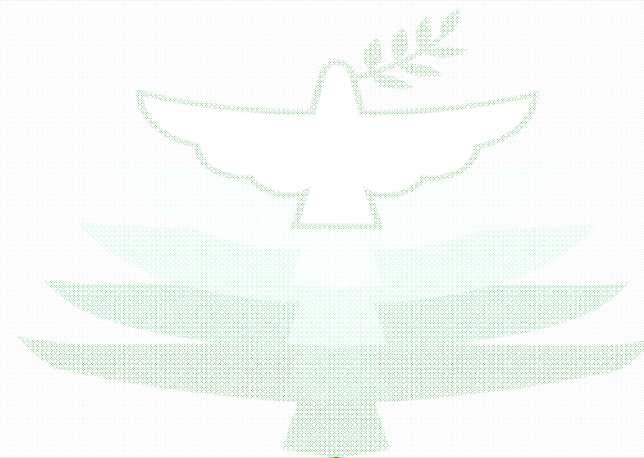


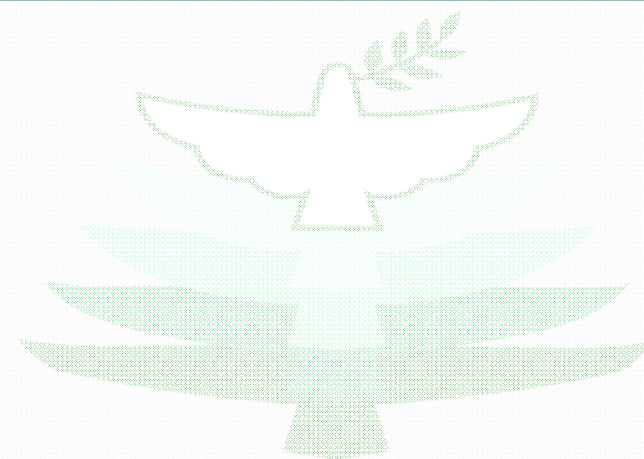
□ 计算机的工作原理与硬件体系结构

算数逻辑单元-ALU



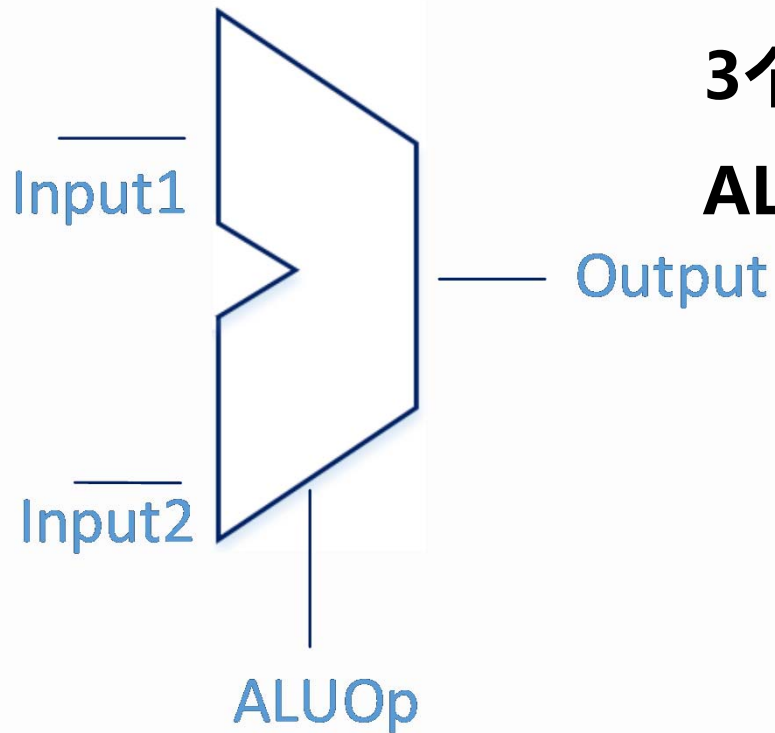
□ 计算机的工作原理与硬件体系结构

**CPU=ALU（算数逻辑单元）
+寄存器（临时存储数据）**

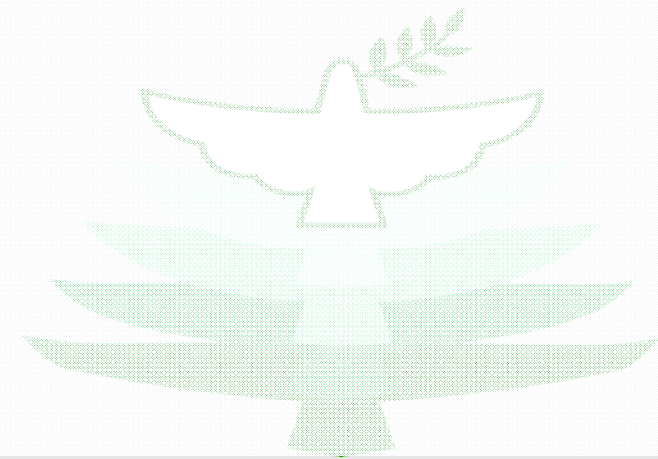


■ 算数逻辑单元ALU的抽象表示

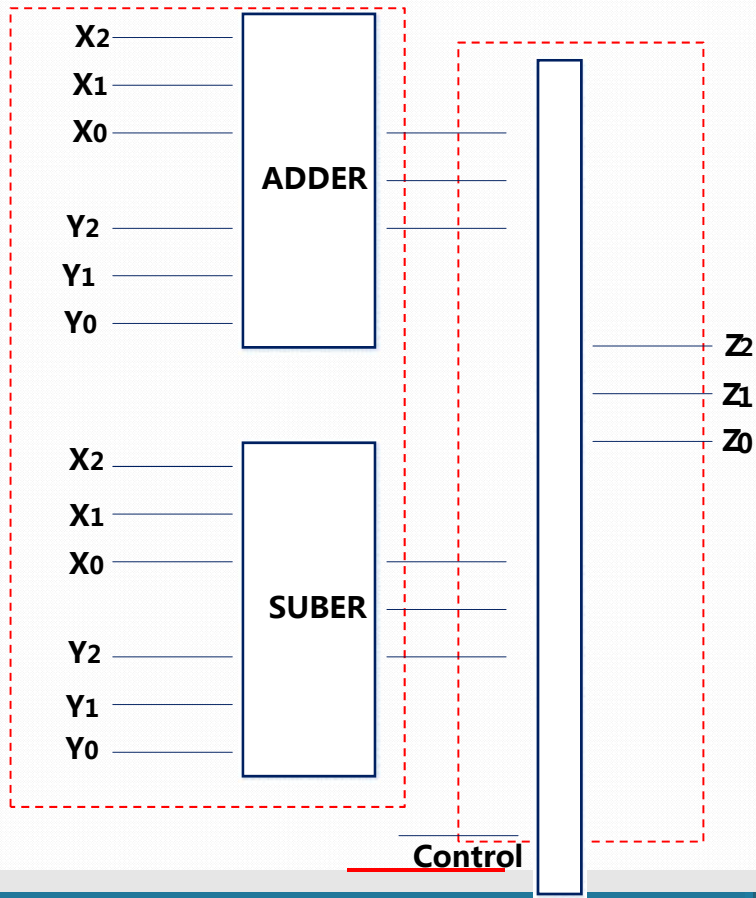
算数逻辑单元ALU的抽象表示如下图：



3个输入：Input1、Input2代表操作数；
ALUOp代表控制操作

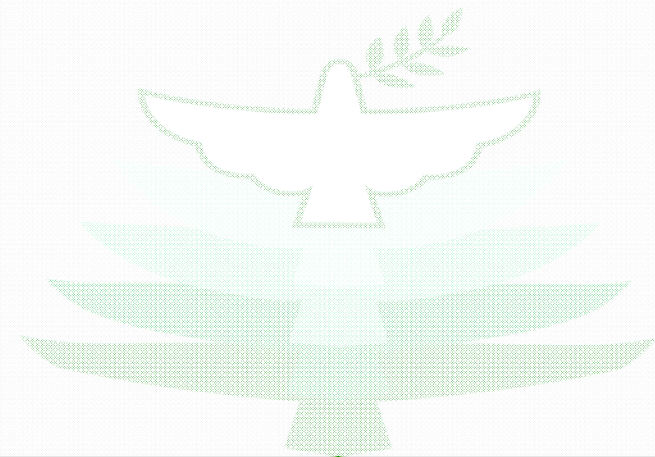


■ 算数逻辑单元ALU的原理



ALU基本逻辑原理

控制
数据
链

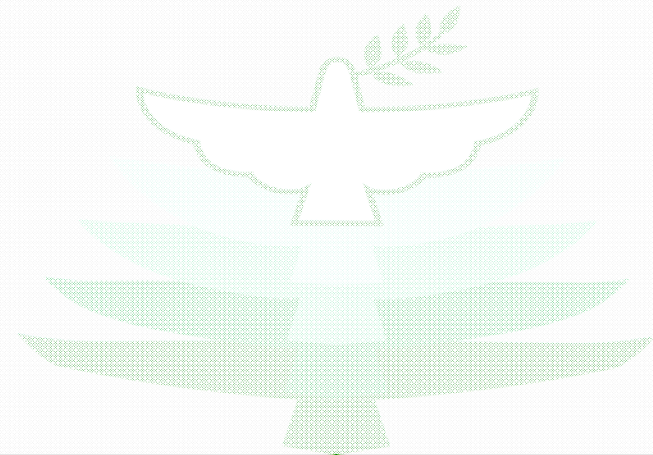


■ 与门与非门可表达的运算：真值表

与门和非门如何实现ALU单元

与门和非门可以表示任意一个真值表

A	B	C	Y
0	0	0	Y0
0	0	1	Y1
0	1	0	Y2
0	1	1	Y3
1	0	0	Y4
1	0	1	Y5
1	1	0	Y6
1	1	1	Y7



■ 利用与门和非门实现真值表的方法

例1：2输入加法的真值表表示，如何利用与、非门实现此真值表

第一步：找出Y=1的所有行

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

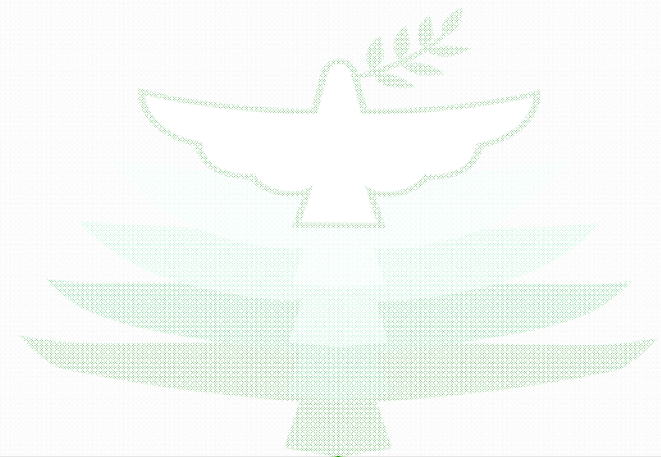
第二步：写出每一行的逻辑表达式，并用“或”运算连接，写为

$$(\bar{A} \wedge B) \vee (A \wedge \bar{B})$$

第三步：利用逻辑运算法则将“或”运算去掉，写为

$$X \vee Y = \overline{\bar{X} \wedge \bar{Y}}$$

$$(\bar{A} \wedge B) \vee (A \wedge \bar{B}) = \overline{\overline{\bar{A} \wedge B} \wedge \overline{A \wedge \bar{B}}}$$

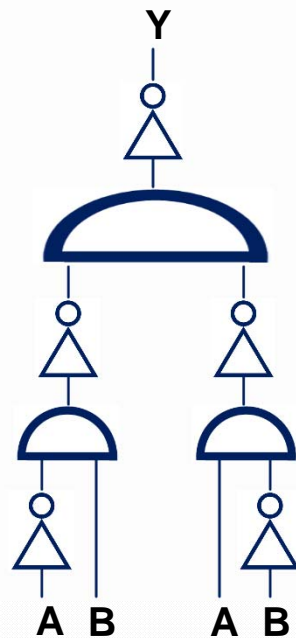


■ 利用与门和非门实现真值表的方法：例1续

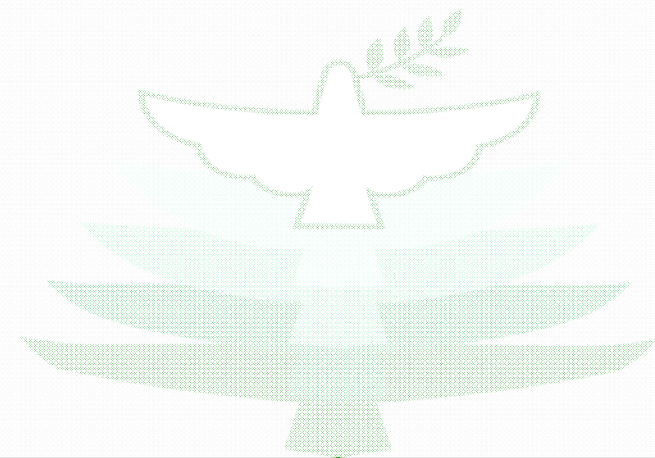
第四步：画出实现图

$$\overline{\overline{A} \wedge B \wedge A \wedge \overline{B}}$$

将 \wedge 用与门表示
将 \bar{x} 用非门表示

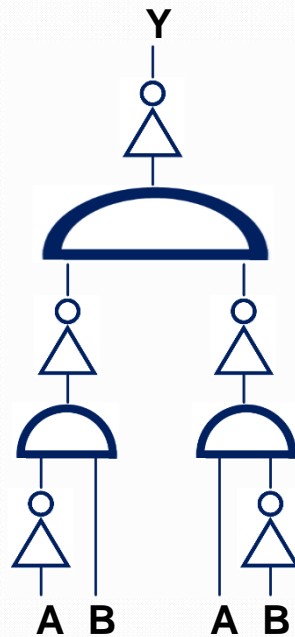


A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

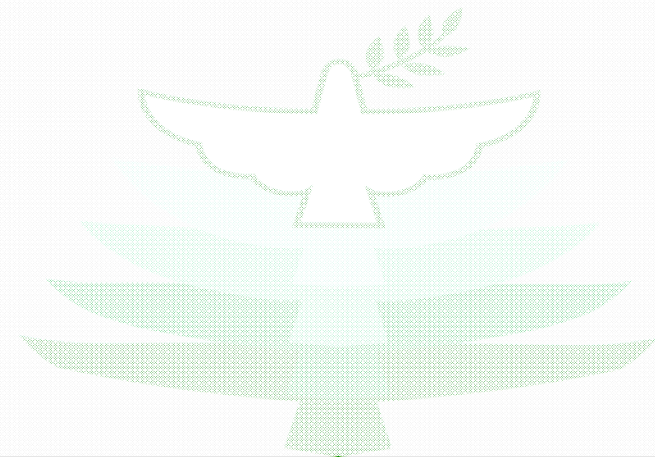


■ 利用与门和非门实现真值表的方法：例1续

两输入的加法器



A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



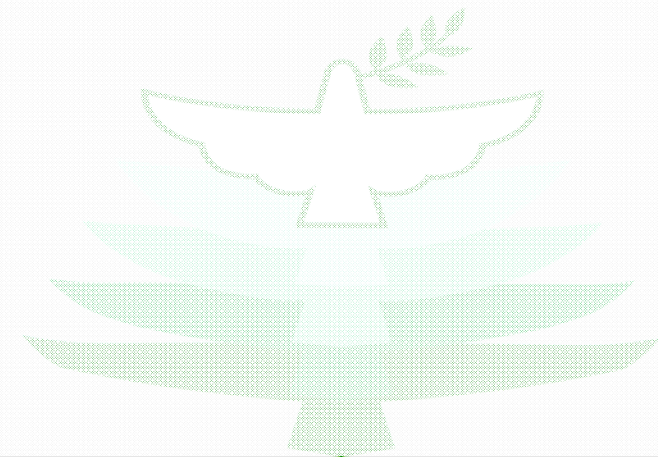
■ 利用与门和非门实现真值表的方法

例2：带有进位的3输入加法，真值表如下图所示

A	B	C	Y
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

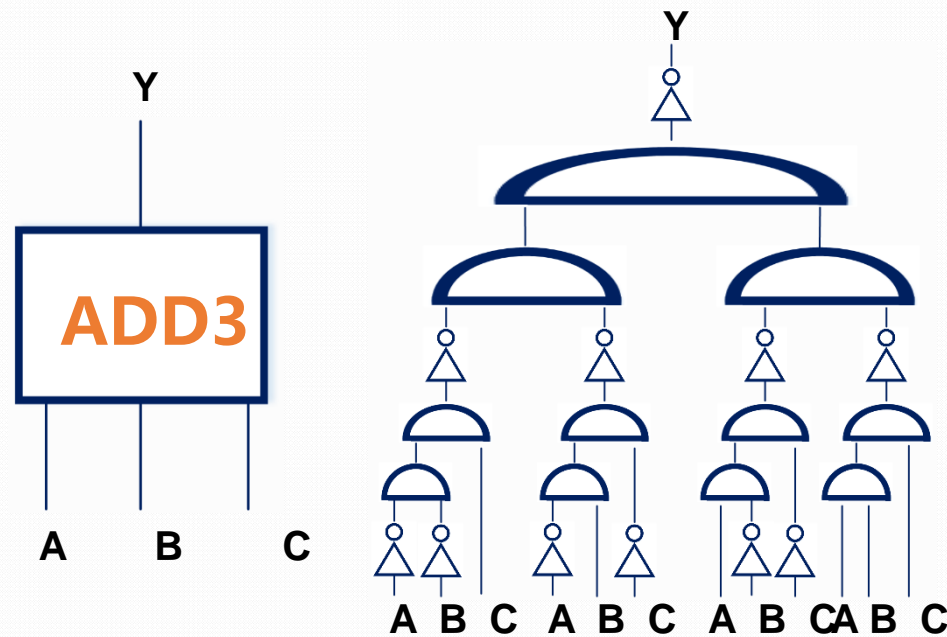
$$X \vee Y = \overline{\overline{X} \wedge \overline{Y}}$$

$$\begin{aligned} & \overline{\overline{(\overline{A} \wedge \overline{B} \wedge C) \wedge (\overline{A} \wedge B \wedge \overline{C})} \wedge \overline{(A \wedge \overline{B} \wedge \overline{C}) \wedge (A \wedge B \wedge C)}} \\ & (\overline{A} \wedge \overline{B} \wedge C) \vee (\overline{A} \wedge B \wedge \overline{C}) \vee (A \wedge \overline{B} \wedge \overline{C}) \vee (A \wedge B \wedge C) \\ & \overline{(\overline{A} \wedge \overline{B} \wedge C) \vee (\overline{A} \wedge B \wedge \overline{C}) \wedge (A \wedge \overline{B} \wedge \overline{C}) \vee (A \wedge B \wedge C)} \end{aligned}$$



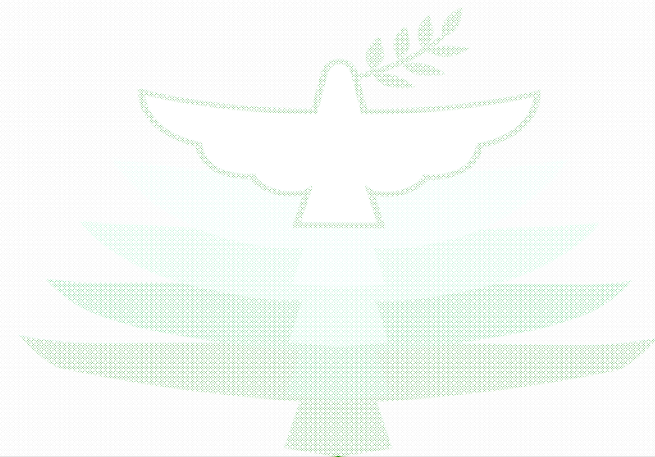
■ 利用与门和非门实现真值表的方法：例2续

$$\overline{((\bar{A} \wedge \bar{B} \wedge C) \wedge (\bar{A} \wedge B \wedge \bar{C})) \wedge ((A \wedge \bar{B} \wedge \bar{C}) \wedge (A \wedge B \wedge C))}$$



请大家在课后验证此逻辑
元件是否能够实现上述真值表

3输入加法器与、非门实现



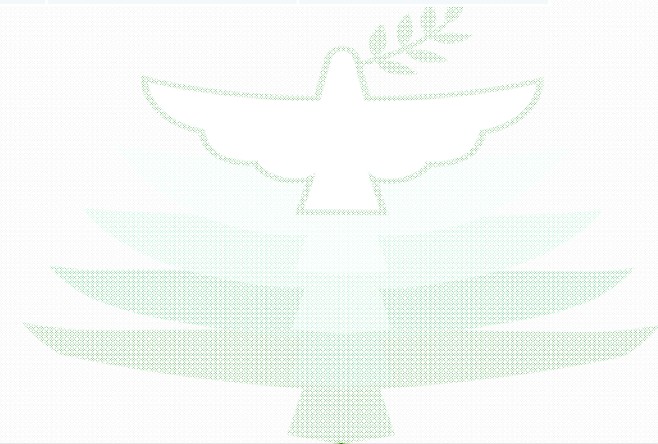
■ 利用与门和非门实现真值表的方法

例3：2输入进位，真值表如图

使用与门即可



A	B	Z
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



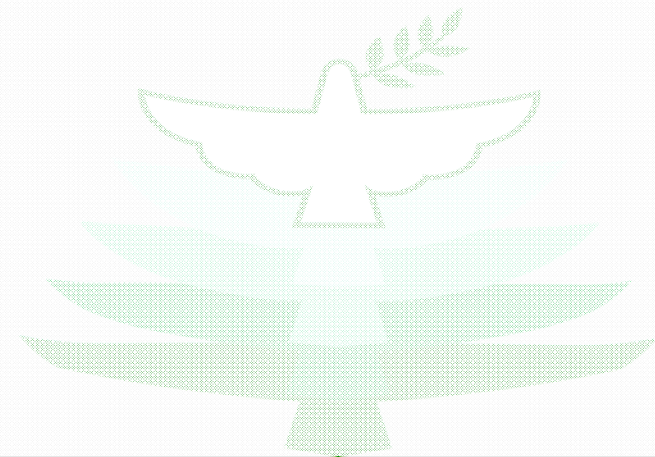
■ 利用与门和非门实现真值表的方法

例4：带有进位的3输入进位。真值表如图

A	B	C	Z
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

3输入进位的重点：3个数的和是否大于等于2，需要进位

$$\overline{((\bar{A} \wedge B \wedge C) \wedge (A \wedge \bar{B} \wedge C)) \wedge ((A \wedge B \wedge \bar{C}) \wedge (A \wedge B \wedge C))}$$

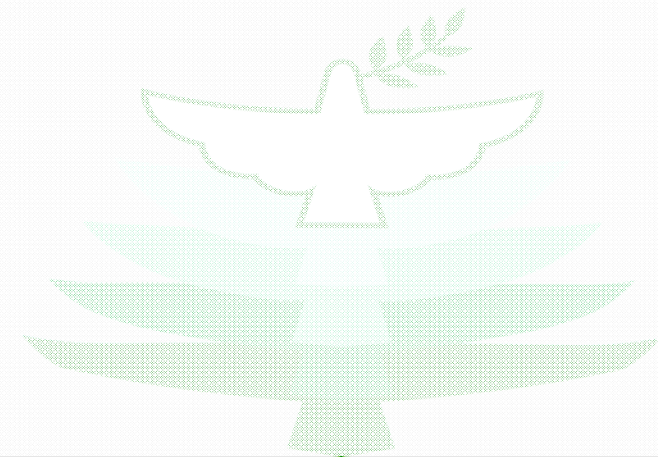
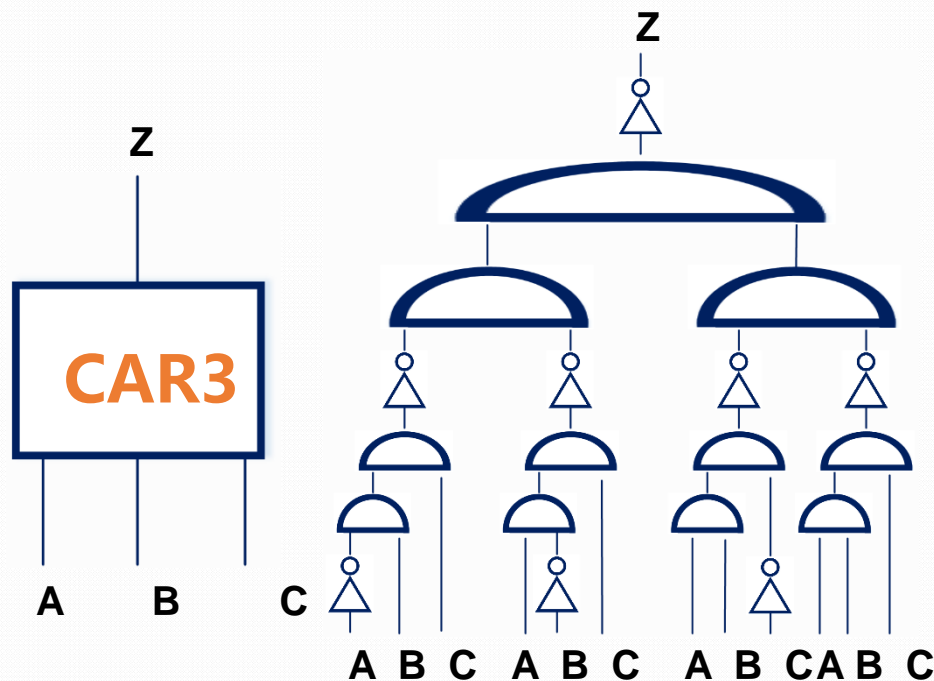


■ 利用与门和非门实现真值表的方法：例4续

$$\overline{((\overline{A} \wedge B \wedge C) \wedge (A \wedge \overline{B} \wedge C)) \wedge ((A \wedge B \wedge \overline{C}) \wedge (A \wedge B \wedge C))}$$

3输入进位逻辑单元的实现

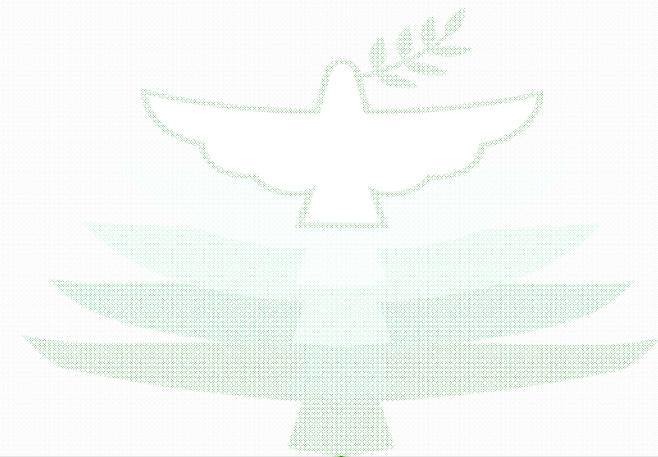
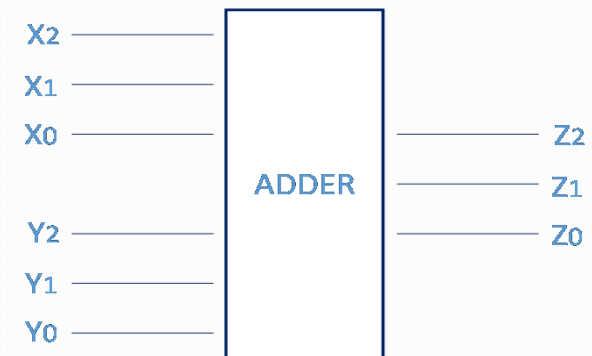
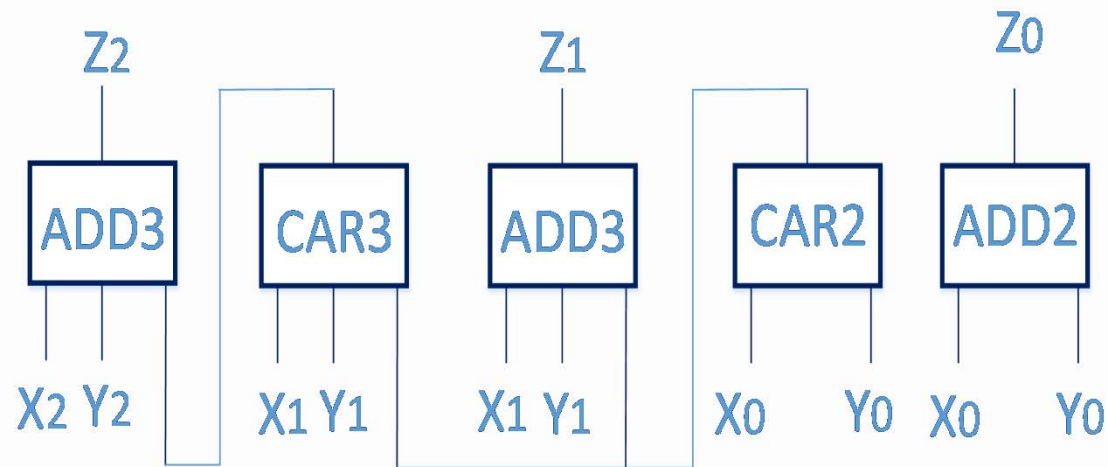
请大家在课后验证此逻辑
元件是否能够实现上述真值表



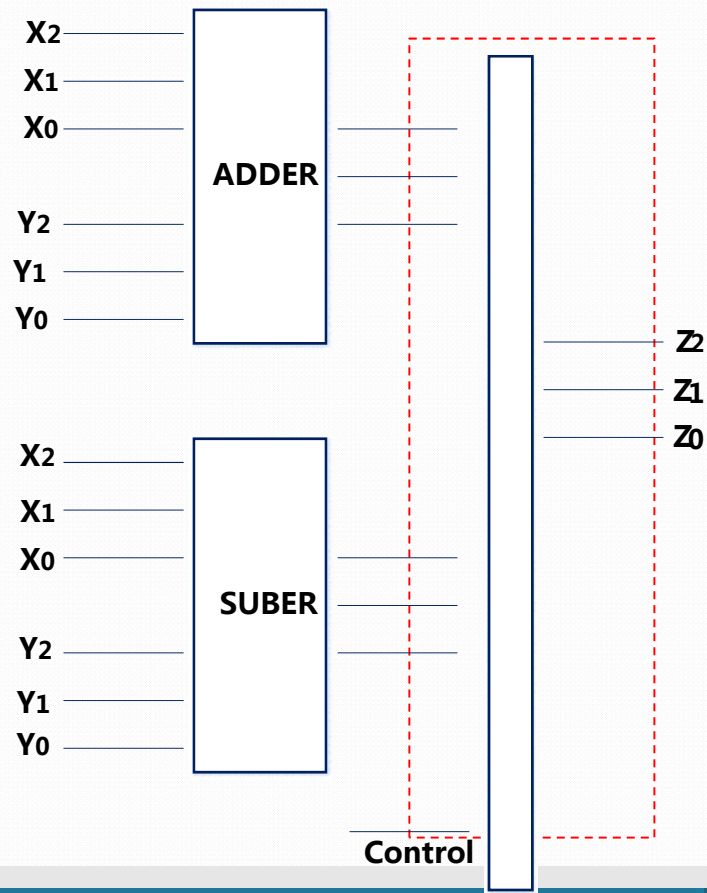
■ 多位二进制数加法实现原理

输入：011($X_2X_1X_0$)，100($Y_2Y_1Y_0$)

输出：111($Z_2Z_1Z_0$, 两输入的和)

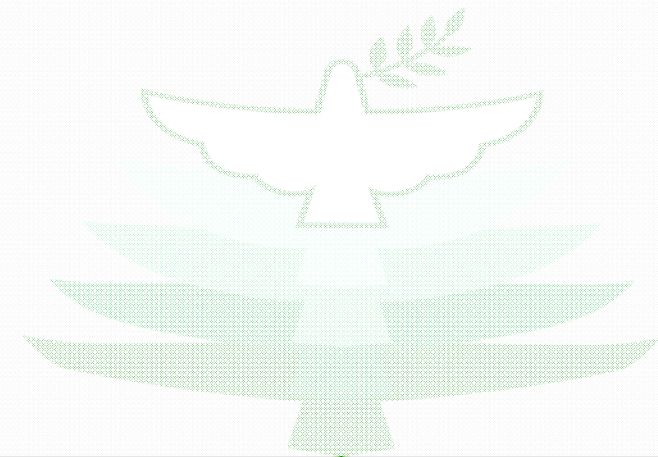


■ 算数逻辑单元ALU的原理



Control=0 : 上三线输出

Control=1 : 下三线输出



■ 小结

- 算数逻辑单元的抽象图表示
- 与门和非门可表达的运算：真值表
- 利用与门和非门实现真值表的方法
- 多位二进制数的加法实现原理

