

## 期中考试最后一题讲解

给定两个加法器（普通 4 位二进制加法器）和一个 4 位二选一选择器，设计电路，实现 4 位原码的加法器（尽可能少的门电路）

设两个输入分别位  $x_3x_2x_1x_0$  和  $y_3y_2y_1y_0$

方法一：

思路：第一个加法器 ADD(1) 计算  $|x| - |y|$ ，那么我们就可以根据第一个加法器的计算结果判断出  $|x|$  和  $|y|$  谁大谁小。经过第一个加法器后，我们掌握的信息仅仅是  $|x| - |y|$  计算结果的补码形式，我们还需要解决的问题有两个：

1. 如何将  $|x| - |y|$  的补码形式转化为原码形式
2. 如何计算  $|x| + |y|$ （因为本质上来讲计算  $|x| - |y|$  是为了解决异号的情况，而计算  $|x| + |y|$  是为了解决同号的情况）

由于我们已经运用了一个加法器 ADD(1) 了，上述问题“只能通过”一个加法器 ADD(2) 来实现。

首先我们考虑面临的问题结构（本质上来讲，我们所面临的问题是由两个分支问题构成的）：

如果“为了解决  $|x| - |y|$  的补码形式转化为原码形式”这个分支问题，我们应该对 ADD(2) 的输入有一种设置方式；如果“为了解决计算  $|x| + |y|$ ”这个分支问题，我们应该对 ADD(2) 的输入有另外一种设置方式。

或者说，它如果用 c 语言来表示的话，会是这样子的形式

```
if(x 和 y 异号)          //此时我们需要的信息是|x| - |y|
    #伪代码：解决|x| - |y|的补码形式转化为原码形式;
else if(x 和 y 同号)     //此时我们需要的信息是|x| + |y|
    #伪代码：解决计算|x| + |y|;
```

面对将一个数字电路设置成类似如上 c 程序的分支情形，是不需要紧张的。

利用如下语句：

一个变量  $z$  (可以是  $n$  位二进制数)，在某个条件  $control$  成立时， $z$  等于  $x$ ；在这个条件  $control$  不成立时， $z$  等于  $y$ ，则可以把  $z$  写成如下形式

$$z = control \cdot x + \overline{control} \cdot y$$

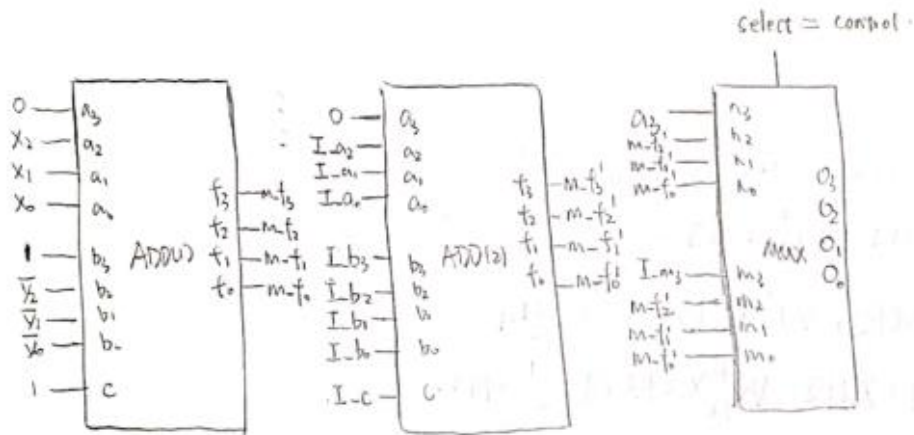
进一步，我们把变量  $z$  理解成我们对第二个加法器的输入设置方式， $x$  是针对“解决  $|x| - |y|$  的补码形式转化为原码形式”的设置方式， $y$  是针对“解决计算  $|x| + |y|$ ”的设置方式，条件  $control$  自然就是 “ $x$  和  $y$  同号”

$l\_m3$  什么时候为 0？“ $x_3 == 0$  且  $m\_f3 == 0$ ” 或 “ $x_3 == 1$  且  $m\_f3 == 1$ ”

怎么改写成布尔表达式呢？

&&改写成  $\cdot$ ，||改写成  $+$ ， $A == 1$ 改写成  $A$ ， $A == 0$ 改写成  $\bar{A}$

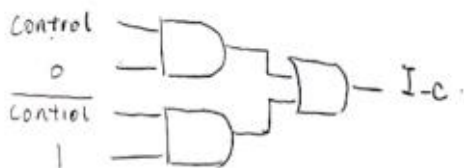
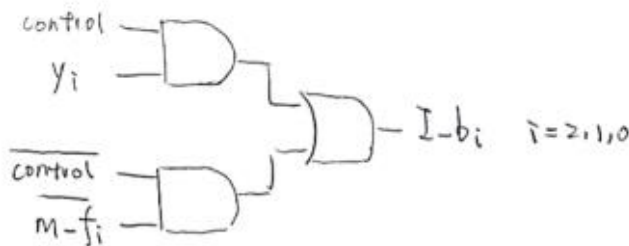
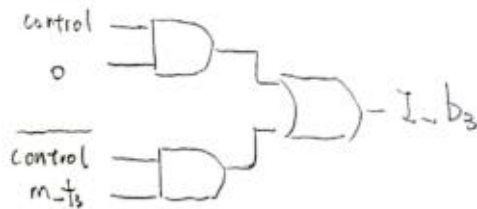
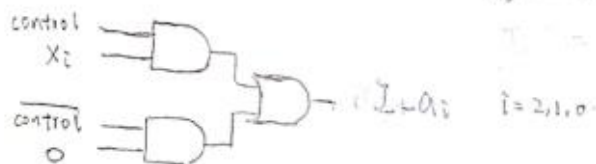
control =  $X_3Y_3 + \bar{X}_3\bar{Y}_3$  当且仅当  $X$  和  $Y$  同时为 1



$I-m_3$  什么时候为 0?

" $X_3 = 0$  且  $m-t_3 = 0$ " 或 " $X_3 = 1$  且  $m-t_3 = 1$ "

$$\Rightarrow I-m_3 = \bar{X}_3 \bar{m-t_3} + X_3 m-t_3$$



方法二:

思路：第一个加法器 ADD(1)处理同号的情况，第二个加法器 ADD(2)处理异号的情况。

请大家结合“if-else 分支语句在数字电路中实现的思想”自己尝试一下。