

5

Inițializarea sistemului de operare

3 noiembrie 2008

“What boots up must come down.”

“Regression testing”? What's that? If it compiles, it is good, if it boots up it is perfect.”

Linus Torvalds

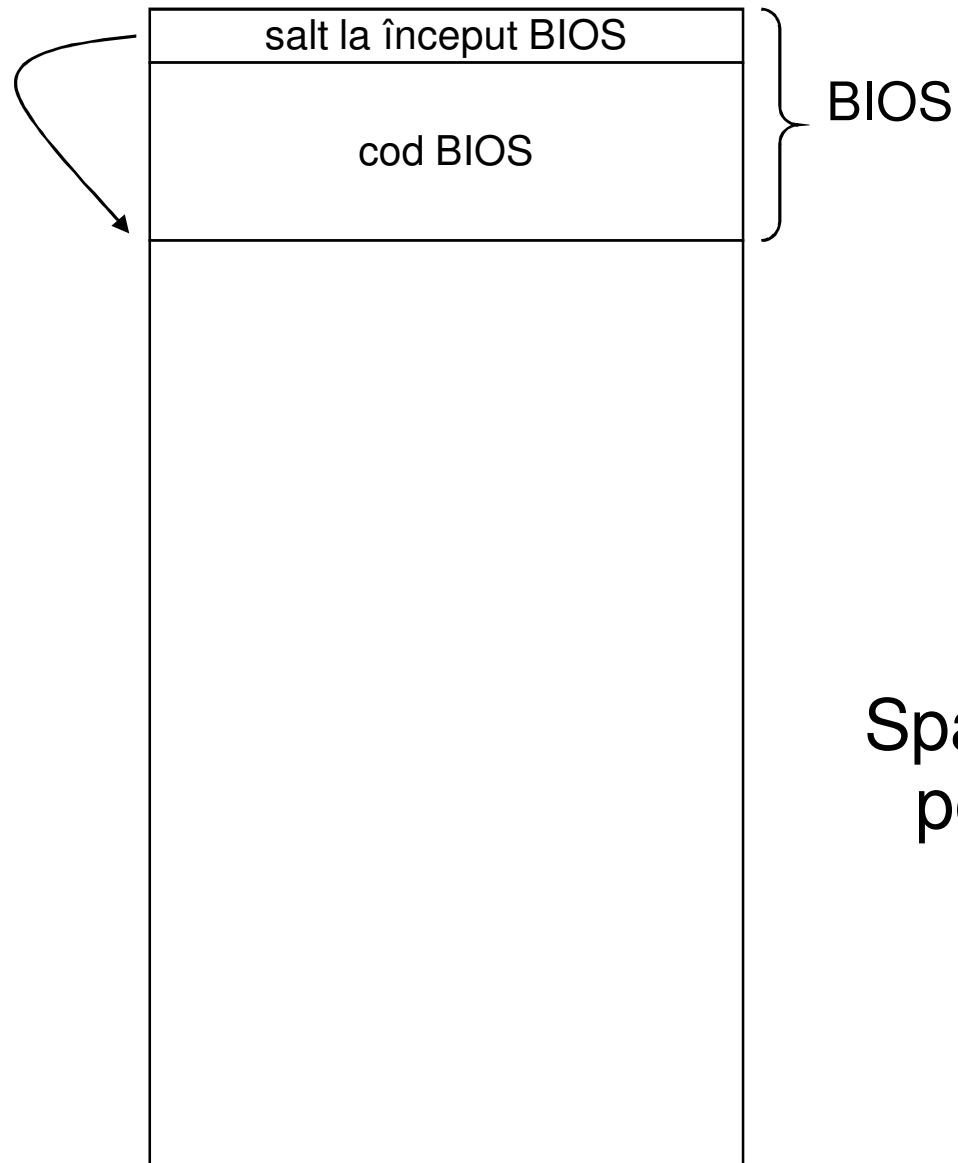
- Ce înseamnă booting?
 - Procesul de pornire a sistemului de operare, după pornirea sistemului de calcul
- Alte denumiri
 - Bootup
 - Bootstrapping
- Bootstrapping
 - Pornirea sistemului de operare fără ca un sistem de operare să fie deja prezent
 - Problemă de tip “Oul și gaina”
 - Baronul de Munchhausen s-a ridicat din mare cu ajutorul baretelor cizmelor (boot straps)

- Sistemele de calcul pot executa cod numai dacă acesta este prezent în memorie
- Sistemele de operare sunt stocate pe dispozitive nevolatile (harddisk-uri, Live CD-uri, USB flash drive, floppy disk-uri, etc.)
- La pornirea sistemului nu există un sistem de operare în memorie

- Hardware-ul nu poate încărca “din prima” întreg sistemul de operare
- **bootstrap loader** – pentru încărcarea și pornirea sistemului de operare
- Bootstrap loader-ul poate avea mai multe faze
 - un program încarcă un program mai complex, până la încărcarea completă a sistemului de operare

- În general, un model comun pentru toate arhitecturile
- Arhitectura x86
 1. BIOS – Basic Input Output System
 2. Boot sector (Master Boot Record)
 3. Boot loader (second-stage boot loader)
 4. Încărcare kernel & drivere
 5. Pornire init
 6. Pornire daemoni din scripturile de inițializare
 7. Pornire programe de login și așteptare autentificare utilizator

- După pornirea/repornirea sistemului procesorul este adus într-o stare predefinită
 - Registrele procesorului au o valoare determinată
- Se execută instrucțiunile de la o adresă specifică în memorie
- În general, este vorba de o adresă de salt la o secțiune de cod BIOS
- Se execută instrucțiunile BIOS



Spațiu de adresare
pentru procesor

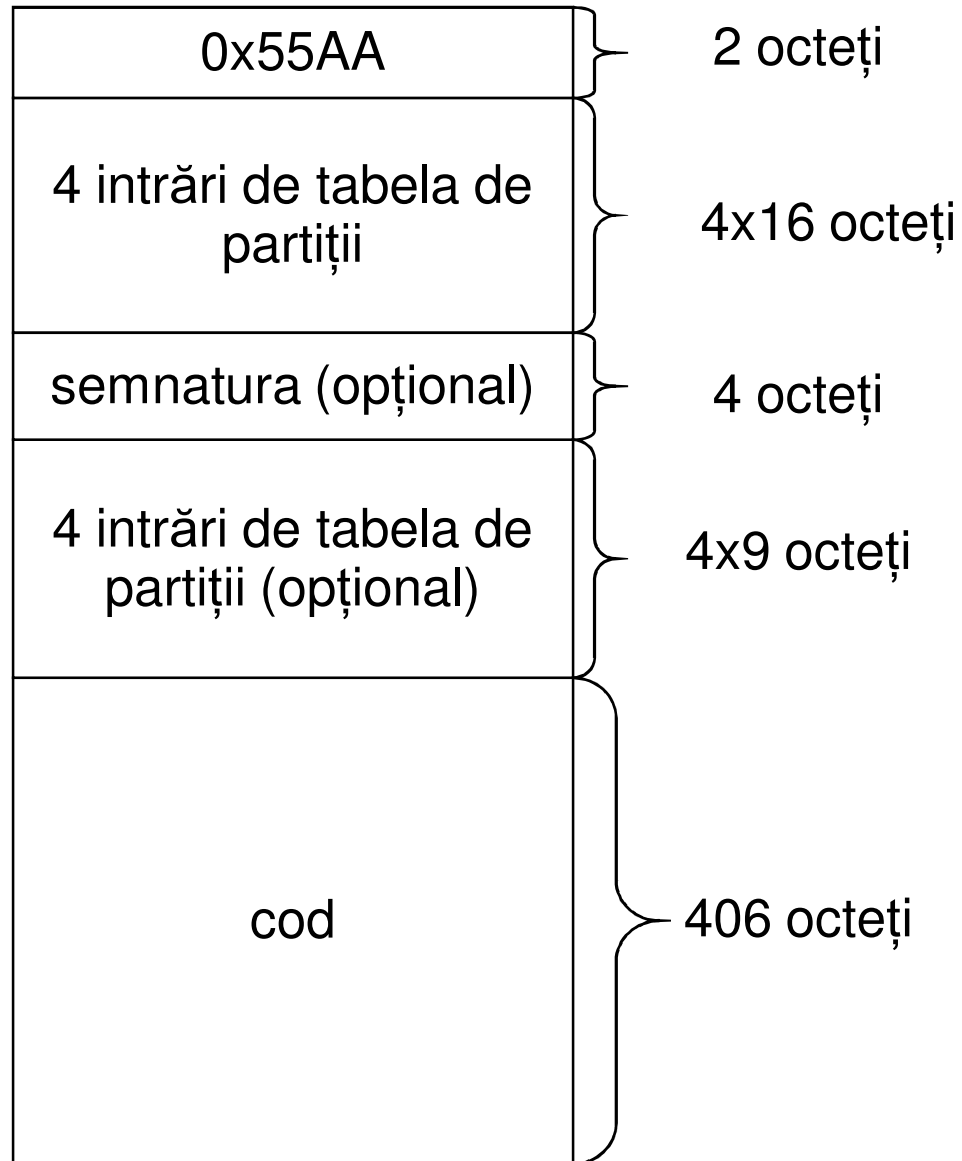
PhoenixBIOS Setup Utility							
Main	Advanced	Power	Boot	Exit			
+Removable Devices CD-ROM Drive +Hard Drive				Item Specific Help Keys used to view or configure devices: <Enter> expands or collapses devices with a + or - <Ctrl+Enter> expands all <Shift + 1> enables or disables a device. <+> and <-> moves the device up or down. <n> May move removable device between Hard Disk or Removable Disk <d> Remove a device that is not installed.			
F1	Help	↑↓	Select Item	-/+	Change Values	F9	Setup Defaults
Esc	Exit	↔	Select Menu	Enter	Select ► Sub-Menu	F10	Save and Exit

- Basic Input Output System
- Cod executat la pornirea sistemului de calcul
- Recunoașterea și inițializarea diverselor dispozitive ce formează un calculator
- Denumire specifică PC
- Pentru alte arhitecturi
 - **boot monitor**
 - **boot loader**
 - **boot ROM**

- Unde se găsește BIOS-ul?
 - Pe un chip de memorie de pe placa de bază (PROM, EPROM, flash memory)
- Rolurile BIOS-ului
 - POST (Power-On Self-Test)
 - verificarea integrității memoriei
 - descoperirea și identificarea magistralelor și dispozitivelor
 - erorile sunt transmise în forma unor sunete (beep)
 - Execuția (opțională) a unui program de configurare
 - interacțiune cu memoria BIOS nevolatilă (CMOS)

- BIOS (CMOS) -> selectarea ordinii dispozitivelor bootabile
- Când este un dispozitiv bootabil?
 - primul sector (“sector zero”) din acel dispozitiv (hard disk, CD, USB flash) este un sector bootabil
 - sectorul se numeste și Master Boot Record (MBR)
- Când este un sector bootabil?
 - la sfârșitul său se găsește codul 0x55AA (2 octeți)

- Există un singur MBR per dispozitiv
- Care este rolul MBR?
 - identificarea partițiilor de sistem
 - transmiterea controlului către VBR (Volume Boot Record) al partiției active
- VBR
 - unic per partiție
 - încărcarea sistemului de operare de pe acea partiție



- Copie locală a MBR folosind dd

```

anaconda:/home/razvan# dd if=/dev/hda of=mbr_copy count=1
1+0 records in
1+0 records out
512 bytes transferred in 0.000445 seconds (1150361 bytes/sec)
anaconda:/home/razvan# od -x mbr_copy
0000000 48eb d090 00bc fb7c 0750 1f50 befc 7c1b
...
0000760 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 aa55

```

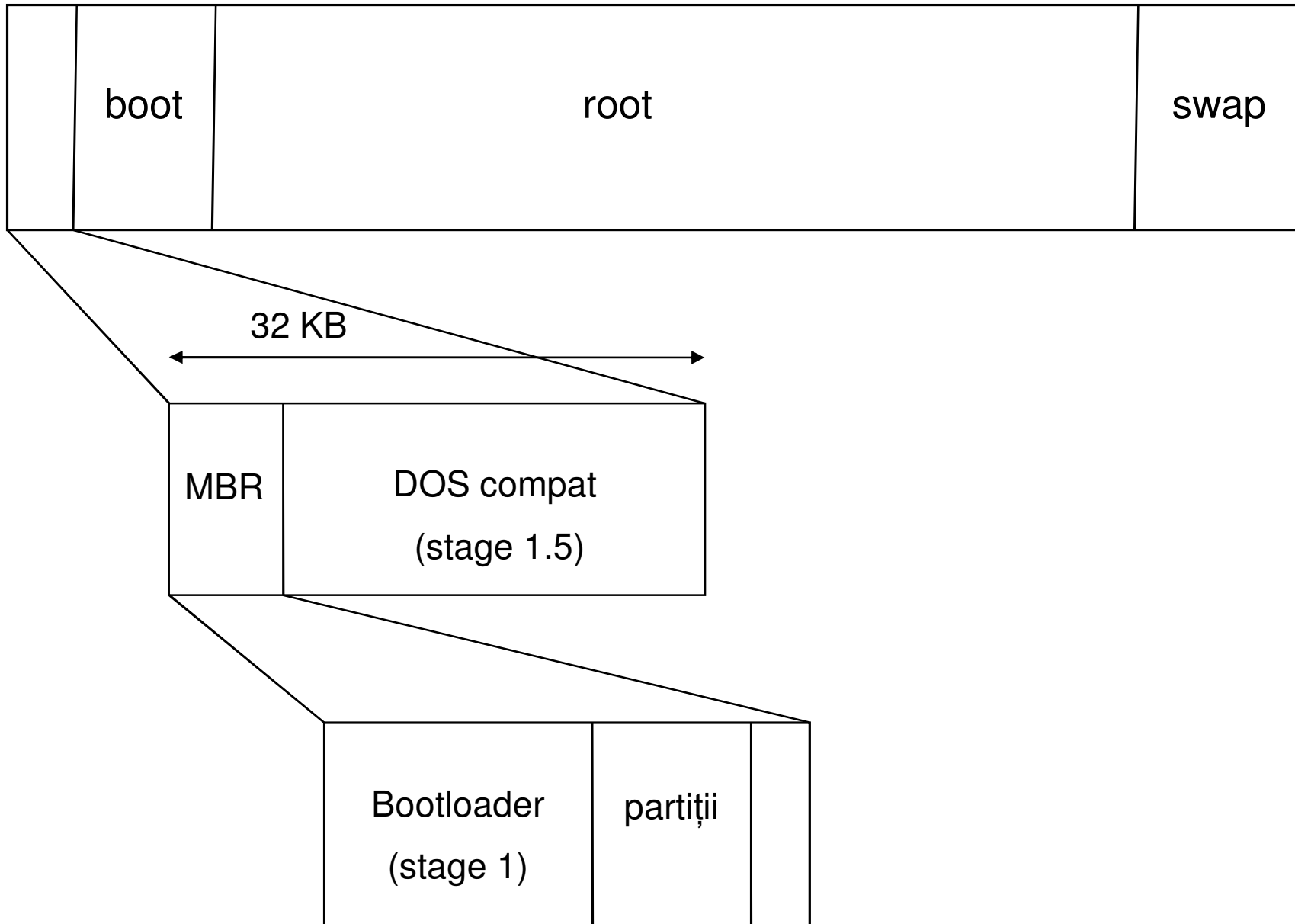
- De multe ori, MBR-ul este suprascris de **second-stage bootloader**
- Încărcarea VBR poartă numele de **chainloading**

- Pas intermediar în încărcarea sistemului de operare
- De ce avem nevoie de bootloader?
 - Optarea între mai multe sisteme de operare
 - Optarea pentru imagini de kernel diferite pentru același sistem de operare
- Exemple de bootloadere:
 - GRUB – GRand Unified Bootloader
 - LILO – Linux Loader
 - NTLoader

- Cel mai folosit bootloader în distribuțiile Linux
- Versiunea actuală – GRUB2 (încă în dezvoltare)
- Caracteristici:
 - configurare dinamică
 - interpretor de comenzi
 - editarea secvenței de boot
 - portabil
 - informații despre diverse sisteme de fișiere
 - încărcarea un sistem de operare prin intermediul rețelei

- Trei etape de boot
 - stage 1
 - localizat în MBR
 - doar încarcă Stage 1.5 (MBR este mic)
 - stage 1.5
 - primii 30KB de după MBR
 - Informații despre sistemul de fișiere
 - încarcă Stage 2
 - stage 2 oferă interfața de control către utilizator
 - după optare, se încarcă imaginea de nucleu și se transferă controlul acestuia
- Stage 1.5 rulează Stage2 având cunoștințe de sistem de fișiere

```
anaconda:/boot/grub# ls
device.map      fat_stage1_5   menu.lst       reiserfs_stage1_5  stage2
e2fs_stage1_5  jfs_stage1_5  minix_stage1_5  stage1             xfs_stage1_5
```



- Stage 2
 - fișierul /boot/grub/menu.lst
 - exemplu de intrare

```
title                Debian GNU/Linux, kernel 2.6.16.31
root                 (hd0,2)
kernel               /boot/vmlinuz-2.6.16.31 root=/dev/hda3 ro
savedefault
boot
```

title – titlul care apare în ecranul GRUB

root – rădăcina partiției de boot (/boot)

kernel – pornirea imaginii de kernel cu opțiuni

savedefault – în concordanță cu default saved (se bootează aceeași opțiune la o nouă repornire)

- Kernel loading (kernel boot)
- Două faze ulterioare încărcării nucleului
 - încărcarea **initrd** (initial ramdisk) (opțional)
 - pornirea efectivă a sistemului de operare
- **initrd**
 - fișier care este montat în RAM (ramdisk)
 - încărcarea driver-elor pentru sistemele de fisiere
 - se poate evita prin includerea driverelor în imaginea nucleului

```

anaconda:/boot# ls
System.map-2.4.27-2-386  config-2.6.8-2-686  initrd.img-2.6.8-2-686
System.map-2.6.8-2-686  grub                vmlinuz-2.4.27-2-386
config-2.4.27-2-386    initrd.img-2.4.27-2-386  vmlinuz-2.6.8-2-686
  
```

- Se poate folosi GRUB
 - în timp real (opțiune în ecranul de boot)
 - în fișierul de configurare

root – specificarea sistemului rădăcină pentru nucleu

ro, rw – sistemul de fișiere este încărcat read-only sau read-write

quiet – suprimă mesaje de jurnalizare

spash – folosește splash screen de boot

resume – pentru sistem suspendat (hibernate)

acpi – specificare opțiuni ACPI

- Ulterior încărcării (eventuale) a imaginii initrd
- Inițializare hardware și sisteme de gestiune
- Pași
 - detectarea CPU și a frecvenței de lucru
 - inițializarea hardware-ului de afișare
 - verificarea (probing) a magistralei PCI și a dispozitivelor atașate la aceasta
 - inițializarea sistemului de management al memoriei și pornirea **kswapd**
 - inițializarea dispozitivelor cu drivere compilate: hard-disk-uri IDE, porturi seriale, magistrala AGP, etc.
 - driverele nenecesare sunt încărcate ulterior (module de kernel)

- Montarea sistemului de fișiere rădăcină
- Încărcarea driverelor și modulele de kernel
- Pornirea primului proces
 - în mod implicit, se folosește **/sbin/init**
 - Parametrul **init=/cale/catre/executabil** transmis nucleului poate forța pornirea altui proces

- Afișarea mesajelor nucleului
 - nucleul Unix este verbose
- Vizualizarea și controlul bufferului de logging pentru kernel
- Bufferul se poate insepecta și din **/var/log/kern.log**

```
anaconda:/var/log# dmesg | grep -i agp
```

```
Linux agpgart interface v0.100 (c) Dave Jones
```

```
agpgart: Detected an Intel 845G Chipset.
```

```
agpgart: Maximum main memory to use for agp memory: 202M
```

```
agpgart: Detected 892K stolen memory.
```

```
agpgart: AGP aperture is 128M @ 0xf0000000
```

```
anaconda:/var/log# cat kern.log.0 | grep -i agp
```

```
Nov 29 16:21:04 localhost kernel: Linux agpgart interface v0.100 (c) Dave Jones
```

```
Nov 29 16:21:04 localhost kernel: agpgart: Detected an Intel 845G Chipset.
```

```
Nov 29 16:21:04 localhost kernel: agpgart: Maximum main memory to use for agp memory: 202M
```

```
Nov 29 16:21:04 localhost kernel: agpgart: Detected 892K stolen memory.
```

```
Nov 29 16:21:04 localhost kernel: agpgart: AGP aperture is 128M @ 0xf0000000
```

- module încărcabile (LKM – Loadable Kernel Modules)
- /etc/modules – listă de module încărcate la boot
- /etc/modules.conf – configurare module

```

ragnarok:/boot/grub# lsmod
[.]
lp                7108    0
ext3              88772   1
jbd               38036   1 ext3
[...]
parport_pc       16132   1
parport          13312   2 lp,parport_pc
ragnarok:/boot/grub# rmmod parport
ERROR: Module parport is in use by lp,parport_pc
ragnarok:/boot/grub# rmmod lp
ragnarok:/boot/grub# rmmod parport_pc
ragnarok:/boot/grub# rmmod parport

```

```
ragnarok:/boot/grub# insmod parport
```

```
insmod: can't read 'parport': No such file or directory
```

```
ragnarok:/boot/grub# insmod
```

```
/lib/modules/2.6.16.31/kernel/drivers/parport/parport.ko
```

```
ragnarok:/boot/grub# insmod lp
```

```
insmod: can't read 'lp': No such file or directory
```

```
ragnarok:/boot/grub# modprobe lp
```

```
ragnarok:/boot/grub# lsmod
```

Module	Size	Used by
parport_pc	16132	1
lp	7108	0
parport	13312	2 parport_pc,lp

```
ragnarok:/boot/grub# cat /proc/modules
```

```
parport_pc 16132 1 - Live 0xd095a000
```

```
lp 7108 0 - Live 0xd09c8000
```

```
parport 13312 2 parport_pc,lp, Live 0xd094b000
```

- Pornirea init marchează încărcarea nucleului
- Care este starea sistemului până la init?
 - nucleu încărcat
 - parte din hardware inițializată
 - sistemul de fișiere rădăcină încărcat
- init continuă activitatea nucleului
- Configurat, în mod implicit, în **/etc/inittab**
- upstart în Ubuntu (de la 6.10) & Fedora (de la v9)
 - un serviciu cu funcționalități asemănătoare și compatibil

- Cel puțin 3 informații esențiale
 - nivelul de rulare (runlevel) implicit de pornire
 - comanda pentru inițializarea de bază a sistemului
 - comenzile rulate la intrarea și ieșirea din anumite runlevel-uri

```
anaconda:/boot# head -30 /etc/inittab
```

```
id:2:initdefault:
```

```
...
```

```
si::sysinit:/etc/init.d/rcS
```

```
...
```

```
l0:0:wait:/etc/init.d/rc 0
```

```
...
```

```
l6:6:wait:/etc/init.d/rc 6
```

- Sintaxa unei intrări

```
id:runlevels:action:process
```

```
l5:5:wait:/etc/init.d/rc 5
```

- **Semnificație**
 - identificatorul este l5
 - în runlevel-ul 5 se execută scriptul /etc/init.d/rc cu argumentul 5
 - se așteaptă terminarea procesului
- Scriptul dat rulează scripturi din **/etc/rc5.d**

- /etc/rcN.d – scripturi de pornire sau oprire de daemoni

```

anaconda:/etc/rc1.d# ls
K01gdm          K20exim4      K20ssh        K85bind9      K91apache2
K11cron        K20inetd     K20vsftpd    K86ppp        S20single
K20courier-authdaemon K20lpd       K21fam       K89atd
K20courier-imap K20makedev   K79nfs-common K89klogd
K20dbus-1      K20mysql     K79quotarpc  K90sysklogd
K20dirmngr     K20postfix   K81portmap   K91apache

```

- Sintaxă nume
 - K | S – închidere/ponire serviciu
 - XY – ordinea de pornire (crescătoare) sau de oprire (descrescătoare)
 - Nume serviciu
- Pentru adăugarea unor opțiuni specifice – S99local

- **update-rc.d**
 - configurarea scripturilor de pornire în Debian
- Un utilitar mai facil este **sysv-rc-conf**

```

anaconda:/etc/rc5.d# apt-get install sysv-rc-conf
anaconda:/etc/rc5.d# sysv-rc-conf --list
apache          0:off      1:off      2:on       3:on       4:on       5:on       6:off
atd             0:off      1:off      2:on       3:on       4:on       5:on       6:off
...
anaconda:/etc/rc5.d# sysv-rc-conf --list gdm
gdm            0:off      1:off      2:on       3:on       4:on       5:on       6:off
anaconda:/etc/rc5.d# sysv-rc-conf --level 2 gdm off
anaconda:/etc/rc5.d# sysv-rc-conf --list gdm
gdm            0:off      1:off      2:off      3:on       4:on       5:on       6:off
anaconda:/etc/rc5.d# sysv-rc-conf --list vsftpd
vsftpd         0:off      1:off      2:on       3:on       4:on       5:on       6:off
anaconda:/etc/rc5.d# sysv-rc-conf --level 24 vsftpd off
anaconda:/etc/rc5.d# sysv-rc-conf --list vsftpd
vsftpd         0:off      1:off      2:off      3:on       4:off      5:on       6:off
anaconda:/etc/rc5.d# sysv-rc-conf --level 24 vsftpd on
anaconda:/etc/rc5.d# sysv-rc-conf --list vsftpd
vsftpd         0:off      1:off      2:on       3:on       4:on       5:on       6:off

```


- După rularea script-urilor de runlevel
- Descriere în fișierul `/etc/inittab`

```
anaconda:/etc# tail -20 /etc/inittab
[...]  
1:2345:respawn:/sbin/getty 38400 tty1  
2:23:respawn:/sbin/getty 38400 tty2  
3:23:respawn:/sbin/getty 38400 tty3  
4:23:respawn:/sbin/getty 38400 tty4  
5:23:respawn:/sbin/getty 38400 tty5  
6:23:respawn:/sbin/getty 38400 tty6  
[...]
```

- **respawn** – procesul este repornit după ce s-a încheiat

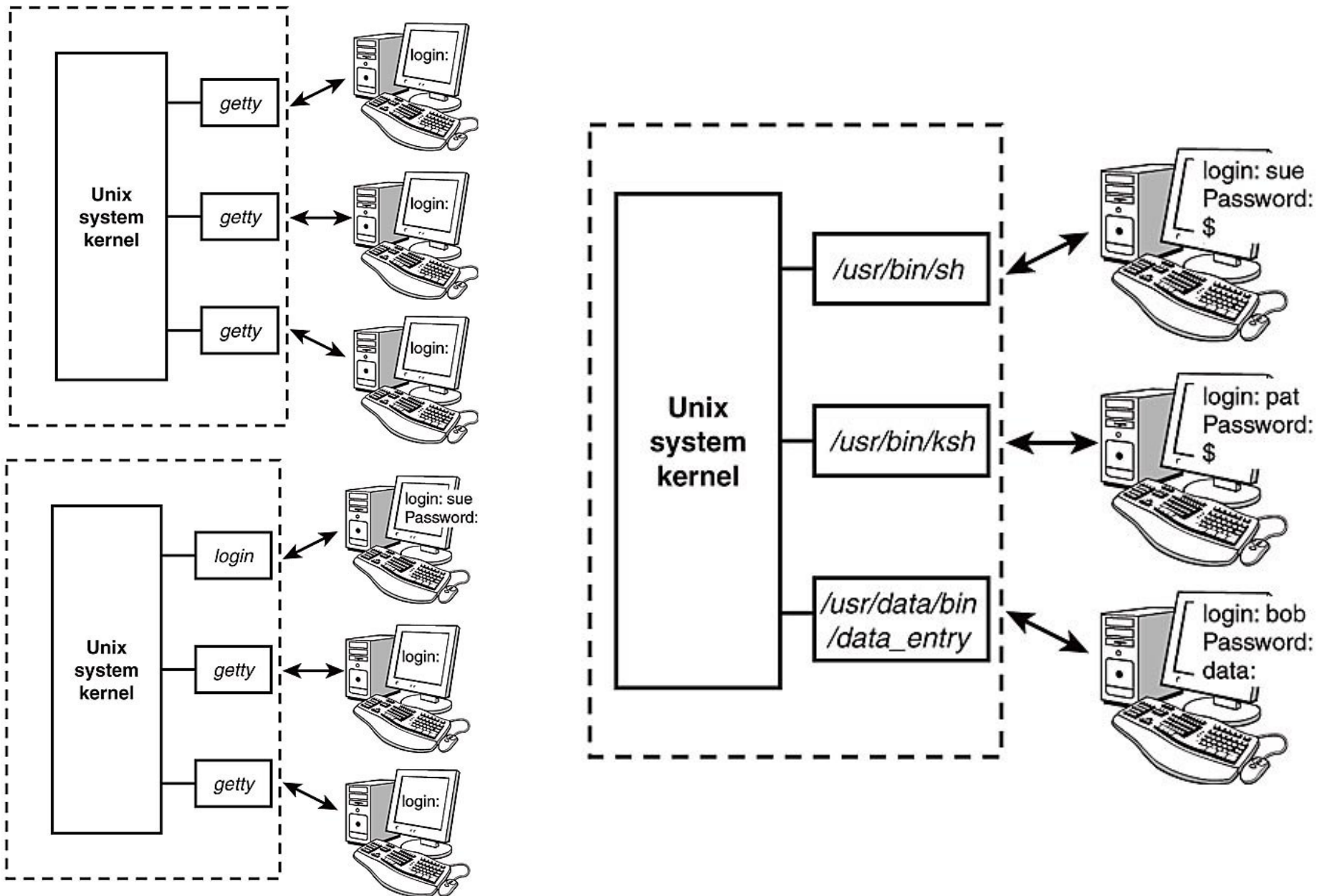
- tty – terminal teletype (Unix history)
- Deschiderea unui port tty
- Afișarea unui ecran de login utilizatorului în forma “login:”
- După introducerea username, se invocă, implicit, programul **/bin/login**
- Terminale virtuale (tty), linii seriale (ttyS0, ttyS1) sau linii de modem

- Executabilul asociat este **/bin/login**
- Invocat de getty
 - Numele de utilizator a fost introdus
- În momentul invocării s-a introdus un nume de utilizator
- Prompt cu cererea parolei
- Verificare parolă – **/etc/shadow**
- La sfârșit, se pornește shell-ul utilizatorului
 - shell-ul dorit este recuperat din intrarea în **/etc/passwd**

```
anaconda:/etc# cat /etc/passwd | grep razvan
```

```
razvan:x:1000:1000:Razvan Deaconescu,,,:/home/razvan:/bin/bash
```

- Pasul final realizat de login
- Procesul shell înlocuiește procesul login, așa cum login a înlocuit procesul getty
- Comanda **exit** din shell – procesul shell este omorât
 - terminalul curent rămâne fără un proces asociat
 - init va reporni un nou proces getty, datorită opțiunii **respawn** din `/etc/inittab`



- booting
- bootstrapping
- dispozitiv bootabil
- secvență de boot
- BIOS
- POST
- CMOS
- bootloader
- MBR, VBR
- tabelă de partiții
- GRUB
- imagine de kernel
- initrd
- dmesg
- drivere
- lkm (module)
- insmod, lsmod, rmmod, modprobe
- init
- upstart
- sysv-rc-conf
- getty, login

- <http://www.ibm.com/developerworks/library/l-linuxboot/index.html>
- <http://www.gnu.org/software/grub/manual/grub.html>
- http://www.kernel.org/pub/linux/kernel/people/gregkh/lkn/lkn_pdf/ch09.pdf
- <http://upstart.ubuntu.com/>

?

