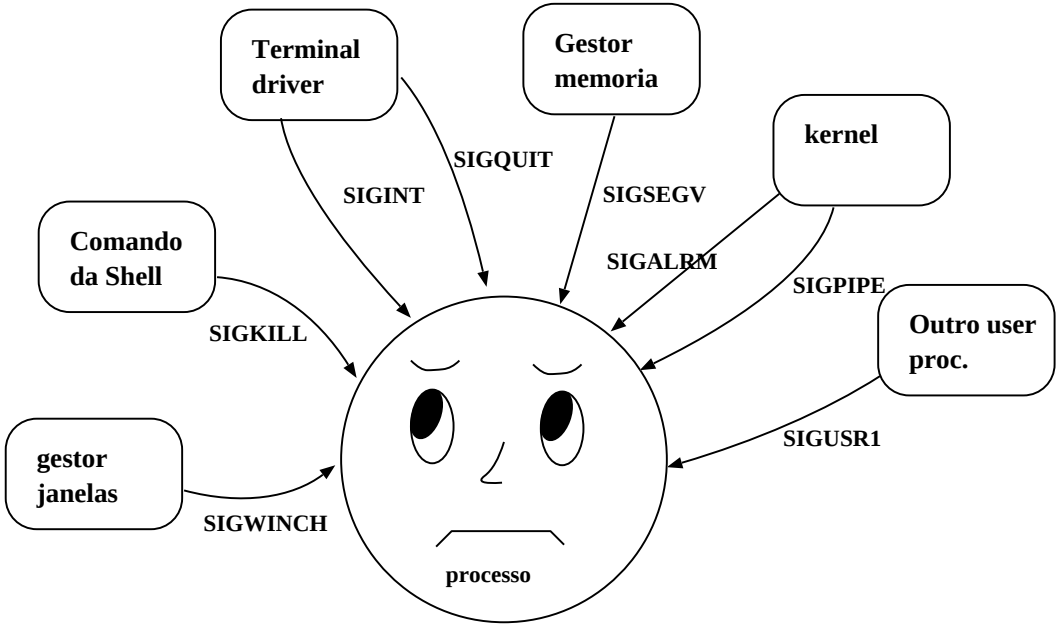
Sinais: eventos assíncronos

- Um sinal é um evento assíncrono que pode ser enviado a um processo, avisando-o de que algo de “inesperado” ou “anormal” aconteceu.
- *Evento Assíncrono* significa que pode ocorrer a qualquer momento.
- Tipos de sinais: (ver `/usr/include/signal.h`)

Nome	Ação Default	Descrição/Causa
SIGINT	Termina proc.	Interrupção gerada pelo teclado
SIGQUIT	Imagem core	Abortar a execução (por teclado)
SIGKILL	Termina proc.	Resultado de um `kill -9`
SIGSEGV	Imagem core	Ref. inválida à memória
SIGPIPE	Termina proc.	Escrita na pipe sem ninguem para ler
SIGALRM	Termina proc.	Sinal gerado por um despertador
SIGFPE	Imagem core	Excepção floating-point (divisão por zero)
SIGUSR1	Termina proc.	Sinal definido pelo utilizador

Sinais: eventos assíncronos

- De onde vêm os sinais?



Como é que um processo responde a um sinal?

Um processo pode escolher como responder à ocorrência de um sinal. Pode:

- *ignorar o sinal*: e.g. um processo pode proteger-se e ignorar sinais de interrupção.
- *apanhar o sinal*, executar uma função (signal-handler) em modo kernel e depois continuar a sua execução.
- aceitar a acção *default* do sinal, que na maioria dos casos termina o processo.

• Envio explícito de um sinal

```
int kill(pid_t pid, int sig);
```

envia o sinal definido por `sig` ao processo identificado por `pid`.

Um processo só pode enviar sinais aos processos com o mesmo `UID`.

Sinais: eventos assíncronos

Apanhar ou ignorar sinais

```
void *signal(int signum, void *handler())
```

onde `signum` define uma acção ou um sinal que quando ocorrer é apanhado e tratado pela função `handler()`. A função retorna o endereço da função que estava activa para o sinal indicado.

- A função `handler()` pode ser definida pelo utilizador ou uma das seguintes: `SIG_IGN` – para ignorar o sinal; ou `SIG_DFL` – para repôr o default para o sinal.

Outras funções ligadas a sinais

- Um processo pode requerer ao SO para que seja gerado um *timeout* enquanto faz outras tarefas. I.e. pede que lhe seja enviado um `SIGALRM` ao fim de um certo tempo (`nsecs` segundos):

```
int alarm(unsigned int nsecs);
```

- Um processo pode voluntariamente adormecer durante um certo tempo:

```
int sleep(unsigned int nsecs);
```

- Um processo também pode suspender voluntariamente a execução até receber um sinal:

```
int pause();
```

Sinais: eventos assíncronos

O que fazer com sinais?

- Ignorar a acção de um dado sinal (ver os exemplos).

- Reconfiguração dinâmica. Um programa que leia dados de configuração de um ficheiro, normalmente fá-lo no início da execução, e caso ocorra alteração no ficheiro de configuração é necessário recomeçar o programa. Com um handler especial isso não seria necessário.

```
void le_fich_configuracao(int sig) {
  int fd=open(``myconfig'', O_RDONLY);
  /* ... leitura ...*/
  close(fd);
  signal(SIGHUP, le_fich_configuracao);
}
main() {
  le_fich_configuracao();
  while (1) { ... }
}
```

Exemplo: apanhar o sinal SIGINT.

O que fazer com sinais? (cont.)

- Libertar memória antes de terminar. Ao apanhar o `SIGINT` chama uma função que liberta segmentos de memória partilhada, ou remove ficheiros temporários.
- Ligar e desligar debugging.

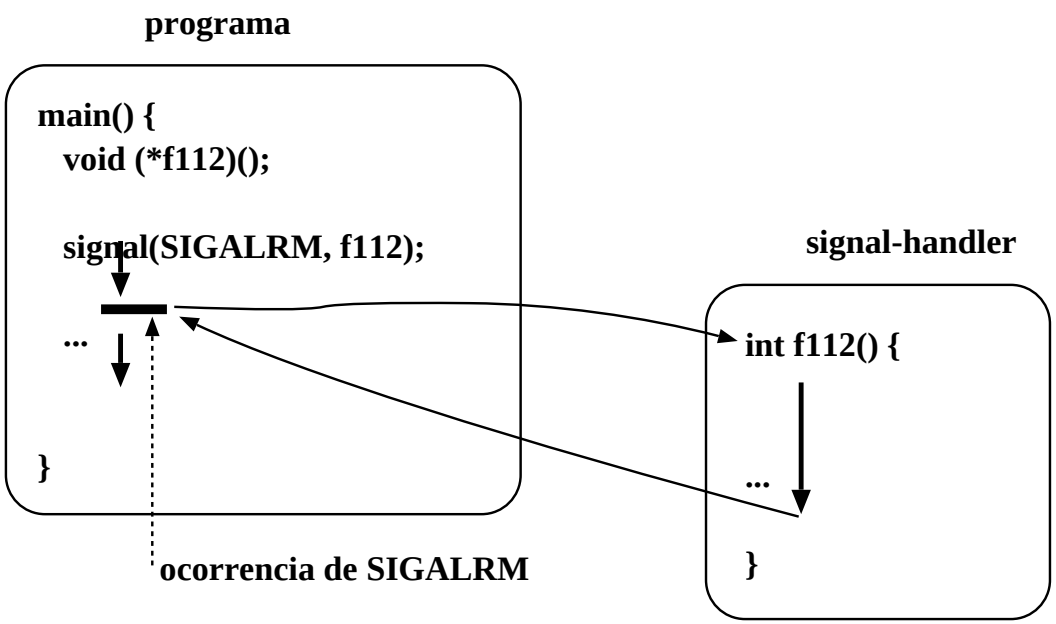
Exemplo: apanhar o sinal SIGINT.

- Programa que se protege contra o sinal SIGINT, ie contra o sinal control-c.

```
#include <signal.h>

main()
{
  int (*f0)();

  printf(``Control-c activo\n'');
  sleep(3);
  f0= signal(SIGINT, SIG_IGN);
  printf(``Control-c inactivo\n'');
  sleep(3);
  signal(SIGINT, f0);
  printf(``Control-c activo\n'');
  sleep(3);
  printf(``Adeusinho!\n'');
}
```

Exemplo: apanhar o sinal SIGALRM.

```
#include <signal.h>
#include <unistd.h>

int flag=0;
void f112();

main()
{
  signal(SIGALRM, f112);
  alarm(5);
  printf(``Esperando...\n'');
  while (!flag)
    pause();
  printf(``terminei.\n'');
}
void f112()
{
  printf(``Recebi sinal de alarme\n'');
  flag=1;
}
```


programa
main() {
void (*f112)();
signal(SIGALRM, f112);
...
}
ocorrencia de SIGALRM
signal-handler
int f112() {
...
}

Mais um exemplo de sincronização por sinais

Escrever um programa que crie um processo filho e ambos, pai e filho, devem imprimir alternadamente linhas, de modo a obter uma sequência alternada:

```
Filho: 1
Pai: 2
Filho: 3
...
Pai: 20
```

Mais um exemplo de sincronização por sinais: Solução 1

```
void my_handler2() { signal(SIGUSR1, my_handler2);}
void sinc_sinais() {
  pid_t new_pid;
  int n=0;

  signal(SIGUSR1, my_handler2);
  if ((new_pid = fork())==0) { // filho
    new_pid = getppid();
    n = 1;
    while (n <= 20) {
      sleep(1);
      printf(``Filho: %d\n'', n);
      n += 2;
      kill(new_pid, SIGUSR1);
      pause();
    }
  } else // pai
    while (n <= 20) {
      pause();
      n += 2;
      printf(``Pai: %d\n'', n);
      kill(new_pid, SIGUSR1);
    }
}
```

PAI	FILHO
n = 0	
signal	
fork	herda n = 0 do pai
pause	herda a tab de sinais
	new_pid = pid do pai
	n = 1
	sleep
	printf 1
	n = 3
	kill (envia sinal ao pai)
n = 2	pause
printf 2	
kill (envia sinal ao filho)	
pause	sleep
	printf 3
	n = 5
.....	.....

Mais um exemplo de sincronização por sinais: Solução 2

```
void sinc_sinais(void) {
  int newpid,n2;
  n2=ctr=0;
  signal(SIGUSR1,my_handler);
  if ((newpid=fork())==0) {
    ctr=1;
    while (ctr < LIMITE) {
      printf("Filho %d\n",ctr);
      n2=ctr;
      kill(getppid(),SIGUSR1);
      // esperar que o outro processo intervenha
      if(ctr==n2) pause();
    }
  } else { // pai
    while (ctr < LIMITE) {
      // esperar que o outro processo intervenha
      if(ctr==n2) pause();
      printf("Pai %d\n",ctr);
      n2=ctr;
      kill(newpid,SIGUSR1);
    }
    kill(newpid,SIGKILL);
  }
}
```

```
#define LIMITE 20
int ctr; // var. global

void my_handler(int sinal) {
   ctr+=2;
   signal(SIGUSR1, my_handler);
   if ( sinal==SIGKILL) exit(0);
}
```

PAI	FILHO
n2 = ctr = 0	
signal	
fork	herda n2 = ctr = 0 do pai
pause	herda a tab de sinais
	ctr = 1
	printf 1
	n2 = 1
	kill (envia sinal ao pai)
ctr +=2 -> 2	pause
printf 2	
n2 = 2	
kill (envia sinal ao filho)	
pause	ctr = 3
	printf 3
	n2 = 3
	kill (envia sinal ao pai)
.....	.....