

## 赛题五说明

### 一. 赛题要求

对于可能发生持续震荡的组合逻辑环, 请对组合逻辑环电路设计一种改造方法, 使得改造后的电路满足以下三个条件:

- 1) 在原组合逻辑环电路不发生震荡的输入条件下, 改造后的电路与原电路的功能是等价的;
- 2) 在原组合逻辑环电路会发生震荡的输入条件下, 改造后的电路不会发生震荡;
- 2) 提供一个检测是否发生震荡的信号 (在改造后的测试用例中增加一个名为 `OscFlag` 的 `wire` 类型信号), 当原电路发生震荡时, `OscFlag` 值为 1; 当原电路不震荡时, `OscFlag` 值为 0。

### 二. 改造方法及原理

从赛题要求可以看出关键点在于找出原逻辑环路的震荡条件。我们可以通过一系列的与门, 非门, 或门等将该逻辑环路的所有输入条件整合为一个信号 `OscFlag`, 在会发生震荡的输入条件下, `OscFlag` 的逻辑值为 1; 在不会发生输入的条件下, `OscFlag` 值为 0。对于改造电路, 我们只需要将 `OscFlag` 与发生震荡的逻辑环路上的一条线接入同一个或门, 再将或门的输出端口接入原电路这条线所去往的端口, 当 `OscFlag=1` 时, 或门输出始终为 1, 原电路被锁定无法振荡; 当 `OscFlag=0` 时, 或门的输出就是这条线的值, 不改变电路功能。

#### (1) 单环震荡

最简单的情况, 所有输入端口均为外部端口。寻找振荡条件的方法在这里就不做过多赘述, 本赛题的第三题详尽地解决了这一问题。对于单环来说, 即输入端口输入到或门时, 要求输入端口的取值为 0; 输入端口输入到与门, 与非门时, 要求输入的取值为 1。简单来说就是或门, 与门, 与非门不能锁定, 要由其内部端口决定输入而不是外部端口决定输入。此时对所有或门的输入加反相器, 和所有的与门, 与非门同时接入一个大的与门之中, 与门的输出即为 `Oscflag`, 再按上面所说的方法改造电路即可。

举个例子, 如下图

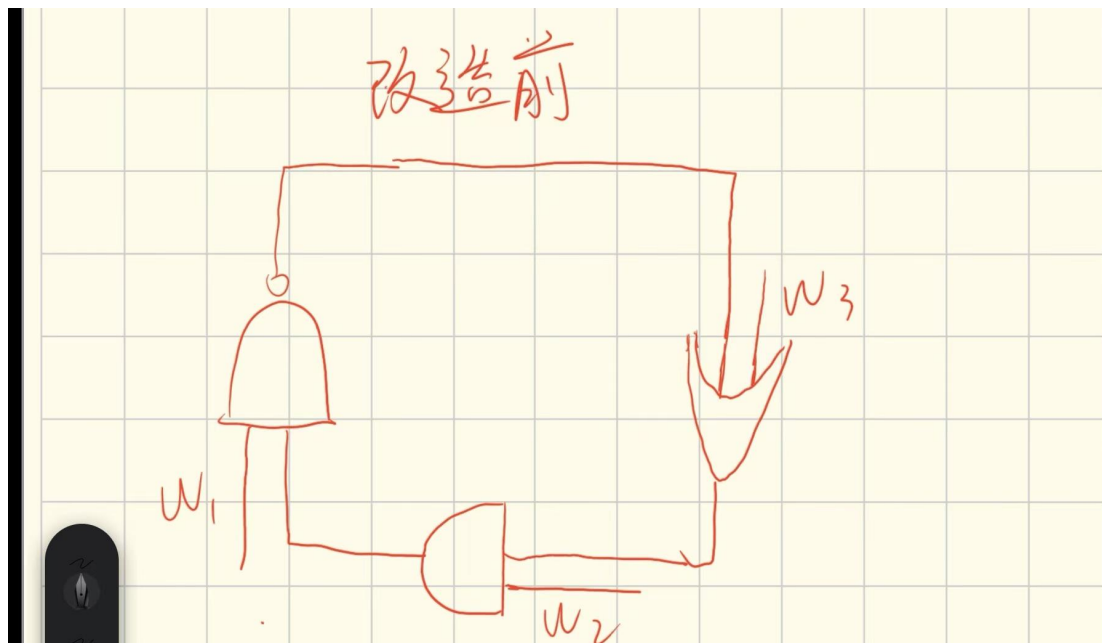


图 1

震荡条件为  $w1=1, w2=1, w3=0$

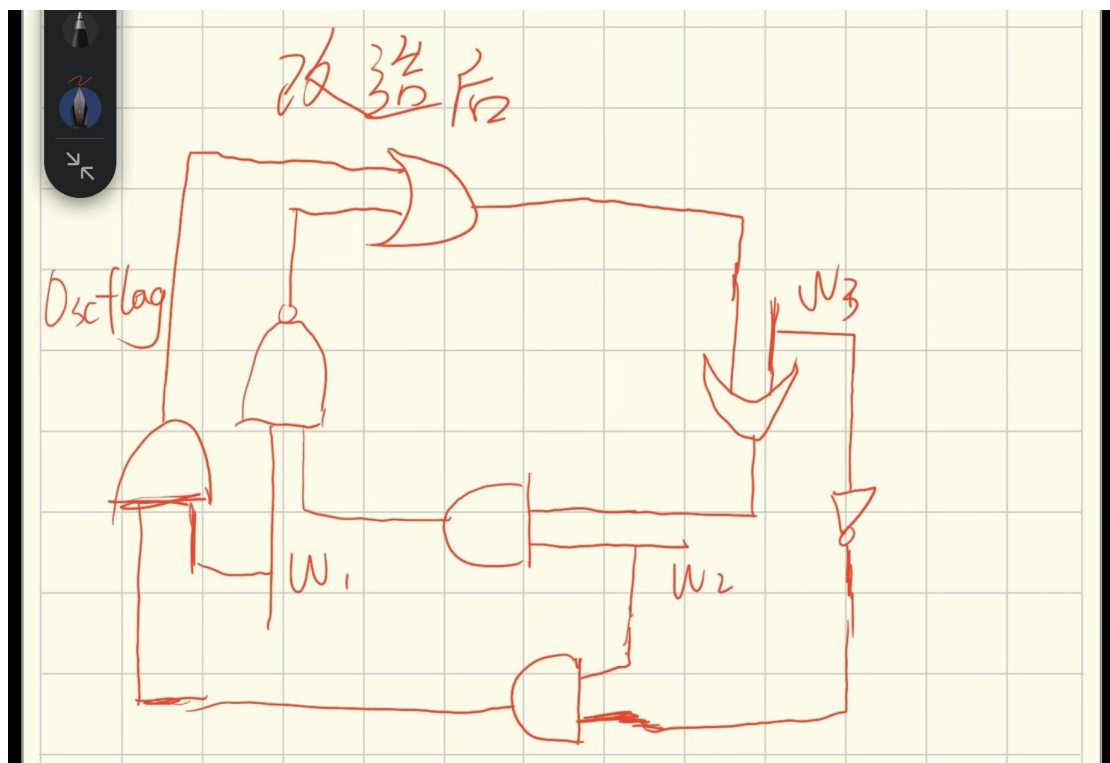


图 2

改造后  $w_1, w_2$  以及  $w_3$  取反接入一个大与门中(图中用两个二输入与门代替), 输出为  $OscFlag$ , 当  $w_1=w_2=1, w_3=0$  时,  $Oscflag=1$ , 即震荡; 其它情况下  $OscFlag=0$ , 不震荡。改造电路方法即通过或门接入电路, 当  $Oscflag=1$  时或门锁定输出只能为 1, 阻止了电路的震荡; 当  $Oscflag=0$  时对原电路无影响。

### (2) 多环震荡

假设有  $N$  ( $k_1, k_2, \dots, k_n$ ) 个环可以震荡, 分别找出  $N, N-1, N-2, \dots, 2, 1$  个环发生震荡的条件, 对其中包含  $k_1$  震荡的条件取并集即  $k_1$  的震荡条件, 对其中包含  $k_n$  震荡的条件取并集即  $k_n$  的震荡条件。对这些震荡条件做单环震荡时同样的逻辑变化, 可以得到  $oscflag_1, oscflag_2, \dots, oscflag_n$ , 再用这些  $oscflag_1, 2, n$  等通过或门接入  $k_1, \dots, k_n$  环中, 即可完成对电路的改造。而电路的  $OscFlag$  即为  $oscflag_1, oscflag_2, \dots, oscflag_n$   $n$  个输入接入或门, 即任何一个环震荡都认为电路会发生震荡。

图 3 为赛题五提供的测试样例

有三个环可以震荡

环 A: I9, I2, I1, I6, I15, I14

环 B: I9, I5, I8, I13

环 C: I7, I4, I8, I12

若三环都震荡, 条件为  $c_1=c_2=c_3=c_4=c_6=c_7=c_8=1$

若双环震荡

A, B:  $c_1=c_2=c_3=c_4=c_7=c_8=1, c_6=0$

A, C: 不可能

B, C: ①  $c_4=c_7=c_3=c_6=1, c_5=0$  ②  $c_4=c_7=c_3=c_6=1, c_1=1$

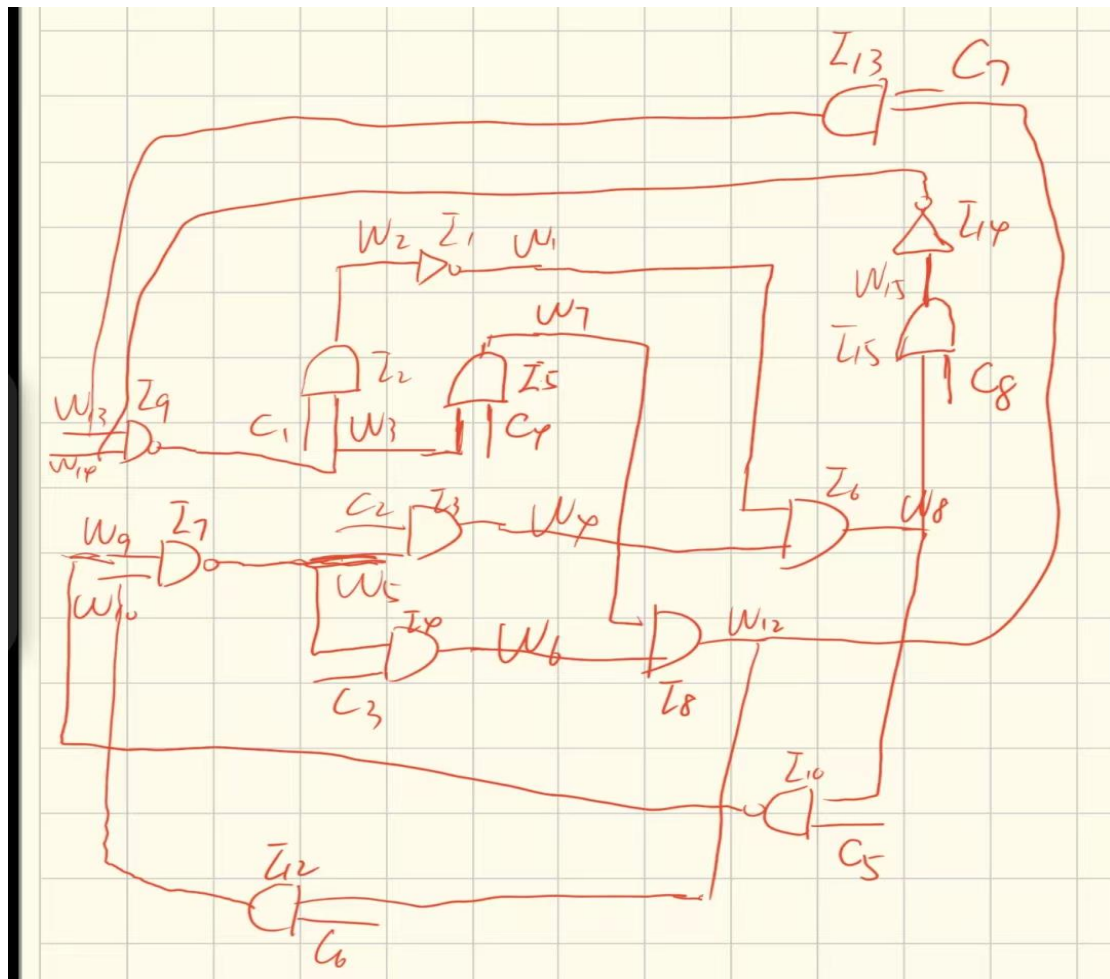


图 3

若单环震荡

A: 不可能

B: ① $c_4=c_7=c_3=1$   $c_6=0$   $c_8=0$  ② $c_4=c_7=c_3=1$   $c_6=0$   $c_2=0$

C: ① $c_3=c_6=c_4=1$   $c_7=0$   $c_5=0$  ② $c_3=c_6=c_4=1$   $c_7=0$   $c_2=0$  ③ $c_3=c_6=c_4=1$   $c_7=0$   $c_1=1$

取并集

A 的震荡条件  $c_1=c_2=c_3=c_4=c_7=c_8=1$

B 的震荡条件 ① $c_4=c_7=c_3=1$   $c_6=0$   $c_2=0$  ② $c_4=c_7=c_3=1$   $c_6=0$   $c_8=0$

③ $c_4=c_7=c_3=1$   $c_6=1$   $c_1=1$  ④ $c_4=c_7=c_3=1$   $c_6=1$   $c_5=0$

C 的震荡条件 ① $c_3=c_6=c_4=1$   $c_7=0$   $c_2=0$  ② $c_3=c_6=c_4=1$   $c_5=0$  ③ $c_3=c_6=c_4=1$   $c_1=1$

得到三个环的震荡条件后通过逻辑变换得到  $oscflag1$ ,  $oscflag2$ ,  $oscflag3$

再用  $oscflag1$ ,  $oscflag2$ ,  $oscflag3$  接或门的方式分别改造 A, B, C 三环

整个环路的  $OscFlag$  即为  $oscflag1$ ,  $oscflag2$ ,  $oscflag3$  取或

具体逻辑变换, 改造方式在 `result_5.v` 中