

Esta ficha foi elaborada para acompanhar o estudo da disciplina de Arquitetura de Computadores Avançada (a4s1) ou para complementar a preparação para os momentos de avaliação finais da mesma. Num segundo ficheiro poderás encontrar um conjunto de propostas de solução aos exercícios que estão nesta ficha. É conveniente relembrar que algum conteúdo destes documentos pode conter erros, aos quais se pede que sejam notificados pelas vias indicadas na página web, e que serão prontamente corrigidos, com indicações de novas versões.

1. Um determinado processador apresenta uma memória endereçável de 40 bits. Qual é o número máximo de bytes e de palavras duplas de 64 bits, exprimido aproximadamente numa potência de base 10?
2. Qual é a diferença entre estrutura e funcionalidade e em que dois conceitos é que cada um se contextualiza, no âmbito da área de estudo da arquitetura de computadores?
3. Explica porque é que "tornar o caso comum mais rápido" é, frequentemente, indicado como um corolário à Lei de Amdahl.
4. Se com a Lei de Amdahl obtemos um speedup de 2.5 para um programa A e de 3.14159 para um programa B, o que é que se pode concluir acerca dos tempos de execução de ambos os programas depois da melhoria?
5. Suponhamos que instalamos um compilador novo (o HyperOptimizing Compiler), abaixo abreviado como HO, que aumenta a rapidez de execução das operações de vírgula flutuante por um fator K (quaisquer outras operações não são abrangidas por este aumento). Quando criamos os programas para compilar, compilamos uma versão normal (sem a otimização) e uma versão otimizada para compararmos os desempenhos por tempo de execução. Sendo T o tempo original de execução e T_{HO} o tempo de execução da versão otimizada pelo compilador:
 - a) Se metade do tempo original de execução for despendido em instruções de vírgula flutuante, qual deverá ser o valor de K para que possamos atingir um speedup (efetivo ou overall) de 4?
 - b) Escreve uma expressão para o novo tempo de execução T_{HO} , em termos de K , X e Y , onde X é a quantidade de tempo despendido em execução de instruções de vírgula flutuante antes da aplicação do compilador HO e Y é a quantidade de tempo despendido em execução de outras instruções (sem ser as de vírgula flutuante) antes da aplicação do compilador HO.
 - c) Exprime a Lei de Amdahl em termos das variáveis X , Y , K , T e T_{HO} . Atenção que podes não precisar de todas as variáveis!
 - d) Se um novo código com operações de vírgula flutuante corre 10 vezes mais rápido que o antigo, o código original demora 50 segundos e o $speedup_{overall}$ é de 5, quanto tempo é que o código novo perde a executar as instruções de vírgula flutuante?
6. Um novo sistema computacional está para ser construído com uns incríveis 144 micro-processadores idênticos entre si. Os 144 processadores podem ser usados num de três modos distintos: todos em simultâneo, 72 em simultâneo ou em série (um de cada vez).
 - a) Considera que se quer substituir o software barato (mas moroso) de manipulação de vírgula flutuante (FPS) por um conjunto de chips para o mesmo efeito (FPC). Antes da modificação, o FPS é usado 80% do tempo. Ao aceitar-se a solução do FPC, haverá um aumento de desempenho por um fator de 20 sobre o FPS. Escreve uma expressão para o speedup esperado quando o FPC está em uso.
 - b) Há algum processo para o qual um speedup de 144 é praticável?
 - c) Um certo processo usa o modo em série em 30% do tempo. Dá uma expressão para o speedup do modo em série se metade dos processadores forem usados para 50% do tempo original de execução, e todos os 144 processadores forem usados nos 20% restantes do tempo original de execução.
7. Os discos rígidos magnéticos são os dispositivos se somam mais falhas em termos dos sistemas computacionais atuais. De forma a aumentar a fiabilidade dos discos rígidos, os servidores (que ainda usam discos magnéticos) tipicamente usam configurações RAID, por exemplo, com 5 discos, onde 4 são usados para guardar os dados e um quinto disco é usado para bits de paridade (estes bits podem ser usados para reconstruir os dados eventualmente perdidos ou com perdas). Uma configuração RAID de 5 discos não permite que 2 discos falhem simultaneamente. Para os cálculos seguintes, assume que o MTTF de cada unidade de disco magnético é de 250.000 horas.
 - a) Para o primeiro passo do cálculo da fiabilidade, consideremos que são necessárias 50 horas para efetuar a substituição de um disco pela manutenção dos servidores. Assumindo assim que o MTTR é de 50h, quão grande pode ser o MTTF de uma configuração de 5 discos, onde o disco que contém os bits de paridade é antes considerado como um disco de cópias de segurança ('backup'), de qualquer outro dos 4 discos restantes?
 - b) Caso uma unidade falhe, os dados dessa unidade têm de ser reconstruídos usando a informação das paridades bit-a-bit. Assim, o MTTR não só depende do tempo que demora aos dados a transitarem para o disco

novo, mas também do tempo de reconstrução dos mesmos. Por esta razão, uma forma melhorada para o MTTR envolve os dois contributos e depende do tamanho, S , dos discos, expressos em Gb (gigabytes):

$$\text{MTTR}(S) = 50 \text{ horas} + 0.1 \text{ hora} \times S$$

Como exemplo de aplicação da expressão acima, podemos ter que demora 0.1 hora a reconstruir 1 Gb de dados. Usando esta nova e melhorada fórmula para o cálculo do MTTR, determina o MTTF como uma função do tamanho do disco S .

c) Qual é a fórmula para o MTTF(S) de um sistema computacional que possui duas configurações RAID de 5 discos, cada um com capacidade S ? Considera as duas configurações como conjuntos perfeitamente independentes de discos rígidos.

d) Qual é a fórmula para o MTTF(S) de um sistema computacional que possui K configurações RAID de 5 discos, cada um com capacidade S ?

e) De forma a poder fornecer uma solução de sistema de 10 Tb (terabytes), uma empresa tem a opção de escolher discos de 250 Gb (o que requer 10 configurações RAID de 5 discos) ou discos de 500 Gb (o que requer 5 configurações RAID de 5 discos). Qual das duas opções é que promete um MTTF melhor de acordo com a fórmula obtida em d)?