

1. Microarquitetura

Para que serve *nanomemória*? Escreva com detalhes como ela é usada e suas vantagens e desvantagens, exemplificando. (2,0)

2. Memória Cache

Você é um projetista de processadores. Sua tarefa é decidir qual tipo de cache deve ser implementado com os 10800 bytes disponíveis na pastilha. A memória principal tem dois Gbytes e o tamanho do bloco é de 64 bits. Projete implementações apropriadas dos três tipos de cache estudados durante a disciplina (cache associativo, cache com mapeamento direto e a cache associativo por conjunto) com a técnica de escrita *copy-back*. Dica: implementá-los nesta ordem, supondo que o conjunto tem tamanho 4 no caso da cache associativo por conjunto. **Discuta sua decisão na escolha da melhor configuração de cada cache. (4,0)**

3. Pipelining

(a) Para que serve *pipelining*? (1,5)

(b) Considere quatro máquinas diferentes M1, M2, M3 e M4 com as seguintes características de pipeline:

- M1 não utiliza nenhuma técnica de otimização como, por exemplo, previsão de desvios;
- M2 faz uma previsão fixa para todos os desvios com taxa de acerto de 60%;
- M3 prevê desvios de laços (loops) com 90% de acerto e de desvios condicionais com 65% de acerto, de maneira independente;
- M4) igual a máquina M3, mas que agora emprega *data forwarding* e um compilador que reordena as instruções de tal maneira que elimine atrasos devidos as dependências de dados.

Suponha um programa onde 25% das instruções têm dependências de dados, 20% das instruções são desvios condicionais e 10% são desvios de *loop*. A tempo de esperar (para a resolução de uma dependência) é de 3 ciclos, mas a penalidade de adivinhar errado um desvio é de 4 ciclos. Qual a eficiência do uso do pipeline para cada uma das máquinas M1, M2, M3 e M4? **Descreva seu raciocínio. (2,5)**