SISTEMAS OPERACIONAIS

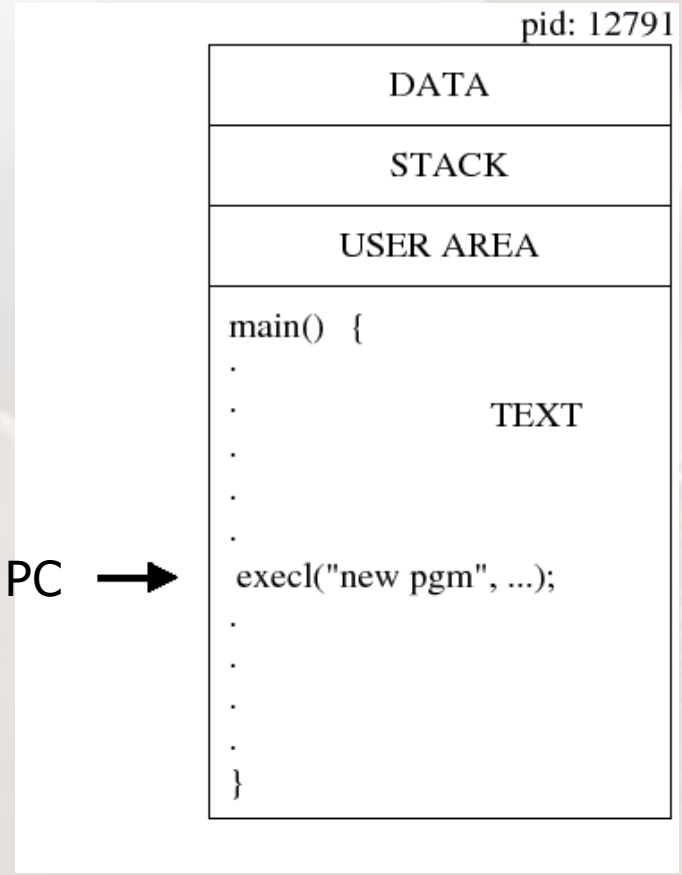
SVCs para Controle de Processos (cont)

Primitivas exec..()

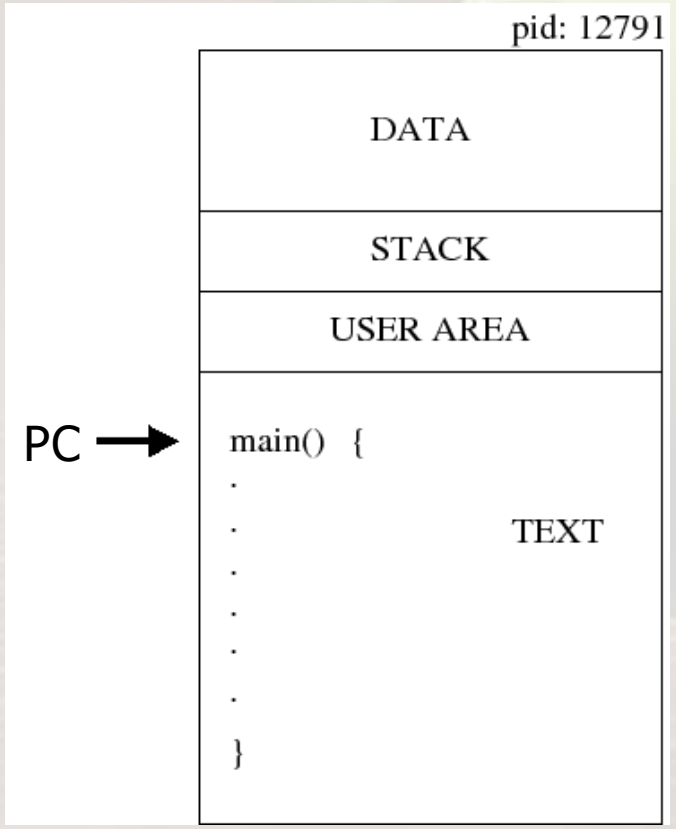
- As primitivas `exec` constituem, na verdade, uma família de funções que permitem a um processo executar o código de outro programa.
- Não existe a criação efetiva de um novo processo, mas simplesmente uma substituição do programa de execução.
- Quando um processo chama `exec..()` ele imediatamente cessa a execução do programa atual e passa a executar o novo programa, a partir do seu início.
  - O processo NÃO retorna do `exec..()`, em caso de sucesso.

O que ocorre quando um processo faz exec()?

Antes do `exec..()`



Depois do `exec..()`



A família de SVC's *exec..*()

- Existem seis primitivas na família, as quais podem ser divididas em dois grupos:
  - **execl()**, para o qual o número de argumentos do programa lançado é conhecido em tempo de compilação. Nesse caso, os argumentos são pasados um a um, terminando com a string nula.
    - execl(), execle() e execlp()
  - **execv()**, para o qual esse número é desconhecido. Nesse caso, os argumentos são passados em um array de strings.
    - execv(), execve() e execvp().
- Em ambos os casos, o primeiro argumento deve ter o nome do arquivo executável.

A família de SVC's `exec..()` (cont.)

- `l` - lista de argumentos (terminada com NULL)
- `v` - argumentos num array de strings (terminado com NULL)
- `e` - variáveis de ambiente num array de strings (terminado com NULL)
- `p` - procura executável nos diretórios definidos na variável de ambiente PATH
  - `echo $PATH`

System Call	*Argument Format*	*Environment Passing*	*PATH Search?*
`execl`	list	auto	no
`execv`	array	auto	no
`execle`	list	manual	no
`execve`	array	manual	no
`execlp`	list	auto	yes
`execvp`	array	auto	yes

A Família de SVC's exec()(cont.)


```
#include <unistd.h>

int execl (const char *pathname, const char *arg,...);
int execv (const char *pathname, char *const argv[]);
int execle (const char *pathname, const char *arg ,...,char *const envp[]);
int execve (const char *pathname, char *const argv[],char *const envp[]);
int execlp (const char *filename, const char*arg,...);
int execvp (const char *filename, char *const argv[]);
```

A Família de SVC's `exec()` (cont.)

- Os parâmetros char arg, ... das funções `execl()`, `execlp()` e `execle()` podem ser vistos como uma lista de argumentos do tipo `arg0, arg1, ..., argn` passadas para um programa em linha de comando.
  - Elas descrevem uma lista de um ou mais ponteiros para strings não nulas que representam a lista de argumentos para o programa.

- Já as funções `execv()`, `execvp()` e `execve()` fornecem um vetor de ponteiros para strings não nulas que representam a lista de argumentos para o programa.

- A função `execle()` e `execve()` também especificam o ambiente do processo após o ponteiro NULL da lista de parâmetros. As outras funções consideram o ambiente para o novo processo como sendo igual ao do processo atualmente em execução.

Exemplos de Uso

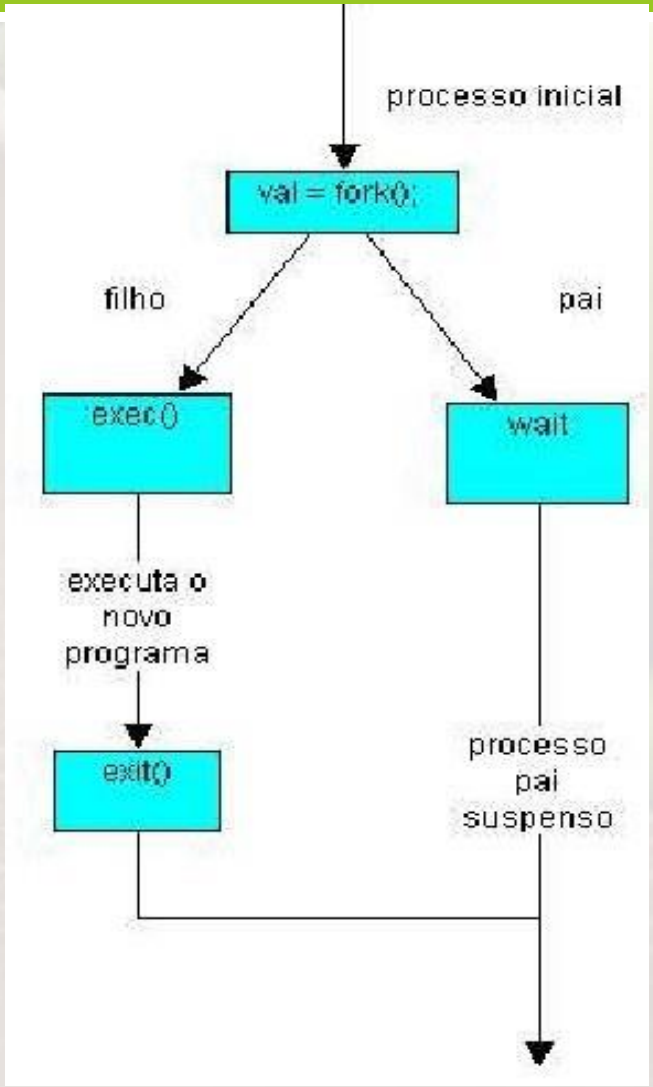
```
execl (“/bin/cat”, “cat”, “f1”, “f2”, NULL)


static char *args[] = {“cat”, “f1”, “f2”, NULL};
execv (“/bin/cat”, args);


execlp (“ls”, “ls”, “l”, NULL)
execvp (argv[1], &argv[1])


static char *env[] = {"TERM=vt100","PATH=/bin:/usr/bin",NULL };
execle (“/bin/cat”, “cat”, “f1”, “f2”, NULL, env)

execve("/bin/catl", args, env);
```

Exemplo 1: exec simples

- Substitui o programa original pelo programa ls com os parâmetros -la
  - testa_exec_0.c

Uso de fork() - exec()

- Um processo executando um programa A quer executar um outro programa B
  - Primeiramente ele deve criar um processo filho usando `fork()`.
  - Em seguida, o processo recém criado deve substituir o programa A pelo programa B, chamando uma das primitivas da família exec.
  - O processo pai espera pelo término do processo filho usando a chamada `wait()`.



Exemplo 2: exec fork

- Filho substitui código
  - testa_exec_0.c

Retorno do exec..()

- Sucesso - não retorna
- Se alguma das funções `exec..()` retornar, um erro terá ocorrido
  - retorna o valor -1
  - seta a variável `errno` com o código específico do erro
- Valores possíveis da variável global `errno`:
  - **E2BIG** Lista de argumentos muito longa
  - **EACCES** Acesso negado
  - **EINVAL** Sistema não pode executar o arquivo
  - **ENAMETOOLONG** Nome de arquivo muito longo
  - **ENOENT** Arquivo ou diretório não encontrado
  - **ENOEXEC** Erro no formato de arquivo exec
  - **ENOTDIR** Não e um diretório

Exemplo 2: pai espera filho

- Programa que cria um proceso filho para executar o comando ls –l e espera.
  - testa_exec_2.c

Exemplo 3: parâmetros

- Programa que cria um processo filho para executar um comando (com ou sem parâmetros) passado como parâmetro
  - testa_exec_3.c
  - testa_exec_3 ls -la

Exemplo 4: comandos

- Interpretador de comandos simples que usa `execlp()` para executar comandos digitados pelo usuário.
  - testa_exec_4.c
  - testar com ls -la

Informações Mantidas...

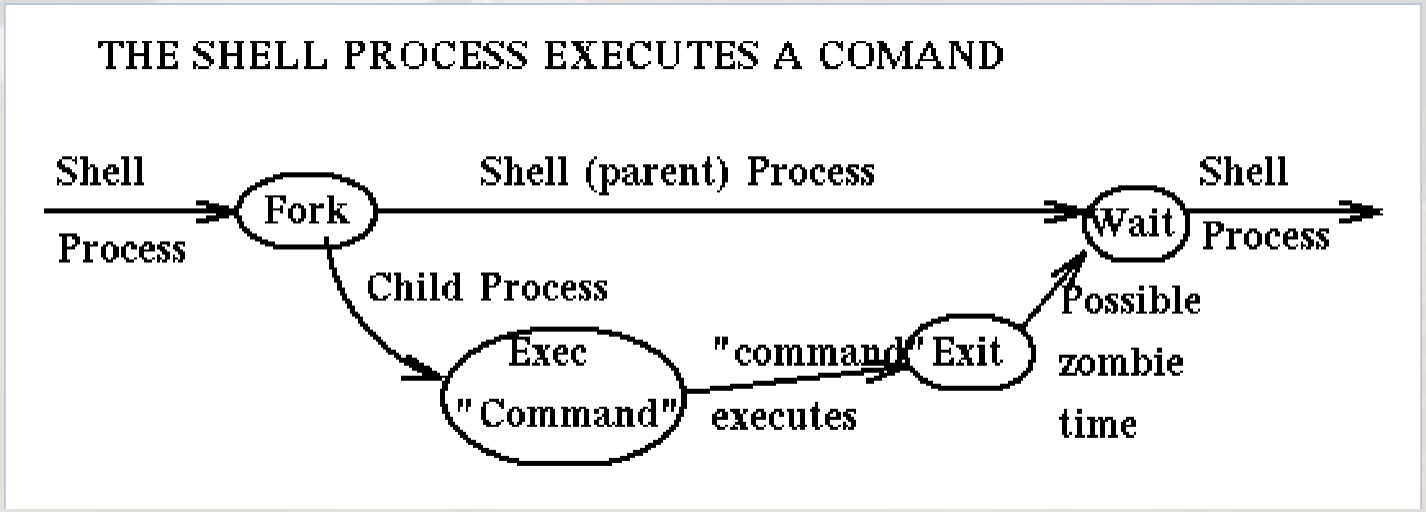
- O processo que executou a função `exec()` mantém as seguintes informações:
  - pid e o ppid
  - user, group, session id
  - Máscara de sinais, Alarmes
  - Terminal de controle
  - Diretórios raiz e corrente
  - Informações sobre arquivos abertos
  - Limites de uso de recursos
  - Estatísticas e informações de accounting

attribute	relevant library function
process ID	`getpid`
parent process ID	`getppid`
process group ID	`getpgid`
session ID	`getsid`
real user ID	`getuid`
real group ID	`getgid`
supplementary group IDs	`getgroups`
time left on an alarm signal	`alarm`
current working directory	`getcwd`
root directory	
file mode creation mask	`umask`
file size limit*	`ulimit`
process signal mask	`sigprocmask`
pending signals	`sigpending`
time used so far	`times`
resource limits*	`getrlimit, setrlimit`
controlling terminal*	`open, tcgetpgrp`
interval timers*	`ualarm`
nice value*	`nice`
`semadj` values*	`semop`

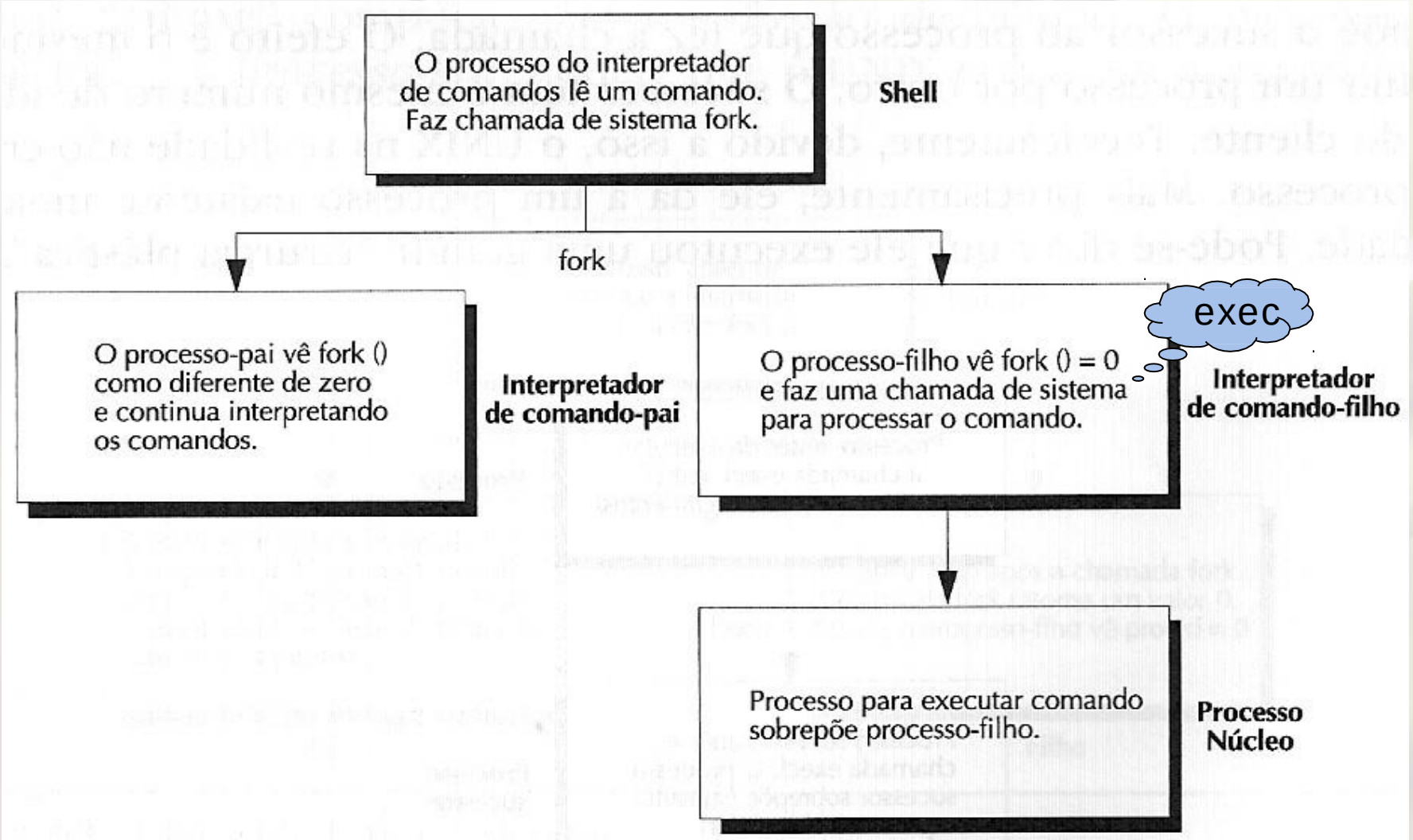
Exemplo Clássico: o Shell do UNIX

- Quando o interpretador de comandos UNIX interpreta comandos, ele chama `fork()` e `exec()`.

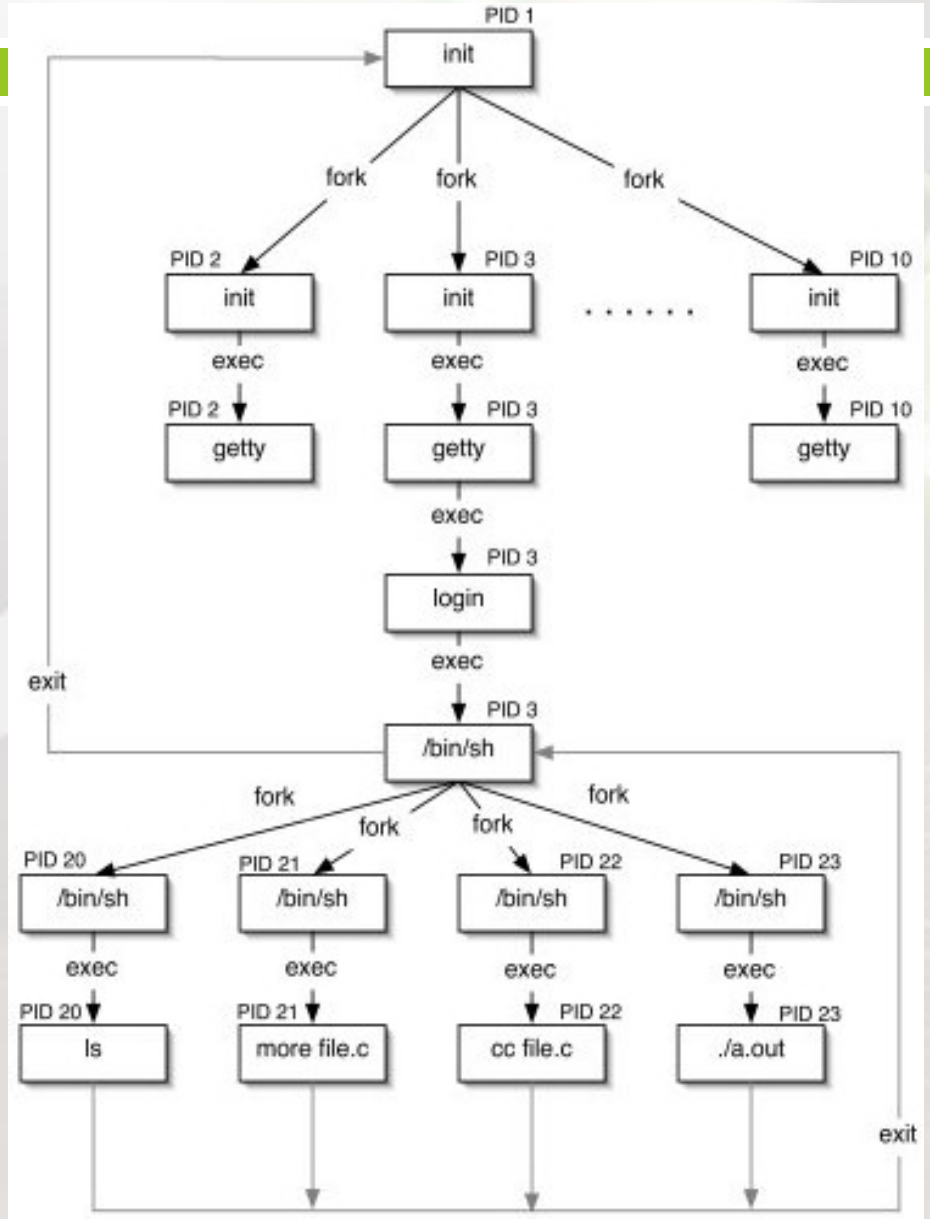
```
...
Lê comando para o interpretador de comandos
...
If (fork()==0)
    exec...(command, lista_arg ...)
```



Exemplo Clássico: o Shell do UNIX



Exemplo Clássico: o Processo init



Processos background e foreground

- Existem vários tipos de processos no Linux:
  - processos interativos
  - processos em lote (*batch*) e
  - *Daemons*.

- **Processos interativos** são iniciados a partir de uma sessão de terminal e por ele controlados. Quando executamos um comando do shell, entrando simplesmente o nome do programa seguido de <enter>, estamos rodando um processo em *foreground*.
- Um programa em ***foreground*** recebe diretamente sua entrada (***stdin***) do terminal que o controla e, por outro lado, toda a sua saida (***stdout*** e ***stderr***) vai para esse mesmo terminal. Digitando Ctrl-Z, suspendemos esse processo, e recebemos do *shell* a mensagem *Stopped* (talvez com mais alguns caracteres dizendo o número do *job* e a linha de comando).
- A maioria dos *shells* tem comandos para **controle de jobs**, para mudar o estado de um processo parado para *background*, listar os processos em *background*, retornar um processo de back para *foreground*, de modo que o possamos controlar novamente com o terminal. No bash o comando "***jobs***" mostra os *jobs* correntes, o ***bg*** restarta um processo suspenso em *background* e o comando ***fg*** o restarta em foreground.
- ***Daemons*** ou processos servidores, mais frequentemente são iniciados na partida do sistema, rodando **continuamente em *background*** enquanto o sistema está no ar, e esperando até que algum outro processo solicite o seu serviço (ex: sendmail).

Processos background e foreground (cont.)

- **O Comando *Jobs***
  - Serve para visualizar os processos que estão parados ou executando em segundo plano (*background*). Quando um processo está nessa condição, significa que a sua execução é feita pelo kernel sem que esteja vinculada a um terminal. Em outras palavras, um processo em segundo plano é aquele que é executado enquanto o usuário faz outra coisa no sistema.
  - Para executar um processo em *background* usa-se o "&" (ex: ls –l &). Se o processo estiver parado, geralmente a palavra "*stopped*" (ou "T") aparece na linha de exibição do estado do processo.
- **Os comandos *fg* e *bg***
  - O *fg* é um comando que permite a um processo em segundo plano (ou parado) passar para o primeiro plano (*foreground*), enquanto que o *bg* passa um processo do primeiro para o segundo plano. Para usar o *bg*, deve-se paralisar o processo. Isso pode ser feito pressionando-se as teclas Ctrl + Z. Em seguida, digita-se o comando da seguinte forma: *bg %número*
  - O número mencionado corresponde ao valor de ordem informado no início da linha quando o comando *jobs* é usado.
  - Quanto ao comando *fg*, a sintaxe é a mesma: *fg* %número

Sessões e grupos de processos

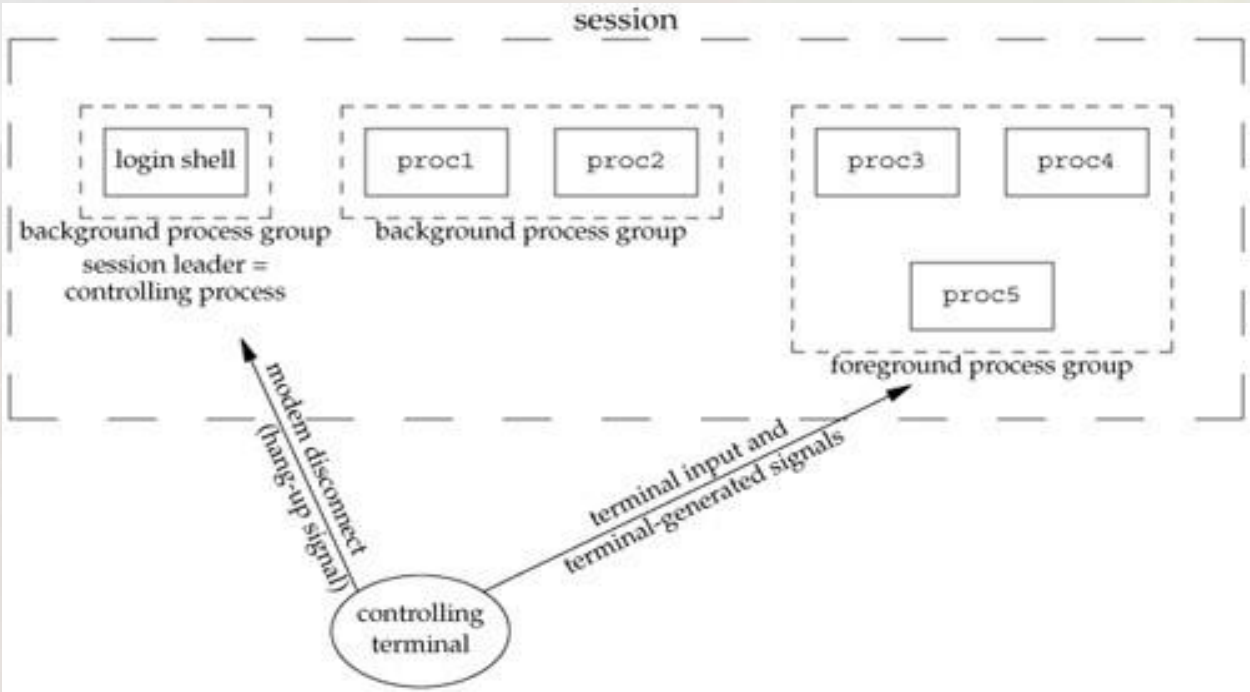
- No Unix, **além de ter um PID**, todo processo também **pertence a um grupo**. Um *process group* é uma coleção de um ou mais processos.
- Todos os processos dentro de um grupo são tratados como uma única entidade. A função `getpgrp()` retorna o número do grupo do processo chamador
- Cada **grupo pode ter um processo líder**, que é identificado por ter o seu PID igual ao seu groupID.
- É possível ao líder criar novos grupos, criar processos nos grupos e então terminar
  - o grupo ainda existirá mesmo se o líder terminar; para isso, tem que existir pelo menos um processo no grupo - process group lifetime.

Sessões e grupos de processos

- **Uma sessão** é um **conjunto de grupos** de processos.
  - Grupos ou sessões são também herdadas pelos filhos de um processo.
- Um servidor, por outro lado, deve operar independentemente de outros processos.
  - Como fazer então que um processo servidor atenda a todos os grupos e sessões?
- A primitiva `setsid()` obtém um novo grupo para o processo. Ela coloca o processo em um novo grupo e sessão, tornando-o independente do seu terminal de controle (`setpgrp()` é uma alternativa para isso).
- É usada para passar um processo de foreground em background.

Sessões e grupos de processos

- Uma sessão é um conjunto de grupos de processos
- Cada sessão pode ter
  - um único terminal controlador
  - no máximo 1 grupo de processos de *foreground*
  - n grupos de processos de *background*



Colocando um processo em background

```
int makeargv(const char *s, const char *delimiters, char ***argvp);

int main(int argc, char *argv[]) {
   pid_t childpid;
   char delim[] = " \t";
   char **myargv;

   if (argc != 2) {
      fprintf(stderr, "Usage: %s string\n", argv[0]);
      return 1;
   }
   childpid = fork();
   if (childpid == -1) {
      perror("Failed to fork");
      return 1;
   }
   if (childpid == 0) {                    /* child becomes a background process */
     if (setsid() == -1)
        perror("Child failed to become a session leader");
     else if (makeargv(argv[1], delim, &myargv) == -1)
        fprintf(stderr, "Child failed to construct argument array\n");
     else {
        execvp(myargv[0], &myargv[0]);
        perror("Child failed to exec command");
     }
     return 1;                                      /* child should never return */
   }
   return 0;                                                  /* parent exits */
}
```

Uso de *setsid* para que o processo pertença a uma outra sessão e a um outro grupo, se tornando um processo em *background*

Referências

- Slides adaptados de Roberta Lima Gomes (UFES)

- Bibliografia
  - Kay A. Robbins, Steven Robbins, *UNIX Systems Programming: Communication, Concurrency and Threads*, 2nd Edition
    - Capítulo 3