



计算机组成原理实验报告

题目：ALU 设计与实现

姓 名： 段欣然
专 业： 计算机科学与技术
年 级： 2020 级
学 号： 202011081033
任课教师： 王志春
完成日期： 2022 年 4 月 15 日

人工智能学院

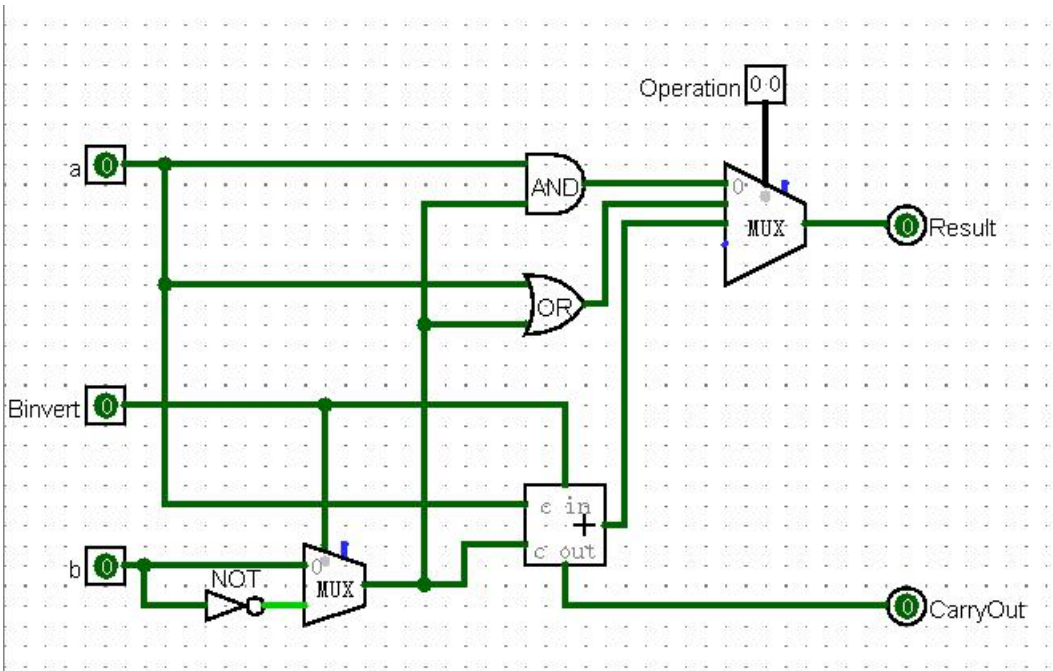
一、 实验要求

通过 Logisim 平台上的实验，掌握 ALU 的基本原理与实现。

二、 实验结果与分析

1. 在 Logisim 上实现一位 ALU 的电路设计，并测试不同输入的输出，列出一位 ALU 的真值表

本实验中设计了两种一位 ALU 电路，均包括输入 a、b、Binvert、Operation 和输出 Result、CarryOut。具体地，最低位 ALU 将反转信号（Binvert）作为 Cin 输入加法器，构造补码（取反后最低位加 1）；其他位 ALU 反转信号和 Cin 进位信号单独输入。

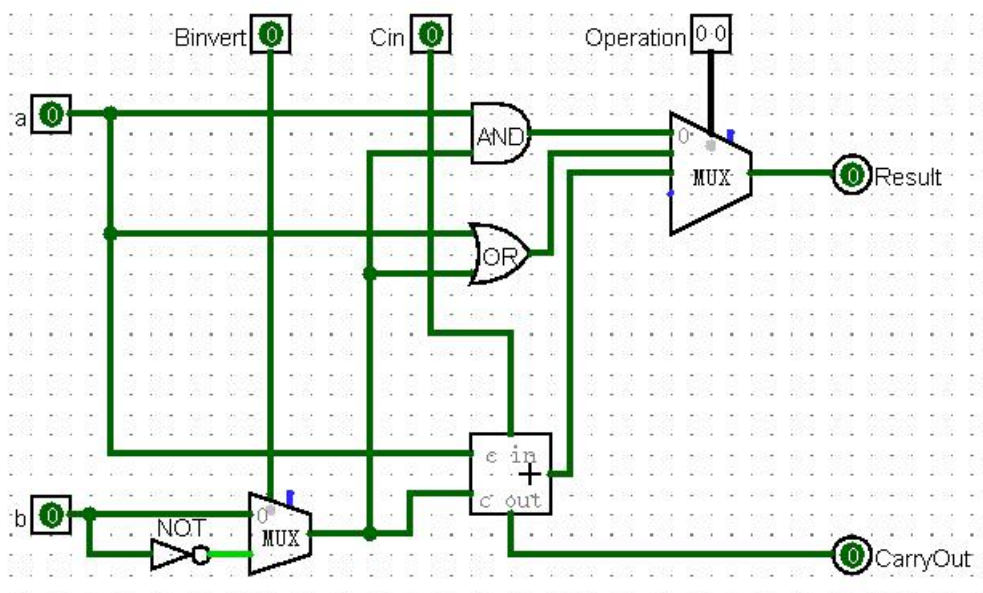


图表 1 最低位 ALU

a	b	Operation	Binvert	CarryOut	Result
0	0				0
0	1	00			0
1	0	(AND)			0
1	1				1
0	0	01			0
0	1	(OR)			1

1	0				1
1	1				1
0	0		0	0	0
0	1	10	0	0	1
1	0	(ADD)	0	0	1
1	1		0	1	0
0	0		1	1	0
0	1	10	1	0	1
1	0	(SUB)	1	1	1
1	1		1	1	0

图表 2 最低位 ALU 真值表



图表 3 其他位 ALU

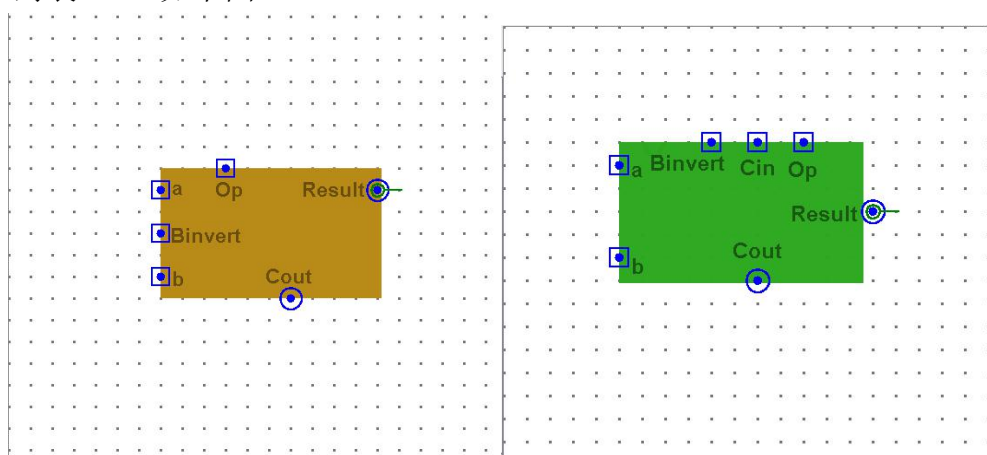
a	b	Operation	Binvert	Cin	CarryOut	Result
0	0					0
0	1	00				0
1	0	(AND)				0
1	1					1
0	0					0
0	1	01				1
1	0	(OR)				1
1	1					1
0	0				0	0
0	1	10	0	0	0	1
1	0	(ADD)			0	1
1	1				1	0
0	0	10	0	1	0	1

0	1	(ADD)			1	0
1	0				1	0
1	1				1	1
0	0	(SUB)	1	0	1	0
0	1				0	1
1	0				1	1
1	1	(SUB)	1	1	1	0
0	0				1	0
0	1				0	1
1	0	(SUB)	1	1	1	1
1	1				1	0

图表 4 其他位 ALU 真值表

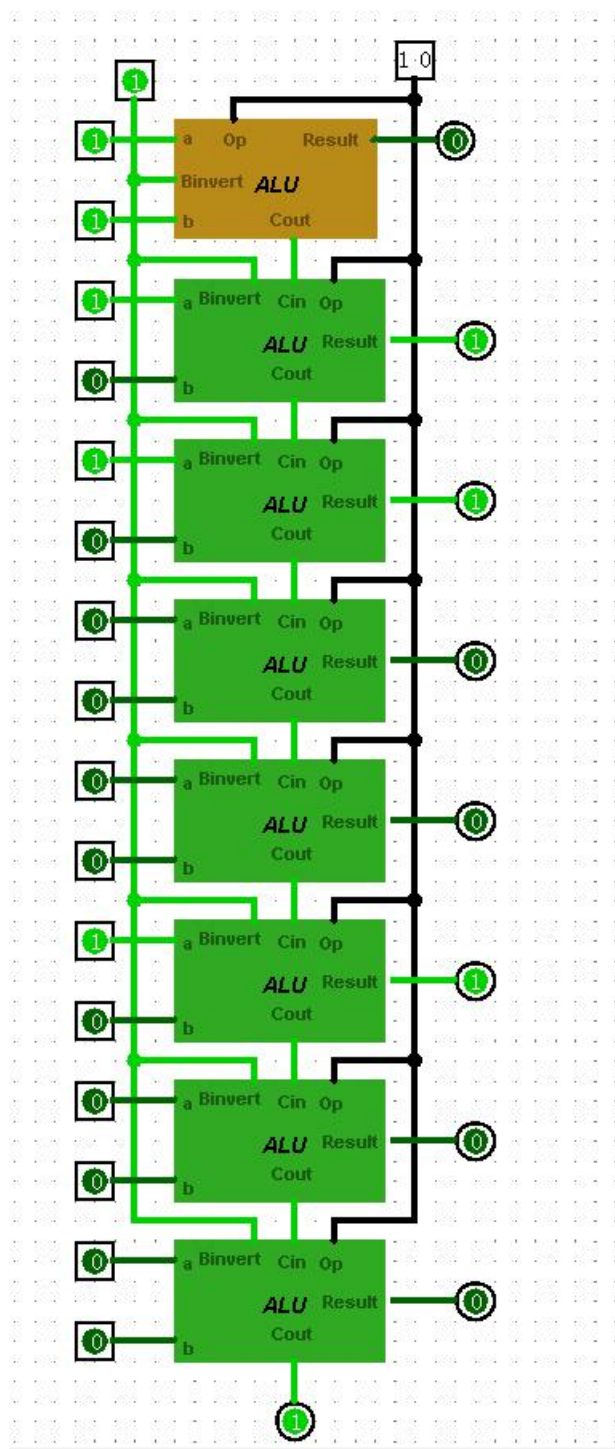
2. 在一位 ALU 电路的基础上，设计实现八位 ALU，使其能够进行按位与、按位或、补码加法、补码减法运算

封装 ALU 如下图。



图表 5 分别封装最低位 ALU（左）和其他位 ALU（右）

设计实现 8 位 ALU，如下图所示（从上到下，数位由低到高，上方第一个 1 位 ALU 为最低位 ALU，其余 1 位 ALU 为其他位 ALU）。



图表 6 8 位 ALU 电路图

三、 实验小结

本实验中设计的 8 位 ALU 能够实现基本的按位与、按位或、补码加法和补码减法运算，其中按位与、或操作直接按位独立进行即可，加法利用加法器不同

输入及进位对应不同输出，补码减法需要取反后最低位加 1。但如果要进行负数加负数的操作需要将其中一位提前处理为补码再进行运算。

完成实验要求后，考虑如何判断溢出，带符号运算时利用单符号法进行判断即可，无符号运算时需要单独考虑，因为总位数相同，有符号数运算的正溢出情况之一（“ $C_f = 0, C_0 = 1$ ”）在无符号运算中是正常运算。