Process Management

Introduction to processes
Process priorities
Background jobs

DE HOGESCHOOL
MET HET NETWERK

Hogeschool PXL – Dep. PXL-IT – Elfde-Liniestraat 26 – B-3500 Hasselt
www.pxl.be - www.pxl.be/facebook

Terminology

- **proces**
  Programma of commando dat een bepaalde job uitvoert

- **PID**
  Ieder proces heeft een process id
  Dit is een uniek nummer (tussen 0 en 65535)

- **PPID**
  Ieder proces heeft een parent process, met een parent PID
  Een child process wordt gestart door zijn parent process

Terminology

- **systemd** Het systemd proces, heeft als PID 1, wordt gestart door de kernel zelf en heeft geen parent process
  → wordt soms nog aangeduid met init

- **kill** Als een proces stopt, sterft het process.
  Als je een proces wil stoppen, moet je het "killen"

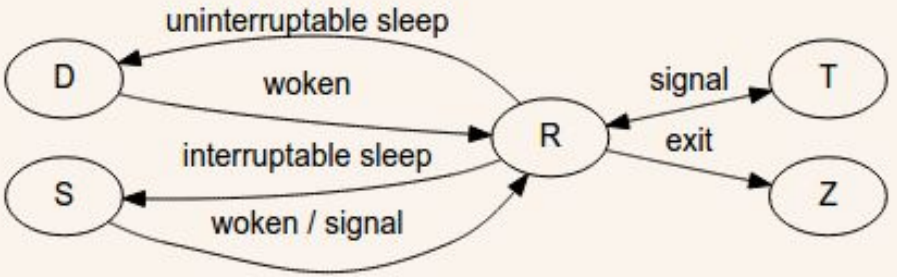
- **daemon** Een proces dat start bij het opstarten van je systeem en vervolgens continu blijft draaien

Terminology

- **zombie**
  Een ge-“killed” proces dat nog steeds zichtbaar is.

```
PROCESS STATE CODES
   R  running or runnable (on run queue)
   D  uninterruptible sleep (usually IO)
   S  interruptible sleep (waiting for an event to complete)
   Z  defunct/zombie, terminated but not reaped by its parent
   T  stopped, either by a job control signal or because
      it is being traced
```

A process starts its life in an R "running" state and finishes after its parent reaps it from the Z "zombie" state.



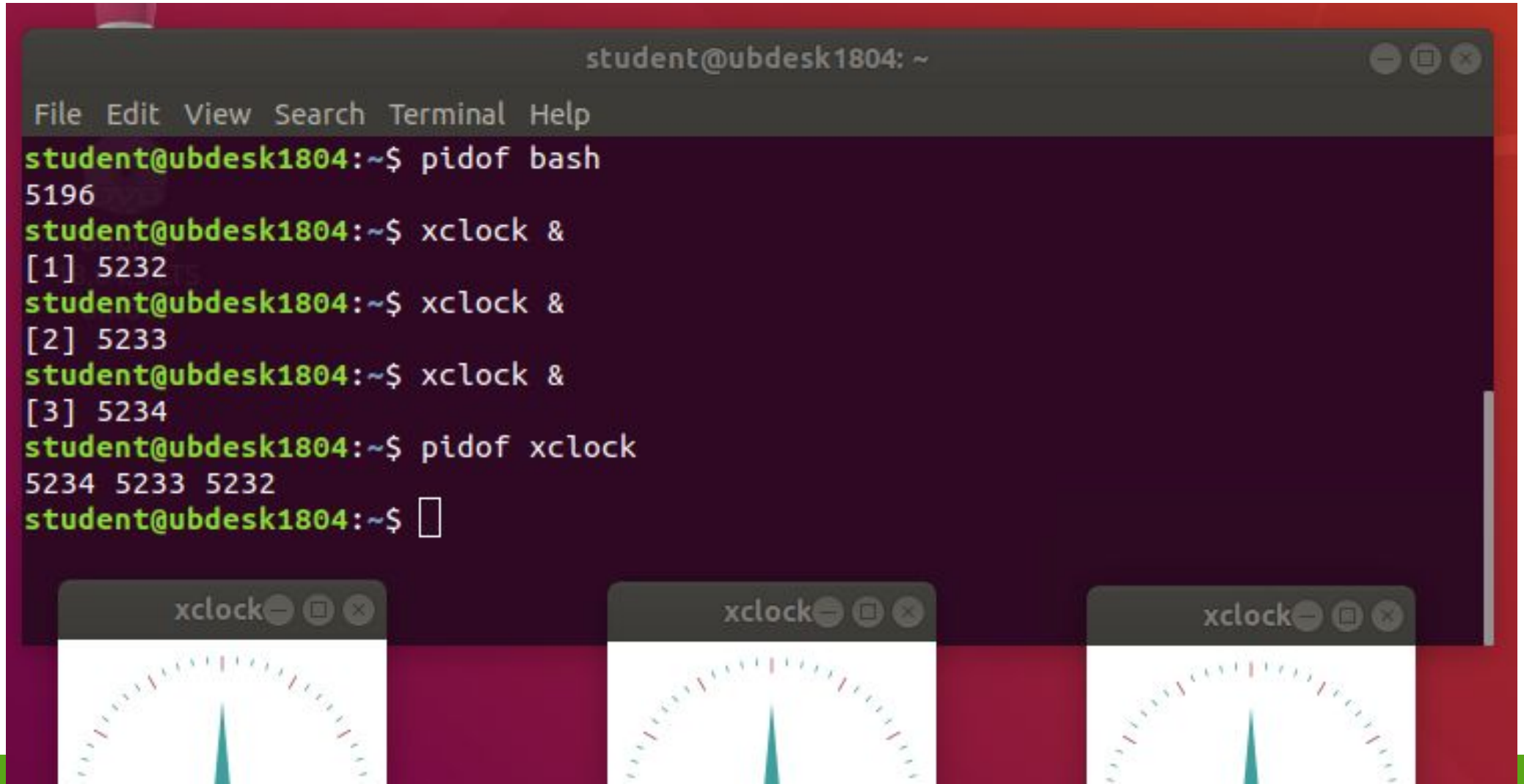
Basic Process Management

- **$$** Shell parameter: bevat het **huidig process ID**
- **$PPID** Shell variabele: bevat het **parent ID**

```
student@ubuntudesktop01:~$ echo $$ $PPID
2529 2514
```

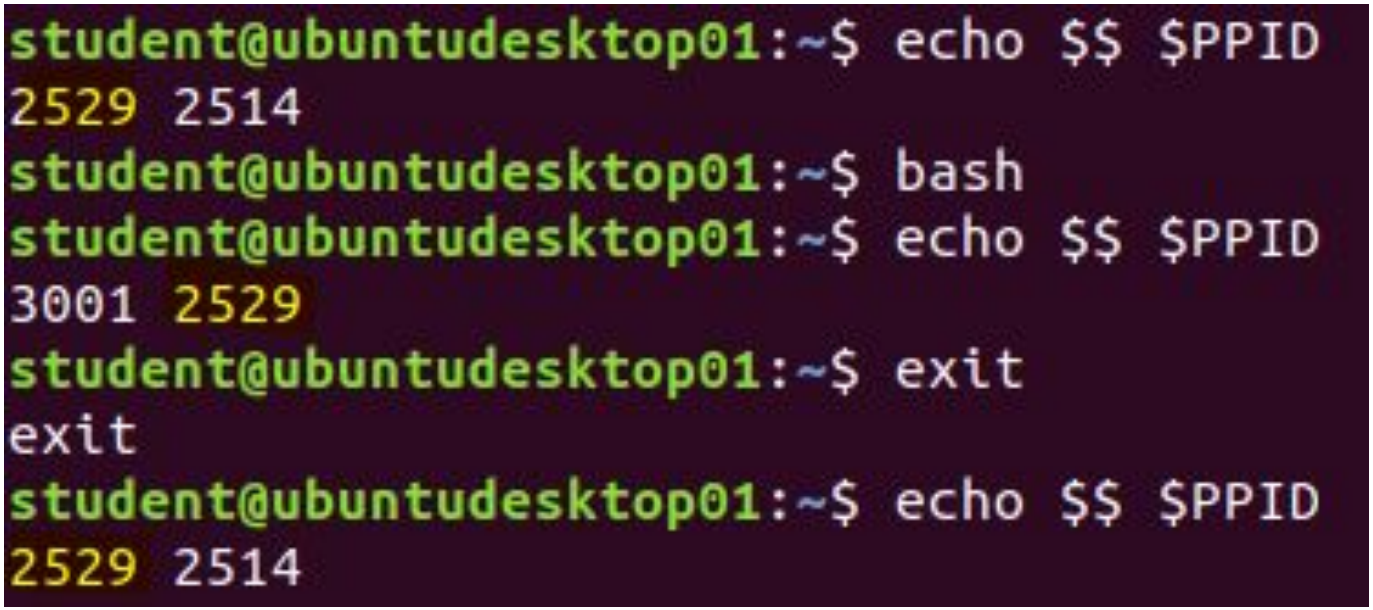
Basic Process Management

- **pidof** Vind alle process id's op naam.



Basic Process Management

- **parent and child**
  leder process (buiten systemd) heeft een parent process.



We starten één proces normaal en een ander met nohup

```
student@ubdesk1804: ~
File  Edit  View  Search  Terminal  Help
student@ubdesk1804:~$ echo $$
5361
student@ubdesk1804:~$ xclock &
[1] 5369
student@ubdesk1804:~$ ps -fx | tail -5
  5354 ?        Ssl    0:00  \_ /usr/lib/gnome-terminal/gnome-terminal-server
  5361 pts/0    Ss     0:00      \_ bash
  5369 pts/0    S      0:00          \_ xclock
  5372 pts/0    R+     0:00          \_ ps -fx
  5373 pts/0    S+     0:00          \_ tail -5
student@ubdesk1804:~$
```

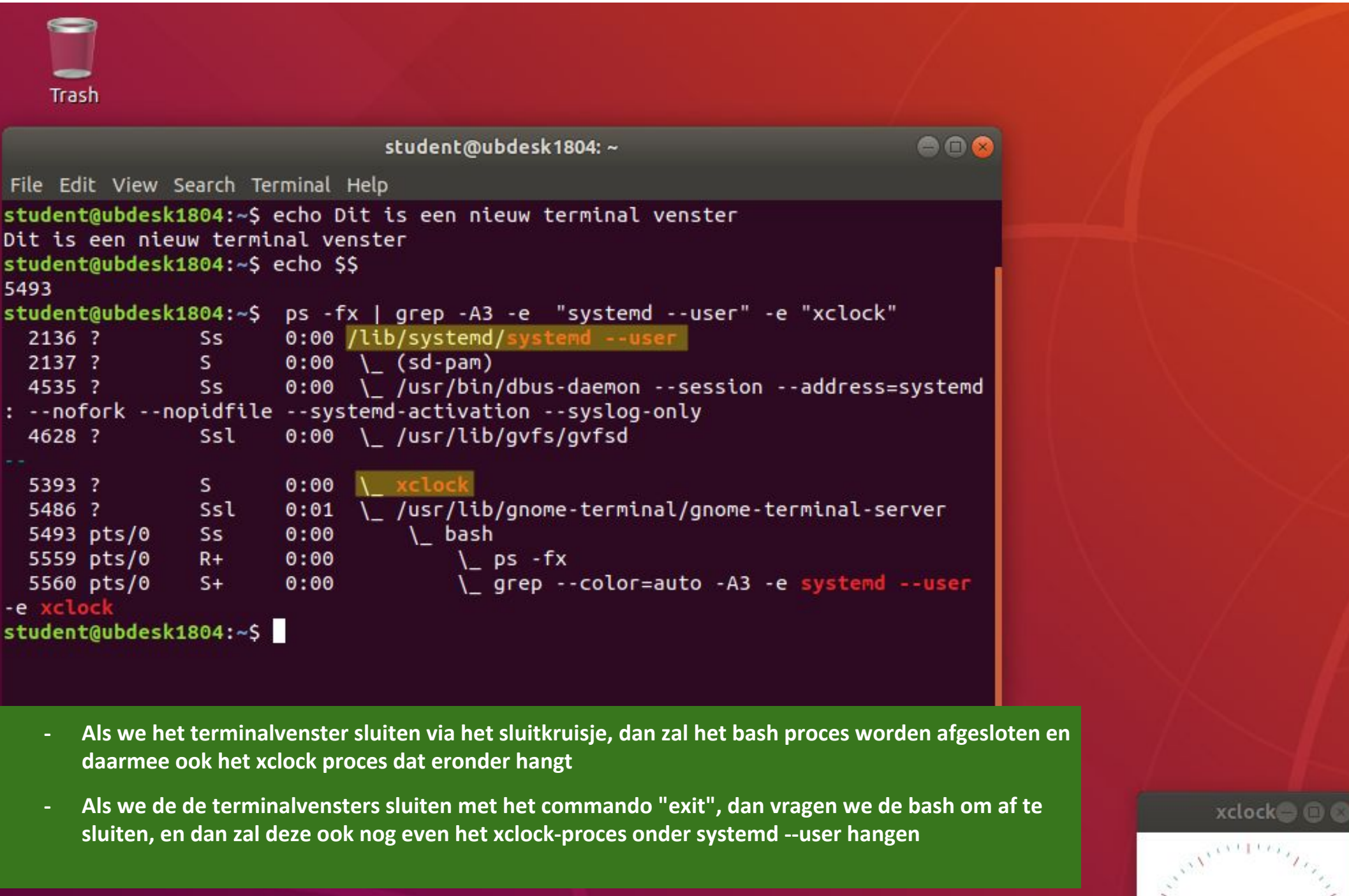
xclock

```
student@ubdesk1804: ~
File  Edit  View  Search  Terminal  Help
student@ubdesk1804:~$ echo $$
5385
student@ubdesk1804:~$ nohup xclock &
[1] 5393
student@ubdesk1804:~$ nohup: ignoring input and appending output to 'nohup.out'

student@ubdesk1804:~$ ps -fx | tail -8
  4944 ?        Sl     0:00  |   \_ /usr/lib/evolution/evolution-addressbook-fac
tory-subprocess --factory all --bus-name org.gnome.evolution.dataserver.Subproce
ss.Backend.AddressBookx4933x2 --own-path /org/gnome/evolution/dataserver/Subproc
ess/Backend/AddressBook/4933/2
  5354 ?        Ssl    0:01  \_ /usr/lib/gnome-terminal/gnome-terminal-server
  5361 pts/0    Ss+    0:00      \_ bash
  5369 pts/0    S      0:00      |   \_ xclock
  5385 pts/1    Ss     0:00      \_ bash
  5393 pts/1    S      0:00          \_ xclock
  5446 pts/1    R+     0:00          \_ ps -fx
  5447 pts/1    S+     0:00          \_ tail -8
```

xclock

We sluiten beide terminalvensters via sluitkruisje -> het nohup-process blijft draaien, maar heeft nu de systemd (op



- **Als we het terminalvenster sluiten via het sluitkruisje, dan zal het bash proces worden afgesloten en daarmee ook het xclock proces dat eronder hangt**
- **Als we de de terminalvensters sluiten met het commando "exit", dan vragen we de bash om af te sluiten, en dan zal deze ook nog even het xclock-proces onder systemd --user hangen**

Basic Process Management

fork vs exec

Een programma wil een nieuw proces starten dat gelijktijdig uitgevoerd wordt met het proces van het programma zelf.

→ **fork**: een process maakt een kopie van zichzelf.

Dit is een nieuw proces dat een exacte kopie is van het proces dat de opdracht gaf een fork uit te voeren, het enige verschil is de PID.

Het child process wordt meteen gestart en begint met de eerstvolgende instructie na de fork. Ook het parent process gaat verder met de uitvoering en met de eerstvolgende instructie na de fork. Er lopen nu dus twee vrijwel identieke processen die alleen een andere PID hebben.

→ **exec:** vervangt het programma dat het huidige proces uitvoert. Er wordt dus geen nieuw proces gestart, maar het huidige proces start een ander programma.

Basic Process Management

- **fork and exec**

fork →

exec →

```
student@ubuntudesktop01:~$ echo $$
2529
student@ubuntudesktop01:~$ sh
$ echo $$ $PPID
3009 2529
$ exec bash
student@ubuntudesktop01:~$ echo $$ $PPID
3009 2529
student@ubuntudesktop01:~$ exit
exit
student@ubuntudesktop01:~$ echo $$
2529
```

sh heeft als prompt standaard enkel het $-teken

Basic Process Management

- **Werken met ps**

man ps

```
PS(1)                          User Commands                          PS(1)

NAME
       ps - report a snapshot of the current processes.
```

```
student@ubuntudesktop01:~$ ps ax | head -4
    PID TTY      STAT   TIME COMMAND
      1 ?        Ss     0:02 /sbin/init splash
      2 ?        S      0:00 [kthreadd]
      4 ?        I<     0:00 [kworker/0:0H]
```

```
student@ubuntudesktop01:~$ ps --pid 1 -o pid,cmd,comm
    PID CMD                         COMMAND
      1 /sbin/init splash           systemd
```

Basic Proces
Managemer

- **Werken met ps**

```
student@ubuntudesktop01:~$ echo $$ $PPID
2529 2514
student@ubuntudesktop01:~$ bash
student@ubuntudesktop01:~$ echo $$ $PPID
3097 2529
student@ubuntudesktop01:~$ bash
student@ubuntudesktop01:~$ echo $$ $PPID
3105 3097
student@ubuntudesktop01:~$ ps f
    PID TTY      STAT   TIME COMMAND
   2529 pts/0    Ss     0:00 bash
   3097 pts/0    S      0:00  \_ bash
   3105 pts/0    S      0:00      \_ bash
   3113 pts/0    R+     0:00          \_ ps f
```

```
student@ubuntudesktop01:~$ exit
exit
student@ubuntudesktop01:~$ ps f
    PID TTY      STAT   TIME COMMAND
   2529 pts/0    Ss     0:00 bash
   3097 pts/0    S      0:00  \_ bash
   3114 pts/0    R+     0:00      \_ ps f
```

```
student@ubuntudesktop01:~$ exit
exit
student@ubuntudesktop01:~$ ps f
    PID TTY      STAT   TIME COMMAND
   2529 pts/0    Ss     0:00 bash
   3115 pts/0    R+     0:00  \_ ps f
```

met ps f -f zie je er ook de PID en PPID bij

Basic Process Management

pgrep

processen op naam zoeken

```
student@ubdesk1804:~$ sleep 1000 &
[1] 5774
student@ubdesk1804:~$ sleep 2000 &
[2] 5775
student@ubdesk1804:~$ pgrep sleep
5774
5775
student@ubdesk1804:~$ pgrep sleep -l
5774 sleep
5775 sleep
student@ubdesk1804:~$ pgrep sleep -a
5774 sleep 1000
5775 sleep 2000
student@ubdesk1804:~$ ps -C sleep
   PID TTY          TIME CMD
  5774 pts/0    00:00:00 sleep
  5775 pts/0    00:00:00 sleep
student@ubdesk1804:~$
```

het commando van een proces ook tonen

het kan ook met het ps-commando met
-C <command>

Basic Process Management

top

Ordent processen naargelang gebruik van CPU of andere properties.

```
top - 15:50:29 up 22 min,  1 user,  load average: 0,01, 0,05, 0,13
Tasks: 265 total,   1 running, 201 sleeping,   0 stopped,   0 zombie
%Cpu(s):  0,0 us,  0,7 sy,  0,0 ni, 99,3 id,  0,0 wa,  0,0 hi,  0,0 si,  0,0 st
KiB Mem :  2017284 total,   127056 free,  1250416 used,   639812 buff/cache
KiB Swap:   969960 total,   964316 free,     5644 used.   577196 avail Mem

  PID USER      PR  NI    VIRT    RES    SHR S %CPU %MEM     TIME+ COMMAND
 1263 root      20   0  193384  11252   8832 S  0,3  0,6   0:01.77 vmtoolsd
 1958 student   20   0  441620  68204  35904 S  0,3  3,4   0:05.73 Xorg
 2091 student   20   0 2971884 171844  75728 S  0,3  8,5   0:19.90 gnome-shell
 3126 student   20   0   51316   4360   3636 R  0,3  0,2   0:00.06 top
    1 root      20   0  225552   8124   5956 S  0,0  0,4   0:02.96 systemd
    2 root      20   0       0      0      0 S  0,0  0,0   0:00.00 kthreadd
    4 root       0 -20       0      0      0 I  0,0  0,0   0:00.00 kworker/0:+
    6 root       0 -20       0      0      0 I  0,0  0,0   0:00.00 mm_percpu_+
```

h → help q → quit

Signalling Processes

`kill`

Process stoppen.

```
student@ubuntudesktop01:~$ sleep 1000 &
[1] 3134
student@ubuntudesktop01:~$ ps -f
UID          PID    PPID  C STIME TTY          TIME CMD
student     2529    2514  0 15:29 pts/0    00:00:00 bash
student     3134    2529  0 15:53 pts/0    00:00:00 sleep 1000
student     3135    2529  0 15:53 pts/0    00:00:00 ps -f
student@ubuntudesktop01:~$ kill 3134
[1]+  Terminated              sleep 1000
student@ubuntudesktop01:~$ ps -f
UID          PID    PPID  C STIME TTY          TIME CMD
student     2529    2514  0 15:29 pts/0    00:00:00 bash
student     3137    2529  0 15:53 pts/0    00:00:00 ps -f
```

kill 3134 = kill -15 3134 = kill -s (SIG)TERM 3134

Signalling Processes

list signals

Draaiende processen kunnen signals ontvangen van andere processen of van users.

`kill -l` (letter l)

```
student@ubuntudesktop01:~$ kill -l
 1) SIGHUP       2) SIGINT       3) SIGQUIT      4) SIGILL       5) SIGTRAP
 6) SIGABRT      7) SIGBUS       8) SIGFPE       9) SIGKILL     10) SIGUSR1
11) SIGSEGV     12) SIGUSR2     13) SIGPIPE     14) SIGALRM     15) SIGTERM
16) SIGSTKFLT   17) SIGCHLD     18) SIGCONT     19) SIGSTOP     20) SIGTSTP
21) SIGTTIN     22) SIGTTOU     23) SIGURG      24) SIGXCPU     25) SIGXFSZ
26) SIGVTALRM   27) SIGPROF     28) SIGWINCH    29) SIGIO       30) SIGPWR
31) SIGSYS      34) SIGRTMIN    35) SIGRTMIN+1  36) SIGRTMIN+2  37) SIGRTMIN+3
38) SIGRTMIN+4  39) SIGRTMIN+5  40) SIGRTMIN+6  41) SIGRTMIN+7  42) SIGRTMIN+8
43) SIGRTMIN+9  44) SIGRTMIN+10 45) SIGRTMIN+11 46) SIGRTMIN+12 47) SIGRTMIN+13
48) SIGRTMIN+14 49) SIGRTMIN+15 50) SIGRTMAX-14 51) SIGRTMAX-13 52) SIGRTMAX-12
53) SIGRTMAX-11 54) SIGRTMAX-10 55) SIGRTMAX-9  56) SIGRTMAX-8  57) SIGRTMAX-7
58) SIGRTMAX-6  59) SIGRTMAX-5  60) SIGRTMAX-4  61) SIGRTMAX-3  62) SIGRTMAX-2
63) SIGRTMAX-1  64) SIGRTMAX
```

Signalling Processes

`kill -1` **`(cijfer 1)`**

`SIGHUP`

Process laten weten dat het de configuratiefile moet herlezen.

→ Afhankelijk van het proces kan dit wel of niet.
Sommige processen moeten gestopt en gestart worden.
Zie documentatie van het programma/daemon!

Signalling Processes

`kill -15`

`SIGTERM`

standard kill

Wordt uitgevoerd als er geen signal wordt meegegeven.
Er wordt vriendelijk gevraagd aan het proces of het zich wil afsluiten. Het proces kan nog eerst een cleanup doen.

`kill -9`

`SIGKILL`

sure kill

Wordt niet naar het proces gestuurd, maar naar de kernel.
De kernel zal het proces stoppen! Er is geen kans tot cleanup.

Signalling Processes

`kill -19`

`SIGSTOP`

Met `SIGSTOP` wordt een proces gepauzeerd (suspended).

Zo'n proces gebruikt geen cpu cycles, maar blijft in het geheugen. Je kan dit signaal sturen met CTRL-Z.

`kill -18`

`SIGCONT`

Een gepauzeerd proces kan terug gereanimeerd worden met `SIGCONT.`

Signalling Processes

`kill -2`

`SIGINT`

Met `SIGINT` wordt een proces beëindigd/afgebroken (interrupt).

We doen dit via **Ctrl-C**, waarbij het actieve (foreground) proces wordt afgebroken.

zie ook:

`man 7 signal`

Signalling Processes

`pkill`

`pkill slee`
zou ook gaan, want
pkill werkt met pattern matching

```
student@ubuntudesktop01:~$ pgrep sleep
3148
3149
student@ubuntudesktop01:~$ pkill sleep
[1]-  Terminated              sleep 1000
[2]+  Terminated              sleep 2000
```

`killall`

stuurt SIGTERM naar alle processen met de opgegeven naam (geen pattern matching)

```
student@ubuntudesktop01:~$ sleep 1000 &
[1] 3152
student@ubuntudesktop01:~$ sleep 1500 &
[2] 3153
student@ubuntudesktop01:~$ jobs
[1]-  Running                 sleep 1000 &
[2]+  Running                 sleep 1500 &
student@ubuntudesktop01:~$ killall sleep
[1]-  Terminated              sleep 1000
[2]+  Terminated              sleep 1500
```

Priority and Nice Values

Ieder process heeft een priority en een nice waarde.

Hogere nice waarde = hogere priority waarde

Hogere priority waarde = minder CPU tijd

Je kan dit beïnvloeden met `nice` en `renice`

De verhouding tussen nice, priority en de overeenkomstige CPU-tijd is niet éénduidig en hangt af van dynamische factoren zoals het aantal processen en moeilijke wiskundige formules. Er is dus geen vaste relatie.

Priority and Nice Values

We bekijken met “top” vier processen die elk evenveel CPU innemen en samen 100% van de CPU innemen

top zonder argumenten uitgevoerd

```
top - 16:24:38 up  5:33,  3 users,  load average: 1,83, 0,69, 0,34
Tasks: 318 total,   3 running, 313 sleeping,   2 stopped,   0 zombie
%Cpu(s): 38,2 us, 61,8 sy,  0,0 ni,  0,0 id,  0,0 wa,  0,0 hi,  0,0 si,  0,0 st
KiB Mem:   1010460 total,   887128 used,   123332 free,     6976 buffers
KiB Swap:  1046524 total,    60692 used,   985832 free.   170888 cached Mem

  PID USER      PR  NI    VIRT    RES    SHR S %CPU %MEM     TIME+ COMMAND
 3841 student   20   0   11668    616    520 S 23,1  0,1   0:38.57 proj33
 3850 student   20   0   11668    616    520 R 23,1  0,1   0:38.57 proj33
 3853 student   20   0   11668    616    520 R 23,1  0,1   0:17.18 proj42
 3855 student   20   0   11668    616    520 S 22,8  0,1   0:17.17 proj42
```

CPU idle time is 0.0

Onze processen gebruiken de volledige CPU-kracht

Priority and Nice Values

top -p

Monitoring van specifieke processen

```
top -p 3841,3850,3853,3855
```

PID	USER	PR	NI	VIRT	RES	SHR	S	%CPU	%MEM	TIME+	COMMAND
3841	**student**	**20**	**0**	**11668**	**616**	**520**	**R**	**22,6**	**0,1**	**12:27.83**	**proj33**
3850	student	20	0	11668	616	520	S	22,3	0,1	12:27.82	proj33
3853	**student**	**20**	**0**	**11668**	**616**	**520**	**R**	**22,3**	**0,1**	**12:06.43**	**proj42**
3855	**student**	**20**	**0**	**11668**	**616**	**520**	**R**	**22,3**	**0,1**	**12:06.44**	**proj42**

4 processen – zelfde prioriteit – moeten vechten voor processortijd

Priority and Nice Values

renice

Met renice kan je de nice waarde wijzigen van draaiende processen.
Hier +8 voor de proj33-processen

```
student@UbuntuDesktop:~/procs$ renice +8 3841
3841 (process ID) old priority 0, new priority 8
student@UbuntuDesktop:~/procs$ renice +8 3850
3850 (process ID) old priority 0, new priority 8
```

Normale users kunnen een nice waarde toevoegen van 0 tot 19 aan hun eigen processen.
Enkel root kan negatieve nice waarden toekennen tot -20.
(Voorzichtig zijn met negatieve nice waarden !!)

Verlagen van een nice waarde dient ook steeds te gebeuren als root!

Priority and Nice Values

impact of nice values

```
top -p 3841,3850,3853,3855
```

PID	USER	PR	NI	VIRT	RES	SHR	S	%CPU	%MEM	TIME+	COMMAND
3853	**student**	**20**	**0**	**11668**	**616**	**520**	**R**	**42,3**	**0,1**	**16:17.74**	**proj42**
3855	student	20	0	11668	616	520	S	42,3	0,1	16:17.75	proj42
3841	**student**	**28**	**8**	**11668**	**616**	**520**	**R**	**7,0**	**0,1**	**13:44.30**	**proj33**
3850	student	28	8	11668	616	520	S	7,0	0,1	13:43.94	proj33

Priority and Nice Values

`nice`

nice werkt hetzelfde als renice, maar wordt gebruikt bij het starten van een proces. Hier zien we de standaardwaarde.

```
student@ubuntudesktop01:~$ xclock &
[1] 3570
```

```
top -p 3570
```

```
top - 16:09:56 up 41 min,  1 user,  load average: 0,03, 0,02, 0,05
Tasks:   1 total,   0 running,   1 sleeping,   0 stopped,   0 zombie
%Cpu(s):  0,3 us,  0,3 sy,  0,0 ni, 99,3 id,  0,0 wa,  0,0 hi,  0,0 si,  0,0 st
KiB Mem :  2017284 total,   392372 free,  1191784 used,   433128 buff/cache
KiB Swap:   969960 total,   903644 free,    66316 used.   656788 avail Mem

  PID USER      PR  NI    VIRT    RES    SHR S %CPU %MEM     TIME+ COMMAND
 3570 student   20   0   78452   7936   6876 S  0,0  0,4   0:00.00 xclock
```

standaard waarden

Priority and Nice Values

nice

```
student@ubuntudesktop01:~$ nice -n 8 xclock &
[2] 3572
```

top -p 3572

```
top - 16:11:44 up 43 min,  1 user,  load average: 0,00, 0,01, 0,04
Tasks:   1 total,   0 running,   1 sleeping,   0 stopped,   0 zombie
%Cpu(s):  0,7 us,  0,7 sy,  0,0 ni, 98,6 id,  0,0 wa,  0,0 hi,  0,0 si,  0,0 st
KiB Mem :  2017284 total,   389512 free,  1194524 used,   433248 buff/cache
KiB Swap:   969960 total,   903644 free,    66316 used.   654024 avail Mem

  PID USER      PR  NI    VIRT    RES    SHR S %CPU %MEM     TIME+ COMMAND
 3572 student   28   8   78448   7920   6864 S  0,0  0,4   0:00.00 xclock
```

Background Processes

jobs

jobs toont de jobs (processen) die in de background draaien in je huidige shell.

→ opletten dus met meerdere terminalvensters in de GUI

```
student@ubuntudesktop01:~$ jobs
student@ubuntudesktop01:~$
```

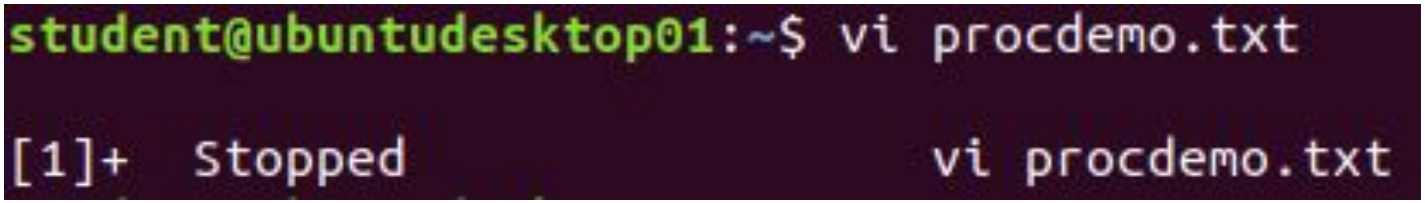
Standaard draaien er geen jobs in de background.

Background Processes

control-Z

Sommige processen kan je pauzeren (stoppen) naar de background met ctrl-Z

→ `SIGSTOP`



Background Processes

& ampersand

Processen die gestart worden met een & achteraan, worden naar de background gebracht waar ze blijven uitvoeren

Ook deze jobs kunnen getoond worden met het commando jobs.

```
student@ubuntudesktop01:~$ find / > allfiles.txt 2> /dev/null &
[2] 3579
student@ubuntudesktop01:~$ jobs
[1]+  Stopped                 vi procdemo.txt
[2]-  Running                 find / > allfiles.txt 2> /dev/null &
```

Background Processes

jobs -p of jobs -l

Om de PID van de background processen te tonen.

```
student@ubuntudesktop01:~$ sleep 500 &
[1] 3585
student@ubuntudesktop01:~$ sleep 400 &
[2] 3586
student@ubuntudesktop01:~$ jobs -p
3585
3586
student@ubuntudesktop01:~$ jobs -l
[1]-  3585 Running                 sleep 500 &
[2]+  3586 Running                 sleep 400 &
```

Background Processes

fg

Om een background proces naar de foreground te brengen en opnieuw door te laten uitvoeren.

De parameter is het nummer van de background job.

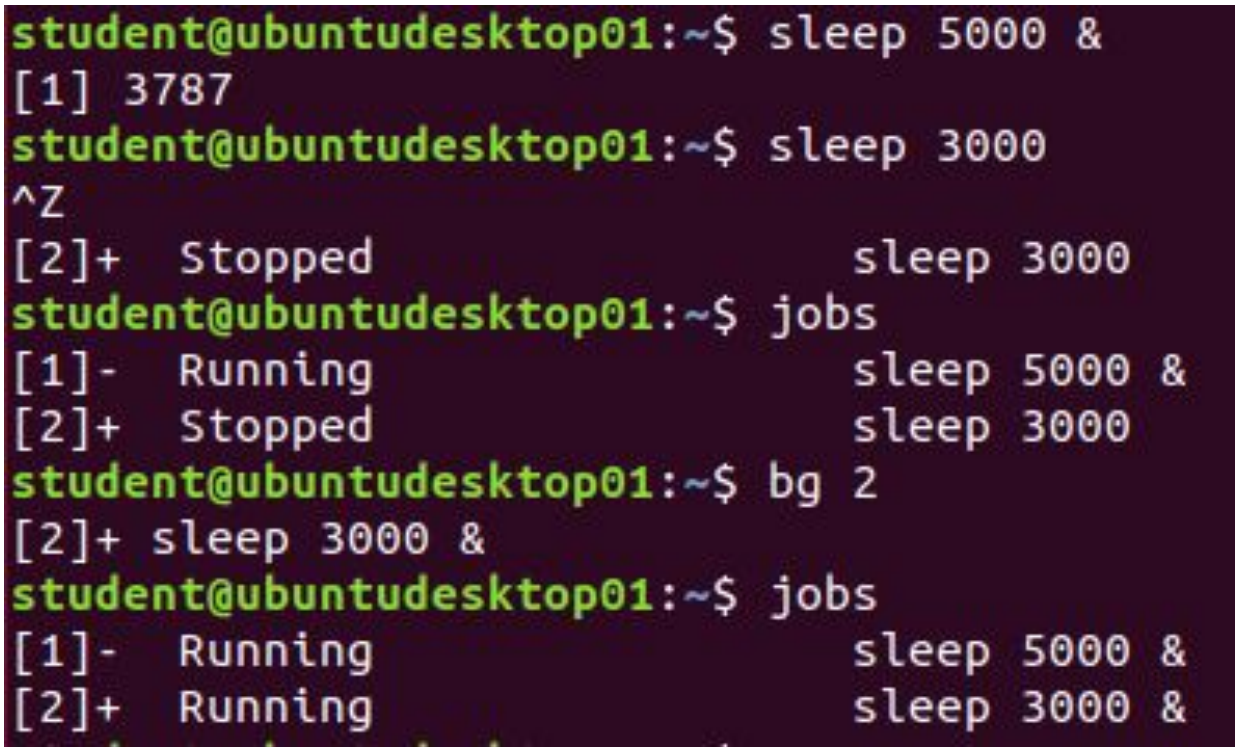
```
student@ubuntudesktop01:~$ jobs
[1]   Running                 sleep 1000 &
[2]-  Running                 sleep 1000 &
[3]+  Running                 sleep 2000 &
student@ubuntudesktop01:~$ fg 3
sleep 2000
```

fg, voor een resume in foreground, van een suspended process kan uiteraard ook.

Background Processes

bg

Om een background proces dat gepauzeerd is terug te starten en op de background te houden.



Background Processes

SIGSTOP (19) en SIGCONT (18)

Om een background proces dat runt op de achtergrond opnieuw te pauzeren.

```
student@ubuntudesktop01:~$ sleep 1000 &
[1] 3793
student@ubuntudesktop01:~$ jobs
[1]+  Running                 sleep 1000 &
student@ubuntudesktop01:~$ kill -19 3793
student@ubuntudesktop01:~$ jobs
[1]+  Stopped                 sleep 1000
student@ubuntudesktop01:~$ kill -18 3793
student@ubuntudesktop01:~$ jobs
[1]+  Running                 sleep 1000 &
```

OF: bg 1

Background Processes

Plus- en minteken bij jobs

Plusteken betekent het laatste proces dat naar de achtergrond is gebracht en is het default proces.

→ als men geen jobnr opgeeft, zal het default proces aangesproken worden

Minteken betekent het voorlaatste proces dat naar de achtergrond is gebracht en krijgt het plusteken als het huidig default-proces (+) eindigt.

%- duidt het proces aan met het minteken

```
student@ubuntudesktop01:~$ sleep 1000 &
[1] 3797
student@ubuntudesktop01:~$ sleep 2000 &
[2] 3798
student@ubuntudesktop01:~$ sleep 3000 &
[3] 3799
student@ubuntudesktop01:~$ jobs
[1]   Running                 sleep 1000 &
[2]-  Running                 sleep 2000 &
[3]+  Running                 sleep 3000 &
student@ubuntudesktop01:~$ fg
sleep 3000
^Z
[3]+  Stopped                 sleep 3000
student@ubuntudesktop01:~$ jobs
[1]   Running                 sleep 1000 &
[2]-  Running                 sleep 2000 &
[3]+  Stopped                 sleep 3000
student@ubuntudesktop01:~$ fg %-
sleep 2000
^Z
[2]+  Stopped                 sleep 2000
student@ubuntudesktop01:~$
```