

AOCO: Questões e exercícios adicionais

Parte II

As questões de escolha múltipla (secção 1) e os problemas de resposta aberta (secção 2) foram retirados ou adaptados de testes de AOCO de anos anteriores.

Informação de referência

Field	opcode	Rm	shamt	Rn	Rd
Bit positions	31:21	20:16	15:10	9:5	4:0

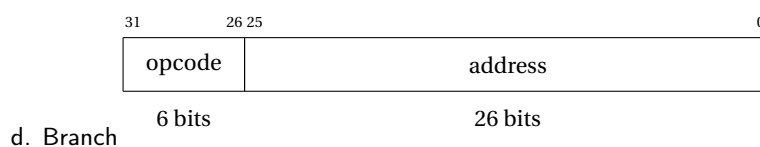
a. R-type instruction

Field	1986 or 1984	address	0	Rn	Rt
Bit positions	31:21	20:12	11:10	9:5	4:0

b. Load or store instruction

Field	180	address	Rt
Bit positions	31:24	23:5	4:0

c. Conditional branch instruction



Instrução	Opcode
ADD	100 0101 1000
SUB	110 0101 1000
AND	100 0101 0000
ORR	101 0101 0000
LDUR	111 1100 0010
STUR	111 1100 0000
CBZ	101 1010 0
B	000 101

ALU trabalha em 3 contextos diferentes.

1. instruções lógico-aritméticas: $ALUOp[1:0]=10$
2. cálculo de endereços: $ALUOp[1:0]=00$
3. comparação: $ALUOp[1:0]=01$

Para programação, usar também **a folha de consulta** com as instruções mais comuns.

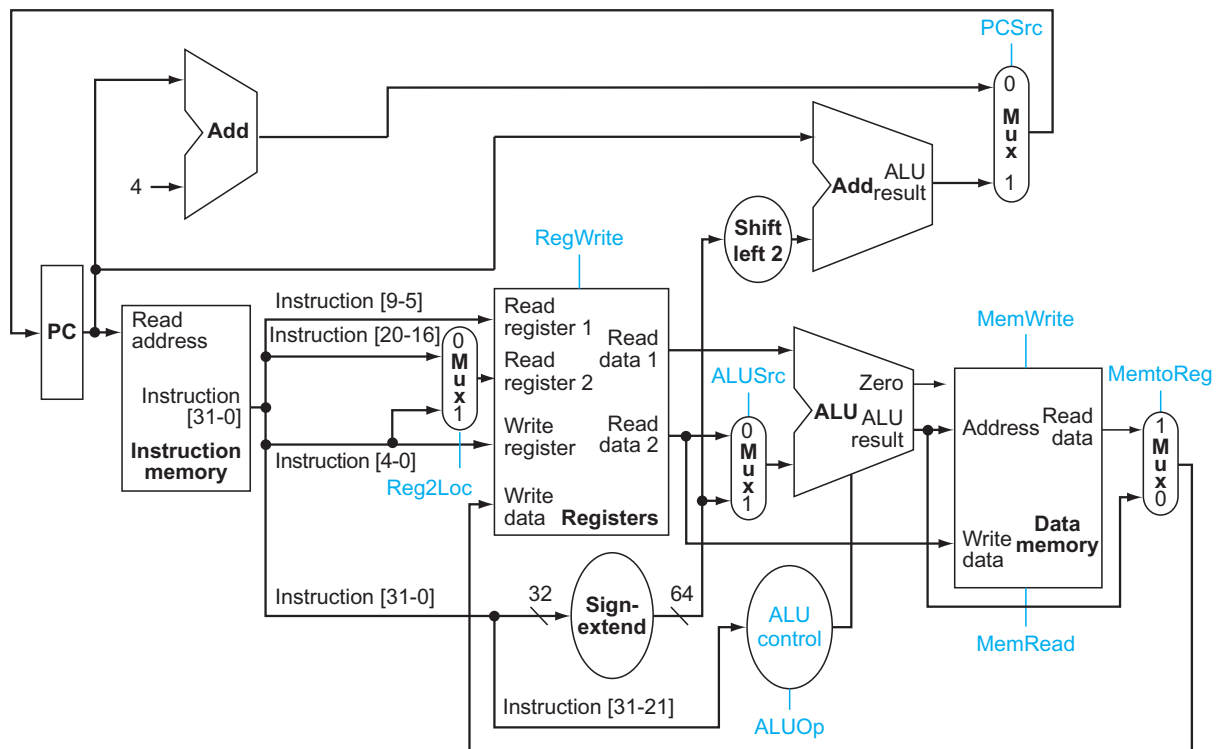


Figura 1: CPU com “multiplexers” e sinais de controlo

1 Questões de escolha múltipla

- Assuma que a saída Read data 2 do banco de registos é sempre 0. Que instrução ARMv8 não é afetada por esta anomalia?
A. STUR B. ADD C. CBZ D. LDUR
- Que instrução ARMv8 poderá ser executada se MemtoReg=0, Reg2Loc=1 e ALUSrc=1?
A. ORR B. CBZ C. STUR D. LDUR
- Que instrução ARMv8 tem o código 0xCB0201E8?
A. ADD X15,X8,X2 B. SUB X2,X15,X8 C. SUB X15,X2,X8 D. SUB X8,X15,X2
- Relativamente a sub-rotinas, qual das seguintes afirmações é falsa?
A. Sub-rotinas terminais devem preservar o valor de X30 antes de invocarem outras sub-rotinas.
B. Uma sub-rotina do tipo função devolve um valor como resultado.
C. Uma sub-rotina do tipo procedimento não devolve resultados.
D. Na invocação de uma sub-rotina, o endereço da instrução seguinte é guardado no registo X30.
- Um programa gasta 75 % do tempo em transferências de dados para outro computador via rede sem fios. Quantas vezes é preciso aumentar a velocidade de transferência para obter uma redução do tempo de execução do programa (*speedup*) de duas vezes?
A. 4 B. 1,5 C. 3 D. 2

6. Para um dado programa, o processador P1 com $F_1 = 1$ GHz apresenta o mesmo tempo de execução que o processador P2 com $F_2 = 1,25$ GHz. O tempo de execução de P1 fica maior que o de P2 se:
- passar a usar $F_2 = 1$ GHz;
 - aumentar o valor do CPI médio de P2;
 - reduzir o valor do CPI médio de P1;
 - aumentar 1,3 vezes o período do relógio de P1.
7. O tempo de execução de um programa está repartido entre a execução de instruções da classe A (60 % do tempo) e da classe B (40 % do tempo). Qual das seguintes alterações leva ao melhor desempenho?
- diminuir para metade o tempo de execução das instruções de classe A;
 - diminuir o tempo de execução das instruções de classe B para um quarto do tempo original;
 - reduzir o tempo de execução das instruções de classe A para um terço e aumentar o tempo de execução das instruções de classe B para o dobro;
 - reduzir 1,5 vezes o tempo de execução das instruções de classe A e reduzir o tempo de execução das instruções de classe B para metade.
8. Um programa de cálculo científico gasta 80 % do seu tempo de execução em operações numéricas. Este tempo está repartido da seguinte forma:
- operações aritméticas: 40 %
 - operações trigonométricas: 60 %
- Um novo método de cálculo das funções trigonométricas reduzirá o respetivo tempo de execução em 4×. Qual dos valores indicados se aproxima mais da melhoria de desempenho (*speedup*) global que esta medida produzirá?
- A. 1,82 B. 2,40 C. 1,56 D. 2,62
9. Um programa gasta 50 % do tempo a executar cálculos de vírgula flutuante. Qual é o ganho de rapidez (*speedup*) que se poderia obter se a unidade de vírgula flutuante fosse 5 vezes mais rápida?
- A. 2,5 B. 5/3 C. 10/3 D. 2

2 Problemas de resposta aberta

Nota: Justificar todas as respostas e apresentar todos os cálculos.

1. O fragmento de código ARMv8 abaixo aplica a sub-rotina `calc` aos elementos de uma sequência de “double words” e acumula os resultados das invocações em X21. O endereço-base da sequência está inicialmente em X19 e o número de elementos em X20.
- (a) Completar o fragmento.

```

                                mov      X21, _____
ciclo:  cbz      X20, L1          // terminar ciclo
                                ldur     X0, [X19]
                                _____ calc          // invocar sub-rotina

```

```

        add    X21, X21, _____ // usar o resultado
        add    X19, X19, _____
        add    X20, X20, _____
        _____ ciclo
L1:      .... // fim da execução do fragmento

        calc:  eor    X1, X1, _____ // inicializar X1 com zero
LC1:      cbz    X0, _____ // terminar?
        and    X2, X0, 1
        add    X1, X1, X2
        lsr    X0, X0, 1
        b      LC1
LC2:      mov    X0, _____
        ret                                // fim da sub-rotina

```

► Considerar que a sequência processada tem 3 valores: {170, 42, 450}.

- (b) Determinar o número de instruções executadas pela sub-rotina `calc` quando é chamada pela primeira vez.

Assumindo que as instruções de alteração do fluxo de execução (condicional ou incondicional) têm $CPI=2$ e todas as outras têm $CPI=1$, determinar também o valor de CPI médio para este fragmento ao processar a sequência indicada. Mostrar todos os cálculos.

- (c) Considerar agora o funcionamento da sub-rotina `calc` quando recebe argumentos de valor 2^k (k inteiro, $0 \leq k \leq 63$). Explicar o valor do resultado da sub-rotina e determinar o número de instruções executadas (em função de k).

2. A sub-rotina `substitui` procura a primeira ocorrência de um número N numa sequência de “double words”, substituindo esse número por 0 (zero). Os parâmetros da sub-rotina são, por ordem, os seguintes: 1) endereço-base da sequência; 2) número de elementos da sequência; 3) valor de N .

- (a) Completar o código da sub-rotina tendo em atenção as convenções relacionadas com o uso de registos.

```

substitui:  cbz    _____, final // terminar?
           ldur   X5, [X0]           // obter um valor da sequência
           cmp    _____, X5     // é o valor procurado?
           _____ LS1
           add    X0, _____, 8  // preparar próxima iteração
           sub    X1, X1, _____
           b      substitui
L1:         stur   _____, [X0]  // substituir valor na sequência
final:      ret                                // retornar

```

- (b) Supondo que a sequência é {12, 56, 17, 21, 72, 7} e que $N=21$, determinar quantas instruções são executadas pela sub-rotina `substitui`.
- (c) Suponha que o programa a que pertence a sub-rotina anterior é executado em dois computadores A e B. O período do sinal do relógio dos computadores A e B é 300 ps e 400 ps respectivamente. O número de ciclos de relógio consumidos por instrução (CPI) é 4 no computador A e 2,5 no computador B. Determinar qual dos computadores é o mais rápido a executar o programa.
3. A sub-rotina `sumsel` retorna a soma dos elementos de uma sequência (de N “double words”) que pertencem ao intervalo $[a; b]$. Os parâmetros da sub-rotina são, por ordem, os seguintes: 1) endereço-base da sequência; 2) número de elementos da sequência; 3) valor de a ; 4) valor de b .

- (a) Completar a sub-rotina tendo em atenção as convenções relacionadas com o uso de registos.

```
sumsel:    eor    X5, X5, _____    // inicializar acumulador
loop:      cbz    X1, _____    // terminar?
           ldur   X6, [X0]
           cmp    _____, X2      // limite inferior
           b.lt   cont
           cmp    X6, X3              // limite superior
           _____ cont
           add    X5, X5, _____
cont:      add    X0, _____, 8
           add    X1, X1, _____
           _____ loop
fim:       mov    _____, X5
           ret
```

- (b) Para a sequência {-3, 3, 6, 5, 0, -5, 8, 2, -1} e intervalo $[-1; 6]$, determinar quantas instruções são executadas pela sub-rotina `sumsel` e qual o resultado.
- (c) O modelo do processador usada para a execução da sub-rotina emprega um sinal de relógio com a frequência de 1 GHz. O tempo de execução da sub-rotina com os dados da alínea (b) é de 170 ns. Determinar o valor médio de ciclos por instrução (CPI).
4. Considere o CPU ARMv8 simplificado, apresentado na figura 1, e que o valor em cada registo X_i é $i + 2$. A latência de componentes usados no CPU é a seguinte (componentes não indicados têm latência nula):

I-Mem	Add	Mux	ALU	Regs	D-Mem	Control	ALU control	
400	100	30	130	220	350	80	40	(ps)

- (a) Indique o valor dos seguintes sinais de entrada/saída de componentes e sinais de controlo para a execução da instrução `CBZ X1, fim`:

Read register 2 = __; Write register = __; Write data de D-Mem = __
 ALUSrc = __; PCSrc = __; MemtoReg = __

- (b) Determine o caminho crítico da instrução `STUR X7, [X2, #-4]` e a respetiva latência.
- (c) Determine a partir de que valor da latência da unidade de controlo o sinal `Write data` de D-Mem pertence ao caminho crítico da instrução `STUR`.

Fim.