1. 如何输入操作数？

使用动态扫描实现输入，使用10个GPIO接口。

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | clr | ! |
| 4 | 5 | 6 | + | ^ |
| 7 | 8 | 9 | - |  |
| . | 0 | = | \* |  |
| ( | ) | ← | / | % |

初步先实现整数运算功能

1. 解决消除按键抖动的问题

若按键按下是高电平：那么为了检测到真正按下，这个按下的触发时间要长于有抖动而产生的高电平持续时间。假设20ms，那么使用共阳极键盘的话设持续了高电平超过20ms就算一次按下。

消抖电路采用500Hz时钟（和数码管动态显示模块一致），一个周期为2ms，因此信号需要持续10个周期才算稳定。用10个触发器实现。

~~现在还要考虑矩阵键盘的扫描问题，假设按行扫描共五行，每行的检测时间为40ms(25Hz)，为了消抖，需要将整个矩阵给存储起来，解决只存一行消抖行扫描周期末按钮按下影响下一周期同列的下一行的消抖检测。这样子虽然每行停留的检测时间比按下的计算时间要长，但是按下足够长的按钮也可以待到一个周期扫描完。（暂且认为人手按下的时长大于200ms）~~

7/3修改：由于会产生锁存器，无法在消抖部分读入矩阵数据，需要在扫描阶段就产生整个矩阵上的数据，因此整个矩阵的扫描周期应远小于消抖的时间，这样子扫描其他行的时间直到当前行再次被更新可以忽略。采用5000hz时钟，每行为0.2ms，如果是5\*5键盘扫描下来一个周期就是1ms，而消抖电路要十个周期才能认为按下，也就是持续20ms，说明是可行的。

1. 消抖前后信号与模块的连接同步问题

关注消抖模块的输出，作为其他逻辑模块的输入。那么这个值应该在什么样的条件下更新呢？考虑按下按键后系统应该做出什么样的反应，这里统一将按下的按键值给存储起来。因此一旦消抖后的值变为高电平，就将其送进存储队列。

1. 计算器如何工作？

在输入“=”之后才应对存储队列中的值进行运算，除了特别的删除键按下后立刻将上一个输入移除外，按下的值都进入到存储队列中。选择加上计算过程的显示模块。

1. 计算器工作原理

我们输入到计算器的是中缀表达式，为了实现运算符的优先运算需要转换成后缀表达式（逆波兰表达式）进行运算。(7/7加：还需要考虑负数处理问题)

1. 时序图

为编写简便和直观起见，分成以下几个状态

待输入(idle)：若检测到清零，进入该状态。

输入中(UserInput)：若有数字被按下，进入此状态。同时将输入数（由此前的位和新输入的位组成）显示在数码管上。若遇到运算符，说明数字输入已经结束，要将输入数存储到栈中，同时操作符也要入栈。

结果显示(calculated)：若等号被按下，进入此状态。将栈中的元素取出按照规则运算，并将运算结果显示在数码管上。此时除了按下清零键都无效。若输入出现错误也进入此状态，并亮灯指示错误。

7/7补充说明：入栈必须在UserInput状态，因为状态转移是在组合逻辑中，而存储当前输入数为了避免出现锁存器必须同步在时序逻辑中，若在时序逻辑中的idle状态入栈是“来不及”的。

1. 中缀表达式计算具体实现

现在（7/7）已经编写好了基本程序，需要处理运算优先级问题。目前定义了一个数栈和一个操作符栈，输入操作符时将数字和运算符入栈，特别地输入等号时只需将数字入栈。

考虑中缀表达式计算问题，如果不转成后缀表达式的话需要在符号入栈时就进行运算。（如果后续加入显示整个操作输入的话，也可以直接运算，要记录输入只需要另外开一个队列来存储就好了）在入栈时要考虑入栈运算符的优先级，扫描符号栈已有符号，若遇到优先级比当前输入优先级高的运算符，就要将栈元素弹出并进行相应的运算和入栈操作。有一个问题：没有while循环，无法持续弹出优先级小的元素，需要改写。（现已用变量解决）

1. 7月8号的进展和改进

已完成正整数的四则运算（包括优先级），需要：修改输入模块，支持负数和小数的输入。修改显示模块，支持负数和小数的显示。先选择加入删除键。甚至还要注意运算结果的前导0问题。

1. 7 月9日进展

将内部数据比特数从32改成16，减少逻辑块占用，并基于16位实现显示负数。方法为补码是负数则取反加一。改进：确保严格符号正确。

1 – 4 \* 2 + 1

1 – 8 + 1

1. 9

1 – 8

（2+3+3）

2\*（1+3）

范围：35\*35

除法：13.00/