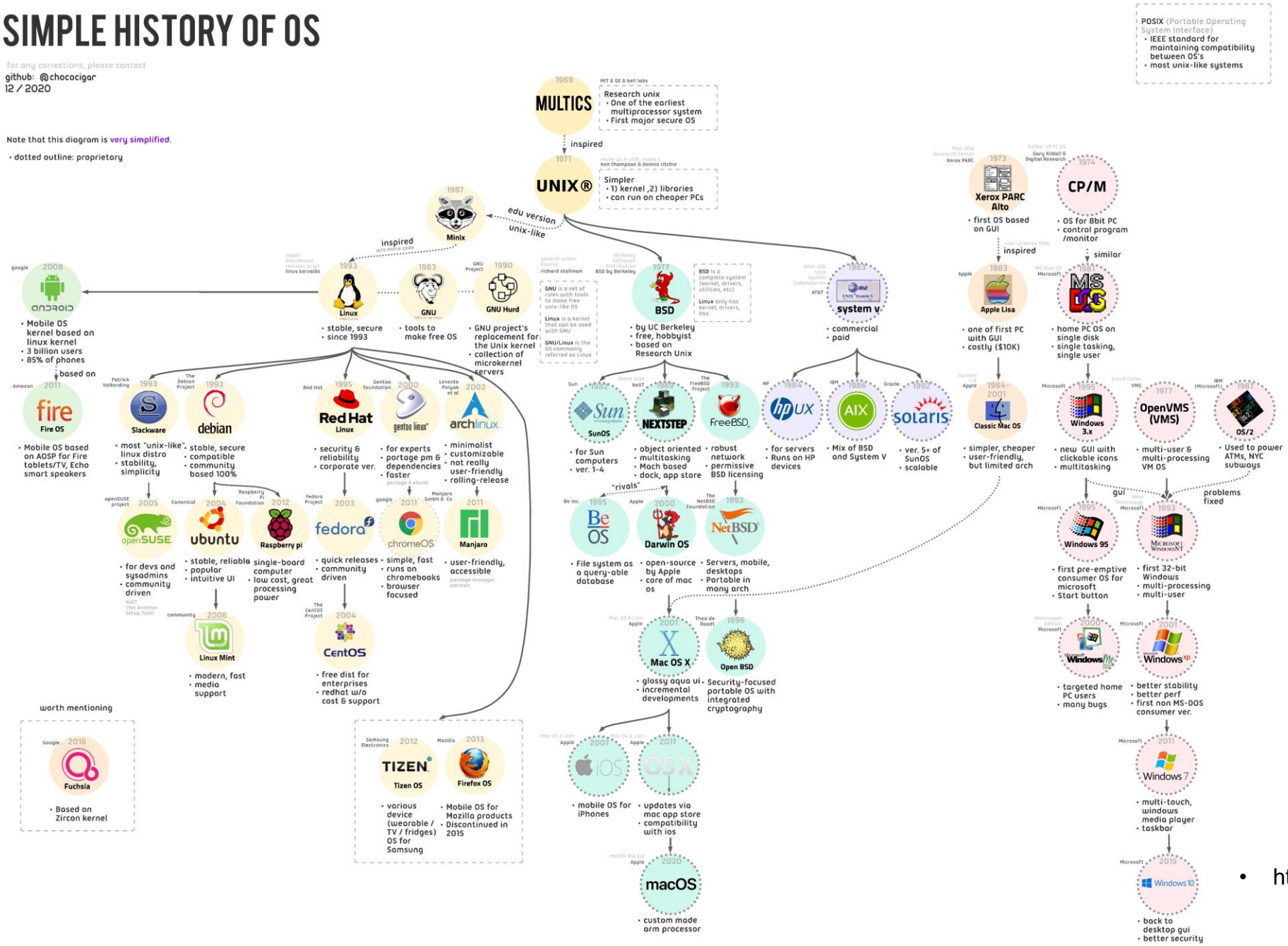
OPERACIJSKI SUSTAVI

Kernel OSa
Boot-anje

Što ćemo danas raditi?

- Uloga BIOSa
- Kernel/jezgra Operativnog sustava
- Proces pokretanja Operativnog sustava – Boot
  - Windows
  - Linux

SIMPLE HISTORY OF OS



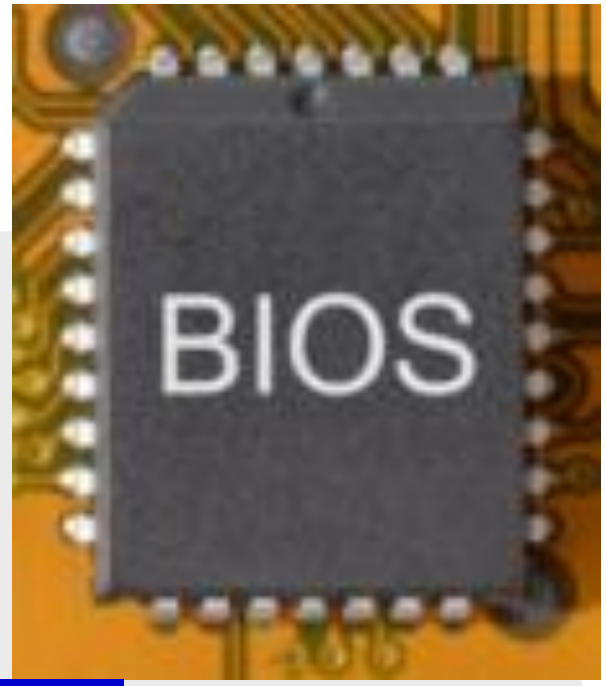
- https://eylenburg.github.io/os_familytree.htm

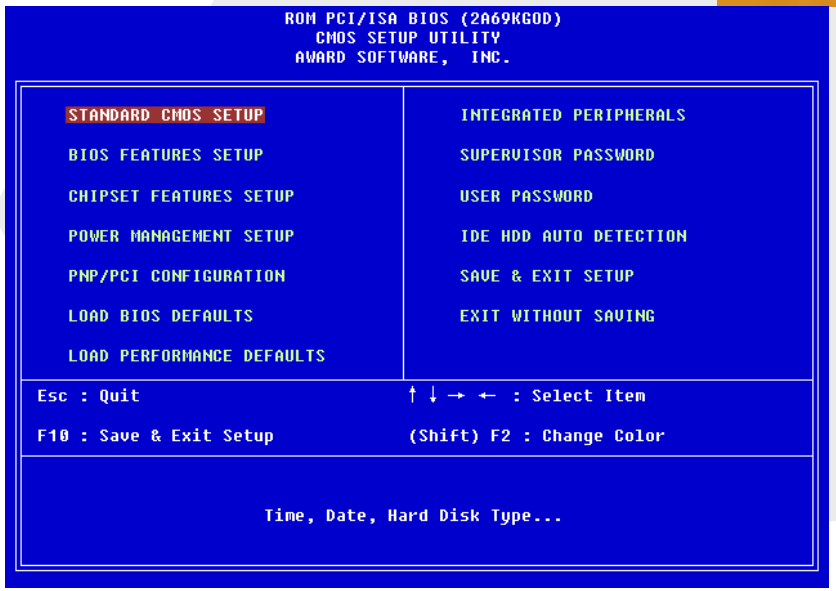
Pokretanje Operativnog sustava

BOOT(anje)

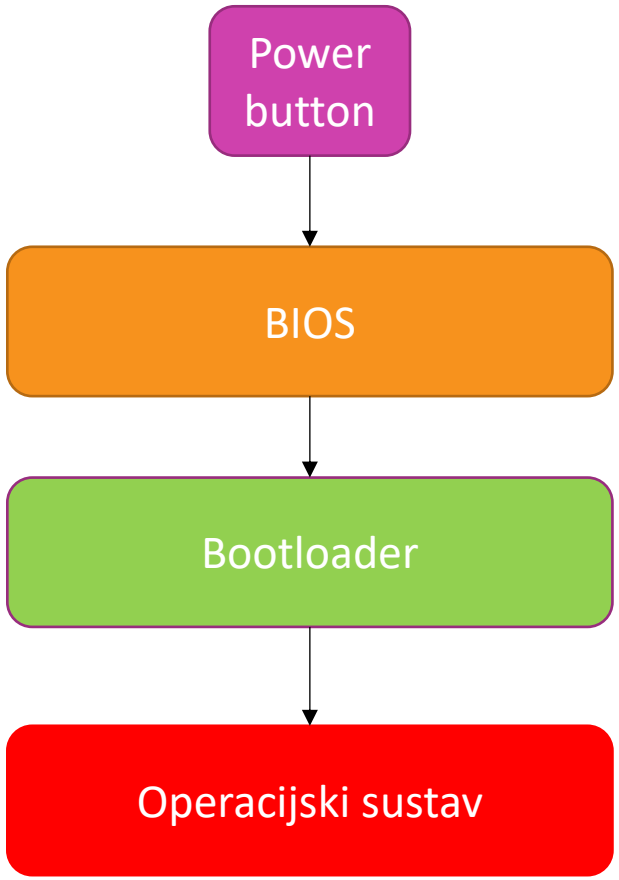
BIOS

- **B**asic **I**nput/**O**utput **S**ystem
- Računalni program (u binarnom obliku) koji se nalazi u EPROM čipu
- Kod pokretanja računala aplikcija koja se nalazi u BIOSu postaje proces u CPU i služi za pokretanje Operativnog sustava (koji se nalazi na disku)
- Prepoznaje koje su vanjske jedinice spojene na računalo (tastatura, miš, diskovi, grafička kartica…)





Sekvenca pokretanja (boot) Operativnog sustava



Pokretanje računala (ručno ili preko mreže)

Provjerava periferiju (**POST – Power On Self Test**)
Program koji pokreće Bootloader

Program na disku koji učitava predefinirani Operacijski sustav u RAM i prepušta mu kontrolu (MBR)

Win, MacOS, Android…

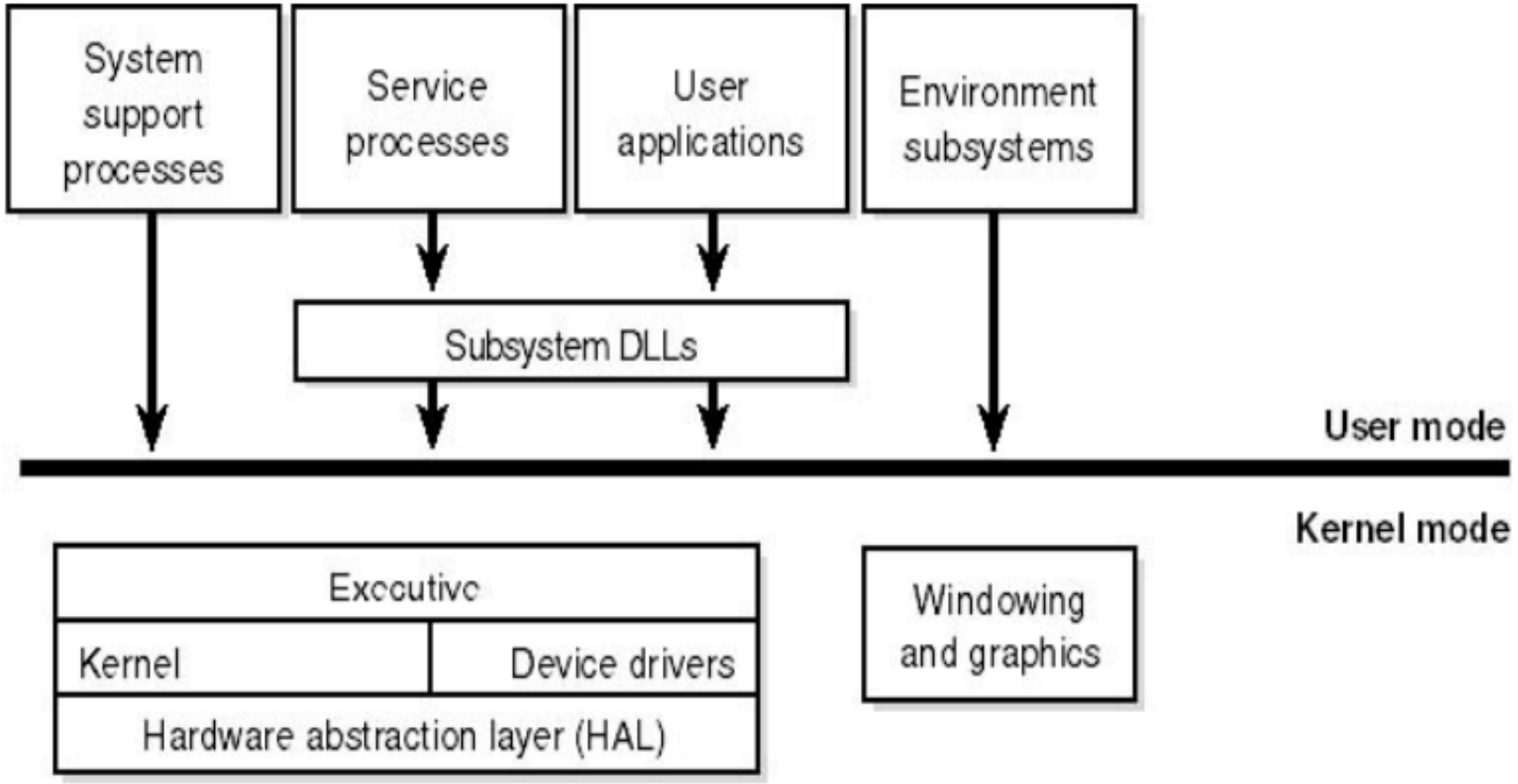
https://youtu.be/PSnGuvylWBI

Operacijski sustav
- Kernel
- Prstenovi

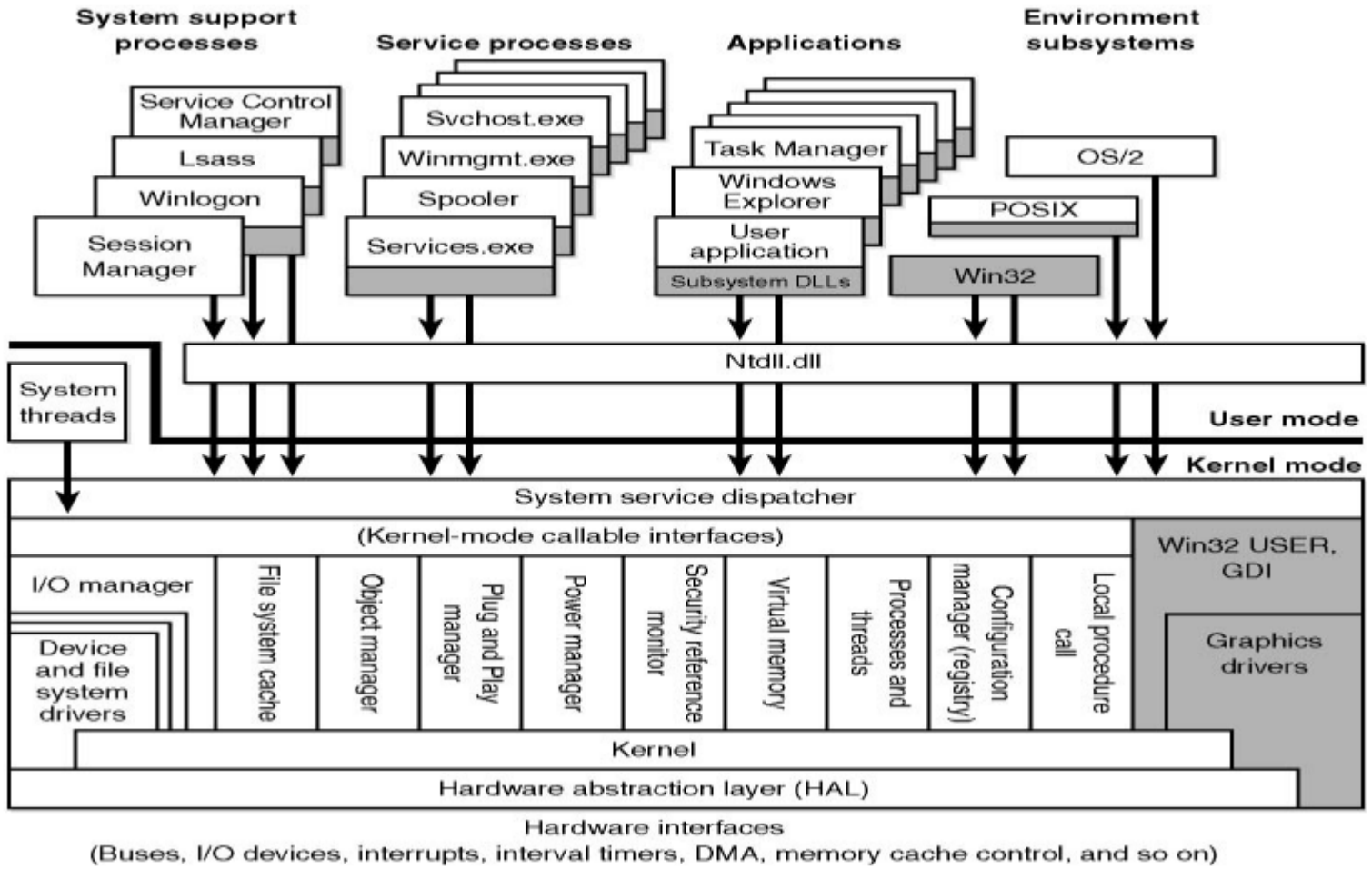
Uloga kernela u Operativnom sustavu

- **Upravljanje procesima**
  - Kreiranje i terminacija procesa
  - Raspored izvršavanja (*scheduling*)
  - Prebacivanje iz procesa u proces (*process switching*)
  - Sinkronizacija procesa i podrška za prekide
  - Upravljanje procesnim kontrolnim blokovima
- **Upravljanje memorijom**
  - Dodjeljivanje (alokacija) adresnog prostora
  - Zamjena (*Swapping*) memorijskog prostora
  - „Straničenje” (*Page and segment management*)
- **Upravljanje sa Ulazno/Izlaznim jedinicama**
  - Upravljanje međuspremnikom (*buffer*)
  - Dodjela I/O kanala i uređaja procesima
- **Funkcijske podrške**
  - Upravljanje prekidima
  - Nadzor i praćenje procesa

Pojednostavljeni prikaz arhitekture



Detaljni dijagram Windowsa



Detaljni dijagram Androida

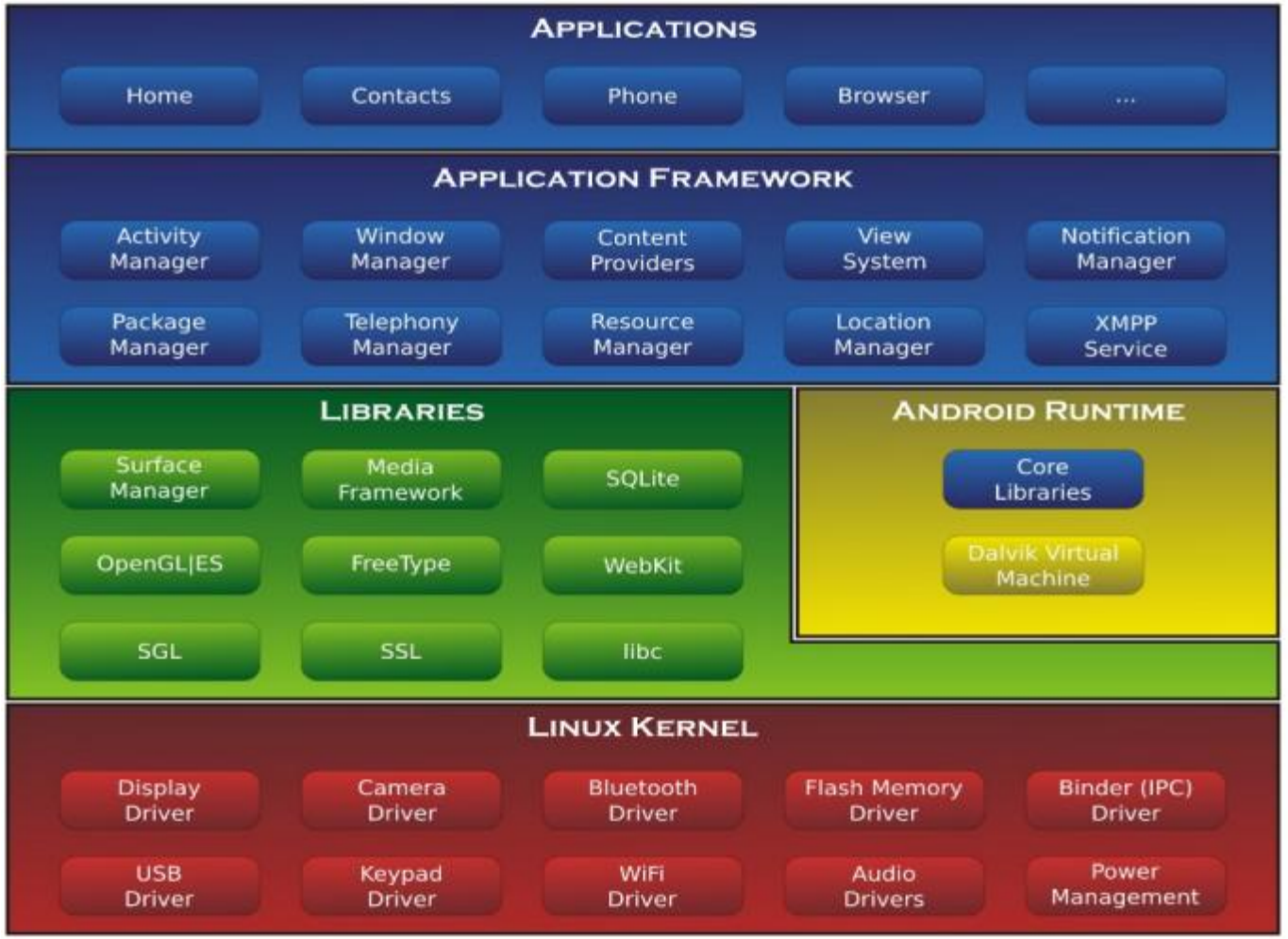
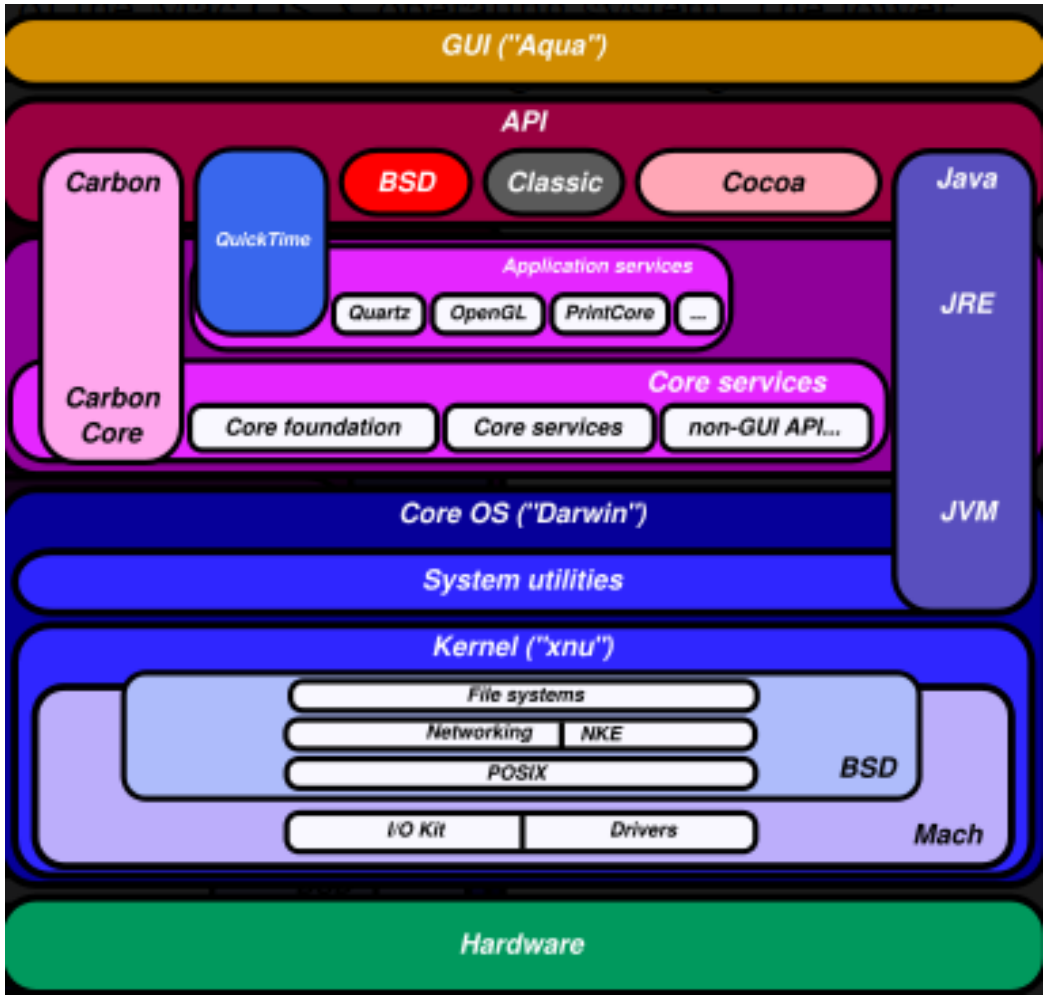


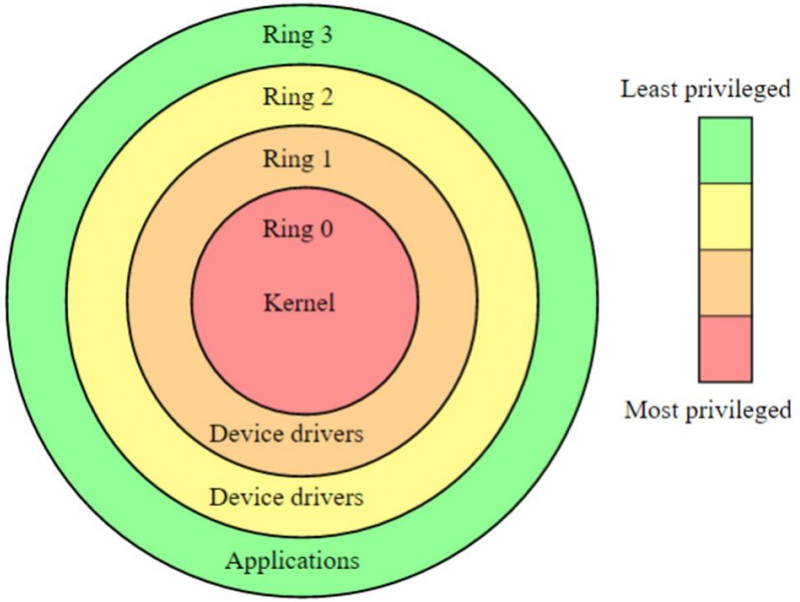
Diagram Mac OSX



Prstenovi

Prstenovi u procesoru

- Većina današnjih OS-ova koristi dva prstena
  - Prsten 0 – Kernel mod
  - Prsten 3 – User mod
- MS DOS je cijelo vrijeme bio u prstenu 0
- Prsteni 1 i 2 se rijetko koriste
- Prebacivanje iz jednog u drugi prsten je skupa radnja
  - 1000 – 1500 ciklusa
  - 70 iz jezgrinog u korisnički mod rada i 40 nazad dok je ostatak „kernel overhead”



Korisnički mod vs. jezgrin mod (#1)

- Windowsi koriste dva načina rada (pristupa) procesora, radi zaštite kritičnih podataka:
  - Korisnički mod (User mod)
  - Jezgrin mod (Kernel mod)
- Korisničke aplikacije se izvršavaju u korisničkom modu, a kôd OS-a (npr. sistemski servisi i upravljački programi) u jezgrinom modu
  - Jezgrin mod se odnosi na način rada procesora koji dopušta pristup cjelokupnoj memoriji i svim CPU instrukcijama (prsten 0)
  - Napomena: hardver podržava 4 prstena, ali se najčešće koriste samo 2

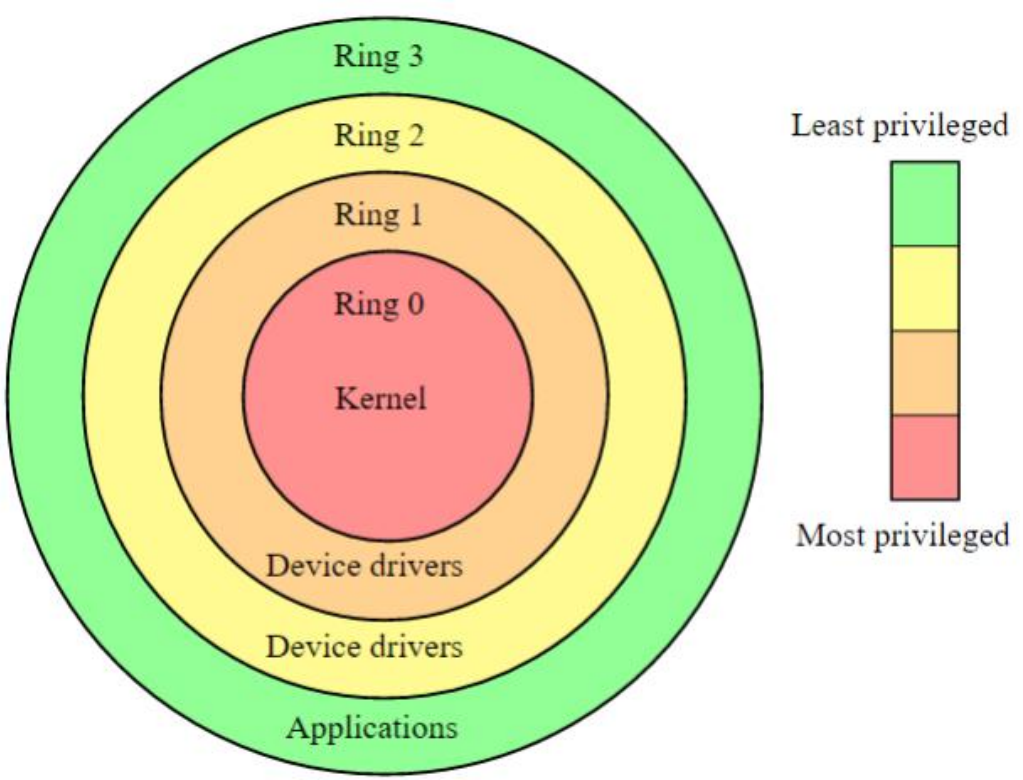
Korisnički mod vs. jezgrin mod (#2)

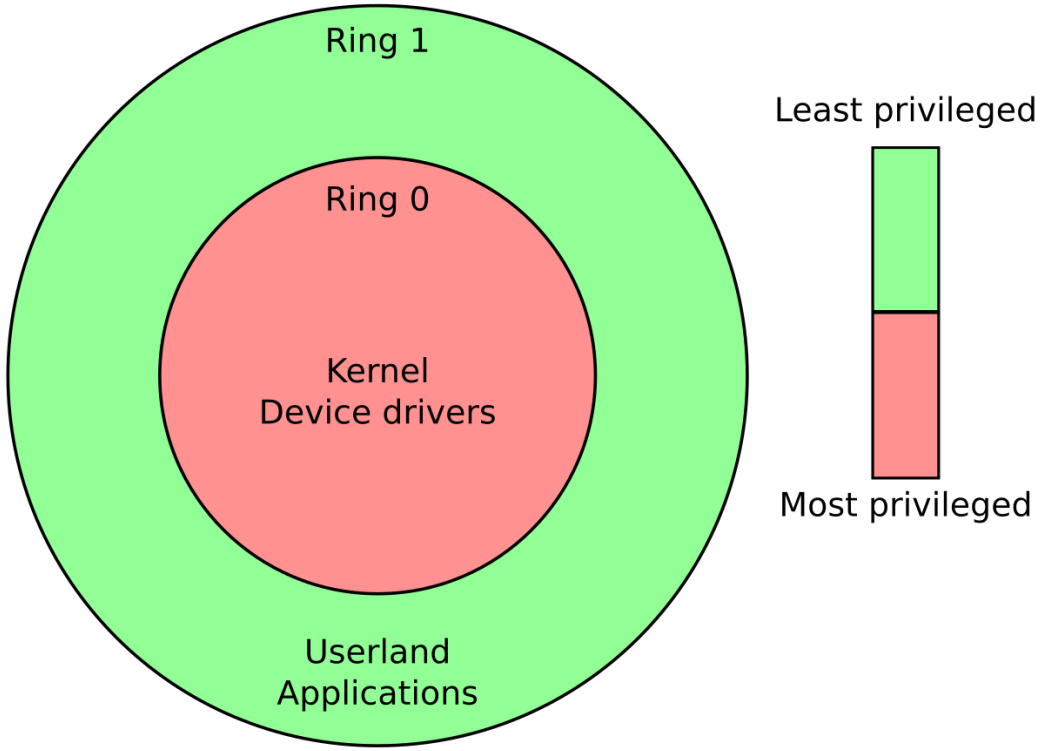
- Aplikacije se prebacuju u jezgrin mod prilikom poziva sistemskog servisa
- Prijelaz u jezgrin mod odrađuju specijalne CPU instrukcije
- Normalno je da korisnička dretva dio vremena izvršavanja provede u korisničkom, a dio u jezgrinom modu
  - Npr. Win32 ReadFile funkcija na kraju pozove internu Windows rutinu koja zaista čita datoteku.
  - S obzirom da rutina pristupa internom dijelu datotečnog sustava, mora se izvršiti u jezgrinom modu

Prstenovi u procesoru

- Služe zaštiti
  - Npr. maliciozni softver ne može upaliti kameru bez da mu to korisnik dozvoli
- Prsteni su uvedeni s operacijskim sustavom MULTICS (1965)
- Većina današnjih procesora podržava 4 prstena
  - (napomena) ARM procesor nema hijerarhiju prstena
- Podržavaju različite modove rada procesora
  - **Supervisor Mode** - način izvršavanja u nekim procesorima koji omogućuje izvršavanje svih instrukcija, uključujući privilegirane instrukcije.
  - **Hypervisor Mode** - Moderni CPU-i nude x86 instrukcije za virtualizaciju hipervizora za kontrolu pristupa hardveru "Ring 0".

Grafički prikaz prstenova

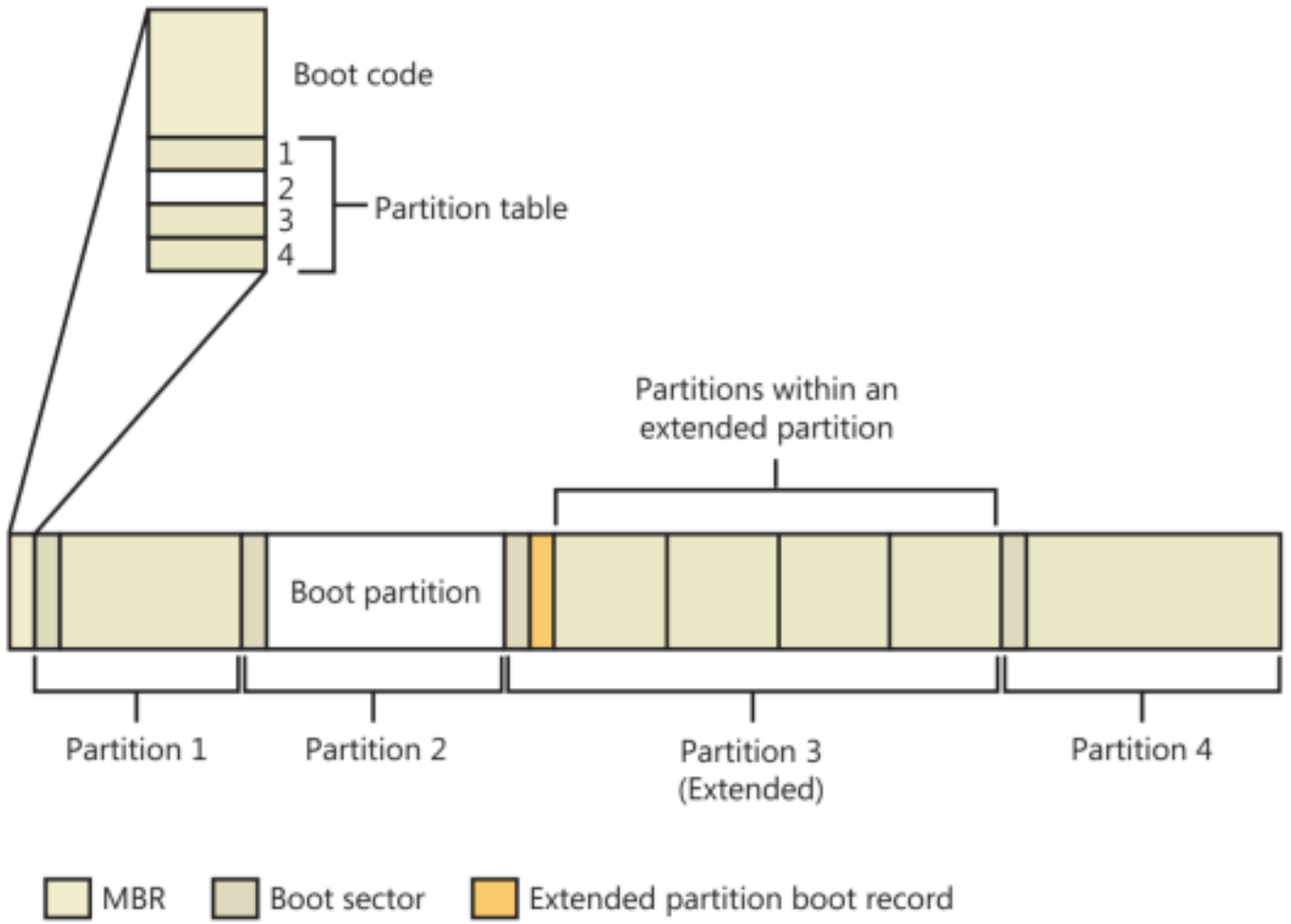




WINDOWS

Windows preboot

- Boot proces počinje nakon instalacije Windowsa
- Windows Setup zapisuje MBR (Master Boot Record) i boot sektor na bootabilnu particiju:
  - Formatira particiju
  - Kreira boot.ini datoteku



Boot.ini - legacy

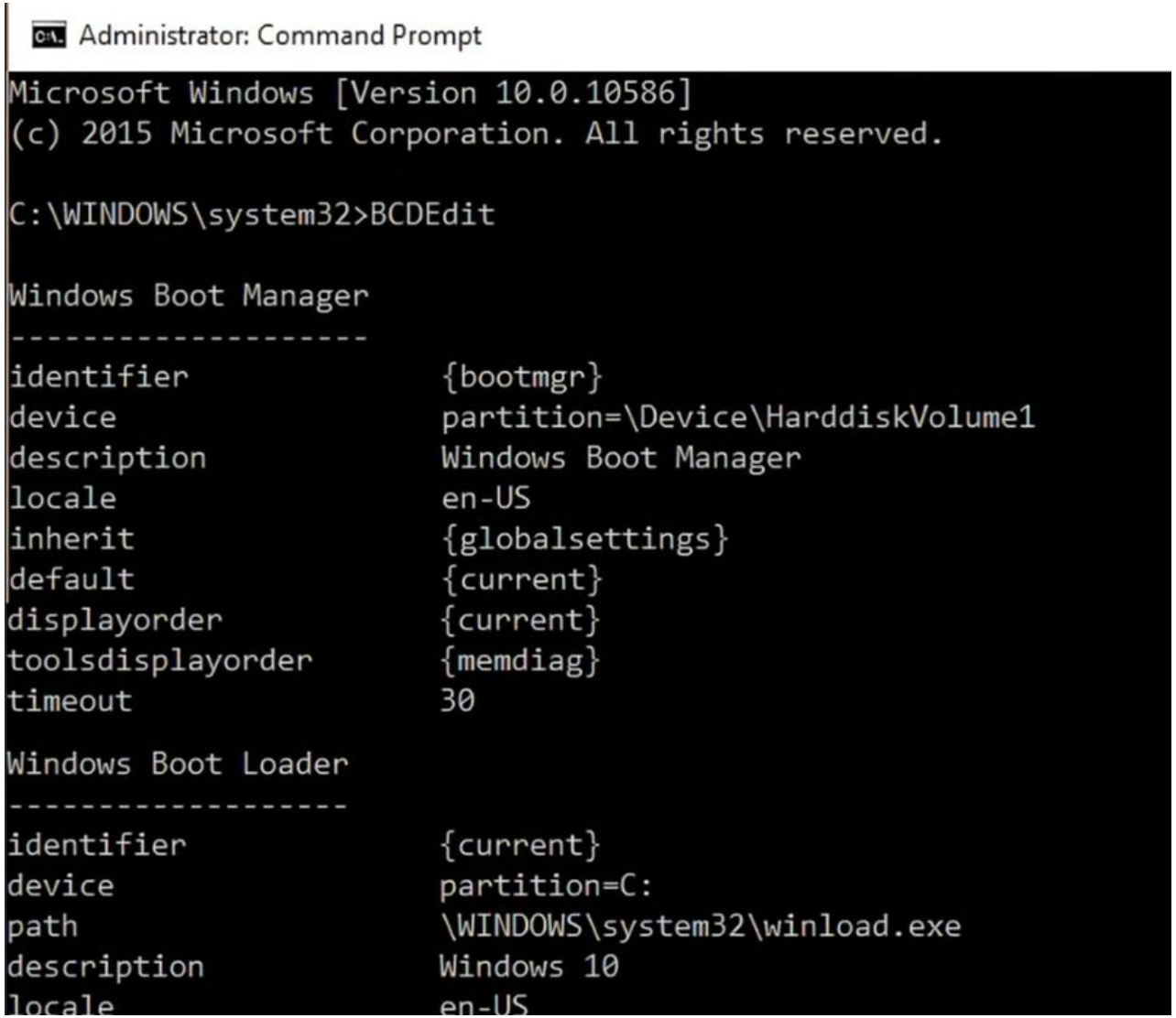
- Popisuje operacijske sustave
- Sadrži boot parameter

```
[boot loader]
timeout=30
default=multi(0)disk(0)rdisk(0)partition(1)\WINDOWS
[operating systems]
multi(0)disk(0)rdisk(0)partition(1)\WINDOWS="Microso
ft Windows XP Professional" /fastdetect
C:\="Microsoft Windows XP"
```

BCDEdit

- Binarna inačica boot.ini datoteke
- BCDEdit je komandno-linijski alat za upravljanje konfiguracijom podizanja sustava (Boot Configuration Data - BCD)
- BCD dokument pohranjuje informacije koje opisuju moguće
- boot procedure i njihove postavke

BCDEdit



Pokretanje Windows operativnog sustava 1.BIOS

1. BIOS (u EPROMu) izvršava radnje:
   1) Odabire boot uređaj i čita MBR (master boot record) kod
   2) MBR locira boot particiju i prenosi kontrolu boot sektoru
   3) Boot sektor učitava Ntldr u memoriju i izvršava ga
2. Ntldr se izvršava u 16-bitnom modu
   1) Prebacuje sustav u zaštićen (protected) mod i uključuje straničenje (paging)
   2) Koristi ili BIOS INT 13 ili Ntbootdd.sys driver za pristup disku, kako bi učitao Boot.ini datoteku
   3) Ako postoji datoteka Hiberfil.sys u rootu particije, učitava ju u RAM te poziva kernel da pokrene sustav iz hibernacije

Pokretanje Windows operativnog sustava
2. Ntldr

4) Ntldr prikazuje boot izbornik (ukoliko je potrebno)

5) Izvršava Ntdetect.com datoteku koja popisuje hardversku konfiguraciju (pohranjuje se u HKLM\HARDWARE\DESCRIPTION)

6) Ntldr se prebacuje u long mode ukoliko je OS 64-bitni

7) Učitava Ntoskrnl.exe i Hal.dll

8) Učitava sve boot upravljačke programe (specificirano u \Windows\System32\Config\System)

3. Ntlrd prepušta kontrolu učitanom **kernelu** Windows OSa

Pokretanje Windows operativnog sustava Faza 0

1. Faza 0 počinje s onemogućenim prekidnim sustavom
2. Inicijaliziraju se procesori i ostatak sustava.
3. HAL priprema kontrolor prekida
4. Upravitelj memorije kreira raspon i omogućuje pristup FS-u
5. Upravitelj objekata kreira tablicu handleova
6. Sigurnosni monitor priprema prvi pristupni token (namijenjen računu LocalSystem)
7. Upravitelj procesa kreira Idle i System procese, ali i dretvu Phase1Initialization (neće biti pokrenuta prije omogućavanja prekidnog sustava)
8. Dretva Idle pokreće sljedeću fazu (phase 1)
9. HAL omogućuje prekidni sustav

Pokretanje Windows operativnog sustava Faza 1

1. Boot video upravljački program (Bootvid.dll) prikazuje početnu animaciju
2. Inicijaliziraju se upravitelji potrošnje, vremena i procesora
3. Kreiraju se izvršni objekti i tablica servisa
4. Kreiraju se MM dretve
5. Ntdll.dll i NLS tablice se mapiraju u sistemski adresni prostor
6. Inicijalizira se upravitelj cache memorije
7. Upravitelj konfiguracije kreira registry bazu
8. Inicijalizira se PnP upravitelj
9. I/O upravitelj inicijalizira upravljačke programe
10. Kreira se Smss (Session Manager SubSystem) proces (sustav se ruši ako se ovaj proces završi za manje od 5 sekundi)
11. Dretva Phase1Initialization postaje zero page dretva

Pokretanje Windows operativnog sustava Korisnički (User) mod

4. Smss se izvršava:
   1. Kreiraju se LPC portovi za upravljanje sesijom
   2. Pokreću se programi navedeni u BootExecute ključu registryja (Autochk)
   3. Mapiraju se poznati DLL-ovi
   4. Kreiraju se datoteke straničenja (Engl. Paging)
   5. Upravitelj konfiguracije završava s inicijalizacijom registryja
   6. Kreiraju se varijable okruženja
   7. Win32k.sys se učitava – početak korištenja GUI-ja
   8. Csrss (Client/Server Runtime SubSystem) se pokreće
   9. Winlogon se pokreće
   10. Kreiraju se LPC portovi namijenjeni debugiranju
   11. Smss čeka handleove Csrss-a i Winlogona

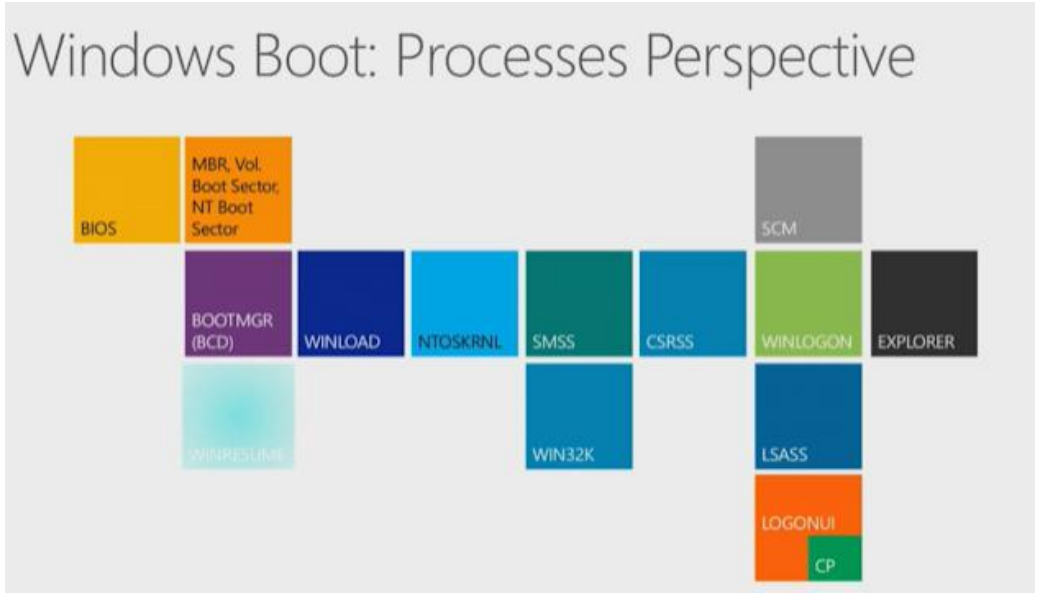
Pokretanje Windows operativnog sustava WIN Logon

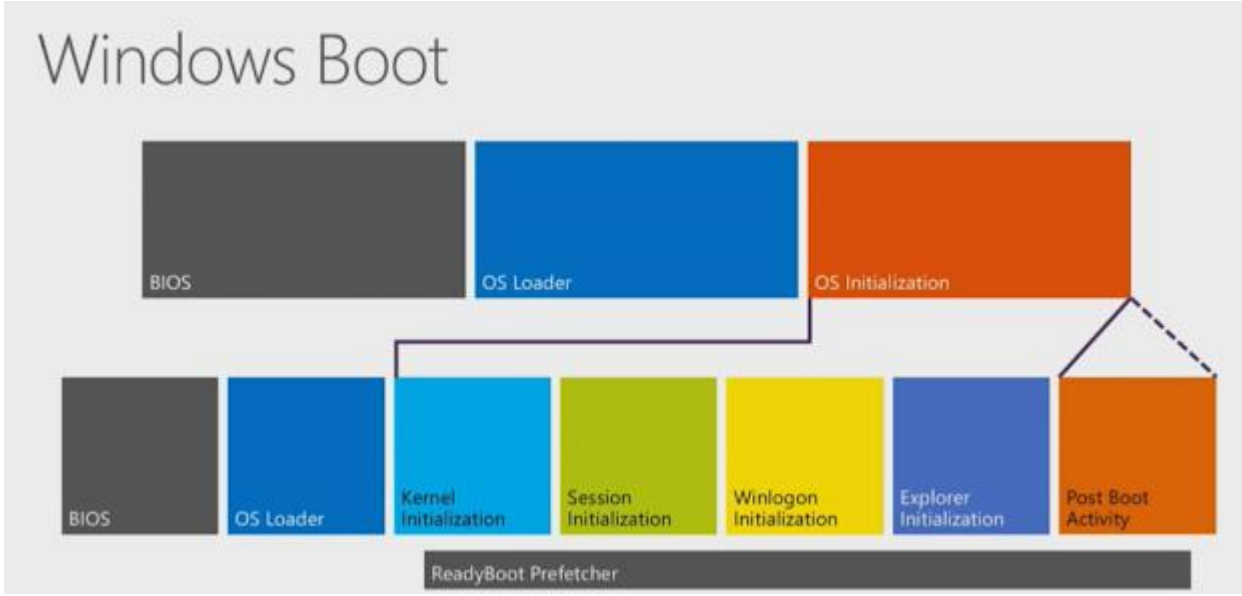
5. Winlogon se izvršava:
   1. Kreira se desktop i sustav prozora
   2. GINA (Graphical Identification and Authentication) prikazuje okvir za prijavu na sustav
   3. SCM (Service Control Manager, services.exe) učitava servise i upravljačke programe predodređene za auto start
   4. Lsass (Local Security Authentication Subsystem) se kreira
   5. Prijavu na sustav kroz GINU-u provjerava Lsass
   6. U registry segment HKCU se učitava korisnički profil
6. GINA pokreće Userinit.exe
   1. Userinit izvršava korisničke i skripte računala
   2. Userinit pokreće shell (Explorer.exe)
   3. Network provideri se obavještavaju o prijavi (mapiraju diskove, printere…)
   4. Boot je završen te SCM ažurira Last Known Good Configuration **(HKLM\SYSTEM\Select\LastKnownGood)**

Bootmgr i Winload

- Ntldr je zamijenjen sa:
  - Bootmgr čita BCD i prikazuje boot meni
  - Winload izvršava učitavanje OS-a
  - Winresume izvršava povrat iz hibernacije
- Podržani su i pre-boot izvršni alati, npr:
  - Memtest (Windows Memory Diagnostic)

Pojednostavljeno (1)





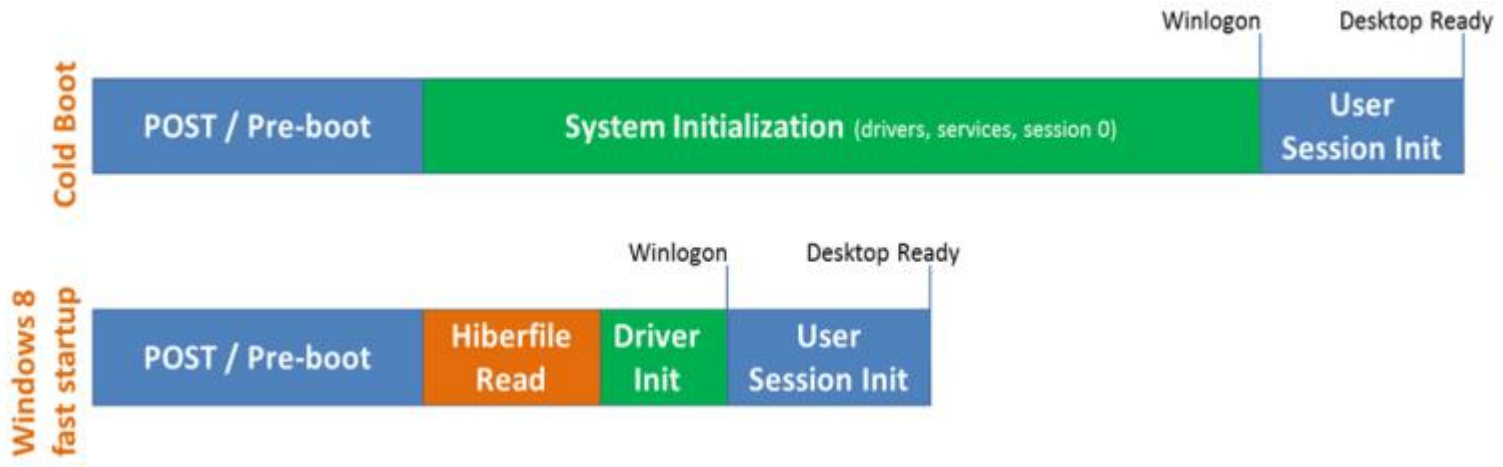
https://windowsrunbook.blogspot.com/2016/02/windows-boot-process.html

Pojednostavljeno (2)

- Pročitaj MBR i prebaci se na boot sektor
- Pokreni Ntldr
- Prenesi kontrolu kernelu
- Inicijalizacija velikog broja komponenti
- Pokreni Smss
- Priprema za prijavu: Winlogon, Lsass, Csrss
- Nakon prijave: Userinit, shell

Zašto se Win 8 i 10 brže podižu?

- Boot sistem je optimiziraniji da troši što manje hardverskih resursa
- Win8 prilikom gašenja gasi user sesiju, a kernel stavlja u hibernaciju
- Tradicionalno se gase obje sesije
- Najbolje radi na SSD tipovima diskova



Zašto je 11 „brži” od 10

- https://www.youtube.com/watch?v=olYHRRTCVy4&t=153s
- Ušteda memorije i CPU do 35%
- 40% manji – pa se brže „boot-a”
- Fast Boot opcija

- *5 razloga ZA i 5 razloga protiv WIN11*:
  - https://www.pcworld.com/article/1471886/why-switch-to-windows-11.html

Linux

Linux boot

BIOS obavlja radnje specifične za hardware

BIOS pokreće boot kôd s označenog uređaja

Pokreće se bootloader s opcijama boot-a

Start kernela

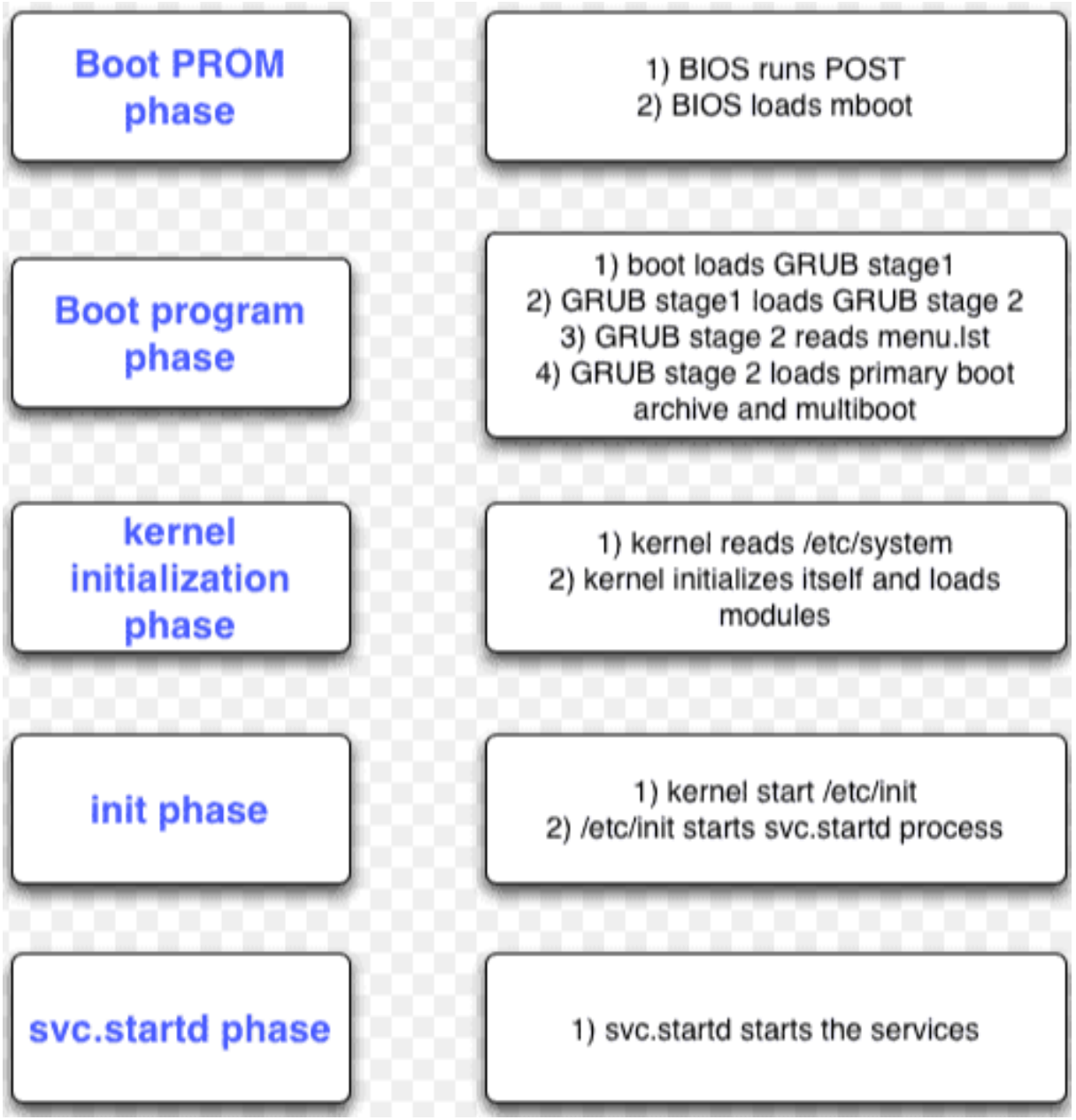
Init procesi ili SystemD

Linux bootloaderi

- Dva najčešća
  - **LILO**
    - Agnostičan prema datotečnim sustavima
    - Koristi „sirove” podatke s diska s predefiniranim pozicijama diska
  - **GRUB**
    - Razumije ext2, ext3 i ext4
- Postoje još
  - SYSLINUX (Za boot s USB-a ili CD-a)
    - Razumije FAT, NTFS
  - Loadin (za boot iz DOS-a ili Win9x)

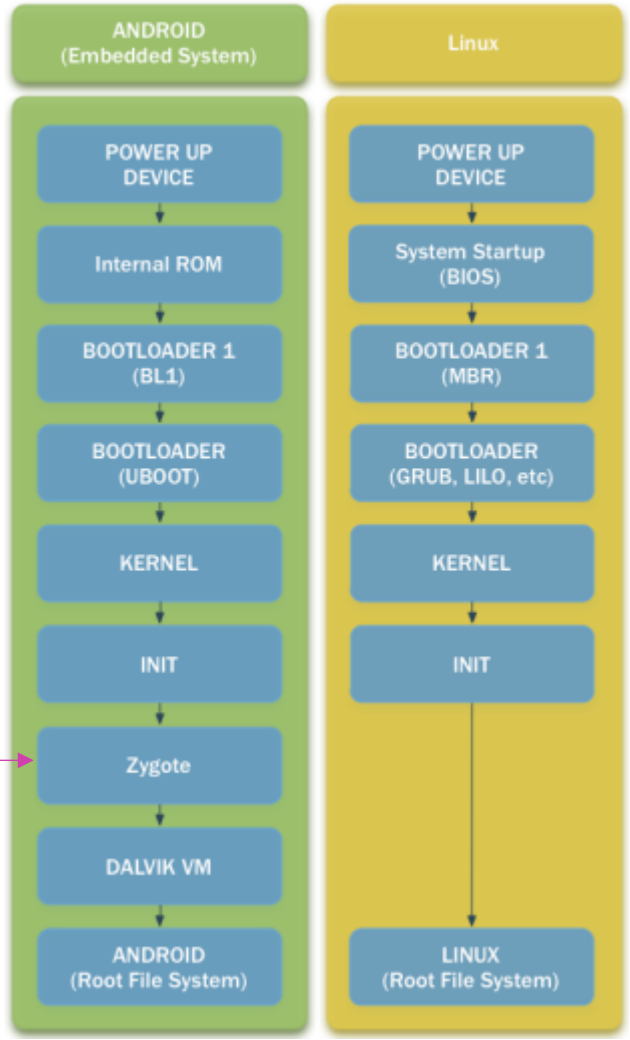
Pokretanje Linux kernela

- Podizanje kernela u memoriju
  - Kernel se nalazi u image datoteci
- Pokretanje kernela
  - Inicijalizacija memorije i hardvera
  - Kompresiran initrd (initial ramdisk) image stavlja u memoriju i iz istog preuzima upravljačke programe
  - Inicijalizacija virtualnih datotečnih sustava
  - Uklanjanje intrid-a iz RAM-a
  - Kreiranje root uređaja i namještanje root particije u status čitanja (Engl. Read-only)
- Kernel je učitan, omogućeni su prekidi



Android vs. Linux

Pokretanje virtualne mašine



Hvala na pažnji!