

Unitat 2 · Sistemes Operatius (SO)

Creació de processos

Jordi Mateo jordi.mateo@udl.cat

Escola Politècnica Superior (EPS) <https://www.eps.udl.cat/> · Departament d'Enginyeria Informàtica i Disseny Digital <https://deidd.udl.cat/>

Creació de processos

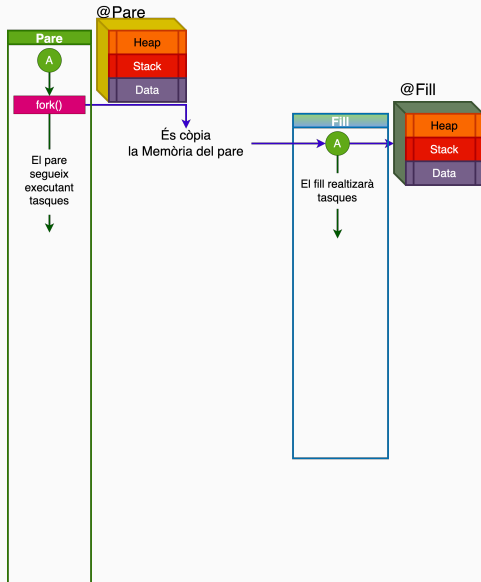
Com és creen els processos?

fork()

La crida a sistema *fork()* crea un nou procés.

El procés **A(pare)** i **A(fill)** són una *còpia exacta* en el moment inicial (*fork()*).

- Tenen el mateix valor al registre *PC*.



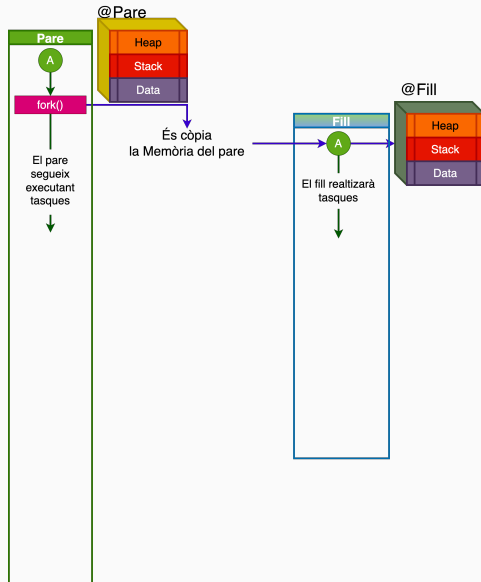
Com és creen els processos?

fork()

La crida a sistema *fork()* crea un nou procés.

El procés **A(pare)** i **A(fill)** són una *còpia exacta* en el moment inicial (*fork()*).

- Tenen el mateix valor al registre *PC*.
- Comparteixen fitxers oberts.



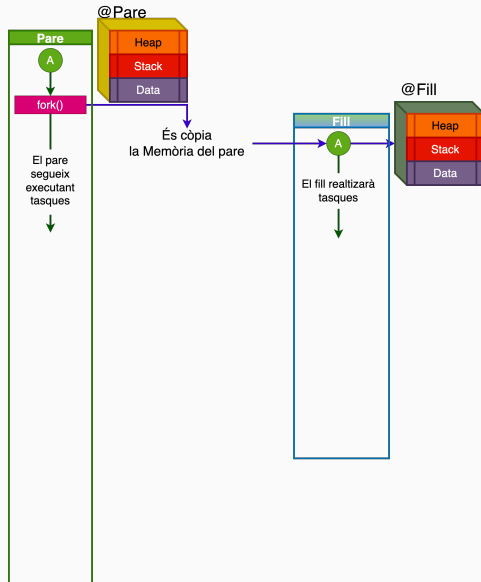
Com és creen els processos?

fork()

La crida a sistema *fork()* crea un nou procés.

El procés **A(pare)** i **A(fill)** són una *còpia exacta* en el moment inicial (*fork()*).

- Tenen el mateix valor al registre *PC*.
- Comparteixen fitxers oberts.
- Comparteixen registres de cpu.



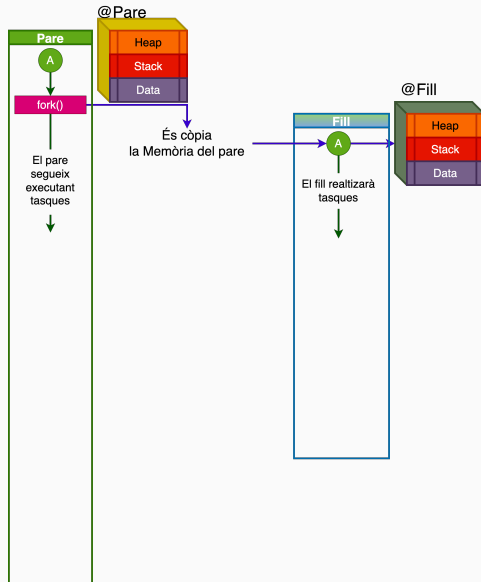
Com és creen els processos?

fork()

La crida a sistema *fork()* crea un nou procés.

El procés **A(pare)** i **A(fill)** són una *còpia exacta* en el moment inicial (*fork()*).

- Tenen el mateix valor al registre *PC*.
- Comparteixen fitxers oberts.
- Comparteixen registres de cpu.
- Els valors inicials de les variables locals són els que tenien en el moment de la creació del fill ⇒ excepte el valor que retorna el fork.



Com és creen el processos?

```
#include <unistd.h>
pid_t fork(void);
```

- Si `fork()` té èxit, al procés **pare**, retorna un valor > 0 i aquest **enter positiu** equival a la identificació del **procés fill**.

```
pid_t childPid;
switch (childPid = fork()) {
    case -1:
        /* fork() failed */
        /* Handle error */
    case 0:
        /* Child of successful fork()
           comes here */
        /* Perform actions specific
           to child */
    default:
        /* Parent comes here after
           successful fork() */
        /* Perform actions specific
           to parent */
}
```

Com és creen el processos?

```
#include <unistd.h>
pid_t fork(void);
```

- Si `fork()` té èxit, al procés **pare**, retorna un valor > 0 i aquest **enter positiu** equival a la identificació del **procés fill**.
- Si `fork()` té èxit, al procés **procés fill**, retorna el valor **0**.

```
pid_t childPid;
switch (childPid = fork()) {
    case -1:
        /* fork() failed */
        /* Handle error */
    case 0:
        /* Child of successful fork()
           comes here */
        /* Perform actions specific
           to child */
    default:
        /* Parent comes here after
           successful fork() */
        /* Perform actions specific
           to parent */
}
```


Com és creen el processos?

```
#include <unistd.h>
pid_t fork(void);
```

- Si `fork()` té èxit, al procés **pare**, retorna un valor > 0 i aquest **enter positiu** equival a la identificació del **procés fill**.
- Si `fork()` té èxit, al procés **procés fill**, retorna el valor **0**.
- Si `fork()` falla, al procés **pare**, retorna un valor < 0 i el codi d'error s'emmagatzema a `errno`.

```
pid_t childPid;
switch (childPid = fork()) {
    case -1:
        /* fork() failed */
        /* Handle error */
    case 0:
        /* Child of successful fork()
           comes here */
        /* Perform actions specific
           to child */
    default:
        /* Parent comes here after
           successful fork() */
        /* Perform actions specific
           to parent */
}
```

Com és creen el processos?

```
#include <unistd.h>
pid_t fork(void);
```

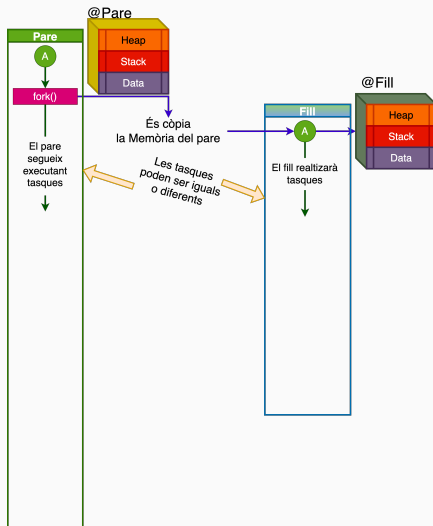
- Si `fork()` té èxit, al procés **pare**, retorna un valor > 0 i aquest **enter positiu** equival a la identificació del **procés fill**.
- Si `fork()` té èxit, al procés **procés fill**, retorna el valor `0`.
- Si `fork()` falla, al procés **pare**, retorna un valor < 0 i el codi d'error s'emmagatzema a `errno`.
- Tingueu en compte que si `fork()` falla, no hi ha cap **procés fill**.

```
pid_t childPid;
switch (childPid = fork()) {
    case -1:
        /* fork() failed */
        /* Handle error */
    case 0:
        /* Child of successful fork()
           comes here */
        /* Perform actions specific
           to child */
    default:
        /* Parent comes here after
           successful fork() */
        /* Perform actions specific
           to parent */
}
```

Com és creen els processos?

- El procés **A(pare)** i **A(fill)** no comparteixen *espai de Memòria* (codi, dades, variables).

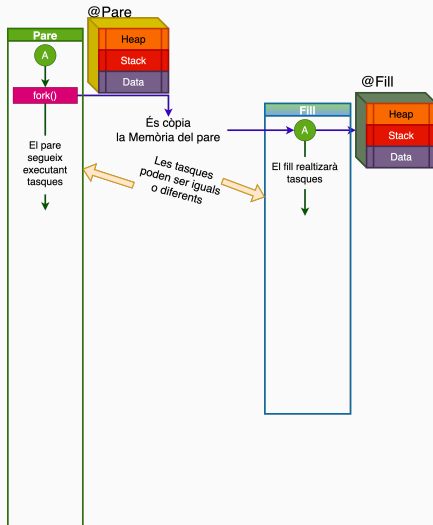
```
#include <sys/types.h>
#include <unistd.h>
//retorna el pid del procés actual.
pid_t getpid(void);
//retorna el pid del procés pare
pid_t getppid(void);
```



Com és creen els processos?

- El procés **A(pare)** i **A(fill)** no comparteixen *espai de Memòria* (codi, dades, variables).
- Després de l'execució de `fork()` no es pot assegurar a quin d'ambdós processos, **pare** o **(fill)**, s'assignarà la CPU.

```
#include <sys/types.h>
#include <unistd.h>
//retorna el pid del procés actual.
pid_t getpid(void);
//retorna el pid del procés pare
pid_t getppid(void);
```

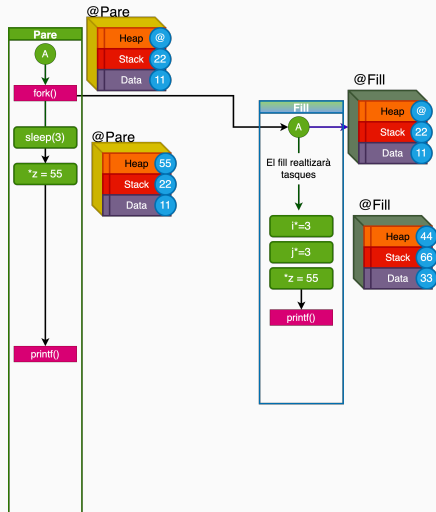


Exemple 1: Propietats dels processos (Data,Heap,Stack)

```
static int i = 11; //Allocated in data segment
int main() {
    int j = 22; // Allocated in stack
    int *z = malloc(sizeof(int)); // Allocated in heap

    pid_t pid;
    switch (pid=fork())
    {
        case 0:
            i *= 3;
            j *= 3;
            *z=44;
            break;

        default:
            sleep(3);
            *z=55;
            break;
    }
    /* Both parent and child come here */
    printf("PID=%ld %s data=%d stack=%d heap=%d\n",
        (long) getpid(), (pid == 0) ? "(child)" : "(parent)", i, j, *z);
    return EXIT_SUCCESS;
}
```



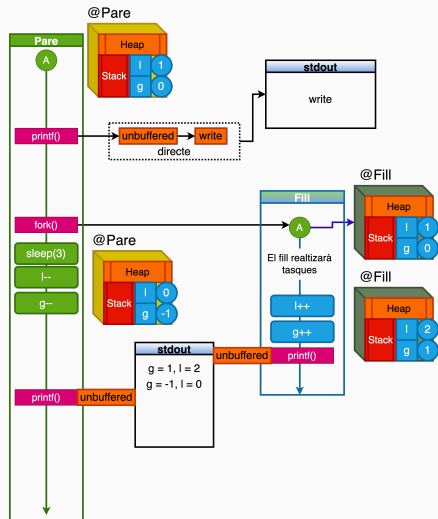
Exemple 2: Propietats dels processos (Buffers)

./forkbuf

```
int g = 0;
int
main() {
    pid_t pid;
    int l = 1;
    printf("before fork\n");

    if ((pid = fork()) < 0) {
        err(EXIT_FAILURE, "fork error");
        /* NOTREACHED */
    } else if (pid == 0) { /* child */
        g++;
        l++;
    } else { /* parent */
        sleep(3);
        g--;
        l--;
    }

    printf("pid = %d, ppid = %d, g = %d, l = %d\n",
        getpid(), getppid(), g, l);
    return EXIT_SUCCESS;
}
```



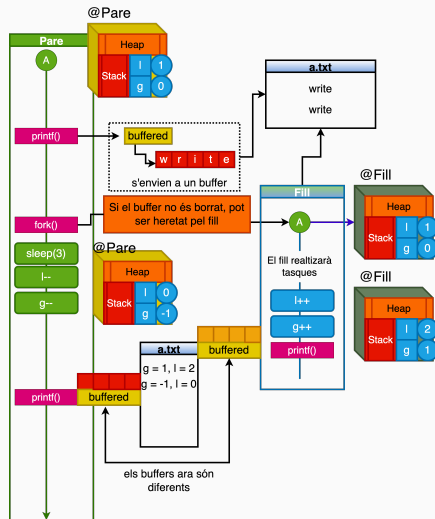
Exemple 2: Propietats dels processos (Buffers)

./forkbuf > a.txt

```
int g = 0;
int
main() {
    pid_t pid;
    int l = 1;
    printf("before fork\n");

    if ((pid = fork()) < 0) {
        err(EXIT_FAILURE, "fork error");
        /* NOTREACHED */
    } else if (pid == 0) { /* child */
        g++;
        l++;
    } else { /* parent */
        sleep(3);
        g--;
        l--;
    }

    printf("pid = %d, ppid = %d, g = %d, l = %d\n",
        getpid(), getppid(), g, l);
    return EXIT_SUCCESS;
}
```

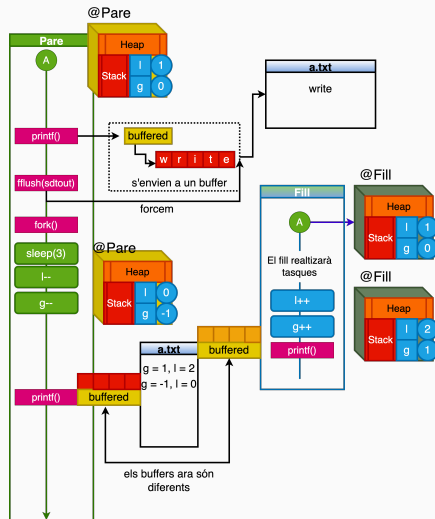


Exemple 2: Propietats dels processos (Buffers)

./forkbuf > a.txt

```
int g = 0;
int
main() {
    pid_t pid;
    int l = 1;
    printf("before fork\n");
    fflush(stdout); //forcem que el buffer es buidi
    if ((pid = fork()) < 0) {
        err(EXIT_FAILURE, "fork error");
        /* NOTREACHED */
    } else if (pid == 0) { /* child */
        g++;
        l++;
    } else { /* parent */
        sleep(3);
        g--;
        l--;
    }

    printf("pid = %d, ppid = %d, g = %d, l = %d\n",
           getpid(), getppid(), g, l);
    return EXIT_SUCCESS;
}
```



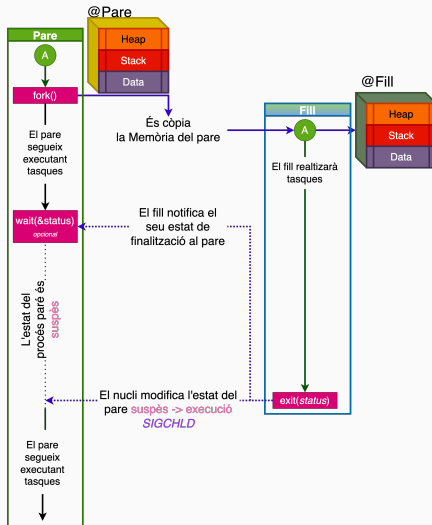
Sincronització de processos *wait()*

La crida a sistema *wait()* bloqueja el procés fins que acaba un dels processos secundaris o es rep un senyal.

```
#include <sys/wait.h>
// Es retorna el pid del procés.
// o -1 en cas d'error.
pid_t wait(int *status);
```

Exemple

El procés A (Pare) suspèn la seva execució fins la finalització del procés A (fill).

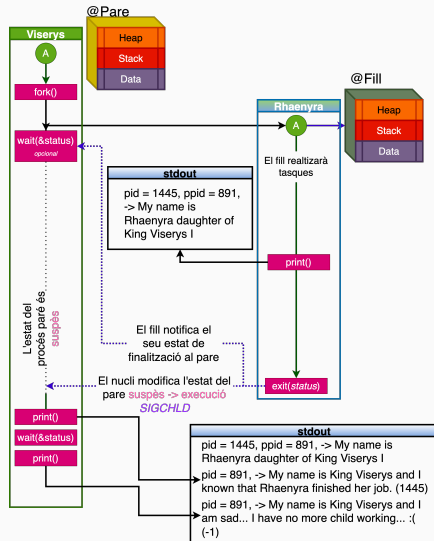


Exemple: Sincronització de processos

Amb sincronització

```
int status;
pid_t child_pid;
int main() {
    pid_t pid;
    if ((pid = fork()) < 0) {
        err(EXIT_FAILURE, "fork error");
    } else if (pid == 0) {
        printf("pid = %d, ppid = %d, -> %s\n",
            getpid(), getppid(),
            "My name is Rhaenyra daughter of King Viserys I");
        exit(0);
    } else {
        child_pid = wait(&status);
        printf("pid = %d, -> %s (%d)\n",
            getpid(),
            "My name is King Viserys and I know
            that Rhaenyra finished her job.",
            child_pid);
    }

    pid_t child_pid = wait(&status);
    printf("pid = %d, -> %s (%d)\n",
        getpid(),
        "My name is King Viserys and I am sad... :( ",
        child_pid);
    return EXIT_SUCCESS;
}
```

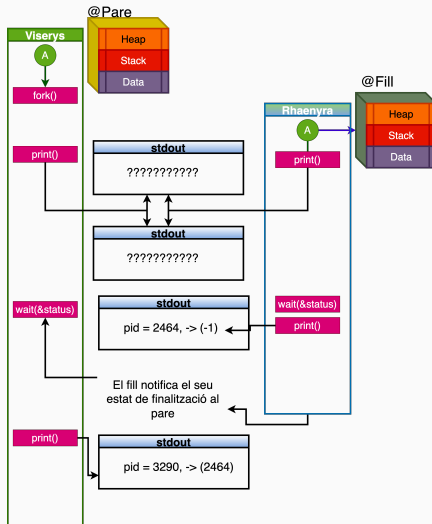


Exemple: Sincronització de processos

Sense sincronització

```
int status;
pid_t child_pid;

int
main() {
    pid_t pid;
    if ((pid = fork()) < 0) {
        err(EXIT_FAILURE, "fork error");
    } else if (pid == 0) {
        printf("pid = %d, ppid = %d, -> %s\n",
            getpid(), getppid(),
            "My name is Rhaenyra daughter of King Viserys I");
    } else {
        printf("pid = %d, -> %s (%d)\n",
            getpid(),
            "My name is King Viserys and I do not know
            that Rhaenyra finished her job.",
            child_pid);
    }
    pid_t child_pid = wait(&status);
    printf("pid = %d, wait-> %s (%d)\n",
        getpid(),
        child_pid);
    return EXIT_SUCCESS;
}
```



waitpid

La crida a sistema `waitpid()` bloqueja el procés fins que acaba el procés identificat per `pid` o es rep un senyal.

```
#include <sys/wait.h>
// Es retorna el pid del procés.
// o -1 en cas d'error.
pid_t waitpid(pid_t pid,
               int *status,
               int options);
```

Exemple

La crida `wait()` és equivalent a `waitpid(-1, &status, 0);`

Argument `pid`

- `< -1`: Esperar qualsevol procés fill l'identificador del grup de processos del qual sigui igual al valor absolut de `pid`.

waitpid

La crida a sistema `waitpid()` bloqueja el procés fins que acaba el procés identificat per `pid` o es rep un senyal.

```
#include <sys/wait.h>
// Es retorna el pid del procés.
// o -1 en cas d'error.
pid_t waitpid(pid_t pid,
               int *status,
               int options);
```

Exemple

La crida `wait()` és equivalent a `waitpid(-1, &status, 0);`

Argument `pid`

- `< -1`: Esperar qualsevol procés fill l'identificador del grup de processos del qual sigui igual al valor absolut de `pid`.
- `-1`: Significa esperar qualsevol procés secundari.

waitpid

La crida a sistema `waitpid()` bloqueja el procés fins que acaba el procés identificat per `pid` o es rep un senyal.

```
#include <sys/wait.h>
// Es retorna el pid del procés.
// o -1 en cas d'error.
pid_t waitpid(pid_t pid,
               int *status,
               int options);
```

Exemple

La crida `wait()` és equivalent a `waitpid(-1, &status, 0);`

Argument `pid`

- `< -1`: Esperar qualsevol procés fill l'identificador del grup de processos del qual sigui igual al valor absolut de `pid`.
- `-1`: Significa esperar qualsevol procés secundari.
- `0`: Esperar qualsevol procés fill l'identificador del grup de processos del qual sigui igual al del procés.

waitpid

La crida a sistema `waitpid()` bloqueja el procés fins que acaba el procés identificat per `pid` o es rep un senyal.

```
#include <sys/wait.h>
// Es retorna el pid del procés.
// o -1 en cas d'error.
pid_t waitpid(pid_t pid,
               int *status,
               int options);
```

Exemple

La crida `wait()` és equivalent a `waitpid(-1, &status, 0);`

Argument `pid`

- `< -1`: Esperar qualsevol procés fill l'identificador del grup de processos del qual sigui igual al valor absolut de `pid`.
- `-1`: Significa esperar qualsevol procés secundari.
- `0`: Esperar qualsevol procés fill l'identificador del grup de processos del qual sigui igual al del procés.
- `> 0`: Esperar pel procés identificat amb el `pid` (`> 0`).

Si *status* no és NULL, **wait()** i **waitpid()** emmagatzemen informació d'estat a l'int al qual apunta. Aquest nombre sencer es pot inspeccionar amb:

- **WIFEXITED(status)**: Indicador si el fill acaba de forma normal.

Si *status* no és NULL, **wait()** i **waitpid()** emmagatzemen informació d'estat a l'int al qual apunta. Aquest nombre sencer es pot inspeccionar amb:

- **WIFEXITED(status)**: Indicador si el fill acaba de forma normal.
- **WEXITSTATUS(status)**: Retorna l'estat de sortida del fill.

Si *status* no és NULL, **wait()** i **waitpid()** emmagatzemen informació d'estat a l'int al qual apunta. Aquest nombre sencer es pot inspeccionar amb:

- **WIFEXITED(status)**: Indicador si el fill acaba de forma normal.
- **WEXITSTATUS(status)**: Retorna l'estat de sortida del fill.
- **WIFSIGNALED(status)**: Indicador si el fill ha estat acabat per un senyal.

Si *status* no és NULL, **wait()** i **waitpid()** emmagatzemen informació d'estat a l'int al qual apunta. Aquest nombre sencer es pot inspeccionar amb:

- **WIFEXITED(status)**: Indicador si el fill acaba de forma normal.
- **WEXITSTATUS(status)**: Retorna l'estat de sortida del fill.
- **WIFSIGNALED(status)**: Indicador si el fill ha estat acabat per un senyal.
- **WIFSIGNALED(status)**: Retorna el número del senyal que ha provocat la finalització del procés fill.

Si *status* no és NULL, **wait()** i **waitpid()** emmagatzemen informació d'estat a l'int al qual apunta. Aquest nombre sencer es pot inspeccionar amb:

- **WIFEXITED(status)**: Indicador si el fill acaba de forma normal.
- **WEXITSTATUS(status)**: Retorna l'estat de sortida del fill.
- **WIFSIGNALED(status)**: Indicador si el fill ha estat acabat per un senyal.
- **WIFSIGNALED(status)**: Retorna el número del senyal que ha provocat la finalització del procés fill.
- **WCOREDUMP(status)**: Indicador si el fill acaba per un *core dumped* al nucli. (no esta disponible a totes les versions de UNIX)

Si *status* no és NULL, **wait()** i **waitpid()** emmagatzemen informació d'estat a l'int al qual apunta. Aquest nombre sencer es pot inspeccionar amb:

- **WIFEXITED(status)**: Indicador si el fill acaba de forma normal.
- **WEXITSTATUS(status)**: Retorna l'estat de sortida del fill.
- **WIFSIGNALED(status)**: Indicador si el fill ha estat acabat per un senyal.
- **WIFSIGNALED(status)**: Retorna el número del senyal que ha provocat la finalització del procés fill.
- **WCOREDUMP(status)**: Indicador si el fill acaba per un *core dumped* al nucli. (no esta disponible a totes les versions de UNIX)
- **WIFSTOPPED(status)**: Indicador de suspensió del fill requereix l'opció (*WUNTRACED*).

Si *status* no és NULL, **wait()** i **waitpid()** emmagatzemen informació d'estat a l'int al qual apunta. Aquest nombre sencer es pot inspeccionar amb:

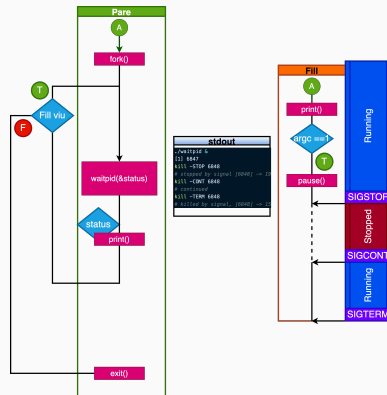
- **WIFEXITED(status))**: Indicador si el fill acaba de forma normal.
- **WEXITSTATUS(status))**: Retorna l'estat de sortida del fill.
- **WIFSIGNALED(status))**: Indicador si el fill ha estat acabat per un senyal.
- **WIFSIGNALED(status))**: Retorna el número del senyal que ha provocat la finalització del procés fill.
- **WCOREDUMP(status))**: Indicador si el fill acaba per un *core dumped* al nucli. (no esta disponible a totes les versions de UNIX)
- **WIFSTOPPED(status))**: Indicador de suspensió del fill requereix l'opció (*WUNTRACED*).
- **WSTOPSIG(status))**: Retorna el número de senyal que ha aturat el fill.

Si *status* no és NULL, **wait()** i **waitpid()** emmagatzemen informació d'estat a l'int al qual apunta. Aquest nombre sencer es pot inspeccionar amb:

- **WIFEXITED(status)**: Indicador si el fill acaba de forma normal.
- **WEXITSTATUS(status)**: Retorna l'estat de sortida del fill.
- **WIFSIGNALED(status)**: Indicador si el fill ha estat acabat per un senyal.
- **WIFSIGNALED(status)**: Retorna el número del senyal que ha provocat la finalització del procés fill.
- **WCOREDUMP(status)**: Indicador si el fill acaba per un *core dumped* al nucli. (no esta disponible a totes les versions de UNIX)
- **WIFSTOPPED(status)**: Indicador de suspensió del fill requereix l'opció (*WUNTRACED*).
- **WSTOPSIG(status)**: Retorna el número de senyal que ha aturat el fill.
- **WIFCONTINUAT(status)**: Indicador que el fill torna a arrancar amb *SIGCONT*. (disponible al kernel de linux superior a 2.6).

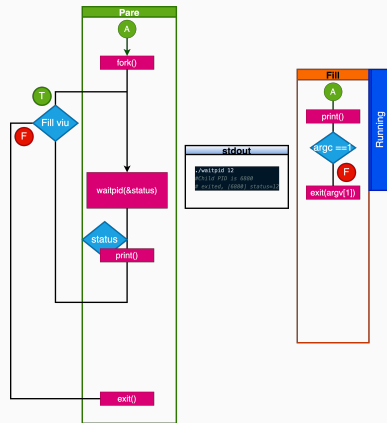
Exemple: waitpid.c (signals)

```
int main(int argc, char *argv[])
{
    pid_t pid, w;
    int status;
    pid = fork();
    if (pid == -1) {
        perror("fork"); exit(EXIT_FAILURE);
    }
    if (pid == 0) {          /* Code executed by child */
        printf("Child PID is %d\n", getpid());
        if (argc == 1)
            pause();          /* Wait for signals */
        exit(atoi(argv[1]));
    } else {                 /* Code executed by parent */
        do {
            w = waitpid(pid, &status, WUNTRACED | WCONTINUED);
            if (w == -1) {
                perror("waitpid"); exit(EXIT_FAILURE);
            }
            if (WIFEXITED(status)) {
                printf("exited, [%d] status=%d\n", pid, WEXITSTATUS(status));
            } else if (WIFSIGNALED(status)) {
                printf("killed by signal, [%d] -> %d\n", pid, WTERMSIG(status));
            } else if (WIFSTOPPED(status)) {
                printf("stopped by signal [%d] -> %d\n", pid, WSTOPSIG(status));
            } else if (WIFCONTINUED(status)) {
                printf("continued\n");
            }
        } while (!WIFEXITED(status) && !WIFSIGNALED(status));
        exit(EXIT_SUCCESS);
    }
}
```



Exemple: waitpid.c (exit)

```
int main(int argc, char *argv[])
{
    pid_t pid, w;
    int status;
    pid = fork();
    if (pid == -1) {
        perror("fork"); exit(EXIT_FAILURE);
    }
    if (pid == 0) {          /* Code executed by child */
        printf("Child PID is %d\n", getpid());
        if (argc == 1)
            pause();         /* Wait for signals */
        exit(atoi(argv[1]));
    } else {                /* Code executed by parent */
        do {
            w = waitpid(pid, &status, WUNTRACED | WCONTINUED);
            if (w == -1) {
                perror("waitpid"); exit(EXIT_FAILURE);
            }
            if (WIFEXITED(status)) {
                printf("exited, [%d] status=%d\n", pid, WEXITSTATUS(status));
            } else if (WIFSIGNALED(status)) {
                printf("killed by signal, [%d] -> %d\n", pid, WTERMSIG(status));
            } else if (WIFSTOPPED(status)) {
                printf("stopped by signal [%d] -> %d\n", pid, WSTOPSIG(status));
            } else if (WIFCONTINUED(status)) {
                printf("continued\n");
            }
        } while (!WIFEXITED(status) && !WIFSIGNALED(status));
        exit(EXIT_SUCCESS);
    }
}
```



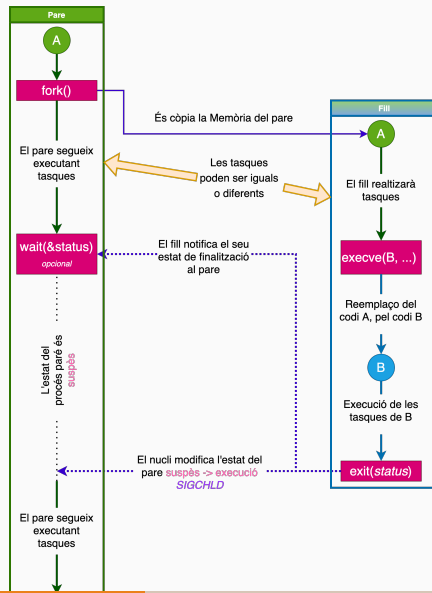
Recobriment de processos

EXEC

La família de funcions *EXEC* ens serveixen per substituir el procés actual en execució per un procés nou.

Exemple

No es crea cap procés \Rightarrow Destruïx el procés actual **A** (fill). Primer fem servir **fork()** per crear un procés **A** (fill) i, a continuació, utilitzem **exec()** per executar un programa nou dins del **B** (fill).



```
#include <unistd.h>
int execl (const char * path, const char * arg, ...);
int execlp (const char * file, const char * arg, ...);
int execl_e (const char * path, const char * arg, ..., char * const envp []);
int execl_v (const char * path, char * const argv []);
int execl_vp (const char * file, char * const argv []);
int execl_ve (const char * file, char * const argv [], char * const envp []);
```

- Només retornarà -1 en el cas d'error.

```
#include <unistd.h>
int execl (const char * path, const char * arg, ...);
int execlp (const char * file, const char * arg, ...);
int execl_e (const char * path, const char * arg, ..., char * const envp []);
int execl_v (const char * path, char * const argv []);
int execl_vp (const char * file, char * const argv []);
int execl_ve (const char * file, char * const argv [], char * const envp []);
```

- Només retornarà **-1** en el cas d'error.
- *path* : Ruta del programa a executar.

```
#include <unistd.h>
int execl (const char * path, const char * arg, ...);
int execlp (const char * file, const char * arg, ...);
int execl_e (const char * path, const char * arg, ..., char * const envp []);
int execl_v (const char * path, char * const argv []);
int execl_vp (const char * file, char * const argv []);
int execl_ve (const char * file, char * const argv [], char * const envp []);
```

- Només retornarà **-1** en el cas d'error.
- *path* : Ruta del programa a executar.
- *arg*: Arguments del programa a executar (el primer argument sempre és el programa a executar, i acaba la llista de paràmetres amb NULL).

Trucs

- Els tres primers accepten un nombre variable d'arguments. Per utilitzar aquesta característica, heu de carregar el fitxer de capçalera `<stdarg.h>`.

Trucs

- Els tres primers accepten un nombre variable d'arguments. Per utilitzar aquesta característica, heu de carregar el fitxer de capçalera `<stdarg.h>`.
- Els tres últims són de la forma *execv*, en aquest cas els arguments es passen mitjançant una matriu de punters a cadenes on l'última entrada és **NULL**. Per exemple, és possible que en tingueu

```
char * argv [] = {"Hola", "món!", NULL};
```

Trucs

- Els tres primers accepten un nombre variable d'arguments. Per utilitzar aquesta característica, heu de carregar el fitxer de capçalera `<stdarg.h>`.
- Els tres últims són de la forma *execv*, en aquest cas els arguments es passen mitjançant una matriu de punters a cadenes on l'última entrada és **NULL**. Per exemple, és possible que en tingueu
`char * argv [] = {"Hola", "món!", NULL};`
- Si el nom acaba en **lov**, el nom del programa s'ha d'indicar completament.

Trucs

- Els tres primers accepten un nombre variable d'arguments. Per utilitzar aquesta característica, heu de carregar el fitxer de capçalera `<stdarg.h>`.
- Els tres últims són de la forma *execv*, en aquest cas els arguments es passen mitjançant una matriu de punters a cadenes on l'última entrada és **NULL**. Per exemple, és possible que en tingueu

```
char * argv [] = {"Hola", "món!", NULL};
```
- Si el nom acaba en **lov**, el nom del programa s'ha d'indicar completament.
- Si el nom conté una **p**, cercarà el fitxer utilitzant la variable d'entorn actual *PATH*.

Trucs

- Els tres primers accepten un nombre variable d'arguments. Per utilitzar aquesta característica, heu de carregar el fitxer de capçalera `<stdarg.h>`.
- Els tres últims són de la forma *execv*, en aquest cas els arguments es passen mitjançant una matriu de punters a cadenes on l'última entrada és **NULL**. Per exemple, és possible que en tingueu

```
char * argv [] = {"Hola", "món!", NULL};
```
- Si el nom acaba en **lov**, el nom del programa s'ha d'indicar completament.
- Si el nom conté una **p**, cercarà el fitxer utilitzant la variable d'entorn actual *PATH*.
- Finalment, si el nom s'afegeix amb una **e**, es pot incloure una matriu de cadenes que indiquen variables d'entorn, cadascuna de les formes *ENVVAR = valor*.

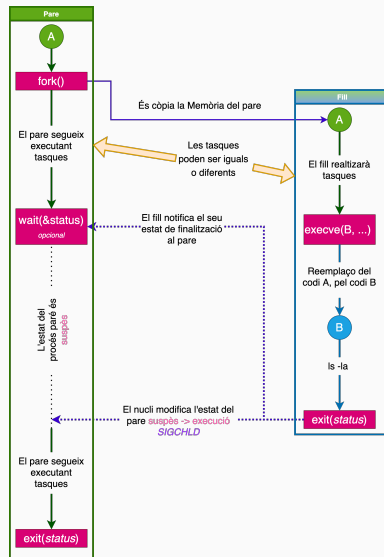
Exemple recobrint processos

Sense PATH

```
int main(int argc, char *argv[])
{
    pid_t pid, w;
    int status;

    pid = fork();
    if (pid == -1) {
        perror("fork");
        exit(EXIT_FAILURE);
    }

    if (pid == 0) {          /* Code executed by child */
        printf("(Before exec) - Child PID is %d\n", getpid());
        execl( "/usr/bin/ls", "ls", "-la", NULL);
        printf("(After exec) - Child PID is %d\n", getpid());
    } else {                 /* Code executed by parent */
        w = waitpid(pid, &status, WUNTRACED | WCONTINUED);
        if (WIFEXITED(status)) {
            printf("exited, [%d] status=%d\n",
                pid, WEXITSTATUS(status));
        }
        exit(EXIT_SUCCESS);
    }
}
```



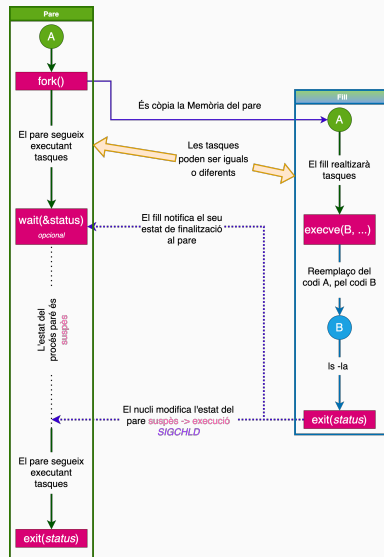
Exemple recobrint processos

Utilitzant PATH

```
int main(int argc, char *argv[])
{
    pid_t pid, w;
    int status;

    pid = fork();
    if (pid == -1) {
        perror("fork");
        exit(EXIT_FAILURE);
    }

    if (pid == 0) { /* Code executed by child */
        printf("(Before exec) - Child PID is %d\n", getpid());
        execlp("ls", "ls", "-la", NULL);
        //execl("ls", "ls", "-la", NULL);
        printf("(After exec) - Child PID is %d\n", getpid());
    } else { /* Code executed by parent */
        w = waitpid(pid, &status, WUNTRACED | WCONTINUED);
        if (WIFEXITED(status)) {
            printf("exited, [%d] status=%d\n",
                pid, WEXITSTATUS(status));
        }
        exit(EXIT_SUCCESS);
    }
}
```



Zombies (Walking dead... + o -)

Quan un procés mor, l'estat del procés s'estableix en **EXIT_ZOMBIE** i es notifica al pare amb un senyal **SIGCHLD** que ha mort un dels seus fills. El procés zombi romandrà a la memòria fins que el pare reaccioni amb un **wait()/waitpid()**. Normalment, això passa immediatament, de manera que el kernel sap que tot està bé, que el pare ha obtingut tota la informació que necessita i el procés es pot netejar. Aquest procés es configura a **EXIT_DEAD** i es neteja. Si no s'invoca un **wait()/waitpid()**. En aquest cas, el procés zombi quedarà en la memòria per sempre.

Exemple

Podeu comprobar els processos zombies amb la següent ordre:

```
ps axo user,pid,ppid,command,s | grep -w Z
```

Curiositats

- Els morts vivents son notòriament difícils de matar, la principal raó és perquè ells ja estan morts. Per matar un *zombi*, llavors, necessitaràs acabar amb la cosa que els manté vius.

Curiositats

- Els morts vivents son notòriament difícils de matar, la principal raó és perquè ells ja estan morts. Per matar un *zombi*, llavors, necessitaràs acabar amb la cosa que els manté vius.
- En linux tenim 2 maneres. La primera és enviar un senyal *SIGCHLD* manualment al **pare**, no sempre funciona perquè el **pare** pot ignora el senyal.

Curiositats

- Els morts vivents son notòriament difícils de matar, la principal raó és perquè ells ja estan morts. Per matar un *zombi*, llavors, necessitaràs acabar amb la cosa que els manté vius.
- En linux tenim 2 maneres. La primera és enviar un senyal *SIGCHLD* manualment al **pare**, no sempre funciona perquè el **pare** pot ignora el senyal.
- Una altra manera és fer el zombi orfe. Els processos *orfes* són processos que ja no tenen **pares**. Aquests processos s'assignen a **init**, que es converteix en el seu nou **pare**. **init** invoca regularment les trucades *wait()* i neteja tots els processos **orfes**. Així, quan mates el procés **pare**, mates indirectament tots els **zombis**.

Exemple: Factoria de zombies

```
int main() {
    pid_t pid;
    int i;
    for (i = 0; ; i++) {
        pid = fork();
        if (pid > 0) {
            printf("Zombie #%d born:\n",
                i + 1);
            sleep(1);
        } else {
            printf("*drool* Boooo!
                Arrgghh! *slobber*\n");
            exit(0);
        }
    }
    return 0;
}
```

Terminal 1

```
$ gcc zombie.c -o ./zombie
```

```
$ ./zombie
```

Terminal 2

```
$ watch -n 1 "ps u -C zombie"
```

PREGUNTES?

Materials del curs

- Organització — OS-GEI-IGUALADA-2425
- Materials — Materials del curs
- Laboratoris — Laboratoris
- Recursos — Campus Virtual

TAKE HOME MESSAGE: Les funcions `fork()`, `wait()`, `waitpid()` i `exec()` són fonamentals per a la gestió de processos en Unix/Linux, permetent la creació, espera i execució de nous programes, així com la sincronització i gestió eficient dels processos existents.



Figura 1: Això és tot per avui