

Homework 8 — May 24

Lecturer: Ke Zhang

Completed by: 吉骏雄

8.4, 8.8, 8.11, 8.12

8.4 设 CPU 内有这些部件：PC、IR、SP、AC、MAR、MDR 和 CU。

- (1) 画出完成间接寻址的取数指令“LDAX”（将主存某地址单元的内容取至 AC 中）的数据流（从取指令开始）。
- (2) 画出中断周期的数据流。

解

(1) 如图

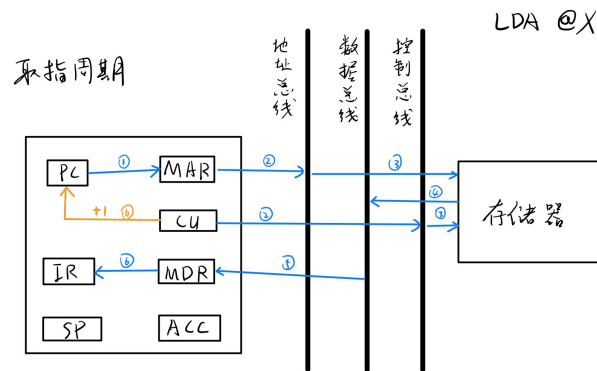


图 8.1. 题 8.4 (1) 1

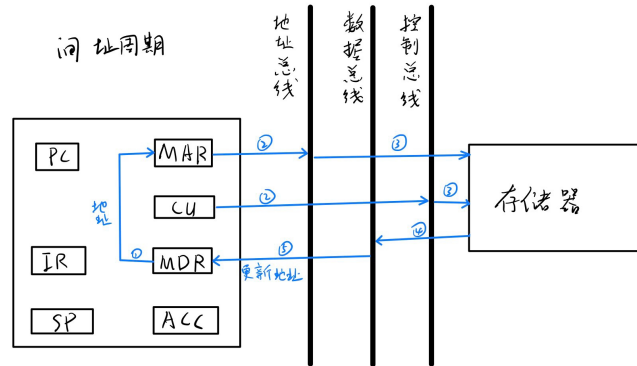


图 8.2. 题 8.4 (1) 2

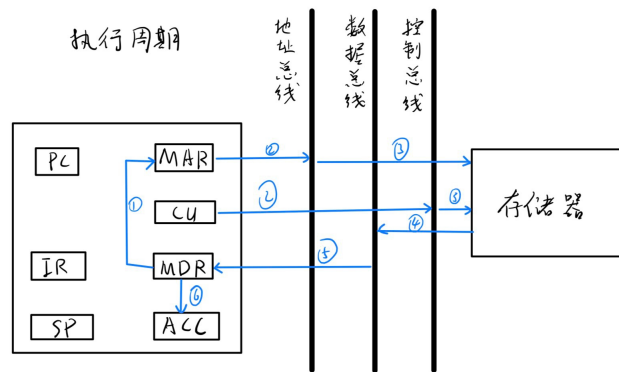


图 8.3. 题 8.4 (1) 3

(2) 如图

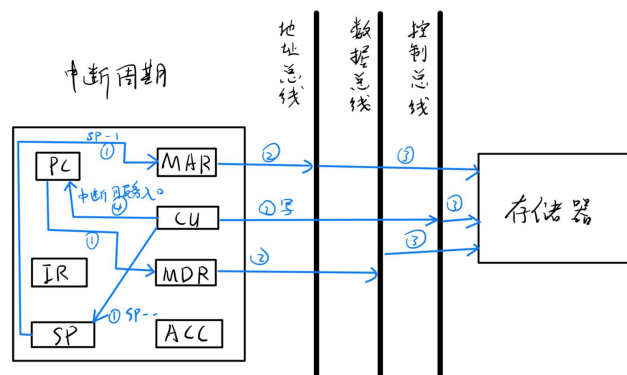


图 8.4. 题 8.4 (2)

8.8 什么是指令流水？画出指令二级流水和四级流水的示意图，它们中哪一个更能提高处理器速度，为什么？
解

表 8.1. 指令的二级流水与四级流水对比

指令 1	取指	执行				
指令 2		取指	执行			
指令 3			取指	执行		
指令 4				取指	执行	
指令 5					取指	执行
指令 6						取指 执行

指令 1	取指	译码取数	执行	写结果				
指令 2		取指	译码取数	执行	写结果			
指令 3			取指	译码取数	执行	写结果		
指令 4				取指	译码取数	执行	写结果	
指令 5					取指	译码取数	执行	写结果
指令 6						取指	译码取数	执行 写结果

四级流水更能提高效率。因为它能将指令周期切分地更均匀，能够使用更小的机器周期完成指令，进而提高指令执行的速度。

8.11 今有四级流水线，分别完成取指 (IF)、译码取数 (ID)、执行 (EX)、写结果 (WR) 4 个步骤。假设完成各步操作的时间依次为 90ns、90ns、60ns、45ns。

- (1) 流水线的时钟周期应取何值？
- (2) 若相邻的指令发生数据相关，那么第 2 条指令安排推迟多少时间才能不发生错误？
- (3) 若相邻两指令发生数据相关，为了不推迟第 2 条指令的执行，可采取什么措施？

解

- (1) 90ns. 这是所有操作中最长的时间，指令流水线必须要保证所有操作都能够完成。
- (2) 180ns. 相邻两条指令的相关，需要等待时间最长的情况，可能是写后读情况，第一条指令写的数据需要被第二条指令读取。这种情况下，第一条指令在执行时，第二条指令就需要取数了。我们应该推迟两个时钟周期，让结果写完之后再拿来给数使用。
- (3) 可以增加冲突处理模块。比如写后读情况，将第一条指令执行得到的结果直接送给第二条指令的取数，省去推迟指令执行的麻烦。

8.12 在 5 个功能段的指令流水线中, 假设每段的执行时间分别是 10ns、8ns、10ns、10ns 和 7ns。对于完成 12 条指令的流水线而言, 其加速比为多少? 该流水线的实际吞吐率为多少?

解 流水线的时钟周期应该采用 10 ns

加速比: n 条指令在 m 级流水线速度与等功能的非流水线速度之比.

$$S_p = \frac{(10 + 8 + 10 + 10 + 7)n}{10(n + m - 1)} = \frac{(10 + 8 + 10 + 10 + 7) \times 12}{10 \times (12 + 5 - 1)} = \frac{27}{8} = 3.375$$

实际吞吐率: n 条指令在流水线中完成, 其实际的吞吐率 (单位时间内所能完成的指令数).

$$T_p = \frac{n}{10(m + n - 1)} = \frac{12}{10(5 + 12 - 1)} = \frac{3}{40} = 0.075 \text{ ns}^{-1}$$