## 实验4： ALU设计

### 一、实验目的

1. 掌握快速加法器CLA和先行进位逻辑CLU的设计方法。
2. 掌握32位先行进位加法器及相关标志位的实现方法。
3. 掌握ALU的设计方法，根据指令要求实现6种操作的ALU器件。

### 二、实验环境

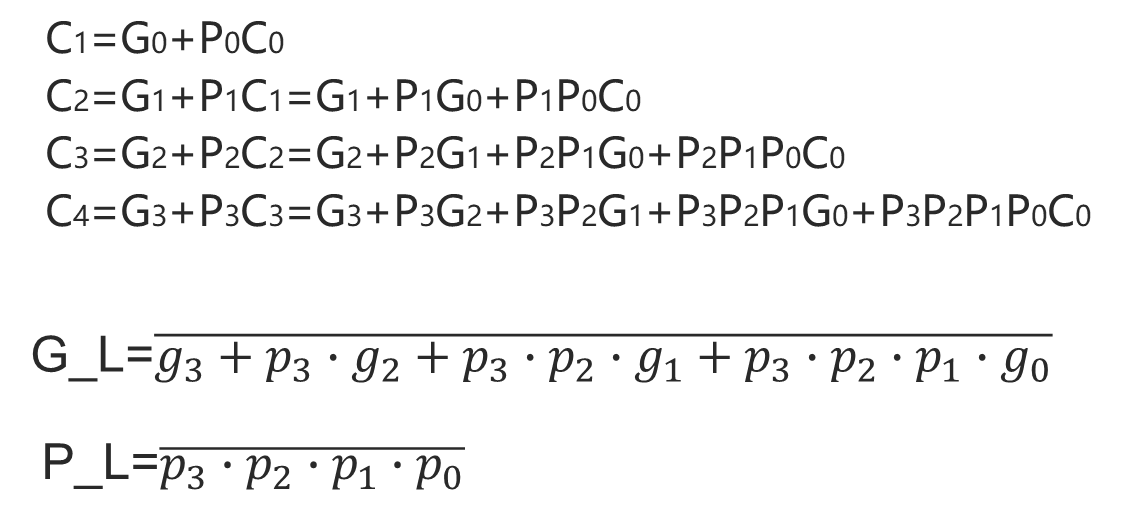
Logisim-ITA V2.16.1.0。

### 三、实验内容

1. 根据下图给出的电路原理图（参照其他原理图亦可），实现 并验证4 位快速加法器CLA。



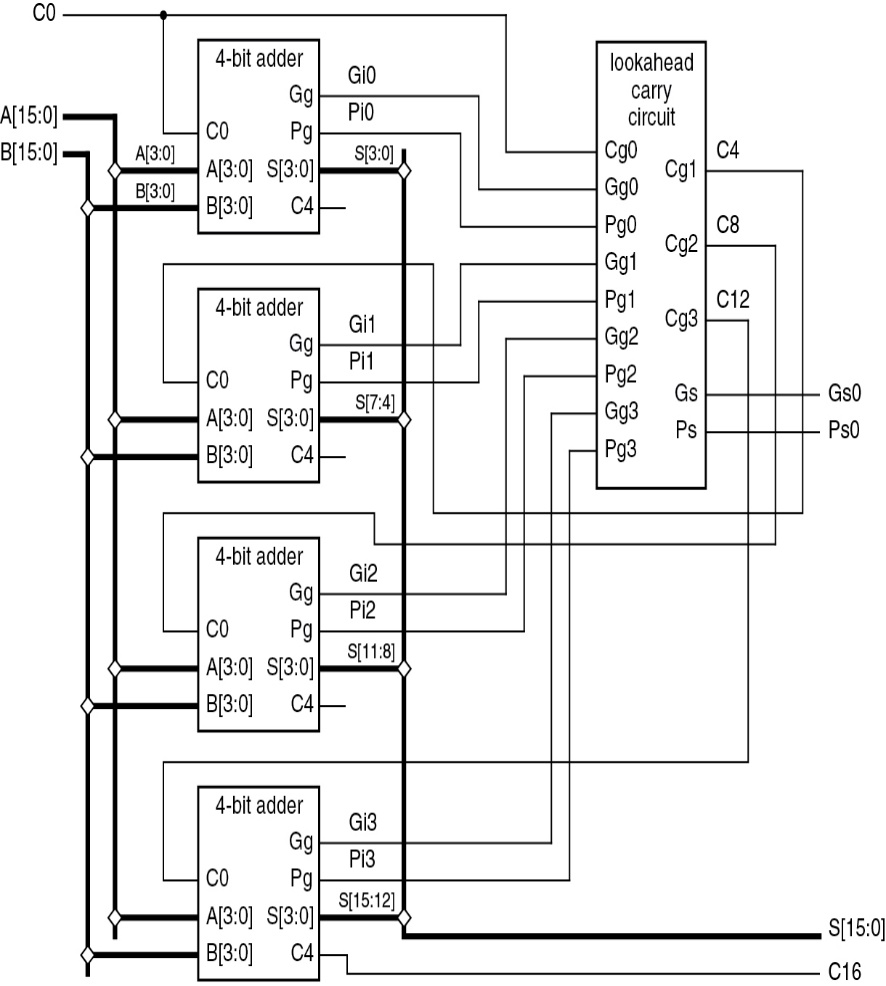
1. 根据给出的逻辑表达式，选择合适的逻辑门，实现并验证 4 位先行进位逻辑单元 CLU。



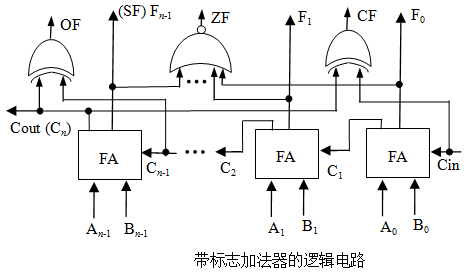
1. 根据给出的逻辑表达式和电路原理图，在4位快速加法器中增加支持组件并联的Gg、Pg输出端，加上4位先行进位逻辑部件，设计并实现16位先行进位加法器。

Gg=

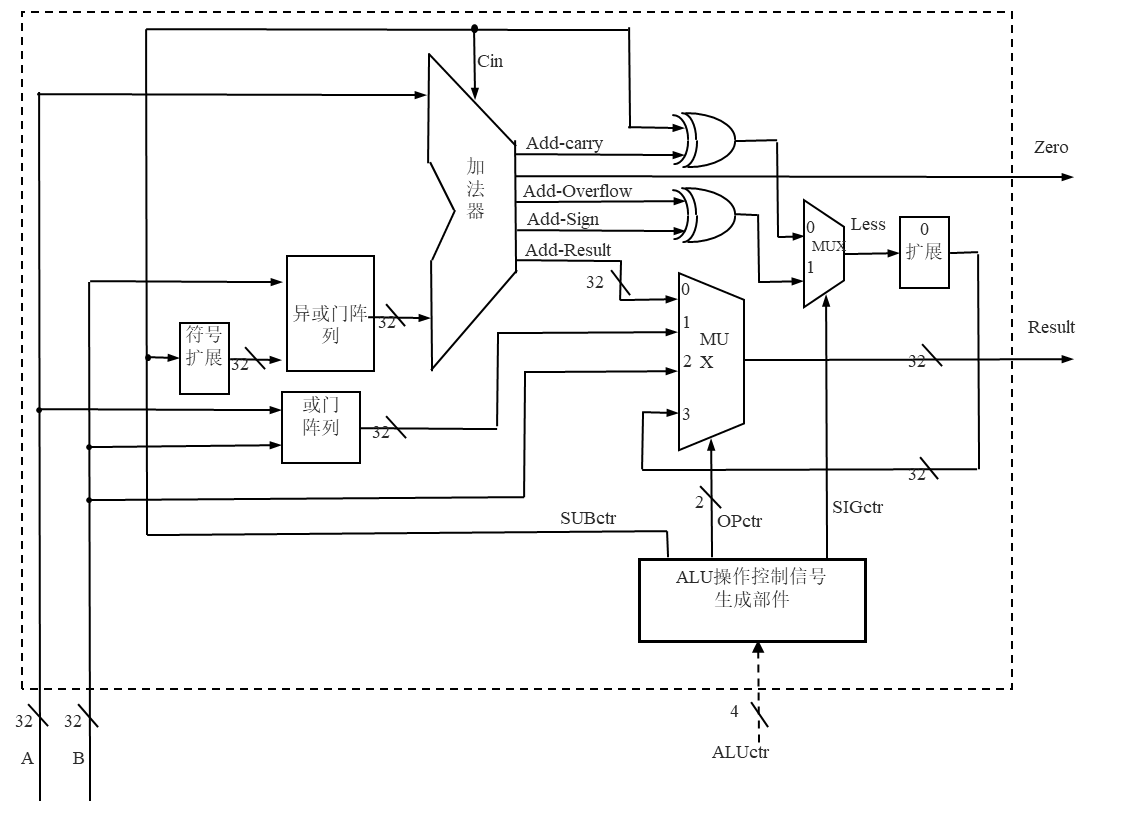
Pg=



1. 根据给出的标志位生成电路原理图，利用两片16位先行进位加法器实现 32 位快速加法器，及CF、SF、OF、ZF等标志位。



1. 根据给出的电路原理图和ALU引脚定义要求，设计并验证支持9条指令6种操作的32位算术逻辑运算单元ALU，6种运算包括：add、or、slt、sltu、srcB,判0(sub)。



ALU设计原理图

**对应的ALU操作控制信号取值**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 指 令 | 功 能 | 运 算 类 型 | SUBctr | SIGctr | OPctr<1:0> |
| add rd, rs1, rs2 | R[rd]←R[rs1] + R[rs2] | 加 | 0 | × | 00 |
| slt rd, rs1, rs2 | if (R[rs1] < R[rs2]) R[rd]←1  else R[rd]←0 | 减，带符号整数比较大小 | 1 | 1 | 11 |
| sltu rd, rs1, rs2 | if (R[rs1] < R[rs2]) R[rd]←1  else R[rd]←0 | 减，无符号数比较大小 | 1 | 0 | 11 |
| ori rt, rs1, imm12 | R[rt]←R[rs1] | SEXT(imm12) | 按位或 | × | × | 01 |
| lui rd, imm20 | R[rt]←imm20||000H | 选择操作数B | × | × | 10 |
| lw rd, rs1, imm12 | Addr←R[rs1] + SEXT(imm12)  R[rd]←M[Addr] | 加 | 0 | × | 00 |
| sw rs1, rs2, imm12 | Addr←R[rs1] + SEXT(imm12)  M[Addr]←R[rs2] | 加 | 0 | × | 00 |
| beq rs1, rs2, imm12 | Cond←R[rs1] – R[rs2] | 减（判0） | 1 | × | ×× |
| if (Cond eq 0)  PC←PC+(SEXT(imm12)×2) | 加 | 0 | × | 00 |
| jal rd, imm20 | R[rd]←PC + 4  PC←PC + (SEXT(imm20)×2) | 加 | 0 | × | 00 |

ALUctr的一种四位编码方案

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ALUctr<3:0> | 操作类型 | SUBctr | SIGctr | OPctr<1:0> | OPctr的含义 |
| 0 0 0 0 | add | 0 | × | 0 0 | 选择加法器的结果输出 |
| 0 0 0 1 | （未用） |  |  |  |  |
| 0 0 1 0 | slt | 1 | 1 | 1 1 | 选择小于置位结果输出 |
| 0 0 1 1 | sltu | 1 | 0 | 1 1 | 选择小于置位结果输出 |
| 0 1 0 0 | （未用） |  |  |  |  |
| 0 1 0 1 | （未用） |  |  |  |  |
| 0 1 1 0 | or | × | × | 0 1 | 选择“按位或”结果输出 |
| 0 1 1 1 | （未用） |  |  |  |  |
| 1 0 0 0 | sub | 1 | × | 0 0 | 选择加法器的结果输出 |
| 其余 | （未用） |  |  |  |  |
| 1 1 1 1 | srcB | × | × | 1 0 | 选择操作数B直接输出 |

### 四、思考题

1. 如何实现一种乘法运算器？
2. 如果需要增加与运算和逻辑右移运算，分别需要修改电路中的哪些部分？
3. 如何验证运算器的结果是否正确？

### 五、实验报告

1、 根据本次实验内容的要求，写出实验操作步骤，包括：电路原理图、功能表、仿真检测图、输入输出对应表、错误现象及原因分析、思考题等内容。以word或PDF格式提交

2、 将实验报告和电路图.circ文件打包上传到教学支撑平台的网站中。