

Arquitetura de Computadores II

1.^a Frequência

Departamento de Informática
Universidade de Évora

11 de outubro de 2023

Indique todos os cálculos efetuados e as fórmulas usadas. Justifique todas as respostas.

Perguntas rápidas

1. [1 valor] Suponha que os processadores A e B são duas implementações diferentes da mesma arquitetura (ISA) com frequências de relógio de 1,2 GHz e 1,5 GHz, respetivamente. Pode-se concluir que o processador B tem um desempenho superior ao A ?
2. [1 valor] Qual o CPI da implementação monociclo da arquitetura RISC-V?
3. [1 valor] Considere dois processadores com implementações diferentes da mesma arquitetura (ISA) a correrem o mesmo programa. Indique qual das seguintes métricas permite concluir que um processador tem melhor desempenho que o outro:
 - Maior frequência de relógio;
 - Menor CPI;
 - Menor tempo de execução.
4. [1 valor] Indique as afirmações verdadeiras:
 - Dois processadores com implementações diferentes da mesma arquitetura (ISA) têm os mesmos valores de CPI;
 - Dois programas diferentes a executar no mesmo processador têm o mesmo CPI médio;
 - Em geral, o valor do CPI depende da implementação do processador e do programa.

Desempenho

5. Um processador X tem uma frequência de relógio de 2,8 GHz e os valores de CPI para várias classes de instruções indicadas na seguinte tabela:

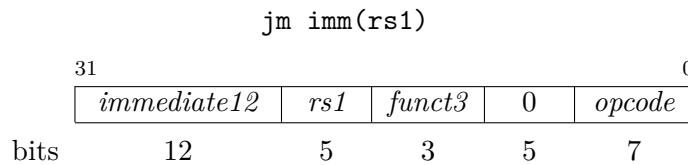
Classe	A	B	C
CPI	1	2	4

Durante a execução de um programa são executadas 5×10^7 instruções da classe A, 2×10^7 instruções da classe B e 1×10^6 instruções da classe C.

- (a) [3 valores] Calcule o tempo que demora a execução do programa.
- (b) [2 valores] Quando o programa é executado no processador Y , que é uma implementação diferente da mesma arquitetura, obtém-se um *speedup* de 1,2, em relação à sua execução em X . Quanto tempo demora a execução do programa em Y ?

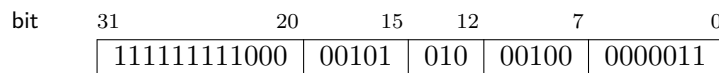
Implementação RISC-V monociclo

6. Pretende-se que a implementação RISC-V monociclo da figura suporte a execução de uma nova instrução *jm* (*jump memory*), que é uma instrução com dois argumentos:



Esta instrução realiza um salto (*jump*) para um endereço que é lido de memória. A execução consiste em somar o *immediate* de 12 bits ao registo *rs1* para obter um endereço de memória. Depois lê uma *word* desse endereço, tal como faz a instrução *lw*. Finalmente usa o valor lido como endereço de destino do salto.

- (a) [2 valores] Quais das unidades funcionais existentes (incluindo *multiplexers*) serão usadas na execução desta instrução? (Identifique os *multiplexers* através dos seus sinais de controlo, e.g., *mux(MemtoReg)*.)
- (b) [2 valores] Que unidades funcionais (incluindo *multiplexers*) e que sinais de controlo é necessário acrescentar ou modificar? Desenhe na figura as alterações necessárias.
Caso não seja necessário nenhuma alteração à implementação, explique brevemente qual será funcionamento do processador na execução da instrução.
- (c) [2 valores] Quais os valores que os vários sinais de controlo deverão ter e qual a operação realizada pela ALU durante a execução desta instrução? (Ignore o *ALUOp*.)
7. Considere a execução da instrução *lw x4, -8(x5)* que se encontra no endereço de memória *0x00400100*. O código máquina completo da instrução é:



- (a) [2 valores] Considerando o estado dos registos e da memória indicados nas tabelas abaixo, indique que valores estão presentes nos pontos ①, ②, ③ e ④ do circuito no final do ciclo de execução.

Registo	Valor	Endereço	Valor (+0)	Valor (+1)	Valor (+2)	Valor (+3)
x4	0x0000000a	0x0000000a	0x00	0x01	0x02	0x03
x5	0x7fffff0c	0x00000012	0x04	0x05	0x06	0x07
x6	0x00000012	0x7fffff04	0x08	0x09	0x0a	0x0b

(Nota: É dada mais informação do que a estritamente necessária para responder à questão.)

- (b) [2 valores] Sejam as seguintes as latências das várias componentes do processador:

PC	Memórias	Banco registos	ALU	Somadores	Immediate Generator	Multiplexers	Controlo	Controlo da ALU
5 ps	320 ps	150 ps	130 ps	110 ps	8 ps	20 ps	30 ps	10 ps

(Considere que os restantes elementos lógicos têm latência zero.)

Calcule o tempo que demora, desde o início do ciclo de relógio em que a instrução é executada, até que os valores correctos estejam disponíveis nos pontos ①, ②, ③ e ④ do circuito da figura. Explícite *todos* os tempos que considerou, nos cálculos que fez, para chegar aos valores que obteve.

- (c) [1 valor] Se de todas as instruções a *lw* tiver a maior latência, qual a frequência de relógio máxima a que o processador pode operar?

