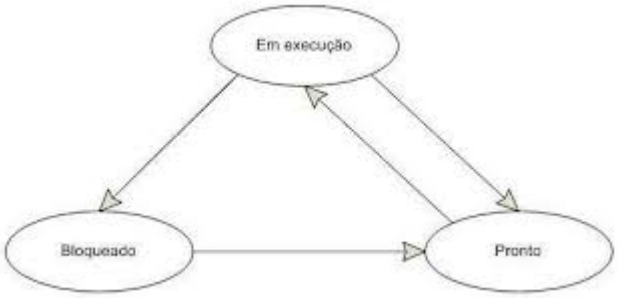
UFOP-DECOM-BCC264 Nº 02/2020-2

2º TP 2021-1
o dia 19(terça) às 13:30

Falamos sobre processos e threads na nossa aula. Processos são "às vezes" apelidados como processos pesados pois tem um espaço de memória próprio, tem um PCB (*Process Control Block*) próprio e um PID (Process Identifier). Em Linux, use o ps-aux e veja os processos rodando. No Windows, o gerenciador de tarefas te dará a relação de quais processos estão sendo executados. Todos os processos listados estão abertos e são executados "um pedaço" no tempo.



O diagrama acima é muito parecido com o diagrama que falamos na última aula. Veja estes slides aqui https://slideplayer.com.br/slide/367578/ .

Para criar um processo, o Unix definiu a primitiva fork "cria" um processo novo. Na verdade, a função fork duplica o processo atual dentro do sistema operacional. Veja este texto: http://www.br-c.org/doku.php?id=fork

Como processos não compartilham memória, para comunicarem entre sí, se faz necessário algum mecanismo de IPC (inter process Communication) como troca de mensagens (via sockets) ou estabelecer um pipeline.

Threads é uma tarefa (uma linha de execução) que um determinado programa realiza. O processador vai lendo as instruções da memória principal e vai executando as instruções lidas sequencialmente, uma por uma.

Assim, cada processo tem uma thread (uma linha de execução). Porém, muitas vezes se faz necessário que um programa tenha mais de uma linha de execução. Por exemplo, um programa procedimental (feito na linguagem C, por exemplo) pode ter vários procedimentos. Por que não

executá-los concorrentemente, compartilhando os recursos do processo “pesado” (espaço de memória, PCB e o todos os outros recursos do processo “pesado”) ?

Assim, um processo “pesado” tem uma thread, por *default*. Mas, pode ter mais e para isto entra a biblioteca pthread (a biblioteca “raiz em C”). Então se o processo “pesado” tiver só uma thread.. você não precisa se preocupara com nada.. é só programar, compilar e colocar para para execução.. Mas, se você quiser (e necessitar) que seu programa tenha procedimentos que sejam executados concorrente, aí você verá como threads é útil. Toda linguagem de programação (que executa em SO modernos) implementa ou tem uma biblioteca “padrão” que implementa threads (pode ter até outro nome).

Veja http://www.br-c.org/doku.php?id=threads_posix

E também veja o capitulo 12 do livro HANDSON SYSTEM PROGRAMMING WITH C que está no Moodle

Da mesma forma que os processos sofrem escalonamento, os threads também têm a mesma necessidade. Quando vários processos são executados em uma CPU, eles dão a impressão que estão sendo executados simultaneamente. Com as threads ocorre o mesmo, elas esperam até serem executadas. Como esta alternância é muito rápida, há impressão de que todas as threads são executadas paralelamente.

Observe que não há nenhum comando que detalha cada tid (*thread identifier*) como o ps-aux (do Linux/unix).

1.Seu TP2

Imagine que você tem uma variável chamado SALDO, inicializada com zero. Faça um loop simulando que você “apertou” a tecla mais mil vezes do “+” e do “-“ (dando 2 mil vezes). O mais, que iremos representar como “+”, significa que você apertou a “tecla +” e irá ser incrementado 100 Unidades de Dinheiro (chamaremos UD, certo?) no SALDO e cada vez que vc apertar (é uma simulação) “-“ irá decrementar 100 UDs

Você deverá apresentar o saldo e as instruções para incrementar e decrementar o saldo. Se o usuário apertar “+” o saldo incrementará 100UD e o “-“decrementará (subtrairá) 100DUD.

Porém, você implementará das seguintes formas:

Usando processos “pesados”:

1) Você usará o fork e gerará 3 processos “pesados”: 1 que imprimirá o valor do SALDO outro processo incrementará e outro decrementará. Se quiser, pode “ler o teclado” em outro processo, não importa... mas os processos SALDO, incrementar e decrementar são obrigatórios. Coloque a opção de “exit” que, quando acionada, destruirá todos os processos anteriormente criados.
   - Imprima (“printe”) o número do processo (pid)
   - Use pipe para o IPC (veja http://www.inf.ufes.br/~rgomes/so_fichiers/aula14.pdf)

Usando threads:

2) A mesma coisa acima só que em vez de 3 processos, você vai criar 3 threads. Isto, usará a pthreads_create (em C) e gerará 3 threads: 1 que imprimirá o valor do SALDO outro thread incrementará e outro decrementará. Se quiser, pode “ler o teclado” em outro thread, não importa.. mas os threads SALDO, incrementar e decrementar são obrigatórios. Imprima (“printe”) o número do thread (tid) Coloque a opção de “exit” que, quando acionada, destruirá todos os threads anteriormente criados. -> **Usando pthreds, mostre a diferença entre pthread_join e pthread_kill e pthread_exit.**

Faça seu programa no link abaixo e de tal forma que eu possa “colar” e “copiar” no https://www.onlinegdb.com/online_c_compiler . Assim, TESTE antes para ver se está tudo certo.

O que deve entregue:

Entregáveis:

a. 1 texto explicando - as diferenças que você encontrou entre threads e “fork” – considerações e – como rodar no https://www.onlinegdb.com/online_c_compiler
b. O vídeo mostrando o funcionamento no máximo 2 minutos. Mostre que entendeu e dominou o assunto e respondeu o texto acima;
c. POR FAVOR, NÃO LEIA O TEXTO, me explique o que fez.. Se sua apresentação for ler o texto (o que vc apresentou ou outro, será desconsiderado)
d. arquivo em formato PDF de texto explicando o que foi feito;

POR FAVOR, NÃO ZIPE

1) Preferencialmente poste os links do vídeo e, alternativamente, os vídeos. Tanto faz.
2) O trabalho é para o dia 19 , terça,às 13h30.

Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia

Inter-process Communication (IPC)

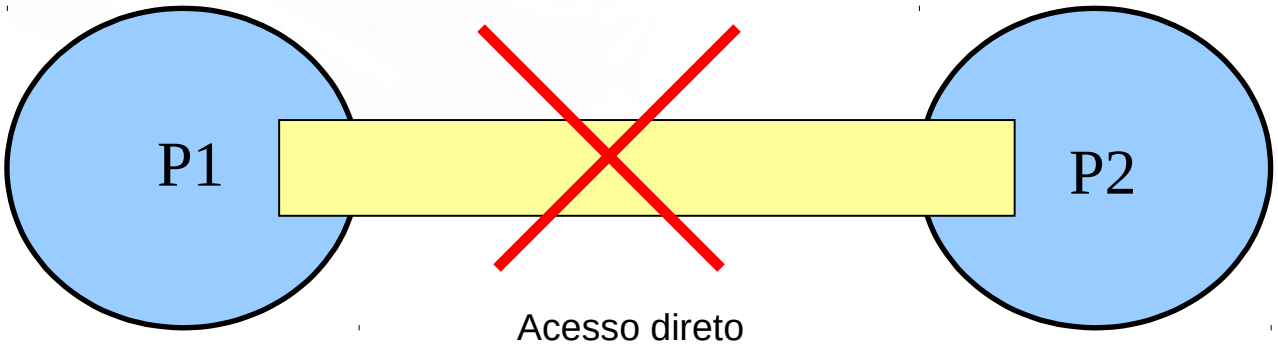
Comunicação entre processos (1)

Introdução
Tubos (*Pipes*)
Filas (FIFOs, *Named Pipes*)

Universidade Federal do Espírito Santo
Departamento de Informática

Comunicação entre Processos (1)

- Os sistemas operacionais implementam mecanismos que asseguram a independência entre processos.
- Processos executam em cápsulas autônomas
  - A execução de um processo não afeta os outros.
- Hardware oferece proteção de memória.
  - Um processo não acessa o espaço de endereçamento do outro.



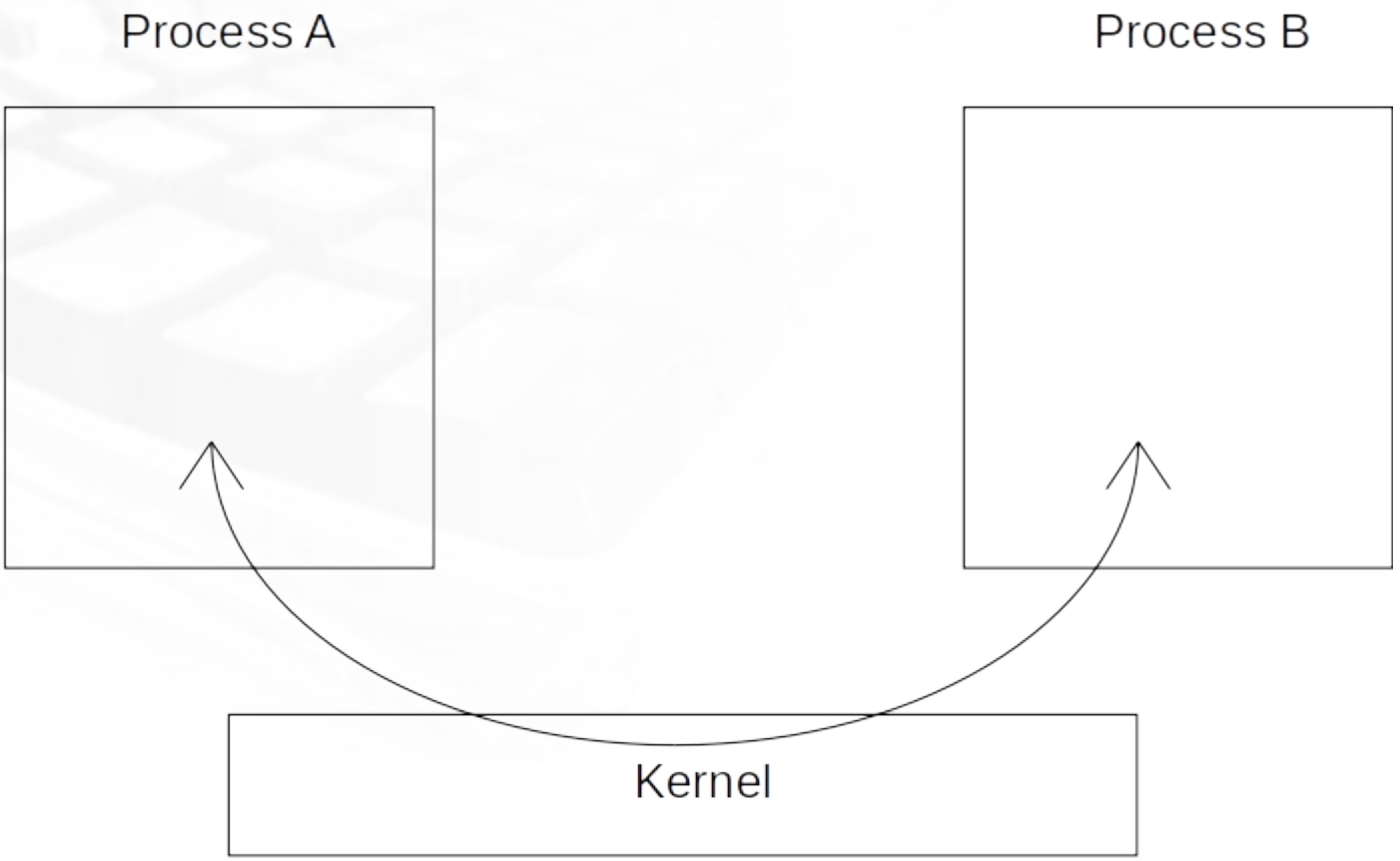
Comunicação entre Processos (2)

- Processos, entretanto, interagem e cooperam na execução de tarefas. Em muitos casos, processos precisam trocar informação de forma controlada para
  - dividir tarefas e aumentar a velocidade de computação;
  - aumentar da capacidade de processamento (rede);
  - atender a requisições simultâneas.
- Solução: S.O. fornece mecanismos que permitem aos processos comunicarem-se uns com os outros (IPC).
- ***IPC - Inter-Process Communication***
  - conjunto de mecanismos de troca de informação entre múltiplas threads de um ou mais processos.
  - Necessidade de coordenar o uso de recursos (sincronização).

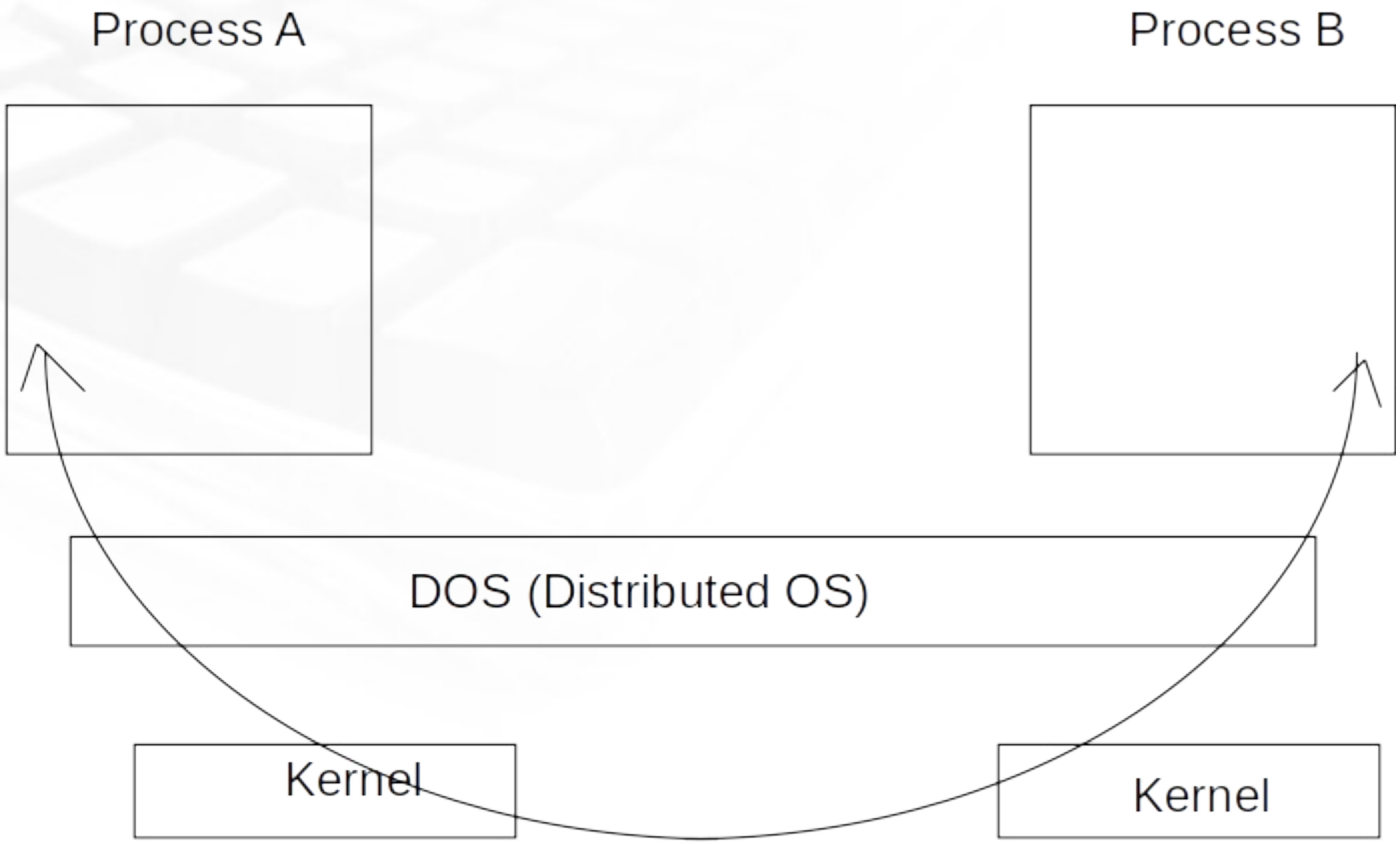
Comunicação entre Processos (4)

- Características desejáveis para IPC
  - Rápida
  - Simples de ser utilizada e implementada
  - Possuir um modelo de sincronização bem definido
  - Versátil
  - Funcione igualmente em ambientes distribuídos
- Sincronização é uma das maiores preocupações em IPC
  - Permitir que o *sender* indique quando um dado foi transmitido.
  - Permitir que um *receiver* saiba quando um dado está disponível .
  - Permitir que ambos saibam o momento em que podem realizar uma nova IPC.

IPC – Um Computador



IPC – Dois Computadores



Mecanismos de IPC

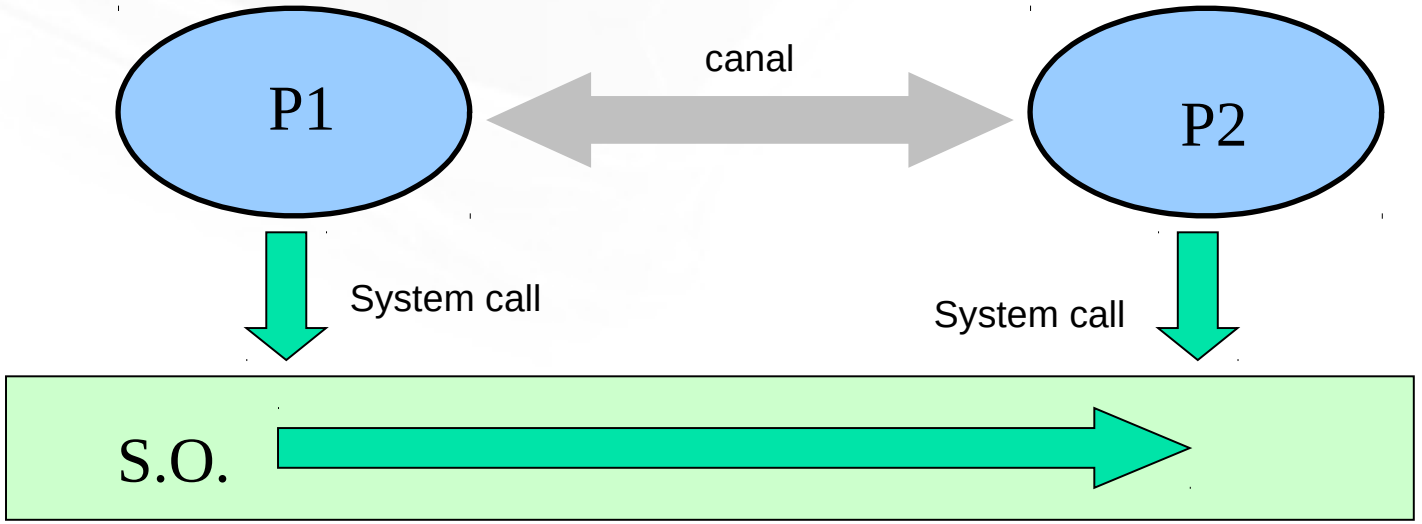
- Fundamentalmente, existem duas abordagens:
  - Suportar alguma forma de **espaço de endereçamento compartilhado**
    - **Shared memory** (memória compartilhada)

    OU

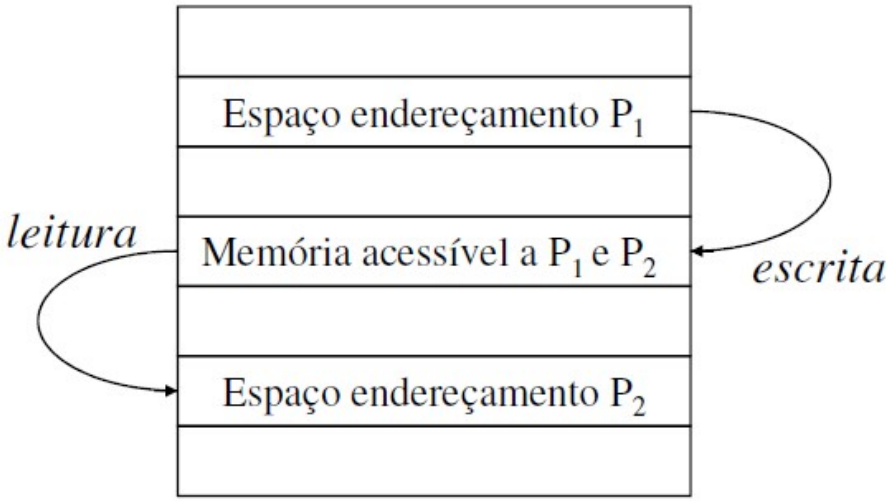
  - Utilizar **comunicação via núcleo do S.O.**, que ficaria então responsável por transportar os dados de um processo a outro. São exemplos:
    - **Pipes e Sinais** (ambiente centralizado)
    - **Troca de Mensagens** (ambiente distribuído)
    - **RPC – Remote Procedure Call** (ambiente distribuído)

Mecanismos de IPC

- Ao fornecer mecanismos de IPC, o S.O implementa "canais" de comunicação (implícitos ou explícitos) entre processos.

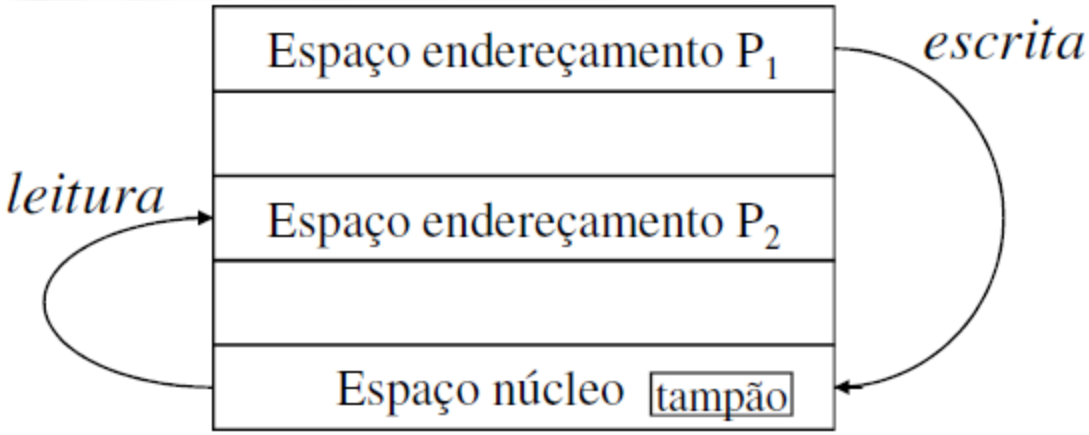


Comunicação via Memória Compartilhada



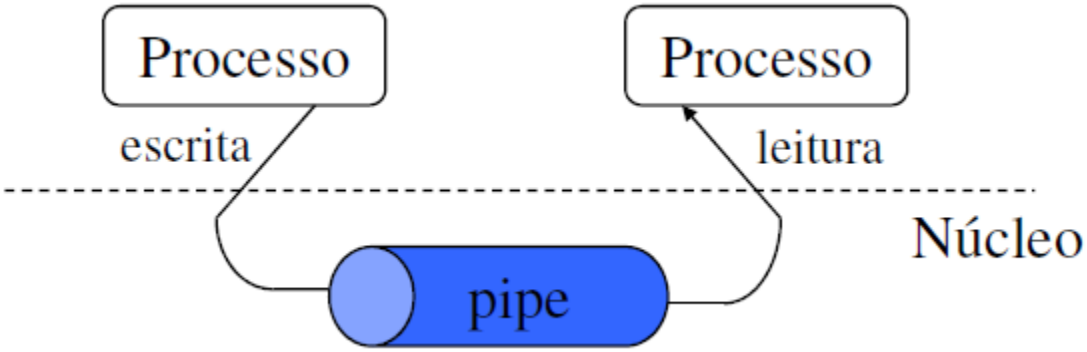
- Vantagens:
  - Mais eficiente (rápida), já que não exige a cópia de dados para alguma estrutura do núcleo.
- Inconveniente:
  - Problemas de sincronização.

Comunicação via Núcleo



- Vantagens:
  - Pode ser realizada em sistemas com várias CPUs.
  - Sincronização implícita.
- Inconveniente:
  - Mais complexa e demorada (uso de recursos adicionais do núcleo).

Tubos (Pipes) (1)



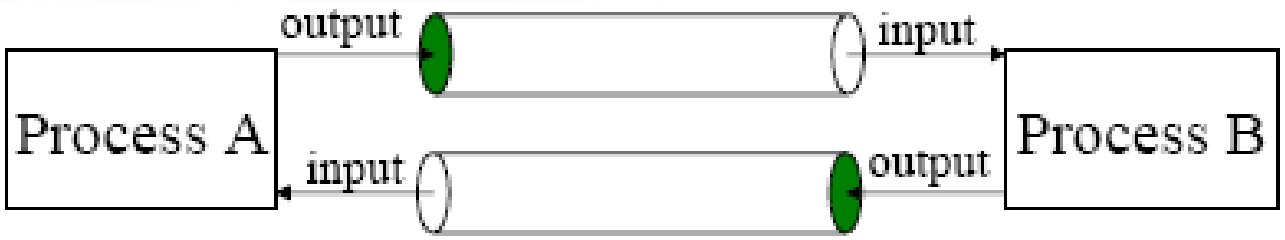
- No UNIX, os *pipes* constituem o mecanismo original de comunicação unidirecional entre processos.
- São um mecanismo de I/O com duas extremidades, correspondendo, na verdade, a filas de caractereres tipo FIFO.
- As extremidades são implementadas via descritores de arquivos (vide adiante).

Tubos (Pipes) (2)

- Um *pipe* tradicional caracteriza-se por ser:
  - **Anônimo** (não tem nome).
  - **Temporário**: dura somente o tempo de execução do processo que o criou.
- Vários processos podem fazer leitura e escrita sobre um mesmo *pipe*, mas nenhum mecanismo permite diferenciar as informações na saída do *pipe.*
- A capacidade do *pipe* é limitada
  - Se uma escrita é feita e existe espaço no pipe, o dado é colocado no *pipe* e a chamada retorna imediatamente.
  - Se a escrita sobre um *pipe* continua mesmo depois dele estar cheio, ocorre uma situação de bloqueio (que permanece até que algum outro processo leia e, consequentemente, abra espaço no *pipe*).

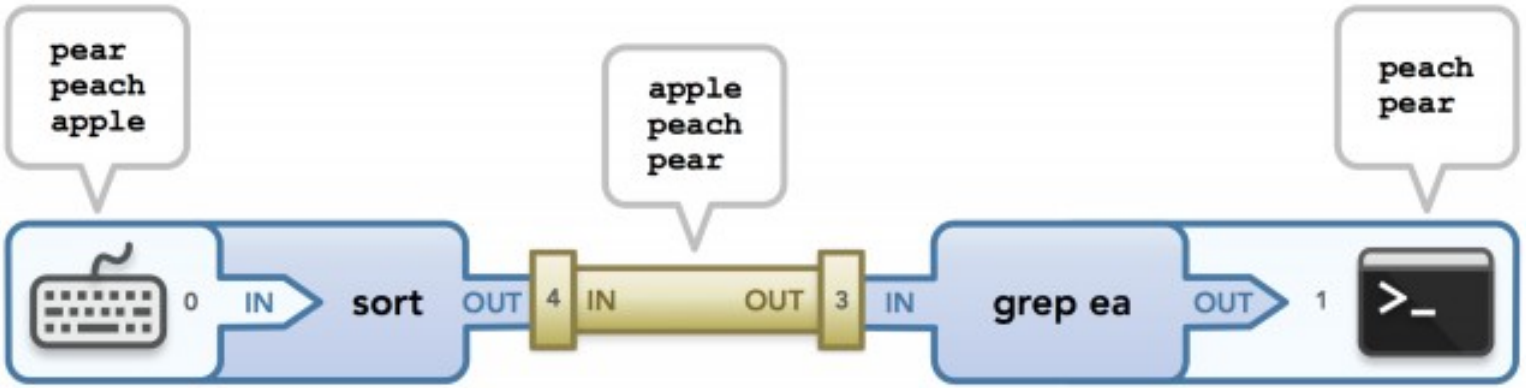
Tubos (Pipes) (3)

- É impossível fazer qualquer movimentação no interior de um *pipe*.
- Com a finalidade de estabelecer um diálogo entre dois processos usando *pipes*, é necessário a abertura de um *pipe* em cada direção.



Uso de Pipes

```
$ sort | grep ea
```

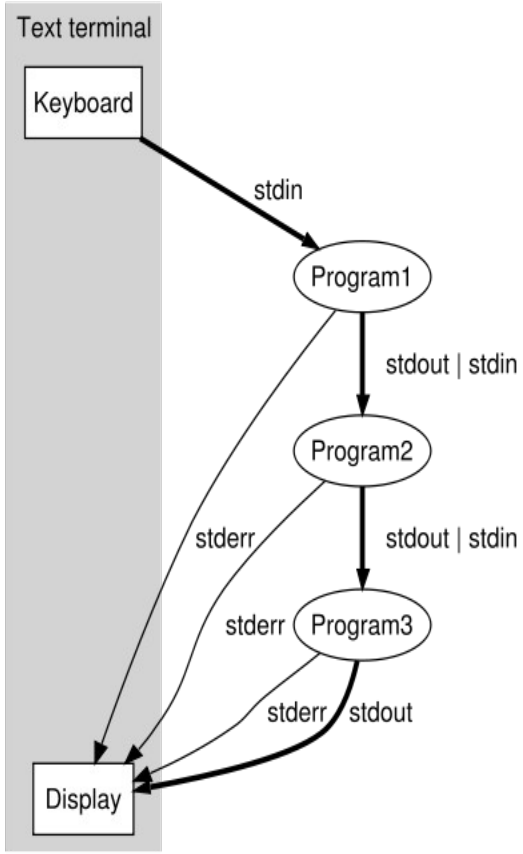


Obs: use Ctrl-d to stop the “sort” input

Uso de Pipes

```
curl "http://en.wikipedia.org/wiki/Pipeline_(Unix)" | \
sed 's/[^a-zA-Z ]/ /g' | \
tr 'A-Z ' 'a-z\n' | \
grep '[a-z]' | \
sort -u | \
comm -23 - /usr/dict/words
```

(1) **curl** obtains the HTML contents of a web page. (2) **sed** removes all characters which are not spaces or letters from the web page's content, replacing them with spaces. (3) **tr** changes all of the uppercase letters into lowercase and converts the spaces in the lines of text to newlines (each 'word' is now on a separate line). (4) **grep** removes lines of whitespace. (5) **sort** sorts the list of 'words' into alphabetical order, and removes duplicates. (6) Finally, **comm** finds which of the words in the list are not in the given dictionary file (in this case, /usr/dict/words).



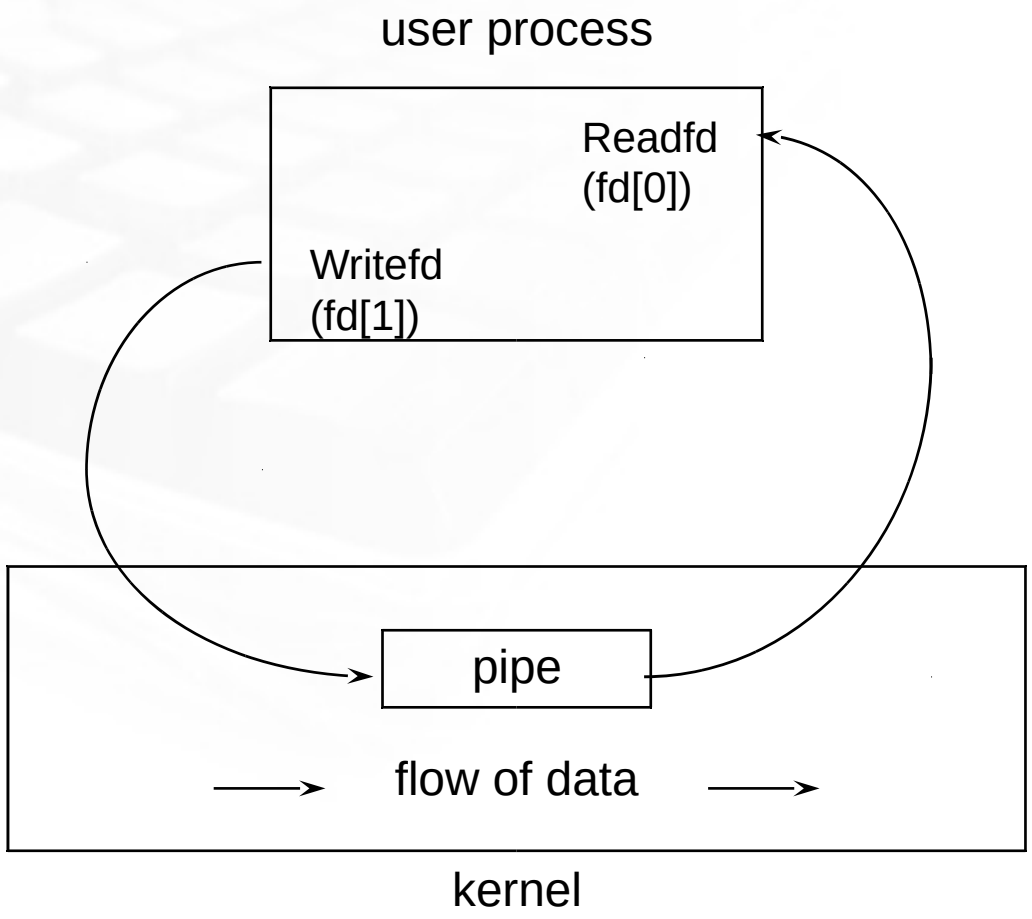
Criação de Pipes (1)

- *Pipes* constituem um canal de comunicação entre processos pai-filho.
  - Os *pipes* são definidos antes da criação dos processos descendentes.
  - Os *pipes* podem ligar apenas processos com antepassado comum.
- Um *pipe* é criado pela chamada de sistema:

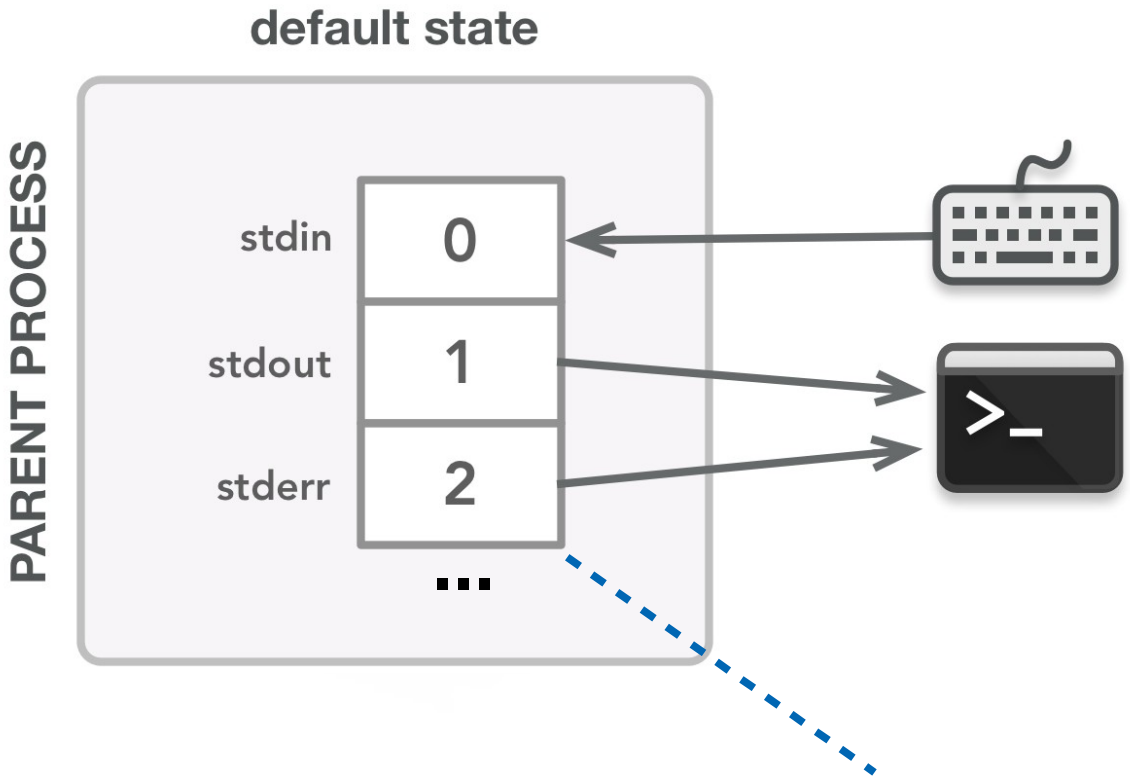
- **POSIX:** `#include <unistd.h>`
  `int pipe(int fd[2])`

- São retornados dois descritores:
  - Descritor `fd[0]` - aberto para leitura
  - Descritor `fd[1]` - aberto para escrita.

Criação de Pipes (2)

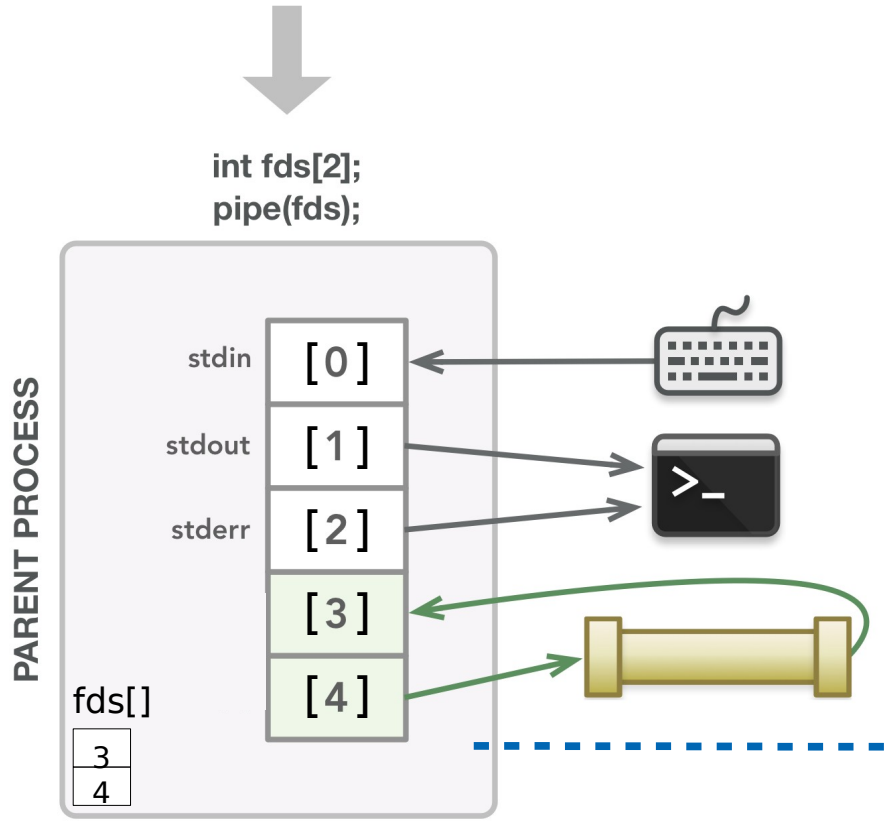


Criação de Pipes (obs. Descritor de Arquivo)



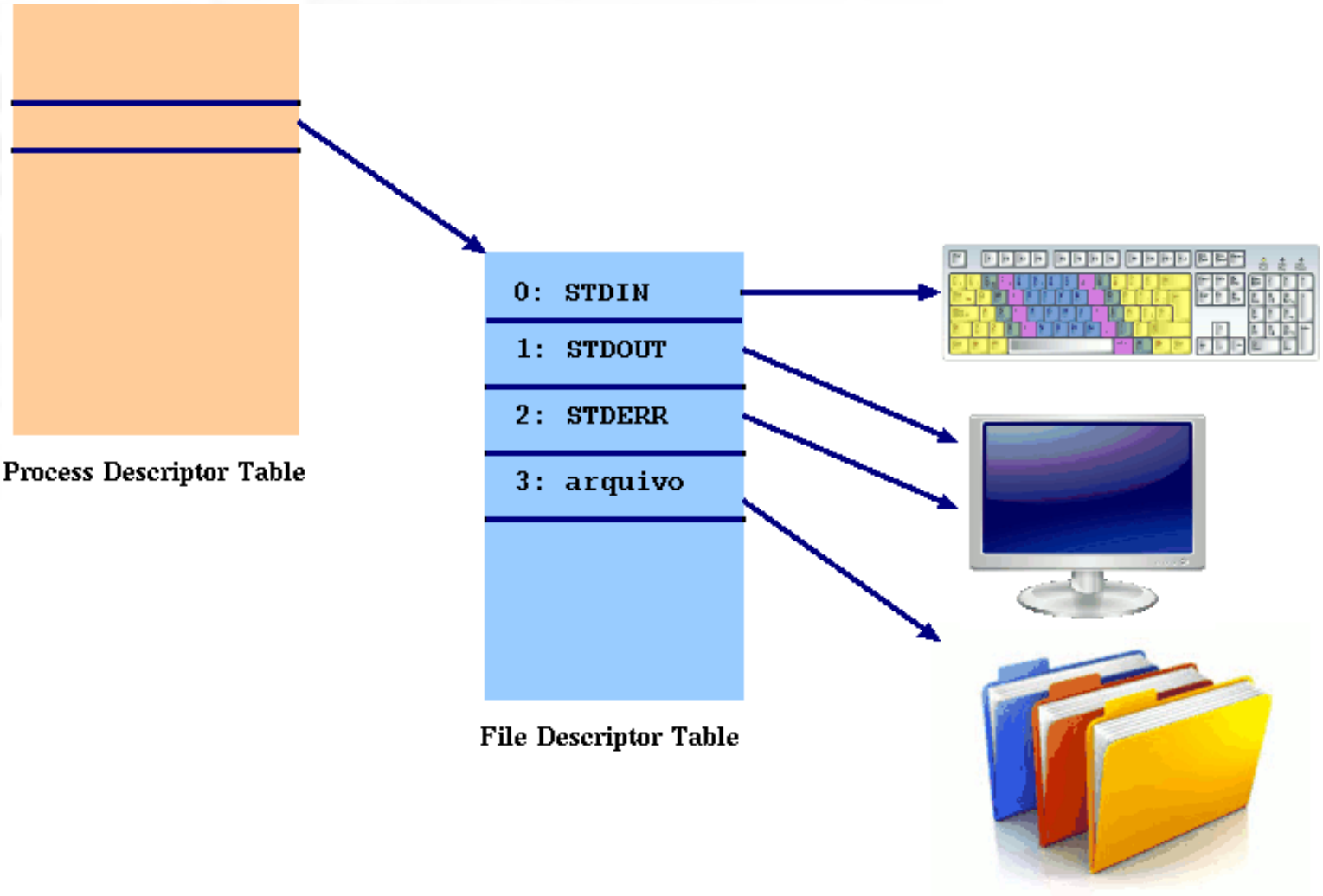
Cada processo tem uma *File Descriptor Table*

Criação de Pipes (obs. Descritor de Arquivo)

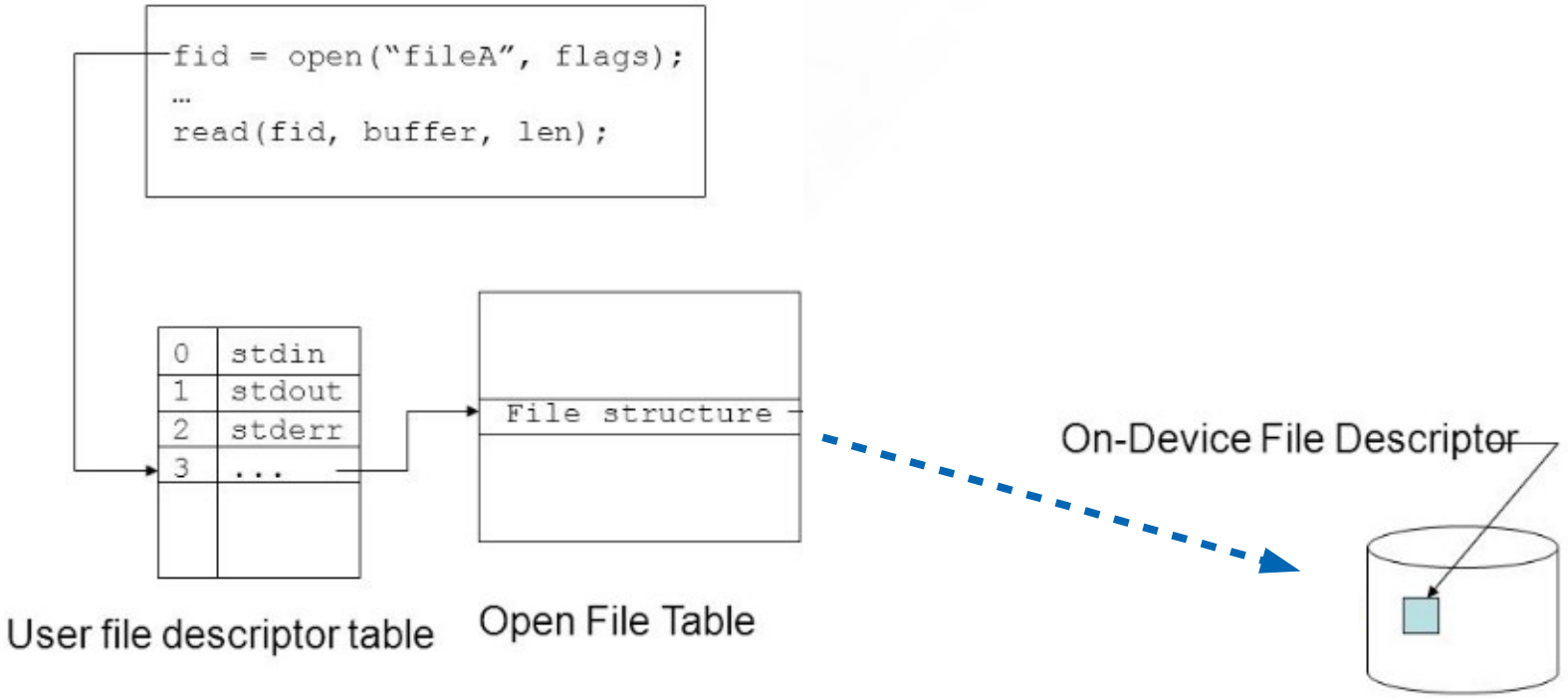


Quando criamos um pipe (ou mesmo um arquivo convencional), são alocados descritores nessa tabela para podermos fazer acesso de leitura e escrita ao pipe.

Criação de Pipes (obs. Descritor de Arquivo)

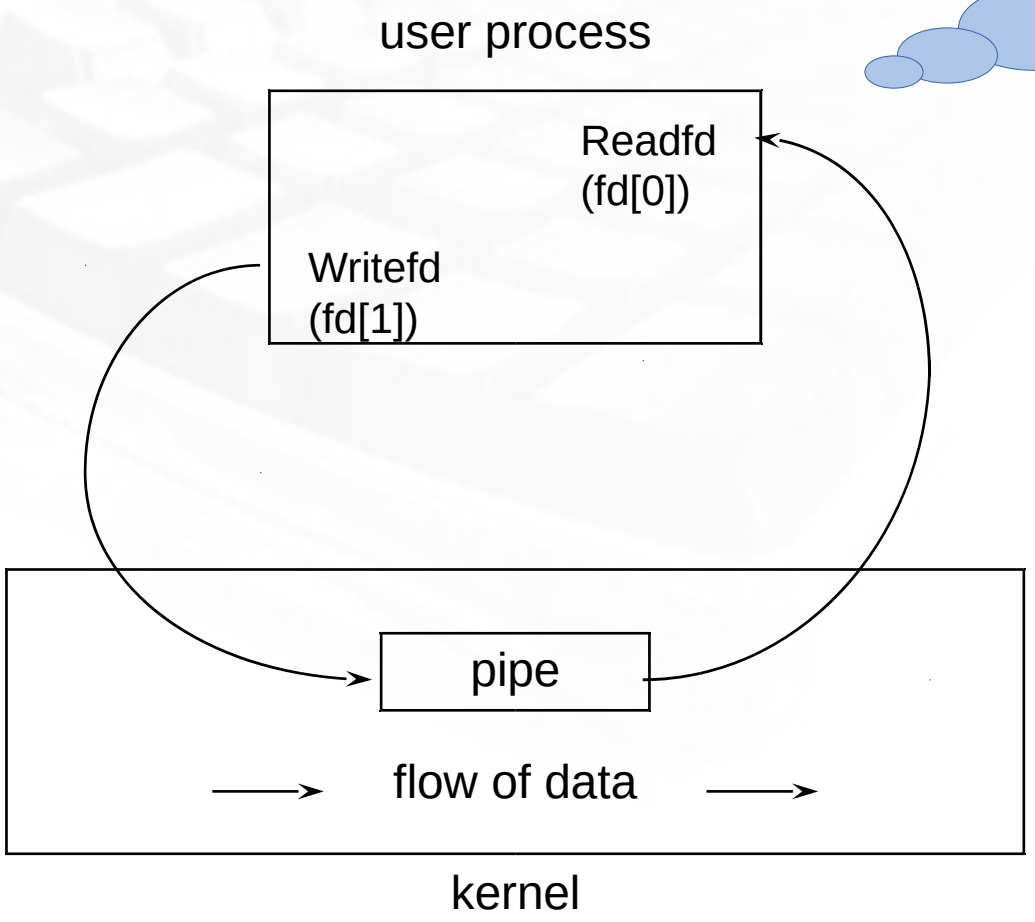


Criação de Pipes (obs. Descritor de Arquivo)

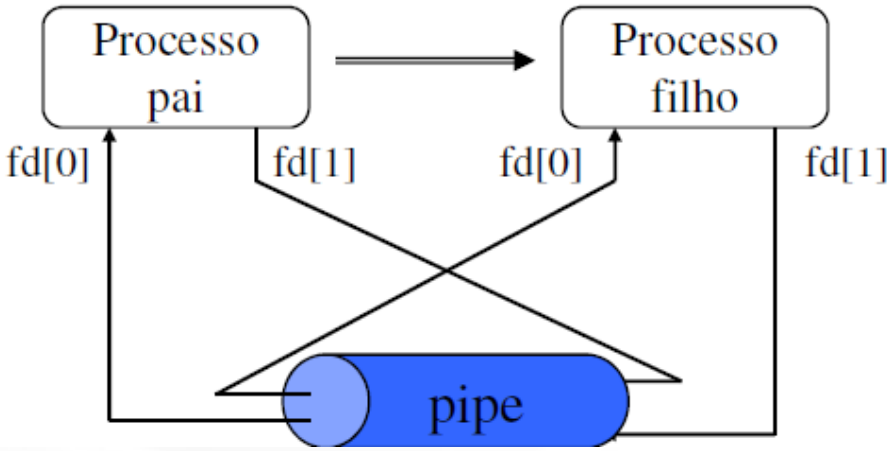


Criação de Pipes (2)

Um pipe criado em um único processo é quase sem utilidade. Normalmente, depois do pipe, o processo chama **fork()**, criando um canal e comunicação entre pai e filho.



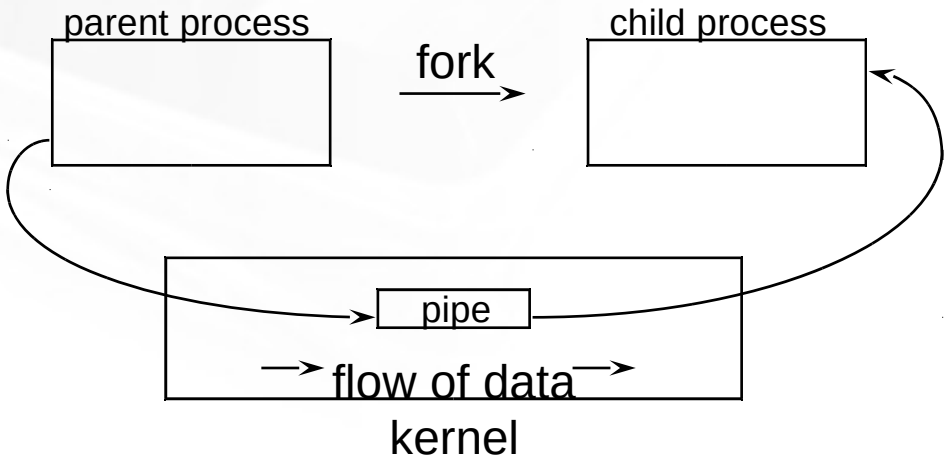
Criação de Pipes (3)

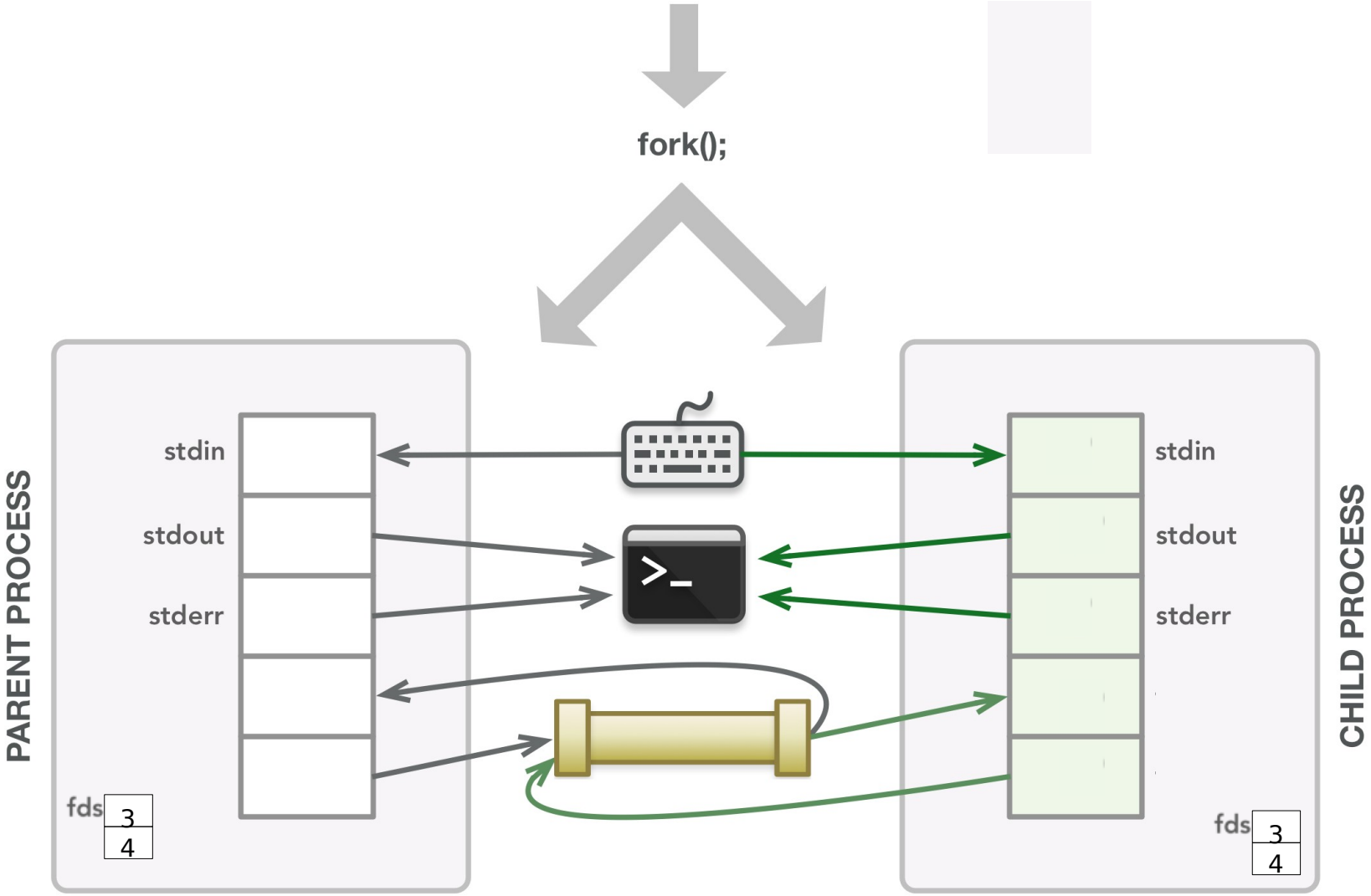


- Quando um processo faz um ***fork()*** depois de criado o *pipe*, o processo filho recebe os mesmos descritores de leitura e escrita do pai. Cada um dos processos deve fechar a extremidade não aproveitada do *pipe*.

Criação de Pipes (4)

- Um *pipe* criado em um único processo é quase sem utilidade. Normalmente, depois do *pipe*, o processo chama fork(), criando um canal e comunicação entre pai e filho.




fork();
PARENT PROCESS
stdin
stdout
stderr
fds
3
4
CHILD PROCESS
stdin
stdout
stderr
fds
3
4

Fechamento de Pipes

- Depois de usados, ambos os descritores devem ser fechados pela chamada do sistema:

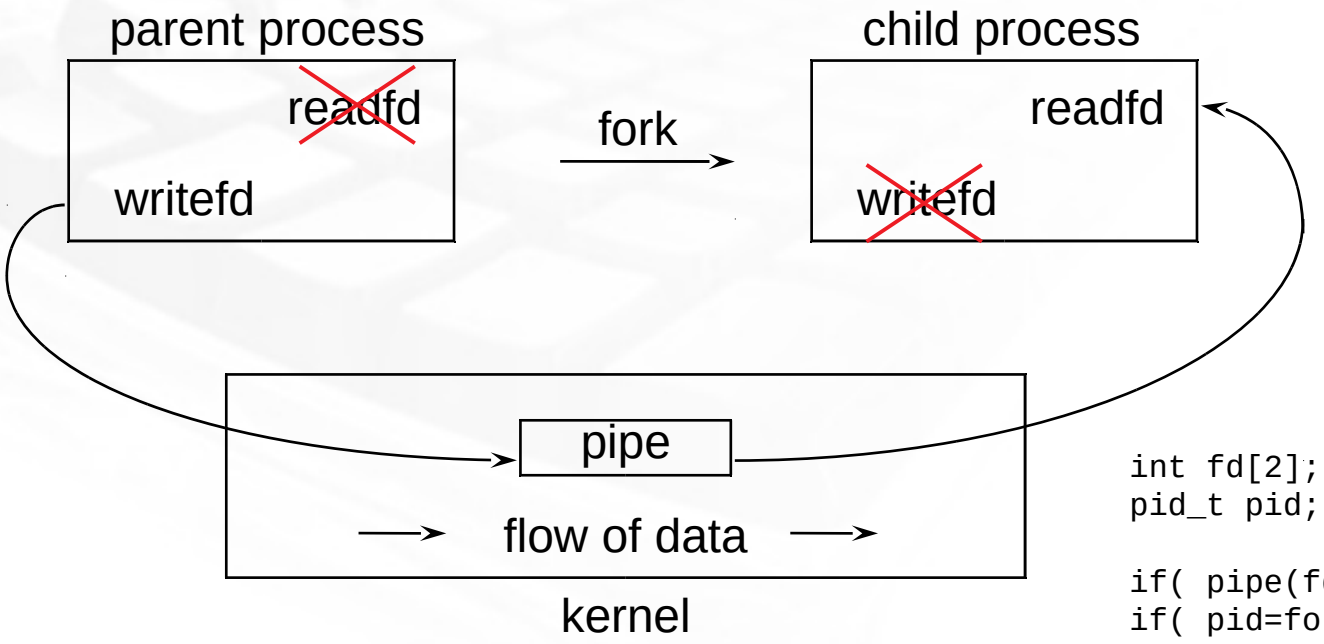
POSIX:#include <unistd.h>

```
int close (int);
```

- Quando todos os descritores associados a um *pipe* são fechados, todos os dados residentes no *pipe* são perdidos.
- Em caso de sucesso retorna 0 . Em caso de erro retorna -1, com causa de erro indicada na variável de ambiente `int errno`.
- Exemplo:

```
int fd[2];
if (pipe(fd)==0) {
    …
   close(fd[0]); close(fd[1]);
}
```

Comunicação Pai-Filho Unidirecional




```
int fd[2];
pid_t pid;

if( pipe(fd)<0 ) exit(1);
if( pid=fork()<0 ) exit(1);

if ( pid==0 ) { /* processo filho */
   close( fd[1] );
   …
}
if ( pid>0 ) { /* processo pai */
   close( fd[0] );
   …
}
```

- Processo pai cria o *pipe*.
- Processo pai faz o *fork()*.
- Os descritores são herdados pelo processo filho.
- Pai fecha fd[0] // ele vai escrever no pipe
- Filho fecha fd[1] // ele vai ler do pipe

Escrita e Leitura em Pipes (1)

- A comunicação de dados em um *pipe* (leitura e escrita) é feita pelas seguintes chamadas de sistema:

```
POSIX:#include <unistd.h>
      ssize_t read(int, char *, int);
      ssize_t write(int, char *, int);
```

  - 1º parâmetro: descritor de arquivo.
  - 2º parâmetro: endereço dos dados.
  - 3º parâmetro: número de bytes a comunicar.

- A função retorna o número de bytes efetivamente comunicados.

...Teste agora exemplo0.c

Exemplo 1

```
#include <stdio.h>
#include <unistd.h>
#include <signal.h>
#include <sys/types.h>

#define READ 0
#define WRITE 1
#define STDOUT 1

int main() {
    int n, fd[2];
    pid_t pid;

if ( pipe(fd)<0 ) { fprintf(stderr,"Erro no tubo\n");_exit(1); }

if ( (pid=fork())<0 ) { fprintf(stderr,"Erro no fork\n");_exit(1);
}
```

- Processo filho envia dados para o processo pai.

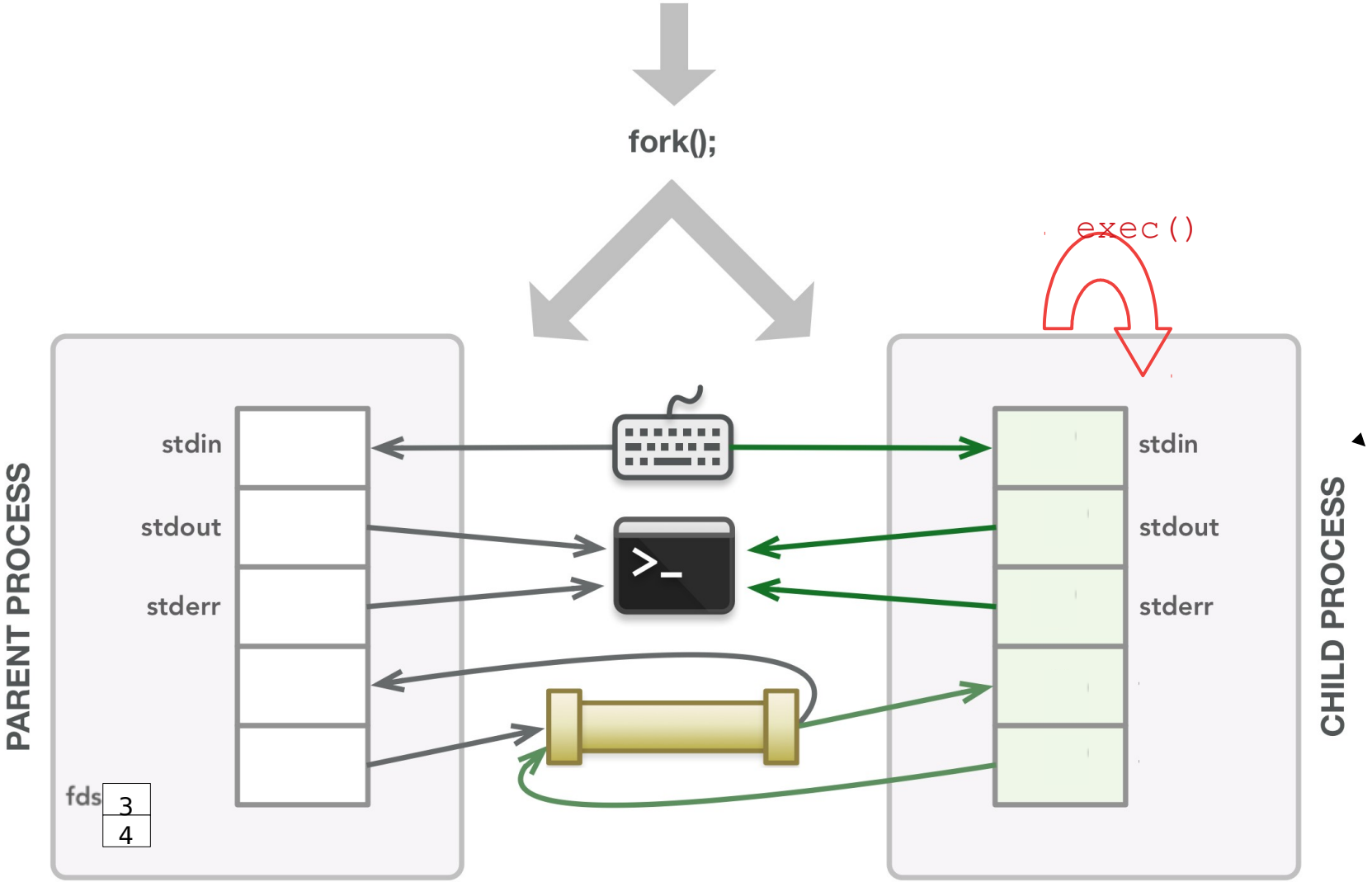
Exemplo 1 (cont.)

```
if ( pid>0 ) { /* processo pai */

#define MAX 128
    char line[MAX];
    close(fd[WRITE]);
    n = read(fd[READ],line,MAX);
    write(STDOUT, &line[0], n);
    close(fd[READ]);
    kill(pid,SIGKILL); /* elimina processo descendente */
    _exit(0); }

if ( pid==0 ) { /* processo filho */

#define LEN 8
    char msg[LEN]={'B','o','m',' ','d','i','a','\n'};
    close( fd[READ] );
    write( fd[WRITE], &msg[0], LEN);
    close( fd[WRITE] );
    pause(); }
}
```

Escrita e Leitura em Pipes (2)

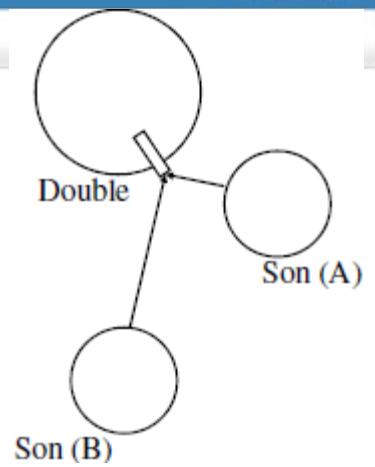
- Regras aplicadas aos processos escritores:
  - Escrita para descritor fechado resulta na geração do sinal SIGPIPE
  - Escrita de dimensão inferior a _POSIX_PIPE_BUF é **atômica** (i.e., os dados não são entrelaçados).
  - No caso do pedido de escrita ser superior a _POSIX_PIPE_BUF, os dados podem ser entrelaçados com pedidos de escrita vindos de outros processos.
    - O número de bytes que podem ser temporariamente armazenados por um *pipe* é indicado por `_POSIX_PIPE_BUF` (512B, definido em `<limits.h>`).
- Regras aplicadas aos processos leitores:
  - Leitura para descritor fechado retorna valor 0.
  - Processo que pretende ler de um *pipe* vazio fica bloqueado até que um processo escreva os dados.

O que acontece após um `exec`?



Exemplo 2 (1)

- Dois processos filhos enviam mensagens para o processo pai.




```
#include <stdio.h> /* double.c */
#include <unistd.h>
#include <sys/types.h>
#include "defs.h"
int main() {
   int fd[2];      /* tubo de leitura do processo principal */
   pid_t pid, pidA, pidB;
   char buf[LEN];
   int i, n, cstat;
   if ( pipe(fd)<0 ) { fprintf(stderr,"Erro no tubo\n");_exit(1); }
   if ( (pid=fork())<0 ) { fprintf(stderr,"Erro no fork\n");_exit(1);}

   if ( pid==0 ) {     /* primeiro processo descendente */
    char channel[20];
    close( fd[0] );
    sprintf( channel,"%d",fd[1] );
    execl("./son", "son", channel, "1", NULL); }
   pidA = pid;
```

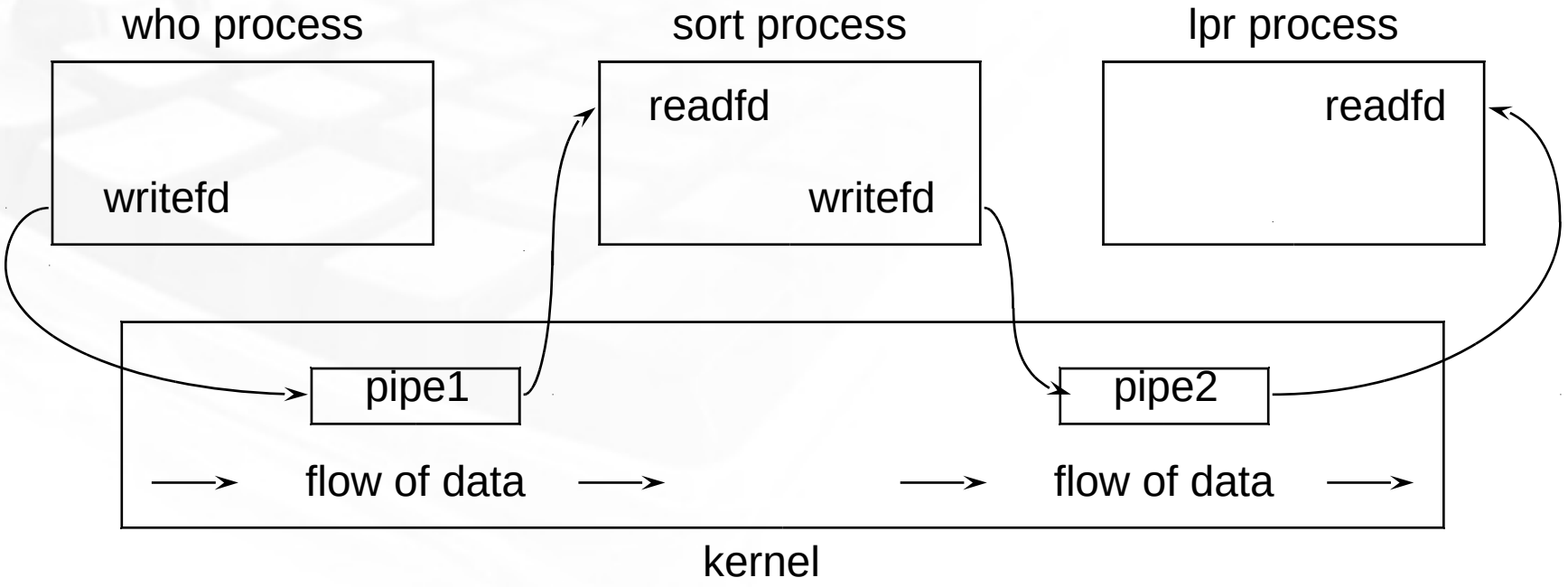
Exemplo 2 (2)

```
if ( (pid=fork())<0 ) {fprintf(stderr,"Erro no fork\n");_exit(1);}
if ( pid==0 ) { /* segundo processo descendente */
   char channel[20];
   close( fd[0] );
   sprintf( channel,"%d",fd[1] );
   execl("./son",
         “son", channel, "2", NULL); }
pidB = pid;
close( fd[1] );
n = read( fd[0],buf,LEN );
for( i=0;i<LEN;i++) printf("%c",buf[i]); printf( "\n" );
n = read( fd[0],buf,LEN );
for( i=0;i<LEN;i++) printf("%c",buf[i]); printf( "\n" );
waitpid( pidA,&cstat,0 ); waitpid( pidB,&cstat,0 );
_exit(0); }
```

Exemplo 2 (3)

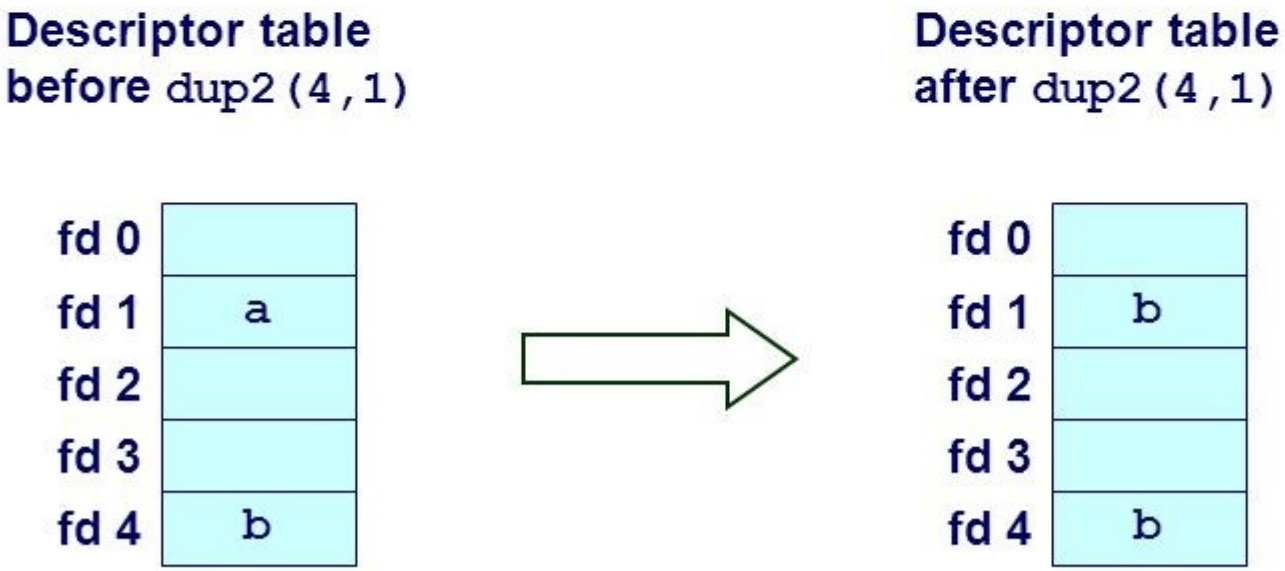
```
#define LEN 11     /* defs.h */

#include <unistd.h>    /* son.c */
#include <stdlib.h>
#include "defs.h"
int
main(int argc, char *argv[]) {
  /* argv[1] - descritor de escrita; argv[2] - posicao do filho */
  char texto[LEN] = {' ',':',' ','B','o','m',' ','d','i','a','!'};
  texto[0] = 'A'+atoi(argv[2])-1;
  write( atoi(argv[1]), texto, LEN );
  _exit(0); }
```

who | sort | lpr



- Processo *who* escreve no *pipe1*.
- Processo *sort* lê do *pipe1* e grava no *pipe2*.
- Processo *lpr* lê do *pipe2*.

dup2(fd1,fd2)


Descriptor table
before dup2(4,1)
fd 0
fd 1
a
fd 2
fd 3
fd 4
b
Descriptor table
after dup2(4,1)
fd 0
fd 1
b
fd 2
fd 3
fd 4
b

Exemplo 3

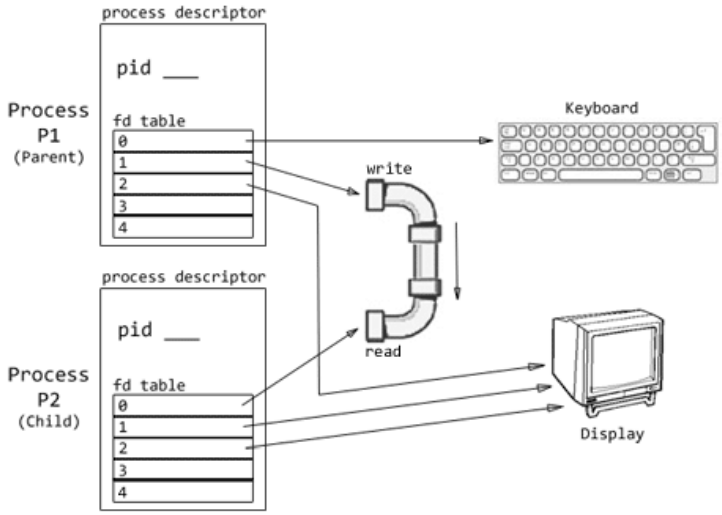
- O que faz esse programa?

```
#include <stdio.h>
#include <unistd.h>
#include <stdlib.h>

int main(void)
{
   int pfd[2];
   pipe(pfd);
   if (fork() == 0) {
     close(pfd[1]);
     dup2(pfd[0], 0);
     close(pfd[0]);
     execlp("wc", "wc", (char *) 0);

   } else {
     close(pfd[0]);
     dup2(pfd[1], 1);
     close(pfd[1]);
     execlp("ls", "ls", (char *) 0);
   }
   exit(0);
}
```

Exemplo 3

- Usando-se a técnica de IPC *pipes*, pode-se implementar o comando “`ls | wc`". Resumidamente: (i) cria-se um pipe; (ii) executa-se um `fork`; (iii) o processo pai chama `exec` para executar “`ls`”; (iv) o processo filho chama `exec` para executar “`wc`”.
- O problema é que normalmente o comando “ls” escreve na saída padrão 1 e “`wc`” lê da entrada padrão 0. Como então associar a saída padrão com a saída de um *pipe* e a entrada padrão com a entrada de um *pipe*? Isso pode ser conseguido através da chamada de sistema `int dup2(int oldfd, int newfd)`.
- Essa chamada cria uma cópia de um descritor de arquivo existente (`oldfd`) e fornece um novo descritor (`newfd`) tendo exatamente as mesmas características que aquele passado como argumento na chamada. A chamada `dup2` fecha antes `newfd` se ele já estiver aberto.

```
#include <stdio.h>
#include <unistd.h>
#include <stdlib.h>

int main(void)
{
   int pfd[2];
   pipe(pfd);
   if (fork() == 0) {
     close(pfd[1]);
     dup2(pfd[0], 0);
     close(pfd[0]);
     execlp("wc", "wc", (char *) 0);

   } else {
     close(pfd[0]);
     dup2(pfd[1], 1);
     close(pfd[1]);
     execlp("ls", "ls", (char *) 0);
   }
   exit(0);
}
```



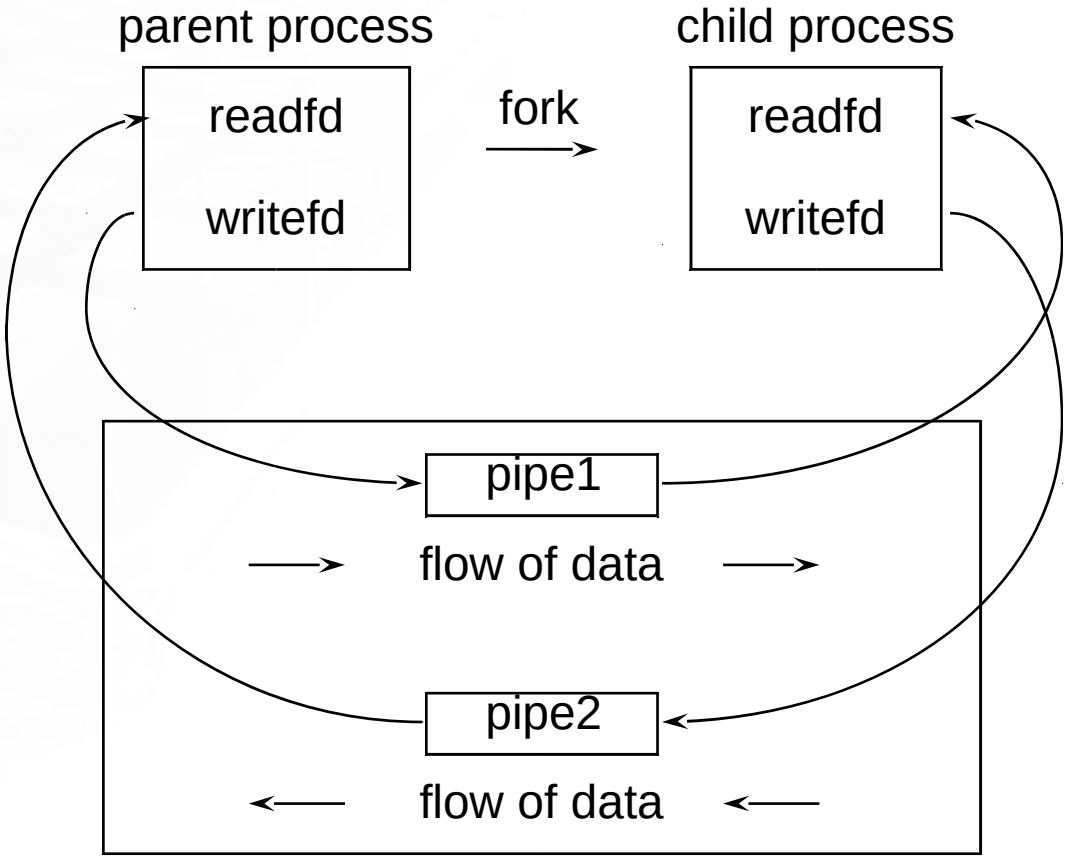
Exemplo 4

- O que faz esse programa?

```
int count=0;

void alarm_action(int par){
   printf("write blocked after %d chars \n", count);
   exit(0);
}

int main(){
  int p[2];
      char c='x';
  if (pipe(p) < 0)
    perror("pipe call");
  signal(SIGALRM,alarm_action);
  for(;;) {
    alarm(20); //Seria diferente se fosse fora do “for”?
    write(p[1],&c,1);
    if((++count%1024)==0)
      printf("%d chars in pipe\n", count);
  }
}
```

Comunicação Pai-Filho Bi-Direcional (Idealmente!!)

- Ex: pai envia *filename* para o filho. Filho abre e lê o arquivo, e retorna o conteúdo para o pai.
  - Pai cria pipe1 e pipe2.
  - Pai fecha descritor de leitura de pipe1.
  - Pai fecha descritor de escrita de pipe2.
  - Filho fecha descritor de escrita de pipe1.
  - Filho fecha descritor de leitura de pipe2.



Exercício

- Faça um programa que faz fork, e usa pipe, em que:
  - o processo pai passa um (ou mais argumentos) para o processo filho, e chama wait()
    - Ex: o nome de um arquivo na pasta corrente
  - O filho faz um processamento (ex: lê a primeira linha desse arquivo) e devolve o resultado para o pai via pipe
  - O processo pai imprime o resultado

Fila (FIFO, Named Pipe)

- Trata-se de uma extensão do conceito de *pipe*.
  - *Pipes* só podem ser usados por processos que tenham um ancestral comum.
  - Filas (FIFOs – First In First Out), também designados de “tubos nomeados” (“*named pipes*”), permitem a comunicação entre processos não relacionados.
- As Filas:
  - são referenciadas por um identificador dentro do sistema de arquivos
  - persistem além da vida do processo
  - são mantidas no sistema de arquivos até serem apagadas (ou seja, precisam ser eliminadas quando não tiverem mais uso).
- Normalmente são implementadas por meio de arquivos especiais (tipo: pipe).
  - Um processo abre a Fila para escrita, outro para leitura.

Criação de Filas (1)

- Uma fila é criada pela chamada de sistema:

```
POSIX: #include <sys/stat.h>
       int mkfifo(char *,mode_t);
```

  - 1º parâmetro: nome do arquivo.
  - 2º parâmetro: identifica as permissões de acesso, iguais a qualquer arquivo, determinados por OU de grupos de bits.
- As permissões de acesso também podem ser indicados por 3 dígitos octais, cada um representando os valores binários de rwx (Read,Write,eXecute).
  - Exemplo: modo 644 indica permissões de acesso:

    Dono: 6 = 110 (leitura e escrita)

    Grupo e Outros: 4 = 100 (leitura)

Criação de Filas (2)

- Uma fila também pode ser criada, via shell, por meio do comando:

```
#mkfifo [-m modo] fichID
```

- Exemplo 1:

```
[rgc@asterix]$ mkfifo -m 644 tubo
[rgc@asterix]$ ls -l tubo
prw-r--r-- 1 rgc docentes 0 2008-10-11 15:56 tubo
[rgc@asterix]$
```

OBS: **p** indica que “tubo” é um arquivo do tipo named pipe

- Exemplo 2:
-

```
#mkfifo teste
#cat < teste /* o pipe fica esperando até obter algum dado */
    Em outra tela execute:
    # ls > teste /* a saída do comando ls será redirecionada para o pipe nomeado “teste” */
```

Eliminação de Filas

- Uma fila é eliminada pela seguinte chamada ao sistema:

```
POSIX:#include <unistd.h>
      int unlink(char *);
```

  - 1º parâmetro: nome do arquivo.

- Uma fila também é eliminada via shell, usando o comando:

```
#rm fichID
```

Abertura de Filas (1)

- Antes de ser usada, a fila tem de ser aberta pela chamada de sistema:

```
POSIX: #include <sys/types.h>
       #include <sys/stat.h>
       #include <fcntl.h>
       int open(char *,int);
```

  - 1º parâmetro: nome do arquivo.
  - 2º parâmetro : formado por bits que indicam:
    - Modos de acesso: `O_RDONLY` (leitura apenas) ou `O_WRONLY` (escrita apenas)
    - Opções de abertura: `O_CREAT` (criado se não existir)
    - `O_NONBLOCK` (operação de E/S não são bloqueadas)
  - O valor de retorno é o descritor da fila (positivo) ou erro (-1).

Abertura de Filas (2)

- Regras aplicadas na abertura de filas:
  - Se um processo tentar abrir uma fila em modo de leitura, e nesse instante não houver um processo que tenha aberto a fila em modo de acesso de escrita, o processo fica bloqueado, exceto se:
    - a opção `O_NONBLOCK` tiver sido indicada no `open()` (nesse caso, é devolvido o valor -1 e `errno` fica com valor `ENXIO`).
  - Se um processo tentar abrir uma fila em modo de escrita, e nesse instante não houver um processo que tenha aberto a fila em modo de acesso de leitura, o processo fica bloqueado, exceto se:
    - a opção `O_NONBLOCK` tiver sido indicada no `open()` (nesse caso, é devolvido o valor -1 e `errno` fica com valor `ENXIO`).

Leitura e Escrita em Filas (1)

- A comunicação em uma fila é feita pelas mesmas chamadas de sistema dos *pipes*:

```
POSIX: #include <unistd.h>
       ssize_t read(int, char *,int);
       ssize_t write(int, char *,int);
```

- Regras aplicadas aos processos escritores:
  - Escrita para uma fila que ainda não foi aberta para leitura gera o sinal `SIGPIPE` (termina o processo). Se ignorado `read` retorna -1 com `errno` igual a `EPIPE`).
  - Após o último processo escritor tiver encerrado a fila, os processos leitores recebem `EOF`.

Exemplo

- Dois processos *writer* enviam mensagens para o processo *reader* através de uma fila.
  - O identificador da fila e o comprimento da memória tampão (buffer) é definida no arquivo à parte.

```
#define LEN 100
#define FNAME "testFIFO"
```

Exemplo (cont.)

Writer.C

```
#include <stdio.h>
#include <string.h>
#include <sys/file.h>

#include "defs.h"

main() {
   int fd, i;
   char msg[LEN];
   do {
      fd=open(FNAME,O_WRONLY);
      if (fd==-1) sleep(1); }
   while (fd==-1);
   for( i=1;i<=3;i++ ) {
      sprintf(msg,"Hello no %d from process %d\n",i,getpid());
      write( fd,msg,strlen(msg)+1 );
      sleep(3); }
   close(fd);
}
```

Exemplo (cont.)

Reader.C

```
#include <stdio.h>
#include <sys/types.h>
#include <sys/stat.h>
#include <sys/file.h>
#include "defs.h"

int readChar(int fd, char *buf) {
   int n;
   do n=read(fd,buf,1);
   while (n>0 && *buf++!='\0');
   return n>0; }

main() {
   int fd;
   char str[LEN];
   mkfifo(FNAME,0660);
   fd=open(FNAME,O_RDONLY);
   if (fd<0) { printf("Erro na abertura da fila\n"); exit(1); }
   while (readChar(fd,str)) printf("%s",str);
   close(fd); }
```

Exemplo (cont.)

```
[rgc@asterix FIFO]$ reader & writer & writer &
[1] 7528
[2] 7529
[3] 7530
[rgc@asterix FIFO]$ Hello no 1 from process 7530
Hello no 1 from process 7529
Hello no 2 from process 7530
Hello no 2 from process 7529
Hello no 3 from process 7530
Hello no 3 from process 7529

[1]  Done       reader
[2]- Done       writer
[3]+ Done       writer
[rgc@asterix FIFO]$
```

⟺ PIDs dos processos lançados

Lançados 1 leitor e 2 escritores

Exemplo (cont.)

```
[rgc@asterix FIFO]$ ls -l
total 48
-rw-r----- 1 rgc ec-ps      42   2007-05-17 15:17 defs.h
-rwxr----- 1 rgc ec-ps    5420   2007-05-17 15:45 reader
-rw-r--r-- 1 rgc ec-ps     442   2007-05-17 15:45 reader.c
prw-r----- 1 rgc docentes    0   2008-10-11 16:01 testFIFO
-rwxr----- 1 rgc ec-ps    5456   2007-05-17 15:23 writer
-rw-r--r-- 1 rgc ec-ps     371   2007-05-17 15:23 writer.c

[rgc@asterix FIFO]$ rm testFIFO
rm: remove fifo `testFIFO'? y
[rgc@asterix FIFO]$
```

Observe que a fila não havia sido eliminada pelos programas (arquivo testFIFO tem tipo **p**, de **named pipe**).