Lista de exercícios

- Questões básicas
- Processos e threads
- Gerência de memória
- Sistema de arquivos
- Entrada e saída

Questões gerais

Responsabilidades de um SO

- Máquina estendida
- Gerenciador de recursos

Responsabilidades de um SO

- Gerência de processos
  - processos e threads
  - algoritmos de escalonamento
- Gerência de memória
  - swapping, paginação
- Gerência de arquivos
  - armazenamento em disco, compartilhamento de arquivos, *backups*, consistência
- Gerência de I/O

Modo usuário e modo kernel

- Modo usuário
  - acesso restrito ao conjunto de instruções
- Modo kernel
  - acesso total ao conjunto de instruções

Esta distinção permite proteger os programas e o próprio SO de usos indevidos por parte de outros programas.

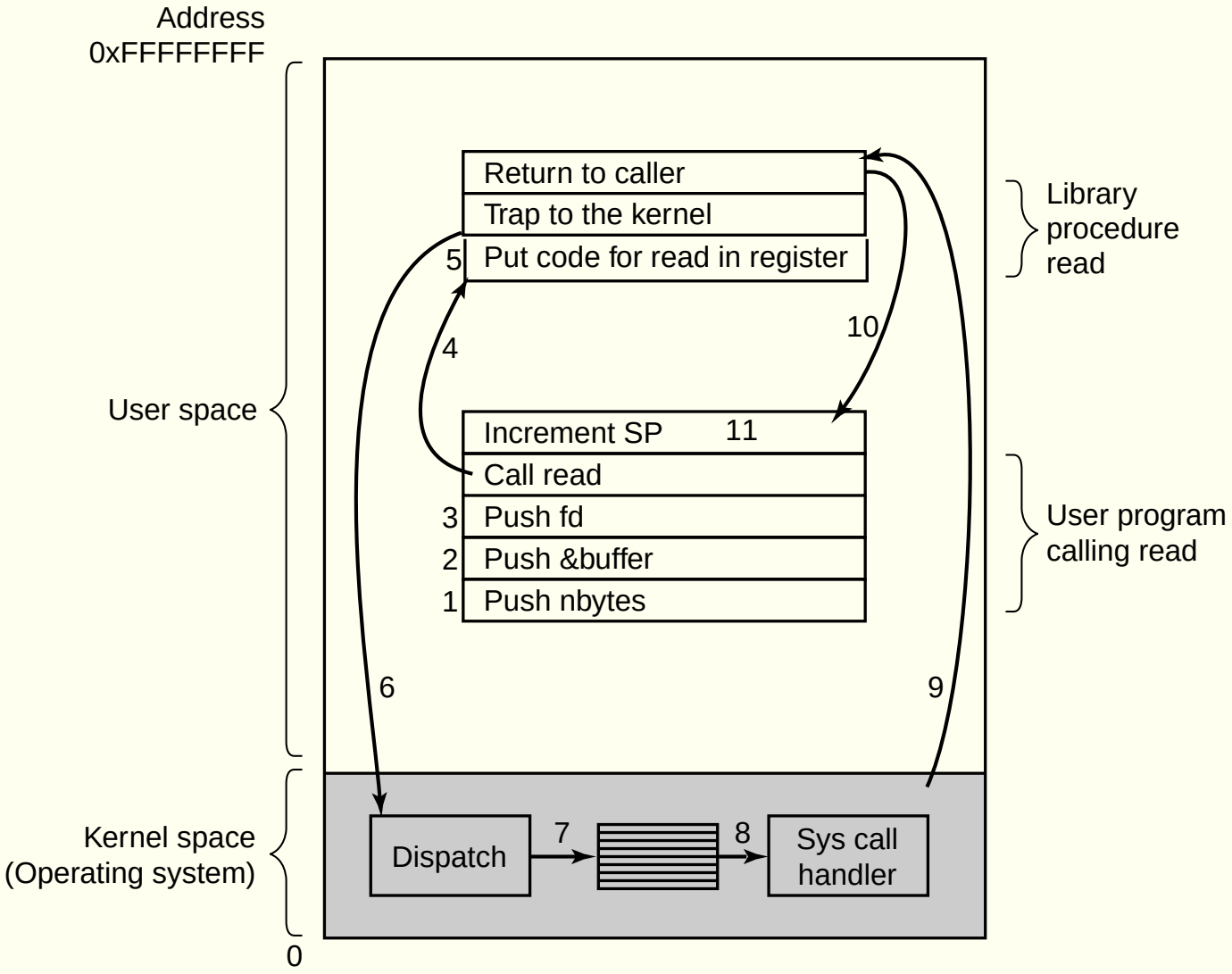
Modo usuário e modo kernel

- O modo kernel não é um conjunto de software.
- Um programa que esteja rodando em modo kernel pode não ter como objetivo proteger o hardware.
- Um programa do usuário começa a sua execução em modo usuário, mas durante as chamadas ao sistema estará executando em modo kernel.

Chamada ao sistema

- Tipo especial de chamada de procedimento
- Passa do modo usuário para o modo kernel
- Instrução TRAP

cont = read(fd, buffer, nbytes)



Exemplos de chamadas ao sistema

Gerência de processos

- `pid = fork()`
- `waitpid(pid, &statloc, options)`
- `s = execve(name, argv, environp)`
- `exit(status)`

Exemplos de chamadas ao sistema

Gerência de arquivos

- `fd = open(file, how)`
- `s = close(fd)`
- `n = read(fd, buffer, nbytes)`
- `n = write(fd, buffer, nbytes)`
- `pos = lseek(fd, offset, whence)`
- `s = stat(name, &buf)`

Exemplos de chamadas ao sistema

Gerência de arquivos e diretórios

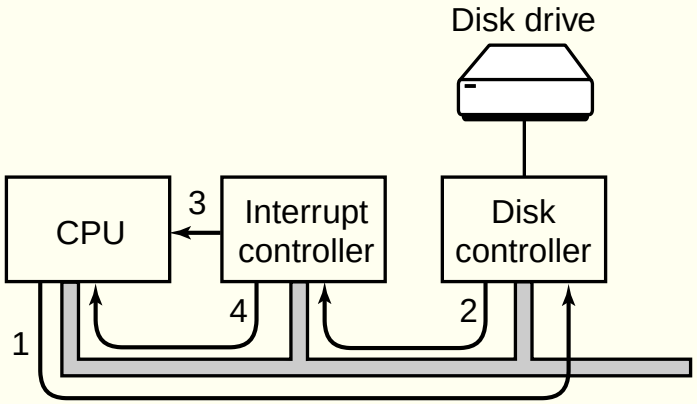
- `s = mkdir(name,mode)`
- `s = rmdir(name)`
- `s = link(name1,name2)`
- `s = unlink(name)`
- `s = mount(special,name,flag)`
- `s = umount(special)`

Exemplos de chamadas ao sistema

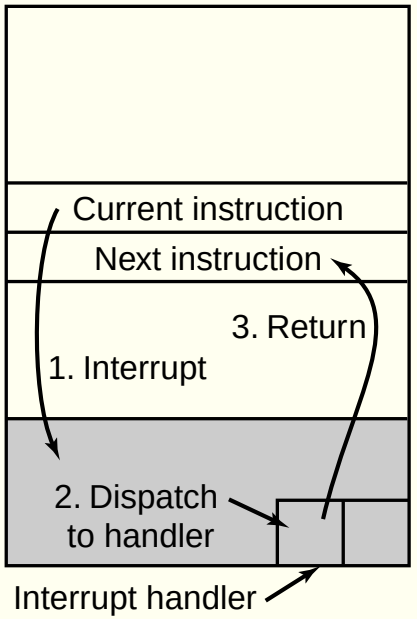
Diversas

- `s = chdir(dirname)`
- `s = chmod(name,mode)`
- `s = kill(pid,signal)`
- `seconds = time(&seconds)`

Tratamento de interrupções



(a)



(b)

Tratamento de sinais

- Tratam a ocorrência de condições excepcionais
- Tipos de sinais
  - Divisão por zero
  - Acesso inválido à memória
  - Interrupção do programa
  - Término de um processo filho
  - Alarme

Sistemas monolíticos

- Sem estrutura
- Conjunto de funções dependentes

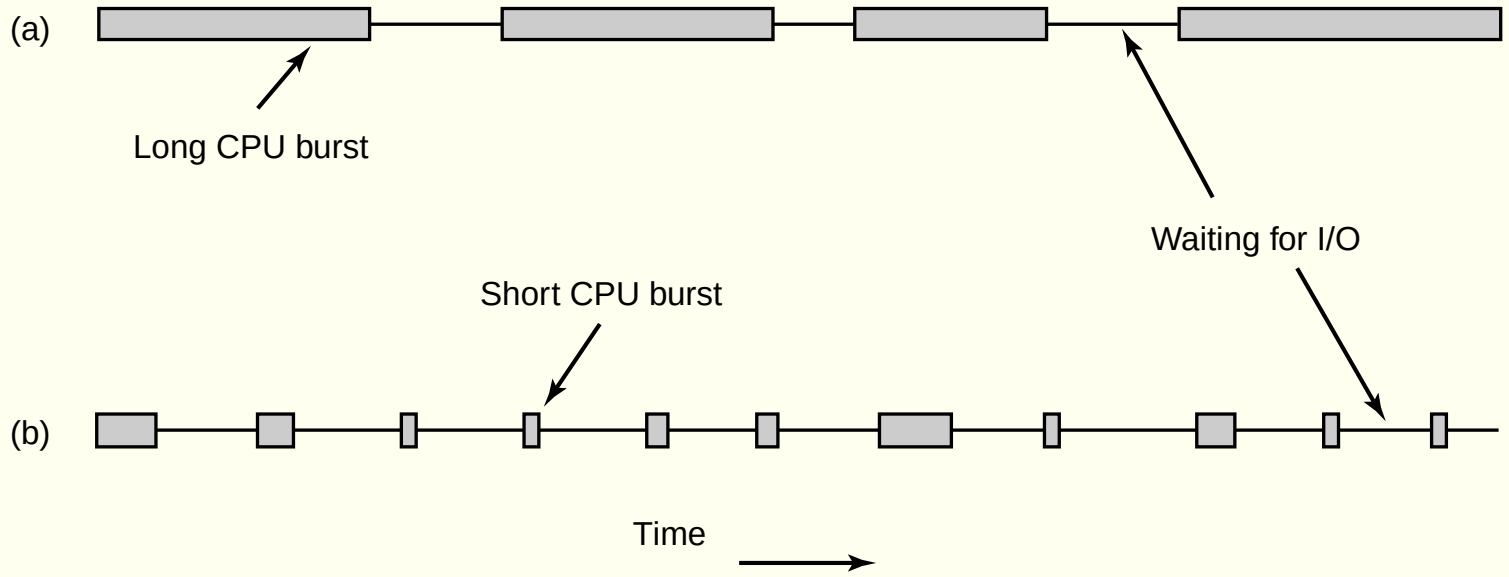
Sistemas baseados em camadas

- Bem estruturado
- Nível inferior não pode invocar funções do nível superior

Processos e threads

Aproveitamento da CPU

CPU-bound



IO-bound

Processo CPU-bound

```
for (i = 0; i < 1000; i++)
    x = (x + i) * y;
```

Processo IO-bound

```
for (i = 0; i < 1000; i++)
  fprintf(arquivo, "i = %d", i);
```

Processo ?-bound

```
printf ("CPU-bound (c) ou IO-bound (i)? ");
scanf ("%c", resp);
if (resp == 'c')
  for (i = 0; i < 1000; i++)
     x = (x + i) * y;
else
  for (i = 0; i < 1000; i++)
     fprintf(arquivo, "i = %d", i);
```

Análise em tempo de execução

- Baseada no histórico do processo
- Processos IO-bound podem receber prioridade mais alta
- Nem sempre funciona...

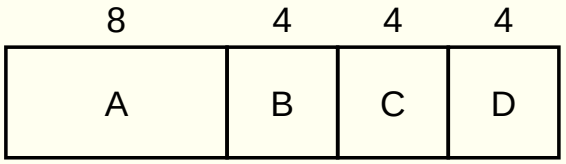
CTSS

- É mais eficiente rodar programas CPU-bound raramente por períodos longos do que frequentemente por períodos curtos
- Como determinar a classe de um processo?

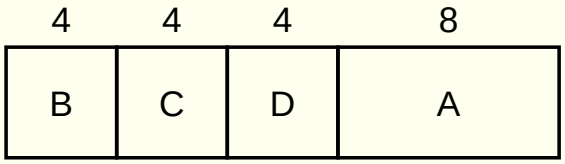
Classe 0 (1 quantum)	$\rightarrow$	P1 P2 P5 P7
Classe 1 (2 quanta)	$\rightarrow$	P0 P3
Classe 2 (4 quanta)	$\rightarrow$	P4
Classe 3 (8 quanta)	$\rightarrow$	P6

Escalonamento em sistemas batch

Shortest Job First



(a)



(b)

- Vazão (throughput) excelente
- Turnaround time

(a) $(8 + 12 + 16 + 20)/4 = 14$

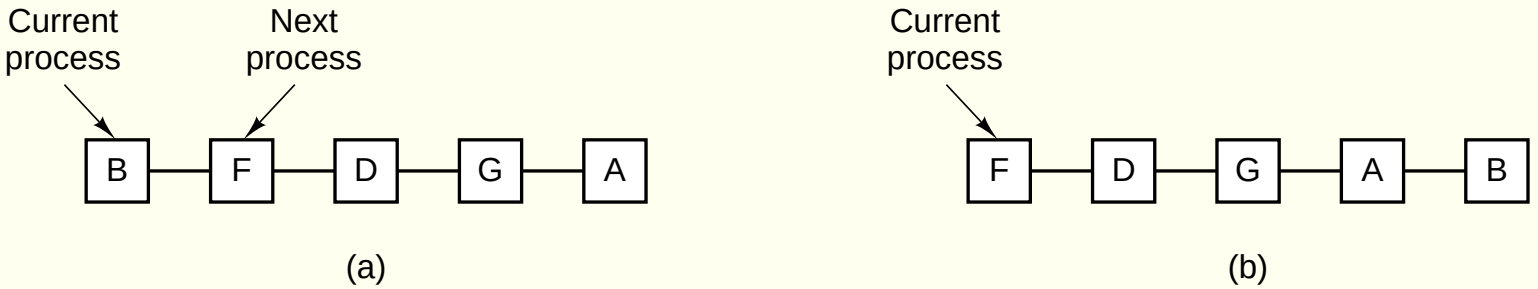
(b) $(4 + 8 + 12 + 20)/4 = 11$

Escalonamento em sistemas batch

Shortest Job First

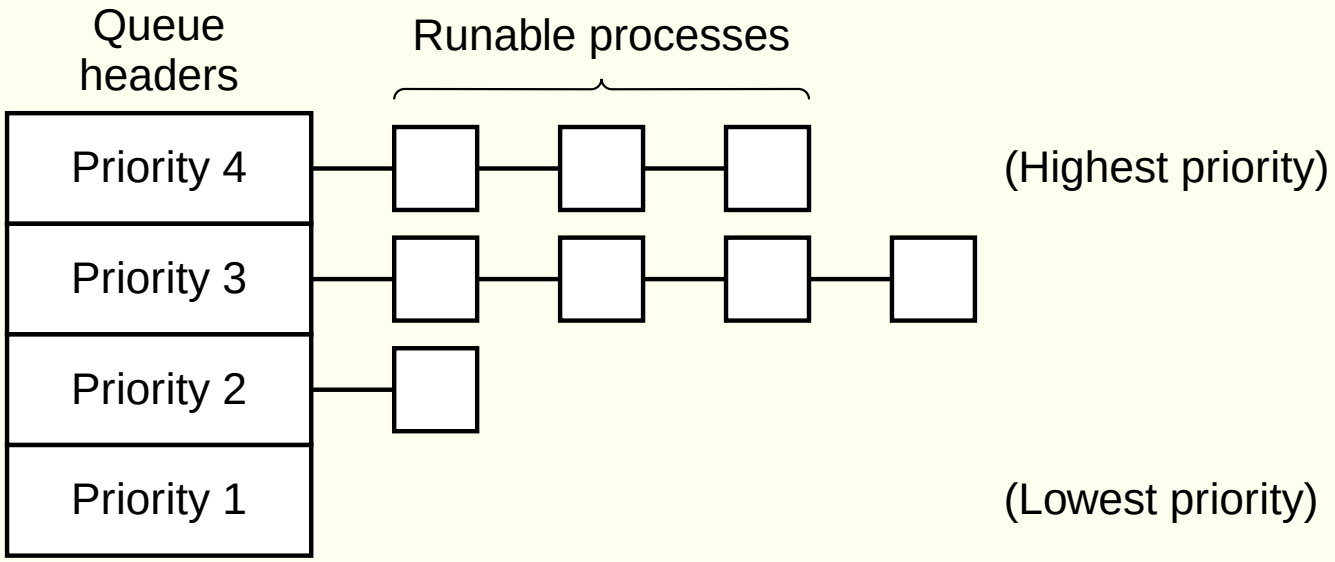
- Todos jobs precisam ser conhecidos previamente
  - Processos no tempo 0: 8 10
  - Processos no tempo 3: 4 4 8 10
- Se jobs curtos chegarem continuamente, os jobs longos nunca serão escalonados
  - Processos no tempo 100: 4 4 4 4 4 4 4 4 4 8 10

Round-Robin



- Quantum
- Análises de custo-benefício

Problema da prioridade invertida



- Processo L está na região crítica
- Processo H executa código de espera ocupada
- Processo L nunca é escalonado

Podemos descartar espera ocupada?

- A nível de programas de usuário podemos usar
  - semáforos
  - locks e variáveis de condição
- Mas como estas primitivas são implementadas pelo SO?
  - interrupções podem ser desabilitadas
  - spin locks

Spin lock

```
entra_RC:
    TSL RX, lock
    CMP RX, #0
    JNE entra_RC
    RET

deixa_RC:
    MOV lock, \#0
    RET
```

Comando fork

```
if (pid = fork()) {
  pai();
  waitpid(pid, NULL, 0);
} else
  filho();
```

- Quando o pai morre, os filhos não morrem automaticamente
- Como ser informado da morte do filho assincronamente?

Gerência de recursos

Compartilhados	Independentes
Espaço de endereçamento	Contador de programa
Variáveis globais	Registradores
Arquivos abertos	Pilha
Processos filhos	Estado
Sinais e seus tratadores	

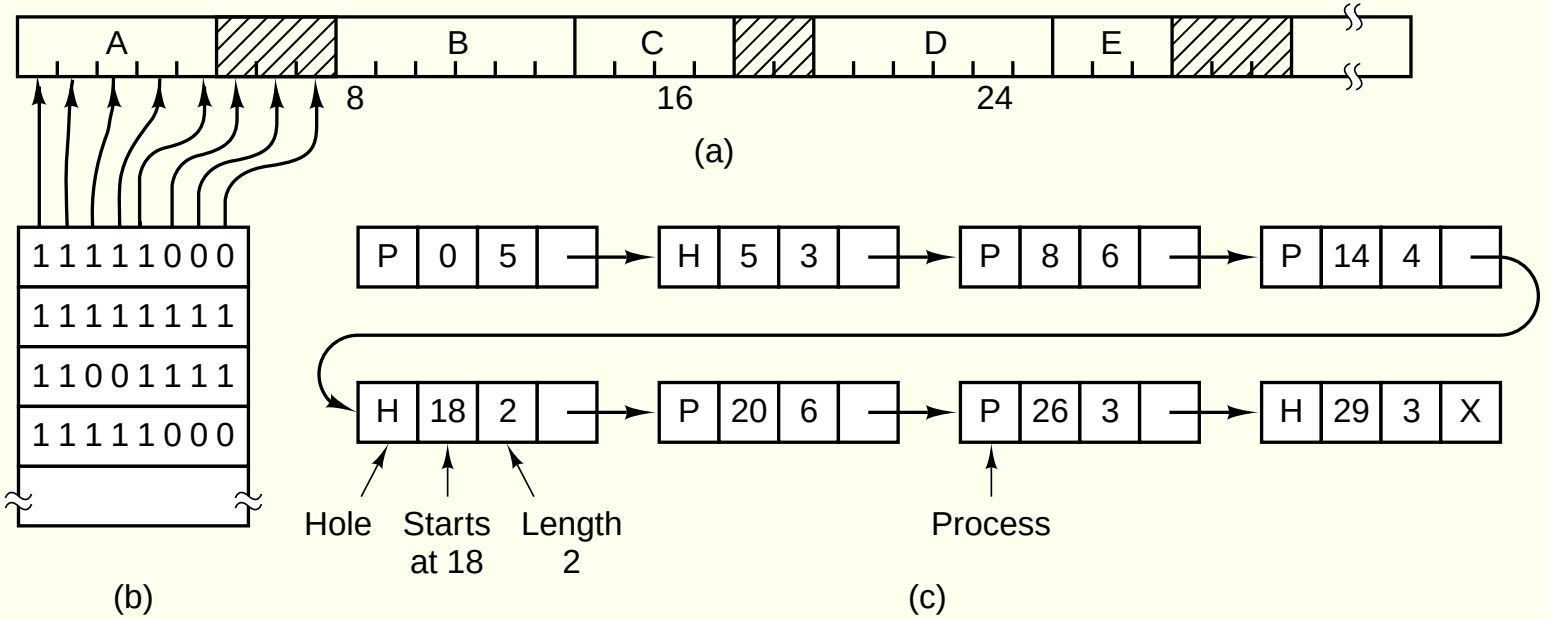
Comando clone

```
int clone(int (*fn)(void *),
          void *child_stack,
          int flags, void *arg);
```

- Cria um novo processo, como o comando fork
- Permite o compartilhamento de recursos
  - CLONE_PARENT
  - CLONE_FS
  - CLONE_FILES
  - CLONE_SIGHAND
  - CLONE_VM

Gerência de memória

Bitmaps e lista de livres



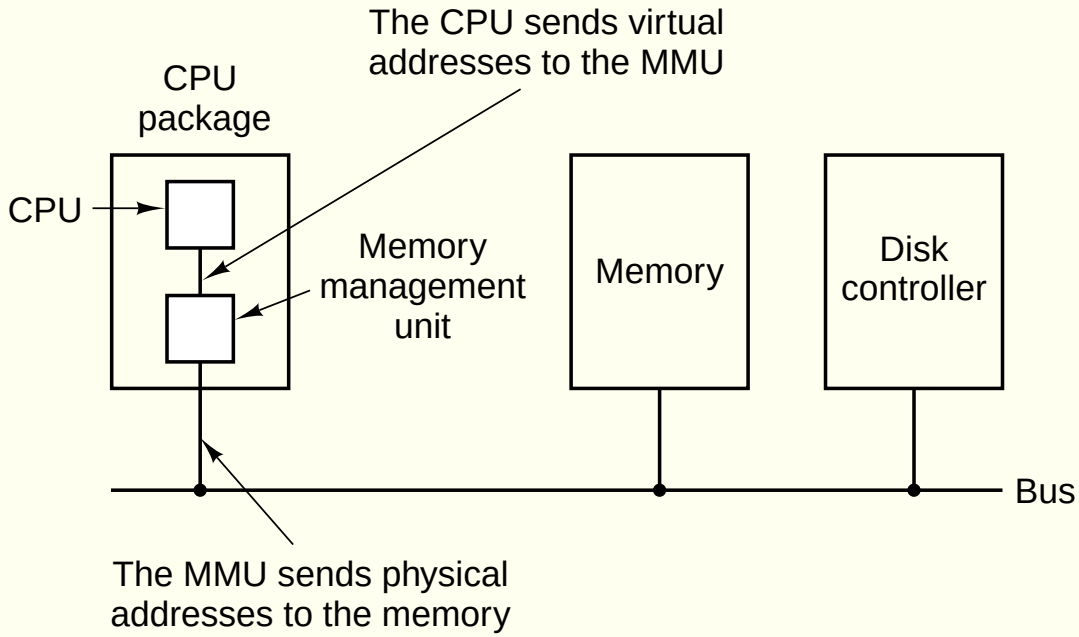
- Bitmaps: definição de unidades; busca mais lenta
- Lista de livres: atualização mais lenta

Algoritmos para alocação de memória

- *First fit*
- *Next fit*
- *Best fit*
- *Worst fit*

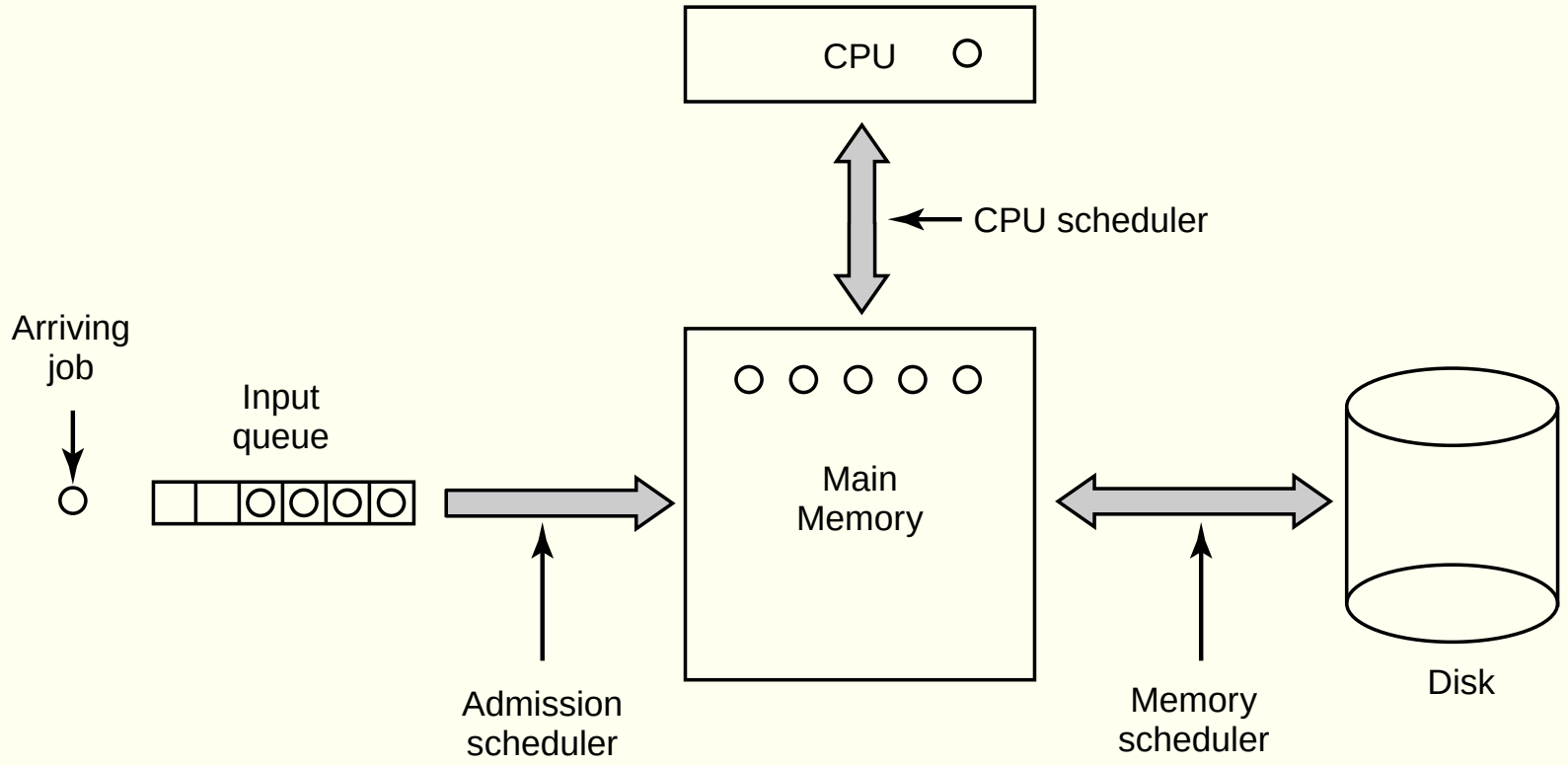
Podem ser usados com bitmaps ou lista de livres

Endereços físicos e virtuais

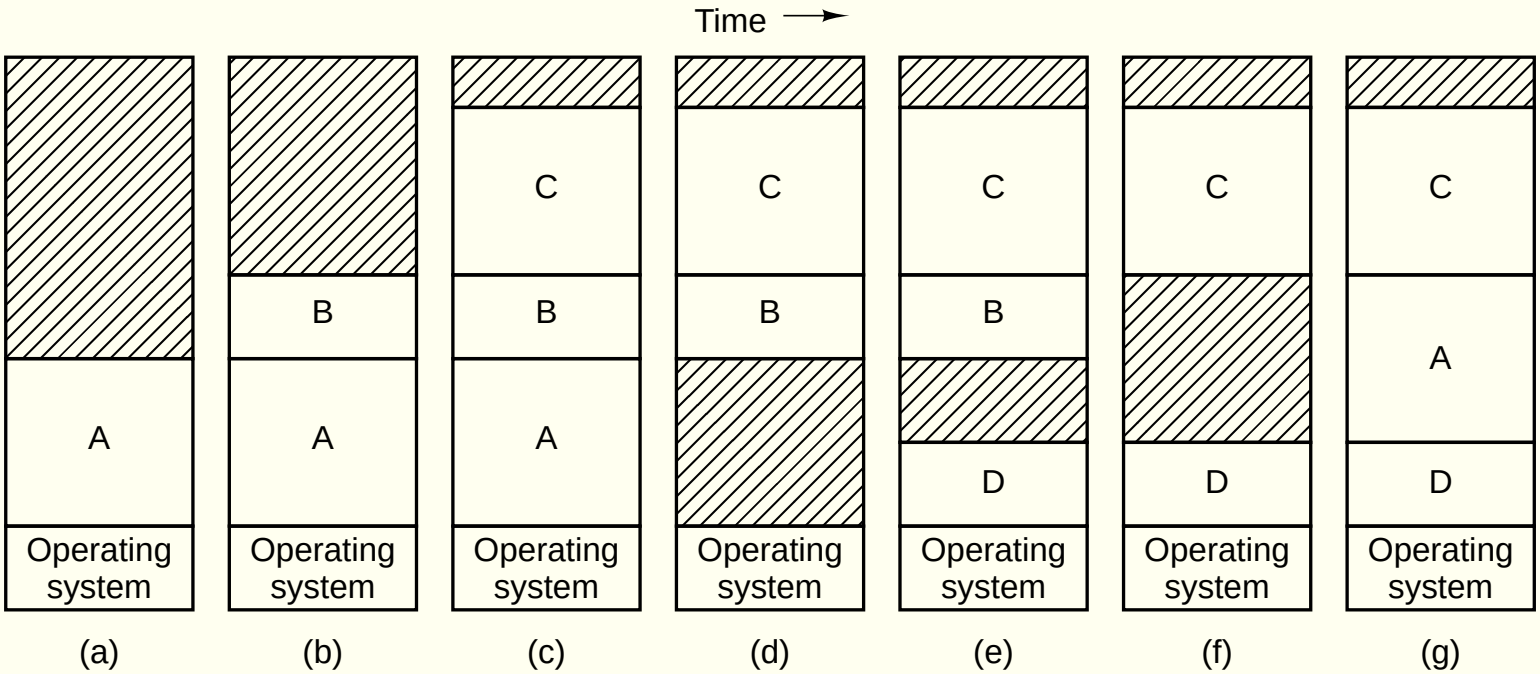


- Endereço físico: colocado diretamente no barramento
- Endereço virtual (lógico): necessita de algum mapeamento para ser colocado no barramento

Swapping


CPU
CPU scheduler
Arriving job
Input queue
Main Memory
Admission scheduler
Memory scheduler
Disk

Swapping

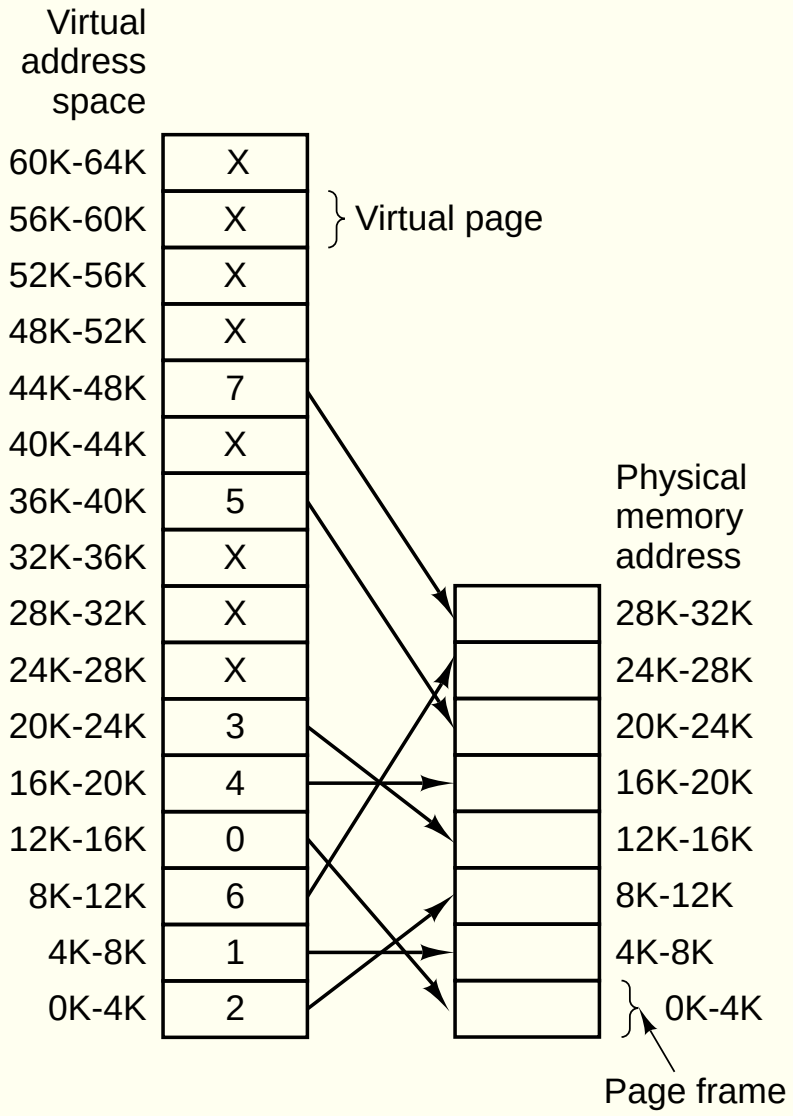


Endereços não podem ser físicos!

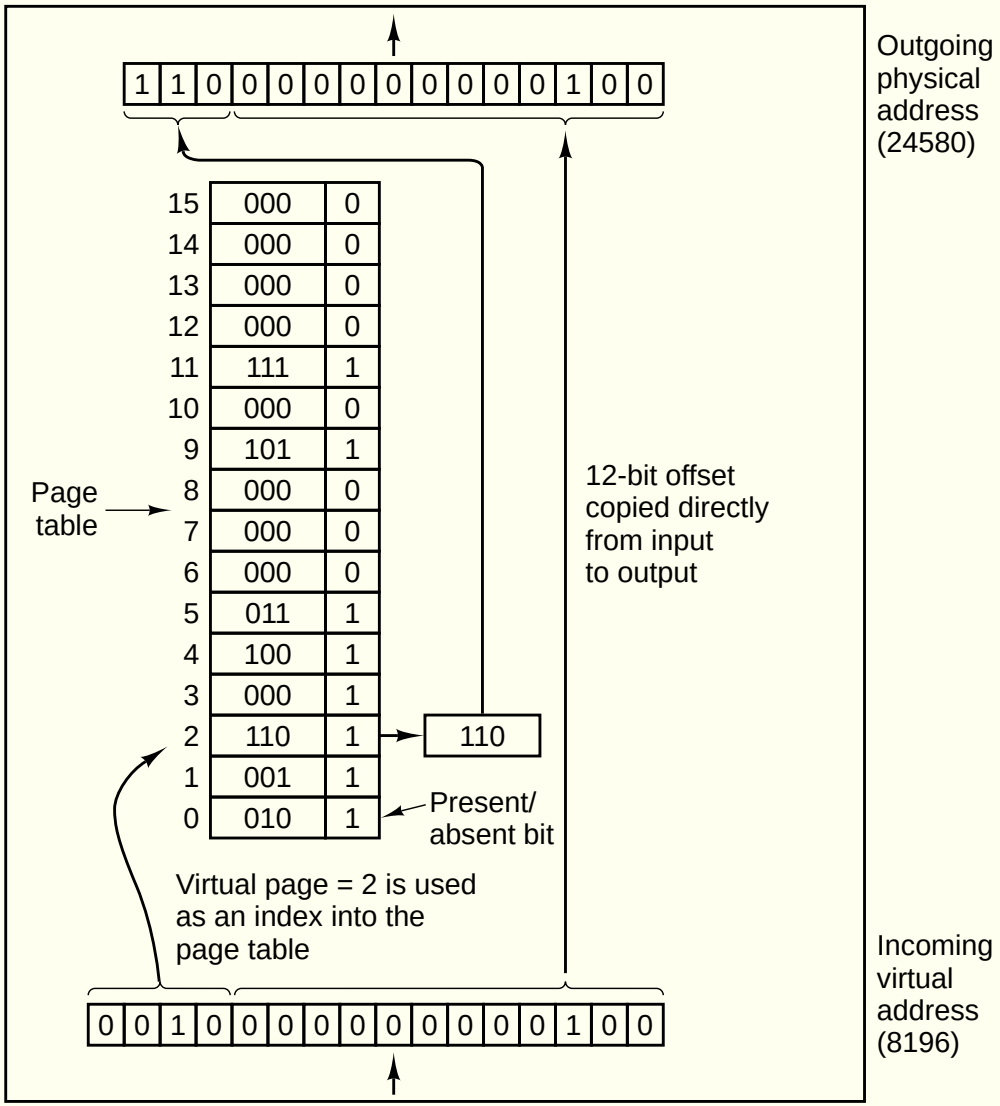
Overlays

```
dados d1, d2, d3, d4, d5;

f1();    g1();   h1();
f2();    g2();   h2();
f3();    g3();   h3();

main() {
  fase_1();  /* funçoes f e dados d1, d2, d3 */
  fase_2();  /* funçoes g e dados d1, d2, d4 */
  fase_3();  /* funçoes h e dados d1, d2, d5 */
}
```

Paginação


Virtual address space
60K-64K
56K-60K
52K-56K
48K-52K
44K-48K
40K-44K
36K-40K
32K-36K
28K-32K
24K-28K
20K-24K
16K-20K
12K-16K
8K-12K
4K-8K
0K-4K
X
X
X
X
7
X
5
X
X
X
3
4
0
6
1
2
Virtual page
Physical memory address
28K-32K
24K-28K
20K-24K
16K-20K
12K-16K
8K-12K
4K-8K
0K-4K
Page frame

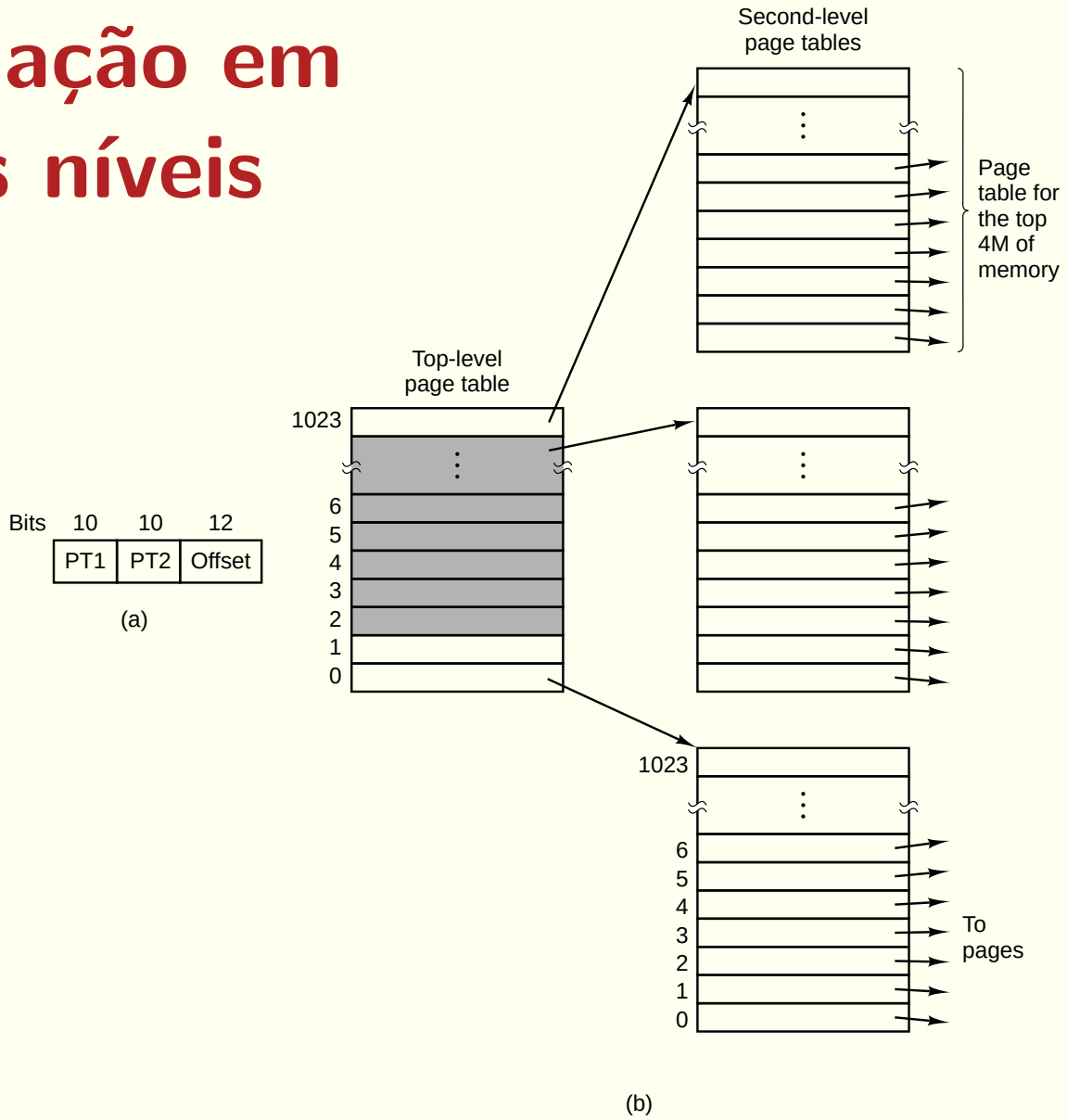
Mapeamento dos endereços



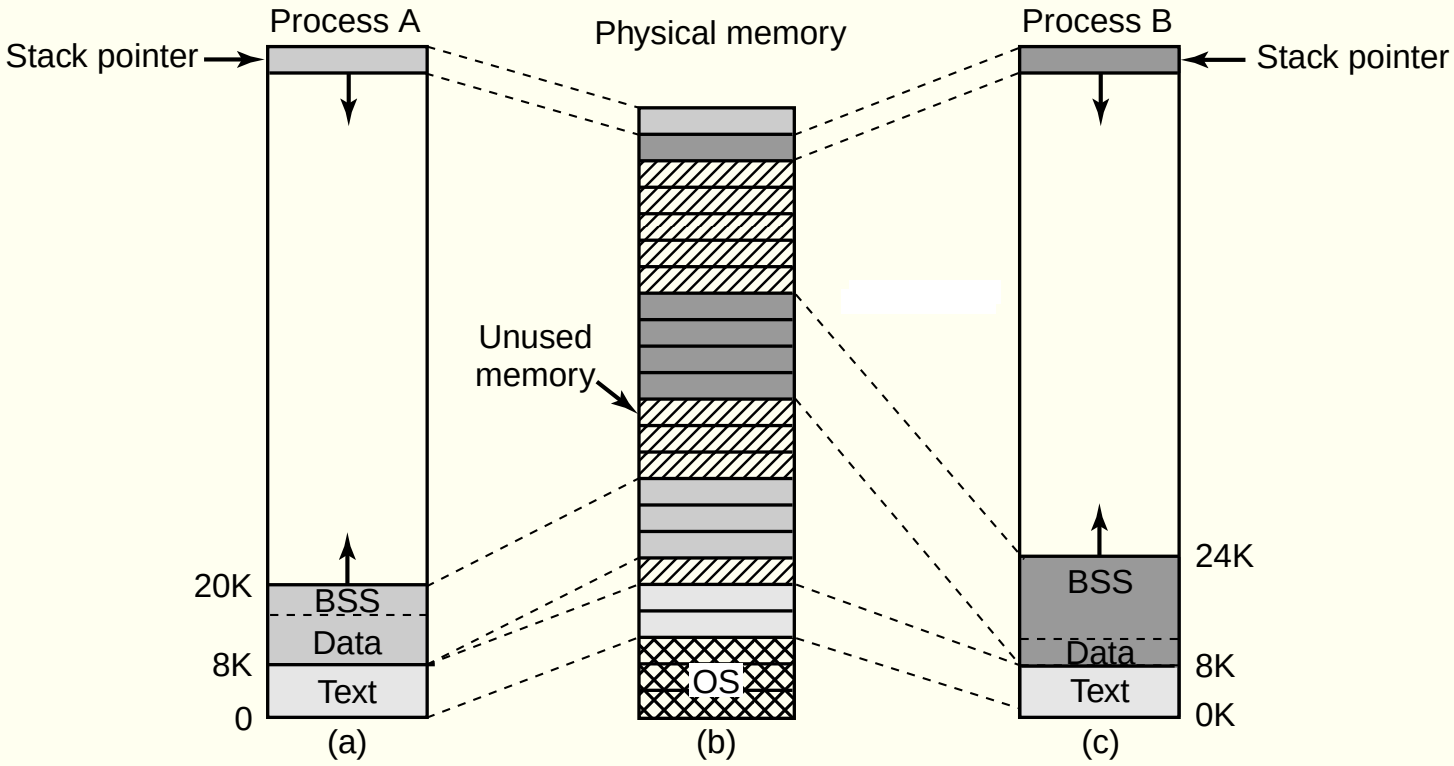
Translation Look Aside Buffers (TLBs)

Valid	Virtual page	Modified	Protection	Page frame
1	140	1	RW	31
1	20	0	R X	38
1	130	1	RW	29
1	129	1	RW	62
1	19	0	R X	50
1	21	0	R X	45
1	860	1	RW	14
1	861	1	RW	75

Paginação em vários níveis



Memória compartilhada

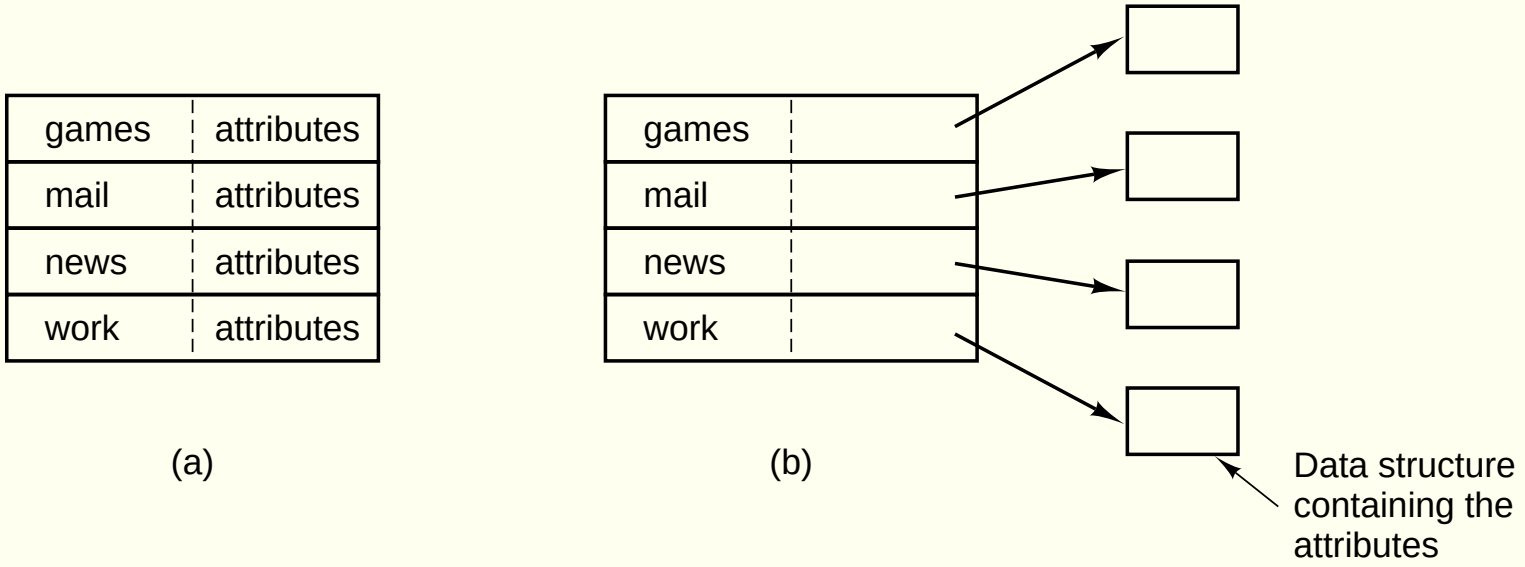


Políticas para substituição de páginas

Algorithm	Comment
Optimal	Not implementable, but useful as a benchmark
NRU (Not Recently Used)	Very crude
FIFO (First-In, First-Out)	Might throw out important pages
Second chance	Big improvement over FIFO
Clock	Realistic
LRU (Least Recently Used)	Excellent, but difficult to implement exactly
NFU (Not Frequently Used)	Fairly crude approximation to LRU
Aging	Efficient algorithm that approximates LRU well
Working set	Somewhat expensive to implement
WSClock	Good efficient algorithm

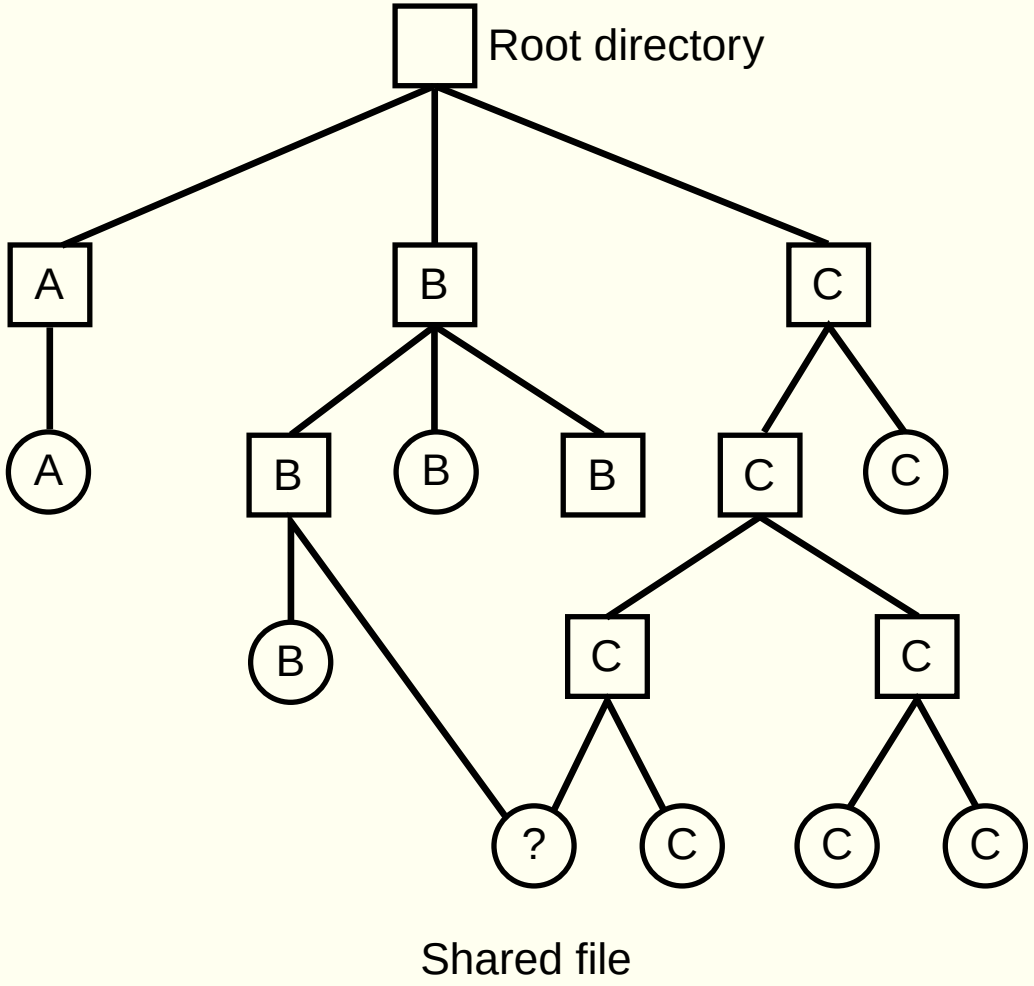
Sistema de arquivos

Atributos de arquivos



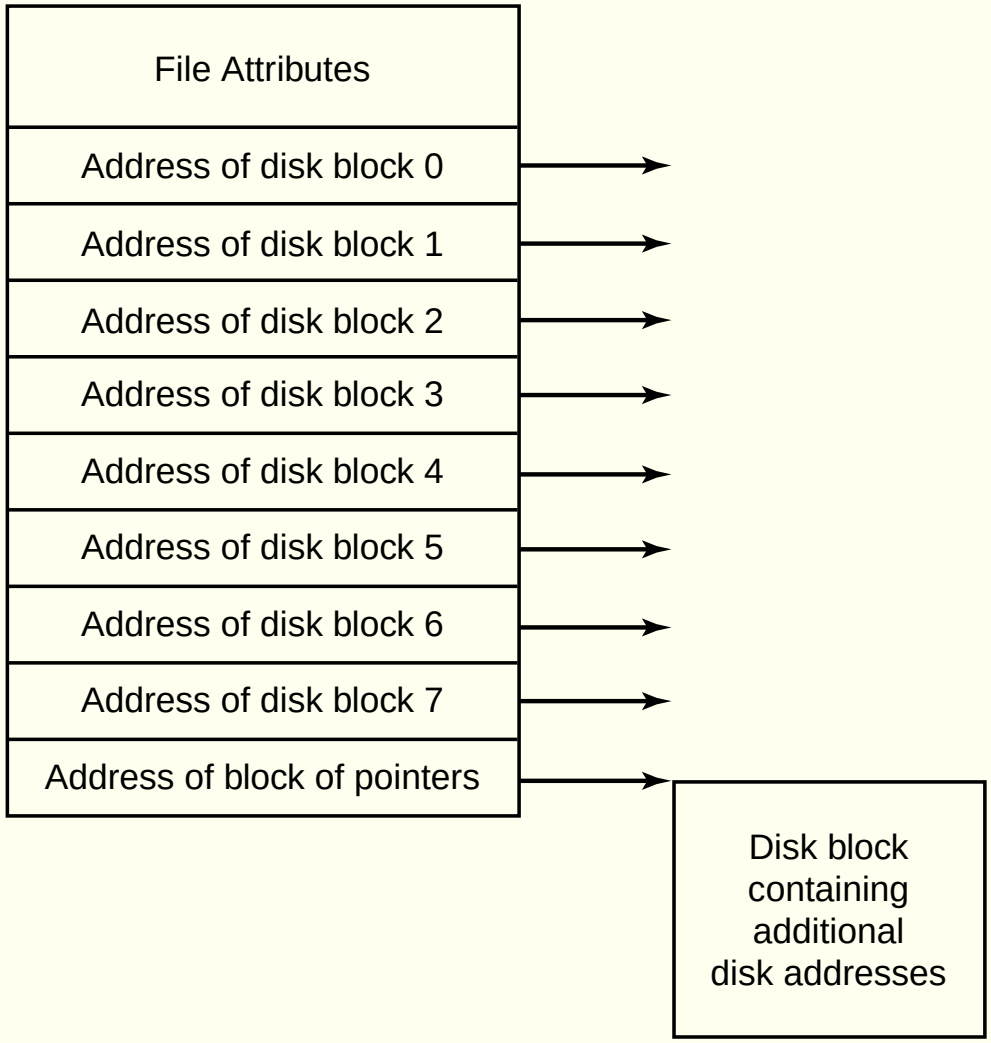
- Dificuldade de gerência de entradas grandes
- Dificuldade para o compartilhamento de arquivos

Arquivos compartilhados



Shared file

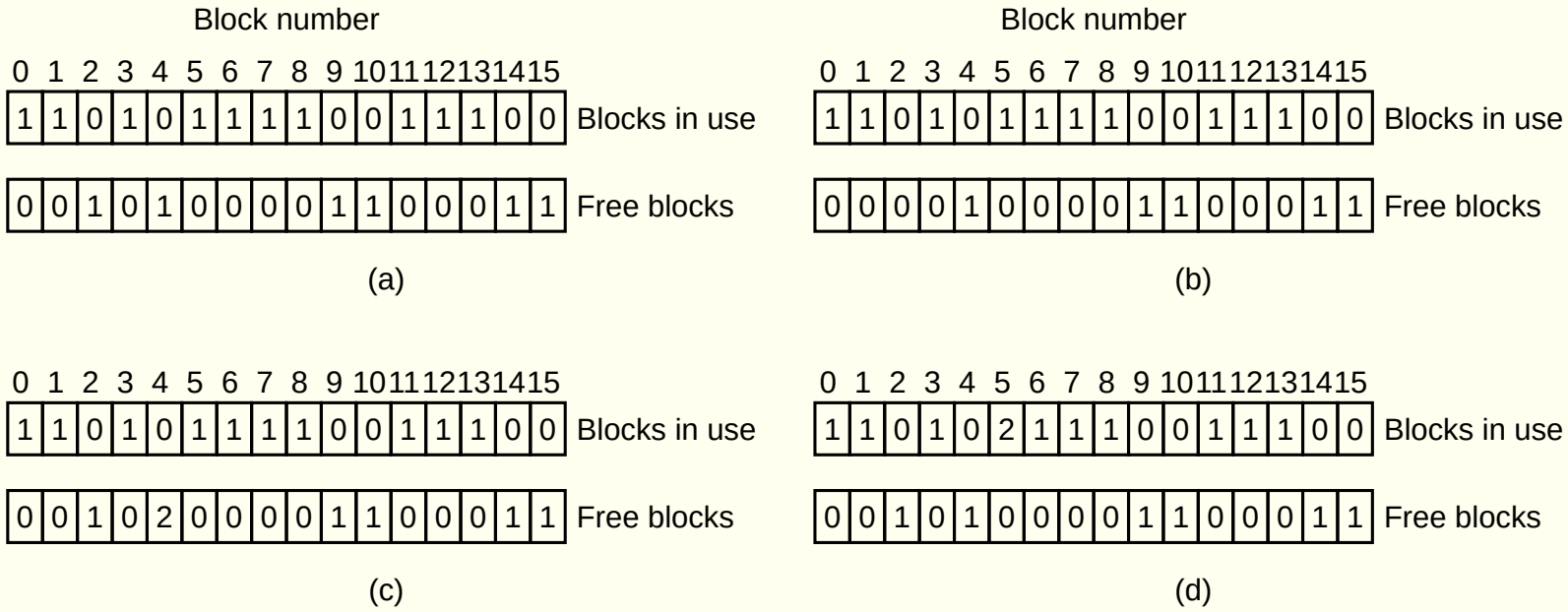
I-node


File Attributes
Address of disk block 0
Address of disk block 1
Address of disk block 2
Address of disk block 3
Address of disk block 4
Address of disk block 5
Address of disk block 6
Address of disk block 7
Address of block of pointers
Disk block containing additional disk addresses

Arquivos compartilhados

- Hard links: referências para os i-nodes
- Symbolic links: apontadores (atalhos) para a outra entrada no outro diretório
  - Podem ser implementados sem a presença de i-nodes

Consistência do sistema de arquivos



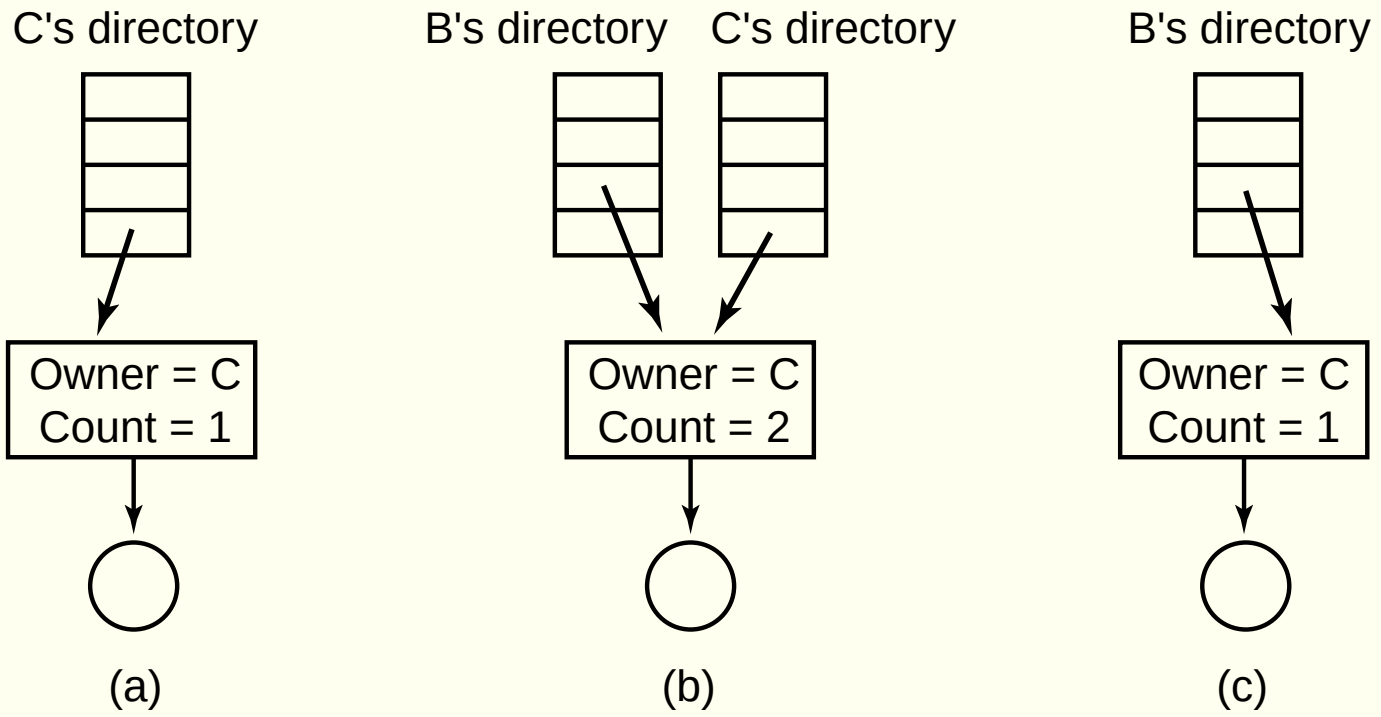
(a) consistente

(b) bloco faltando

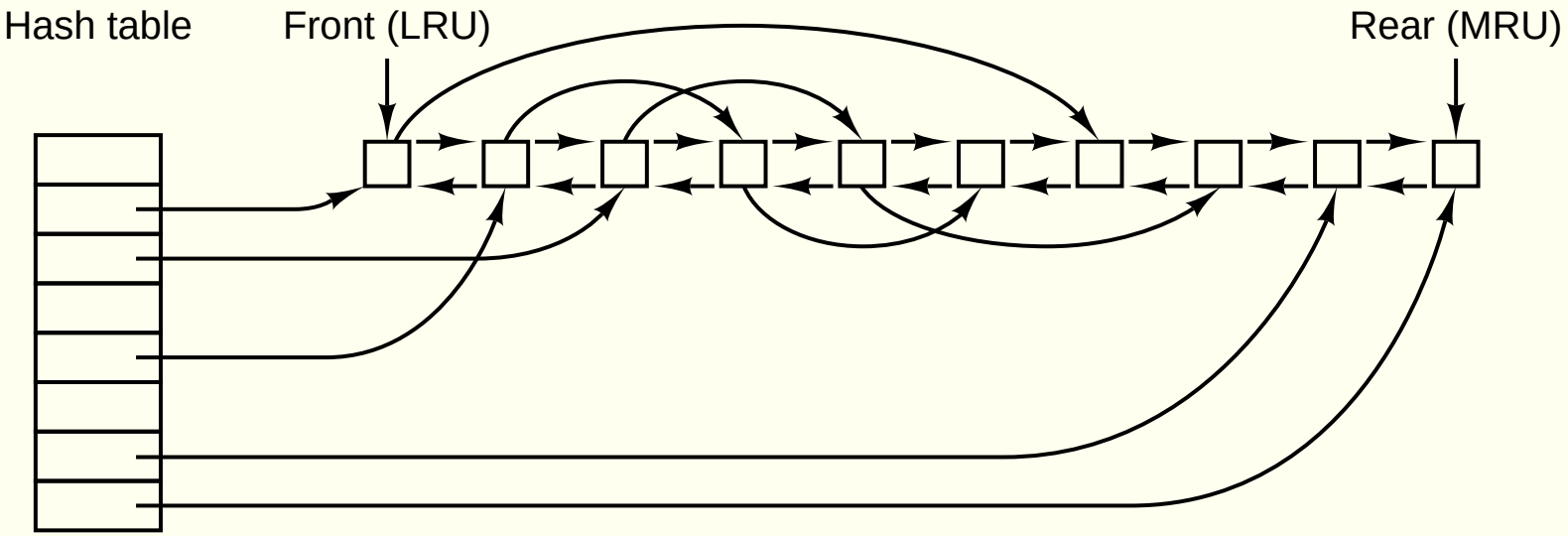
(c) duplicação na lista de livres

(d) duplicação nos dados

Consistência do sistema de arquivos



Caching



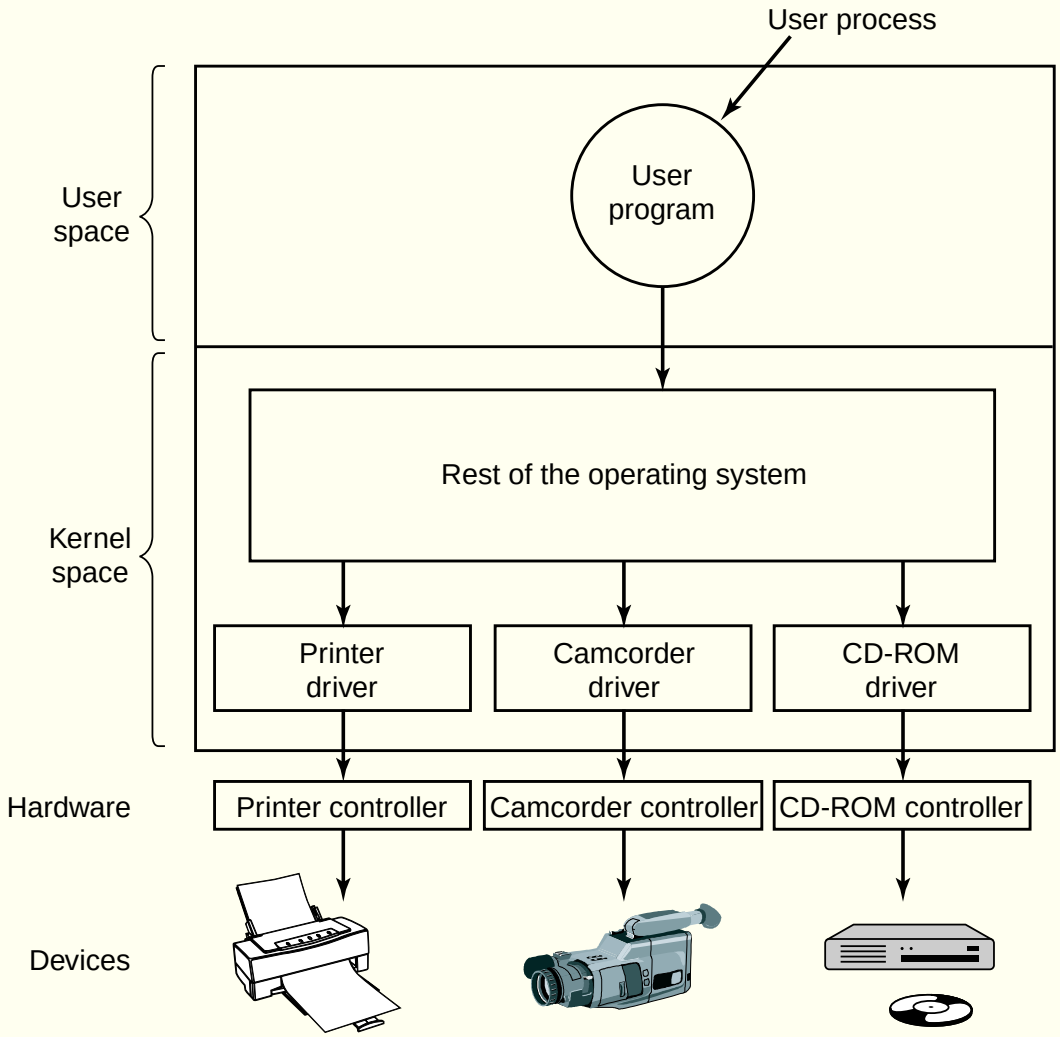
- Estrutura deve permitir busca rápida
- Blocos de controle devem ser tratados diferentemente

Pipes

```
$ grep xxx log.txt > log-xxx.txt
$ wc -l log-xxx.txt
$ rm log-xxx.txt

$ grep xxx log.txt | wc -l
```

Entrada e saída

Device drivers



Device drivers

- Software que "conversa" com o controlador
- Os fabricantes devem fornecer device drivers para os sistemas operacionais
- Como acoplar um device driver ao kernel:
  - relink e reboot
  - entrada em um arquivo e reboot
  - on-the-fly

Como programar os dispositivos?

- Instruções especiais

  ```
  IN REG, PORT
  OUT PORT, REG
  ```

- Memory-mapped I/O

  ```
  MOV REG, ADDR
  ```

  Conforme o valor de ADDR, a instrução MOV fará acesso a uma palavra de memória ou dispositivo

Imprimindo uma string

Programmed I/O

```
copy_from_user(buffer, p, count);                /* p is the kernel bufer */
for (i = 0; i < count; i++) {                    /* loop on every character */
      while (*printer_status_reg != READY) ;     /* loop until ready */
      *printer_data_register = p[i];             /* output one character */
}
return_to_user( );
```

Trecho de código do kernel

Imprimindo uma string

Interrupt-driven I/O

```
copy_from_user(buffer, p, count);
enable_interrupts( );
while (*printer_status_reg != READY) ;
*printer_data_register = p[0];
scheduler( );
```

(a)

```
if (count == 0) {
    unblock_user( );
} else {
    *printer_data_register = p[i];
    count = count – 1;
     i = i + 1;
}
acknowledge_interrupt( );
return_from_interrupt( );
```

(b)

(a) Trecho de código do kernel

(b) Tratador da interrupção

Direct Memory Access (DMA)