Arquitetura de Sistemas Operacionais

3ª Edição

Versão: 3.2 (Jan/2005)

Francis Berenger Machado
Luiz Paulo Maia

Soluções dos Exercícios - Autores

LTC

Capítulo 1 – Visão Geral

1. Como seria utilizar um computador sem um sistema operacional? Quais são suas duas principais funções?

Sem o sistema operacional, um usuário para interagir com o computador deveria conhecer profundamente diversos detalhes sobre hardware do equipamento, o que tornaria seu trabalho lento e com grandes possibilidades de erros. As duas principais funções são "facilidade de acesso aos recursos do sistema" e "compartilhamento de recursos de forma organizada e protegida".

2. Explique o conceito de máquina virtual. Qual a grande vantagem em utilizar este conceito?

O computador pode ser visualizado como uma máquina de camadas, onde inicialmente existem duas camadas: hardware (nível 0) e sistema operacional (nível 1). Desta forma, o usuário pode enxergar a máquina como sendo apenas o sistema operacional, ou seja, como se o hardware não existisse. Esta visão modular e abstrata é chamada máquina virtual. A vantagem desse conceito é tornar a interação entre usuário e computador mais simples, confiável e eficiente.

3. Defina o conceito de uma máquina de níveis ou camadas.

O computador pode ser visualizado como uma máquina de níveis ou máquina de camadas, possuindo tantos níveis quanto forem necessários para adequar o usuário às suas diversas aplicações. Quando o usuário está trabalhando em um desses níveis, não necessita saber da existência das outras camadas. Com isso a interação entre usuário e computador apresenta-se mais simples, confiável e eficiente.

4. Quais os tipos de sistemas operacionais existentes?

Sistemas monoprogramáveis ou monotarefa, sistemas multiprogramáveis ou multitarefa e sistemas com múltiplos processadores.

5. Por que dizemos que existe uma subutilização de recursos em sistemas monoprogamáveis?

Porque em sistemas monoprogramáveis somente é possível a execução de um programa por vez. Como um programa não utiliza todos os recursos do sistema totalmente ao longo da sua execução, existe ociosidade e, consequentemente, subutilização de alguns recursos.

6. Qual a grande diferença entre sistemas monoprogramáveis e sistemas multiprogramáveis?

Os sistemas monoprogramáveis se caracterizam por permitir que o processador, a memória e os periféricos permaneçam exclusivamente dedicados à execução de um único programa. Nos sistemas multiprogramáveis ou multitarefa, os recursos computacionais são compartilhados entre os diversos usuários e aplicações. Enquanto em sistemas monoprogramáveis existe apenas um programa utilizando os recursos disponíveis, nos multiprogramáveis várias aplicações compartilham esses mesmos recursos.

7. Quais as vantagens dos sistemas multiprogramáveis?

As vantagens do uso de sistemas multiprogramáveis são a redução do tempo de resposta das aplicações processadas no ambiente e de custos, a partir do compartilhamento dos diversos recursos do sistema entre as diferentes aplicações.

8. Um sistema monousuário pode ser um sistema multiprogramável? Dê um exemplo.

Sim, somente um usuário interage com o sistema podento possuir diversas aplicações executando concorrentemente. O sistema Windows NT é um exemplo.

9. Quais são os tipos de sistemas multiprogramáveis?

Sistemas batch, sistemas de tempo compartilhado e sistemas de tempo real.

10. O que caracteriza o processamento batch? Quais aplicações podem ser processadas neste tipo de ambiente?

O processamento batch tem a característica de não exigir a interação do usuário com a aplicação. Todas as entradas e saídas de dados da aplicação são implemetadas por algum tipo de memória secundária, geralmente arquivos em disco. Alguns exemplos de aplicações originalmente processadas em batch são programas envolvendo cálculos numéricos, compilações, ordenações, backups e todos aqueles onde não é necessária a interação com o usuário.

11. Como funcionam os sistemas de tempo compartilhado? Quais as vantagens em utilizá-los?

Os sistemas de tempo compartilhado (time-sharing) permitem que diversos programas sejam executados a partir da divisão do tempo do processador em pequenos intervalos, denomidados fatia de tempo (time-slice). A vantagem na sua utilização é possibilitar para cada usuário um ambiente de trabalho próprio, dando a impressão de que todo o sistema está dedicado, exclusivamente, a ele.

12. Qual a grande diferença entre sistemas de tempo compartilhado e tempo real? Quais aplicações são indicadas para sistemas de tempo real?

O fator tempo de resposta. Nos sistemas de tempo real, os tempos de resposta devem estar dentro de limites rígidos. Aplicações de controle de processos, como no monitoramento de refinarias de petróleo, controle de tráfego aéreo, de usinas termoelétricas e nucleares são executadas em sistemas de tempo real.

13. O que são sistemas com múltiplos processadores e quais as vantagens em utilizá-los?

Os sistemas com múltiplos processadores caracterizam-se por possuir duas ou mais UCPs interligadas e trabalhando em conjunto. A vantagem deste tipo de sistema é permitir que vários programas sejam executados ao mesmo tempo ou que um mesmo programa seja subdividido em partes para serem executadas simultaneamente em mais de um processador.

14. Qual a grande diferença entre sistemas fortemente acoplados e fracamente acoplados?

Nos sistemas fortemente acoplados existem vários processadores compartilhando uma única memória física e dispositivos de entrada/saída, sendo gerenciados por apenas um sistema operacional. Os sistemas fracamente acoplados caracterizam-se por possuir dois ou mais sistemas computacionais conectados através de linhas de comunicação. Cada sistema funciona de forma independente, possuindo seu próprio sistema operacional e gerenciando seus próprios recursos, como UCP, memória e dispositivos de entrada/saída.

15. O que é um sistema SMP? Qual a diferença para um sistema NUMA?

Nos sistemas SMP, o tempo de acesso à memória principal pelos diversos processadores é uniforme. Nos sistemas NUMA, existem diversos conjuntos de processadores e memória principal interconectados, onde o tempo de acesso à memória principal varia em função da sua localização física.

16. O que é um sistema fracamente acoplado? Qual a diferença entre sistemas operacionais de rede e sistemas operacionais distribuídos?

Os sistemas fracamente acoplados caracterizam-se por possuir dois ou mais sistemas computacionais conectados através de linhas de comunicação. Cada sistema funciona de forma independente, possuindo seu próprio sistema operacional e gerenciando seus próprios recursos, como UCP, memória e dispositivos de entrada/saída. Os sistemas operacionais de rede permitem que um host compartilhe seus recursos, como uma impressora ou diretório, com os demais hosts da rede enquanto que nos sistemas distribuídos, o sistema operacional esconde os detalhes dos hosts individuais e passa a tratá-los como um conjunto único, como se fosse um sistema fortemente acoplado.

Capítulo 2 – Conceitos de Hardware e Software

1. Quais são as unidades funcionais de um sistema computacional?

Processador ou unidade central de processamento, memória principal e dispositivos de entrada/saída.

2. Quais os componentes de um processador e quais são suas funções?

Um processador é composto por unidade de controle, unidade lógica e aritmética, e registradores. A unidade de controle (UC) é responsável por gerenciar as atividades de todos os componentes do computador, como a gravação de dados em discos ou a busca de instruções na memória. A unidade lógica e aritmética (ULA), como o nome indica, é responsável pela realização de operações lógicas (testes e comparações) e aritméticas (somas e subtrações).

3. Como a memória principal de um computador é organizada?

A memória é composta por unidades de acesso chamadas células, sendo cada célula composta por um determinado número de bits. Atualmente, a grande maioria dos computadores utiliza o byte (8 bits) como tamanho de célula.

4. Descreva os ciclos de leitura e gravação da memória principal.

No ciclo de leitura, a UCP armazena no MAR, o endereço da célula a ser lida e gera um sinal de controle para a memória principal, indicando que uma operação de leitura deve ser realizada. O conteúdo da(s) célula(s), identificada(s) pelo endereço contido no MAR, é transferido para o MBR

No cliclo de gravação, a UCP armazena no MAR, o endereço da célula que será gravada e armazena no MBR, a informação que deverá ser gravada. A UCP gera um sinal de controle para a memória principal, indicando que uma operação de gravação deve ser realizada e a informação contida no MBR é transferida para a célula de memória endereçada pelo MAR

5. Qual o número máximo de células endereçadas em arquiteturas com MAR de 16, 32 e 64 bits?

MAR=16 bits número max células = 2^{16}
MAR=32 bits número max células = 2^{32}
MAR=64 bits número max células = 2^{64}

6. O que são memórias voláteis e não-voláteis?

Memórias voláteis precisam estar sempre energizadas para manter suas informações, o que não acontece com as não-voláteis.

7. Conceitue memória cache e apresente as principais vantagens no seu uso.

A memória cache é uma memória volátil de alta velocidade, porém com pequena capacidade de armazenamento. O tempo de acesso a um dado nela contido é muito menor que se o mesmo estivesse na memória principal. O propósito do uso da memória cache é minimizar a disparidade existente entre a velocidade com que o processador executa instruções e a velocidade com que dados são acessados na memória principal.

8. Quais as diferenças entre a memória principal e a memória secundária?

A memória principal é um dispositivo de armazenamento, em geral volátil, onde são armazenados instruções e dados utilizados pelo processador durante a execução de programas. A memória secundária é um dispositivo não-volátil com maior capacidade de armazenamento, porém com menor velocidade de acesso aos seus dados armazenados.

9. Diferencie as funções básicas dos dispositivos de E/S.

Os dispositivos de entrada e saída podem ser divididos em duas categorias: os que são utilizados como memória secundária e os que servem para a interface usuário-máquina. Os dispositivos utilizados como memória secundária (discos e fitas magnéticas) caracterizam-se por ter capacidade de armazenamento bastante superior ao da memória principal. Seu custo é relativamente baixo, porém o tempo de acesso à memória secundária é bem superior ao da memória principal. Outros dispositivos têm como finalidade a comunicação usuário-máquina, como teclados, monitores de vídeo, impressoras e plotters.

10. Caracterize os barramentos processador-memória, E/S e backplane.

Os barramentos processador-memória são de curta extensão e alta velocidade para que seja otimizada a transferência de informação entre processadores e memórias. Os barramentos de E/S possuem maior extensão, são mais lentos e permitem a conexão de diferentes dispositivos. O barramento de backplane tem a função de integrar os dois barramentos anteriores.

11. Como a técnica de pipelining melhora o desempenho dos sistemas computacionais?
Permitindo ao processador executar múltiplas instruções paralelamente em estágios diferentes.

12. Compare as arquiteturas de processadores RISC e CISC.
Ver Tabela 2.3 do livro.

13. Conceitue a técnica de benchmark e como é sua realização.
A técnica conhecida como benchmark permite a análise de desempenho comparativa entre sistemas computacionais. Neste método, um conjunto de programas é executado em cada sistema avaliado e o tempo de execução comparado. A escolha dos programas deve ser criteriosa para refletir os diferentes tipos de aplicação.

14. Por que o código-objeto gerado pelo tradutor ainda não pode ser executado?
Isso ocorre em função de um programa poder chamar sub-rotinas externas, e, neste caso, o tradutor não tem como associar o programa principal às sub-rotinas chamadas. Esta função é realizada pelo linker.

15. Por que a execução de programas interpretados é mais lenta que a de programas compilados?
Como não existe a geração de um código executável, as instruções de um programa devem ser traduzidas toda vez que este for executado.

16. Quais as funções do linker?
Suas funções básicas são resolver todas as referências simbólicas existentes entre os módulos de um programa e reservar memória para sua execução.

17. Qual a principal função do loader?
Carregar na memória principal um programa para ser executado.

18. Quais as facilidades oferecidas pelo depurador?
O depurador oferece ao usuário recursos como acompanhar a execução de um programa instrução por instrução; possibilitar a alteração e visualização do conteúdo de variáveis; implementar pontos de parada dentro do programa (breakpoint), de forma que, durante a execução, o programa pare nesses pontos e especificar que, toda vez que o conteúdo de uma variável for modificado, o programa envie uma mensagem (watchpoint).

19. Pesquise comandos disponíveis em linguagens de controle de sistemas operacionais.
Pesquisa livre.

20. Explique o processo de ativação (boot) do sistema operacional.
Inicialmente, todo o código do sistema operacional reside memória secundária como discos e fitas. Toda vez que um computador é ligado, o sistema operacional tem que ser carregado da memória secundária para a memória principal. Esse procedimento é realizado por um programa localizado em um bloco específico do disco (boot block).

Capítulo 3 - Concorrência

1. O que é concorrência e como este conceito está presente nos sistemas operacionais multiprogramáveis?

Concorrência é o princípio básico para projeto e implementação dos sistemas operacionais multiprogramáveis onde é possível o processador executar instruções em paralelo com operações de E/S. Isso possibilita a utilização concorrente da UCP por diversos programas sendo implementada de maneira que, quando um programa perde o uso do processador e depois retorna para continuar o processamento, seu estado deve ser idêntico ao do momento em que foi interrompido. O programa deverá continuar sua execução exatamente na instrução seguinte àquela em que havia parado, aparentando ao usuário que nada aconteceu.

2. Por que o mecanismo de interrupção é fundamental para a implementação da multiprogramação?

Porque é em função desse mecanismo que o sistema operacional sincroniza a execução de todas as suas rotinas e dos programas dos usuários, além de controlar dispositivos.

3. Explique o mecanismo de funcionamento das interrupções.

Uma interrupção é sempre gerada por algum evento externo ao programa e, neste caso, independe da instrução que está sendo executada. Ao final da execução de cada instrução, a unidade de controle verifica a ocorrência de algum tipo de interrupção. Neste caso, o programa em execução é interrompido e o controle desviado para uma rotina responsável por tratar o evento ocorrido, denominada rotina de tratamento de interrupção. Para que o programa possa posteriormente voltar a ser executado, é necessário que, no momento da interrupção, um conjunto de informações sobre a sua execução seja preservado. Essas informações consistem no conteúdo de registradores, que deverão ser restaurados para a continuação do programa.

4. O que são eventos síncronos e assíncronos? Como estes eventos estão relacionados ao mecanismo de interrupção e exceção?

Evento síncronos são resultados direto da execução do programa corrente. Tais eventos são previsíveis e, por definição, só podem ocorrer uma único de cada vez. Eventos assíncronos não são relacionados à instrução do programa corrente. Esses eventos, por serem imprevisíveis, podem ocorrer múltiplas vezes, como no caso de diversos dispositivos de E/S informarem ao processador que estão prontos para receber ou transmitir dados. Uma interrupção é um evento assíncrono enquanto uma exceção é um evento síncrono.

5. Dê exemplos de eventos associados ao mecanismo de exceção.

Uma instrução que gere a situação de overflow ou uma divisão por zero.

6. Qual a vantagem da E/S controlada por interrupção comparada com a técnica de polling?

Na E/S controlada por interrupção, as operações de E/S podem ser realizadas de uma forma mais eficiente. Em vez de o sistema periodicamente verificar o estado de uma operação pendente como na técnica de polling, o próprio controlador interrompe o processador para avisar do término da operação. Com esse mecanismo, o processador, após a execução de um comando de leitura ou gravação, permanece livre para o processamento de outras tarefas.

7. O que é DMA e qual a vantagem desta técnica?

A técnica de DMA permite que um bloco de dados seja transferido entre a memória principal e dispositivos de E/S, sem a intervenção do processador, exceto no início e no final da transferência. Quando o sistema deseja ler ou gravar um bloco de dados, o processador informa ao controlador sua localização, o dispositivo de E/S, a posição inicial da memória de onde os dados serão lidos ou gravados e o tamanho do bloco. Com estas informações, o controlador realiza a transferência entre o periférico e a memória principal, e o processador é somente interrompido no final da operação.

8. Como a técnica de buffering permite aumentar a concorrência em um sistema computacional?

Como o buffering permite minimizar o problema da disparidade da velocidade de processamento existente entre o processador e os dispositivos de E/S, esta técnica permite manter, na maior parte do tempo, processador e dispositivos de E/S ocupados.

9. Explique o mecanismo de spooling de impressão.

No momento em que um comando de impressão é executado, as informações que serão impressas são gravadas antes em um arquivo em disco, conhecido como arquivo de spool, liberando imediatamente o programa para outras atividades. Posteriormente, o sistema operacional encarrega-se em direcionar o conteúdo do arquivo de spool para a impressora.

10. Em um sistema multiprogramável, seus usuários utilizam o mesmo editor de textos (200 Kb), compilador (300 Kb), software de correio eletrônico (200 Kb) e uma aplicação corporativa (500 Kb). Caso o sistema não implemente reentrância, qual o espaço de memória principal ocupado pelos programas quando 10 usuários estiverem utilizando todas as aplicações simultaneamente? Qual o espaço liberado quando o sistema implementa reentrância em todas as aplicações?

Sem reentrância, cada usuário teria sua cópia do código na memória totalizando 10 x (200 Kb + 300 Kb + 200 Kb + 500 Kb) = 12.000 Kb. Caso a reentrância seja implementada, apenas uma cópia do código seria necessária na memória principal (200 Kb + 300 Kb + 200 Kb + 500 Kb) totalizando 1.200 Kb. Um total de 10.800 Kb seriam liberados da memória principal.

11. Por que a questão da proteção torna-se fundamental em ambientes multiprogramáveis?

Se considerarmos que diversos usuários estão compartilhando os mesmos recursos como memória, processador e dispositivos de E/S, deve existir uma preocupação em garantir a confiabilidade e a integridade dos programas e dados dos usuários, além do próprio sistema operacional.

Capítulo 4 – Estrutura do Sistema Operacional

1. O que é o núcleo do sistema e quais são suas principais funções?

É o conjunto de rotinas que oferece serviços aos usuários, suas aplicações, além do próprio sistema operacional. As principais funções do núcleo encontradas na maioria dos sistemas comerciais são: tratamento de interrupções e exceções; criação e eliminação de processos e threads; sincronização e comunicação entre processos e threads; escalonamento e controle dos processos e threads; gerência de memória; gerência do sistema de arquivos; gerência de dispositivos de E/S; suporte à redes locais e distribuídas; contabilização do uso do sistema; auditoria e segurança do sistema.

2. O que é uma system call e qual sua importância para a segurança do sistema? Como as system calls são utilizadas por um programa?

As system calls podem ser entendidas como uma porta de entrada para o acesso ao núcleo do sistema operacional e a seus serviços. Sempre que um usuário ou aplicação desejar algum serviço do sistema, é realizada uma chamada a uma de suas rotinas através de uma system call. Através dos parâmetros fornecidos na system call, a solicitação é processada e uma resposta é retornada a aplicação juntamente com um estado de conclusão indicando se houve algum erro. O mecanismo de ativação e comunicação entre o programa e o sistema operacional é semelhante ao mecanismo implementado quando um programa chama uma subrotina.

3. O que são instruções privilegiadas e não privilegiadas? Qual a relação dessas instruções com os modos de acesso?

Instruções privilegiadas são instruções que só devem ser executadas pelo sistema operacional ou sob sua supervisão, impedindo, assim, a ocorrência de problemas de segurança e integridade do sistema. As instruções não-privilegiadas não oferecem risco ao sistema. Quando o processador trabalha no modo usuário, uma aplicação só pode executar instruções não-privilegiadas, tendo acesso a um número reduzido de instruções, enquanto no modo kernel ou supervisor a aplicação pode ter acesso ao conjunto total de instruções do processador.

4. Quais das instruções a seguir devem ser executas apenas em modo kernel? Desabilitar todas as interrupções, consultar a data e hora do sistema, alterar a data e hora do sistema, alterar informações residentes no núcleo do sistema, somar duas variáveis declaradas dentro do programa, realizar um desvio para uma instrução dentro do próprio programa e acessar diretamente posições no disco.

Desabilitar todas as interrupções, alterar a data e hora do sistema, alterar informações residentes no núcleo do sistema e acessar diretamente posições no disco.

5. Explique como funciona a mudança de modos de acesso e dê um exemplo de como um programa faz uso desse mecanismo.

Sempre que um programa necessita executar uma instrução privilegiada, a solicitação deve ser realizada através de uma chamada a uma system call, que altera o modo de acesso do processador do modo usuário para o modo kernel. Ao término da execução da rotina do sistema, o modo de acesso retorna para o modo usuário.

6. Como o kernel do sistema operacional pode ser protegido pelo mecanismo de modos de acesso?

Através do modo de acesso de uma aplicação determinado por um conjunto de bits localizado no registrador de status do processador ou PSW. Através desse registrador, o hardware verifica se a instrução pode ou não ser executada pela aplicação, possibilitando proteger o kernel do sistema operacional de um acesso indevido.

7. Compare as arquiteturas monolítica e de camadas. Quais as vantagens e desvantagens de cada arquitetura?

A arquitetura monolítica pode ser comparada com uma aplicação formada por vários módulos que são compilados separadamente e depois linkados, formando um grande e único programa executável, onde os módulos podem interagir livremente. Na arquitetura de camadas, o sistema é dividido em níveis sobrepostos. Cada camada oferece um conjunto de funções que podem ser utilizadas apenas pelas camadas superiores. A vantagem da estruturação em camadas é isolar as funções do sistema operacional, facilitando sua manutenção e depuração, além de criar uma hierarquia de níveis de modos de acesso, protegendo as camadas mais internas. Uma desvantagem para o modelo de camadas é o desempenho. Cada nova camada implica em uma mudança no modo de acesso.

8. Quais as vantagens do modelo de máquina virtual?

Além de permitir a convivência de sistemas operacionais diferentes no mesmo computador, a vantagem desse modelo é criar um isolamento total entre cada VM, oferecendo grande segurança para cada máquina virtual.

9. Como funciona o modelo cliente-servidor na arquitetura microkernel? Quais suas vantagens e desvantagens dessa arquitetura?

Sempre que uma aplicação deseja algum serviço, é realizada uma solicitação ao processo responsável. Neste caso, a aplicação que solicita o serviço é chamada de cliente, enquanto o processo que responde à solicitação é chamado de servidor. Um cliente, que pode ser uma aplicação de um usuário ou um outro componente do sistema operacional, solicita um serviço enviando uma mensagem para o servidor. O servidor responde ao cliente através de uma outra mensagem. A utilização deste modelo permite que os servidores executem em modo usuário, ou seja, não tenham acesso direto a certos componentes do sistema. Apenas o núcleo do sistema, responsável pela comunicação entre clientes e servidores, executa no modo kernel. Como conseqüência, se ocorrer um erro em um servidor, este poderá parar, mas o sistema não ficará inteiramente comprometido, aumentando assim a sua disponibilidade. Outra vantagem é que a arquitetura microkernel permite isolar as funções do sistema operacional por diversos processos servidores pequenos e dedicados a serviços específicos, tornado o núcleo menor, mais fácil de depurar e, conseqüentemente, aumentando sua confiabilidade. Na arquitetura microkernel, o sistema operacional passa a ser de mais fácil manutenção, flexível e de maior portabilidade. Apesar de todas as vantagens deste modelo, sua implementação, na prática, é muito difícil. Primeiro existe o problema de desempenho, devido a necessidade de mudança de modo de acesso a cada comunicação entre clientes e servidores. Outro problema é que certas funções do sistema operacional exigem acesso direto ao hardware, como operações de E/S.

10. Por que a utilização da programação orientada a objetos é um caminho natural para o projeto de sistemas operacionais?

Existe uma série de vantagens na utilização de programação por objetos no projeto e na implementação de sistemas operacionais. Os principais benefícios são: melhoria na organização das funções e recursos do sistema; redução no tempo de desenvolvimento; maior facilidade na manutenção e extensão do sistema; facilidade de implementação do modelo de computação distribuída.

Capítulo 5 – Processo

1. Defina o conceito de processo.

Um processo pode ser definido como o ambiente onde um programa é executado. Este ambiente, além das informações sobre a execução, possui também o quanto de recursos do sistema cada programa pode utilizar, como o espaço de endereçamento, tempo de processador e área em disco.

2. Por que o conceito de processo é tão importante no projeto de sistemas multiprogramáveis?

Através de processos, um programa pode alocar recursos, compartilhar dados, trocar informações e sincronizar sua execução. Nos sistemas multiprogramáveis os processos são executados concorrentemente, compartilhando o uso do processador, memória principal, dispositivos de E/S dentre outros recursos.

3. É possível que um programa execute no contexto de um processo e não execute no contexto de um outro? Por que?

Sim, pois a execução de um programa pode necessitar de recursos do sistema que um processo pode possuir enquanto outro não.

4. Quais partes compõem um processo?

Um processo é formado por três partes, conhecidas como contexto de hardware, contexto de software e espaço de endereçamento, que juntos mantêm todas as informações necessárias à execução de um programa.

5. O que é o contexto de hardware de um processo e como é a implementação da troca de contexto?

O contexto de hardware armazena o conteúdo dos registradores gerais da UCP, além dos registradores de uso específico como program counter (PC), stack pointer (SP) e registrador de status. Quando um processo está em execução, o seu contexto de hardware está armazenado nos registradores do processador. No momento em que o processo perde a utilização da UCP, o sistema salva as informações no contexto de hardware do processo.

6. Qual a função do contexto de software? Exemplifique cada grupo de informação.

No contexto de software são especificadas características e limites dos recursos que podem ser alocados pelo processo, como o número máximo de arquivos abertos simultaneamente, prioridade de execução e tamanho do buffer para operações de E/S. O contexto de software é composto por três grupos de informações sobre o processo: identificação, quotas e privilégios. Ver item 5.2.2.

7. O que é o espaço de endereçamento de um processo?

O espaço de endereçamento é a área de memória pertencente ao processo onde as instruções e dados do programa são armazenados para execução. Cada processo possui seu próprio espaço de endereçamento, que deve ser devidamente protegido do acesso dos demais processos.

8. Como o sistema operacional implementa o conceito de processo? Qual a estrutura de dados indicada para organizar os diversos processos na memória principal?

O processo é implementado pelo sistema operacional através de uma estrutura de dados chamada bloco de controle do processo (Process Control Block — PCB). A partir do PCB, o sistema operacional mantém todas as informações sobre o contexto de hardware, contexto de software e espaço de endereçamento de cada processo.

9. Defina os cinco estados possíveis de um processo?

Estado de Execução: processo que está sendo processado pela UCP no momento.
Estado de Pronto: processo que aguarda para ser executado.
Estado de Espera: processo que aguarda por algum evento ou recurso para prosseguir processamento.
Estado de Criação: processo cujo PCB já foi criado porém ainda não teve seu processamento iniciado.
Estado de Terminado: processo que não pode ter mais nenhum programa executado no seu contexto, porém o sistema operacional mantém suas informações de controle presentes na memória..

10. Dê um exemplo que apresente todas as mudanças de estado de um processo, juntamente com o evento associado a cada mudança.

Livre.

11. Diferencie processos multithreads, subprocessos e processos independentes.

Processos independentes não têm vínculo com os processos criadores. A criação de um processo independente exige a alocação de um PCB, possuindo contextos de hardware, contexto de software e espaço de endereçamento próprios.

Subprocessos são processos criados dentro de uma estrutura hierárquica. Caso um processo pai deixe de existir, os subprocessos subordinados são automaticamente eliminados. Semelhante aos processos independentes, subprocessos possuem seu próprio PCB. Além da dependência hierárquica entre processos e subprocessos, uma outra característica neste tipo de implementação é que subprocessos podem compartilhar quotas com o processo pai. Neste caso, quando um subprocesso é criado, o processo pai cede parte de suas quotas ao processo filho.

Processos multithreads suportam múltiplos threads, cada qual associado a uma parte do código da aplicação. Neste caso não é necessário haver diversos processos para a implementação da concorrência. Threads compartilham o processador da mesma maneira que um processo, ou seja, enquanto um thread espera por uma operação de E/S, outro thread pode ser executado.

12. Explique a diferença entre processos foreground e background.

Um processo foreground é aquele que permite a comunicação direta do usuário com o processo durante o seu processamento. Neste caso, tanto o canal de entrada quanto o de saída estão associados a um terminal com teclado, mouse e monitor, permitindo, assim, a interação com o usuário. Um processo background é aquele onde não existe a comunicação com o usuário durante o seu processamento. Neste caso, os canais de E/S não estão associados a nenhum dispositivo de E/S interativo, mas em geral a arquivos de E/S.

13. Qual a relação entre processo e a arquitetura microkernel?

A arquitetura microkernel baseia-se na utilização de processos em modo usuário para executar diversas funções relativas ao sistema operacional, como gerência de memória e escalonamento.

14. Dê exemplos de aplicações CPU-bound e I/O-bound.

Livre.

15. Justifique com um exemplo a frase “o sinal está para o processo assim como as interrupções e exceções estão para o sistema operacional”.

Quando ocorre uma divisão por zero, por exemplo, o sistema operacional é notificado do problema através de uma exceção. Por sua vez, o sistema deve notificar ao processo que gerou o problema através de um sinal.

16. Explique como a eliminação de um processo utiliza o mecanismo de sinais.

Quando um processo é eliminado, o sistema ativa o sinal associado a este evento. O processo somente será excluído do sistema quando for selecionado para execução. Neste caso, é possível que o processo demore algum período de tempo até ser eliminado de fato.

Capítulo 6 – Thread

1. Como uma aplicação pode implementar concorrência em um ambiente monothread?

Através de processos independentes e subprocessos.

2. Quais os problemas de aplicações concorrentes desenvolvidas em ambientes monothread?

Um problema é que o uso de processos no desenvolvimento de aplicações concorrentes demanda consumo de diversos recursos do sistema. Sempre que um novo processo é criado, o sistema deve alocar recursos para cada processo, consumindo tempo de processador neste trabalho. No caso do término do processo, o sistema dispensa tempo para desalocar recursos previamente alocados.

Outro problema a ser considerado é quanto ao compartilhamento do espaço de endereçamento. Como cada processo possui seu próprio espaço de endereçamento, a comunicação entre processos torna-se difícil e lenta, pois utiliza mecanismos como pipes, sinais, semáforos, memória compartilhada ou troca de mensagem.

3. O que é um thread e quais as vantagens em sua utilização?

Um thread pode ser definido como uma subrotina de um programa que pode ser executada de forma assíncrona, ou seja, executada paralelamente ao programa chamador. A grande vantagem no uso de threads é a possibilidade de minimizar a alocação de recursos do sistema, além de diminuir o overhead na criação, troca e eliminação de processos.

4. Explique a diferença entre unidade de alocação de recursos e unidade de escalonamento?

Em ambientes monothread, o processo é ao mesmo tempo a unidade de alocação de recursos e a unidade de escalonamento. A independência entre os conceitos de processo e thread permite separar a unidade de alocação de recursos da unidade de escalonamento, que em ambientes monothread estão fortemente relacionadas. Em um ambiente multithread, a unidade de alocação de recursos é o processo, onde todos os seus threads compartilham o espaço de endereçamento, descritores de arquivos e dispositivos de E/S. Por outro lado, cada thread representa uma unidade de escalonamento independente e, neste caso, o sistema não seleciona um processo para a execução, mas sim um de seus threads.

5. Quais as vantagens e desvantagens do compartilhamento do espaço de endereçamento entre threads de um mesmo processo?

Como threads de um mesmo processo compartilham o mesmo espaço de endereçamento, não existe qualquer proteção no acesso à memória, permitindo que um thread possa alterar facilmente dados de outros. Para que threads trabalhem de forma cooperativa, é fundamental que a aplicação implemente mecanismos de comunicação e sincronização entre threads, a fim de garantir o acesso seguro aos dados compartilhados na memória. Por outro lado, o compartilhamento do espaço de endereámento é extremamente simples e rápido.

6. Compare os pacotes de threads em modo usuário e modo kernel?

Threads em modo usuário (TMU) são implementados pela aplicação e não pelo sistema operacional. Para isso, deve existir uma biblioteca de rotinas que possibilita à aplicação realizar tarefas como criação/eliminação de threads, troca de mensagens entre threads e uma política de escalonamento. Neste modo, o sistema operacional não sabe da existência de múltiplos threads, sendo responsabilidade exclusiva da aplicação gerenciar e sincronizar os diversos threads existentes.

Threads em modo kernel (TMK) são implementadas diretamente pelo núcleo do sistema operacional, através de chamadas a rotinas do sistema que oferecem todas as funções de gerenciamento e sincronização. O sistema operacional sabe da existência de cada thread e pode escaloná-los individualmente. No caso de múltiplos processadores, os threads de um mesmo processo podem ser executados simultaneamente.

7. Qual a vantagem do scheduler activations comparado ao pacote híbrido?

A principal vantagem é melhorar o desempenho no seu uso evitando as mudanças de modos de acesso desnecessárias (usuário-kernel-usuário). Caso um thread utilize uma chamada ao sistema que o coloque no estado de espera, não é necessário que o kernel seja ativado, bastando que a própria biblioteca em modo usuário escalone outro thread. Isto é possível porque a biblioteca em modo usuário e o kernel se comunicam e trabalham de forma cooperativa. Cada camada implementa seu escalonamento de forma independente, porém trocando informações quando necessário.

8. Dê exemplos do uso de threads no desenvolvimento de aplicativos, como editores de textos e planilhas eletrônicas.

Livre.

9. Como o uso de threads pode melhorar o desempenho de aplicações paralelas em ambientes com múltiplos processadores?

Para obter os benefícios do uso de threads, uma aplicação deve permitir que partes diferentes do seu código sejam executadas em paralelo de forma independente. O uso de uma arquitetura com múltiplos processasdores beneficia a concorrência entre os threads com a possibilidade do paralelismo de execução entre processadores.

10. Quais os benefícios do uso de threads em ambientes cliente-servidor?

O principal benefício do uso de threads em ambientes cliente-servidor é a melhoria no desempenho da aplicação servidora. Além disso, a comunicação entre os threads no servidor pode ser feita através de mecanismos mais simples e eficientes.

11. Como o uso de threads pode ser útil em arquiteturas microkernel?

A arquitetura microkernel utiliza processos para implementar funções relativas ao kernel do sistema operacional, sendo que esses processos são utilizados como servidores quando algum cliente necessita de algum serviço do sistema. Arquiteturas que implementam threads, possibilitam um melhor desempenho dos processos servidores.

Capítulo 7 – Sincronização e Comunicação entre Processos

1. Defina o que é uma aplicação concorrente e dê um exemplo de sua utilização.

É uma aplicação estruturada de maneira que partes diferentes do código do programa possam executar concorrentemente. Este tipo de aplicação tem como base a execução cooperativa de múltiplos processos ou threads, que trabalham em uma mesma tarefa na busca de um resultado comum.

2. Considere uma aplicação que utilize uma matriz na memória principal para a comunicação entre vários processos concorrentes. Que tipo de problema pode ocorrer quando dois ou mais processos acessam uma mesma posição da matriz?

Caso não haja uma gerência no uso concorrente dos recursos compartilhados, inconsistências nos dados podem ocorrer.

3. O que é exclusão mútua e como é implementada?

É impedir que dois ou mais processos acessem um mesmo recurso simultaneamente. Para isso, enquanto um processo estiver acessando determinado recurso, todos os demais processos que queiram acessá-lo deverão esperar pelo término da utilização do recurso

4. Como seria possível resolver os problemas decorrentes do compartilhamento da matriz, apresentado anteriormente, utilizando o conceito de exclusão mútua?

Garantindo na aplicação que somente um único processo pode estar acessando a matriz por vez.

5. O que é starvation e como podemos solucionar esse problema?

Starvation é a situação onde um processo nunca consegue executar sua região crítica e, conseqüentemente, acessar o recurso compartilhado. A solução para o problema depende de estabelecimentos de mecanismos de acesso pelo sistema operacional que garantam o acesso ao recurso por todos os processos que solicitarem uso.

6. Qual o problema com a solução que desabilita as interrupções para implementar a exclusão mútua?

Essa solução apesar de simples, apresenta algumas limitações. Primeiramente, a multiprogramação pode ficar seriamente comprometida, já que a concorrência entre processos tem como base o uso de interrupções. Um caso mais grave poderia ocorrer caso um processo desabilitasse as interrupções e não tornasse a habilitá-las. Nesse caso, o sistema, provavelmente, teria seu funcionamento seriamente comprometido.

Em sistemas com múltiplos processadores, esta solução torna-se ineficiente devido ao tempo de propagação quando um processador sinaliza aos demais que as interrupções devem ser habilitadas ou desabilitadas. Outra consideração é que o mecanismo de clock do sistema é implementado através de interrupções, devendo esta solução ser utilizada com bastante critério.

7. O que é espera ocupada e qual o seu problema?

Na espera ocupada, toda vez que um processo não consegue entrar em sua região crítica, por já existir outro processo acessando o recurso, o processo permanece em looping, testando uma condição, até que lhe seja permitido o acesso. Dessa forma, o processo em looping consome tempo do processador desnecessariamente, podendo ocasionar problemas ao desempenho do sistema.

8. Explique o que é sincronização condicional e dê um exemplo de sua utilização.

Sincronização condicional é uma situação onde o acesso ao recurso compartilhado exige a sincronização de processos vinculada a uma condição de acesso. Um recurso pode não se encontrar pronto para uso devido a uma condição específica. Nesse caso, o processo que deseja acessá-lo deverá permanecer bloqueado até que o recurso fique disponível. Um exemplo clássico desse tipo de sincronização é a comunicação entre dois processos através de operações de gravação e leitura em um buffer.

9. Explique o que são semáforos e dê dois exemplos de sua utilização: um para a solução da exclusão mútua e outro para a sincronização condicional.

Um semáforo é uma variável inteira, não negativa, que só pode ser manipulada por duas instruções: DOWN e UP. Ver itens 7.7.1 e 7.7.2.

10. Apresente uma solução para o problema dos Filósofos que permita que os cinco pensadores sentem à mesa, porém evite a ocorrência de starvation e deadlock.

Livre.

11. Explique o que são monitores e dê dois exemplos de sua utilização: um para a solução da exclusão mútua e outro para a sincronização condicional.

Monitores são mecanismos de sincronização de alto nível que torna mais simples o desenvolvimento de aplicações concorrentes. Ver itens 7.8.1 e 7.8.2.

12. Qual a vantagem da forma assíncrona de comunicação entre processos e como esta pode ser implementada?

A vantagem deste mecanismo é aumentar a eficiência de aplicações concorrentes. Para implementar essa solução, além da necessidade de buffers para armazenar as mensagens, devem haver outros mecanismos de sincronização que permitam ao processo identificar se uma mensagem já foi enviada ou recebida.

13. O que é deadlock, quais as condições para obtê-lo e quais as soluções possíveis?

Deadlock é a situação em que um processo aguarda por um recurso que nunca estará disponível ou um evento que não ocorrerá. Para que ocorra a situação de deadlock, quatro condições são necessárias simultaneamente:

- exclusão mútua: cada recurso só pode estar alocado a um único processo em um determinado instante;
- espera por recurso: um processo, além dos recursos já alocados, pode estar esperando por outros recursos;
- não-preempção: um recurso não pode ser liberado de um processo só porque outros processos desejam o mesmo recurso;
- espera circular: um processo pode ter de esperar por um recurso alocado a outro processo e vice-versa.

Para prevenir a ocorrência de deadlocks, é preciso garantir que uma das quatro condições apresentadas, necessárias para sua existência, nunca se satisfaça. A prevenção de deadlocks evitando-se a ocorrência de qualquer uma das quatro condições é bastante limitada e, por isso, na prática não é utilizada. Uma solução conhecida como Algoritmo do Banqueiro (implementada com a presença das quatro condições) também possui várias limitações. A maior delas é a necessidade de um número fixo de processos ativos e de recursos disponíveis no sistema. Essa limitação impede que a solução seja implementada na prática, pois é muito difícil prever o número de usuários no sistema e o número de recursos disponíveis.

14. Em uma aplicação concorrente que controla saldo bancário em contas correntes, dois processos compartilham uma região de memória onde estão armazenados os saldos dos clientes A e B. Os processos executam, concorrentemente os seguintes passos:

Processo 1 (Cliente A)

```
/* saque em A */
1a. x := saldo_do_cliente_A;
1b. x := x - 200;
1c. saldo_do_cliente_A := x;

/* deposito em B */
1d. x := saldo_do_cliente_B;
1e. x := x + 100;
1f. saldo_do_cliente_B := x;
```

Processo 2 (Cliente B)

```
/*saque em A */
2a. y := saldo_do_cliente_A;
2b. y := y - 100;
2c. saldo_do_cliente_A := y;

/* deposito em B */
2d. y := saldo_do_cliente_B;
2e. y := y + 200;
2f. saldo_do_cliente_B := y;
```

Supondo que os valores dos saldos de A e B sejam, respectivamente, 500 e 900, antes de os processos executarem, pede-se:

a) Quais os valores corretos esperados para os saldos dos clientes A e B após o término da execução dos processos?

Cliente A = 200 e Cliente B = 1.200

b) Quais os valores finais dos saldos dos clientes se a sequência temporal de execução das operações for: 1a, 2a, 1b, 2b, 1c, 2c, 1d, 2d, 1e, 2e, 1f, 2f?

Cliente A = 400 e Cliente B = 1.100

c) Utilizando semáforos, proponha uma solução que garanta a integridade dos saldos e permita o maior compartilhamento possível dos recursos entre os processos, não esquecendo a especificação da inicialização dos semáforos.

Processo 1 (Cliente A)

```
/* saque em A */
Down (S1)
x := saldo_do_cliente_A;
x := x - 200;
saldo_do_cliente_A := x;
Up (S1)

/* deposito em B */
Down (S2)
x := saldo_do_cliente_B;
x := x + 100;
saldo_do_cliente_B := x;
Up (S2)
```

Processo 2 (Cliente B)

```
/*saque em A */
Down (S1)
y := saldo_do_cliente_A;
y := y - 100;
saldo_do_cliente_A := y;
Up (S1)

/* deposito em B */
Down (S2)
y := saldo_do_cliente_B;
y := y + 200;
saldo_do_cliente_B := y;
Up (S2)
```

15. O problema dos leitores/escritores, apresentado a seguir, consiste em sincronizar processos que consultam/atualizam dados em uma base comum. Pode haver mais de um leitor lendo ao mesmo tempo; no entanto, enquanto um escritor está atualizando a base, nenhum outro processo pode ter acesso a ela (nem mesmo leitores).

```
VAR  Acesso: Semaforo := 1;
     Exclusao: Semaforo := 1;
     Nleitores: integer := 0;

PROCEDURE Escritor;
BEGIN
    ProduzDado;
    DOWN (Acesso);
    Escreve;
    UP (Acesso);
END;

PROCEDURE Leitor;
BEGIN
    DOWN (Exclusao);
    Nleitores := Nleitores + 1;
    IF ( Nleitores = 1 ) THEN DOWN (Acesso);
    UP (Exclusao);
```

```
        Leitura;
        DOWN (Exclusao);
        Nleitores := Nleitores - 1;
        IF ( Nleitores = 0 ) THEN UP (Acesso);
        UP (Exclusao);
        ProcessaDado;
    END;
```

a) Suponha que exista apenas um leitor fazendo acesso à base. Enquanto este processo realiza a leitura, quais os valores das três variáveis?
Acesso=0 Exclusao=1 Nleitores=1

b) Chega um escritor enquanto o leitor ainda está lendo. Quais os valores das três variáveis após o bloqueio do escritor ? Sobre qual(is) semáforo(s) se dá o bloqueio?
Acesso=0 Exclusao=1 Nleitores=1, o bloqueio ocorre no semáforo Acesso.

c) Chega mais um leitor enquanto o primeiro ainda não acabou de ler e o escritor está bloqueado. Descreva os valores das três variáveis quando o segundo leitor inicia a leitura.
Acesso=0 Exclusao=1 Nleitores=2

d) Os dois leitores terminam simultaneamente a leitura. É possível haver problemas quanto à integridade do valor da variável nleitores? Justifique.
Não, pois a exclusão mútua a esta variável é implementada pelo semáforo Exclusao.

e) Descreva o que acontece com o escritor quando os dois leitores terminam suas leituras. Descreva os valores das três variáveis quando o escritor inicia a escrita.
O processo Escritor inicia a escrita. Acesso=0 Exclusao=1 Nleitores=0

f) Enquanto o escritor está atualizando a base, chagam mais um escritor e mais um leitor. Sobre qual(is) semáforo(s) eles ficam bloqueados? Descreva os valores das três variáveis após o bloqueio dos recém-chegados.
Os processo ficam bloqueados no semáforo Acesso. Acesso=0 Exclusao=0 Nleitores=1

g) Quando o escritor houver terminado a atualização, é possível prever qual dos processos bloqueados (leitor ou escritor) terá acesso primeiro à base?
Não, em geral os sistemas operacionais utilizam a escolha randômica dentre os processos em estado de espera.

h) Descreva uma situação onde os escritores sofram starvation (adiamento indefinido).
Caso um processo Escritor esteja aguardando, bloqueado pelo semáforo Acesso, e sempre surgirem novos processos Leitor, o processo Escritor pode nunca ganhar acesso ao recurso.

Capítulo 8 – Gerência do Processador

1. O que é política de escalonamento de um sistema operacional?

Uma política de escalonamento é composta por critérios estabelecidos para determinar qual processo em estado de pronto será escolhido para fazer uso do processador.

2. Quais as funções do escalonador e do dispatcher?

O escalonador é uma rotina do sistema operacional que tem como principal função implementar os critérios da política de escalonamento. O dispatcher é responsável pela troca de contexto dos processos após o escalonador determinar qual processo deve fazer uso do processador.

3. Quais os principais critérios utilizados em uma política de escalonamento?

Utilização do processador, throughput, tempo de Processador (tempo de UCP), tempo de espera, tempo de turnaround e tempo de resposta.

4. Diferencie os tempos de processador, espera, turnaround e resposta.

Tempo de processador ou tempo de UCP é o tempo que um processo leva no estado de execução durante seu processamento. Tempo de espera é o tempo total que um processo permanece na fila de pronto durante seu processamento, aguardando para ser executado. Tempo de turnaround é o tempo que um processo leva desde a sua criação até ao seu término, levando em consideração todo o tempo gasto na espera para alocação de memória, espera na fila de pronto (tempo de espera), processamento na UCP (tempo de processador) e na fila de espera, como nas operações de E/S. Tempo de resposta é o tempo decorrido entre uma requisição ao sistema ou à aplicção e o instante em que a resposta é exibida..

5. Diferencie os escalonamentos preemptivos e não-preemptivos.

No escalonamento preemptivo, o sistema operacional pode interromper um processo em execução e passá-lo para o estado de pronto, com o objetivo de alocar outro processo na UCP. No escalonamento não-preemptivo, quando um processo está em execução, nenhum evento externo pode ocasionar a perda do uso do processador. O processo somente sai do estado de execução, caso termine seu processamento ou execute instruções do próprio código que ocasionem uma mudança para o estado de espera.

6. Qual a diferença entre os escalonamentos FIFO e circular?

O FIFO é um escalonamento não-preemptivo onde o processo que chegar primeiro ao estado de pronto é o selecionado para execução. Este algoritmo é bastante simples, sendo necessária apenas uma fila, onde os processos que passam para o estado de pronto entram no seu final e são escalonados quando chegam ao seu início. Quando um processo vai para o estado de espera, o primeiro processo da fila de pronto é escalonado. Todos os processos quando saem do estado de espera entram no final da fila de pronto. O Circular é um escalonamento preemptivo, projetado especialmente para sistemas de tempo compartilhado. Esse algoritmo é bastante semelhante ao FIFO, porém, quando um processo passa para o estado de execução, existe um tempo limite para o uso contínuo do processador denominado fatia de tempo (time-slice) ou quantum.

7. Descreva o escalonamento SJF e o escalonamento por prioridades.

No escalonamento SJF, o algoritmo de escalonamento seleciona o processo que tiver o menor tempo de processador ainda por executar. Dessa forma, o processo em estado de pronto que necessitar de menos tempo de UCP para terminar seu processamento é selecionado para execução. O escalonamento por prioridades é um escalonamento do tipo preemptivo realizado com base em um valor associado a cada processo denomidado prioridade de execução. O processo com maior prioridade no estado de pronto é sempre o escolhido para execução e processos com valores iguais são escalonados seguindo o critério de FIFO. Neste escalonamento, o conceito de fatia de tempo não existe, conseqüentemente, um processo em execução não pode sofrer preempção por tempo.

8. Qual a diferença entre preempção por tempo e preempção por prioridade?

Preempção por tempo ocorre quando o sistema operacional interrompe o processo em execução em função da expiração da sua fatia de tempo, substituindo-o por outro processo. Preempção por prioridade, ocorre quando o sistema operacional interrompe o processo em execução em função de um processo entrar em estado de pronto com prioridade superior ao do processo em execução.

9. O que é um mecanismo de escalonamento adaptativo?

É um mecanismo onde o sistema operacional identifica o comportamento dos processos durante sua execução adaptando as políticas de escalonamento dinamicamente.

10. Que tipo de escalonamento aplicações de tempo real exigem?

Escalonamento por prioridades onde é possível atribuir prioridades aos processos em função da sua importância. Além disso, o mecanismo de preempção por prioridades garante o escalonamento imediato de processos críticos quando esses passam para o estado de pronto.

11. O escalonamento por múltiplas filas com realimentação favorece processos CPU-bound ou I/O-bound? Justifique.

Processos I/O-bound são favorecidos neste tipo de escalonamento. Como a probabilidade desse tipo de processo sofrer preempção por tempo é baixa, a tendência é que os processos I/O-bound permaneçam nas filas de alta prioridade enquanto os processos CPU-bound tendem a posicionar-se nas filas de prioridade mais baixa.

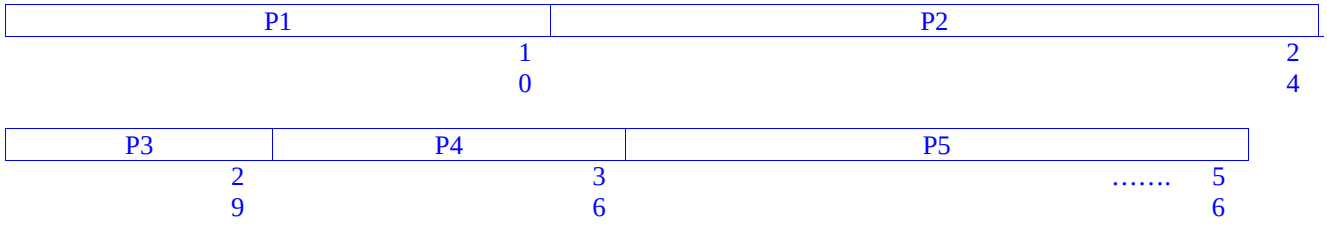
12. Considere que cinco processos sejam criados no instante de tempo 0 (P1 , P2 , P3 , P4 e P5) e possuam as características descritas na tabela a seguir:

Processo	Tempo de UCP	Prioridade
P1	10	3
P2	14	4
P3	5	1
P4	7	2
P5	20	5

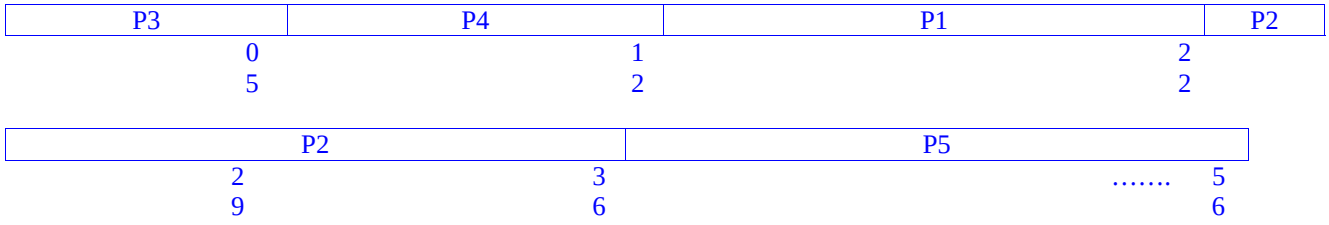
Desenhe um diagrama ilustrando o escalonamento dos processos e seus respectivos tempos de turnaround, segundo as políticas especificadas a seguir. O tempo de troca de contexto deve ser desconsiderado.

a) FIFO
b) SJF
c) Prioridade (número menor implica prioridade maior)
d) Circular com fatia de tempo igual a 2 u.t.

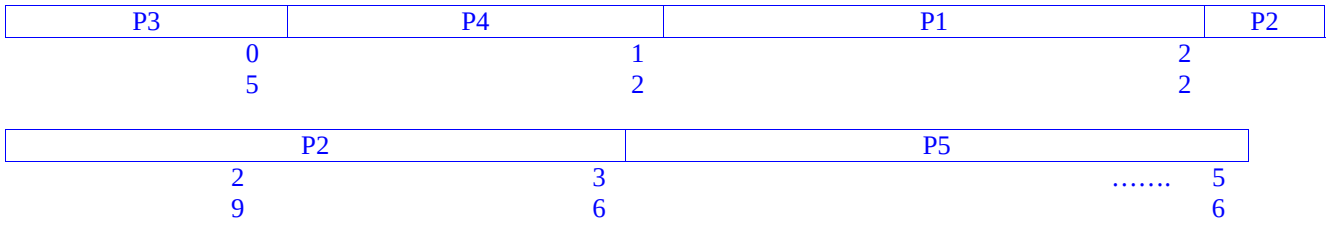
a)



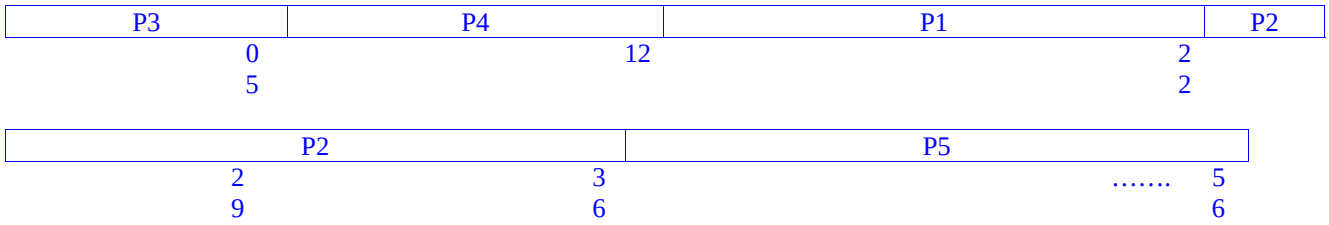
b)



c)



d)



13. Considere um sistema operacional com escalonamento por prioridades onde a avaliação do escalonamento é realizada em um intervalo mínimo de 5ms. Neste sistema, os processos A e B competem por uma única UCP. Desprezando os tempos de processamento relativo às funções do sistema operacional, a tabela a seguir fornece os estados dos processos A e B ao longo do tempo, medido em intervalos de 5 ms (E=execução, P=pronto e W=espera). O processo A tem menor prioridade que o processo B.

	00-04	05-09	10-14	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49
ProcessoA	P	P	E	E	E	P	P	P	E	W
Processo B	E	E	W	W	P	E	E	E	W	W

	50-54	55-59	60-64	65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	90-94	95-99	100- 105
Processo A	P	E	P	P	E	E	W	W	P	E	E
Processo B	W	P	E	E	W	W	P	E	E	-	-

a) Em que tempos A sofre preempção?
   Instantes 24-25, 59-60
b) Em que tempos B sofre preempção?
   Nunca, pois o processo B possui maior prioridade do que o processo A.
c) Refaça a tabela anterior supondo que o processo A é mais prioritário que o processo B.

	00-04	05-09	10-14	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49
ProcessoA	E	E	E	E	W	P	E	E	E	W
Processo B	P	P	P	P	E	E	W	W	P	E

	50-54	55-59	60-64	65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	90-94	95-99	100-105	106- 115
Processo A	W	P	E	E	-	-	-	-	-	-	-	-
Processo B	E	E	W	W	W	P	E	E	W	W	P	E

14. Como o valor do quantum pode afetar o grau de multiprogramação em um sistema operacional? Qual a principal desvantagem de um quantum com um valor muito pequeno?

Um valor de quantum grande pode prejudicar a multiprogramação, na medida em que a ocorrência de preempções por tempo é reduzida, favorecendo os processos CPU-bound e prejudicando os processos I/O-bound. Um valor de quantum pequeno ocasionaria um grande overhead ao sistema devido a alta frequência de mudanças de contexto geradas pelas frequentes preempções por tempo.

15. Considere um sistema operacional que implemente escalonamento circular com fatia de tempo igual a 10 u.t.. Em um determinado instante de tempo, existem apenas três processos (P1, P2 e P3) na fila de pronto, e o tempo de UCP de cada processo é 18, 4 e 13 u.t, respectivamente. Qual o estado de cada processo no instante de tempo T, considerando a execução dos processos P1, P2 e P3, nesta ordem, e que nenhuma operação de E/S é realizada?

    a) T = 8 u.t.
    P1: Execução, P2:Pronto, P3:Pronto
    b) T = 11 u.t.
    P1: Pronto, P2:Execução, P3:Pronto
    c) T = 33 u.t.
    P1: Terminado, P2:Terminado, P3:Execução

16. Considere um sistema operacional que implemente escalonamento circular com fatia de tempo igual a 10 u.t. Em um determinado instante de tempo, existem apenas três processos (P1, P2 e P3) na fila de pronto, e o tempo de UCP de cada processo é 14, 4 e 12 u.t, respectivamente. Qual o estado de cada processo no instante de tempo T, considerando a execução dos processos P1, P2 e P3, nesta ordem, e que apenas o processo P1 realiza operações de E/S? Cada operação de E/S é executada após 5 u.t. e consome 10 u.t.

    a) T = 8 u.t.
    P1: Espera, P2:Execução, P3:Pronto
    b) T = 18 u.t.
    P1: Pronto, P2:Terminado, P3:Execução
    c) T = 28 u.t.
    P1: Espera, P2:Terminado, P3:Terminado

17. Existem quatro processos (P1, P2, P3 e P4) na fila de pronto, com tempos de UCP estimados em 9, 6, 3 e 5, respectivamente. Em que ordem os processos devem ser executados para minimizar o tempo de turnaround dos processos?

A melhor política para minimizar o tempo de turnaround seria utilizar o escalonamento SJF na sequência de execução P3, P4, P2 e P1.

18. Considere a tabela a seguir onde

Processo	Tempo de UCP	Prioridade
P1	40	4
P2	20	2
P3	50	1
P4	30	3

    Qual o tempo de turnaround médio dos processos considerando o tempo de troca de contexto igual a 0 e a 5 u.t. para os seguintes escalonamentos:

a) FCFS

Com troca de contexto = 0 u.t.

P1	P2	P3	P4
0 4 0	0 6 0	1 1 0	

P4
1 4 0

Com troca de contexto = 5 u.t.

P1		P2		P3
0 0 4 4 0 5		0 0 6 7 5 0		1 2 0

	P4
1 2 5	1 5 5

b) SJF

Com troca de contexto = 0 u.t.

P2	P4	P1	P3
0 2 0	0 5 0	0 9 0	

P3
1 4 0

Com troca de contexto = 5 u.t.

P2		P4		P1		P3
0 0 2 2 0 5		0 0 5 6 5 0		1 1 0 0 0 5		

P3
1 5 5

c) Circular com fatia de tempo igual a 20 u.t.

Com troca de contexto = 0 u.t.

P1	P2	P3	P4	P1	P3
0	0	0	0	1	1
2	4	6	8	0	2
0	0	0	0	0	0

P4	P3
1	1
3	4
0	0

Com troca de contexto = 5 u.t.

P1		P2		P3		P4		P1
0	0	0	0	0	0	0	1	1
2	2	4	5	7	7	9	0	2
0	5	5	0	0	5	5	0	0

	P3		P4		P3
1	1	1	1	1	1
2	4	5	6	6	7
5	5	0	0	5	5

Capítulo 9 – Gerência de Memória

1. Quais as funções básicas da gerência de memória?

Maximizar o número de processos na memória, permitir a execução de programas maiores que a memória física, compartilhamento de dados na memória e proteção da memória utilizada por cada processo e pelo sistema operacional.

2. Considere um sistema computacional com 40Kb de memória principal e que utilize um sistema operacional de 10Kb que implemente alocação contígua de memória. Qual a taxa de subutilização da memória principal para um programa que ocupe 20Kb de memória?

Considerando que o sistema opeacional e o programa somados ocupam ¾ da memória principal, temos 25% de subutilização da memória.

3. Suponha um sistema computacional com 64Kb de memória principal e que utilize um sistema operacional de 14Kb que implemente alocação contígua de memória. Considere também um programa de 90Kb, formado por um módulo principal de 20Kb e três módulos independentes, cada um com 10Kb, 20Kb e 30Kb. Como o programa poderia ser executado utilizando-se apenas a técnica de overlay?

Como existe apenas 50Kb para a execução do programa, a memória deve ser dividida em duas áreas: uma para o módulo principal (20Kb) e outra de overlay para a carga dos módulos, em função do tamanho do maior módulo (30 Kb).

4. Considerando o exercício anterior, se o módulo de 30Kb tivesse seu tamanho aumentado para 40Kb, seria possível executar o programa? Caso não possa, como o problema poderia ser contornado?

Não. No caso de não haver como aumentar o espaço de memória real, a única solução seria tentar alterar o programa de forma que o módulo de 40Kb pudesse ser dividido em outros módulos menores independentes.

5. Qual a diferença entre fragmentação interna e externa da memória principal?

Fragmentação interna ocorre em espaços livres e contíguos na memória principal que são pré-alocados por processos, não possibilitando, portanto, o uso por outros processos. Fragmentação externa ocorre em espaços livres e contínuos, porém tão pequenos que não possibilitam a alocação de programas por processos.

6. Suponha um sistema computacional com 128Kb de memória principal e que utilize um sistema operacional de 64Kb que implementa alocação particionada estática relocável. Considere também que o sistema foi inicializado com três partições: P1 (8Kb), P2 (24Kb) e P3 (32Kb). Calcule a fragmentação interna da memória principal após a carga de três programas: PA, PB e PC.

   a) P1 ← PA (6Kb); P2 ← PB (20Kb); P3 ← PC (28Kb)
   2Kb, 4Kb, 4Kb

   b) P1 ← PA (4Kb); P2 ← PB (16Kb); P3 ← PC (26Kb)
   4Kb, 8Kb, 6Kb

   c) P1 ← PA (8Kb); P2 ← PB (24Kb); P3 ← PC (32Kb)
   não há fragmentação interna

7. Considerando o exercício anterior, seria possível executar quatro programas concorrentemente utlizando apenas a técnica de alocação particionada estática relocável? Se for possível, como? Considerando ainda o mesmo exercício, seria possível executar um programa de 36Kb? Se for possível como?

Somente seria possível executar quatro programas concorrentemente alterando a configuração das partições do sistema e criando uma quarta partição. No segundo cado, seria possível executar um programa de 36Kb alterando a configuração do sistema, aumentando uma das partições e reduzindo as demais.

8. Qual a limitação da alocação particionada estática absoluta em relação a alocação estática relocável?

A grande diferença entre a alocação particionada estática absoluta e a alocação estática relocável é o local na memória principal onde programa é carregado. Na alocação absoluta, um programa pode apenas ser carregado a partir de um único endereço, consequentemente em uma única partição. Na alocação relocável, um programa pode ser carregado a partir de qualquer endereço ou partição.

9. Considere que os processos da tabela a seguir estão aguardando para serem executados e que cada um permanecerá na memória durante o tempo especificado. O sistema operacional ocupa uma área de 20Kb no início da memória e gerencia a memória utilizando um algoritmo de particionamento dinâmico modificado. A memória total disponível no sistema é de 64Kb e é alocada em blocos múltiplos de 4Kb. Os processos são alocados de acordo com sua identificação (em ordem crescente) e irão aguardar até obter a memória que necessitam. Calcule a perda de memória por fragmentação interna e externa sempre que um processo é colocado ou retirado da memória. O sistema operacional compacta a memória apenas quanto existem duas ou mais partições livres adjacentes.

Processos	Memória	Tempo
1	30Kb	5
2	6Kb	10
3	36Kb	5

No instante de tempo inicial, com a alocação dos processos por ordem crescente e alocação em múltiplos de 4Kb, a memória terá a seguinte disposição:

Sistema Operacional	20 Kb
Partição do Processo 1	32 Kb (30 Kb úteis)
Partição do Processo 2	8 Kb (6 Kb úteis)
Área Livre	4 Kb

Fragmentação interna na Partição do Processo 1: 2 Kb
Fragmentação interna na Partição do Processo 2: 2 Kb
Fragmentação externa: não há

No instante de tempo 5: O processo 1 termina sua execução.

Sistema Operacional	20 Kb
Área Livre	32 Kb
Partição do Processo 2	8 Kb (6 Kb úteis)
Área Livre	4 Kb

Fragmentação interna na Partição do Processo 2: 2 Kb
Fragmentação externa: 36 Kb

No instante de tempo 10: O processo 2 termina sua execução.

Sistema Operacional	20 Kb
Partição do Processo 3	36 Kb (36 Kb úteis)
Área Livre	8 Kb

Fragmentação interna na Partição do Processo 3: não há
Fragmentação externa: não há

10. Considerando as estratégias para escolha da partição dinamicamente, conceitue as estratégias best-fit e worst-fit especificando prós e contras de cada uma.

Ver item 9.5.3.

11. Considere um sistema que possua as seguintes área livres na memória principal, ordenadas crescentemente: 10Kb, 4Kb, 20Kb, 18Kb, 7Kb, 9Kb, 12Kb e 15Kb. Para cada programa abaixo, qual seria a partição alocada utilizando-se as estratégias first-fit, best-fit e worst-fit (Tanenbaum, 1992)?

a) 12Kb
b) 10Kb
c) 9Kb

First-fit: 20Kb, 10Kb e 18Kb
Best-fit: 12Kb, 10Kb e 9Kb.
Worst-fit: 20Kb, 18Kb e 15Kb.

12. Um sistema utiliza alocação particionada dinâmica como mecanismo de gerência de memória. O sistema operacional aloca uma área de memória total de 50Kb e possui, inicialmente, os programas da tabela a seguir:

5 Kb	Programa A
3 Kb	Programa B
10 Kb	Livre
6 Kb	Programa C
26 Kb	Livre

Realize as operações abaixo sequencialmente, mostrando o estado da memória após cada uma delas. Resolva a questão utilizando as estratégias best-fit, worst-fit e first-fit.

a) alocar uma área para o programa D que possui 6 Kb;
b) liberar a área do programa A;
c) alocar uma área para o programa E que possui 4 Kb.

Best-fit:

(a)

5 Kb	Programa A
3 Kb	Programa B
6 Kb	Programa D
4 Kb	Livre
6 Kb	Programa C
26 Kb	Livre

(b)

5 Kb	Livre
3 Kb	Programa B
6 Kb	Programa D
4 Kb	Livre
6 Kb	Programa C
26 Kb	Livre

(c)

5 Kb	Livre
3 Kb	Programa B
6 Kb	Programa D
4 Kb	Program E
6 Kb	Programa C
26 Kb	Livre

Worst-fit:

(a)

5 Kb	Programa A
3 Kb	Programa B
10 Kb	Livre
6 Kb	Programa C
6 Kb	Programa D
20 Kb	Livre

(b)

5 Kb	Livre
3 Kb	Programa B
10 Kb	Livre
6 Kb	Programa C
6 Kb	Programa D
20 Kb	Livre

(c)

5 Kb	Livre
3 Kb	Programa B
10 Kb	Livre
6 Kb	Programa C
6 Kb	Programa D
4 Kb	Programa E
16 Kb	Livre

First-fit:

(a)

5 Kb	Programa A
3 Kb	Programa B
6 Kb	Programa D
4 Kb	Livre
6 Kb	Programa C
26 Kb	Livre

(b)

5 Kb	Livre
3 Kb	Programa B
6 Kb	Programa D
4 Kb	Livre
6 Kb	Programa C
26 Kb	Livre

(c)

4 Kb	Programa E
1 Kb	Livre
3 Kb	Programa B
6 Kb	Programa D
4 Kb	Livre
6 Kb	Programa C
26 Kb	Livre

13. O que é swapping e para que é utilizada esta técnica?

A técnica de swapping foi introduzida para contornar o problema da insuficiência de memória principal. Essa técnica é aplicada à gerência de memória para programas que esperam por memória livre para serem executados. Nesta situação, o sistema escolhe um processo residente, que é transferido da memória principal para a memória secundária (swap out), geralmente disco. Posteriormente, o processo é carregado de volta da memória secundária para a memória principal (swap in) e pode continuar sua execução como se nada tivesse ocorrido.

14. Por que é importante o uso de um loader com relocação dinâmica para que a técnica de swapping possa ser implementada?

O loader com relocação dinâmica permite que os programas possam ser retirados da memória principal para a memória secundária e trazidos novamente para a memória principal em qualquer posição.

Capítulo 10 – Gerência de Memória Virtual

1. Quais os benefícios oferecidos pela técnica de memória virtual? Como este conceito permite que um programa e seus dados ultrapassem os limites da memória principal?

Os principais benefícios da técnica de memória virtual são possibilitar que programas e dados sejam armazenados independente do tamanho da memória principal, permitir um número maior de processos compartilhando a memória principal e minimizar o problema da fragmentação. O que possibilita que um programa e seus dados ultrapassem os limites da memória principal é a técnica de gerência de memória virtual que combina as memórias principal e secundária, estendendo o espaço de endereçamento dos processos.

2. Explique como um endereço virtual de um processo é traduzido para um endereço real na memória principal?

Ver item 10.4.

3. Por que o mapeamento deve ser feito em blocos e não sobre células individuais? Apresente um exemplo numérico.

Porque caso o mapeamento fosse realizado para cada célula na memória principal, o espaço ocupado pelas tabelas de mapeamento seria tão grande quanto o espaço de endereçamento virtual de cada processo, o que inviabilizaria a implementação do mecanismo de memória virtual. Um processo em um sistema computacional com arquitetura de 32 bits poderia ter 4 G endereços virtuais e, consequentemente, tabelas de mapeamento com 4 G entradas.

4. Qual a principal diferença entre os sistemas que implementam paginação e segmentação?

A principal diferença entre os dois sistemas está relacionada a forma como o espaço de endereçamento virtual está dividido logicamente. Na paginação, o espaço de endereçamento está dividido em blocos com o mesmo número de endereços virtuais (páginas), enquanto que na segmentação o tamanho dos blocos pode variar (segmentos).

5. Diferencie página virtual de uma página real.

Página virtual é um conjunto de endereços virtuais que faz parte do espaço de endereçamento virtual de um processo. Página real é um conjunto de endereços reais localizado na memória principal. A página real está sempre associada a uma página virtual.

6. O que são tabelas de páginas e tabelas de segmentos?

São tabelas de mapeamento, utilizadas no mecanismo de memória virtual, que possibilitam que endereços virtuais sejam traduzidos em endereços reais.

7. Para que serve o bit de validade nas tabelas de páginas e segmentos?

Para indicar se a página ou o segmento em questão encontra-se na memória principal.

8. O que é um page fault, quando ocorre e quem controla a sua ocorrência? Como uma elevada taxa de page fault pode comprometer o sistema operacional?

O page fault ocorre todas as vezes que um processo faz referência a um endereço virtual pertencente a uma página virtual que não se encontra mapeada em uma página real, ou seja, não está, no momento, na memória principal. A ocorrência de um page fault é verificada através do bit de validade presente na ETP da tabela de páginas referente à página virtual. Uma elevada taxa de page fault pode comprometer o desempenho do sistema devido ao excessivo overhead de operações de E/S gerados pela paginação.

9. Nos sistemas com paginação, a rotina para tratamento de page faults está residente na memória principal. Esta rotina pode ser removida da memória em algum momento? O que aconteceria se esta rotina não estivesse na memória principal durante a ocorrência de um page fault?

Não. A rotina de tratamento de page faults tem que permanecer sempre residente na memória principal, caso contrário não será possível realizar o page in quando necessário (no caso, até mesmo da própria rotina).

10. Descreva como ocorre a fragmentação interna em um sistema que implementa paginação.
A fragmentação interna em um sistema que implementa paginação só é encontrada, realmente, na última página, quando o código não ocupa o frame por completo .

11. Compare as políticas de busca de páginas apresentadas.
Na paginação por demanda, as páginas dos processos são transferidas da memória secundária para a principal apenas quando são referenciadas. Este mecanismo é conveniente, na medida em que leva para a memória principal apenas as páginas realmente necessárias à execução do programa. Desse modo, é possível que partes não executadas do programa, como rotinas de tratamento de erros, nunca sejam carregadas para a memória.

Na paginação antecipada, o sistema carrega para a memória principal, além das páginas referenciadas, outras páginas que podem ou não ser necessárias ao processo ao longo do seu processamento. Se imaginarmos que o programa está armazenado seqüencialmente no disco, existe uma grande economia de tempo em levar um conjunto de páginas da memória secundária, ao contrário de carregar uma de cada vez. Por outro lado, caso o processo não precise das páginas carregadas antecipadamente, o sistema terá perdido tempo e ocupado memória principal desnecessariamente.

12. Quais as vantagens e desvantagens da alocação de páginas variável comparada à alocação fixa?
A alocação fixa é simples de ser implementada pelo sistema operacional mas não é sempre uma boa opção pois os processos possuem necessidades diferentes na alocação de memória. A alocação variável é mais flexível mas exige que o sistema operacional monitore constantemente o comportamento dos processos gerando maior overhead.

13. Um sistema com gerência de memória virtual por paginação possui tamanho de página com 512 posições, espaço de endereçamento virtual com 512 páginas endereçadas de 0 à 511 e memória real com 10 páginas numeradas de 0 à 9. O conteúdo atual da memória real contém apenas informações de um único processo e é descrito resumidamente na tabela abaixo:

Endereço Físico	Conteúdo
1536	Página Virtual 34
2048	Página Virtual 9
3072	Tabela de páginas
3584	Página Virtual 65
4608	Página Virtual 10

a) Considere que a entrada da tabela de páginas contém, além do endereço do frame, também o número da página virtual. Mostre o conteúdo da tabela de páginas deste processo.

NPV	Frame
9	4
10	9
34	3
65	7

b) Mostre o conteúdo da tabela de páginas após a página virtual 49 ser carregada na memória a partir do endereço real 0 e a página virtual 34 ser substituída pela página virtual 12.

NPV	Frame
9	4
10	9
12	3
49	0
65	7

c) Como é o formato do endereço virtual deste sistema?
O endereço virtual possui 9 bits para endereçar a tabela de páginas e 9 bits para o deslocamento dentro da página.

d) Qual endereço físico está associado ao endereço virtual 4613?
O endereço virtual 4613 encontra-se na página virtual 9 (4613/512), que inicia no endereço virtual 4608. Como o deslocamento dentro do endereço virtual é 5, o endereço físico é a soma deste mesmo deslocamento ao endereço inicial do frame 2048, ou seja, 2053.

14. Um sistema operacional implementa gerência de memória virtual por paginação, com frames de 2Kb. A partir da tabela abaixo, que representa o mapeamento de páginas de um processo em um determinado instante de tempo, responda:

Página	Residente	Frame
0	Sim	20
1	Sim	40
2	Sim	100
3	Sim	10
4	Não	50
5	Não	70
6	Sim	1000

a) Qual o endereço físico de uma variável que ocupa o último byte da página 3?
Página 3 está mapeada no frame 10 que é o 11^{0} frame da memória principal. Endereço físico: (11 x 2K)-1= 22.527
b) Qual o endereço físico de uma variável que ocupe o primeiro byte da página 2?
Página 2 está mapeada no frame 100 que é o 101^{0} frame da memória principal. Endereço físico: (100 x 2K)= 204.800
c) Qual o endereço físico de uma variável que tenha deslocamento 10 na página 3?
Página 3 está mapeada no frame 10 que é o 11^{0} frame da memória principal. O primeiro endereço da página 3 é (10x2K) = 20.480 somando ao deslocamento 10 = 20.490
d) Quais páginas do processo estarão na memória?
0, 1, 2, 3 e 6.

15. Um sistema operacional implementa gerência de memória virtual por paginação. Considere endereços virtuais com 16 bits, referenciados por um mesmo processo durante sua execução e sua tabela de páginas abaixo com no máximo 256 entradas, sendo que estão representadas apenas as páginas presentes na memória real. Indique para cada endereço virtual a seguir a página virtual em que o endereço se encontra, o respectivo deslocamento e se a página encontra-se na memória principal neste momento.

Página	Endereço Físico
0	8 Kb
1	4 Kb
2	24 Kb
3	0 Kb
4	16 Kb
5	12 Kb
9	20 Kb
11	28 Kb

a) (307)10
Página virtual 1, deslocamento 51 e está na memória.
b) (2049)10
Página virtual 8, deslocamento 1 e não está na memória.
c) (2304)10
Página virtual 9, deslocamento 0 e está na memória.

16. Uma memória virtual possui páginas de 1024 endereços, existem 8 páginas virtuais e 4096 bytes de memória real. A tabela de páginas de um processo está descrita abaixo, sendo que o asterisco indica que a página não está na memória principal:

Página Virtual	Página Real
0	3
1	1
2	*
3	*
4	2
5	*
6	0
7	*

a) Faça a lista/faixa de todos os endereços virtuais que irão causar page fault.
Pag. 2 (2048 / 3071), pag. 3 (3072 / 4095), pag. 5 (5120 / 6143) e pag. 7 (7168 / 8191).

b) Indique o endereço real correspondente aos seguintes endereços virtuais: 0, 1023, 1024, 6500 e 3728.
End. Virtual 0 (PV 0 / Desloc 0) End. Real = 3072 + 0 = 3072
End. Virtual 1023 (PV 0 / Desloc 1023) End. Real = 3072 + 1023 = 4095
End. Virtual 1024 (PV 1 / Desloc 0) End. Real = 1024 + 0 = 1024
End. Virtual 6500 (PV 6 / Desloc 356) End. Real = 0 + 356 = 356
End. Virtual 3728 (PV 3 / Desloc 656) Page Fault

17. Por que existe a necessidade de uma política de substituição de páginas? Compare as políticas de substiuição local e global.
Ver item 10.4.3.

18. Para que serve o bit de modificação nas tabelas de páginas e segmentos?
Para indicar se a página ou segmento foi modificado desde o momento em que foi carregado pela útlima vez na memória principal.

19. Como o princípio da localidade viabiliza a implementação da gerência de memória virtual por paginação?
O princípio da localidade é fundamental para qualquer sistema que implemente a gerência de memória virtual, pois reduz a ocorrência de page/segments faults e, conseqüentemente, operações de E/S.

20. Por que programas não estruturados estão sujeitos a uma alta taxa de page faults?
Porque o princípio da localidade não se faz presente em códigos desestrurados.

21. Descreva os algoritmos de substituição de páginas FIFO e LRU, apresentando vantagens e desvantagens.
Ver item 10.4.5.

22. Considere um sistema com memória virtual por paginação com endereço virtual com 24 bits e página com 2048 endereços. Na tabela de páginas abaixo, de um processo em determinado instante de tempo, o bit de validade 1 indica página na memória principal e bit de modificação 1 indica que a página sofreu alteração.

Página	BV	BM	End. do Frame
0	1	1	30.720
1	1	0	0
2	1	1	10.240
3	0	1	********
4	0	0	********
5	1	0	6.144

a) Quantos bits possui o campo deslocamento do endereço virtual?
11 bits.

b) Qual o número máximo de entradas que a tabela de páginas pode ter?
$2^{24}/2^{11} = 2^{13}$

c) Qual o endereço físico que ocupa o último endereço da página 2?
10.240+2.047=12.287

d) Qual o endereço físico traduzido do endereço virtual (00080A)16?
(00080A)16 = 2058, página virtual 1, deslocamento 100e endereço físico igual a 100.

e) Caso ocorra um page fault e uma das páginas do processo deva ser descartada, quais páginas poderiam sofrer page out?
Páginas 0 e 2 pois estão na memória principal e possuem BM=1.

23. Considere um sistema de memória virtual que implemente paginação, onde o limite de frames por processo é igual a três. Descreva para os itens abaixo, onde é apresentada uma sequência de referências à páginas pelo processo, o número total de page fault para as estratégias de realocação de páginas FIFO e LRU. Indique qual a mais eficaz para cada item.

a) 1 / 2 / 3 / 1 / 4 / 2 / 5 / 3 / 4 / 3

FIFO = Total PF = 5 (melhor política)

1	2	3	1	4	2	5	3	4	3
PF	PF	PF	-	PF (sai 1)	-	PF (sai 2)	-	-	-

LRU = Total PF = 8

1	2	3	1	4	2	5	3	4	3
PF	PF	PF	-	PF (sai 2)	PF (sai 3)	PF (sai 1)	PF (sai 4)	PF (sai 2)	-

b) 1 / 2 / 3 / 1 / 4 / 1 / 3 / 2 / 3 / 3

FIFO = Total PF = 7

1	2	3	1	4	1	3	2	3	3
PF	PF	PF	-	PF (sai 1)	PF (sai 2)	-	PF (sai 3)	PF (sai 4)	-

LRU = Total PF = 5 (melhor política)

1	2	3	1	4	1	3	2	3	3
PF	PF	PF	-	PF (sai 2)	-	-	PF (sai 4)	-	-

24. Em um sistema paginado, as páginas têm 4Kb endereços, a memória principal possui 32Kb e o limite de páginas na memória principal é de 8 páginas. Um programa faz referência à endereços virtuais situados nas páginas 0, 2, 1, 9, 11, 4, 5, 2, 3, 1, nesta ordem. Após essa sequência de acessos, a tabela de páginas completa desse programa tem a configuração abaixo, sendo que as entradas em branco correspondem a páginas ausentes.

Página	End. Físico
0	8 Kb
1	4 Kb
2	24 Kb
3	0 Kb
4	16 Kb
5	12 Kb
6	*
7	*
8	*
9	20 Kb
10	*
11	28 Kb
12	*
13	*
14	*
15	*

a) Qual o tamanho (em bits) e o formato do endereço virtual? Justifique.
4 bits para o número da página, possibilitando endereçar as 16 páginas possíveis, e 12 bits para o deslocamento, possibilitando endereçar os 4K endereços de uma página.

b) O processo faz novas referências à endereços virtuais situados nas páginas 5, 15, 12, 8 e 0, nesta ordem. Complete o quadro a seguir, que ilustra o processamento dessa sequência de acessos utilizando a estratégia de remoção FIFO. Mostre o estado final da tabela de páginas.

Página Referenciada	Página Removida	Page Fault (sim/não)
5	-	Não
15	0	Sim
12	2	Sim
8	1	Sim
0	9	Sim

25. Em um computador, o endereço virtual é de 16 bits e as páginas têm tamanho de 2Kb endereços. O WSL (Working Set List) de um processo qualquer é de quatro páginas. Inicialmente, nenhuma página está na memória principal. Um programa faz referência a endereços virtuais situados nas páginas 0, 7, 2, 7, 5, 8, 9, 2 e 4, nesta ordem.

a) Quantos bits do endereço virtual destinam-se ao número da página? E ao deslocamento?
5 bits para o número da página e 11 bits para o deslocamento.

b) Ilustre o comportamento da política de substituição LRU, mostrando, a cada referência, quais páginas estão em memória, os page faults causados e as páginas escolhidas para saírem da memória.

Página virtual	Páginas na memória	Page fault	Página a ser substituida
0	-	S	-
7	0	S	-
2	7, 0	S	-
7	2, 7, 0	N	-
5	7, 2, 0	S	-
8	5, 7, 2, 0	S	0
9	8, 5, 7, 2	S	2
2	9, 8, 5, 7	S	7
4	2, 9, 8, 5	S	5
-	4, 2, 9, 8	-	-

26. Um sistema trabalha com gerência de memória virtual por paginação. Para todos os processos do sistema, o limite de páginas na memória principal é igual a 10. Considere um processo que esteja executando um programa e em um determinado instante de tempo (T) a sua tabela de páginas possui o conteúdo abaixo, sendo que o bit de validade igual a 1 indica página na memória principal e bit de modificação igual a 1 indica que a página sofreu alteração.

Número da Página	BV	BM	Endereço do Frame (hexadecimal)
0	1	0	3303A5
1	1	0	AA3200
2	1	0	111111
3	1	1	BFDCCA
4	1	0	765BFC
5	1	0	654546
6	1	1	B6B7B0
7	1	1	999950
8	1	0	888BB8
9	0	0	N/A
10	0	0	N/A

Responda as perguntas abaixo, considerando que os seguintes eventos seguintes ocorrerão nos instantes de tempo indicados:

(T + 1) O processo referencia um endereço na página 9 com page fault.
(T + 2) O processo referencia um endereço na página 1.
(T + 3) O processo referencia um endereço na página 10 com page fault.
(T + 4) O processo referencia um endereço da página 3 com page fault.
(T + 5) O processo referencia um endereço da página 6 com page fault.

a) Em quais instantes de tempo ocorrem um page out?
Nos instantes (T + 3) quando a página 3 é descartada e (T + 4) quando a página 6 é descartada. Ambas as páginas têm indicativo que sofreram modificação, sendo necessário armazená-las no arquivo de paginação.

b) Em que instante de tempo o limite de páginas do processo na memória principal é atingido?
No instante (T + 1) pois com o page in da página 9 chega-se ao limite de 10 páginas na memória principal.

c) Caso a política de realocação de páginas utilizada seja FIFO, no instante (T +1), qual a página há mais tempo na memória principal?
A página 3 já que é a primeira a ser descartada.

d) Como o sistema identifica que no instante de tempo (T + 2) não há ocorrência de page fault?
Através do bit de validade da página 1.

27. Um sistema possui quatro frames. A tabela abaixo apresenta, para cada página, o momento da carga, o momento do último acesso, o bit de referëncia e o bit de modificação (Tanenbaum, 1992).

Frame	Carga	Referência	BR	BM
0	126	279	0	0
1	230	260	1	0
2	120	272	1	1
3	160	280	1	1

a) Qual página será substituída utilizando o algoritmo NRU?
Frame 0.

b) Qual página será substituída utilizando o algoritmo FIFO?
Frame 2.

c) Qual página será substituída utilizando o algoritmo LRU?
Frame 1.

28. Considere um processo com limite de páginas reais igual a quatro e um sistema que implemente a política de substituição FIFO. Quantos pasge faults ocorrerão considerando que as páginas virtuais são referenciadas na seguinte ordem: 0172327103. Repita o problema utilizando a política LRU.

FIFO gera 6 page faults

Página virtual	Páginas na memória	Page fault	Página a ser substituida
0	-	S	-
1	0	S	
7	1, 0	S	
2	7, 1, 0	S	
3	2, 7, 1, 0	S	0
2	3, 2, 7, 1	N	
7	3, 2, 7, 1	N	
1	3, 2, 7, 1	N	
0	3, 2, 7, 1	S	1
3	0, 3, 2, 7	N	
-	0, 3, 2, 7	-	-

LRU gera 7 page faults

Página virtual	Páginas na memória	Page fault	Página a ser substituida
0	-	S	-
1	0	S	
7	1, 0	S	
2	7, 1, 0	S	
3	2, 7, 1, 0	S	0
2	3, 2, 7, 1	N	
7	2, 3, 7, 1	N	
1	7, 2, 3, 1	N	
0	1, 7, 2, 3	S	3
3	0, 1, 7, 2	S	2
-	3, 0, 1, 7	-	-

29. Os sistemas operacionais OpenVMS e Windows NT/2000 utilizam dois buffers de páginas: um buffer de páginas livres e outro para para páginas modificadas. Qual a vantagem de implementar um buffer de páginas modificadas?

Um buffer de páginas modificadas permite adiar a gravação de páginas modificadas que foram selecionadas para realocação e seriam gravadas em disco, otimizando o desempenho do sistema.

30. Explique porque páginas pequenas podem aumentar a taxa de paginação.

Existe uma relação entre o tamanho da página e o número de operações de E/S que o sistema deverá executar para carregar as páginas da memória secundária para a memória principal. Quanto menor o tamanho da página, maior o número de operações de E/S, aumentando a taxa de paginação. Por outro lado, páginas pequenas oferecem menor fragmentação interna.

31. A arquitetura VAX-11 utiliza 32 bits para endereçamento e páginas de 512 bytes. Calcule o número de bits para cada parte do endereço virtual, sabendo que o espaço de endereçamento é dividido em quatro partes: P0, P1, S0 e S1, sendo que cada um possui sua própria tabela de páginas.

O endereço virtual é formado por NPV1 com 2 bits, NPV2 com 21 bits e deslocamento com 9 bits.

32. Um sistema computacional com espaço de endereçamento de 32 bits, utiliza uma tabela de páginas de dois níveis. Os endereços virtuais são divididos em um campo de 9 bits para o primeiro nível da tabela, outro de 11 bits para o segundo nível e um último campo para o deslocamento. Qual o tamanho das páginas? Quantas páginas podem existir no espaço de endereçamento virtual (Tanenbaum, 1992)?

Como existem 12 bits para o deslocamento, temos 2^{12} endereços, ou seja, páginas de 4Kb. Como existem 20 bits para o endereçamento de páginas virtuais, temos 2^{20} páginas possíveis.

33. Na arquitatura SPARC, o espaço de endereçamento virtual de 4Gb pode ser dividido para cada processo em páginas de 4Kb. A busca do endereço real correspondente ao endereço virtual gerado pelo processador envolve, em caso de falha na TLB, três níveis de acesso à memória principal. No primeiro nível, é feito um acesso a uma tabela única por processo de 256 entradas. Essa tabela gera o endereço de uma das 256 possíveis tabelas de nível 2. Cada tabela de nível 2 possui 64 entradas e, quando acessada, gera o endereço da tabela de nível 3 que deve ser consultada. Essa tabela, que também possui 64 entradas, gera o endereço real procurado. As tabelas de nível 1, 2 e 3 formam basicamente uma árvore de busca na memória e vão sendo criadas dinamicamente à medida que novas páginas na memória vão sendo alocadas para aquele processo. Qual a vantagem de se ter esse esquema de tabelas em múltiplos níveis, criadas dinamicamente sob demanda, ao invés de uma tabela única criada integralmente quando da carga do processo? Justifique sua resposta com um exemplo.

O endereço virtual é formado por NPV1 com 8 bits, NPV2 com 6 bits, NPV3 com 6 bits e deslocamento com 12 bits. Se um processo, quando fosse criado, alocasse todas as tabelas de páginas possíveis, o processo teria tabelas que somadas endereçariam 220 posições. Para evitar que a memória principal seja ocupada com páginas que talvez nunca sejam utilizadas, o processo aloca suas tabelas de páginas dinamicamente, conforme a necessidade. Por exemplo, quando o processo for criado, apenas uma página de nível 1 (28 posições), uma página de nível 2 (26 posições) e uma página de nível 3 (26 posições) são alocadas inicialmente.

34. Em um sistema de computação, a busca do endereço real correspondente ao endereço virtual gerado pelo processador envolve, em caso de falha na TLB, dois níveis de acesso à memória principal. Supondo que não existe memória cache, que a taxa de falha da TLB é de 2%, que o tempo de acesso à TLB é desprezível e que o tempo de acesso à memória principal é de 100 ns, calcule o tempo médio em acesso à memória gasto no processamento completo de uma instrução de soma de dois operandos. Considere que o primeiro operando é endereçado na memória em modo direto, o segundo operando é endereçado na memória em modo indireto e o operando destino é um registrador interno do processador.

O tempo de acesso à memória (TAM) é calculado a partir das taxas de acerto e falha na TLB, ou seja, TAM é igual a (0.98% * tempo de acesso à TLB) + (número de níveis * (0.02% * tempo de acesso à memória)) = (0.98%*0) + (2 *

(0.02%*100)) = 4ns. O tempo total para a execução da instrução é igual a soma do tempo de leitura da instrução (4ns), do tempo de leitura do operando "direto" (4ns) e do tempo de leitura do operando "indireto" (8ns), totalizando 16 ns.

35. Descreva o mecanismo de tradução de um endereço virtual em um endereço real em sistemas que implementam gerência de memória virtual utilizando segmentação com paginação.

Ver item 10.6.

36. Na técnica de swapping que critérios o sistema operacional pode utilizar para selecionar os processos que sofrerão swap out?

Na maioria das políticas, o critério de escolha considera o estado do processo e sua prioridade, buscando dessa forma identificar o processo com as menores chances de serem executados.

37. Existe fragmentação em sistemas que implementam gerência de memória virtual? Se existe, que tipo de fragmentação é encontrado em sistemas paginados? Que tipo de fragmentação é encontrado em sistemas com segmentação?

O problema da fragmentação existe tanto na gerência de memória virtual por paginação quanto na por segmentação. A fragmentação interna ocorre na memória virtual por paginação na última página, caso não seja totalmente ocupada. A fragmentação externa ocorre na memória virtual por segmentação em função dos espaços livres deixados entre segmentos alocados na memória principal.

38. O que é o thrashing em sistemas que implementam memória virtual?

Thrashing é conseqüência da excessiva paginação/segmentação em sistemas que implementam memória virtual, levando o sistema a dedicar mais tempo com operações relacionadas à gerência da memória do que no processamento das aplicações dos usuários.

Capítulo 11 – Sistema de Arquivos

1. O que é um arquivo?

Um arquivo é um conjunto de registros definidos pelo sistema de arquivos, tornando seu conceito abstrato e generalista Um arquivo é constituído por informações logicamente relacionadas, podendo representar instruções ou dados. Arquivos são gerenciados pelo sistema operacional de maneira a facilitar o acesso dos usuários ao seu conteúdo.

2. Como arquivos podem ser organizados?

A forma mais simples de organização de arquivos é através de uma seqüência não-estruturada de bytes, na qual o sistema de arquivos não impõe nenhuma estrutura lógica para os dados. Alguns sistemas operacionais possuem diferentes organizações de arquivos. Neste caso, cada arquivo criado deve seguir um modelo suportado pelo sistema de arquivos. As organizações mais conhecidas e implementadas são a seqüencial, relativa e indexada

3. Diferencie os métodos de acesso a registros sequencial, direto e indexado.

No método de acesso seqüencial, a leitura dos registros é realizada na ordem em que são gravados e a gravação de novos registros só é possível no final do arquivo. No acesso direto, a leitura/gravação de um registro ocorre diretamente na sua posição, através do número do registro que é a sua posição relativa ao início do arquivo. No acesso indexado, o arquivo possui uma área de índice onde existem ponteiros para os diversos registros. Sempre que a aplicação deseja acessar um registro, deve ser especificada uma chave através da qual o sistema pesquisará na área de índice o ponteiro correspondente

4. Qual a função das system calls de E/S?

Possibilitar o acesso as rotinas de E/S que têm como função disponibilizar uma interface simples e uniforme entre a aplicação e os diversos dipositivos.

5. Quais as diferentes formas de implementação de uma estrutura de diretórios?

Estrutura de diretório de nível único, com dois níveis e em árvore. A especificação de cada estrutura esta em 11.3.

6. Descreva as vantagens e desvantagens das técnicas para gerência de espaços livres.

Ver item 11.4.

7. O que é alocação contígua de blocos e quais benefícios a desfragmentação pode proporcionar quando esta técnica é utilizada?

A alocação contígua consiste em armazenar um arquivo em blocos seqüencialmente dispostos no disco. A desfragmentação pode solucionar o problema da fragmentação reorganizando todos os arquivos no disco de maneira que só exista um único segmento de blocos livres.

8. Descreva as vantagens e desvantagens das técnicas de alocação encadeada e indexada na gerência de alocação de espaço em disco.

Ver itens 11.5.2 e 11.5.3.

9. Quais os tipos de proteção de acesso a arquivos existentes e quais suas principais vantagens?

Senha de acesso, proteção por grupos de usuários e lista de controle de acesso. A vantagem da associação de uma senha de acesso a um arquivo é a simplicidade, pois o controle resume-se ao usuário ter conhecimento da senha e, conseqüentemente, ter a liberação do acesso ao arquivo concedida pelo sistema. A vantagem da proteção por grupos de usuários é oferecer uma proteção em três níveis: owner (dono), group (grupo) e all (todos). Já a lista de controle de acesso tem a vantagem de especifar individualmente para cada arquivo qual usuário e tipo de acesso é concedido.

10. O que é a técnica denominada buffer cache.

É a técnica em que o sistema operacional reserva uma área da memória para que se tornem disponíveis caches utilizados em operações de acesso ao disco. Quando uma operação é realizada, o sistema verifica se a informação desejada se encontra no buffer cache. Em caso positivo, não é necessário o acesso ao disco. Caso o bloco requisitado não se encontre no cache, a operação de E/S é realizada e o cache é atualizado.

Capítulo 12 – Gerência de Dispositivos

1. Explique o modelo de camadas aplicado na gerência de dispositivos.

A gerência de dispositivos é estruturada através de camadas em um modelo semelhante ao apresentado para o sistema operacional como um todo. As camadas de mais baixo nível escondem características dos dispositivos das camadas superiores, oferecendo uma interface simples e confiável ao usuário e suas aplicações. As camadas são divididas em dois grupos, onde o primeiro grupo visualiza os diversos tipos de dispositivos do sistema de um modo único, enquanto o segundo é específico para cada dispositivo. A maior parte das camadas trabalha de forma independente do dispositivo.

2. Qual a principal finalidade das rotinas de E/S?

Tornar as operações de E/S o mais simples possível para o usuário e suas aplicações. Com isso, é possível ao usuário realizar operações de E/S sem se preocupar com detalhes do dispositivo que está sendo acessado.

3. Quais as diferentes formas de um programa chamar rotinas de E/S?

Por comandos de leitura/gravação e chamadas a bibliotecas de rotinas oferecidas por linguagens de alto nível ou diretamente através de uma system call em um código de alto nível.

4. Quais as principais funções do subsistema de E/S?

Criar uma interface padronizada com os device drivers e oferecer uma interface uniforme com as camadas superiores.

5. Qual a principal função de um device driver?

Implementar a comunicação do subsistema de E/S com os dispositivos, através de controladores.

6. Por que o sistema de E/S deve criar uma interface padronizada com os device drivers?

Para que seja possível a inclusão de novos drivers sem a necessidade de alteração da camada de subsistema de E/S.

7. Explique o funcionamento da técnica de DMA e sua principal vantagem.

De forma simplificada, uma operação de leitura em disco utilizando DMA teria os seguintes passos. A UCP, através do device driver, inicializa os registradores do controlador de DMA e, a partir deste ponto, fica livre para realizar outras atividades. O controlador de DMA, por sua vez, solicita ao controlador de disco a transferência do bloco do disco para o seu buffer interno. Terminada a transferência, o controlador de disco verifica a existência de erros e, caso não haja erros, o controlador de DMA transfere o bloco para o buffer de E/S na memória principal. Ao término da transferência, o controlador de DMA gera uma interrupção avisando ao processador que o dado já encontra-se na memória principal. A principal vantagem dessa técnica é evitar que o processador fique ocupado com a transferência do bloco para a memória.

8. Diferencie os dispositivos de E/S estruturados dos não-estruturados.

Os dispositivos estruturados (block devices) caracterizam-se por armazenar informações em blocos de tamanho fixo, possuindo cada qual um endereço que podem ser lidos ou gravados de forma independente dos demais. Discos magnéticos e ópticos são exemplos de dispositivos estruturados. Os dispositivos não-estruturados são aqueles que enviam ou recebem uma seqüência de caracteres sem estar estruturada no formato de um bloco. Desse modo, a seqüência de caracteres não é endereçável, não permitindo operações de acesso direto ao dado. Dispositivos como terminais, impressoras e interfaces de rede são exemplos de dispositivos não-estruturados.

9. Qual a principal razão de as operações de E/S em fitas e discos magnéticos serem tão lentas se comparadas a velocidade com que o processador executa instruções?

A principal razão é o aspecto mecânico presente nas arquiteturas de fitas e discos magnéticos, devido a isso, o tempo total das operações de E/S é extremamente longo, se comparado ao número de instruções que o processador pode executar no mesmo intervalo de tempo.

10. O que são técnicas de redundância em discos magnéticos?

São técnicas que possibilitam garantir a integridade dos dados mesmo en caso de crash nos discos magnéticos.

11. Diferencie as técnicas RAID 0, RAID 1 e RAID 5 apresentando vantagens e desvantagens.

Ver item 12.7.1.

Capítulo 13 – Sistemas com Múltiplos Processadores

1. Por que sistemas SMP que utilizam arquitetura em barramento único possuem sérias limitações quanto ao número de processadores?

A maior limitação é que somente uma unidade funcional pode estar utilizando o barramento em determinado instante, o que pode produzir um gargalo quando várias unidades tentam acessá-lo simultaneamente. Além disso, caso ocorra algum problema no barramento, todo o sistema ficará comprometido.

2. Como o esquema de cache melhora o desempenho de sistemas SMP com topologia em barramento único?

O esquema de cache é utilizado para reduzir a latência das operações de acesso à memória principal.

3. Qual a diferença entre os mecanismos write-through e write-back para coerência de caches? Qual o mecanismo apresenta o melhor desempenho?

No mecanismo write-through, sempre que um dado no cache for alterado, a memória principal também seja atualizada. O mecanismo write-back permite alterar o dado no cache e não alterá-lo imediatamente na memória principal, oferecendo, assim, melhor desempenho.

4. Qual a diferença entre os mecanismos write-invalidate e write-update para snooping?

Na técnica write-invalidate, como o nome sugere, sempre que ocorre uma operação de escrita, todas as cópias do mesmo dado em outros caches são invalidadas e o novo valor atualizado na memória principal. Nesse caso, apenas o processador que realizou a operação de escrita possuirá uma cópia válida do dado no cache. Na técnica write-update, sempre que ocorre uma operação de escrita, a alteração é informada pelo barramento para que todos os processadores que possuam a mesma cópia atualizem seu cache com o novo valor.

5. Um sistema com oito processadores precisaria de quantos comutadores em uma arquitetura de barramento cruzado? Este mesmo sistema precisaria de quantos comutadores em uma rede Ômega?

Em uma arquitetura de barramento cruzado seriam necessários 64 processadores enquanto que em uma rede Ômega apenas 48.

6. Quantos comutadores no máximo uma mensagem deve percorrer em um sistema com 256 processadores organizados em uma matriz 16x16?

2*(n-1)=30 onde n=15 (número de comutadores – 1)

7. Qual a diferença entre os sistemas SMP e NUMA?

A diferença entre os sistemas NUMA e SMP está no desempenho das operações de acesso à memória. Em uma arquitetura NUMA, onde cada conjunto possui três processadores e uma memória principal conectados a um mesmo barramento interno, os conjuntos são interligados através de um barramento inter-conjunto, criando um modelo hierárquico. Quando um processador faz um acesso local, ou seja, à memória dentro do mesmo conjunto, o tempo de acesso é muito menor que um acesso à memória remota em um outro conjunto. Para manter um nível de desempenho satisfatório, o sistema deve manter a maioria dos acessos locais, evitando acessos à memória remota.

8. Como os sistemas NUMA permitem um número maior de processadores?

A topologia dos sistemas SMP limita o número máximo de UCPs da configuração, pois o acesso à memória pelos processadores ocorre em um tempo sempre uniforme. Os sistemas NUMA permitem reunir vários processadores em conjuntos e interligar estes conjuntos através de diversas topologias. Como conseqüência, o tempo de acesso à memória não é mais uniforme.

9. O que são clusters e como são utilizados?

Clusters são sistemas fracamente acoplados, formados por nós que são conectados por uma rede de interconexão de alto desempenho dedicada. Cada nó da rede é denominado membro do cluster, possuindo seus próprios recursos, como processadores, memória, dispositivos de E/S e sistema operacional. Geralmente, os membros do cluster são de um mesmo fabricante, principalmente por questões de incompatibilidade dos sistemas operacionais. A razão para o surgimento e a rápida aceitação de sistemas em cluster foi a maior necessidade de tolerância a falhas e alta disponibilidade, de forma reduzir o downtime.

10. Defina o conceito de imagem única do sistema?

O conceito de imagem única do sistema está presente em sistemas distribuídos, que é um sistema fracamente acoplado pelo aspecto de hardware e fortemente acoplado pelo aspecto de software. Para o usuário e suas aplicações, é como se não existisse uma rede de computadores independente, mas sim um único sistema fortemente acoplado.

11. O que é transparência em sistemas distribuídos?

Em sistemas distribuídos, o conceito de transparência torna-se fator chave, pois, a partir dele, um conjunto de sistemas independentes parece ser um sistema único, criando a idéia da imagem única do sistema.

12. Considere um sistema com dois processadores (CPU1 e CPU2) e memória compartilhada. A fila de prontos é única e compartilhada entre os processadores. Neste sistema são criados 5 processos com as seguintes características:

Processo	Tempo de UCP	Prioridade	Tempo em que foi criado
P1	10	1	0
P2	6	7	2
P3	12	5	4
P4	11	2	6
P5	7	4	11

O tempo de escalonamento ou troca de contexto entre processos deve ser desconsiderado. No tempo 0, serão buscados processos na fila de prontos para execução nos processadores. A escolha da CPU1 sempre será prioritária sobre a CPU2 no momento do escalonamento. Desenhe um diagrama mostrando o que está acontecendo em cada um dos processadores até o término da execução dos cinco processos, calculando o tempo de turnaround dos processos e considerando os seguintes esquemas de escalonamento:

a) Circular com fatia de tempo igual a 5

b) Prioridade (número menor implica prioridade maior)

a) Circular com fatia de tempo igual a 5

CPU 1	
CPU 2	

Tempo		**P1**	**P2**	**P3**	**P4**	**P5**
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						

Tempo de turnaround:

P1: 12 ut
P2: 11 ut
P3: 18 ut
P4: 18 ut
P5: 13ut

b) Prioridade (número menor implica prioridade maior)

CPU 1	
CPU 2	

Tempo		**P1**	**P2**	**P3**	**P4**	**P5**
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						

Tempo de turnaround:

P1: 10 ut
P2: 20 ut
P3: 22 ut
P4: 11 ut
P5: 16 ut