

OPERATIVNI SISTEMI

Slajdovi su kreirani na osnovu knjige "Operativni sistemi, principi unutrašnje organizacije i dizajna, 7. izdanje", William Stallings, CET, Beograd, 2013.

Procesi

Sadržaj

- **Pojam procesa**
- Stanja procesa
- Upravljačke strukture procesa
- Upravljanje procesom
- Međuprocesna komunikacija
- Izvršavanje OS

OS upravlja izvršavanjem aplikacija

- Resursi treba da budu dostupni za više aplikacija
- Procesor deli više aplikacija
- Procesor i U/I uređaji treba da budu korišćeni efikasno
- Pristup u savremenim OS koji ovo obezbeđuje zasniva se na modelu u kojem izvršavanje aplikacije odgovara postojanju jednog ili više procesa

Definicije procesa

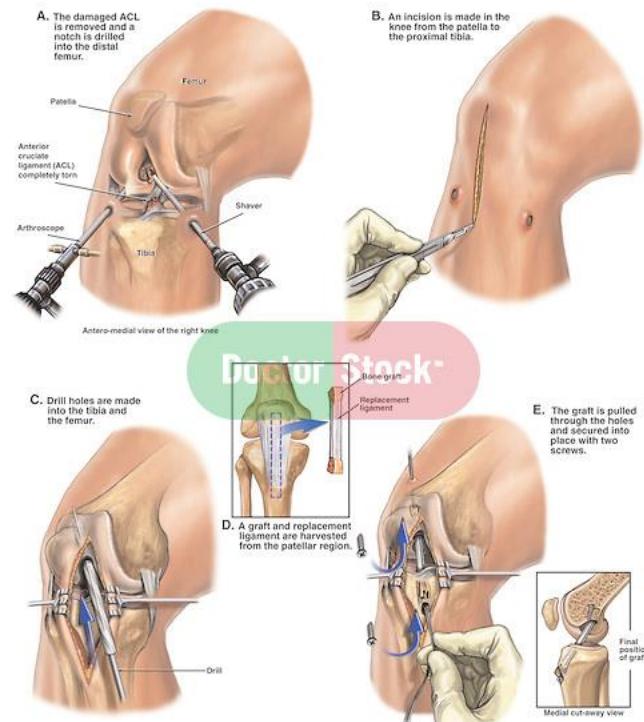
- Program u izvršavanju
- Primerak programa koji se izvršava u računaru
- Entitet koji se može dodeliti i izvršavati u procesoru
- Jedinica aktivnosti koju karakterišu naredbe za izvršavanje, tekuće stanje i dodeljeni skup sistemskih resursa

Zahtevi OS pri upravljanju procesima

- Preplitanje izvršavanja više procesa
- Dodela resursa procesima i zaštita dodeljenih resursa od nekontrolisanog pristupa drugih procesa
- Deljenje i razmena informacija između procesa
- Sinhronizacija između procesa

Elementi procesa

- Programske elemente kod:
 - šta proces treba da uradi
 - može biti deljen između više instanci istog procesa



Elementi procesa

- Skup podataka nad kojima se posao izvršava



Elementi procesa

- Atributi koji opisuju stanje procesa
 - Dodatne informacije koje OS skladišti da bi mogao da upravlja procesom





Atributi procesa

- Identifikator
- Stanje
- Prioritet
- Programski brojač
 - adresa sledeće instrukcije u programskom kodu
- Pokazivači na memorijske blokove
 - pokazivači na kod i podatke vezane za proces
- Kontekstni podaci
 - podaci iz registara procesora vezani za trenutno stanje procesa
- U/I statusne informacije
 - neobrađeni U/I zahtevi, dodeljeni U/I uređaji, lista fajlova koje proces koristi, ...
- Računovodstvene informacije
 - korišćeno procesorsko vreme, vremenska ograničenja, ...

Upravljački blok procesa (UBP)

- Sadrži atribute procesa
- OS je zadužen za kreiranje i upravljanje upravljačkim blokom procesa
- Omogućuje multiprogramiranje
 - sadrži informacije koje omogućuju da se proces prekine i kasnije nastavi izvršavanje kao da nije došlo do prekida
 - kada se proces prekine, snimaju se vrednosti procesorskih registara u UBP
 - kada proces nastavlja izvršavanje snimljene vrednosti se učitavaju iz UBP u procesorske registre

| |
|------------------------|
| Identifier |
| State |
| Priority |
| Program counter |
| Memory pointers |
| Context data |
| I/O status information |
| Accounting information |
| : |

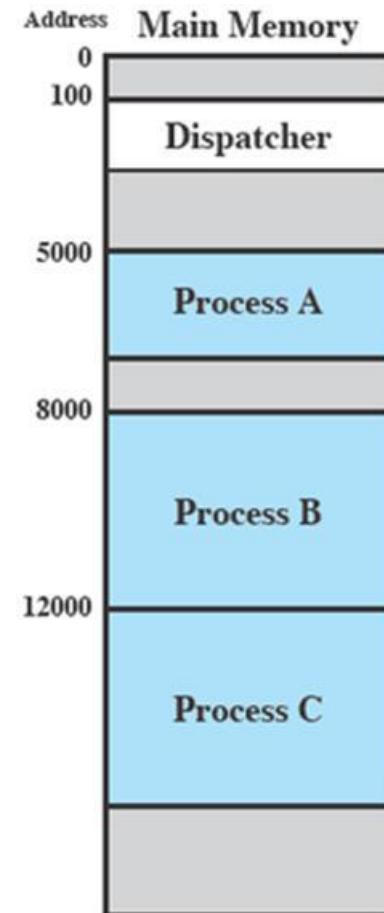
Praćenje izvršavanja procesa

- Trag procesa - niz instrukcija koje proces izvršava, čime je predstavljeno ponašanje procesa
- Ponašanje procesora može se predstaviti isprepletenim prikazom tragova različitih procesa
- Raspoređivač (eng. *dispatcher*) – program koji prebacuje procesor sa jednog procesa na drugi

Primer

Tri procesa – raspored memorije

- Sva tri procesa su kompletno u glavnoj memoriji
- Programski kod raspoređivača je takođe u memoriji



Primer

Tri procesa - trag

| | | |
|------|------|-------|
| 5000 | 8000 | 12000 |
| 5001 | 8001 | 12001 |
| 5002 | 8002 | 12002 |
| 5003 | 8003 | 12003 |
| 5004 | | 12004 |
| 5005 | | 12005 |
| 5006 | | 12006 |
| 5007 | | 12007 |
| 5008 | | 12008 |
| 5009 | | 12009 |
| 5010 | | 12010 |
| 5011 | | 12011 |

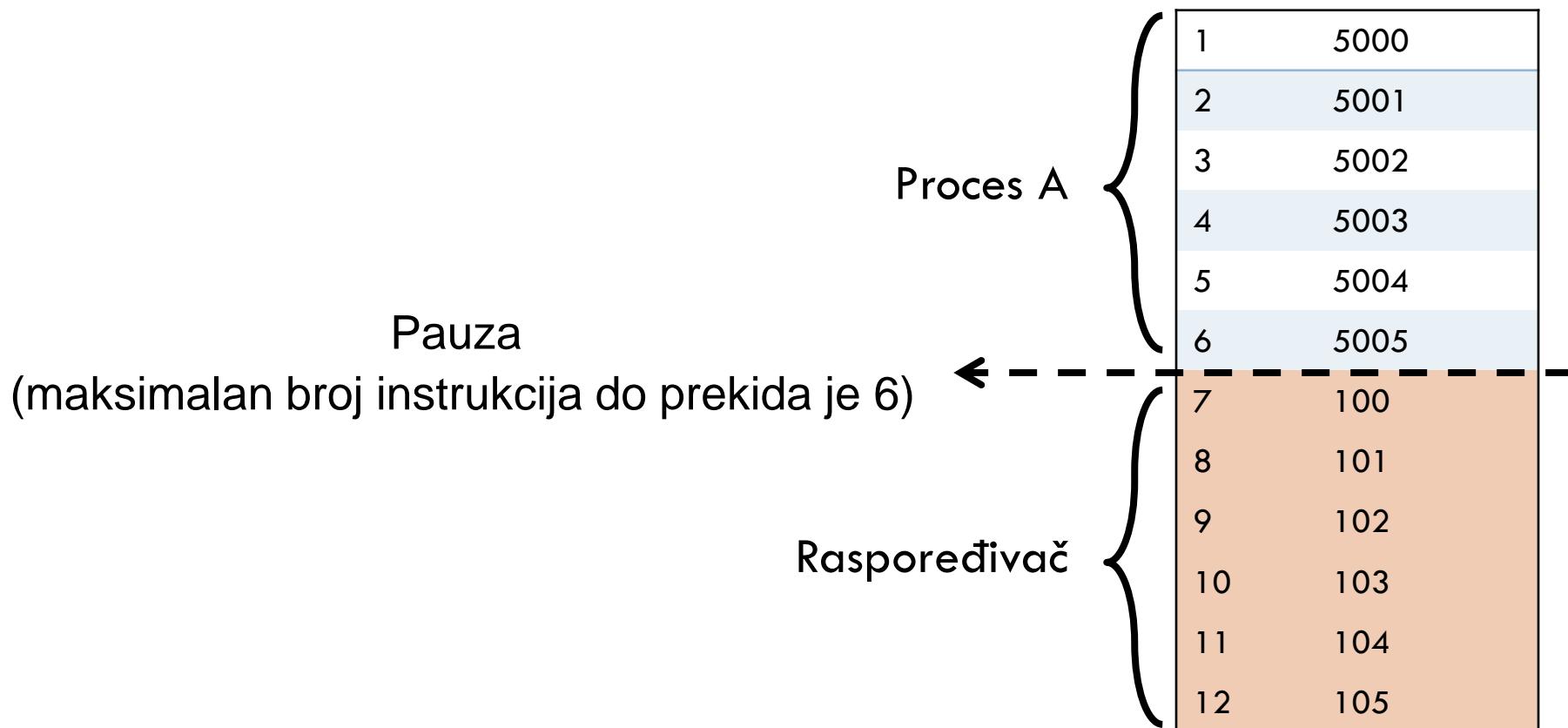
Proces A

Proces B

Proces C

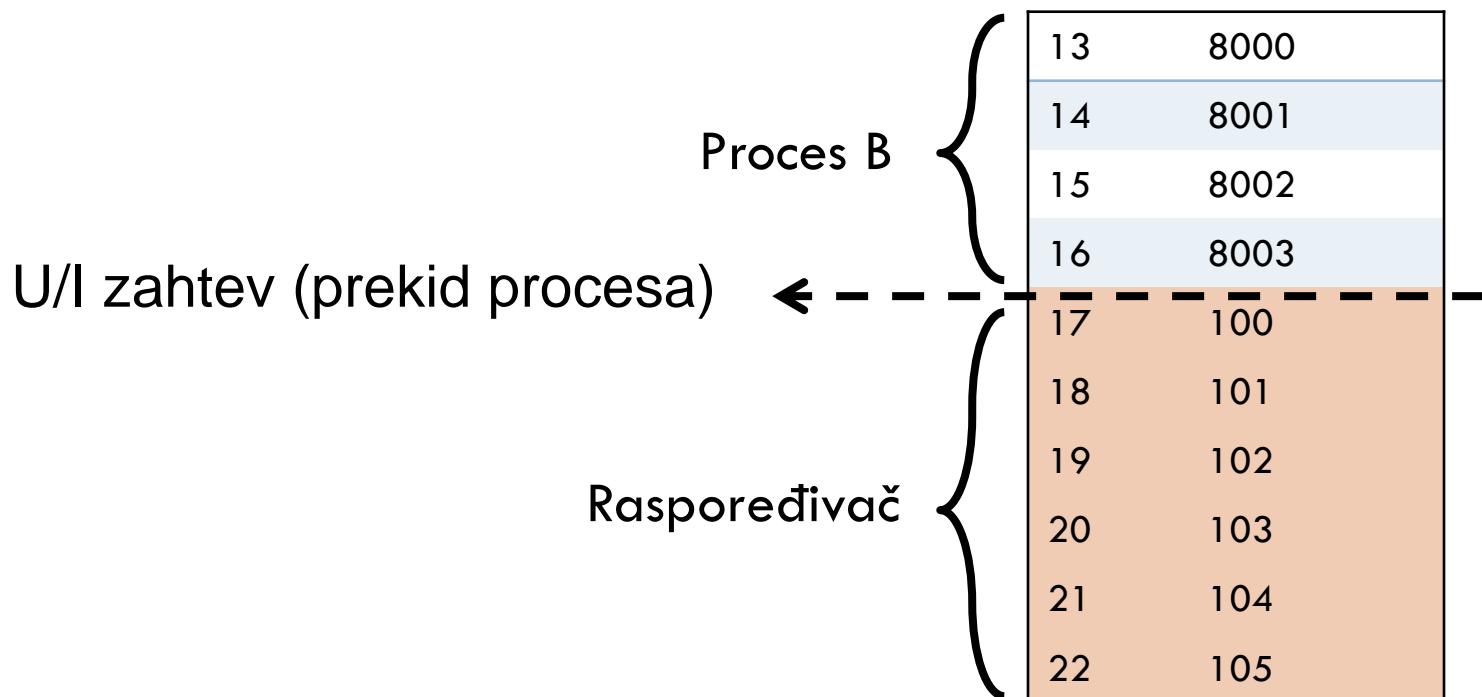
Primer

Tri procesa – rad procesora



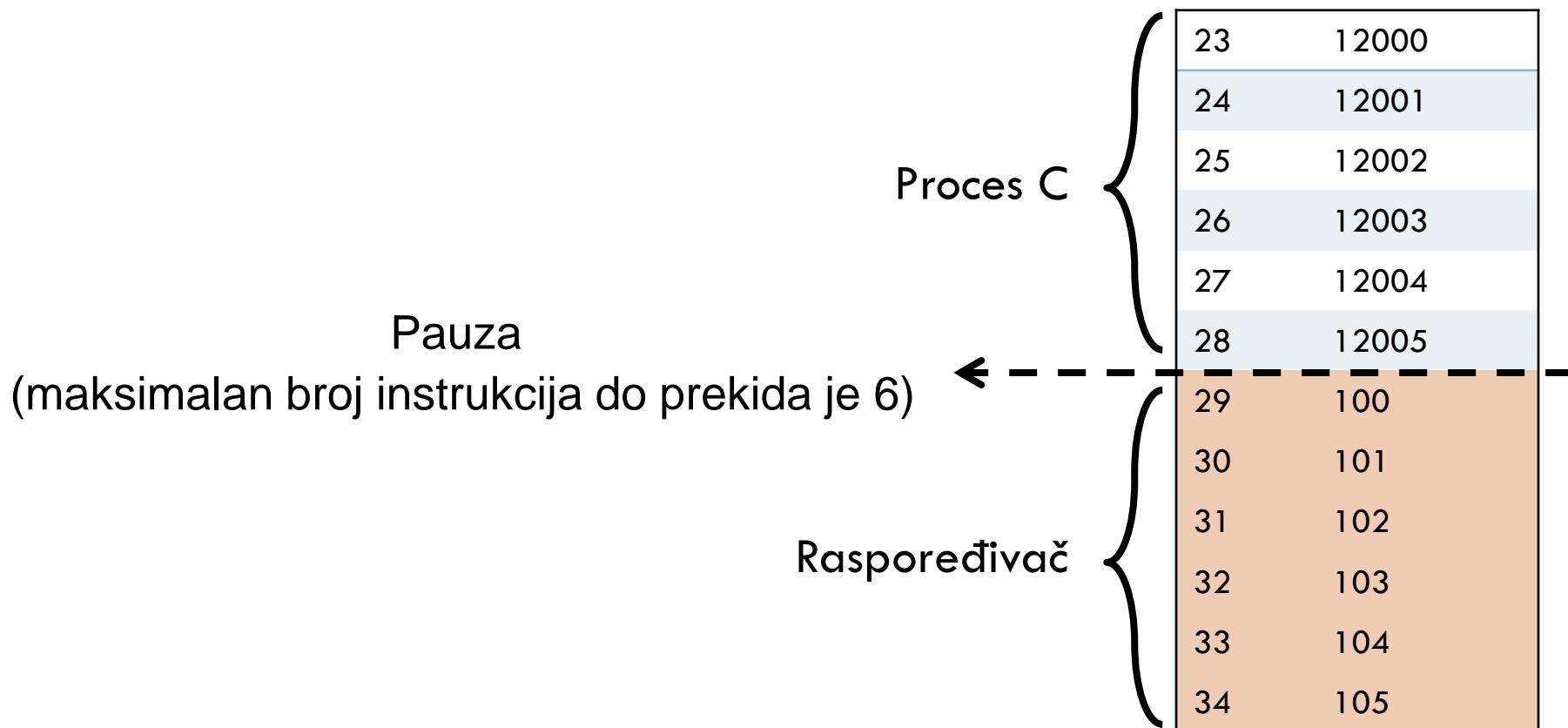
Primer

Tri procesa – rad procesora



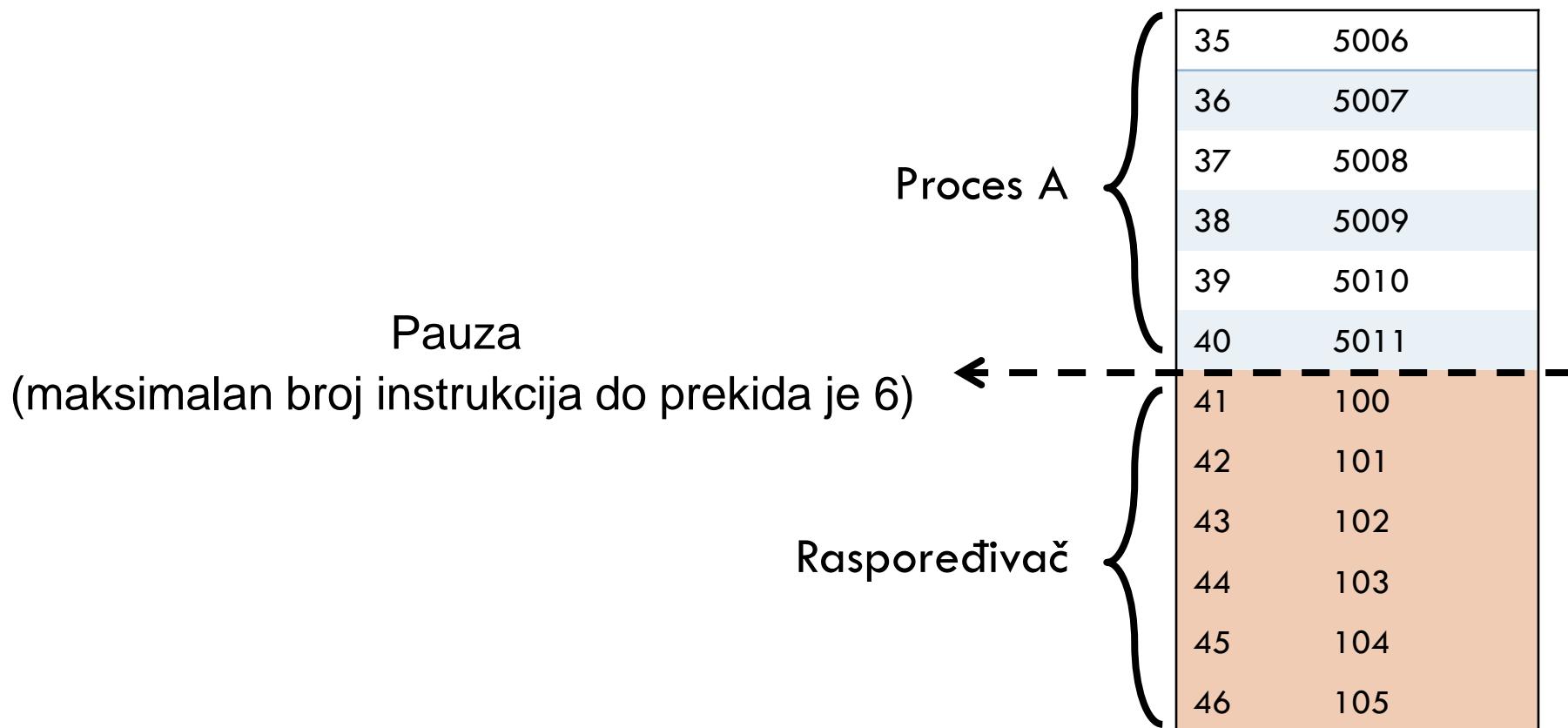
Primer

Tri procesa – rad procesora



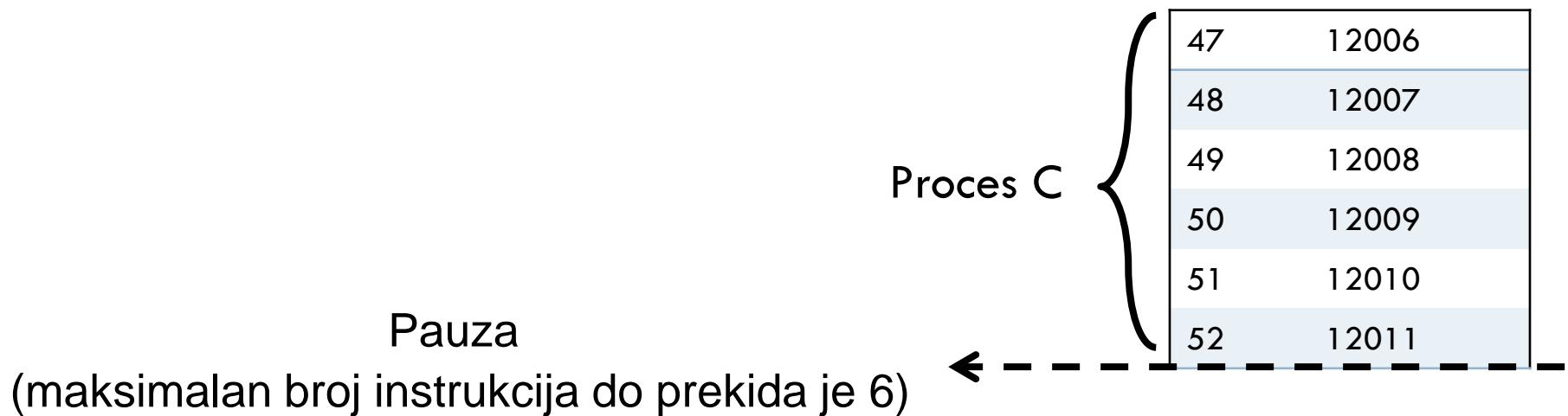
Primer

Tri procesa – rad procesora



Primer

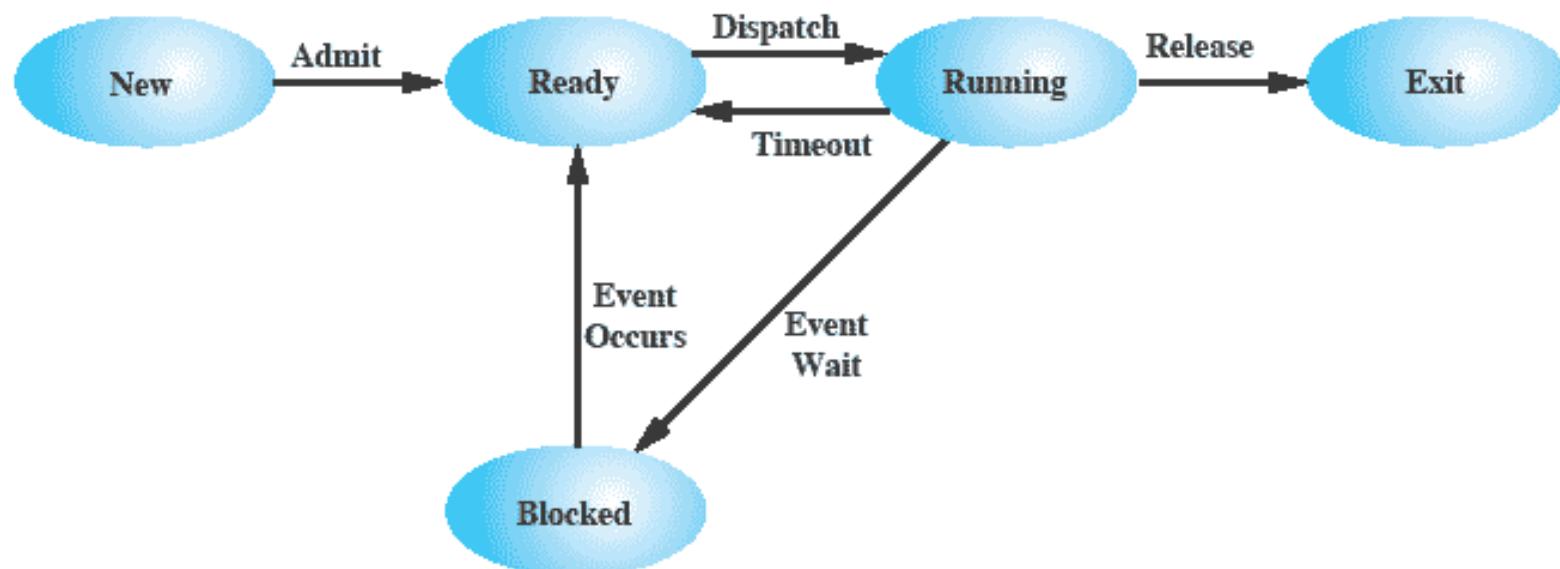
Tri procesa – rad procesora



Sadržaj

- Pojam procesa
- **Stanja procesa**
- Upravljačke strukture procesa
- Upravljanje procesom
- Međuprocesna komunikacija
- Izvršavanje OS

Model procesa sa pet stanja



Stanja procesa

- Izvršavanje
 - proces čije instrukcije procesor trenutno izvršava
- Spreman
 - proces koji je spreman za izvršavanje, ali trenutno procesor ne izvršava njegove instrukcije
- Blokiran (U čekanju)
 - proces koji se ne može izvršavati dok se ne pojavi neki događaj
 - npr. završetak U/I operacije
- Novi
 - proces koji je upravo stvoren, ali ga OS još nije prihvatio u red spremnih procesa
- Izlaz
 - proces koji je OS uklonio iz reda spremnih procesa zato što je završio rad

Stvaranje procesa

- Pri dodavanju novog procesa OS kreira strukture podataka za upravljanje procesom i učitava u radnu memoriju proces ili deo procesa
- Novi proces se kreira od strane OS
 - pri startovanju programa
 - pri izvršavanju procesa, proces (roditelj) može od OS da zatraži kreiranje drugog procesa (potomak)

Završavanje procesa

- Mora postojati mehanizam da OS završi proces na osnovu indikatora dobijenog od procesa
- Indikator za završavanje može da bude
 - korisnička akcija (izlazak iz aplikacije)
 - greška u programu
 - instrukcija roditeljskog procesa za završetak procesa potomka
 - završavanje roditeljskog procesa
- OS je zadužen da osloboди resurse koje je proces koristio

Prelazi stanja

- Null → Novi
 - kada se kreira novi proces
- Novi → Spreman
 - prebacuje se kada je OS spremna da prihvati novi proces
 - obično zbog performansi postoji ograničenje broja aktivnih procesa
- Spreman → Izvršavanje
 - raspoređivač prebacuje jedan od spremnih procesa u stanje izvršavanja

Prelazi stanja

- Izvršavanje → Izlaz
 - kada proces da znak da je završio izvršavanje ili ukoliko prekine sa radom
- Izvršavanje → Spreman
 - kada procesu istekne maksimalno dozvoljeno vreme neprekinutog izvršavanja (*quantum*)
 - kada se pojavi spremjan proces višeg prioriteta
 - kada proces dobrovoljno prepusti procesor

Prelazi stanja

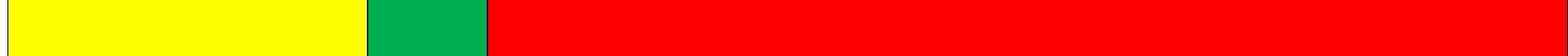
- Izvršavanje → Blokiran
 - kada proces zahteva operaciju čiji završetak mora da sačeka
 - npr. ako proces zahteva U/I operaciju ili čeka podatke od drugog procesa
- Blokiran → Spreman
 - kada se pojavi događaj zbog kojeg je proces bio blokiran
- Spreman → Izlaz i Blokiran → Izlaz
 - Proces potomak može biti prekinut od roditelja dok je u stanju Spreman ili Blokiran

Primer – stanja tri procesa

A



B



C



R



Izvršavanje



Spreman



Blokiran

Sadržaj

- Pojam procesa
- Stanja procesa
- **Upravljačke strukture procesa**
- Upravljanje procesom
- Međuprocesna komunikacija
- Izvršavanje OS

Upravljačke strukture procesa

- Da bi upravljaо procesima OS mora da zna
 - lokaciju procesa
 - atributе procesа
 - identifikator
 - stanje
 - ...

Fizička reprezentacija procesa (Slika procesa)

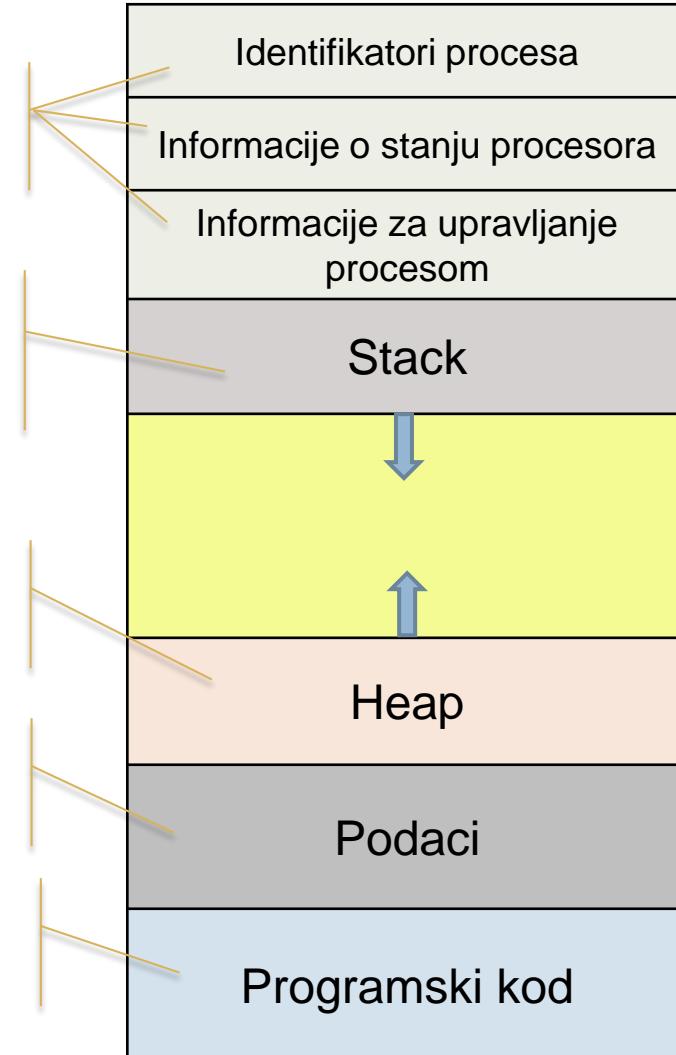
Upravljački blok procesa
(kolekcija atributa procesa)

Privremeni podaci u toku izvršavanja procesa
(parametri i povratne vrednosti funkcija, lokalne promenljive)

Dinamički alocirana memorija u toku izvršavanja procesa

Globalne promenljive

Instrukcije koje proces izvršava



Lokacija slike procesa

- Proces je podeljen u stranice
- Sve stranice se nalaze u sekundarnoj memoriji
- U svakom trenutku jedan deo stranica je u glavnoj memoriji
- Stranice ne moraju biti smeštene u fizički susednim blokovima memorije

Identifikatori procesa

- Jedinstveni identifikator procesa
 - obično pozitivan ceo broj
 - upravljačke strukture OS mogu da referenciraju proces preko ovog identifikatora
- Identifikator roditeljskog procesa
 - identifikator procesa koji je stvorio proces
- Korisnički identifikator
 - identifikator korisnika koji je odgovoran za proces

Informacije o stanju procesora

- Predstavljaju sadržaj registara procesora
 - kada se proces prekine, potrebno je sačuvati trenutno stanje procesorskih registara
- Registri vidljivi korisniku
 - mogu se referencirati iz mašinskog koda programa
- Upravljački i statusni registri
 - programski brojač
 - uslovni kodovi – rezultat poslednje operacije
 - informacije o statusu
- Pokazivači na stek
 - pokazuje na vrh steka procesa

Informacije za upravljanje procesom

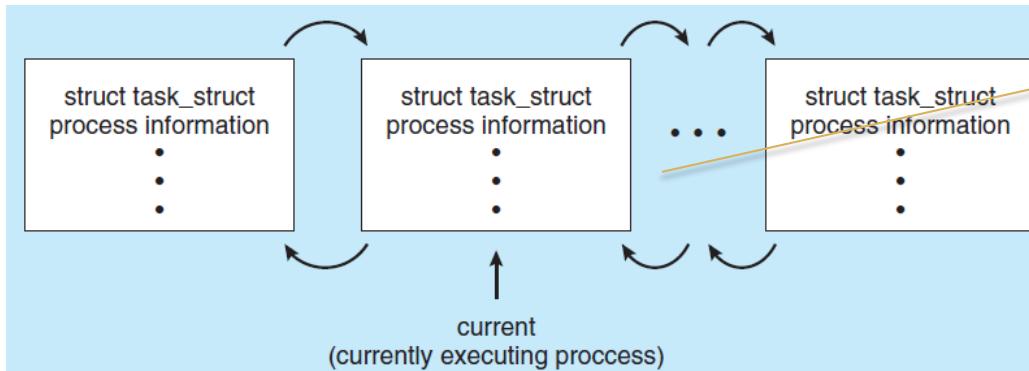
- Informacije za raspoređivanje
 - stanje procesa
 - prioritet
 - dodatne informacije za raspoređivanje
 - zavisi od algoritma raspoređivanja
 - npr. vreme čekanja na procesor
 - događaj na koji proces čeka
- Strukturiranje podataka
 - struktura koja međusobno povezuje procese
 - npr. red čekanja procesa istog prioriteta

Informacije za upravljanje procesom

- Međuprocesna komunikacija
 - markeri, signali i poruke vezani sa komunikacijom između procesa
- Privilegije procesa
 - kojim delovima memorije proces može da pristupa i koje instrukcije ima pravo da izvršava
- Upravljanje memorijom
 - pokazivači na tabelu stranica za virtuelnu memoriju
- Vlasništvo nad resursima
 - koje resurse proces kontroliše

Reprezentacija procesa u Linuxu

```
struct task_struct {  
    long state; /* state of the process */  
    struct sched_entity se; /* scheduling information */  
    struct task_struct *parent; /* this process's parent */  
    struct list_head children; /* this process's children */  
    struct files_struct *files; /* list of open files */  
    struct mm_struct *mm; /* address space of this process */  
};
```



Lista aktivnih procesa u
Linuxu

Sadržaj

- Pojam procesa
- Stanja procesa
- Upravljačke strukture procesa
- **Upravljanje procesom**
- Međuprocesna komunikacija
- Izvršavanje OS

Režimi izvršenja procesora

- Korisnički režim
 - režim sa manje privilegija
 - za korisničke programe



Režimi izvršenja procesora

□ Režim kernela

- moguće je izvršavati i privilegovane instrukcije
- potpuna kontrola nad procesorom i svim njegovim instrukcijama, registrima i memorijom
- OS se izvršava u ovom modu



Režim izvršenja procesora

- Promena režima izvršavanja
 - obično postoji bit u statusnom registru procesora koji ukazuje na režim
 - bit se menja kada se desi određeni događaj
 - Sistemski poziv prevodi sistem iz korisničkog režima u režim kernela

Stvaranje procesa

1. Novom procesu se dodeljuje jedinstveni identifikator
 - u tabelu procesa dodaje se nova stavka
2. Dodeljuje se prostor za proces
 - za sve elemente slike procesa
 - Ovaj prostor može da bude i virtualan, a ne fizički
3. Inicijalizuje se upravljački blok procesa
 - programski brojač se postavlja na prvu instrukciju
 - ostale vrednosti na *default*
4. Ažuriraju se strukture sa vezama procesa
 - npr. proces se uvezuje u listu procesa u odgovarajućem stanju
5. Kreiraju se ili ažuriraju druge strukture podataka
 - npr. kreira se fajl sa podacima o aktivnosti procesa

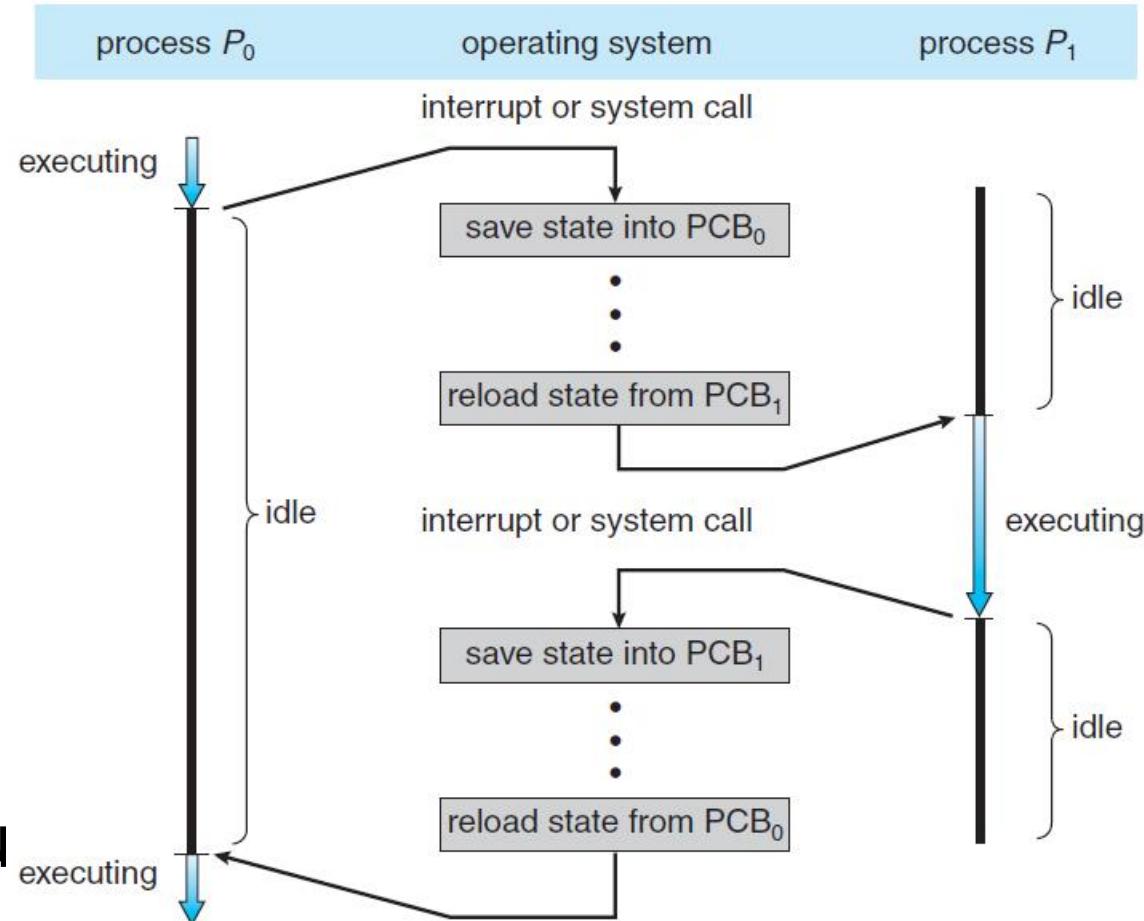
Komutiranje procesa

- Promena trenutno aktivnog procesa koji se izvršava na procesoru



Komutiranje procesa

- Prekida se proces koji se izvršava
- OS drugom procesu dodeljuje stanje Izvršavanje
- Predaje se kontrola tom drugom procesu



Komutiranje procesa

- Koji događaj pokreće komutiranje procesa?
- Koje strukture podataka OS ažurira pri komutaciji procesa?

Kada se komutira proces

- Kada se desi prekid
 - Prekid generatora takta
 - ako je isteklo maksimalno dozvoljeno korišćenje procesora (*time slice*), proces se prekida i prebacuje u stanje Spreman
 - U/I prekid
 - OS prebacuje procese blokirane zbog tog U/I događaja u stanje Spreman
 - Greška memorije
 - proces referencira stranicu koja nije u glavnoj memoriji
 - OS preuzima kontrolu da bi prebacio traženu stranicu iz spoljne memorije u glavnu memoriju

Kada se komutira proces

- Kada se desi greška u izvršavanju programa
 - OS preuzima kontrolu da bi reagovao na grešku
- Poziv operacije OS iz procesa (sistemska poziv)
 - npr. proces zahteva pristup fajlu i OS preuzima kontrolu da bi izvršio U/I akciju
 - Ne podrazumeva nužno prelazak na izvršavanje drugog procesa
 - Ako operacija ne zahteva blokiranje procesa, proces će nastaviti da izvršava kod OS u režimu kernela
 - Moraju se samo sačuvati stanja procesorskih registara

Promena stanja procesa

1. Čuvanje sadržaja procesora
 - programski brojač
 - drugi registri
2. Ažuriranje upravljačkog bloka procesa
 - promena stanja na Spreman ili Blokiran
 - ažuriranje drugih polja
3. Prebacivanje upravljačkog bloka procesa u odgovarajući red
 - red spremnih ili blokiranih
4. Izbor narednog procesa za izvršavanje

Promena stanja procesa

5. Ažuriranje upravljačkog bloka izabranog procesa
 - promena stanja na Izvršavanje
6. Ažuriranje strukture podataka za upravljanje memorijom
 - moguće izmene stranica u glavnoj memoriji
7. Postavljanje sadržaja registara procesora u skladu sa sadržajem upravljačkog bloka procesa izabranog za izvršavanje

Sadržaj

- Pojam procesa
- Stanja procesa
- Upravljačke strukture procesa
- Upravljanje procesom
- **Međuprocesna komunikacija**
- Izvršavanje OS

Kooperacija između procesa

- Procesi koji se konkurentno izvršavaju su
 - Nezavisni
 - Ako na njihovo izvršavanje ne utiču drugi procesi
 - Proces koji ne deli podatke sa drugim procesima je nezavisan
 - Međusobno zavisni
 - Ako utiču jedni drugima na izvršavanje
 - Svaki proces koji deli podatke sa drugim procesima je zavisan od njih
 - Međusobno zavisni procesi moraju da sarađuju putem međuprocesne komunikacije

Razlozi za međuprocesnu komunikaciju

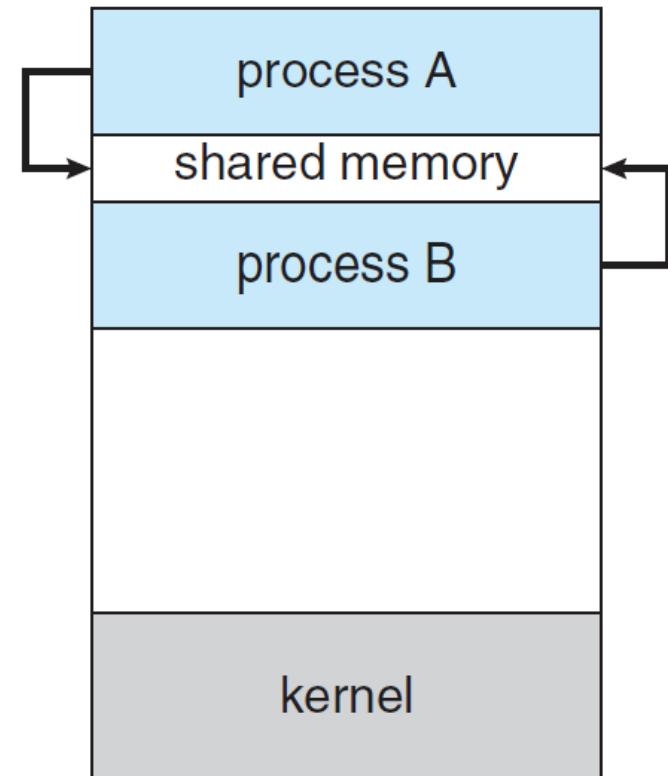
- Deljenje informacija
 - Različitim procesima trebaju isti podaci
 - Npr. fajl kojem pristupaju različiti procesi
- Ubrzanje izračunavanja
 - Nad istim podacima izračunavanja mogu da vrše različiti procesi kako bi na multiprocesorskoj arhitekturi dobili ubrzanje
- Modularnost
 - Pri implementaciji se mogu napraviti logički tokovi izvršavanja koji pristupaju istim podacima

Načini međuprocesne komunikacije

- Dva osnovna načina postoje
 - Deljena memorija i
 - Razmena poruka

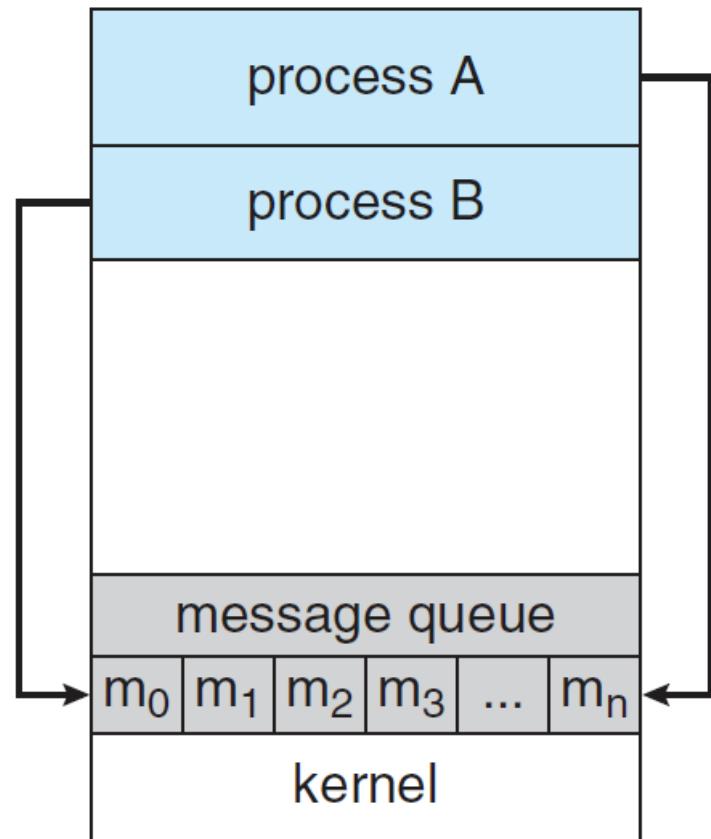
Deljena memorija

- Procesi uspostavljaju region deljene memorije
 - Najčešće u adresnom prostoru procesa koji kreira region
 - Drugi proces zakači region u svoj adresni prostor
- Procesi komuniciraju kroz upis i čitanje podataka u ovom regionu
- Format podataka, isključivost i sinhronizacija su odgovornost procesa



Razmena poruka

- Procesi ne moraju eksplicitno da kreiraju region deljene memorije
- Komuniciraju pozivima operacija
 - `send(message)`
 - `receive(message)`



Poređenje tipova međuprocesne komunikacije

- Oba tipa komunikacije se koriste u savremenim OS
- Deljena memorija
 - Brža, jer ne zahteva sistemske pozive za pristup podacima
- Razmena poruka
 - Pogodniji za distribuirane sisteme u kojima uglavnom nema deljene memorije

Pipes

- Pipes je poseban tip međuprocesne komunikacije koji OS standardno pružaju
- Omogućuju komunikaciju dva procesa po principu proizvođač-potrošač
- Proizvođač upisuje u jedan kraj
- Potrošač čita podatke sa drugog kraja



Pipes



Tipovi pipes

- Da li je komunikacija jednosmerna ili dvosmerna
- Ako je dvosmerna komunikacija
 - Da li istovremeno podaci mogu da putuju u oba smera (*full duplex*) ili
 - U jednom trenutku samo u jednom smeru (*half duplex*)
- Da li treba neka relacija (npr. roditelj-potomak) da postoji između procesa
- Da li je komunikacija samo između procesa na istom računaru ili može i preko mreže

Primer pipes u Linuxu

```
ls | grep Temp
```

ls → Documents
Downloads
Templates
Temp



grep Temp → Templates
Temp

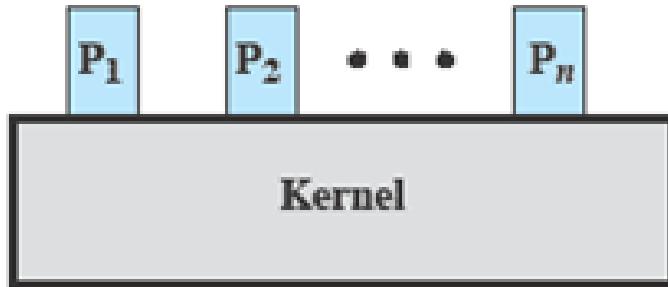
Sadržaj

- Pojam procesa
- Stanja procesa
- Upravljačke strukture procesa
- Upravljanje procesom
- Međuprocesna komunikacija
- **Izvršavanje OS**

Izvršavanje OS

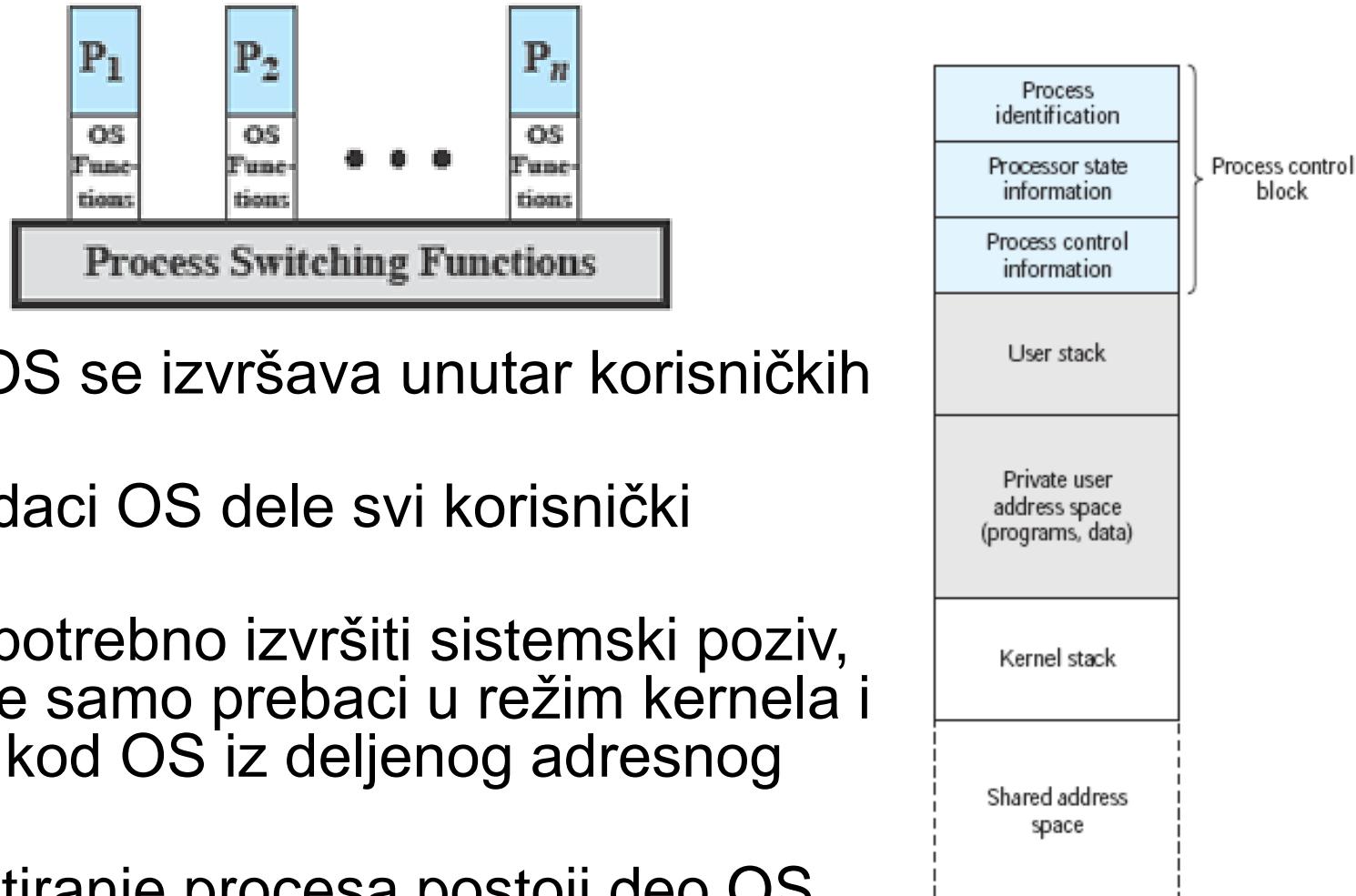
- OS je skup programa koje izvršava procesor
- Radi kao i ostali softver
- Da li je OS proces?
- Ko i kako njime upravlja?
- Postoje različiti pristupi u dizajnu

Jezgro OS koje nije proces



- Kod starijih OS
- OS se izvršava izvan bilo kog procesa
- OS je zaseban entitet
- Kod OS izvršava se u privilegovanom režimu
- Kao procesi se tretiraju samo korisnički procesi

Izvršavanje unutar korisničkih procesa



OS zasnovan na procesima



- OS je implementiran kao skup procesa
- Funkcije jezgra organizovane su u procese
- Ovi procesi se izvršavaju u režimu kernela