

ALU 设计

设计者学号：14241217

设计者姓名：张聿恩

1. 指定的指令如下

| 指令 | 类型 | opcode | function | 含义 |
|------|----|--------|----------|---|
| addu | R | 00000 | 100001 | 将寄存器 rs 的值与寄存器 rt 的值相加，结果写入 rd 寄存器中。 |
| sub | R | 00000 | 100010 | 将寄存器 rs 的值与寄存器 rt 的值相减，结果写入 rd 寄存器中。不考虑溢出。 |
| slt | R | 00000 | 101010 | 将寄存器 rs 的值与寄存器 rt 中的值进行有符号数比较，如果寄存器 rs 中的值小，则寄存器 rd 置 1；否则寄存器 rd 置 0。实现的时候可以实现位 rs-rt，将符号位送 rd 的第 0 位。 |
| lui | I | 001111 | 无 | 将 16 位立即数 imm 写入寄存器 rt 的高 16 位，寄存器 rt 的低 16 位置 0。 |
| ori | I | 001101 | 无 | 寄存器 rs 中的值与 0 扩展至 32 位的立即数 imm 按位逻辑或，结果写入寄存器 rt 中。 |
| bne | I | 000101 | 无 | 如果寄存器 rs 的值不等于寄存器 rt 的值则转移，否则顺序执行。转移目标由立即数 offset 左移 2 位并进行有符号扩展的值加上该分支指令对应的延迟槽指令的 PC 计算得到。实现的时候可以用 ALU 做减法，然后用是否为 0 标志位进行控制。 |
| lw | I | 100011 | 无 | 将 base 寄存器 (rs 的位置) 的值加上符号扩展后的立即数 offset 得到访存的地址，据此地址从存储器中读取连续 4 个字节的值，写入到 rt 寄存器中。注意：测试程序中给出的地址是对齐的，所以不用考虑地址不对齐触发例外。 |
| sw | I | 101011 | 无 | 将 base 寄存器的值加上符号扩展后的立即数 offset 得到访存的虚地址，如果地址不是 4 的整数倍则触发地址错例外，否则据此虚地址将 rt 寄存器存入存储器中。注意：测试程序中给出的地址是对齐的，所以不用考虑地址不对齐触发例外。 |
| stp | 其他 | 11111 | 无 | 所有控制信号清 0，时钟输入终止。如果是五段流水，要求 stp 指令也为五段，也就是 stp 指令退出流水线后，才能停止时钟输入。 |

2. 根据指令，对 ALU 的功能进行总结。如果某指令不需要 alu，可以填写“无”。

| 指令功能总结 | 功 能 | 说 明 |
|--------|---------------|---|
| addu | 加法 | 计算 rs + rt |
| sub | 减法 | 计算 rs - rt |
| slt | 比大小 | 计算 rs - rt, 小于 0 (rs < rt) 输出 1, 否则输出 0 |
| lui | 放高 16 位 (立即数) | 把输入数放到高 16 位 (num << 16), 下面置零 |
| ori | 或 (立即数) | 计算逻辑或 |
| bne | 是否相等 | 计算 rs - rt 来判断是否相等 |
| lw | 计算地址，并取出内容 | Load word, 计算 Base + Offset, 并从该地址取出数据 |
| sw | 计算地址，并存入内容 | save word, 计算 Base + Offset, 并从该地址存入数据 |
| stp | 无 | 清零, 停止时钟 |

3. 根据上述归纳总结的功能，设计 ALU 的控制码，可以采用独热码，也可以采用二进制编码。

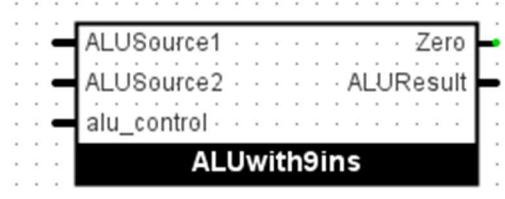
| 功 能 | 编 码 |
|------|-----|
| 加法 | 000 |
| 减法 | 001 |
| 逻辑或 | 010 |
| 比大小 | 011 |
| 高位加载 | 100 |

4. 完成 ALU 模块的设计。

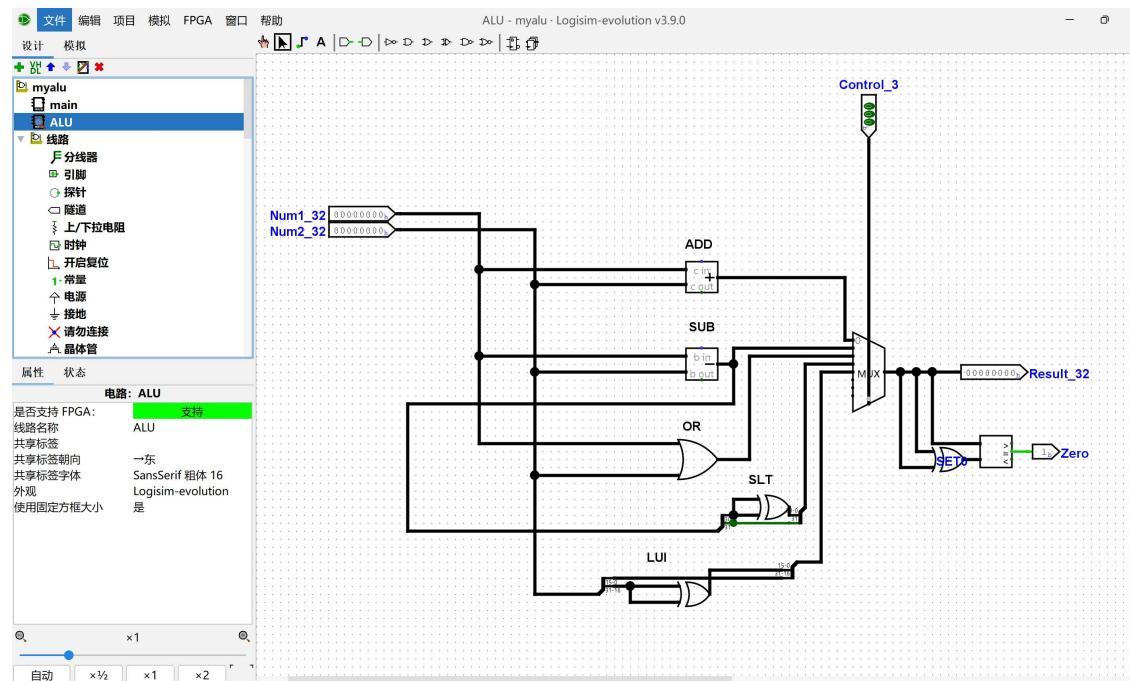
第一步，定义了一个 ALUwith9ins 的模块，先把输入输出定义好，如：

| 输入 | 输出 |
|-------------------|----------------------------------|
| ALUSource1 (32 位) | ALUResult (32 位) |
| ALUSource2 (32 位) | Zero (1 位。 ALUResult 为 0 时，输出 1) |

在 main 中，把这个模块拖过来，就是这个样子：



第二步，按照任务二总结的功能，完成 ALUwith9ins 模块，截图如下：

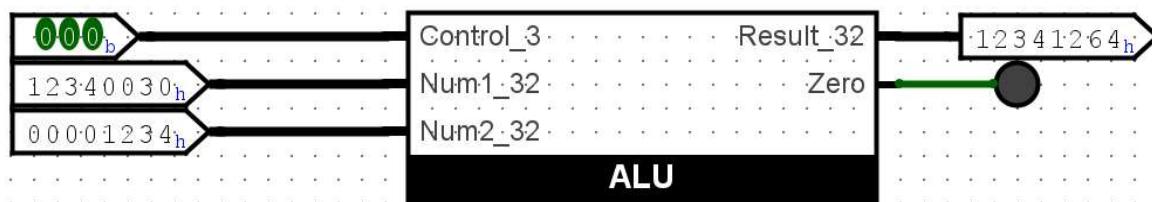
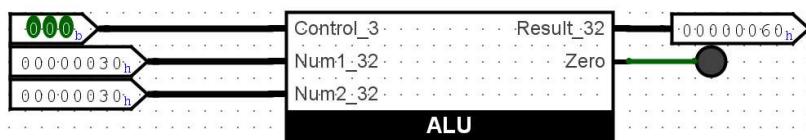


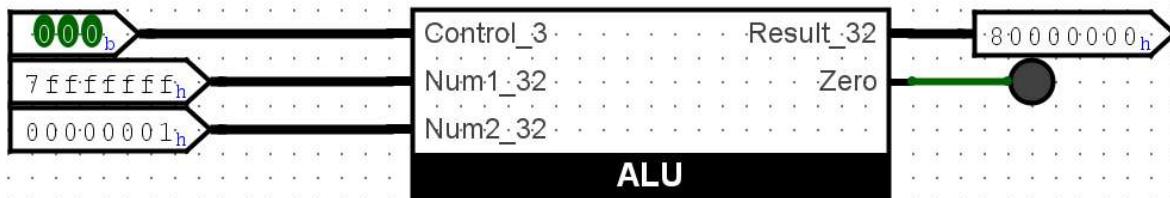
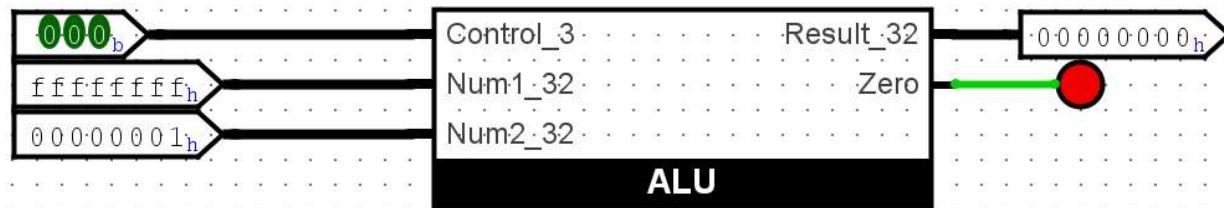
(请将设计的截图插入)

5. 请将各个功能测试的截图列出。

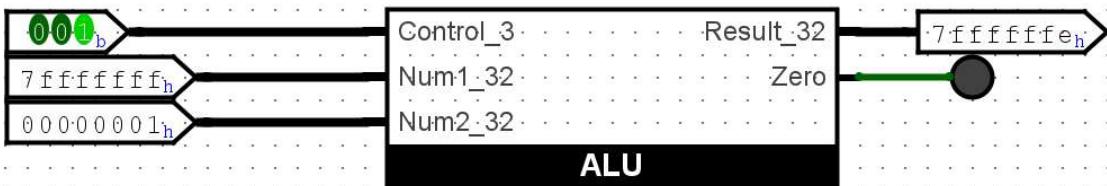
1、加法 000

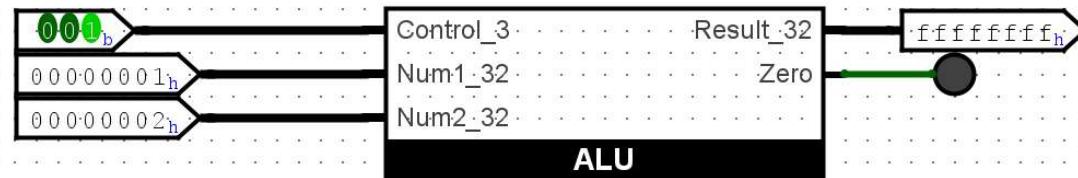
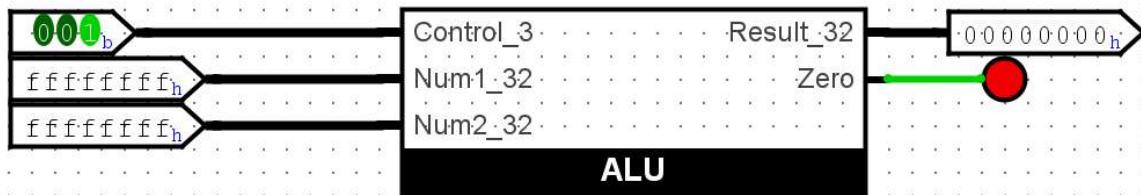
加法000, 减法001, 或010, SLT011, LUI100



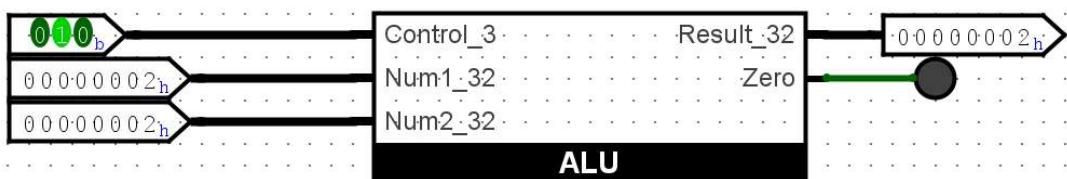


2、减法 001



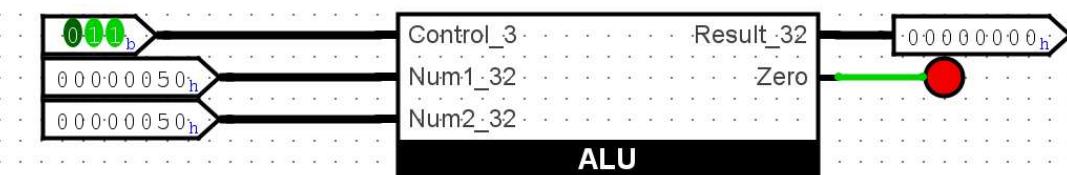
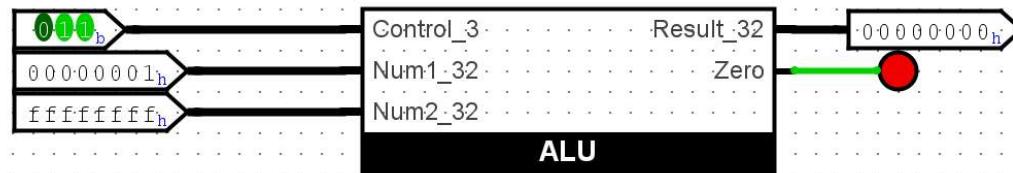
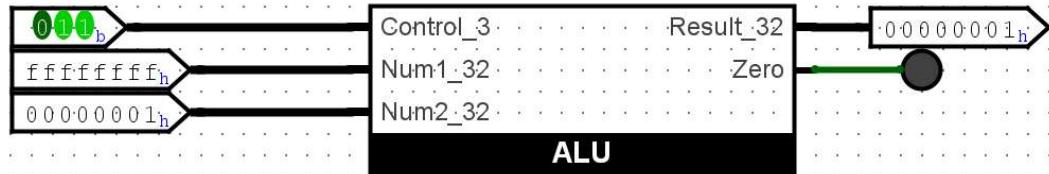


3、或



(请将测试的截图插入，注意测试用例的完整性)

4、SLT



5、LUI

