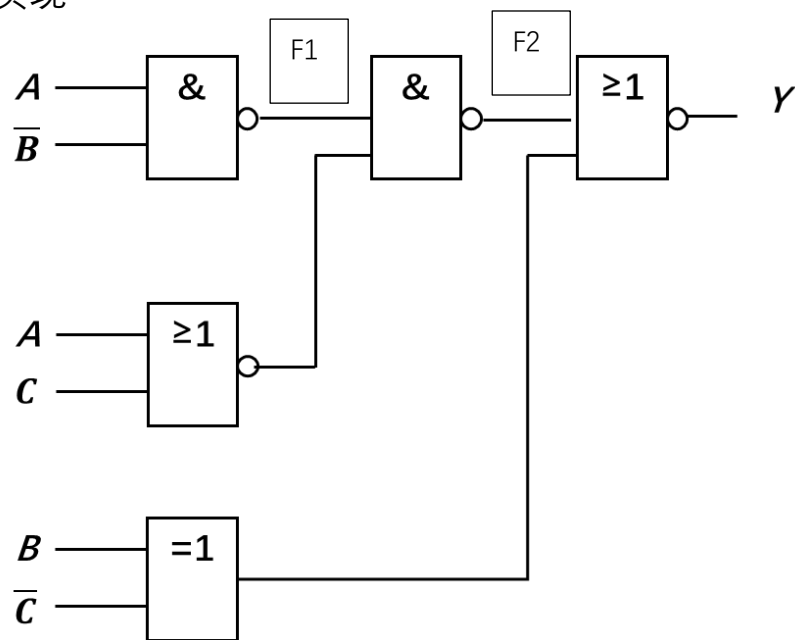


# 组合逻辑电路的分析和设计

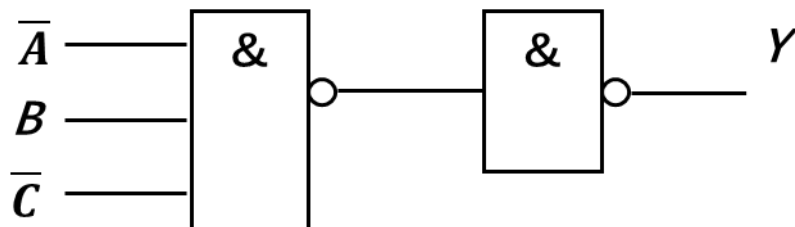
1. 写出下图所示电路输出信号的逻辑表达式，并采用最少的与非门实现



$$F1 = \overline{A} \overline{B} = \overline{A} + B$$

$$F2 = \overline{(\overline{A} + B)(\overline{A} + C)} = \overline{\overline{A} + B} + \overline{\overline{A} + C} = A\overline{B} + A + C = A + C$$

$$Y = \overline{A + C + B \oplus \overline{C}} = \overline{A + C + BC + \overline{B}\overline{C}} = \overline{A + C + \overline{B}} = \overline{A}B\overline{C}$$



2. 用或非门实现函数 F，并画出逻辑图。

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

画卡诺图为：

AB \ CD	00	01	11	10
00				
01		1		1
11				
10		1		1

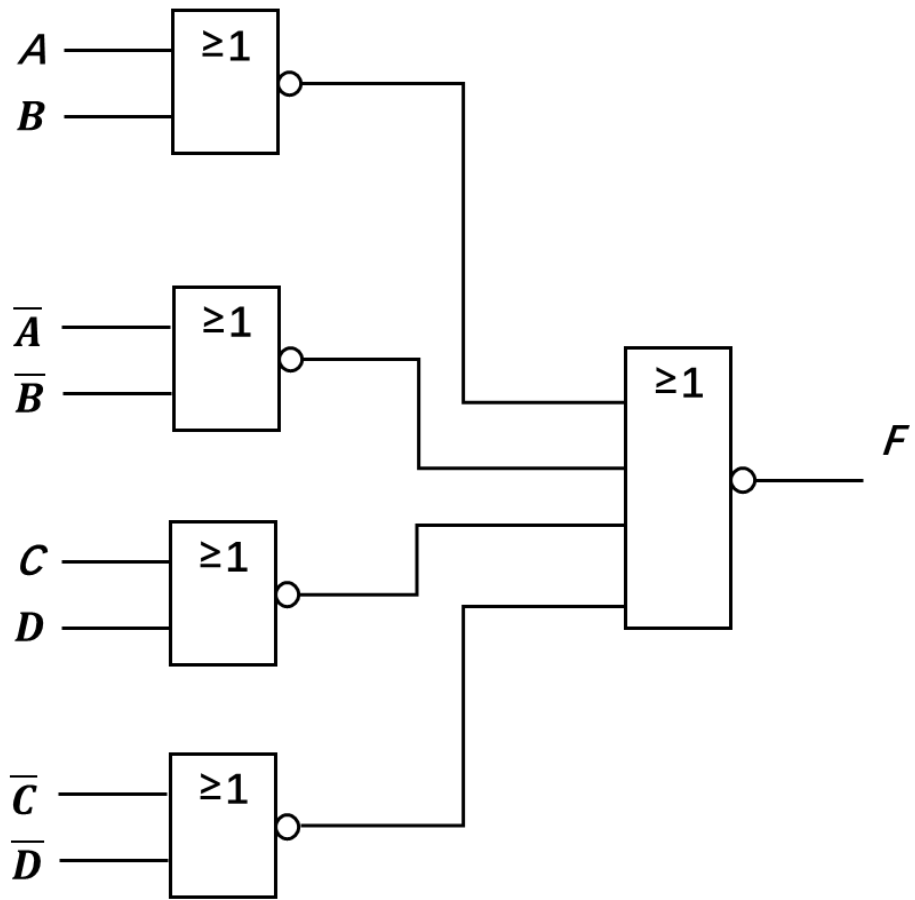
最大项对应的卡诺图为：

A+B \ C+D	1+1	1+0	0+0	0+1
1+1	0	0	0	0
1+0	0		0	
0+0	0	0	0	0
0+1	0		0	

对应的最简或与式为：  $F = (A + B)(\bar{A} + \bar{B})(C + D)(\bar{C} + \bar{D})$

或非表达式为：  $F = \overline{\overline{A + B} + \overline{\bar{A} + \bar{B}} + \overline{C + D} + \overline{\bar{C} + \bar{D}}}$

逻辑图为：

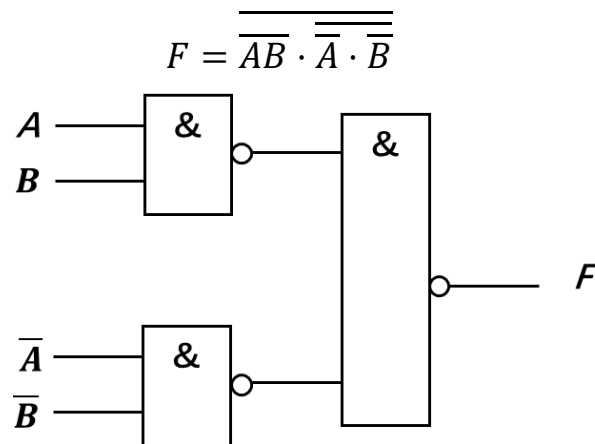


3. 分别用二输入与非门和或非门实现下列逻辑函数，写出相应的表达式，画出逻辑图

$$F = \bar{A} \oplus B$$

$$F = AB + \bar{A}\bar{B}$$

与非门：

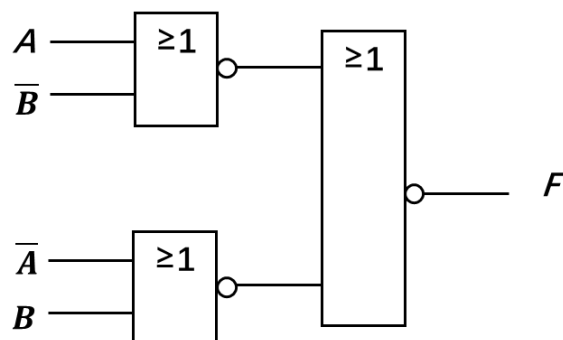


或非门：

与或式：  $F = (A + \bar{B})(B + \bar{A})$

(找不到与或式的列真值表，找最大项)

或非式：  $F = \overline{\overline{A + \bar{B}} + \overline{B + \bar{A}}}$



4. 设计一个代码转换电路，输入为 4 位循环码，输出为 4 位二进制代码

真值表：输入 ABCD，输出 F1F2F3F4

A	B	C	D	F1	F2	F3	F4
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1
0	0	1	1	0	0	1	0
0	0	1	0	0	0	1	1
0	1	1	0	0	1	0	0
0	1	1	1	0	1	0	1
0	1	0	1	0	1	1	0
0	1	0	0	0	1	1	1
1	1	0	0	1	0	0	0
1	1	0	1	1	0	0	1
1	1	1	1	1	0	1	0
1	1	1	0	1	0	1	1
1	0	1	0	1	1	0	0
1	0	1	1	1	1	0	1
1	0	0	1	1	1	1	0
1	0	0	0	1	1	1	1

对于 ABCD 按 0000-1111 排列：

A	B	C	D	F1	F2	F3	F4
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	1	1
0	0	1	1	0	0	1	0
0	1	0	0	0	1	1	1
0	1	0	1	0	1	1	0
0	1	1	0	0	1	0	0
0	1	1	1	0	1	0	1
1	0	0	0	1	1	1	1
1	0	0	1	1	1	1	0
1	0	1	0	1	1	0	0
1	0	1	1	1	1	0	1
1	1	0	0	1	0	0	0
1	1	0	1	1	0	0	1
1	1	1	0	1	0	1	1
1	1	1	1	1	0	1	0

卡诺图：横坐标 CD，纵坐标 AB

F1:

	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	0	0
11	1	1	1	1
10	1	1	1	1

$$F1 = A$$

F2:

	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	1	1	1	1
11	0	0	0	0
10	1	1	1	1

$$F2 = A\bar{B} + \bar{A}B$$

F3:

	00	01	11	10
00	0	0	1	1
01	1	1	0	0
11	0	0	1	1
10	1	1	0	0

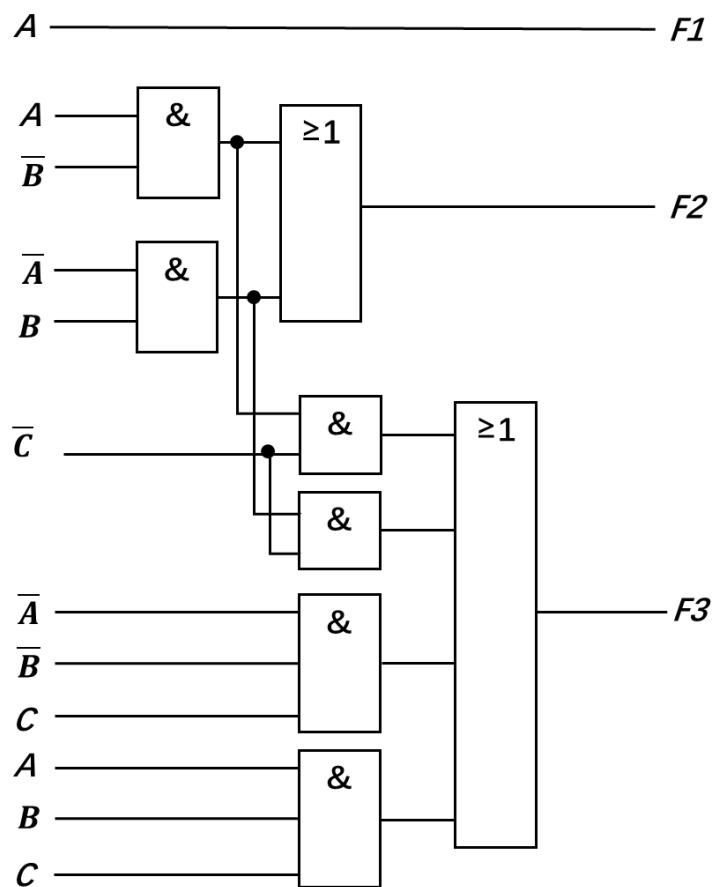
$$F3 = \bar{A}\bar{B}C + \bar{A}B\bar{C} + ABC + A\bar{B}\bar{C}$$

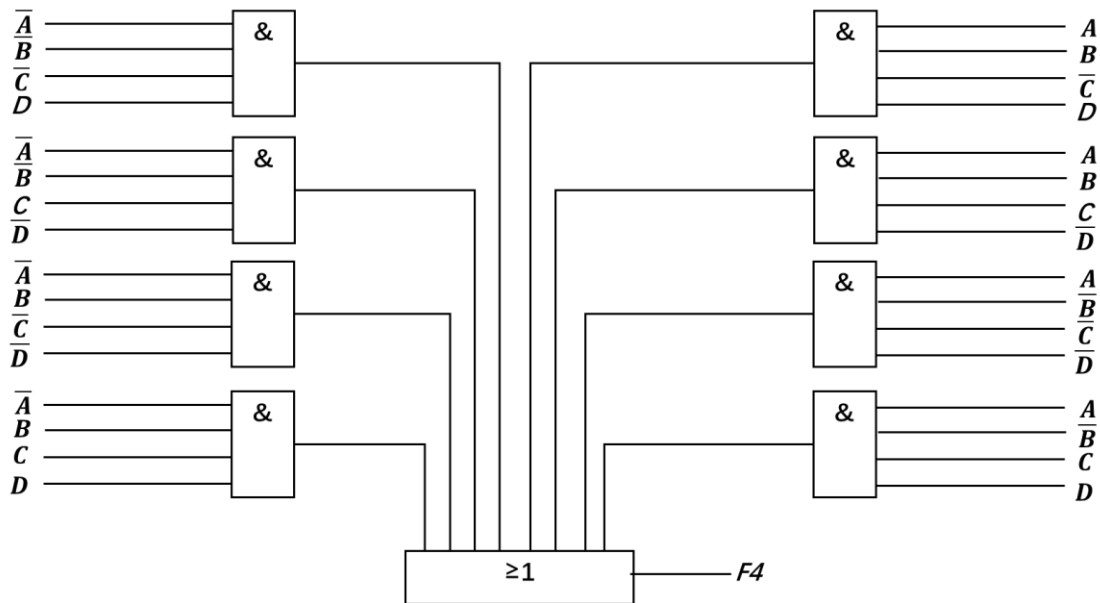
F4:

	00	01	11	10
00	0	1	0	1
01	1	0	1	0
11	0	1	0	1
10	1	0	1	0

$$F4 = \overline{A} \overline{B} \overline{C} D + \overline{A} \overline{B} C \overline{D} + \overline{A} B \overline{C} \overline{D} + \overline{A} B C D + A B \overline{C} D + A B C \overline{D} + A \overline{B} \overline{C} \overline{D} + A \overline{B} C D$$

逻辑图





5. 用与非门设计报警逻辑电路：设备中有四个传感器 A, B, C, D, 如果传感器 A 输出为 1, 同时 B, C, D 中至少有两个输出也为 1, 表示设备工作状态正常, 否则工作异常, 发出警报。

真值表：设定正常为 1, 异常为 0。

A	B	C	D	F
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	1	1	1
1	1	0	0	0
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	1



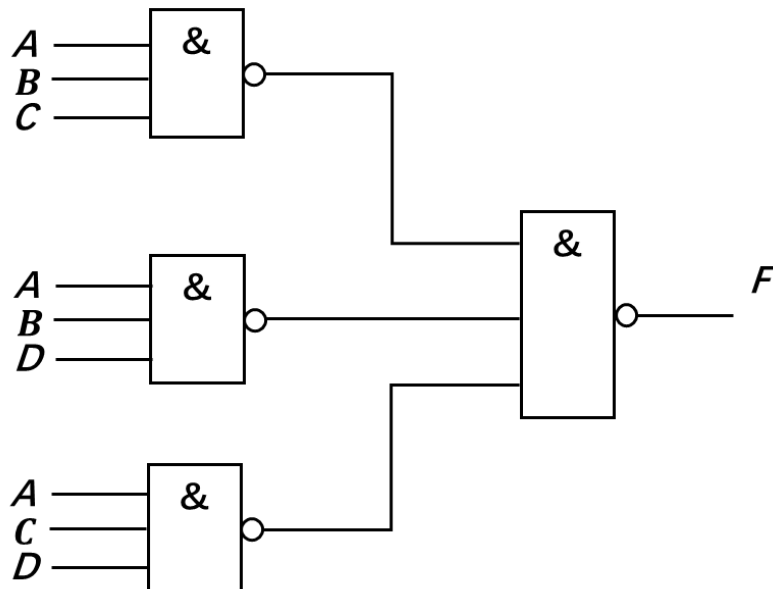
卡诺图

	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	0	0
11	0	1	1	1
10	0	0	1	0

函数式  $F = ABC + ABD + ACD$

与非式:  $F = \overline{\overline{ABC} \cdot \overline{ABD} \cdot \overline{ACD}}$

逻辑图:



6. 设计 1 位二进制全减器逻辑电路，写出真值表、卡诺图以及逻辑表达式，画出逻辑图

对于二进制全减器，要考虑三个输入：被减数 A、减数 B、下一位的借位 C，

考虑两个输出：结果 F1、向上一位的借位 F2

A	B	C	F1	F2
0	0	0	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	1	0	0	0
1	1	1	1	1

F1 卡诺图：横坐标 BC，纵坐标 A

	00	01	11	10
0		1		1
1	1		1	

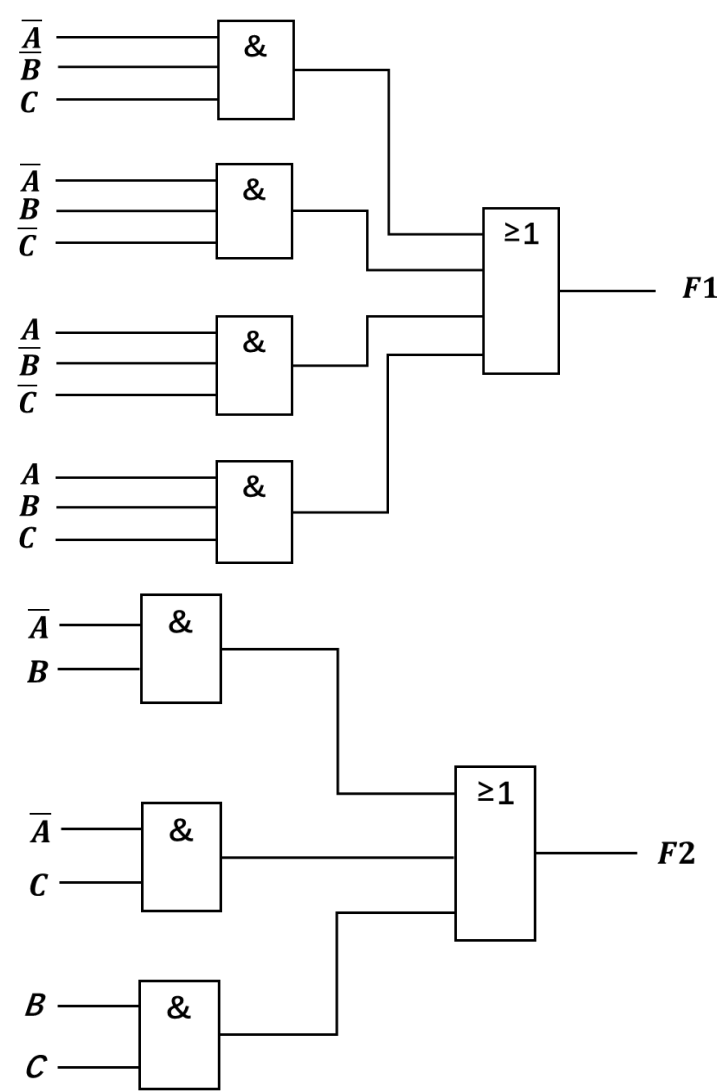
$$F1 = \bar{A}\bar{B}C + \bar{A}B\bar{C} + A\bar{B}\bar{C} + ABC$$

F2 卡诺图：

	00	01	11	10
0		1	1	1
1			1	

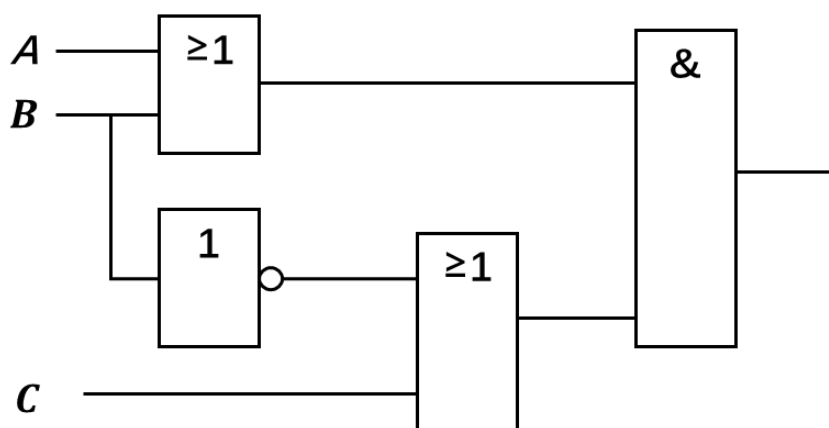
$F2 = \overline{A}B + \overline{A}C + BC$

逻辑图：



## 组合逻辑电路中的竞争和险象

7. 判断下图所示组合逻辑电路是否存在冒险现象，在什么情况下会产生冒险。



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

存在冒险现象，

1. 逻辑冒险：输入 B 发生变化时。

例如当输入 ABC 由 000 转换为 010 时，可能发生逻辑冒险

因为非门的延迟等原因，下或门的输出可能变化的比上或门慢，电路转换过程中，一开始上下或门的输出为 01，然后变为 11，最后转为 10。在中间的 11 情况下，电路会输出 1 的毛刺，形成冒险。

2. 功能冒险：输入 A 或 B 或 C 不变，另外两个信号变化时。

当输入 ABC 由 001 转换为 010 时，可能发生功能冒险

信号的变化不会同时到达门电路处。如果信号经历 001-011-010 的变化，中间状态中，电路的输出为 1，会形成毛刺，产生冒险。

8. 试分析逻辑函数 $Y = \overline{A}\overline{B}D + B\overline{D} + \overline{A}B\overline{C} + A\overline{B}\overline{C}$ 当输入变量 ABCD 发生 0110->1100, 1111->1010, 0011->0110 变化时, 是否存在功能冒险。

卡诺图：横坐标 CD

	00	01	11	10
00		1	1	
01	1	1		1
11	1			1
10	1	1		

1. 0110->1100

两个变量发生变化, 不变量 $B\overline{D}$

	00	01	11	10
00		1	1	
01	1	1		1
11	1			1
10	1	1		

不变量所在的方框全为 1, 不会有功能冒险

2. 1111->1010

两个变量发生变化, 不变量 AC

	00	01	11	10
00		1	1	
01	1	1		1
11	1			1
10	1	1		

不变量所在的方框有 0 有 1, 会有功能冒险

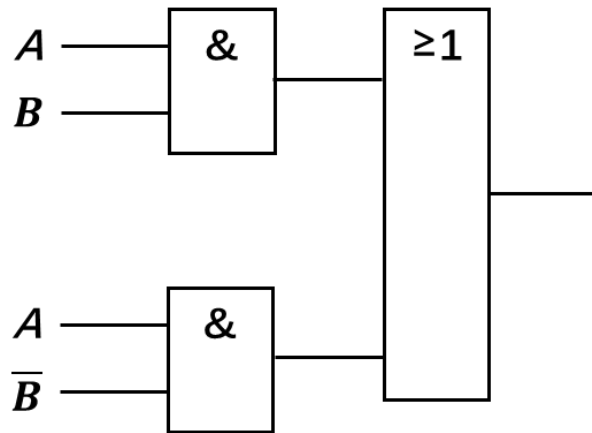
3. 0011->0110

两个变量发生变化, 不变量 $\overline{A}C$

	00	01	11	10
00		1	1	
01	1	1		1
11	1			1
10	1	1		

不变量所在的方框有 0 有 1，会有功能冒险

9. 分析下图所示电路，指出电路什么情况下会发生逻辑冒险，用改变逻辑设计的方式消除冒险

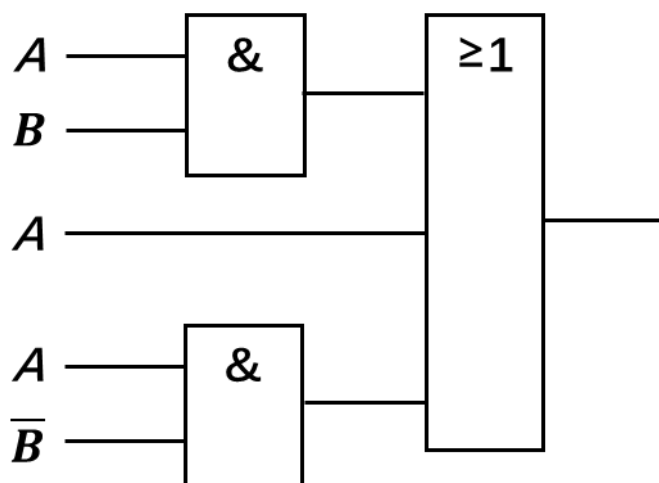


如果 AB 信号由 11 转变为 10，因为非门的原因， $\bar{B}$  信号可能会延时较长，造成下与门延时较长。电路上下与门的输出经历 10-00-01 的转变，其中 00 的输出会造成整个电路产生 0 的毛刺。

若 AB 信号由 10 转变为 11，且上与门延时较长。电路上下与门的输出经历 01-00-10 的转变，其中 00 的输出会造成整个电路产生 0 的毛刺。

$$F = AB + A\bar{B} = AB + A\bar{B} + A$$

给电路加上一个 A 信号做冗余项可以消除冒险。



10. 已知  $Y(A, B, C, D) = \sum m(0, 3, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13) + \sum d(1, 2, 4)$ , 求  $Y$  的无逻辑冒险的与或式

卡诺图：横坐标 CD

	00	01	11	10
00	1	x	1	x
01	x		1	
11	1	1		
10	1	1	1	1

最简与或式：  $F = \bar{B} + A\bar{C} + \bar{A}CD$

加冗余项时，我们找能不能画出新的圈，其中的元素之前在不同的圈内

	00	01	11	10
00	1	1	1	1
01	0		1	
11	1	1		
10	1	1	1	1

最简与或式找不到新的圈（注意约束项的值已经确定）。

所以，无冒险的与或式为  $F = \bar{B} + A\bar{C} + \bar{A}CD$