

Cap. 02 – Operating System Overview

- 2.1 – Objectives and Functions
- 2.2 – Evolution of Operating Systems
- 2.3 – Major Achievements
- 2.4 – Developments Leading to Modern OSs
- 2.5 – Virtual Machines
- 2.6 – OS Design Considerations
- 2.7 – Microsoft WINDOWS Overview
- 2.8 – Modern UNIX Systems
- 2.9 – LINUX Operating Systems

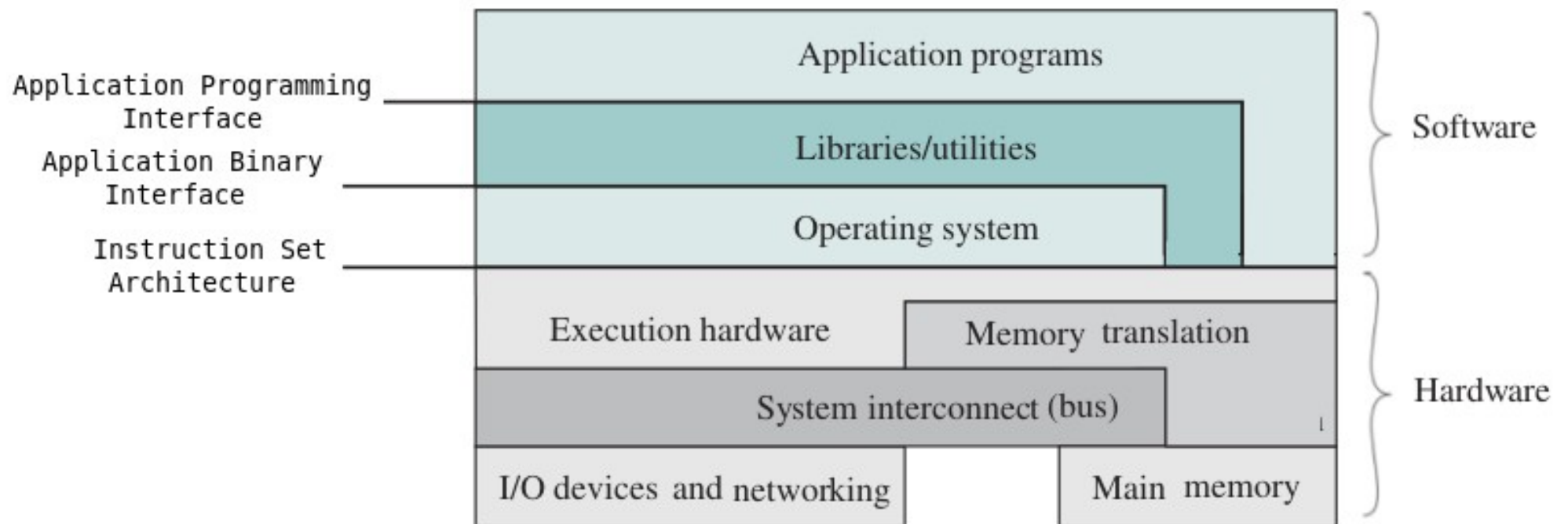
Referências Bibliográficas

- Operating Systems – Internals and Design Principles. William Stallings. 7th, Prentice-Hall 2012.
- Instructor Resources – Operating Systems - 7th
<http://williamstallings.com/OperatingSystems/OS7e-Instructor/>

2 – Operating System Overview / 2.1 – Objectives and Functions

2.1 – Objectives and Functions

- **“definição”** .. sistema operacional é um programa que controla a execução de programas de aplicação e age como uma interface entre o usuário do computador e o hardware do computador.
- **“objetivos”** .. conveniência, eficiência e habilidade para evoluir e/ou ser atualizado (“patches” de sistema operacional).



2 – Operating System Overview / 2.1 – Objectives and Functions

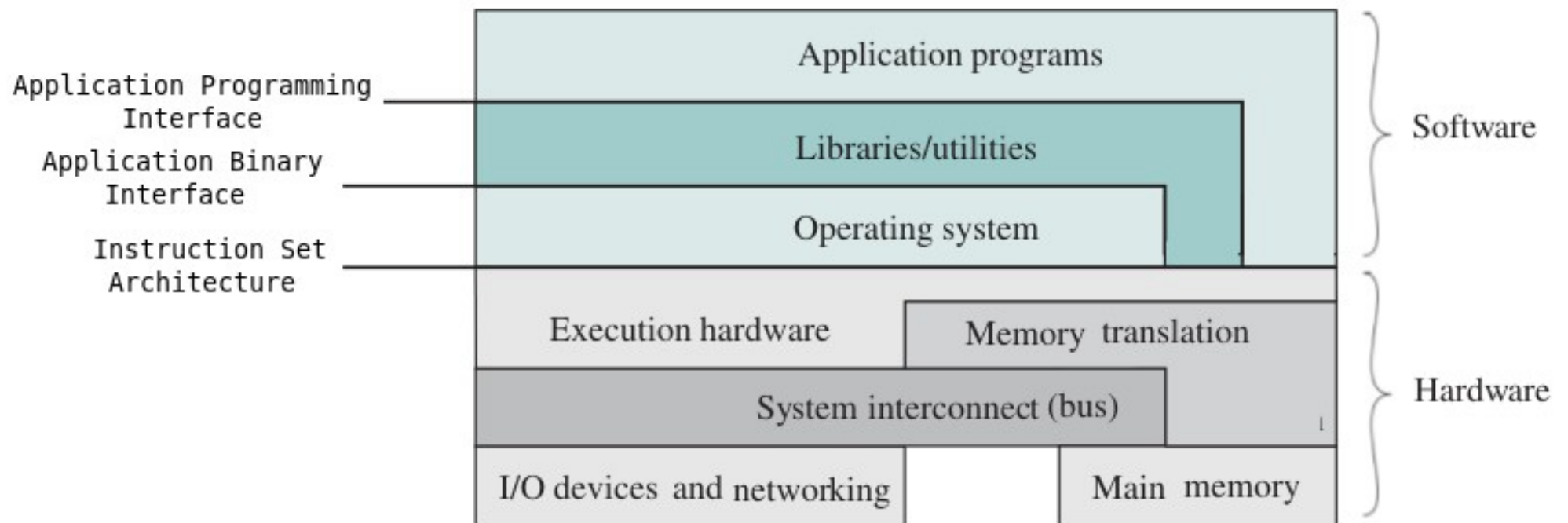
... 2.1 – Objectives and Functions

- “**objetivos**” .. conveniência, eficiência e habilidade para evoluir e/ou ser atualizado (“patch” de sistema operacional).
- “**convenience**” .. um sistema operacional torna o computador ou sistema computacional mais conveniente para o uso.
- “**efficiency**” .. sistema operacional permite que os recursos do sistema computacional sejam usados de maneira eficiente.
- “**ability to evolve**” .. um sistema operacional deve ser construído de forma a permitir o desenvolvimento, teste e introdução eficazes de novas funções do sistema sem interferir no serviço.

2 – Operating System Overview / 2.1 – Objectives and Functions

2.1.1 – OS as a User Computer Interface

- “**hardware**” e o “**software**” usados no fornecimento de aplicativos aos usuários podem ser visualizados em camadas ou hierárquica.
- .. usuários dos aplicativos geralmente não se preocupam com os detalhes do “hardware” do computador, logo, o usuário final vê um sistema operacional de computador como um conjunto de aplicativos.



2 – Operating System Overview / 2.1 – Objectives and Functions

... 2.1.1 – OS as a User Computer Interface

- **“serviços oferecidos”** .. resumidamente, cabe ao sist. operacional ..
- **“programs development”** .. provê uma variedade de funcionalidades e serviços para assistir o programador na criação de programas.
- **“programs execution”** .. instruções e dados precisam ser carregados na memória, dispositivos de entrada/saída e arquivos precisam ser inicializados e outros recursos devem ser preparados.
- **“access to I/O devices”** .. como cada dispositivo de I/O contempla peculiaridades próprias, p.ex., conjunto de instruções e sinais de controle para operação, cabe ao sist. oper. abstrair tais detalhes.
- **“control access to files”** .. cabe ao sistema operacional esconder do usuário a natureza do dispositivo de armazenamento, bem como o formato do arquivo armazenado.

2 – Operating System Overview / 2.1 – Objectives and Functions

... 2.1.1 – OS as a User Computer Interface

- “**serviços oferecidos**” .. resumidamente, cabe ao sist. operacional ..
- “**system access**” .. funções de acesso devem proteger recursos e dados de usuários não autorizados, bem como resolver conflitos de disputa por recursos.
- “**error detection**” .. uma variedade de erros podem ocorrer, p.ex., erros de hardware externos e internos, erros de software e erros decorrentes da inabilidade do sist. oper. em garantir uma requisição da aplicação.
- “**error response**” .. em cada caso, o sist. oper. pode relatar o erro ao usuário, repetir a operação ou abortar a aplicação.

2 – Operating System Overview / 2.1 – Objectives and Functions

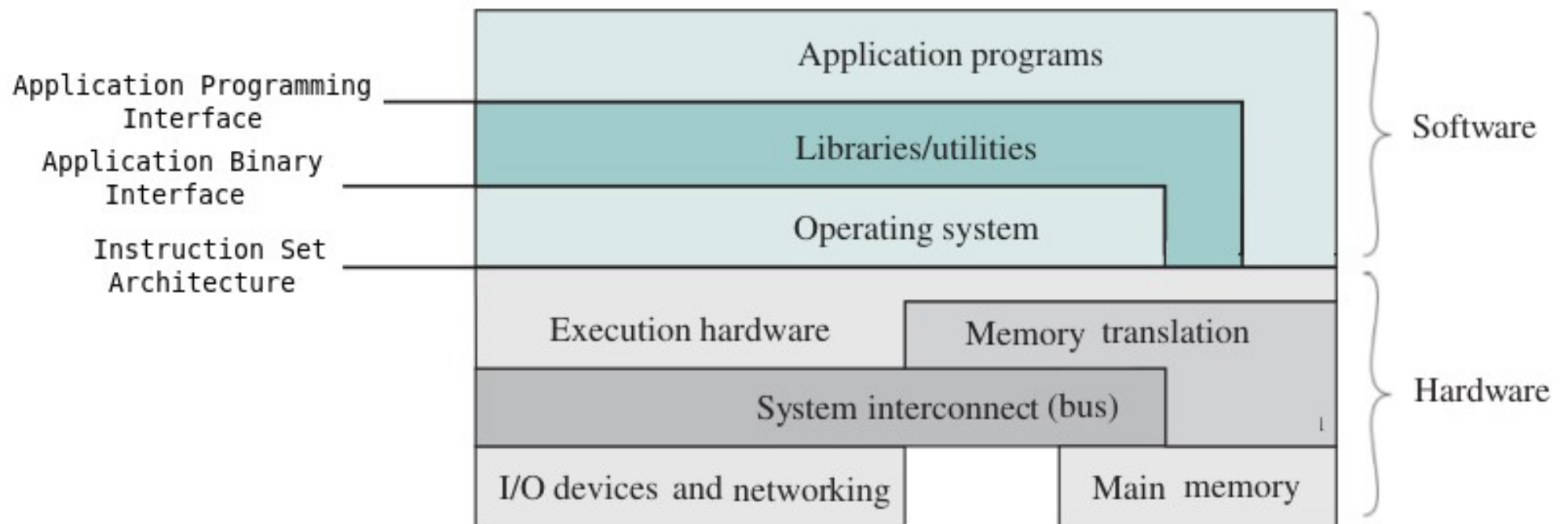
... 2.1.1 – OS as a User Computer Interface

- “**serviços oferecidos**” .. resumidamente, cabe ao sist. operacional ..
- “**accounting**” .. um bom sist. oper. deve coletar estatísticas acerca de vários recursos bem como monitorar parâmetros de performance ..
- .. em um dado sistema, estas informações podem ser usadas para antecipar a necessidade de melhorias ou ajustes no sistema.
- .. em sistemas multiusuários, estas informações podem ser usadas para propósitos de tarifação.

2 – Operating System Overview / 2.1 – Objectives and Functions

... 2.1.1 – OS as a User Computer Interface

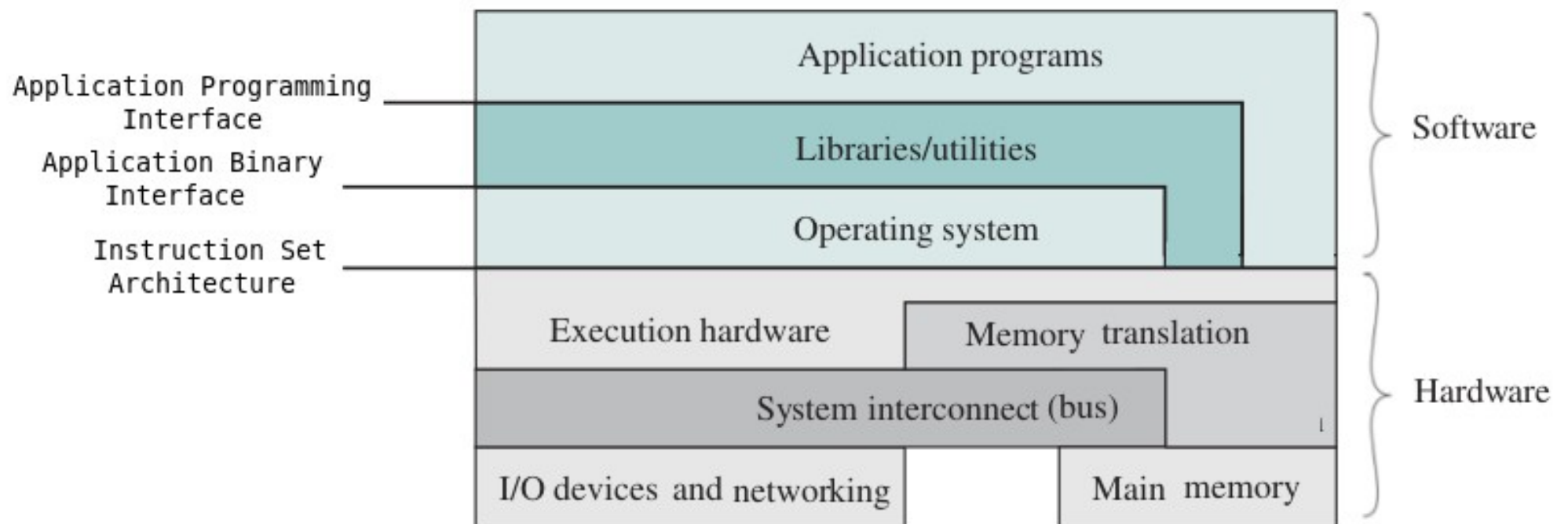
- **“Instruction Set Architecture” (ISA)** .. define o repertório de instruções em linguagem de máquina que um computador pode seguir, ou seja, interface é a fronteira entre “hardware” e “software”.
- .. atenção para o fato de que os programas aplicativos e utilitários podem acessar o ISA diretamente.



2 – Operating System Overview / 2.1 – Objectives and Functions

... 2.1.1 – OS as a User Computer Interface

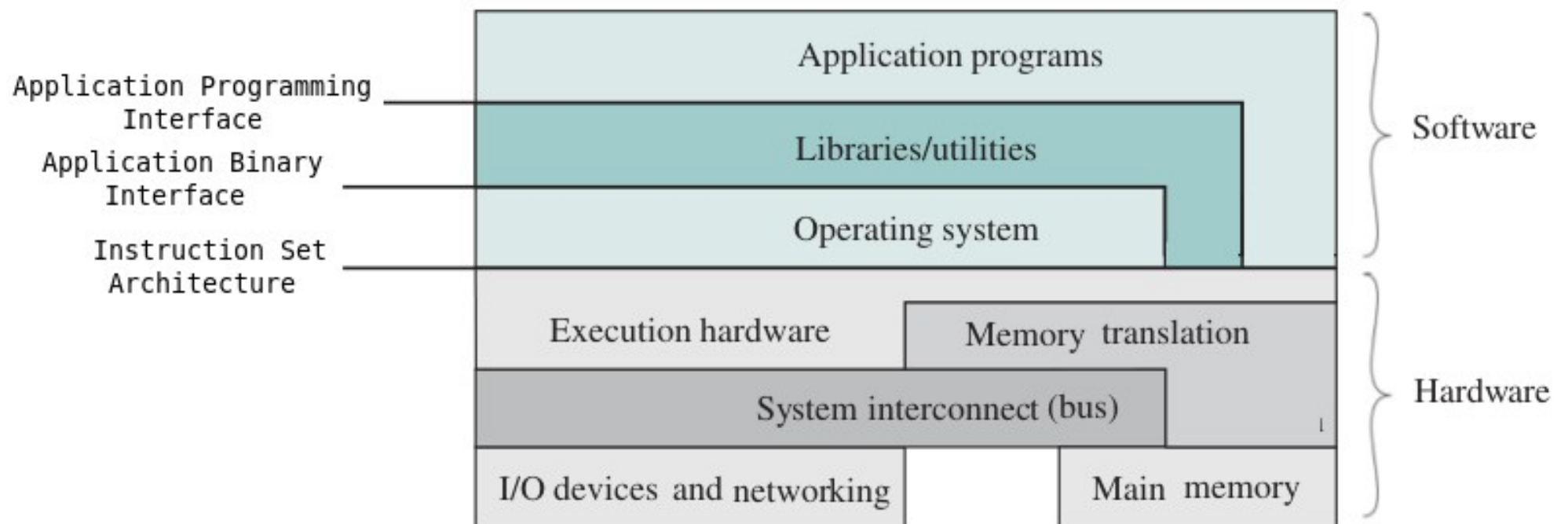
- **“Application Binary Interface” (ABI)** .. define a interface de chamada do sistema para o sistema operacional e os recursos de “hardware” e serviços disponíveis em um sistema por meio do ISA do usuário.
- .. define um padrão para portabilidade binária entre programas.



2 – Operating System Overview / 2.1 – Objectives and Functions

... 2.1.1 – OS as a User Computer Interface

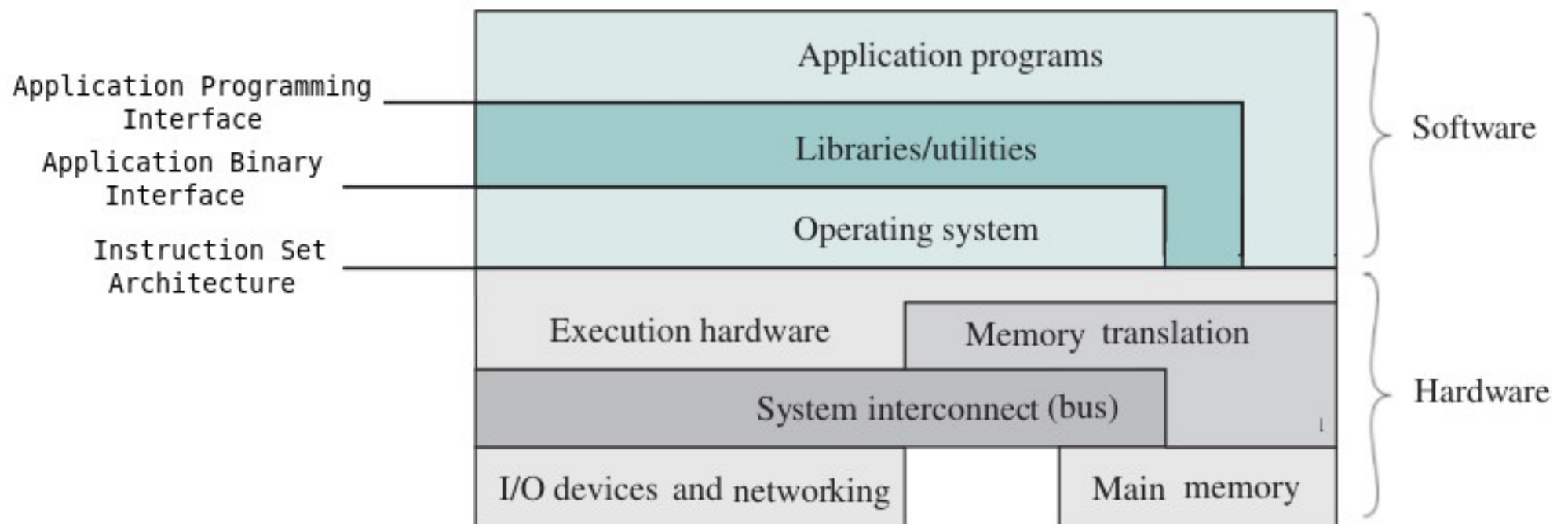
- “**Application Programming Interface**” (API) .. permite o acesso aos recursos de hardware e serviços disponíveis por meio do ISA do usuário, complementado com chamadas de HLL (High Level Library).
- .. qualquer chamada de sistema geralmente se dá por meio de bibliotecas.



2 – Operating System Overview / 2.1 – Objectives and Functions

... 2.1.1 – OS as a User Computer Interface

- “**Application Programming Interface**” (API) .. permite o acesso aos recursos de hardware e serviços disponíveis por meio do ISA do usuário, complementado com chamadas de HLL (High Level Library).
- .. abre espaço para a portabilidade de aplicativos software, por meio de recompilação, para outros sistemas que suportam a mesma API.



2 – Operating System Overview / 2.1 – Objectives and Functions

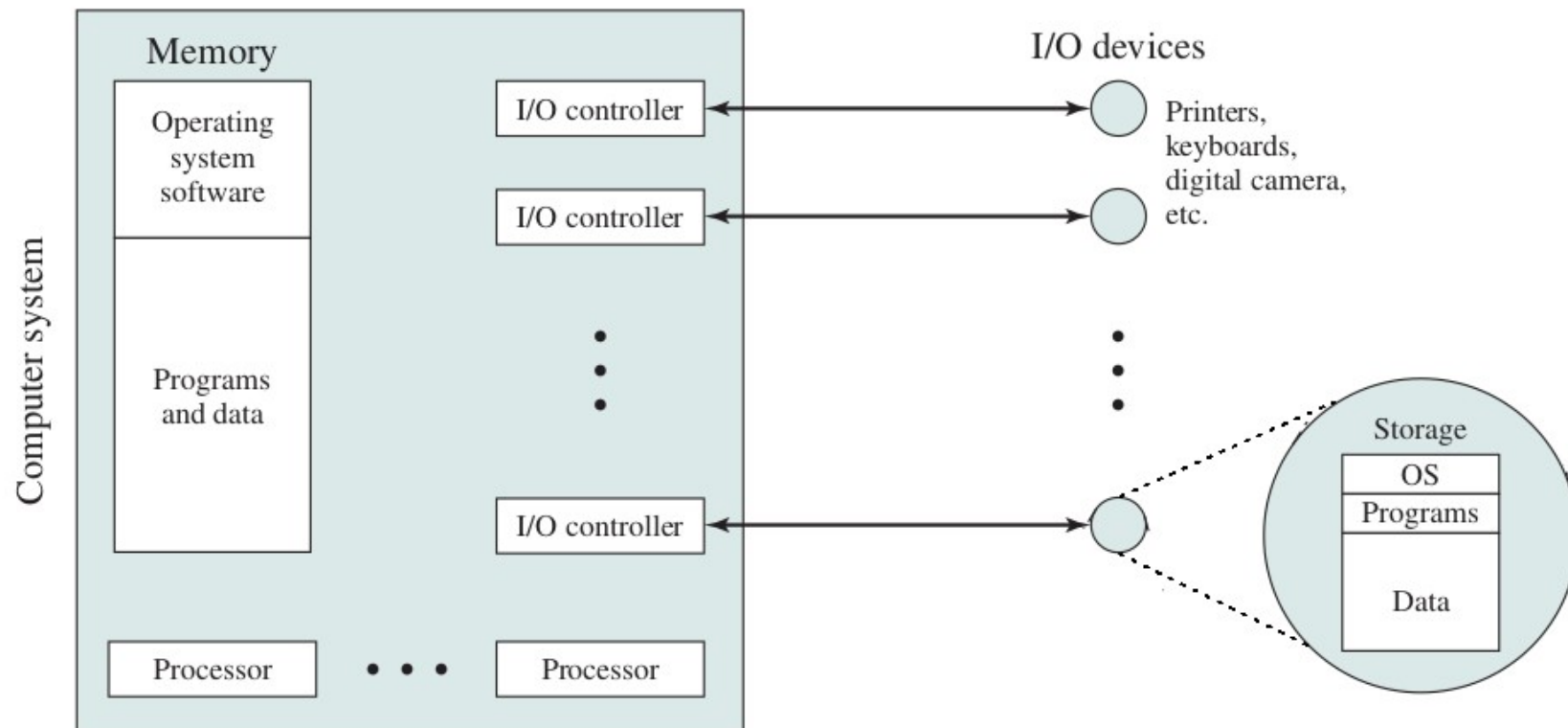
2.1.2 – OS as a Resource Manager

- **“função”** .. responsável pelo gerenciamento dos recursos computacionais responsáveis pela transferência, armazenamento e processamento de dados bem como o controle dessas funções.
- ... como mecanismo de controle, cabe duas ressalvas:
- (1) .. um sistema operacional funciona da mesma que um programa comum em um computador, ou seja, as funções do sist. oper. são pequenos códigos de programas executados pelo processador;
- (2) .. freqüentemente o sistema operacional renuncia o controle do processador e depende do processador para readquirí-lo novamente.
- **“conclusão”** .. pode-se imaginar que o sistema operacional é nada mais que um programa de computador.

2 – Operating System Overview / 2.1 – Objectives and Functions

... 2.1.2 – OS as a Resource Manager

- “**principais recursos**” .. gerenciados pelo sist. oper., sendo que a parte do sist. oper. na memória principal, contempla o kernel que contém as funções usadas com mais frequência no sistema operacional.
- .. e em alguns momentos, outras partes do sist. oper. em uso.



2 – Operating System Overview / 2.1 – Objectives and Functions

2.1.3 – Ease of Evolution of an OS

- SOs evoluem ao passar dos anos por uma série de razões:
- **“hardware upgrades plus new types of hardware”** .. atualização do hardware e/ou novos hardwares - diferentes funcionalidades requerem suporte diferenciado no sistema operacional;
- **“new services”** .. em resposta às necessidade dos usuários e/ou gerentes de sistemas, um sistema operacional se expande para oferecer novos serviços.
- **“fixes”** .. correção de “bugs” e falhas são descobertas ao longo do tempo e devem ser reparadas, constituindo-se numa fonte de falhas.

2 – Operating System Overview / 2.1 – Objectives and Functions

... 2.1.3 – Ease of Evolution of an OS

- SOs evoluem ao passar dos anos por uma série de razões:
- ... a necessidade de mudanças em um sist. oper. exige que certos requisitos sejam considerados no seu projeto (p.ex., modularidade no seu desenvolvimento).
- ... por outro lado, para programas mais complexos (maior porte) uma modularização simples provavelmente será inadequada ..
- ... ou seja, necessita-se muito mais que um simples particionamento do programa em sub-rotinas (p.ex., orientação a objetos).

2 – Operating System Overview / 2.2 – The Evolution of OSs

2.2 – The Evolution of Operating Systems

- “**motivação**” .. para atender os requisitos chaves de um sist. oper. e a importância dos principais aspectos nos sist. oper. contemporâneos, é usual analisar como se deu a evolução dos sistemas operacionais.
- “**serial processing**” >>
- “**batch operating system**” >>
- “**multiprogrammed operating system**” >>
- “**time-shared operating systems**” >> ...



2.2.1 – Serial Processing

- **“Serial Processing”** .. nos primeiros computadores (1940 até meados de 1950), o programador interagiu diretamente com o “hardware”, ou seja, não havia sistema operacional para auxiliar o programador.
- ... as máquinas são executadas a partir de consoles, constituídos de lâmpadas sinalizadoras, chaves, algum dispositivo de I/O e “printer”.
- ... se um erro ocorre durante a execução do programa, a indicação se dava por meio de lâmpadas sinalizadoras (leds), permitindo que o programador examinava os registros para determinar a causa do erro.
- ... se a execução do evoluir como esperado, os dados gerados como resposta a sua execução eram descarregados na impressora.

2 – Operating System Overview / 2.2 – The Evolution of OSs

... 2.2.1 – Serial Processing

- **“escalonamento”** .. a reserva da máquina se dá por múltiplo de um intervalo preestabelecido (p.ex., 30 minutos) o que não permite na maioria das vezes o melhor uso do sistema computacional.
- **“tempo de preparação”** .. a execução de um simples programa (isto é, job) envolve carregar o compilador e o programa na memória, gerar o programa objeto bem como ligá-lo as funções comuns.
- .. cada um desses passos comumente exigia a conexão com dispositivos como “tapes”, leitora de cartões, etc.
- .. na ocorrência de erros, todo o processo precisava ser reiniciado.
- .. muito tempo era perdido na preparação do ambiente para que só depois o programa do usuário fosse executado.

2 – Operating System Overview / 2.2 – The Evolution of OSs

... 2.2.1 – Serial Processing

- “**serial processing**” .. este modo de operação reflete o fato de usuários acessarem o computador em seqüência.
- .. no decorrer dos anos, várias ferramentas de software de sistema foram desenvolvidas para tentar torná-lo mais eficiente.
- .. dentre estas ferramentas, destacam-se, programas utilitários foram desenvolvidos (p.ex., bibliotecas de funções comuns, “linkers”, carregadores, “debuggers”, “drivers” de entrada/saída).



2 – Operating System Overview / 2.2 – The Evolution of OSs

... 2.2.1 – Serial Processing

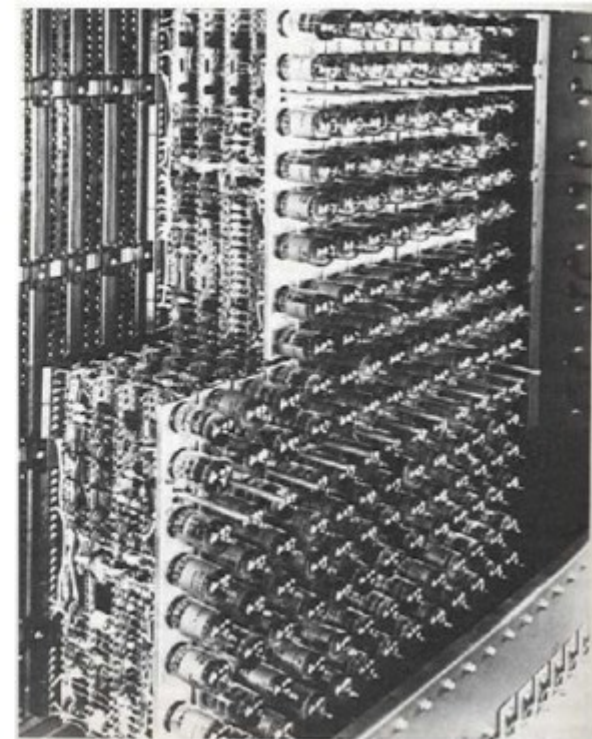
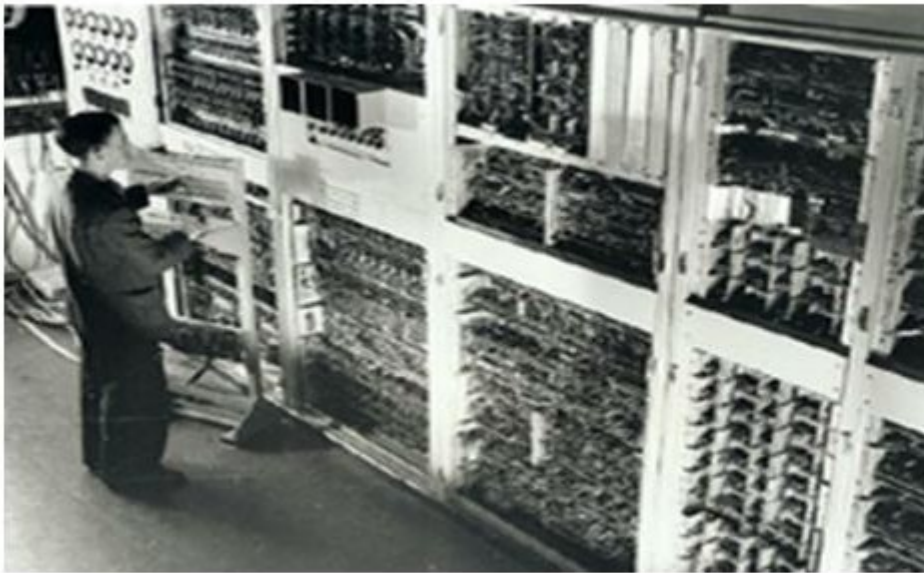
- **“single user system”** .. “programmer /user acts as the operator and interacts with the hardware”.
- **“no operating system”** .. “machines run from a console with display lights, toggle switches, etc”.
- **“input/output”** .. “paper tapes or punch cards for the program and I/O”.
- **“setup time”** .. “included loading the compiler, source program, saving compiled program, and loading and linking”.



2 – Operating System Overview / 2.2 – The Evolution of OSs

... 2.2.1 – Serial Processing

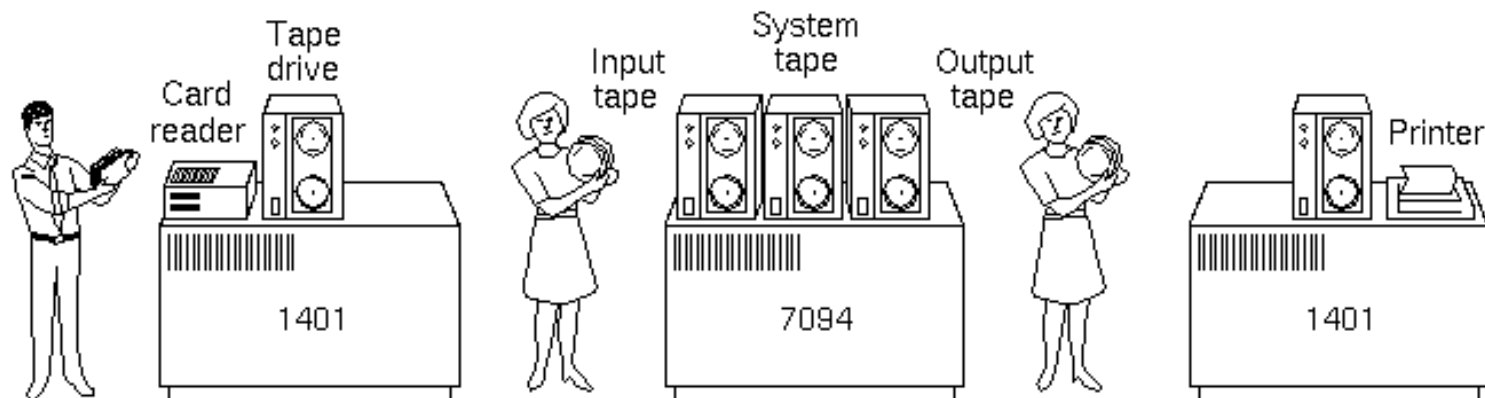
- “**disadvantages**” ..
- “**scheduling**” .. “hardcopy sign-up sheet for reserving time”.
- “**time reserve**” .. “user could reserve for 45 min and finish in 30 min >> wastage of time or user may not be able to finish in scheduled time”.



2 – Operating System Overview / 2.2 – The Evolution of OSs

2.2.2 – Batch Systems

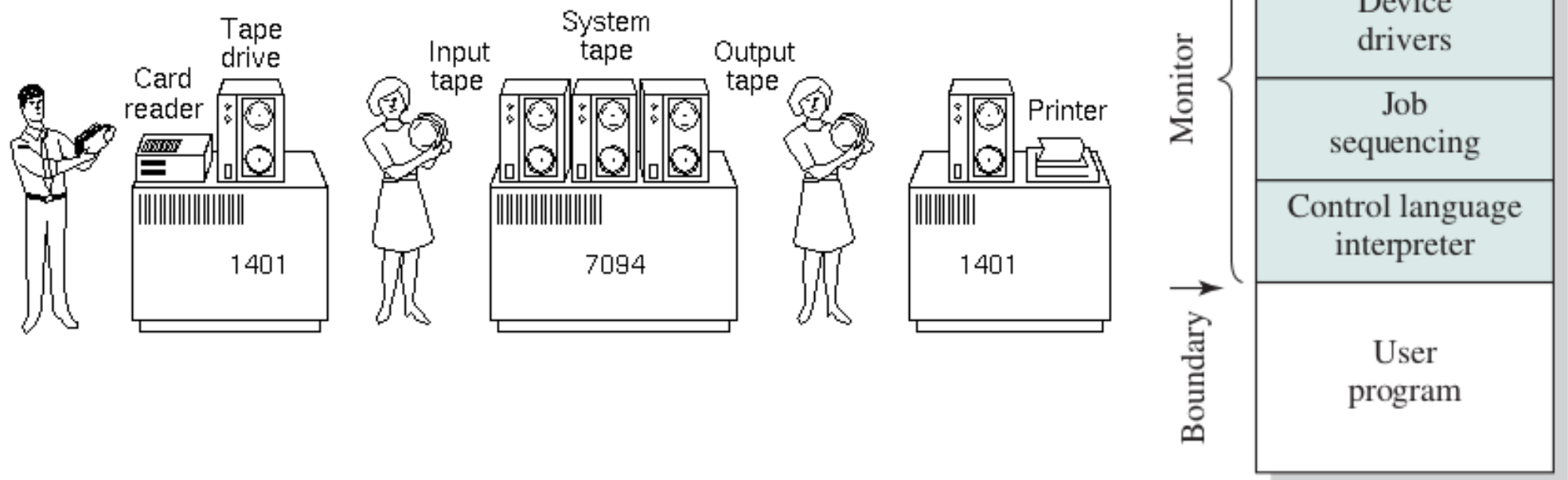
- “**década de 1950**” ..máquinas muito caras e com tempo de escalonamento e preparação inaceitáveis e, portanto, a palavra de ordem era maximizar a utilização das máquinas.
- “**batch systems**” ... para melhorar a utilização das máquinas, o conceito de Sist. Oper. em Lote foi desenvolvido em meados de 1950 pela General Motors para uso no IBM 701.
- ... refinamentos vieram a “posteriori” e por volta de 1960 mais de um fornecedor já havia desenvolvido sist. oper. em lote para os seus computadores — p.ex.: o IBSYS (Sist. Oper. para o IBM 7090/7094).



2 – Operating System Overview / 2.2 – The Evolution of OSs

... 2.2.2 – Batch Systems

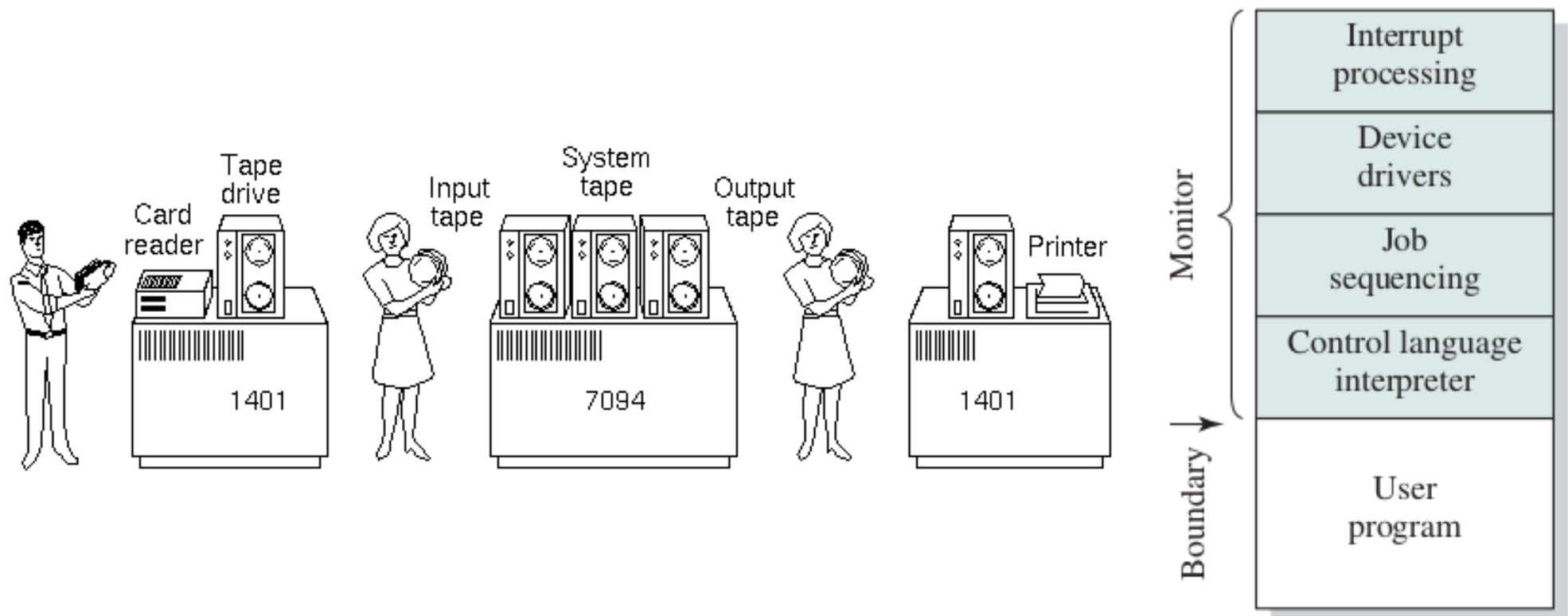
- “**premissa**” .. utilização de um programa denominado monitor responsável pelo gerenciamento de cada programa do lote - “batch system”.
- ... com este tipo de sistema operacional, o usuário não tem mais acesso direto ao processador.



2 – Operating System Overview / 2.2 – The Evolution of OSs

... 2.2.2 – Batch Systems

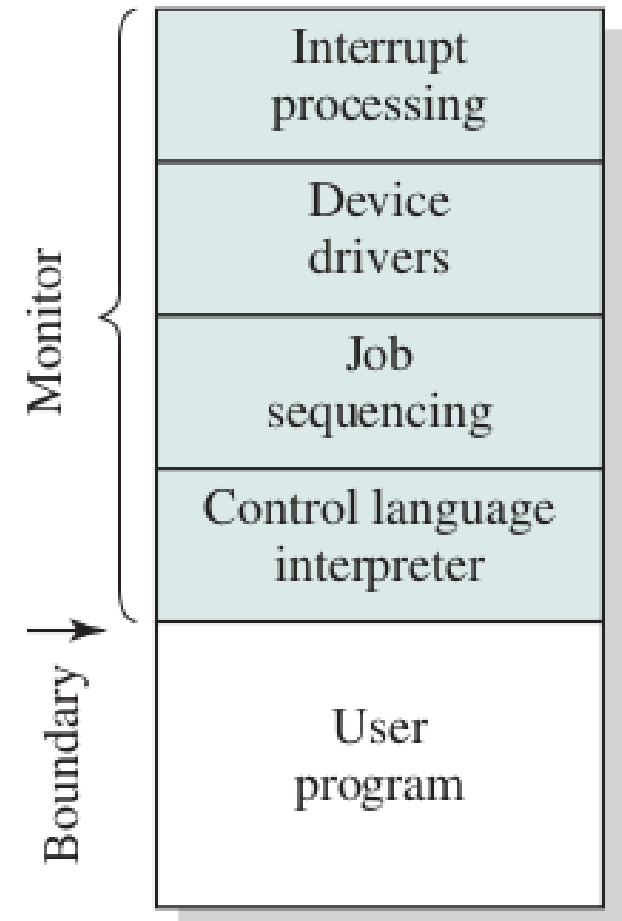
- .. usuário envia o trabalho em cartões ou fita para um operador de computador, que agrupa os trabalhos em lote sequencialmente.
- .. após o sequenciamento dos jobs em um único lote, o lote inteiro em um dispositivo de entrada, para uso pelo monitor.



2 – Operating System Overview / 2.2 – The Evolution of OSs

... 2.2.2 – Batch Systems

- “**premissa**” .. monitor permanece na memória principal para execução a qualquer instante e seus utilitários são carregados qdo necessário.
- .. monitor lê um “job” (tarefa) de cada vez do dispositivo de entrada.
- .. monitor carrega o “job” (tarefa) para a área de programas do usuário.
- .. uma instrução do monitor gera um desvio para o começo do prog. do usuário.
- .. execução do programa continua até terminar ou ocorrer um erro, quando então o controle retorna para o programa “monitor”.



2 – Operating System Overview / 2.2 – The Evolution of OSs

... 2.2.2 – Batch Systems

- “**batch system**” .. é um programa de computador com a habilidade de buscar instruções de várias partes da memória de maneira a tomar ou liberar alternadamente o controle.
- “**requisitos funcionais desejáveis**” no monitor:
- “**memory protection**” .. um programa em execução não tem autorização para alterar a área de memória que contém o monitor.
- “**timer**” .. um temporizador é utilizado para prevenir que um simples job monopolize o sistema, assim, quando expira o programa é interrompido e o controle é retornado para o “monitor”.

2 – Operating System Overview / 2.2 – The Evolution of OSs

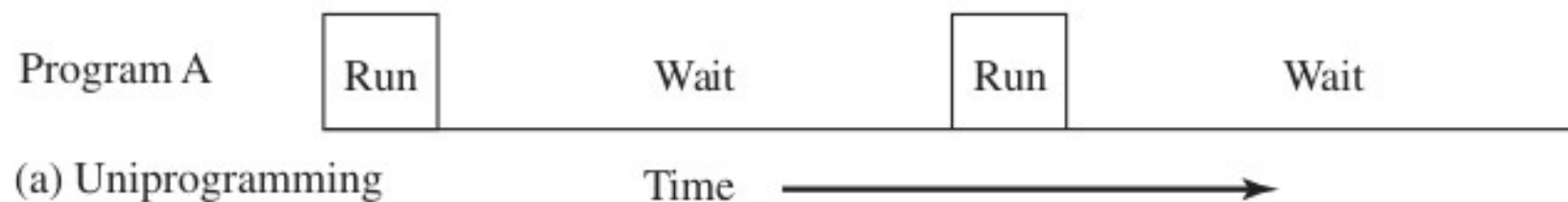
... 2.2.2 – Batch Systems

- “**requisitos funcionais desejáveis**” no monitor:
- “**privileged instructions**” .. algumas instruções são projetadas para somente serem executadas pelo monitor (p.ex., instruções de entrada/saída – controle sobre dispositivos de I/O).
- “**interrupts**” .. não disponível anteriormente, concedem maior flexibilidade ao sistema operacional quando da renúncia ou readmissão do controle para programas do usuário.
- “**observação**” .. naturalmente que um S.O. não precisa ser desenvolvido levando todos esses aspectos em consideração, mas desenvolvedores de sistemas aprenderam que tal atitude é catastrófica.
- “**conclusão**” .. estes requisitos foram incluídos nos Batch Systems.

2 – Operating System Overview / 2.2 – The Evolution of OSs

2.2.3 – Multiprogrammed Batch Systems

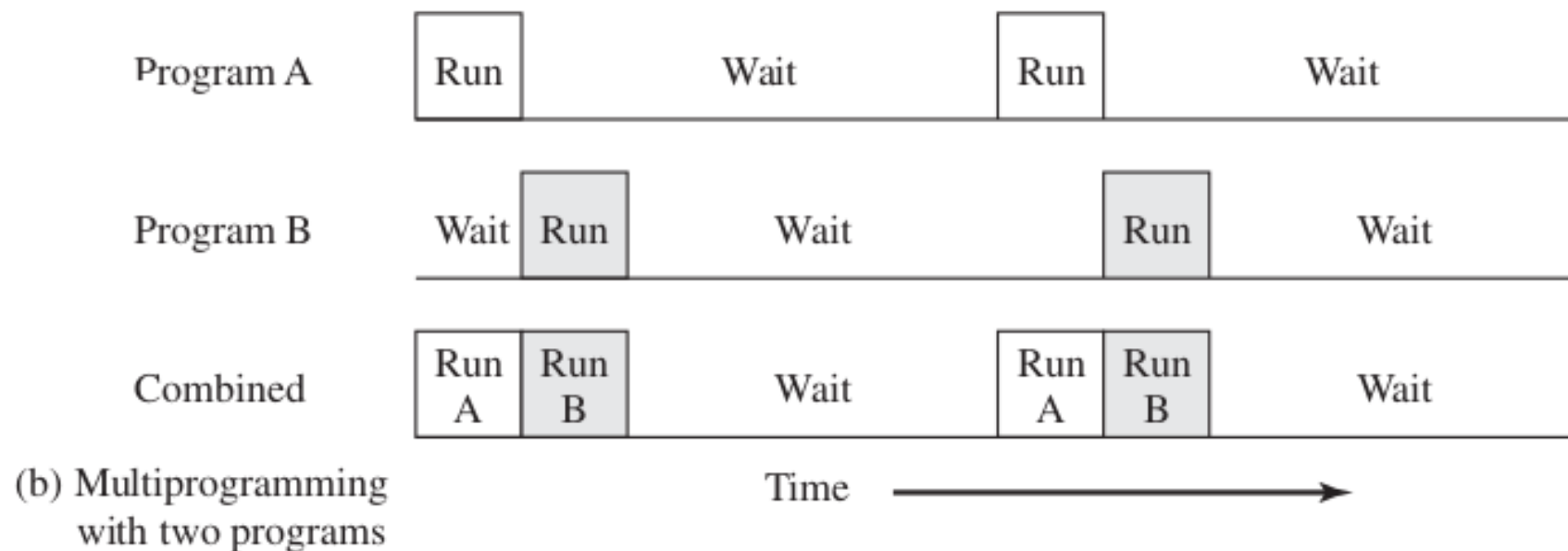
- “**batch systems**” .. I/O são excessivamente lentas comparadas com a execução de instruções convencionais de um programa.
- “**batch systems**” .. um programa mesmo contendo um nro. pequeno de operações de I/O, esperava a maior parte do tempo por elas.
- “**batch systems**” .. tem-se assim, um pobre uso da CPU quando somente um programa esta presente na memória — o processador continua livre e, portanto, pode ser utilizado.
- “**alternativa**” .. expandir a memória para suportar 2 ou mais “jobs” bem como permitir o chaveamento da execução entre os mesmos — este processo é conhecido como “**multiprogramação**” ou “**multitarefa**”



2 – Operating System Overview / 2.2 – The Evolution of OSs

... 2.2.3 – Multiprogrammed Batch Systems

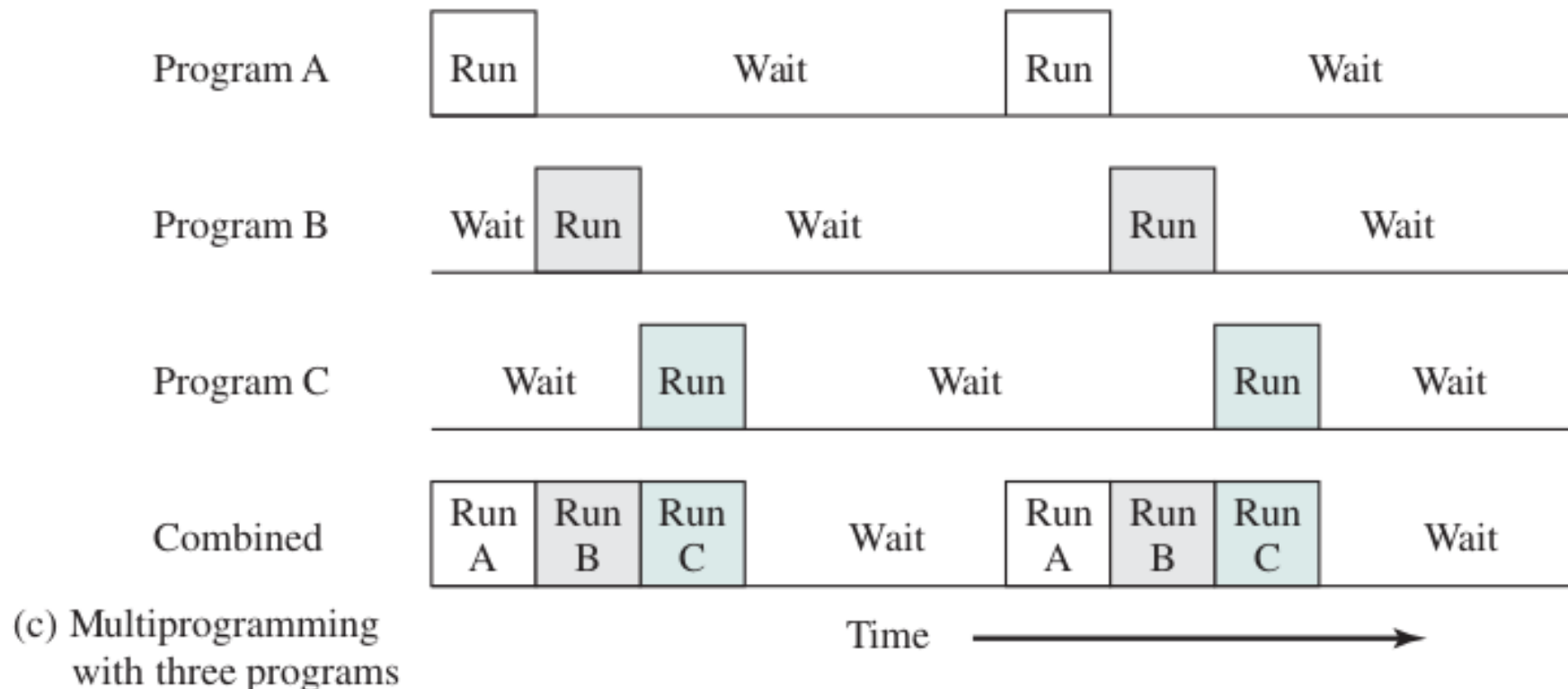
- “**multiprogramming**” .. quando um “job” ou tarefa precisa esperar por I/O, o processador pode alternar para o outro “job”, que provavelmente não está esperando por I/O.



2 – Operating System Overview / 2.2 – The Evolution of OSs

... 2.2.3 – Multiprogrammed Batch Systems

- “**multiprogramming**” .. quando um “job” ou tarefa precisa esperar por I/O, o processador pode alternar para o outro “job”, que provavelmente não está esperando por I/O.



2 – Operating System Overview / 2.2 – The Evolution of OSs

... 2.2.3 – Multiprogrammed Batch Systems

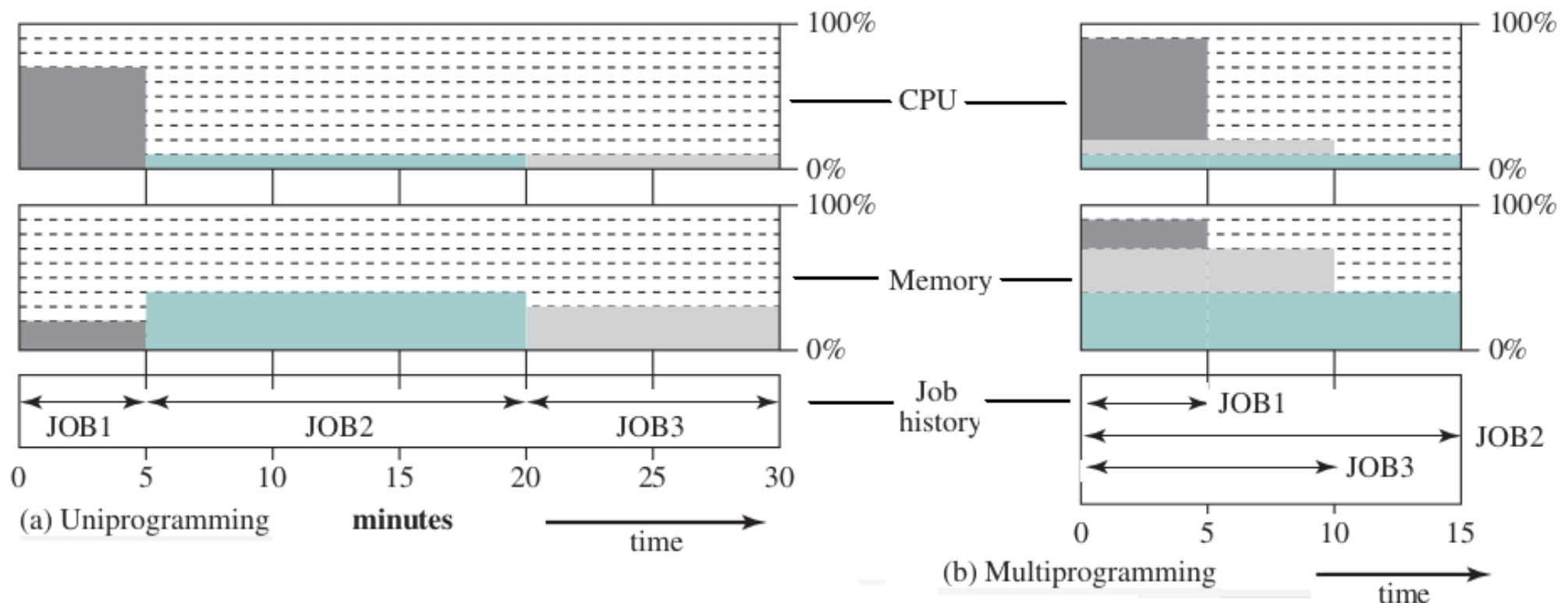
- e.g., para ilustrar o benefício da multiprogramação, considere um computador com 250 Mbytes de memória disponível (não usado pelo sistema operacional), um disco, um terminal e uma impressora.
- .. 03 programas, JOB1, JOB2 e JOB3, são submetidos para execução ao mesmo tempo, com os atributos listados abaixo.

	JOB1	JOB2	JOB3
Type of job	Heavy compute	Heavy I/O	Heavy I/O
Duration	5 min	15 min	10 min
Memory required	50 M	100 M	75 M
Need disk?	No	No	Yes
Need terminal?	No	Yes	No
Need printer?	No	No	Yes

2 – Operating System Overview / 2.2 – The Evolution of OSs

... 2.2.3 – Multiprogrammed Batch Systems

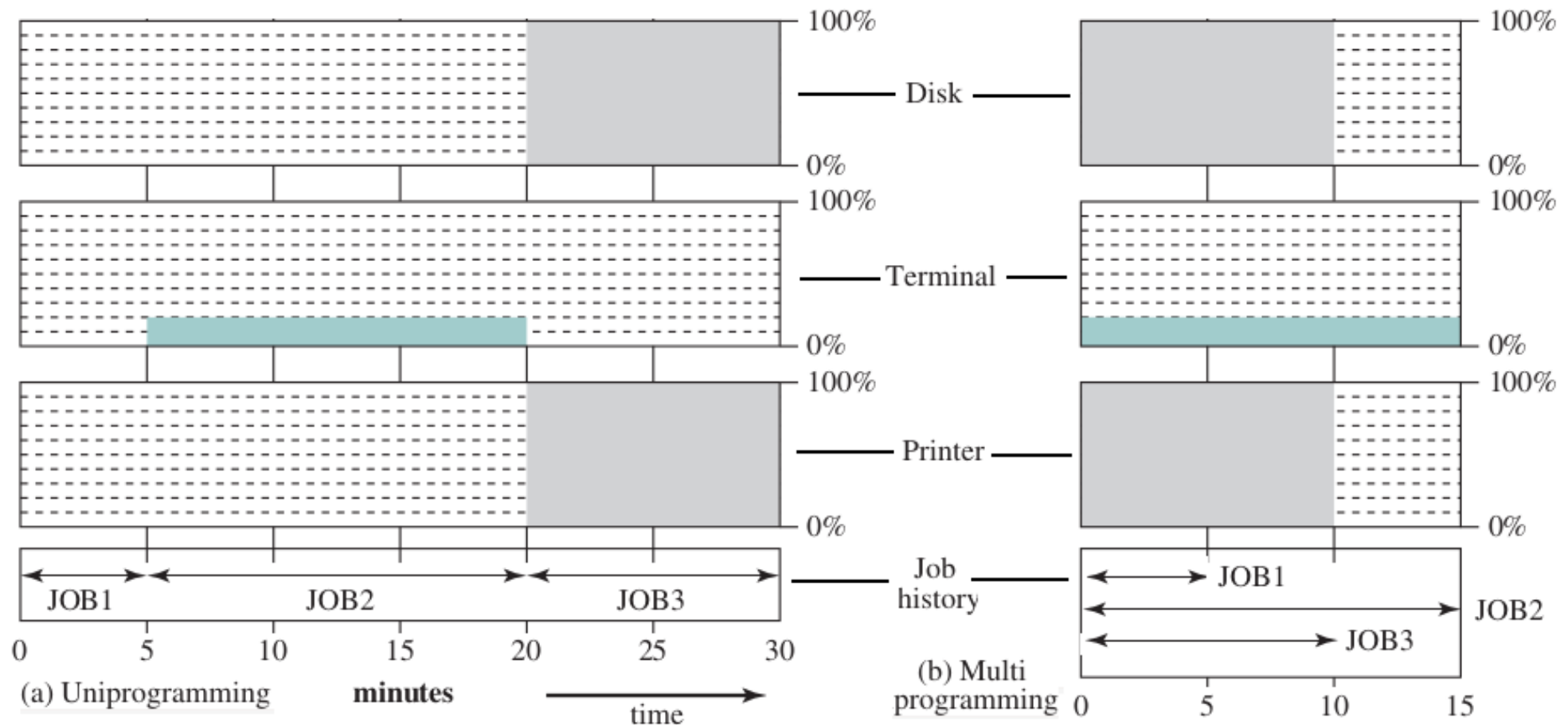
- e.g., para um ambiente em lote simples, esses trabalhos serão executados em sequência, com o JOB#1 utilizando 5 minutos e, na sequência, JOB#2 com 15 minutos e JOB#3 com 10 minutos.



2 – Operating System Overview / 2.2 – The Evolution of OSs

... 2.2.3 – Multiprogrammed Batch Systems

- .. tempo de alocação do disco, terminal e “printer” pelos Jobs #1, #2 e #3 no caso da “monoprogramação” e “multiprogramação”.



2 – Operating System Overview / 2.2 – The Evolution of OSs

... 2.2.3 – Multiprogrammed Batch Systems

- e.g., para um ambiente em lote simples, esses trabalhos serão executados em sequência, com o JOB#1 utilizando 5 minutos e, na sequência, JOB#2 com 15 minutos e JOB#3 com 10 minutos.
- ... efeitos da multiprogramação na utilização de recursos.

	Uniprogramming	Multiprogramming
Processor use	20%	40%
Memory use	33%	67%
Disk use	33%	67%
Printer use	33%	67%
Elapsed time	30 min	15 min
Throughput	6 jobs/hr	12 jobs/hr
Mean response time	18 min	10 min

2 – Operating System Overview / 2.2 – The Evolution of OSs

... 2.2.3 – Multiprogrammed Batch Systems

- Assim com nos Batch Systems, Multiprogrammed Batch Systems devem assumir algumas considerações de hardware e software:
- **“interrupções de I/O e DMA”** .. de forma a executar instruções enquanto dispositivos de entrada/saída estão ocupados.
- **“gerenciamento de memória”** .. diversos jobs prontos para serem executados devem ser mantidos em memória.
- **“proteção da memória”** .. dados e programa.
- **“escalonamento”** .. com vários processos prontos para serem executados é necessário decidir que deve ser escalonado.
- **“gerenciar a disputa por recursos”** .. não só no caso anterior, como para os demais recursos de entrada/saída.

2.2.4 – Time-Sharing Systems

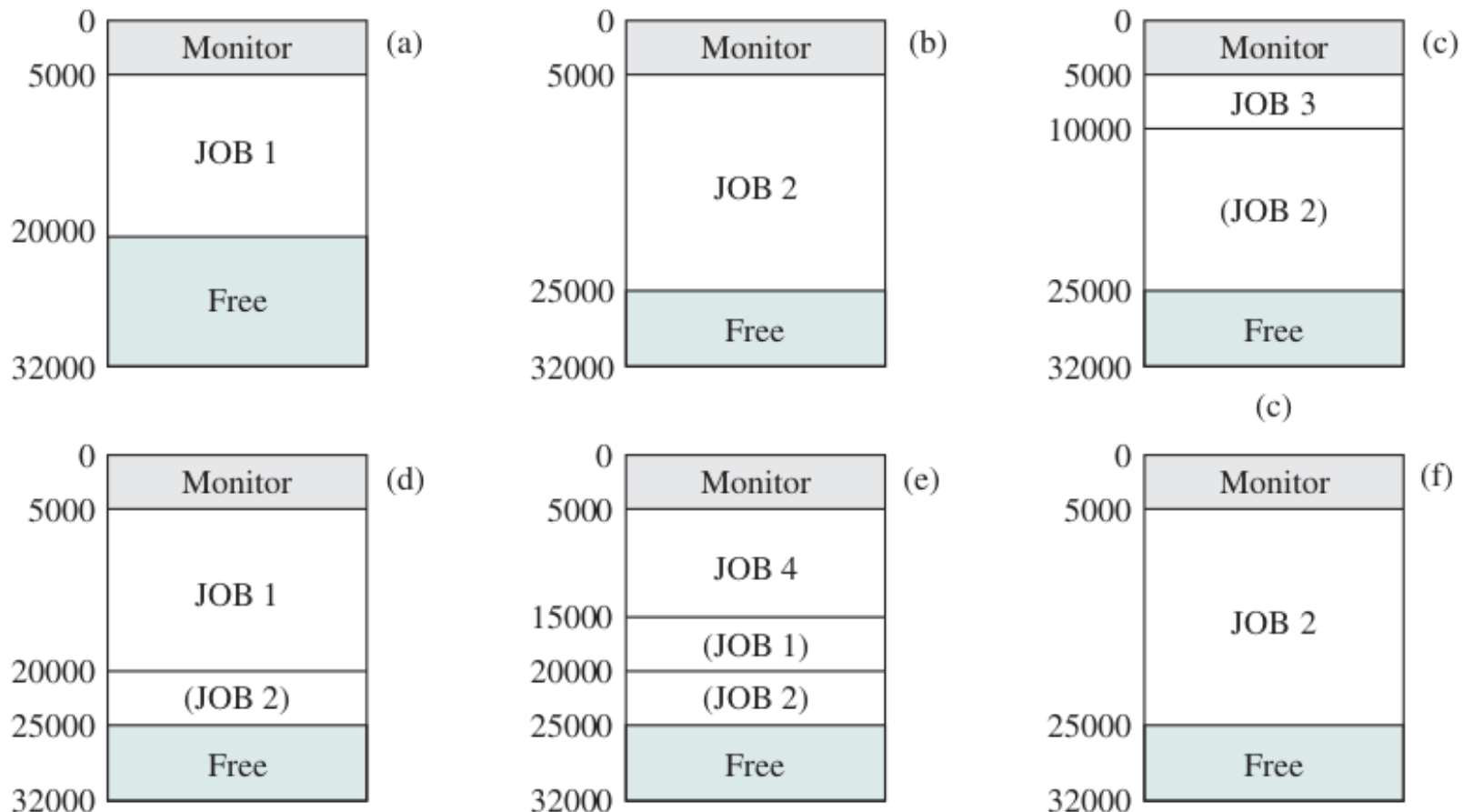
- **“Batch Systems”** .. até podem ser eficientes com o uso da multiprogramação, entretanto, para um nro. grande de jobs é desejável que o usuário possa interagir diretamente com o computador.
- ... processador pode ser utilizado para manipular jobs interativos -- neste caso, a técnica é referenciada como “Time-Sharing” uma vez que o tempo do processador é partilhado entre os usuários.
- ... em sistemas “time-sharing”, múltiplos usuários acessam simultaneamente o sistema através de terminais e o sist. oper. intercala a execução de cada programa do usuário em “quantum” de tempo.

	Batch Multiprogramming	Time Sharing
Principal objective	Maximize processor use	Minimize response time
Source of directives to operating system	Job control language commands provided with the job	Commands entered at the terminal

2 – Operating System Overview / 2.2 – The Evolution of OSs

... 2.2.4 – Time-Sharing Systems

- 1º Time-Sharing - Compatible Time-Sharing System (CTSS) .. Projeto MAC (Machine-Aided Cognition ou Multiple-Access Computers) do MIT.



2 – Operating System Overview / 2.2 – The Evolution of OSs

... 2.2.4 – Time-Sharing Systems

- O CTSS foi inicialmente desenvolvido em 1961 para o IBM 709 e mais tarde transferido para o IBM 7094 — algumas de suas peculiaridades:
- sistema executava em um máquina com 32 K palavras de 36 bits na memória principal, com um monitor residente consumindo 5 K palavras.
- programas e dados do usuário eram carregados nos 27 K restantes.
- clock gerava interrupções a uma taxa de 0.2 segundos, permitindo que o sist. oper. readquirisse o controle para atribuí-lo a outro processo.
- troca de contexto, os dados e programa do usuário eram gravados em disco para que o novo programa e dados pudessem ser carregados.
- para minimizar o tráfego em disco, a memória do usuário era sobreescrita quando havia um programa para ser executado.

2.3 – Major Achievements

- “**desafios**” .. sist. oper. estão entre os mais complexos softwares e, neste sentido, refletem o desafio de convergência entre diferentes objetivos tais como: conveniência, eficiência e habilidade para evoluir.
- “**projeto de sist. oper.**” .. para o projeto e desenvolvimento de sist. oper., 05 funcionalidades e/ou requisitos devem ser consideradas:
 - criação e controle de processos;
 - gerenciamento de memória;
 - segurança e proteção de informação;
 - escalonamento e gerenciamento de recursos;
 - estrutura no sistema operacional.
- .. onde cada funcionalidade é caracterizada por princípios ou abstrações, desenvolvidas para solucionar problemas de ordem prática.

2 – Operating System Overview / 2.3 – Major Achievements

... 2.3 – Major Achievements

- “**projeto de sist. oper.**” .. para o projeto e desenvolvimento de sist. oper., 05 funcionalidades e/ou requisitos devem ser consideradas:
 - criação e controle de processos;
 - gerenciamento de memória;
 - segurança e proteção de informação;
 - escalonamento e gerenciamento de recursos;
 - estrutura no sistema operacional.
-
- .. tomados juntos, esses 05 pontos constituem os aspectos chaves de projeto e implementação dos sistemas operacionais contemporâneos.

2 – Operating System Overview / 2.3 – Major Achievements

2.3.1 – Process Management

- **“conceito de processo”** .. fundamental na estrutura dos sistemas operacionais, acomoda inúmeras definições para este termo.
- 1) .. um programa em execução.
- 2) .. instância de um programa em execução em um computador.
- 3) .. entidade designada para ser executada por um processador.
- 4) .. unidade de atividade caracterizada por um único encadeamento sequencial de execução, um estado atual e recursos do sistema.

2 – Operating System Overview / 2.3 – Major Achievements

... 2.3.1 – Process Management

- “**novos desafios**” .. as abordagens de operação com multiprogramação, “time-sharing” e sistemas de tempo real criam problemas de tempo e sincronização que contribuem para a definição de processo.
- “**multiprogramming**” .. mantém o processador e dispositivos de I/O, incluindo dispositivos de armazenamento, ocupados simultaneamente para alcançar a eficiência máxima.
- .. mecanismo principal é a resposta aos sinais que indicam a conclusão das transações de I/O, permitindo a alternância do processador entre os vários programas que residem na memória principal.

2 – Operating System Overview / 2.3 – Major Achievements

... 2.3.1 – Process Management

- “**novos desafios**” .. as abordagens de operação com multiprogramação, “time-sharing” e sistemas de tempo real criam problemas de tempo e sincronização que contribuem para a definição de processo.
- “**time-sharing**” .. objetivo principal é responder às necessidades do usuário individual e, ainda assim, por motivos de custo, ser capaz de oferecer suporte a vários usuários simultaneamente.
- .. esses objetivos são compatíveis devido ao tempo de reação relativamente lento do usuário quando comparado com do sist. oper.

2 – Operating System Overview / 2.3 – Major Achievements

... 2.3.1 – Process Management

- **“novos desafios”** .. as abordagens de operação com multiprogramação, “time-sharing” e sistemas de tempo real criam problemas de tempo e sincronização que contribuem para a definição de processo.
- **“real-time systems”** .. sistemas de processamento de transações em tempo real tais como sistema de reserva de linhas aéreas.
- .. principal diferença entre o sistema de processamento de transações e o sistema de tempo compartilhado é que o primeiro é limitado a um ou alguns aplicativos.
- .. enquanto os usuários de um sistema de tempo compartilhado podem se envolver no desenvolvimento de programas, execução de tarefas e no uso de vários aplicativos.
- .. em ambos os casos, o tempo de resposta do sistema é fundamental.

2 – Operating System Overview / 2.3 – Major Achievements

... 2.3.1 – Process Management

- “**interrupt**” .. principal ferramenta disponível para os programadores de sistema no desenvolvimento dos primeiros sistemas interativos de multiprogramação e multiusuário era a interrupção.
- .. atividade de qualquer trabalho pode ser suspensa pela ocorrência de um evento definido, como uma conclusão de I/O.
- .. processador salva algum tipo de contexto (por exemplo, contagem de programa e outros registradores) e ramifica para uma rotina de tratamento de interrupções – “**interrupt handler**” ..
- .. que determina a natureza da interrupção, como processar a interrupção e, em seguida, retomar ao processamento do usuário com o “job” interrompido ou algum outro “job”.

2 – Operating System Overview / 2.3 – Major Achievements

... 2.3.1 – Process Management

- “**novos desafios**” .. projeto do software do sistema para coordenar essas várias atividades tornou-se extremamente difícil.
- .. com muitos “jobs” em andamento ao mesmo tempo, cada um envolvendo várias etapas a serem executadas em sequência, torna-se impossível analisar todas as combinações de sequências de eventos.
- .. na ausência de alguns meios sistemáticos de coordenação e cooperação entre as atividades, os programadores recorrem a métodos “ad hoc” baseados em sua compreensão do ambiente do sist. oper.
- .. esses esforços são vulneráveis a erros “sutis” de programação, cujos efeitos só podem ser observados quando certas sequências relativamente raras de ações ocorrem.
- .. esses erros são difíceis de diagnosticar porque precisam ser diferenciados dos erros de “software” do aplicativo e de “hardware”.

2.3.2 – Memory Management

- “**memory management**” .. usuários necessitam de um ambiente que suporte programação modular e o uso flexível de dados.
- .. enquanto gerenciadores de sistemas necessitam controle ordenado e eficiente para alocação de memória.
- 1) .. não interferência entre os processos.
- 2) .. gerenciamento e alocação automática.
- 3) .. suporte à programação modular.
- 4) .. segurança e controle de acesso.
- 5) .. armazenagem da informação por longos períodos.

2 – Operating System Overview / 2.3 – Major Achievements

... 2.3.2 – Memory Management

- “**main memory**” .. consiste em vários quadros de comprimento fixo, cada um igual ao tamanho de uma página.
- ... para que um programa seja executado, algumas ou todas as suas páginas devem estar na memória principal.

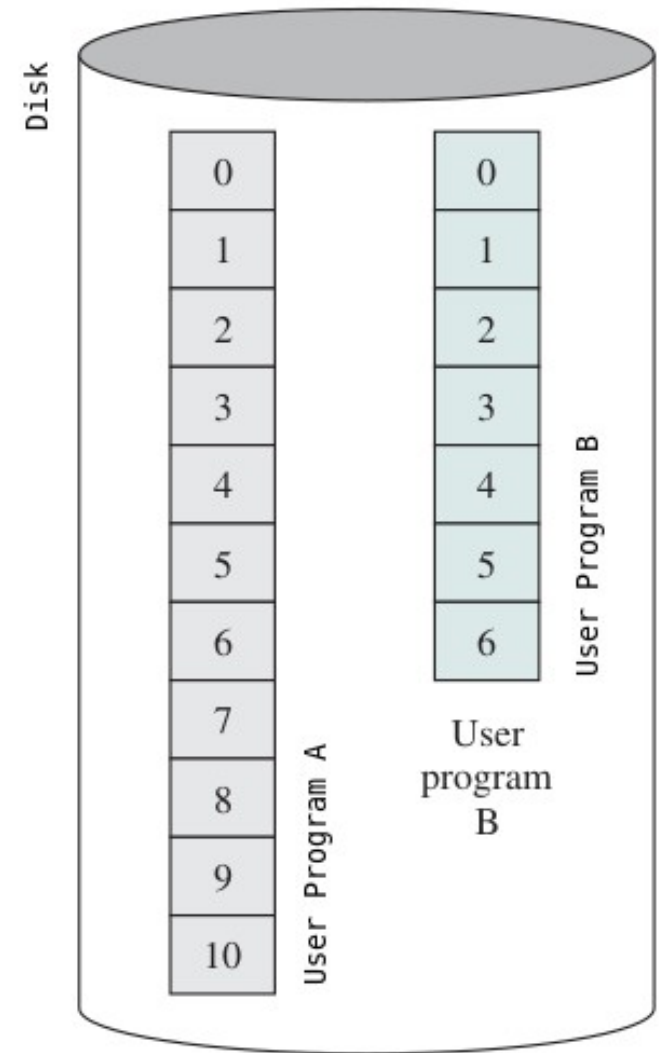
A.1			
	A.0	A.2	
	A.5		
B.0	B.1	B.2	B.3
		A.7	
	A.9		
		A.8	
	B.5	B.6	

Main Memory

2 – Operating System Overview / 2.3 – Major Achievements

... 2.3.2 – Memory Management

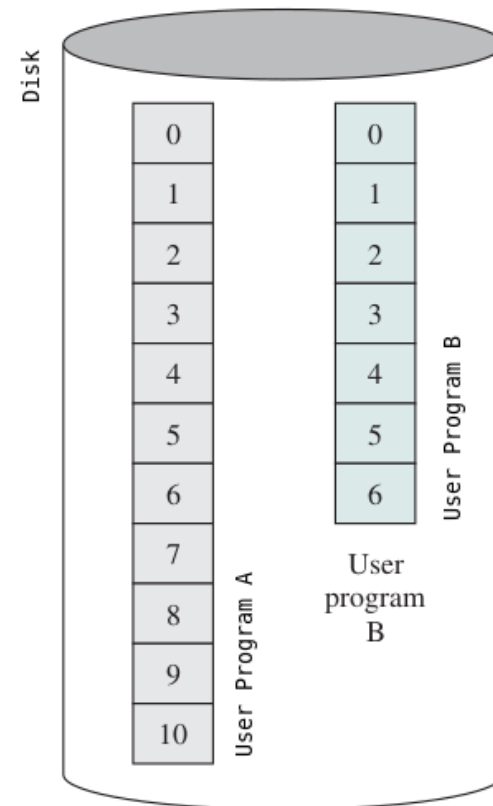
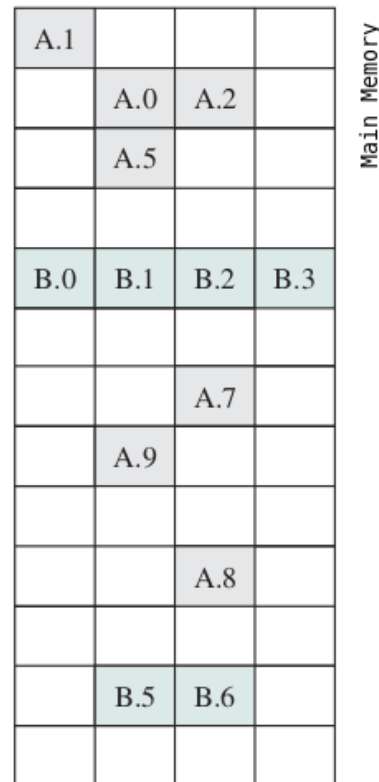
- “**secondary memory**” .. um programa do usuário consiste em um certo número de páginas, normalmente páginas de comprimento fixo.
- .. as páginas de todos os programas mais o sistema operacional estão no disco, assim como os arquivos.



2 – Operating System Overview / 2.3 – Major Achievements

... 2.3.2 – Memory Management

- “**main memory**” .. consiste em vários quadros de comprimento fixo, cada um igual ao tamanho de uma página.
- “**secondary memory**” .. um programa do usuário consiste em um certo número de páginas, normalmente páginas de comprimento fixo.



2 – Operating System Overview / 2.3 – Major Achievements

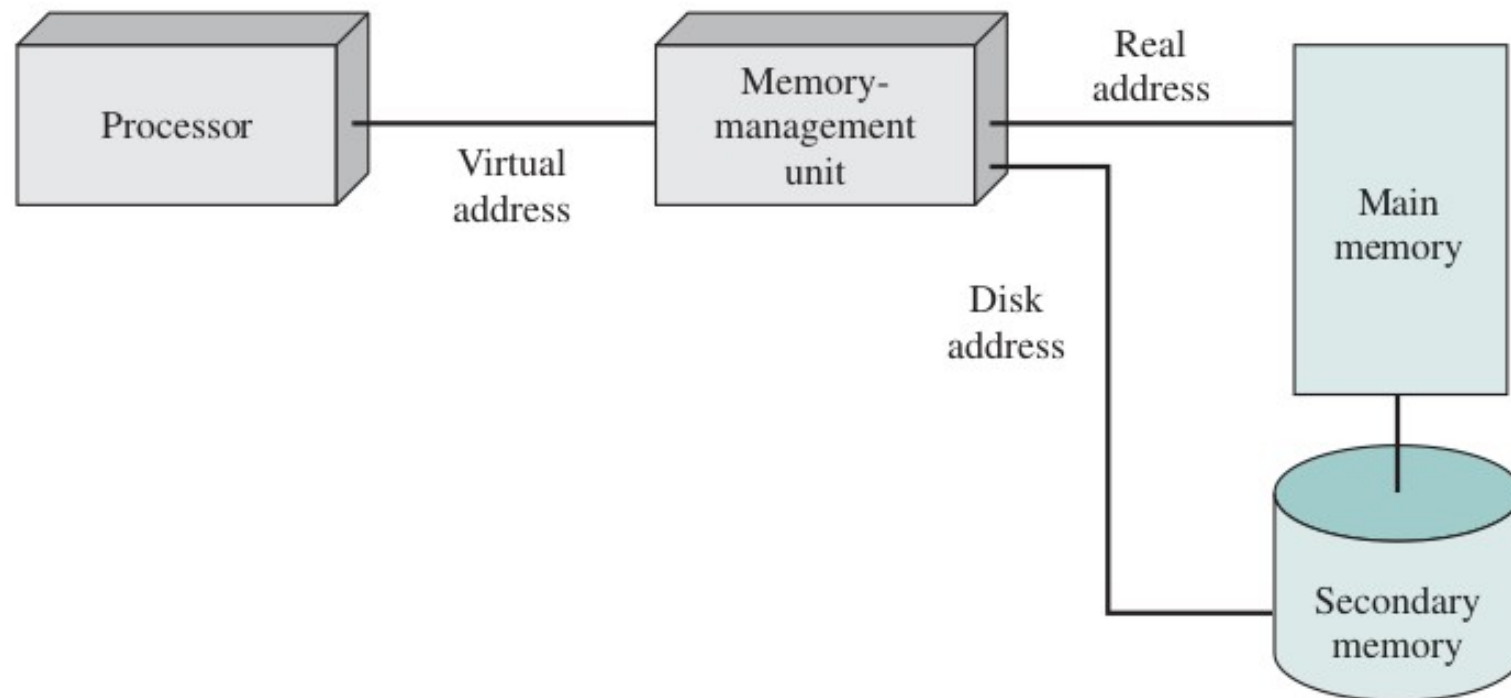
... 2.3.2 – Memory Management

- “**virtual processor**” .. combinação de “hardware” do processador e sistema operacional que disponibilizada para o usuário, tem acesso a uma memória virtual.
- .. essa memória virtual pode ser um espaço de endereço linear ou uma coleção de segmentos, que são blocos de comprimento variável de endereços contíguos.
- .. em ambos os casos, as instruções da linguagem de programação podem fazer referência a locais de programa e dados na área de memória virtual.
- “**process isolation**” .. pode ser obtido fornecendo a cada processo uma memória virtual exclusiva e não sobreposta.
- “**memory sharing**” .. compartilhamento de memória pode ser obtido pela sobreposição de porções de dois espaços de memória virtual.

2 – Operating System Overview / 2.3 – Major Achievements

... 2.3.2 – Memory Management

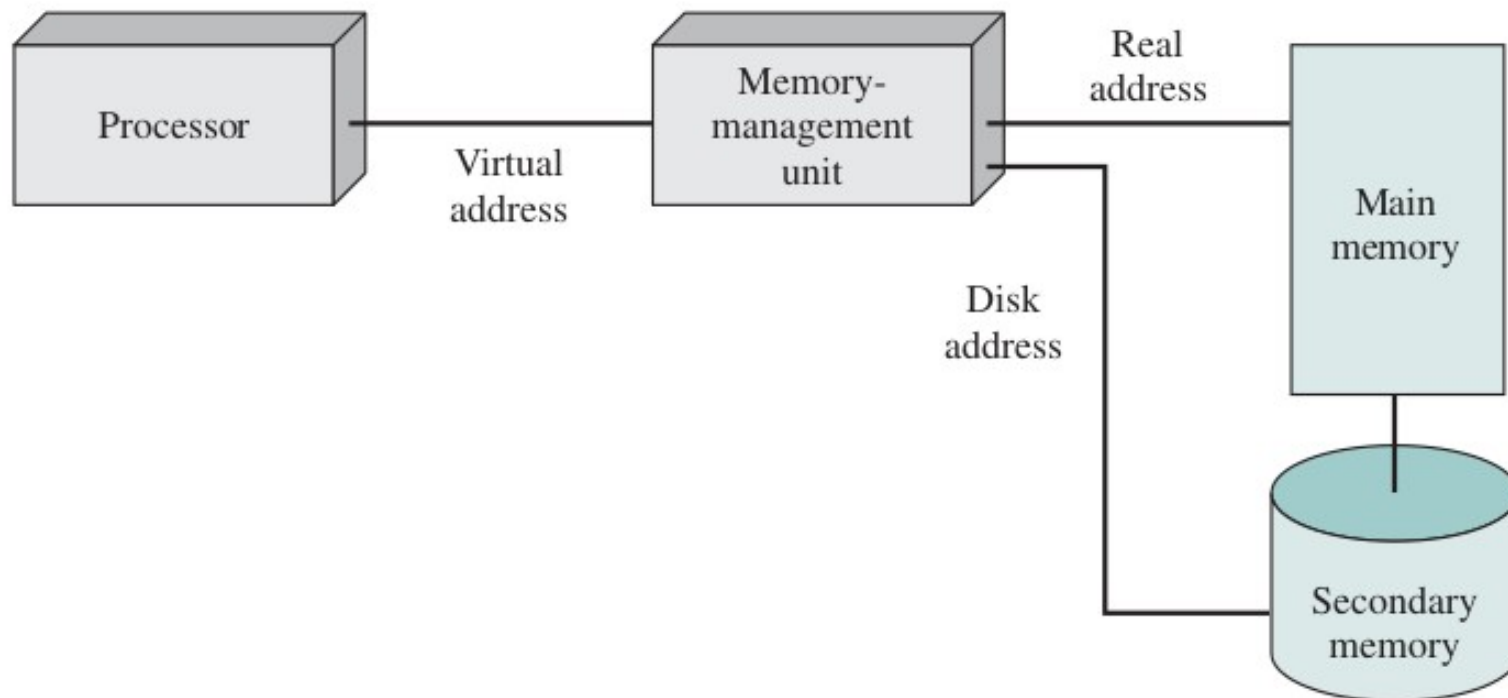
- “**virtual memory scheme**” .. figura destaca as questões de endereçamento em um esquema de memória virtual.
- “**endereçoamento em memória virtual**” .. consiste na memória principal diretamente endereçável (por instruções da máquina).



2 – Operating System Overview / 2.3 – Major Achievements

... 2.3.2 – Memory Management

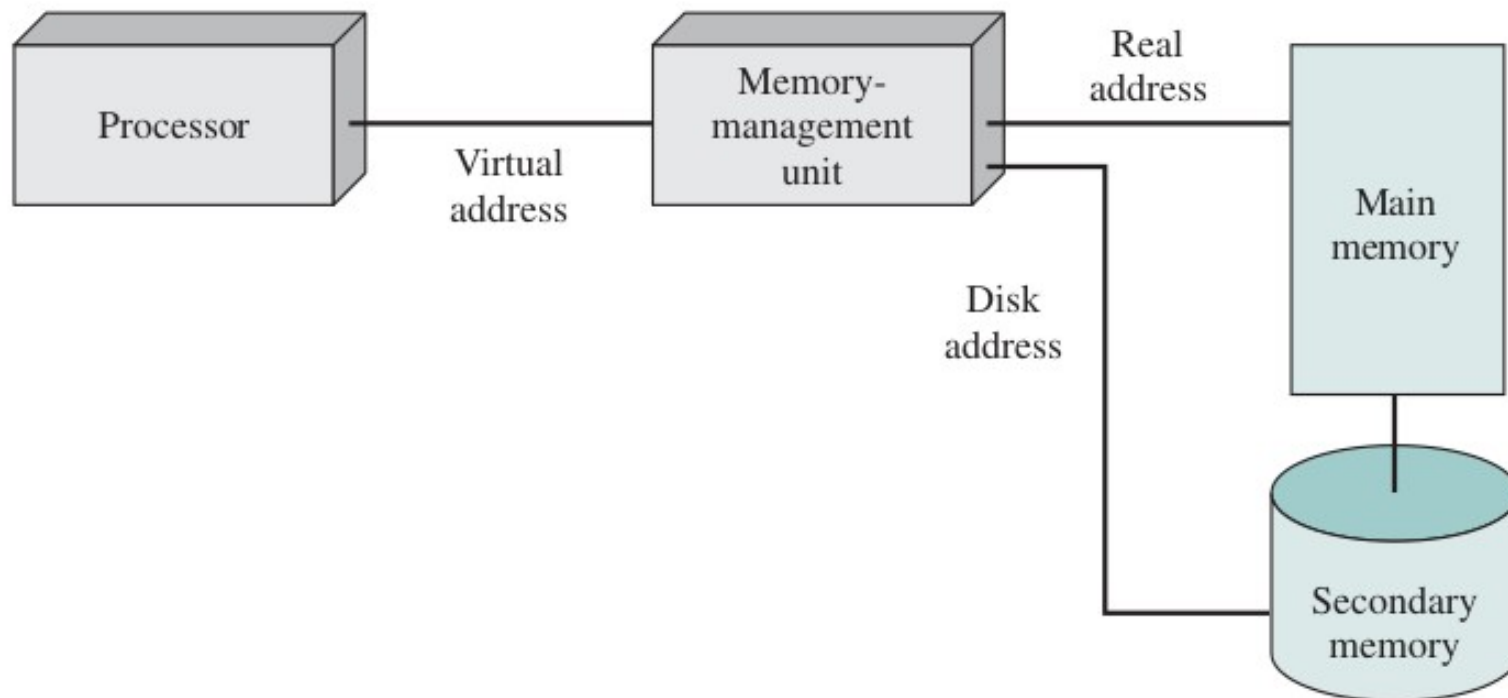
- .. “hardware” de tradução de endereço (unidade de gerenciamento de memória) é interposto entre o processador e a memória.
- .. programas fazem referência a locais usando endereços virtuais, que são mapeados em endereços reais da memória principal.



2 – Operating System Overview / 2.3 – Major Achievements

... 2.3.2 – Memory Management

- .. se uma referência a um endereço virtual não está na memória real, uma parte do conteúdo dessa memória é movido para a memória auxiliar para dar espaço para o dado referenciado ..
- .. na sequência, o bloco de dados desejado é carregado da memória auxiliar de baixa velocidade para blocos na memória principal.



2 – Operating System Overview / 2.3 – Major Achievements

2.3.3 – Information Protection and Security

- “**desafios**” .. crescimento do uso de sistemas de “time-sharing” e, mais recentemente, de redes de computadores traz consigo um aumento na preocupação com a proteção da informação.
- .. natureza da ameaça que preocupa uma organização pode variar muito, dependendo das circunstâncias.
- “**solução**” .. ferramentas de uso geral que podem ser incorporadas em computadores e sistemas operacionais que oferecem suporte a uma variedade de mecanismos de proteção e segurança.
- .. em geral, preocupa-se com o problema de controle de acesso aos sistemas informáticos e às informações neles armazenadas.

2 – Operating System Overview / 2.3 – Major Achievements

... 2.3.3 – Information Protection and Security

- **“protection and security”** .. grande parte do trabalhos de segurança e proteção no que se refere aos sistemas operacionais podem ser agrupados aproximadamente em 04 (quatro) categorias:
- **“availability”** .. preocupar em proteger o sistema contra interrupções.
- **“confidentiality”** .. garantir que os usuários não possam ler dados cujo acesso não seja autorizado.
- **“data integrity”** .. proteger dados contra modificação não autorizada.
- **“authenticity”** .. preocupar-se com a verificação adequada da identidade dos usuários e da validade das mensagens ou dados.

2 – Operating System Overview / 2.3 – Major Achievements

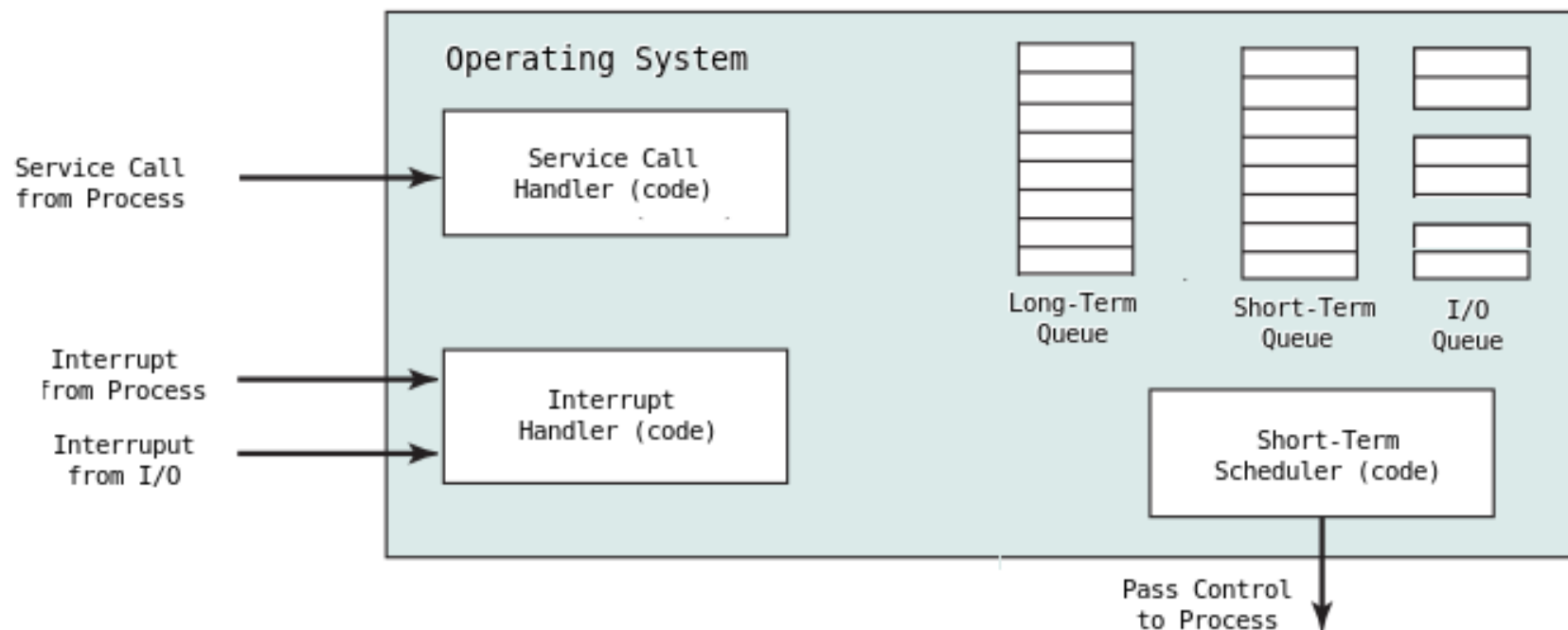
2.3.4 – Scheduling and Resource Management

- “**scheduling and resource management**” .. gerenciar os vários recursos disponíveis (memória principal, dispositivos de I/O, processadores) e programar seu uso pelos vários processos ativos.
- “**resource management**”.. qualquer alocação de recursos e política de programação deve considerar 03 fatores:
 - 1) “**fairness**” .. equidade na alocação de recursos para processos.
 - 2) “**diferencial responsiveness**” .. tratamento diferenciado para diferentes classes de processos no tocante aos recursos solicitados.
 - 3) “**efficiency**” .. maximizar o rendimento, minimizar o tempo de resposta e, no “time-sharing”, acomodar o maior nro. de usuários.
- .. por serem critérios conflitantes, encontrar o equilíbrio certo para uma situação particular constitui por si só um problema.

2 – Operating System Overview / 2.3 – Major Achievements

... 2.3.4 – Scheduling and Resource Management

- “**principais elementos**” .. figura sugere os principais elementos do sist. oper. envolvidos na programação de processos e na alocação de recursos em um ambiente de multiprogramação.
- ... sist. oper. mantém várias filas, cada uma das quais é simplesmente uma lista de processos esperando por algum recurso.



2 – Operating System Overview / 2.4 – Modern OSs

2.4 – Developments Leading to Modern OSs

- “**new demands**” .. taxa de mudança nas demandas dos sistemas operacionais requer não apenas modificações e aprimoramentos nas arquiteturas existentes, mas novas maneiras de organizar o sist. oper.
- ... uma ampla gama de diferentes abordagens e elementos de “design” tem sido utilizada em sist. oper. experimentais e comerciais, mas muito do trabalho se enquadra nas seguintes categorias:
 - Microkernel Architecture
 - Multithreading
 - Symmetric Multiprocessing
 - Distributed Operating Systems
 - Object-Oriented Design

2 – Operating System Overview / 2.4 – Modern OSs

... 2.4 – Developments Leading to Modern OSs

- “**kernel monolítico**” .. constitui-se em kernel grande, incluindo agendamento, sistema de arquivos, rede, drivers de dispositivo, gerenciamento de memória e muito mais.
- .. normalmente, um kernel monolítico é implementado como um único processo, com todos os elementos compartilhando o mesmo espaço.
- “**microkernel architecture**” .. atribui apenas algumas funções essenciais ao kernel, incluindo espaços de endereço, comunicação entre processos (IPC) e agendamento básico.
- .. outros serviços do sistema operacional são fornecidos por processos, às vezes chamados de servidores, que são executados no modo de usuário e são tratados como qualquer outro aplicativo pelo microkernel.

... 2.4 – Developments Leading to Modern OSs

- **“multithreading”** .. técnica na qual um processo, executando um aplicativo, é dividido em threads (unidades de escalonamento) que podem ser executadas simultaneamente.
- **“thread”** .. unidade escalonável que inclui um contexto de processador e sua própria área de dados bem como uma pilha.
- ... uma thread é executada sequencialmente e pode ser interrompida para que o processador possa passar para outra “thread”.
- **“process”** .. uma coleção de um ou mais threads e recursos de sistema associados (como memória contendo código e dados, arquivos abertos e dispositivos de I/O).
- .. isso corresponde intimamente ao conceito de um programa em execução (unidade escalonável + recursos alocados).

2 – Operating System Overview / 2.4 – Modern OSs

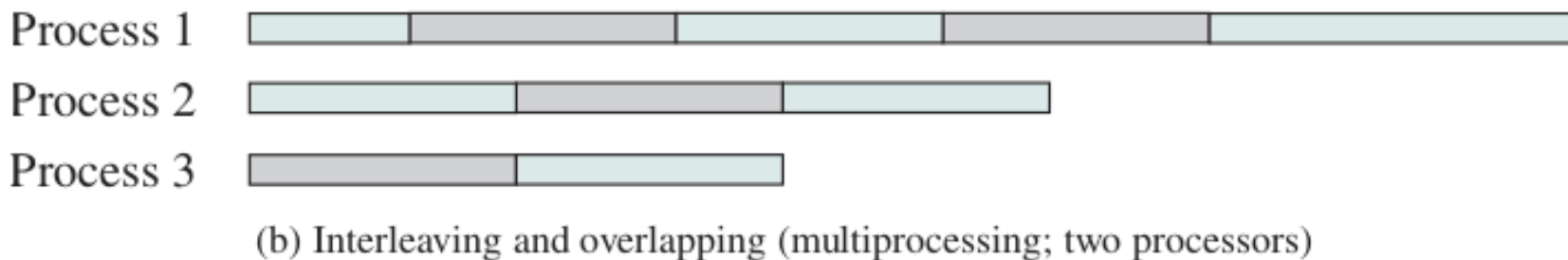
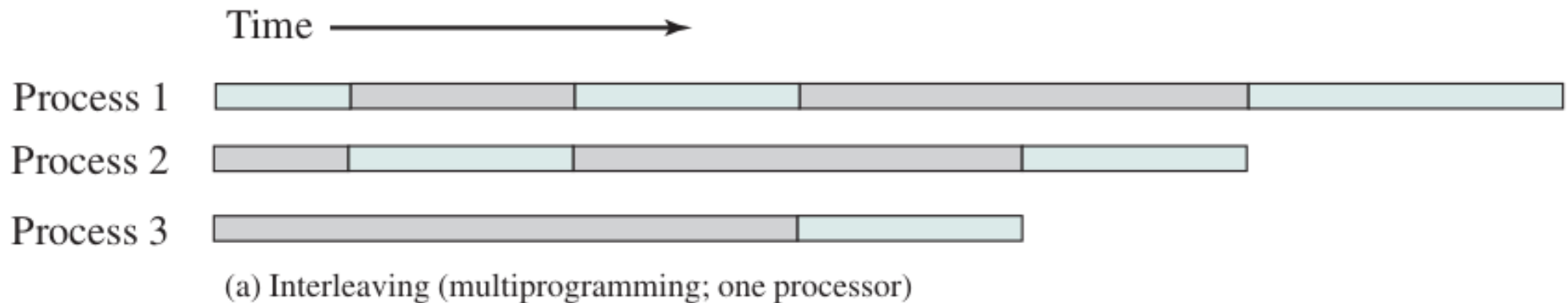
... 2.4 – Developments Leading to Modern OSs

- “**Symmetric Multiprocessing**” .. termo que se refere a uma arquitetura de hardware de computador e também ao comportamento do sistema operacional que explora essa arquitetura.
- .. sist. oper. de um SMP agenda processos ou threads em todos os processadores que compõem o sistema computacional.
- SMP tem uma série de vantagens potenciais sobre a arquitetura de um processador, incluindo o seguinte: “**performance**”; “**availability**”, “**incremental growth**” e “**scaling**”.
- “**observação**” .. esses são benefícios potenciais, e não garantidos.
- “**observação**” .. cabe ao sistema operacional fornecer “ferramentas” e “funções” para explorar o paralelismo em um sistema SMP.

2 – Operating System Overview / 2.4 – Modern OSs

... 2.4 – Developments Leading to Modern OSs

- **“Symmetric Multiprocessing”** .. termo que se refere a uma arquitetura de hardware de computador e também ao comportamento do sistema operacional que explora essa arquitetura.



2 – Operating System Overview / 2.4 – Modern OSs

... 2.4 – Developments Leading to Modern OSs

- **“Distributed Operating System”** .. fornece a ilusão de um único espaço de memória principal e de memória secundária, além de outros recursos de acesso unificado, como um sistema de arquivos distribuído.
- .. embora os clusters estejam se tornando cada vez mais populares, o estado da arte para sistemas operacionais distribuídos está atrasado em relação aos sistemas operacionais Monoprocessados e SMP.
- **“perscepção de sistema único”** .. são mecanismos de agendamento e sincronização usados para fornecer a aparência de sistema único.

... 2.4 – Developments Leading to Modern OSs

- **“Distributed Operating System”** .. fornece a ilusão de um único espaço de memória principal e de memória secundária, além de outros recursos de acesso unificado, como um sistema de arquivos distribuído.
- **“perscepção de sistema único”** .. são mecanismos de agendamento e sincronização usados para fornecer a aparência de sistema único.
- e.g., como disponibilizar a aparência de um único sistema para um cluster de computadores separados, um sistema multicomputador !?
- .. nesse caso, lida-se com uma coleção de entidades (computadores), cada uma com sua própria memória principal, memória secundária e outros módulos de I/O e, possivelmente, mesmo domínio adminis/o.

2 – Operating System Overview / 2.4 – Modern OSs

... 2.4 – Developments Leading to Modern OSs

- **“Object-Oriented Design”** .. disciplina o processo de adição de extensões modulares a um pequeno kernel.
- .. no nível do sistema operacional, uma estrutura baseada em objeto permite que os programadores personalizem um sistema operacional sem interromper a integridade do sistema.
- .. orientação a objetos também facilita o desenvolvimento de ferramentas distribuídas e sistemas operacionais distribuídos completos.

2 – Operating System Overview / 2.5 – Virtual Machines

2.5.1 – Virtual Machines and Virtualization

- **“tradicionalmente”** .. aplicativos são executados diretamente em um sistema operacional em um “desktop” ou servidor, ou seja, cada “desktop” ou servidor executaria apenas um sistema operacional.
- **“implicações”** .. fornecedor teve que reescrever partes de seus aplicativos para cada sistema operacional / plataforma em que são passíveis de serem executados.
- **“como lidar com este problema”** .. estratégia eficaz para lidar com esse problema é conhecida como “virtualização”.
- **“virtualization technology”** .. permite que um único “desktop” ou servidor execute simultaneamente vários sistemas operacionais ou várias sessões de um único sistema operacional.

2 – Operating System Overview / 2.5 – Virtual Machines

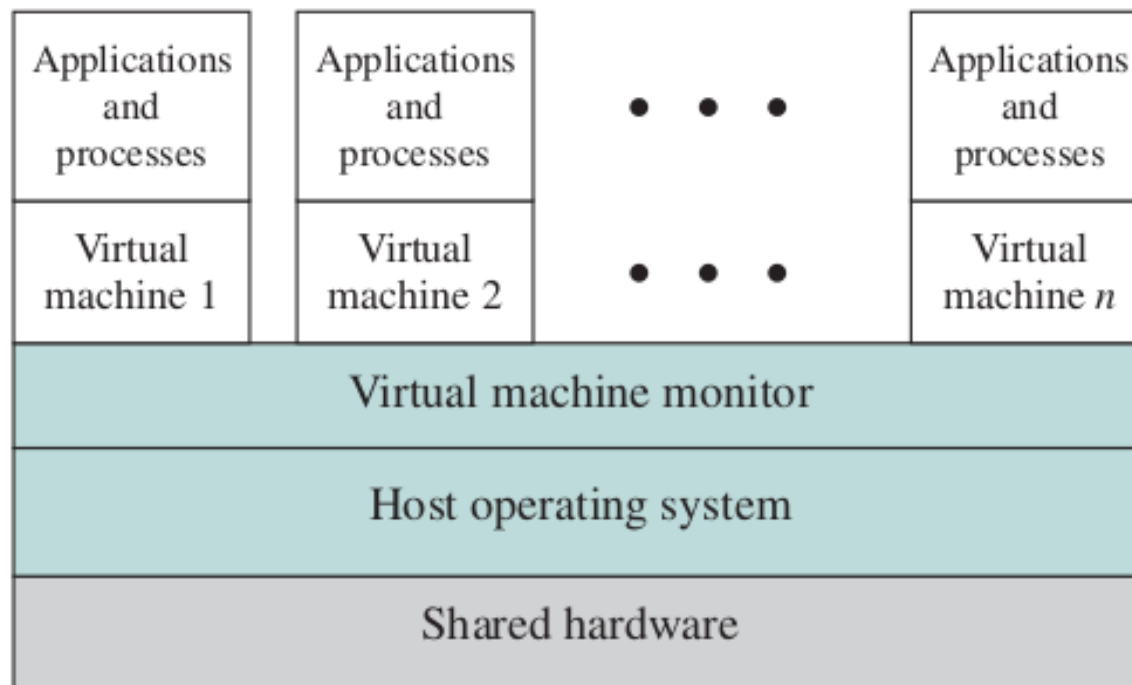
2.5.1 – Virtual Machines and Virtualization

- **“virtualization technology”** .. permite que um único desktop ou servidor execute simultaneamente vários sistemas operacionais ou várias sessões de um único sistema operacional.
- .. uma máquina com virtualização pode hospedar vários aplicativos, incluindo aqueles que são executados em diferentes sistemas operacionais, em uma única plataforma computacional.
- .. em essência, o sistema operacional “host” pode oferecer suporte a várias Máquinas Virtuais (VMs), cada uma com as características de um determinado sistema operacional.
- **“virtual machine”** .. abordagem cada vez mais frequente para usuários que lidam com aplicativos legados e otimizam o uso de hardware, maximizando diferentes tipos de aplicativos em um único computador.

2 – Operating System Overview / 2.5 – Virtual Machines

... 2.5.1 – Virtual Machines and Virtualization

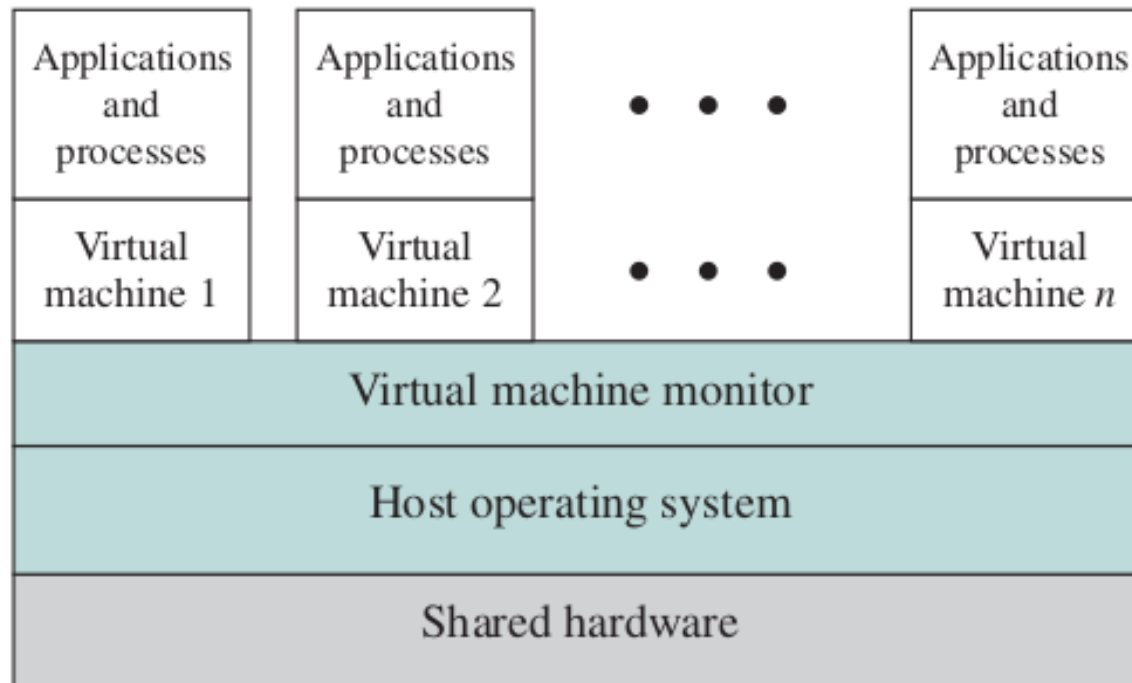
- “**arranjo típico**” .. variável entre os fornecedores em razão da arquitetura específica da abordagem de máquina virtual.
- .. “virtual machine monitor” (VMM) ou “hipervisor”, é executado na parte superior (ou é incorporado) ao sistema operacional host.



2 – Operating System Overview / 2.5 – Virtual Machines

... 2.5.1 – Virtual Machines and Virtualization

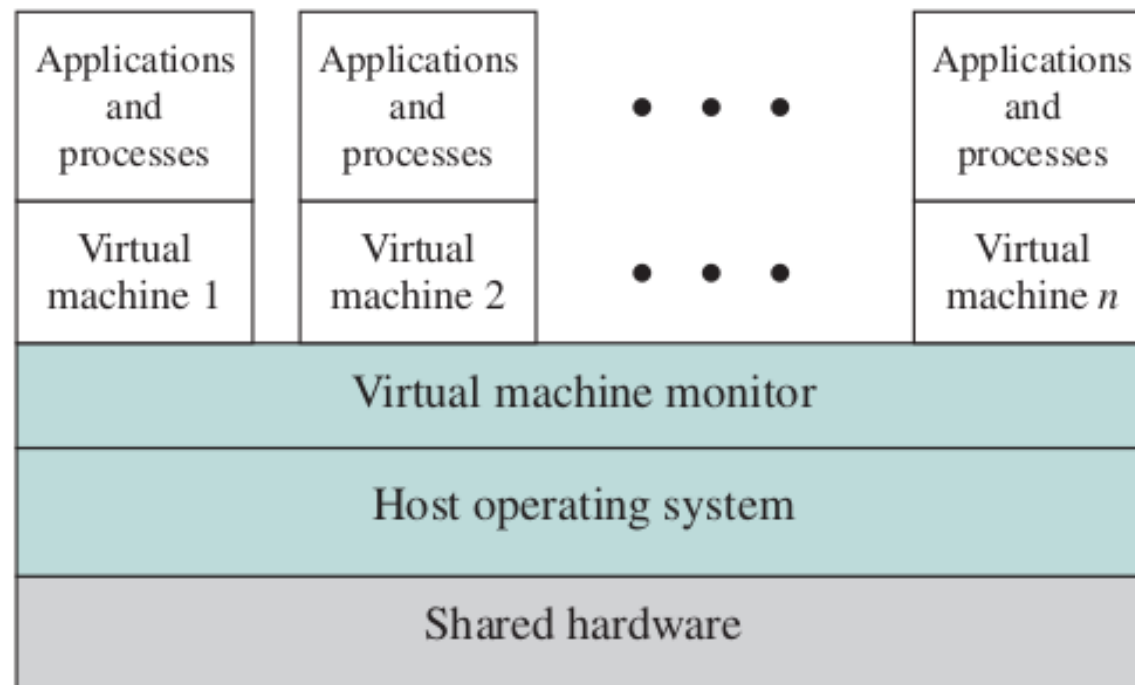
- **“Virtual Machine Monitor”** .. oferece suporte a VMs, que são dispositivos de “hardware” emulados.
- .. cada VM executa um sistema operacional separado, enquanto o monitor de VM lida com as comunicações de cada sistema operacional com o processador, o meio de armazenamento e a rede.



2 – Operating System Overview / 2.5 – Virtual Machines

... 2.5.1 – Virtual Machines and Virtualization

- “**execução de programas**” .. VMM transfere o controle do processador para um “virtual operating system” em uma VM.
- .. maioria das VMs usa conexões de rede virtualizadas para se comunicarem entre si, quando tal comunicação for necessária.



2 – Operating System Overview / 2.5 – Virtual Machines

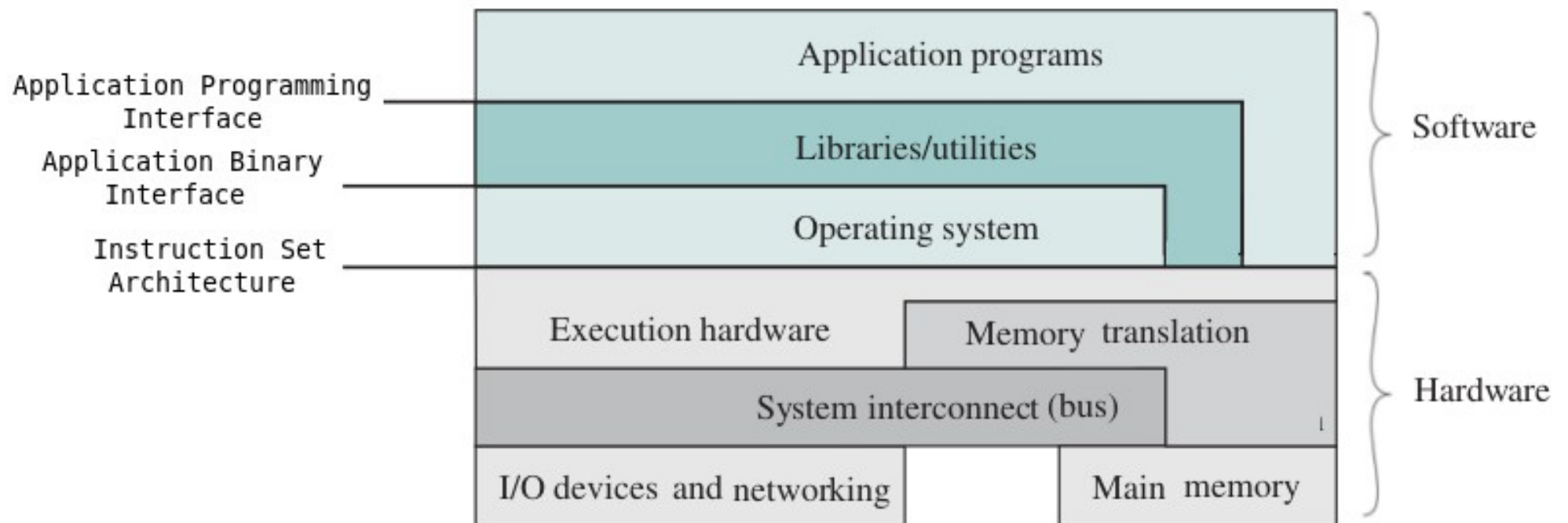
2.5.2 – Virtual Machine Architecture

- **“perspectiva de um aplicativo”** .. as características da máquina são especificadas por recursos de linguagem de alto nível e sist. oper. e chamadas de biblioteca do sistema.
- **“perspectiva de um sist. oper.”** .. hardware da máquina define o sistema que suporta a operação do sist. oper. e os vários processos que são executados simultaneamente.
- .. sistema aloca memória real e recursos de I/O para os processos e permite que os processos interajam com seus recursos.
- .. da perspectiva do sistema operacional, portanto, é o ISA (Instruction Set Architecture) que fornece a interface entre o sistema e a máquina.
- **“abordagens para máquinas virtuais”** .. são 02 as abordagens, tendo por base as considerações acima .. **“Process VMs”** e **“System VMs”**

2 – Operating System Overview / 2.1 – Objectives and Functions

... 2.1.1 – OS as a User Computer Interface

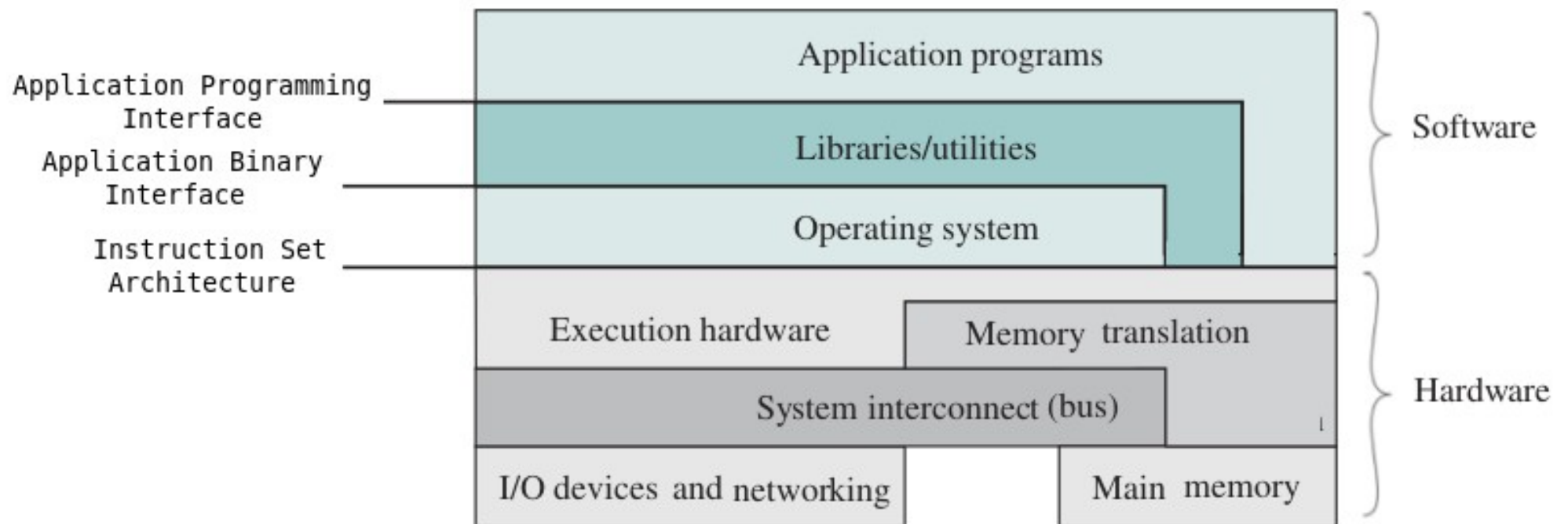
- “**Application Programming Interface**” (API) .. permite o acesso aos recursos de hardware e serviços disponíveis por meio do ISA do usuário, complementado com chamadas de HLL (High Level Library).
- .. qualquer chamada de sistema geralmente se dá por meio de bibliotecas.



2 – Operating System Overview / 2.1 – Objectives and Functions

... 2.1.1 – OS as a User Computer Interface

- “**Application Binary Interface**” (ABI) .. define a interface de chamada do sistema para o sistema operacional e os recursos de “hardware” e serviços disponíveis em um sistema por meio do ISA do usuário.
- .. define um padrão para portabilidade binária entre programas.



2 – Operating System Overview / 2.1 – Objectives and Functions

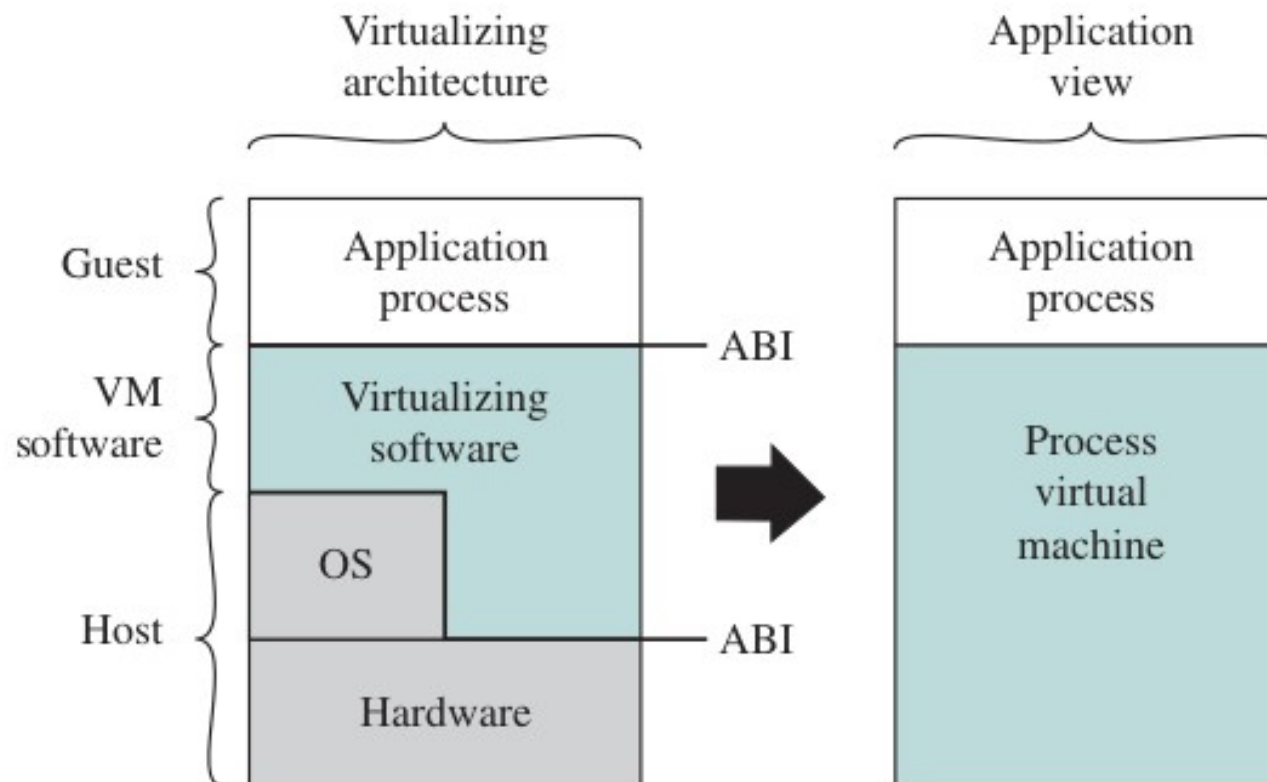
2.1 – Objectives and Functions

- **“ABI x API”** .. ABI se difere de API na medida em que a 2ª define a interface entre o código fonte e as bibliotecas, de forma que o mesmo código fonte compila em qualquer sist. oper. que suporte a API.
- .. já a ABI permite que o código objeto compilado funcione sem alterações em qualquer sistema compatível com a ABI.
- **“development”** .. aspectos cobertos no desenvolvimento de uma ABI ..
- .. convenções de chamada, que controlam como os argumentos de uma função são passados e como os valores de retorno são obtidos.
- .. números das chamadas de sistema e como uma aplicação deve realizar chamadas de sistema para o sistema operacional.
- .. e no caso de uma API completa para sistema operacional, o formato binário de um arquivo objeto.

2 – Operating System Overview / 2.5 – Virtual Machines

... 2.5.2 – Virtual Machine Architecture

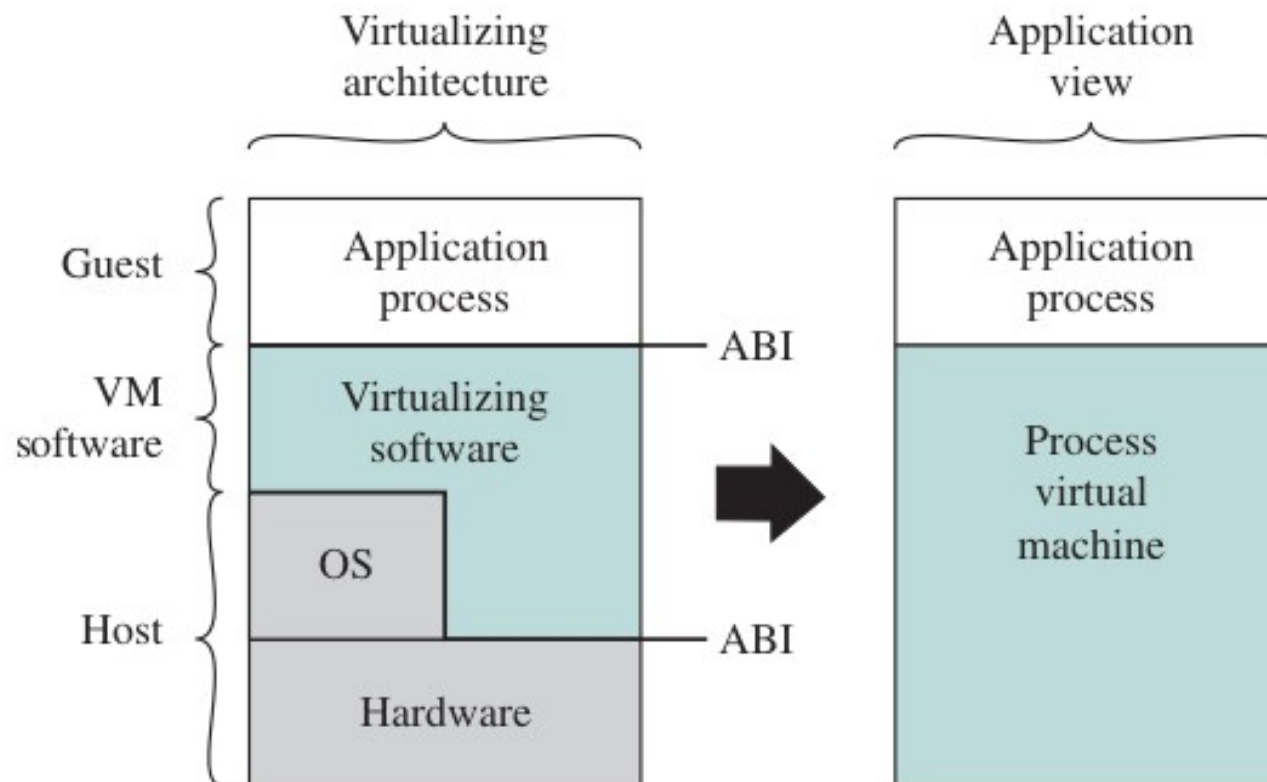
- **“Process VM”** .. apresenta uma ABI (Applicaton Binary Interface) para um processo de aplicativo, traduz o conjunto de instruções do sist. oper. e do nível do usuário que compõem uma plataforma para outra.



2 – Operating System Overview / 2.5 – Virtual Machines

... 2.5.2 – Virtual Machine Architecture

- ... é uma plataforma virtual para a execução de um único processo. Como tal, o processo VM é criado quando o processo é criado e encerrado quando o processo é encerrado.



2 – Operating System Overview / 2.5 – Virtual Machines

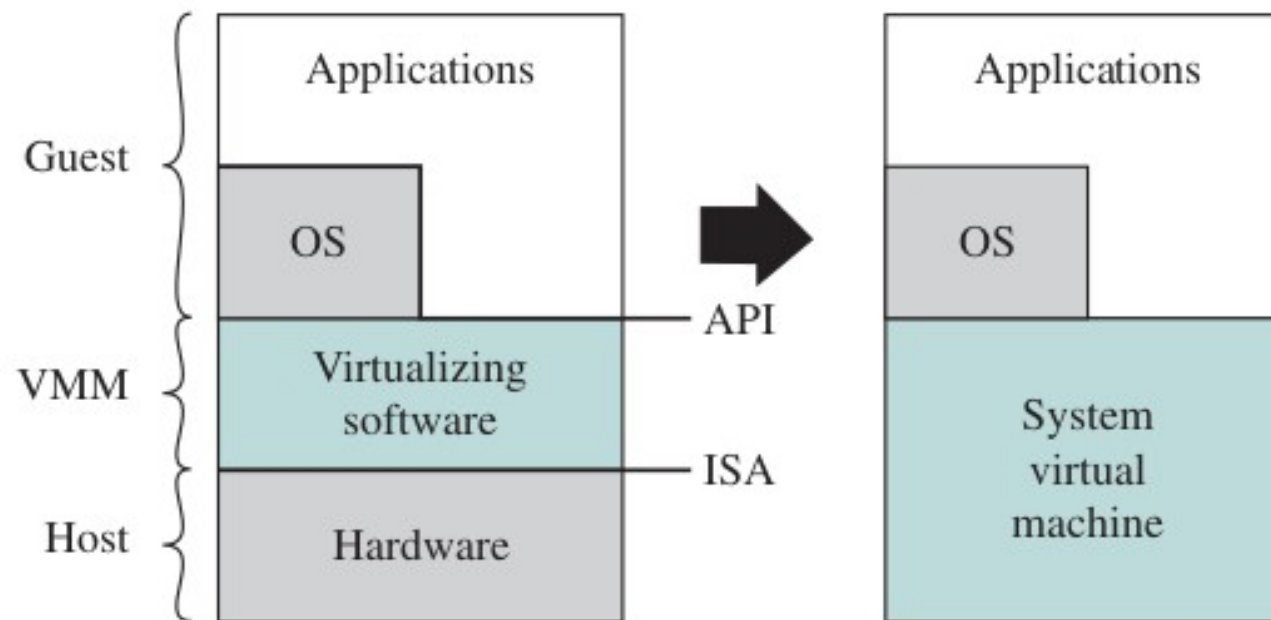
... 2.5.2 – Virtual Machine Architecture

- “**algumas considerações**” .. para fornecer portabilidade de plataforma cruzada, uma implementação comum da arquitetura de processo VM é como parte de um ambiente de aplicativo HLL geral.
- .. ABI resultante não corresponde a nenhuma máquina específica.
- .. em vez disso, a especificação ABI foi projetada para suportar facilmente um determinado High Level Language ou conjunto de HLLs e ser facilmente transportável para uma variedade de ISAs.
- .. HLL VM inclui um compilador “front-end” que gera um código binário virtual para execução ou interpretação.
- .. esse código pode então ser executado em qualquer máquina que tenha o “Process VM” implementado.

2 – Operating System Overview / 2.5 – Virtual Machines

... 2.5.2 – Virtual Machine Architecture

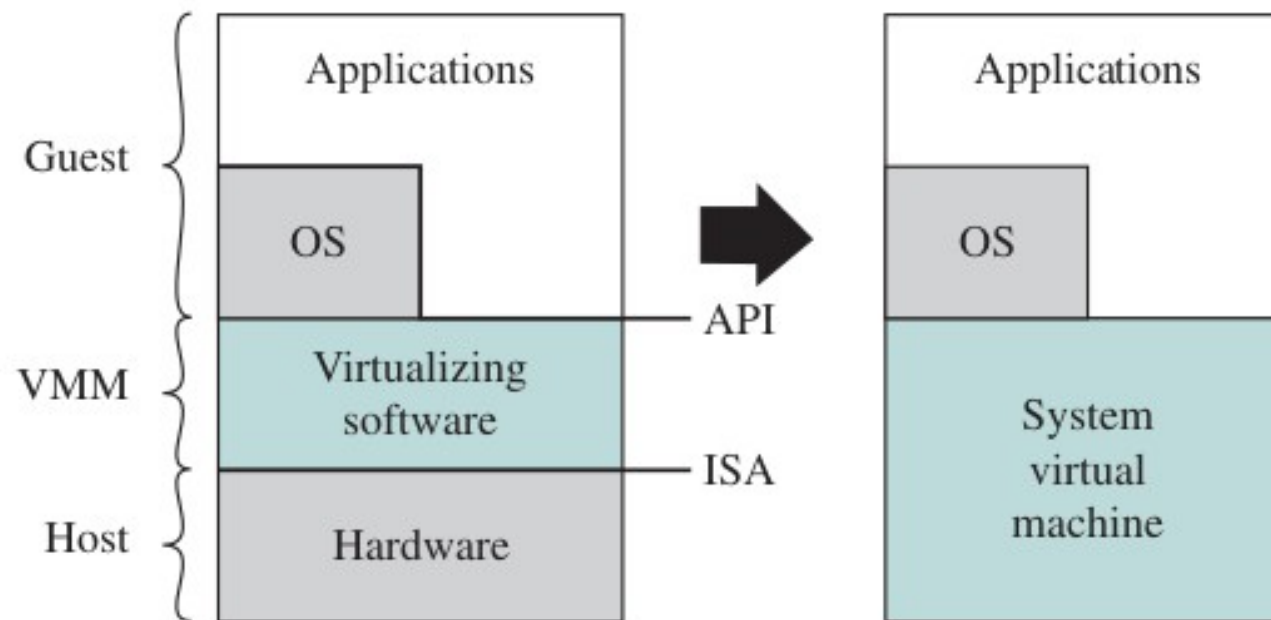
- “**System VM**” .. software de virtualização traduz o ISA usado por uma plataforma de hardware para o de outra.
- .. software de virtualização na abordagem de VM de processo faz uso dos serviços do sist. oper. host, enquanto na abordagem de VM do sistema logicamente não há sist. oper. “host” separado.



2 – Operating System Overview / 2.5 – Virtual Machines

... 2.5.2 – Virtual Machine Architecture

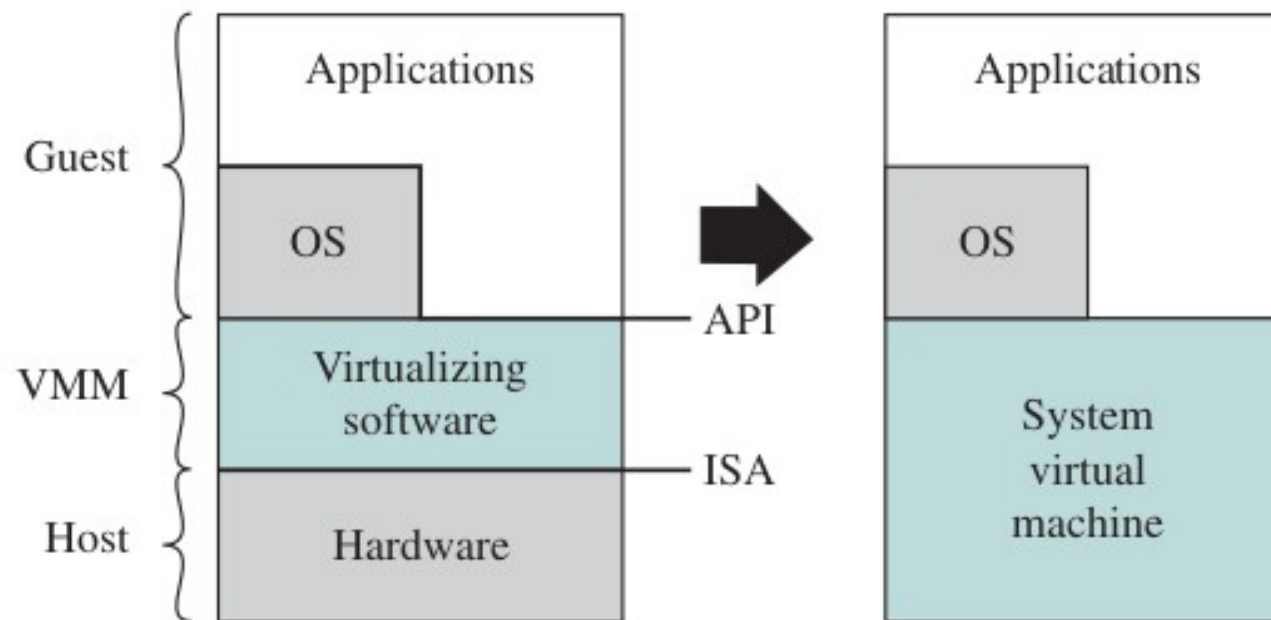
- “**System VM**” .. não há sist. oper. “host” separado, em vez disso, o sist. oper. “host” incorpora a capacidade VM.
- .. software de virtualização hospeda vários sistemas operacionais convidados, com cada VM incluindo seu próprio sistema operacional.



2 – Operating System Overview / 2.5 – Virtual Machines

... 2.5.2 – Virtual Machine Architecture

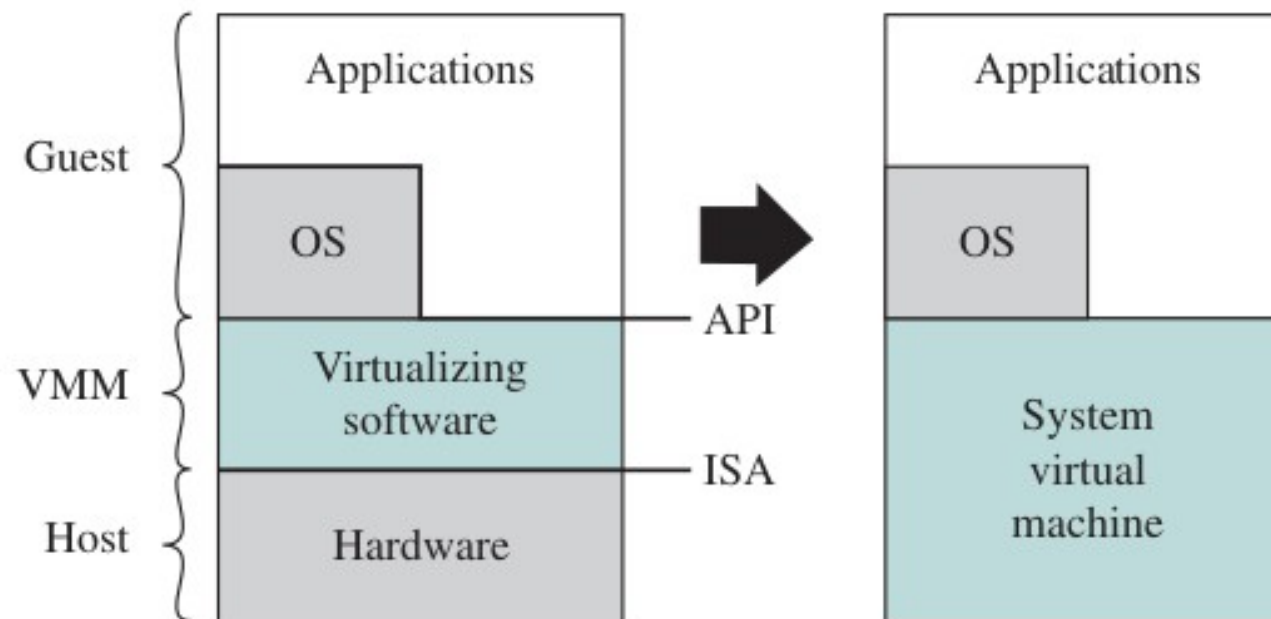
- .. VMM emula o ISA de hardware para que o software convidado possa executar um ISA diferente daquele implementado no host.
- .. nesta abordagem, uma única plataforma de hardware pode oferecer suporte a vários ambientes de sist. oper. convidados isolados simultaneamente (suporte a vários ISAs).



2 – Operating System Overview / 2.5 – Virtual Machines

... 2.5.2 – Virtual Machine Architecture

- “**benefícios**” .. oferece portabilidade de aplicativos, suporte de sistemas legados sem a necessidade de manter hardware legado e segurança.
- .. por meio do isolamento de cada ambiente de sistema operacional convidado dos outros ambientes convidados.



2.6.1 – SMP OS Considerations

- **“OS SMP”** .. kernel pode ser executado em qualquer processador e, normalmente, cada processador faz uma autoprogramação a partir do “pool” de processos ou threads disponíveis.
- .. “designer” do sist. oper. deve lidar com a complexidade devido ao compartilhamento de recursos e ações de coordenação (como acessar dispositivos) de várias partes do SO em execução ao mesmo tempo.
- **“considerações”** .. sist. oper. com multiprocessadores deve fornecer todas as funcionalidades de um sistema de multiprogramação, além de recursos adicionais para acomodar vários processadores.

2 – Operating System Overview / 2.6 – OS Design Considerations

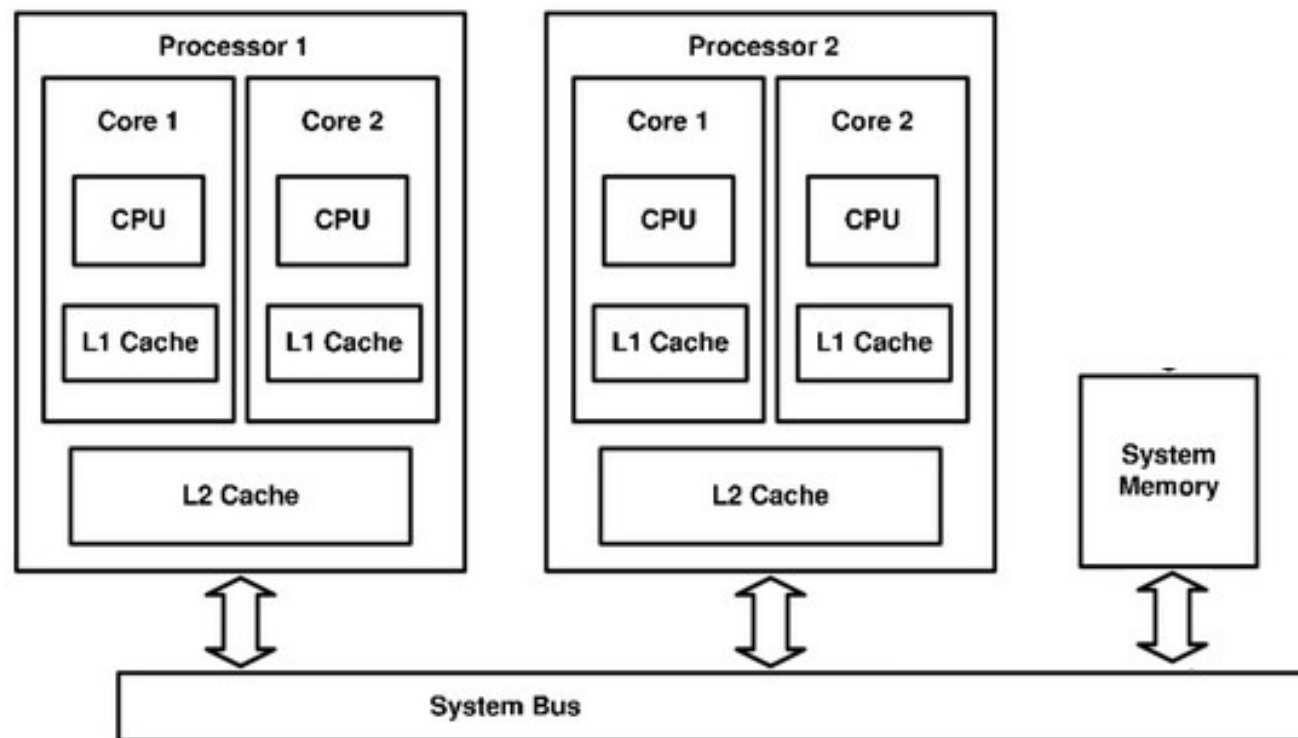
... 2.6.1 – SMP OS Considerations

- “**principais problemas de design**” incluem o seguinte:
- “**simultaneous concurrent processes or threads**” .. rotinas do kernel precisam ser reentrantes para permitir que vários processadores executem o mesmo código do kernel simultaneamente.
- “**scheduling**” .. qualquer processador pode executar o agendamento, o que complica a tarefa de impor uma política de agendamento e garantir que a corrupção das estruturas de dados do agendador seja evitada.
- “**synchronization**” .. com vários processos ativos tendo acesso a espaços de endereços ou recursos de I/O compartilhados, deve-se tomar cuidado para suportar uma sincronização eficaz.

2 – Operating System Overview / 2.6 – OS Design Considerations

2.6.2 – Multicore OS Considerations

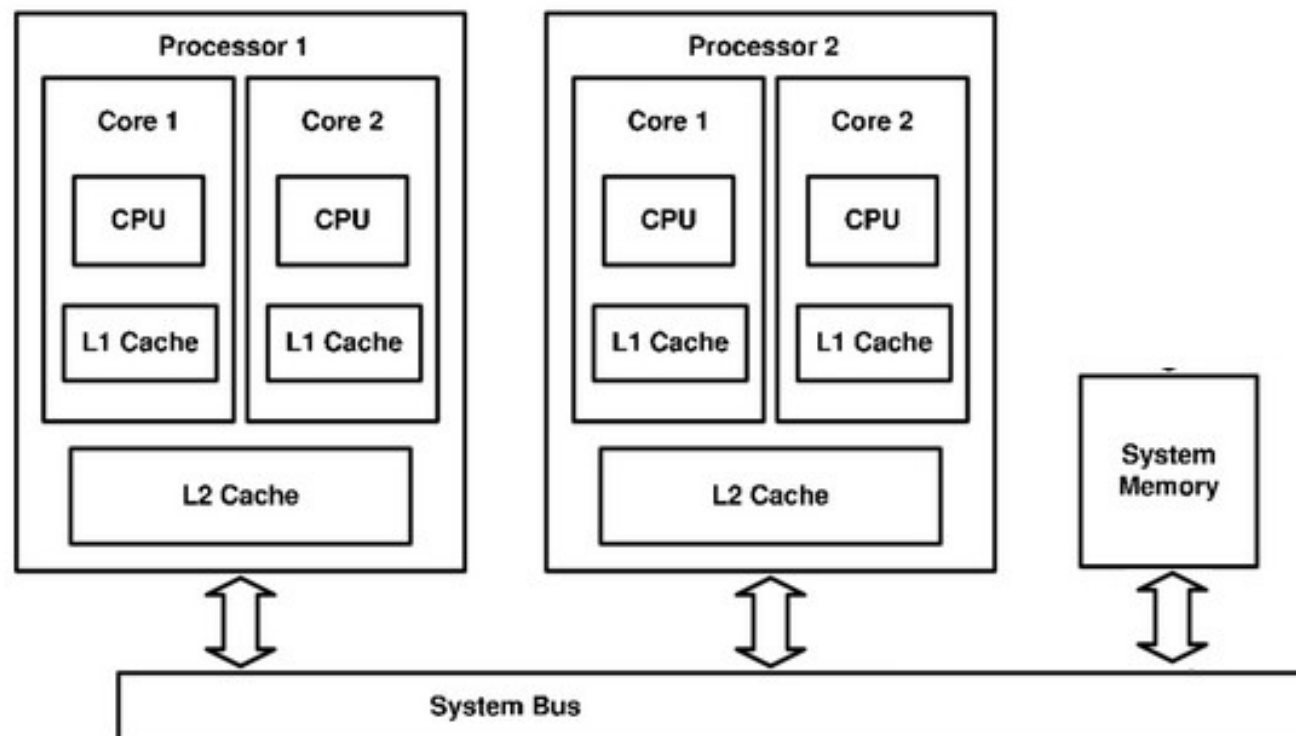
- **“OS Multicore”** .. contempla todas as questões de projeto discutidas até agora para sistemas “OS SMP” e mais algumas preocupações.
- .. preocupação adicional é a escala do paralelismo potencial, face aos atuais sistemas com até 08 núcleos em um único “chip”.



2 – Operating System Overview / 2.6 – OS Design Considerations

... 2.6.2 – Multicore OS Considerations

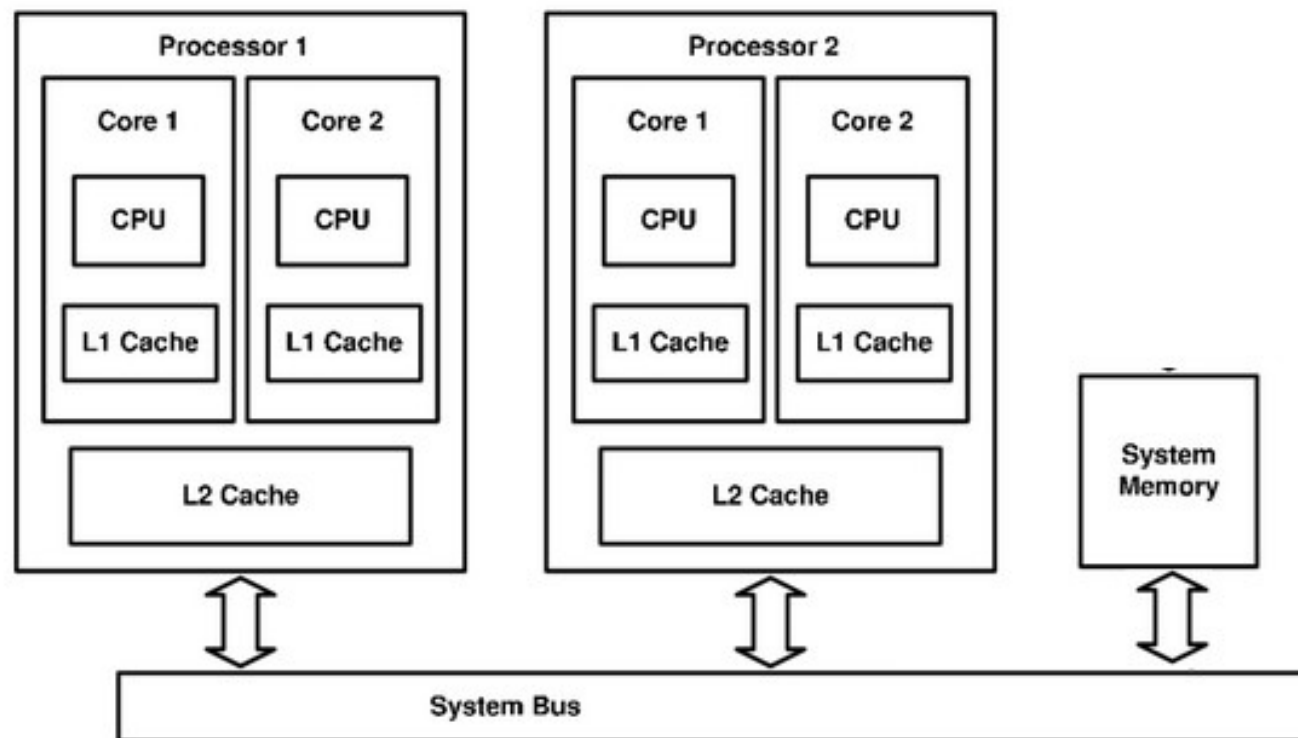
- .. a cada nova geração de tecnologia de processadores, o nro. de núcleos e a quantidade de memória cache compartilhada e dedicada aumentam, logo, estamos diante de sistemas de “multicore”.



2 – Operating System Overview / 2.6 – OS Design Considerations

... 2.6.2 – Multicore OS Considerations

- “**desafio de projeto**” .. aproveitar com eficiência o poder de processamento de vários núcleos e gerenciar os recursos substanciais no chip.
- “**preocupação central**” .. como combinar o paralelismo inerente do “multicore” com os requisitos de desempenho dos aplicativos.



2 – Operating System Overview / 2.6 – OS Design Considerations

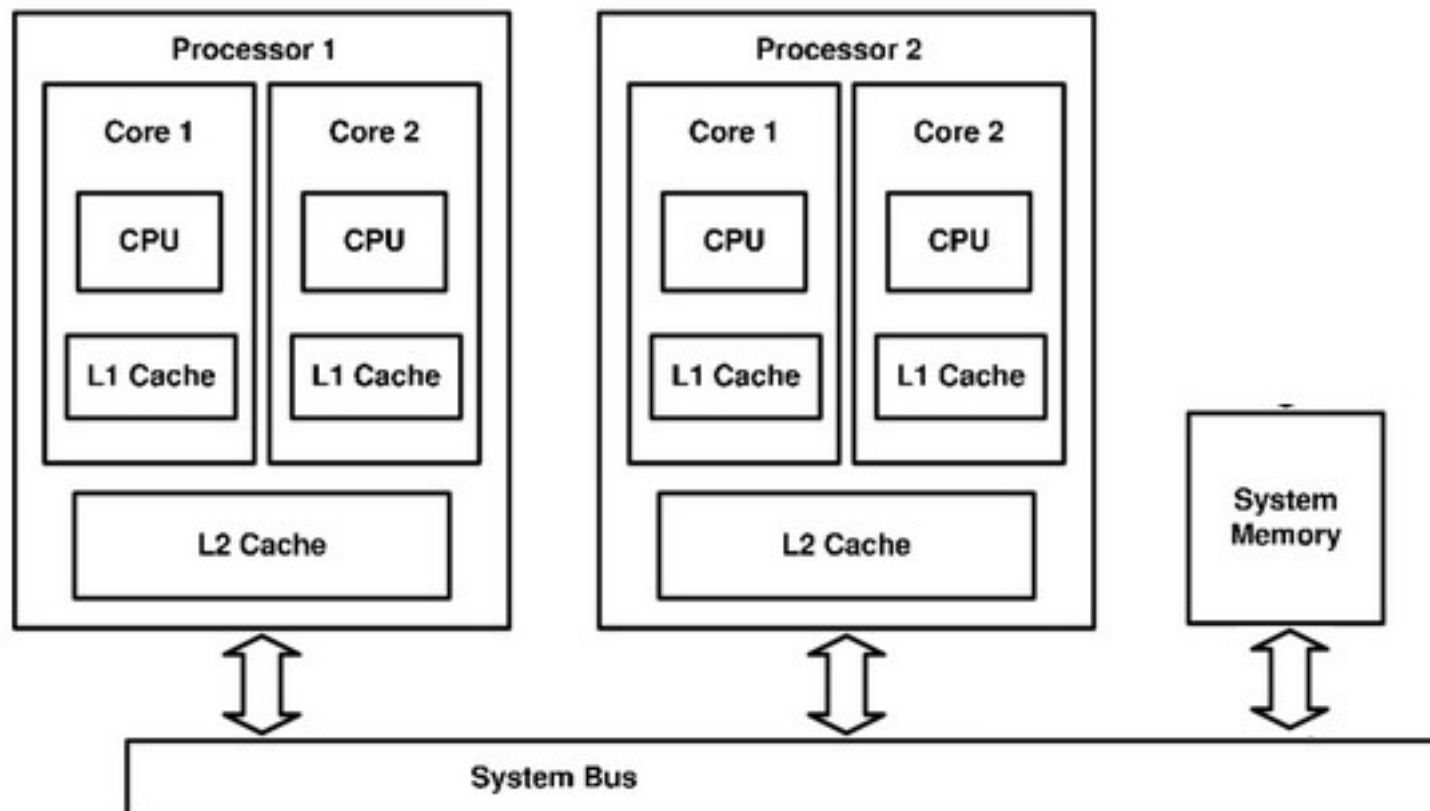
... 2.6.2 – Multicore OS Considerations

- **“potencial para paralelismo”** .. 03 níveis no sistema multicore.
 - 1) **“paralelismo de hardware”** .. dentro de cada processador central (paralelismo de nível de instrução), que pode ou não ser explorado por programadores de aplicativos e compiladores.
 - 2) **“potencial para multiprogramação”** .. existe o potencial para multiprogramação e execução multithread dentro de cada processador.
 - 3) **“execução da aplicação”** .. possibilidade de um único aplicativo ser executado em processos ou threads simultâneos em vários núcleos.
- **“observação”** .. sem um suporte de sistema operacional forte e eficaz para os dois últimos tipos de paralelismos, os recursos de hardware não serão usados com eficiência.

2 – Operating System Overview / 2.6 – OS Design Considerations

... 2.6.2 – Multicore OS Considerations

- “**desafio**” .. em essência, então, desde o advento da tecnologia de múltiplos núcleos, os “designers” de sist. oper. estudam como melhor extrair o paralelismo das cargas de trabalho de computação.



2 – Operating System Overview / 2.6 – OS Design Considerations

... 2.6.2 – Multicore OS Considerations

- “**desafio**” .. em essência, desde o advento da tecnologia “multicore”, os “designers” se preocupam como melhor extrair o paralelismo.
- “**abordagens**” .. há uma variedade de abordagens sendo explorada para sistemas operacionais de próxima geração.
- “**parallelism with applications**” .. maioria das aplicações pode, em princípio, ser subdividida em várias tarefas que podem ser executadas em paralelo (vários processos com várias threads).
- “**virtual machine approach**” .. permitir que um ou mais núcleos sejam dedicados a um processo específico e manter o processador sozinho para dedicar seus esforços a esse processo.
- .. “multicore” pode atuar como um “hipervisor” que toma uma decisão de alto nível para alocar núcleos para aplicativos, mas faz pouco na forma de alocação de recursos além disso.

2 – Operating System Overview / 2.7 – WINDOWS Overview

2.7 – WINDOWS Overview

- aaa

2 – Operating System Overview / 2.7 – WINDOWS Overview

2.8 – Modern UNIX System

- aaa

2 – Operating System Overview / 2.7 – WINDOWS Overview

2.9 – LINUX Operating System

- aaa