# 给定指令系统的处理器设计

根据计算机组成原理课程所学的知识，设计一个给定指令系统的处理器，深刻理解处理器结构和计算机系统的整体工作原理。

#### 处理器功能及指令系统定义

本实验的任务是设计一个简单的RISC处理器，该处理器是在给定的指令集下构建的，支持十条指令。假定主存可以在一个时钟周期内完成一次存取操作，而且可以和CPU同步工作。系统使用一个主存单元：指令读取和数据访问都使用同一组存储器。

处理器的指令字长为16位，包含8个8位通用寄存器R0~R7，1个16位的指令寄存器IR和1个16位的程序计数器PC。取指令时，可以直接从主存中提取16位的指令信息，而进行数据访问时，与主存进行8位的数据交换。处理器的地址总线宽度是16位，数据总线宽度也是16位，无论是取指还是数据访问，都使用同一组数据总线，只是数据信息的宽度不同。

处理器所支持的指令包括LDA，STA，MOV，MVI，ADD，SUB，JZ，JMP，IN，OUT。其中仅有LDA和STA是访存指令，所有的存储器访问都通过这两条指令完成；ADD和SUB是运算指令，MOV和MVI是传数指令，他们都在处理器内部完成；JZ是跳转指令，根据寄存器的内容进行绝对跳转；JMP是无条件转移指令；IN和OUT是输入输出指令，所有I/O端口与CPU之间的通信都由IN和OUT指令完成。

**1) 非访存指令**

（1）加法指令ADD Ri, Rj

该指令在执行阶段需完成两个寄存器内容相加，结果送回寄存器的操作，具体为：Ri + Rj → Ri

（2）减法指令SUB Ri, Rj

该指令在执行阶段需完成两个寄存器内容相减，结果送回寄存器的操作，具体为：Ri -Rj → Ri

（3）寄存器传送指令MOV Ri, Rj

该指令在执行阶段只完成数据信息从寄存器Rj向寄存器Ri传送的操作，具体为： Rj → Ri

（4）立即数传送指令MVI Ri, X

该指令在执行阶段只完成指令中的8位立即数X向寄存器Ri传送的操作，具体为： X → Ri

**2)访存指令**

采用扩充寻址的方式支持访存。

**扩充寻址的定义：**

（1）存数指令STA Ri, X

该指令在执行阶段需将寄存器Ri的内容存于主存单元中，对应的地址由8位形式地址X经扩充寻址生成，R7充当扩充寻址寄存器，即主存实际地址记为R7//X，具体操作为：Ri → [R7//X]

（2）取数指令LDA Ri, X

该指令在执行阶段需将主存单元中的内容存于寄存器Ri，对应的地址由8位形式地址X经扩充寻址生成，R7充当扩充寻址寄存器，即主存实际地址记为R7//X，具体操作为：[R7//X] → Ri

**3．转移类指令**

（1）条件转移（零则转）指令JZ Ri, X

该指令根据寄存器Ri的内容决定下一条指令的地址，若寄存器内容为零，则8位形式地址X经寄存器R7扩充寻址后形成有效地址R7//X，送至PC，否则程序按原顺序执行。具体操作为：if (Ri = 0) then [R7//X] → PC

（2）无条件转移指令JMP X

该指令改变下一条指令的地址，指令码中的8位形式地址X经寄存器R7扩充寻址后形成有效地址R7//X，送至PC，记为：[R7//X] → PC

**4．I/O指令（选做，加分项1）**

（1）输入指令IN Ri, PORT

该指令完成从I/O端口到CPU的信息传送，指令码中的端口号PORT为端口地址，传送的是端口中的信息，送至Ri, 记为：[PORT] → Ri

（2）输出指令OUT Ri, PORT

该指令完成从CPU到I/O端口的信息传送，指令码中的端口号PORT为端口地址，记为：Ri → [PORT]

#### 设计要求

要求根据以上给定的指令系统设计RISC处理器，处理器工作流程按取指、译码、运算、访存、写回五个阶段进行（或自行设计）。控制器设计方法可选（组合逻辑设计或微程序设计方法）

需完成的环节包括：

1）指令格式设计；

1. 微操作的定义；
2. 节拍的划分；
3. 处理器结构设计框图及功能描述；
4. 如采用组合逻辑设计，列出操作时间表，画出每个控制信号的逻辑图；
5. 如采用微程序设计，写出每条机器指令对应的微指令序列，确定微指令字长和微指令格式，编写微指令码点；

7）加分项2：用Verilog实现该CPU，并仿真验证其功能。

#### 其他要求及时间安排

**1）独立完成，严禁抄袭**

2）提交纸质版，统一A4纸，左侧装订。正文5号字宋体，西文用Times New Roman，1.2倍行距。要求排版规范，图表规范。

3）提交时间：11月9日（周三）课堂上提交。