

点拨·FPGA之 用门逻辑代替乘法器并实现流 水线练习思路

点透学习误区 拨出设计精髓

主讲：潘文明



明德扬
科技 · 教育

QQ群： 97925396

官 网： <http://www.mdy-edu.com>

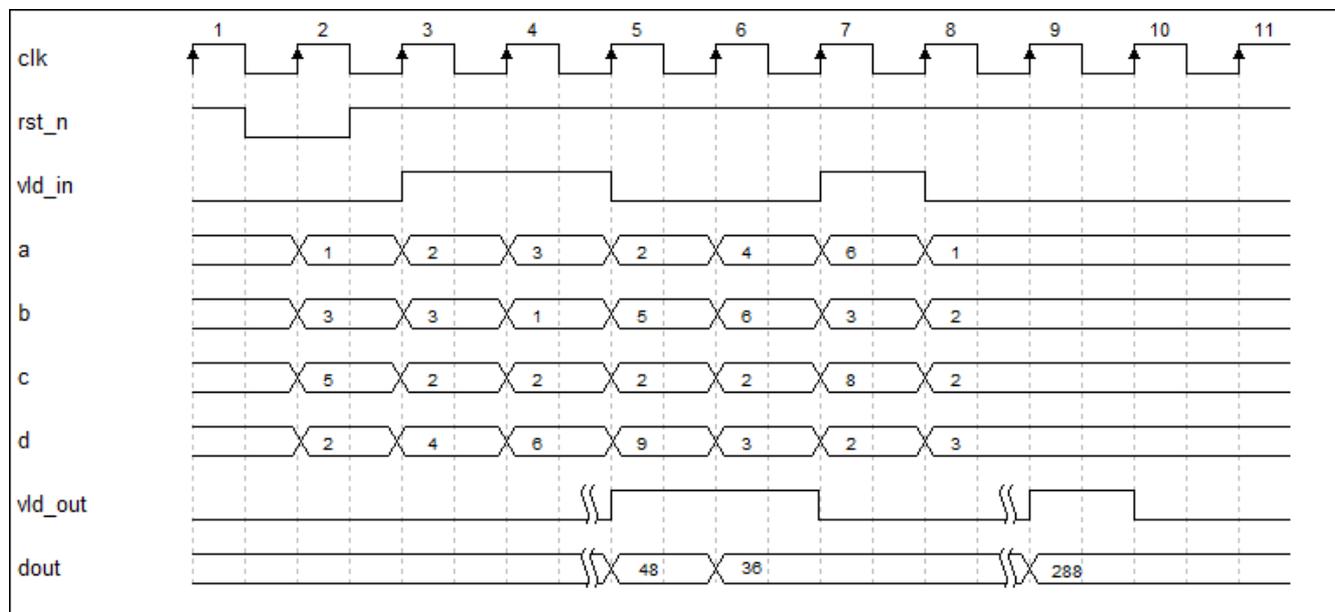
淘 宝： <http://mdy-edu.taobao.com>

课程大纲

1. 功能要求
2. 设计思路
3. 代码设计

一、功能要求

- 1、内容：流水线设计的方法实现 4 输入的乘法运算；↵
- 2、要求：↵
 - a 不能用乘法器，亦不能用加法器和选择器，只能用与、或、非、异或等逻辑门；↵
 - b 寄存器之间至多只包含一个门逻辑；↵
 - c 流水线级数不限定；↵
 - d 要求能连续运算。↵



TimeGen

二、设计思路

1. 设计时要从输出信号倒推，现有条件不能直接得到的信号，先假设信号再设计；
2. 一个一个信号设计，逐个击破

三、设计思路—如何代替加法器？

1. 如何用门逻辑代替加法器？
2. 最简单：1位加法器，信号有cin, a, b, sum, cout(列真值表)

cin	a	b	sum	cout
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1

cin	a	b	sum	cout
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

$$sum = \overline{cin} \overline{a} b + \overline{cin} a \overline{b} + \overline{cin} \overline{a} \overline{b} + cin a b = 001 + 010 + 100 + 111$$

$$cout = \overline{cin} a b + \overline{cin} \overline{a} b + \overline{cin} a \overline{b} + cin a b = 011 + 101 + 110 + 111$$

三、设计思路—卡诺图化简

$$sum = \overline{c_{in}}\overline{a}b + \overline{c_{in}}a\overline{b} + c_{in}\overline{a}\overline{b} + c_{in}ab = 001 + 010 + 100 + 111$$

$$C_{out} = \overline{c_{in}}ab + c_{in}\overline{a}b + c_{in}a\overline{b} + c_{in}ab = 011 + 101 + 110 + 111$$

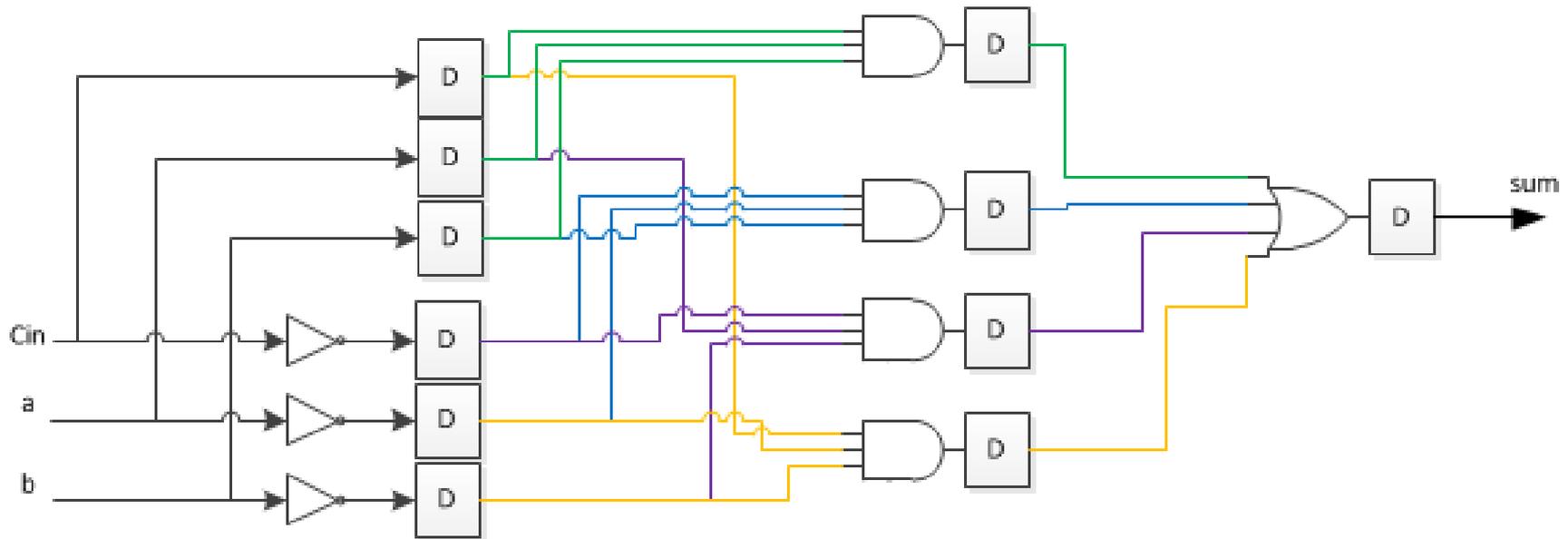
		cin	
		0	1
ab	00		
	01		
	11		
	10		

		cin	
		0	1
ab	00		
	01		
	11		
	10		

$$C_{out} = ab + cinb + cina$$

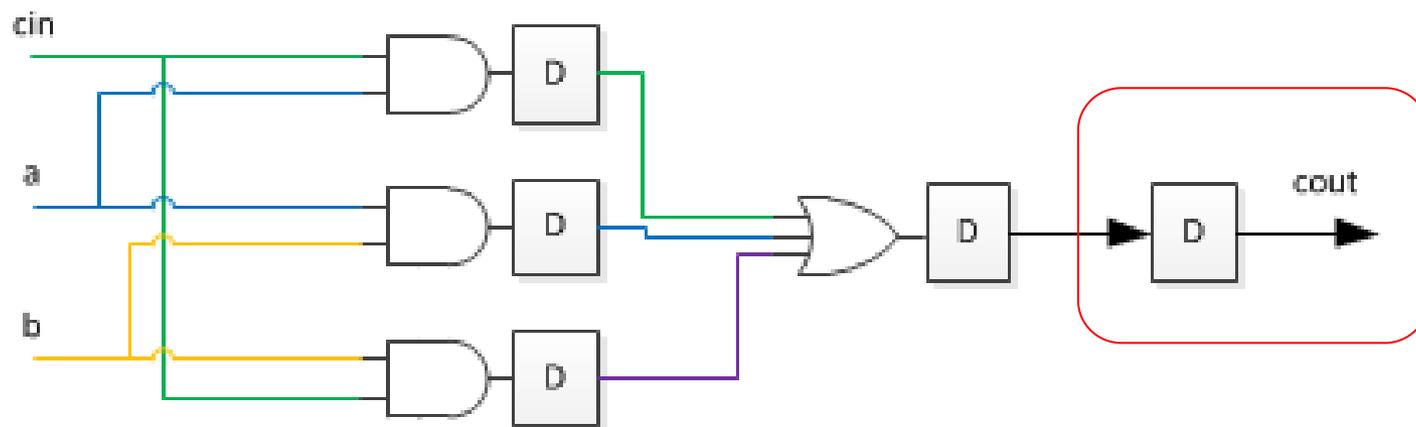
三、设计思路—电路图

$$sum = \overline{\overline{cin}ab} + \overline{cin}\overline{ab} + \overline{cin}\overline{a}b + cinab$$



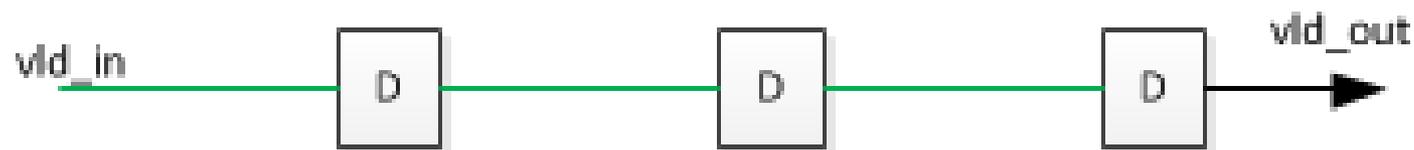
三、设计思路—电路图

$$c_{out} = ab + cinb + cina$$



三、设计思路—module

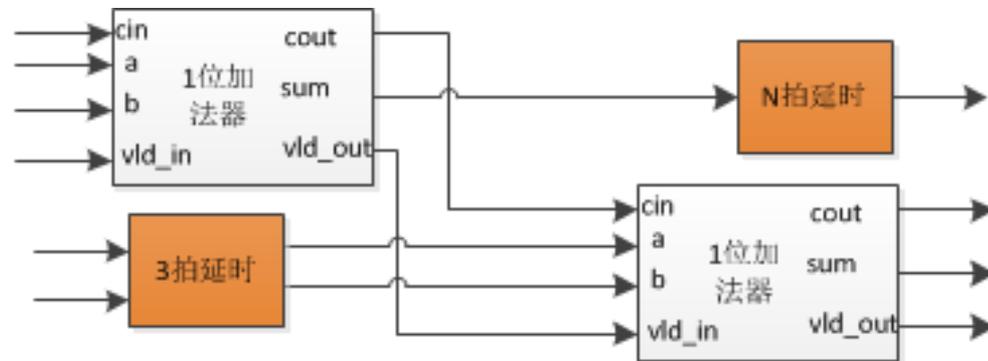
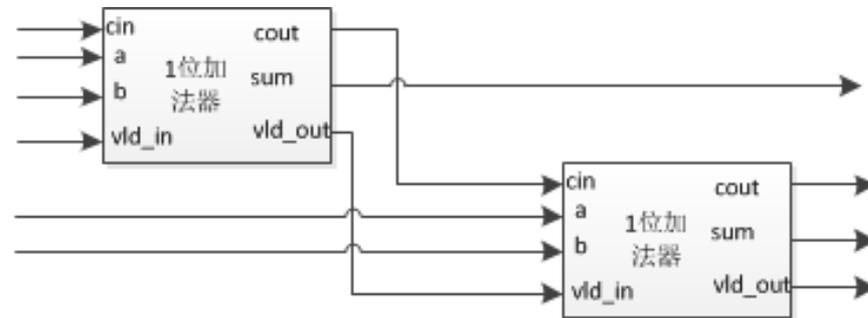
1. 一位加法器电路完成，可以建立一个module
2. 技巧：添加vld_in和vld_out信号，用来指示运算进行到哪一步，而且方便定位。



三、设计思路—4位加法器

1. 4位加法器如何实现？

$$\begin{array}{r}
 1101 \\
 + 1001 \\
 \hline
 010 \\
 01 \\
 10 \\
 \hline
 10110
 \end{array}$$



三、设计思路—如何代替选择器？

1. 如何用门逻辑代替选择器？
2. 最简单：1位选择器，信号有 sel, a, b, c

sel	a	b	c
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1

sel	a	b	c
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

$$c = \bar{s}a\bar{b} + \bar{s}ab + s\bar{a}b + sab = 010 + 011 + 101 + 111$$

三、设计思路—卡诺图化简

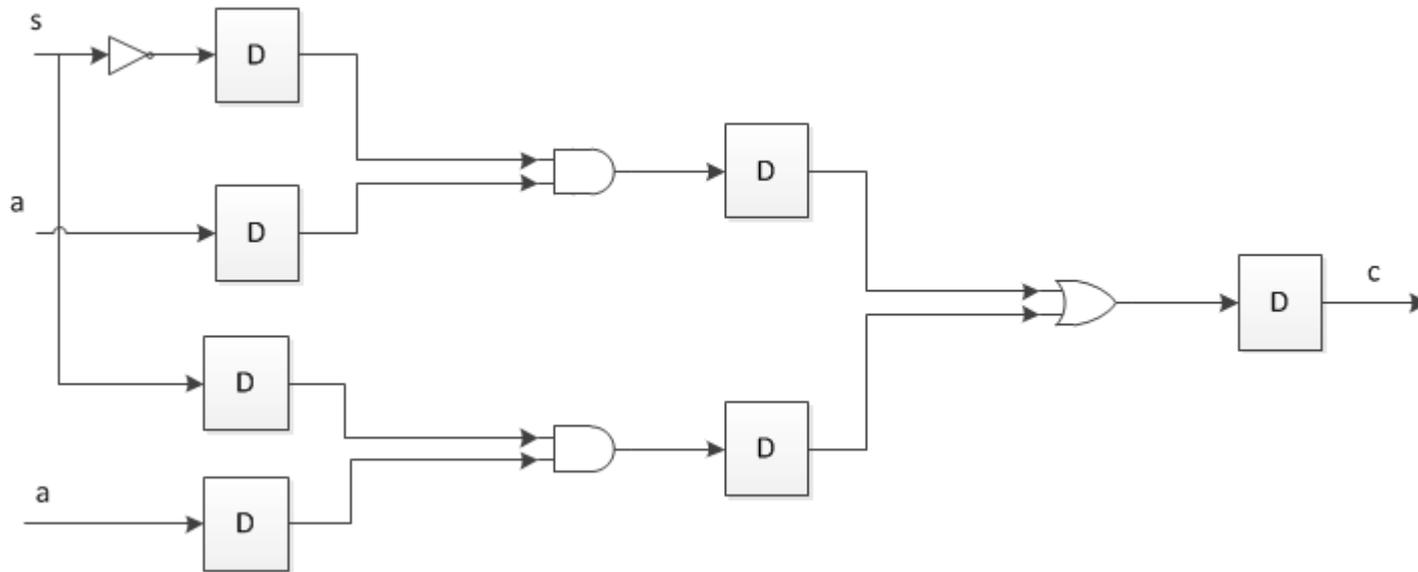
$$c = \bar{s}\bar{a}\bar{b} + \bar{s}ab + s\bar{a}\bar{b} + sab = 010 + 011 + 101 + 111$$

		s	
		0	1
ab	00		
	01		
	11		
	10		

$$c = \bar{s}a + sb$$

三、设计思路—电路图

$$c = \bar{s}a + sb$$



四、总结

1. 本练习涉及到数字电路多个知识点。掌握是数字电路，是入门到精通的关键！
2. 本题需要耐心和细心，特别是门逻辑的划分和延时的估计等。
3. 在仿真时，要一步一步推进，逐个步骤确认正确性，设计时不可能一下子完成的！

技巧：添加vld信号来指示目前运算到哪一步。



明德扬
科技 · 教育

QQ群： 97925396

官 网： <http://www.mdy-edu.com>

淘 宝： <http://mdy-edu.taobao.com>



Thank You !