



因此，若无暂存器 T，则 ALU 的 A、B 端口会同时获得两个相同的数据，使数据通路不能正常工作。

2) ALU 共有 7 种操作，故其操作控制信号 ALUop 至少需要 3 位；移位寄存器有 3 种操作，其操作控制信号 SROP 至少需要 2 位。

3) 信号 SRout 所控制的部件是一个三态门，用于控制移位器与总线之间数据通路的连接与断开。

4) 端口 ①、②、③、⑤、⑧ 须 连接到控制部 件输出端。

5) 连线 1，⑥→⑨；连线 2，⑦→④。

6) 因为每条指令的长度为 16 位，按字节编址，所以每条指令占用 2 个内存单元，顺序执行时，下条指令地址为 (PC)+2。MUX 的一个输入端为 2，可便于执行 (PC)+2 操作。

3、假设对于 44 题中的计算机 M 和程序 P 的机器代码，M 采用页式虚拟存储管理。P 开始执行时，(R1)=(R2)=0。(R2)=1000，其机器代码已调入主存但不在 Cache 中；数组 A 未调入主存，其所有数组元素在同一页，并存储在磁盘同一个地区，请回答下列问题，并说明理由。

(1) P 执行结束时，R2 的内容是多少？

(2) M 的指令 Cache 和数据 Cache 分离，若指令 Cache 共有 16 行，Cache 和主存交换的块大小为 32 字节，则其数据区的容量是多少？若仅考虑程序段 P 的执行，则指令 Cache 的命中率为多少？

(3) P 在执行过程中，哪条指令的执行可能发生溢出异常？哪条指令的执行可能产生缺页异常？对于数组 A 的访问，需要读磁和 TLB 至少各多少次？

答：(1) 由于 (R6) = 1000，故 (R2) = 1000；

解析：因为 R2 里面存放的是循环变量 i，而 R6 里面存放的是循环的边界 1000，故当循环执行结束后，i=1000，即 R2 的内容是 1000；

(2) 指令 Cache 数据区的容量  $16 \times 32B = 512B$ ；99.98%（过程见解析）；

解析：此题没有什么难度，可以认为 Cache 每一行就是一个独立的块，由于每块大小应和主存块大小一致，故所得。因为程序段共有 6 条指令，占 24 字节，小于一个主存块的大小（32B），故所有指令都在同一个主存块中，起始地址为 0804 8100H。当读取第一个指令时，Cache 不命中，将 P 所在的主存块调入 Cache 中的某一行，以后每次读取指令，Cache 都命中，所以在 1000 次循环当中只出现了一次指令访问缺失，所以 Cache 的命中率为：

$(1000 \times 6 - 1) / (1000 \times 6) = 99.98\%$

(3) P 执行的过程中，指令 4（或 add R1,R1,R5）的执行可能发生溢出异常；load 指令（指令 3）的执行可能会产生缺页异常。因为 load 指令需要读取数组 A 的内容，当数组 A 不在主存时发生缺页异常。；对于数组 A 的访问，需要读磁盘一次，读 TLB 1001 次（过程见解析）；

解析：

1. 因为指令 4 实际上对应的是  $sum += A[i]$  这一过程，这样有可能因为所得的结果超出了寄存器 R1 所能表示的最大的数而发生溢出异常；而其余的指令的运算都是涉及地址的运算或者是循环变量的自增（对于自增运算，只要 R6 和 R2 位数一致，就不可能溢出）是不会出现溢出的；

2. load 指令需要访问数组 A 中的元素 A[i]，当数组 A 不在主存当中时就发生缺页异常。

3. 当第一次执行 load 指令时，因为数组 A 尚未调入主存，此时 TLB 访问失效，并且产

生缺页，需要从磁盘上读取数组 A，因为数组 A 所在的页在同一个磁盘扇区中，所以在不考虑页面置换的情况下，只需要读磁盘 1 次，（2）并且读取磁盘结束后，并将快表中的内容更新；缺页异常处理结束后，重新执行 load 指令，load 指令的随后 1000 次执行中，每次都能在 TLB 中命中，所以无需访问内存页表和磁盘，故 P 在 1000 次循环执行的过程中，对于数组 A，共需读取 TLB1001 次。

4、某 32 位计算机，CPU 主频为 800MHz，Cache 命中时的 CPI 为 4，Cache 块大小为 32 字节；主存采用 8 体交叉存储方式，每个体的存储字长为 32 位、存储周期为 40 ns；存储器总线宽度为 32 位，总线时钟频率为 200 MHz，支持突发传送总线事务。每次读突发传送总线事务的过程包括：送首地址和命令、存储器准备数据、传送数据。每次突发传送 32 字节，传送地址或 32 位数据均需要一个总线时钟周期。请回答下列问题，要求给出理由或计算过程。

（1）CPU 和总线的时钟周期各为多少？总线的带宽（即最大数据传输率）为多少？

（2）Cache 缺失时，需要用几个读突发传送总线事务来完成一个主存块的读取？

（3）存储器总线完成一次读突发传送总线事务所需的时间是多少？

（4）若程序 BP 执行过程中，共执行了 100 条指令，平均每条指令需进行 1.2 次访存，Cache 缺失率为 5%，不考虑替换等开销，则 BP 的 CPU 执行时间是多少？

答：

1）CPU 的时钟周期为： $1/800 \text{ MHz} = 1.25 \text{ ns}$ 。

总线的时钟周期为： $1/200 \text{ MHz} = 5 \text{ ns}$ 。

总线带宽为： $4 \text{ B} \times 200 \text{ MHz} = 800 \text{ MB/s}$  或  $4 \text{ B}/5 \text{ ns} = 800 \text{ MB/s}$ 。

（2）Cache 块大小是 32 B，因此 Cache 缺失时需要一个读突发传送总线事务读取一个主存块。

（3）85 ns。

（4）BP 的 CPU 执行时间包括 Cache 命中时的指令执行时间和 Cache 缺失时带来的额外开销。命中时的指令执行时间： $100 \times 4 \times 1.25 \text{ ns} = 500 \text{ ns}$ 。指令执行过程中 Cache 缺失时的额外开销： $1.2 \times 100 \times 5\% \times 85 \text{ ns} = 510 \text{ ns}$ 。BP 的 CPU 执行时间： $500 \text{ ns} + 510 \text{ ns} = 1010 \text{ ns}$ 。

5、某文件系统为一级目录结构，文件的数据一次性写入磁盘，已写入的文件不可修改，但可多次创建新文件。请回答如下问题：

（1）在连续、链式、索引三种文件的数据块组织方式中，哪种更合适？要求说明理由。为定位文件数据块，需要在 FCB 中设计哪些相关描述字段？

（2）为快速找到文件，对于 FCB，是集中存储好，还是与对应的文件数据块连续存储好？要求说明理由。

答：

（1）在磁盘中连续存放（采取连续结构），磁盘寻道时间更短，文件随机访问效率更高；在 FCB 中加入的字段为<起始块号，块数>或者<起始块号，结束块号>。

（2）将所有 FCB 集中存放，文件数据集中存放。这样在随机查找文件名时，只需访问 FCB 对应的块，可减少磁头移动和磁盘 I/O 访问次数。

6、某计算机字长 16 位，主存地址空间大小为 128KB，按字编址。采用单字长指令格式，指令各段定义如下：

15	12	11	6	5	0
OP	Ms		Rs	Md	Rd

源操作数 目的操作数

转移指令采用相对寻址方式，相对偏移量用补码表示，寻址方式定义如下：

Ms/Md	寻址方式	助记符	含义
000B	寄存器直接	Rn	操作数一 ( Rn )
001B	寄存器间接	( Rn )	操作数一 ( ( Rn ) )
010B	寄存器间接、自增	( Rn ) +	操作数一 ( ( Rn ) ) ( Rn ) +1 → Rn
011B	相对	D(Rn)	转移目标地址一 ( PC ) + (Rn)

注：(X)表示存储器地址X或寄存器X的内容，请回答下列问题：

(1)该指令系统最多可有多少指令?该计算机最多有多少个通用寄存器?存储器地址寄存器(MAR)和存储器数据寄存器(MDR)至少各需多少位?

(2)转移指令的目标地址范围是多少?

(3)若操作码 0010B 表示加法操作(助记符为 add)，寄存器 R4 和 R5 得编号分别为 100B 和 101B，R4 的内容为 1234H，R5 的内容为 5678H，地址 1234H 中的内容为 5678H，地址 5678H 中的内容为 1234H，则汇编语句“add(R4)，(R5)+”(逗号前为源操作数，逗号后目的操作数)对应的机器码是什么(十六进制表示)?该指令执行后，哪些寄存器和存储单元的内容会改变?改变后的内容是什么?

答：

(1) 该指令系统最多可有 16 条指令；该机器最多有 8 个通用寄存器；因为地址空间大小为 128KB，按字编址，故共有 64K 个存储单元，地址位数为 16 位，所以 MAR 至少为 16 位；因为字长为 16 位，所以 MDR 至少为 16 位。

(2) 转移目标地址范围为 0000H~FFFFH。

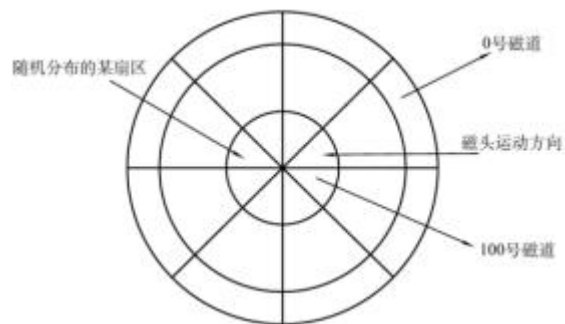
(3) 对于汇编语句“add(R4)，(R5)+”，对应的机器码为 0010 001 100 010 101B，用十六进制表示为 2315H。

汇编语句“add(R4)，(R5)+”指令执行后，R5 和存储单元 5678H 的内容会改变。执行后，R5 的内容从 5678H 变为 5679H；存储单元 5678H 中的内容从 1234H 变为 68ACH。

7、假设计算机系统采用 CSCAN(循环扫描)磁盘调度策略。使用 2KB 的内存空间记录 16384 个磁盘的空闲状态。

(1)请说明在上述条件下如何进行磁盘空闲状态的管理。

(2)设某单面磁盘的旋转速度为每分钟 6000 转，每个磁道有 100 个扇区，相邻磁道间的平均移动的时间为 1ms。若在某时刻，磁头位于 100 号磁道处，并沿着磁道号增大的方向移动(如下图所示)，磁道号请求队列为 50，90，30，120，对请求队列中的每个磁道需要读取 1 个随机分布的扇区，则读完这个扇区共需要多少时间?要求给出计算过程。



(3) 如果将磁盘替换为随机访问的 Flash 半导体存储器 (如 U 盘, SSD 等), 是否有比 CSCAN 更高效的磁盘调度策略? 若有, 给出磁盘调度策略的名称并说明理由; 若无, 说明理由。

答: (1) 用位示图表示磁盘的空闲状态。每一位表示一个磁盘块的空闲状态, 共需要  $16384/8=2048$  字节=2KB。系统提供的 2KB 内存正好能表示这 16384 个磁盘块。

(2) 采用 CSCAN 调度算法, 访问磁道的顺序为 120、30、50、90, 则磁头移动磁道长度为  $20+90+20+40=170$ , 总的移动磁道时间为  $170 \times 1\text{ms}=170\text{ms}$ 。每分钟 6000 转, 则每圈所需时间为  $60\text{s}/6000=0.01\text{s}=10\text{ms}$ , 平均旋转延迟为  $0.5 \times 10\text{ms}=5\text{ms}$ , 总的旋转延迟时间为  $4 \times 5\text{ms}=20\text{ms}$ 。

每分钟 6000 转, 可求出读取一个磁道上的一个扇区的平均时间为  $10\text{ms}/100=0.1\text{ms}$ , 总的读取扇区的时间为  $4 \times 0.1\text{ms}=0.4\text{ms}$ 。

将上述求和可得到读取上述磁道上所有扇区所花时间为  $170\text{ms}+20\text{ms}+0.4\text{ms}=190.4\text{ms}$ 。

(3) 采用 FCFS (先来先服务) 调度策略更高效。因为 Flash 的半导体存储器的物理结构不需要考虑寻道时间和旋转延迟, 可直接按 I/O 请求的先后顺序服务。