Diplomski studij

Informacijska i komunikacijska tehnologija
Telekomunikacije i informatika

Računarstvo
Računarska znanost
Programsko inženjerstvo i informacijski sustavi

Raspodijeljeni sustavi

Pitanja za provjeru znanja s odgovorima
1. blok predavanja

Ak.g. 2011./2012.

Napomena: *Preporučena literatura su bilješke s predavanja.*

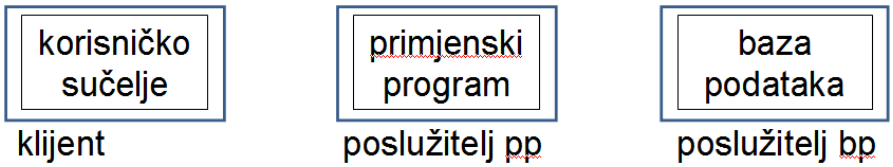
Zadatak 1.1 Objasnite pojam skalabilnosti raspodijeljenog sustava.

Raspodijeljeni sustav je skalabilan ukoliko posjeduje sposobnost prilagodbe povećanom broju korisnika i sredstava, njihovoj rasprostranjenosti te načinu upravljanja sustavom.

Zadatak 1.2 Objasnite pojam migracijske transparentnosti raspodijeljenog sustava.

Za raspodijeljeni sustav kažemo da posjeduje migracijsku transparentnost ukoliko on prikriva promjenu lokacije nekog sredstva na način da ta promjena ne utječe na način pristupa tom sredstvu.

Zadatak 1.3 Skicirajte trorednu arhitekturu klijent-poslužitelj te na proizvoljnom primjeru aplikacije objasnite ulogu svake razine u cjelokupnoj arhitekturi.



Primjer su aplikacije weba, gdje klijentski program koji se izvodi na klijentskom računalu nikada ne pristupa direktno bazi podataka, već posredno preko aplikacije weba. Klijentski program prikazuje korisničko sučelje i komunicira s aplikacijom weba koja obavlja cjelokupnu logiku usluge i pristupa potrebnim podacima.

Zadatak 1.4 Objasnite razliku između sinkrone i asinkrone komunikacije.

Dok je kod sinkrone komunikacije pošiljatelj blokiran nakon slanja poruke sve do primitka potvrde o isporuci, kod asinkrone komunikacije pošiljatelj nije blokiran te nastavlja procesiranje odmah nakon slanja.

Zadatak 2.1 Navedite obilježja komunikacije *socketom* UDP.

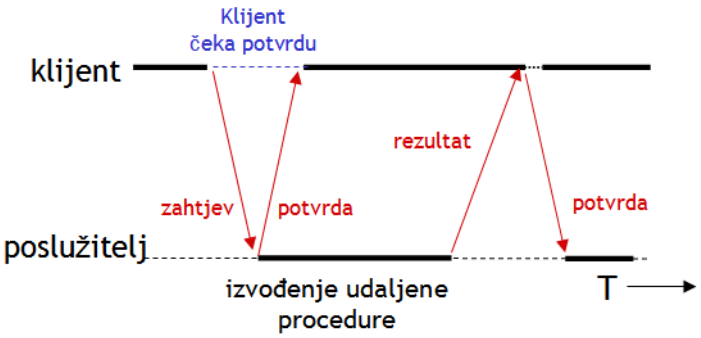
Ova komunikacija se temelji na modelu klijent-poslužitelj, gdje oba moraju istovremeno biti aktivna da bi se komunikacija mogla ostvariti. Komunikacije je tranzijentna i asinkrona, a može se koristiti za implementaciju komunikacije na načelu *pull* ili *push*.

Zadatak 2.2 U tablicama su prikazane metode na klijentskoj i poslužiteljskoj strani *socket*a TCP. Upišite ispravan redoslijed izvođenja metoda u tablice.

Klijent	
1	socket()
3	write()
4	read()
5	close()
2	connect()

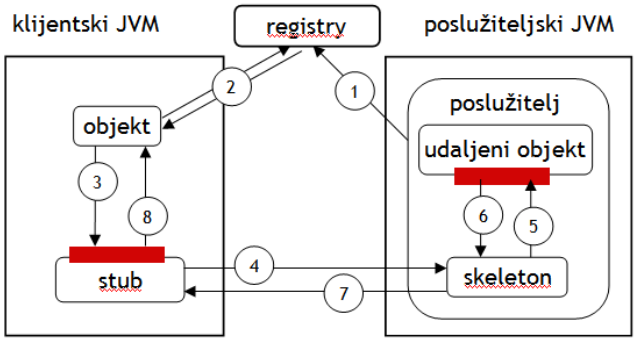
Poslužitelj	
3	listen()
1	socket()
4	accept()
6	write()
5	read()
7	close()
2	bind()

Zadatak 2.3 Skicirajte tijek komunikacije između klijenta i poslužitelja te objasnite odgođeni sinkroni poziv udaljene procedure RPC (*Remote Procedure Call*).



Kod odgođenog sinkronog poziva udaljene procedure, klijent nije blokiran dok čeka rezultat izvođenja, već nastavlja s radom nakon uspješnog primitka potvrde. Kasnije mu poslužitelj šalje rezultat koristeći drugi asinkroni poziv udaljene procedure.

Zadatak 2.4 Skicirajte model pozivanja udaljene metode Java RMI (*Remote Method Invocation*). Navedite korake u komunikaciji potrebne da bi klijent pozvao metodu dostupnu na poslužitelju, uz pretpostavku da je klasa stub već instalirana na klijentskoj strani



Koraci u komunikaciji su sljedeći:

1. Poslužitelj registrira udaljeni objekt pod odabranim imenom.
2. Klijent od *registrya* traži referencu na udaljeni objekt koristeći registrirano ime.
3. Klijent poziva metodu *stuba* dostupnu na klijentskom računalu.
4. *Stub* serijalizira parametre i šalje ih *skeletonu*.
5. *Skeleton* deserijalizira parametre i poziva metodu udaljenog objekta.
6. Udaljeni objekt vraća rezultat izvođenja metode *skeletonu*.
7. *Skeleton* serijalizira rezultat i šalje ga *stubu*.
8. *Stub* deserijalizira rezultat i dostavlja ga klijentu.

Zadatak 3.1 Skicirajte i objasnite primjer komunikacije porukama između dva procesa/objekta (primatelja i pošiljatelja). Kakva je komunikacija porukama s obzirom na vremensku ovisnost primatelja i pošiljatelja?

U komunikaciji između pošiljatelja i primatelja rep sudjeluje kao posrednik. Pošiljatelju se u načelu

garantira isporuka poruke u primateljev rep, ali ne i isporuka poruke primatelju. Primatelj može pročitati poruku iz repa u bilo kojem budućem trenutku. Stoga su pošiljatelj i primatelj poruke vremenski neovisni.

Zadatak 3.2 Objasnite sličnost i razlike u obilježjima komunikacije između dva komunikacijska modela podržana s JMS (*Java Messaging Service*)?

JMS podržava komunikaciju porukama i model objavi-pretplati. Obje vrste komunikacije su vremenski neovisne zato što pošiljatelj i primatelj ne moraju istovremeno biti dostupni. Kod komunikacije porukama pošiljatelj mora znati identifikator odredišta, dok je kod modela objavi-pretplati komunikacija anonimna. Komunikacija je perzistentna i asinkrona u oba slučaja. Komunikacija se pokreće na načelu *pull* kod komunikacije porukama, a na načelu *push* kod modela objavi-pretplati.

Zadatak 3.3 Navedite i objasnite operacije koje implementira programska infrastruktura dijeljenog podatkovnog prostora.

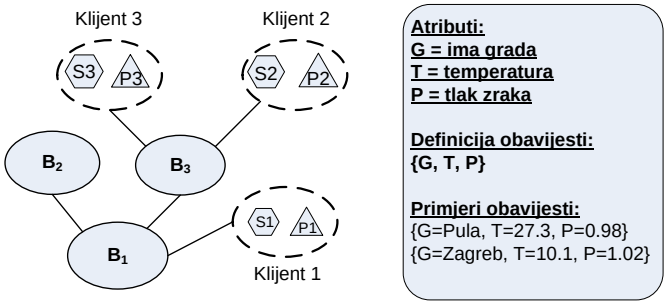
write(t) – dodaj tuple t u raspodijeljeni podatkovni prostor
read (s) -> t – vraća tuple t koji odgovara predlošku s
take (s) -> t – vraća tuple t koji odgovara predlošku s i briše ga iz podatkovnog prostora

Zadatak 3.3 Objasnite opći format poruka protokola HTTP. Navedite kako glasi potpun i apsolutan URI koji identificira resurs zatražen u zahtjevu, ako prva 2 retka HTTP zahtjeva sadrže sljedeće podatke:

GET /predmet/rassus HTTP/1.1
Host: www.fer.hr

Opći format poruka protokola HTTP sastoji se od početnog retka, polja zaglavlja te tijela poruke. Potpun i apsolutan URI je http://www.fer.hr/predmet/rassus .

Zadatak 3.4 Raspodijeljeni sustav objavi-pretplati, u kojem se koristi **algoritam preplavljivanja obavijestima**, sastoji se od 3 posrednika i 3 klijenta kako je prikazano slikom. Svaki klijent u sustavu ima ulogu pretplatnika i objavljivača. Odgovorite na sljedeća pitanja:



a) U trenutku t1 **klijent 1** generira pretplatu ***s1={G=Zagreb,T<15.5,P>0.98}***. Napišite oznake svih posrednika na kojima se pohranjuje ova pretplata. Pretplata se pohranjuje na posredniku B1.
b) U trenutku t2>t1 **klijent 2** generira pretplatu ***s2=s1***. Napišite oznake svih posrednika na kojima se pohranjuje ova pretplata. Pretplata se pohranjuje na posredniku B3.
c) U trenutku t3>t2 **klijent 3** generira obavijest ***p1={G=Zagreb,T=-2.2,P=1.01}***. Objasnite točan redoslijed kojim će se ova obavijest proširiti sustavom i biti isporučena zainteresiranim klijentima.
P3->B3(->S2)->B1(->S1)->B2

Zadatak 4.1 Korisnik nakon ispunjavanja obrasca na Web-u odabire opciju Submit, čime pošalje podatke Web-poslužitelju na adresu www.tel.fer.hr/obrazac/accept korištenjem protokola HTTP verzije 1.1. Kojim se HTTP zahtjevom šalju podaci poslužitelju i kako je definiran prvi redak zahtjeva?

Podaci se šalju zahtjevom POST. Prvi redak je definiran na sljedeći način:
POST /obrazac/accept HTTP 1.1 .

Zadatak 4.2 Objasnite opći format poruka protokola HTTP. Navedite kako glasi potpun i apsolutan URI koji identificira resurs zatražen u zahtjevu, ako prva 2 retka HTTP zahtjeva sadrže sljedeće podatke:

```
GET  /predmet/rassus HTTP/1.1
Host:  www.fer.hr
```

Opći format poruka protokola HTTP sastoji se od početnog retka, polja zaglavlja te tijela poruke. Potpun i apsolutan URI je http://www.fer.hr/predmet/rassus.

Zadatak 4.3 Pretpostavite da se sjedište weba sastoji od 2 poslužitelja priključena na Internet preko posrednika (*proxy*). Navedite i objasnite svojstva ovog raspodijeljenog sustava.

Ovaj raspodijeljeni sustav karakteriziraju:

1) replikacijska transparentnost – zato što korisnik nije svjestan koji poslužitelj ga je zapravo poslužio,
2) otpornost na kvarove – jer se kvar jednog poslužitelja može prikriti od korisnika i
3) skalabilnost – zato što ovaj sustav posjeduje sposobnost prilagodbe povećanom broju korisnika.

Ovaj sustav podržava i lokacijsku i migracijsku transparentnost (putem sustava DNS).

Zadatak 4.4 Objasnite razliku između web-aplikacija temeljenih na CGI (Common Gateway Interface) i poslužiteljskim skriptama.

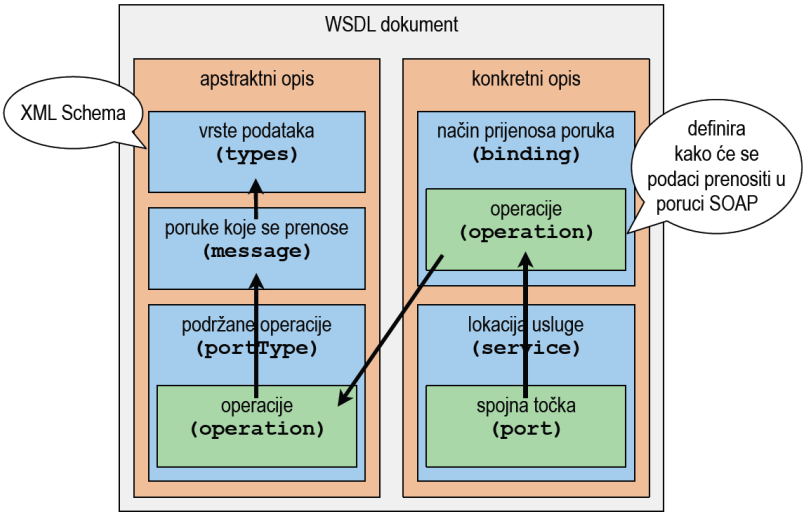
CGI (*Common Gateway Interface*) je jednostavno sučelje za pokretanje eksternih programa iz web-poslužitelja na platformski i programski neovisan način. Kod svakog zahtjeva se pokreće novi proces, a podaci između poslužitelja i procesa šalju se preko varijabli okoline i tokova podataka. Nakon svake obrade proces se gasi. Nedostatak CGI-a je što se kod svakog zahtjeva pokreće novi proces i nakon obrade gasi što je zahtjevno za resurse (procesorsko vrijeme i memorija) pa kod velikog broja zahtjeva na poslužitelju to znatno utječe na performanse.
Poslužiteljske skripte (engl. *server side scripts*), dinamički generiraju HTML-dokumente poput CGI-ja, ali je razlika u tome što se za svaki zahtjev ne pokreće novi proces i na taj način se štede resursi.

Zadatak 5.1 Navedite dva osnovna načina rada protokola SOAP i objasnite kako se poruka SOAP šalje pomoću protokola HTTP.

Dva osnovna načina rada koje podržava protokol SOAP su poziv udaljene procedure te razmjena dokumenata i poruka. Poruka SOAP, koja je pisana jezikom XML, se sastoji od zaglavlja i tijela. Prilikom slanja poruke SOAP protokolom HTTP, i zaglavlje i tijelo poruke SOAP se nalaze u tijelu poruke HTTP.

Zadatak 5.2 Objasnite i skicirajte sadržaj apstraktnog i konkretnog opisa u strukturi dokumenta WSDL.

Dokument WSDL se sastoji od apstraktnog i konkretnog opisa kao što se vidi na slici.



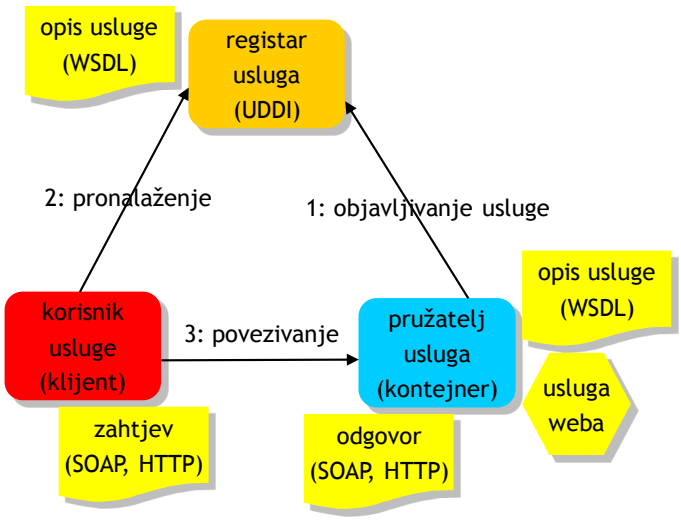
Apstraktan opis u WSDL-u se sastoji od 4 elementa:

1. *types*: definira vrste podataka neovisne o platformi i jeziku (koristi se XML Schema),
2. *message*: definiraju ulazne i izlazne poruke koje se mogu koristiti kao parametri usluge,
3. *operation*: predstavlja jednu operaciju/metodu/proceduru koja je definirana u usluzi, a sastoji se od definicija ulaznih, izlaznih i iznimnih poruka koje se mogu razmjenjivati korištenjem ove operacije i
4. *portType*: koristi poruke (pod 2) da bi opisao sve operacije koje pruža usluga.

Konkretni opis se sastoji od 2 dijela:

1. *binding*: definira kako je konkretna implementacija povezana s operacijama u apstraktnom opisu i definira fromat u kojem će se poruke prenositi (protokol i elemente) i
2. *service*: definira URI gdje je usluga isporučena tj. na kojoj adresi se može pozvati usluga (taj URI je definiran u spojnoj točci).

Zadatak 5.3 Prikažite arhitekturu i objasnite korištenje usluge Weba.



U arhitekturi usluge Weba postoje 3 uloge: pružatelj usluge, registar usluga i korisnik usluge. Pružatelj usluge je vlasnik usluge Weba i zadužen je za njen smještaj. Klijent je stranka zainteresirana za uslugu weba, a registar usluga omogućava pretraživanje registriranih usluga weba po njihovim opisima.

Tipično korištenje usluge Weba sastoji se od tri operacije: objavljivanje, pronalaženje i povezivanje. Pružatelj usluge registrira uslugu i njen opis (WSDL) objavljivanjem usluge u registru usluga. Korisnik usluge putem registra usluga pronalazi traženu uslugu Weba. U zadnjem koraku korisnik usluge poziva metodu usluge Weba i dobiva rezultat njenog izvođenja putem poruka SOAP i protokola HTTP.

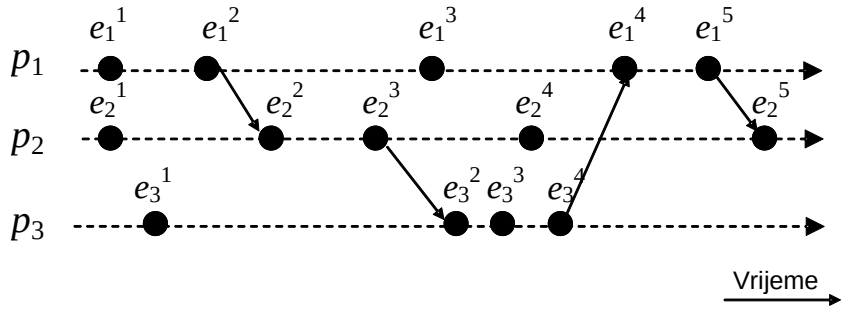
Zadatak 5.4 Objasnite svojstvo slabe povezanosti usluga kod uslužno orijentirane arhitekture.

Svojstvo slabe povezanosti usluga kod uslužno orijentirane arhitekture (SOA – Service Oriented Architecture) odnosi se na dizajn programske izvedbe usluga. U sustavu SOA, usluge trebaju biti izvedene tako da promjena u jednoj usluzi ne zahtijeva promjenu neke druge usluge. Pri tome, svaka usluga može i dalje nesmetano koristiti neku drugu uslugu. Npr. algoritam koji se koristi u usluzi se može promijeniti bez znanja drugih usluga i druge usluge ju mogu nesmetano koristiti. Bitno je da se sučelja opisana WSDL-om ne promijene.

Zadatak 6.1 Objasnite za koje je od sljedeća tri svojstva raspodijeljenih sustava značajna komunikacijska složenost algoritama: a) replikacijska transparentnost b) skalabilnost c) otvorenost.

Komunikacijska složenost algoritama je važna za skalabilnost raspodijeljenog sustava jer na temelju komunikacijske složenosti možemo zaključiti kako raste generirani promet raspodijeljenog sustava s rastom tog sustava. Primjer: komunikacija grupe procesa.

Zadatak 6.2 Na temelju primjera procesa sa slike **objasnite** jesu li sljedeći parovi događaja uzročno povezani ili nisu? a) e_1^3 i e_2^2 i b) e_2^2 i e_1^5.



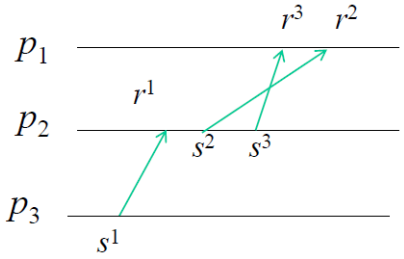
a) Događaji e_1^3 i e_2^2 su neovisni zato što nisu slijedni događaji na istom procesu, između njih ne postoji slanje i primanje poruke te između njih ne postoji tranzitivna uzročnost.
b) Između događaja e_2^2 i e_1^5 postoji uzročna povezanost preko tranzitivne uzročnosti e_2^2 -> e_2^3^ e_2^3 -> e_3^2^ e_3^2 -> e_3^3^ e_3^3 -> e_3^4^e_3^4 -> e_1^4^e_1^4 -> e_1^5.

Zadatak 6.3 Objasnite model komunikacijskog kanala koji se temelji na uzročnoj slijednosti.

Uzročna slijednost (causal ordering) osigurava da uzročno povezani događaji slanja dviju poruka istom primatelju rezultiraju primanjem u slijedu kojim su poslani.

Zadatak 6.4

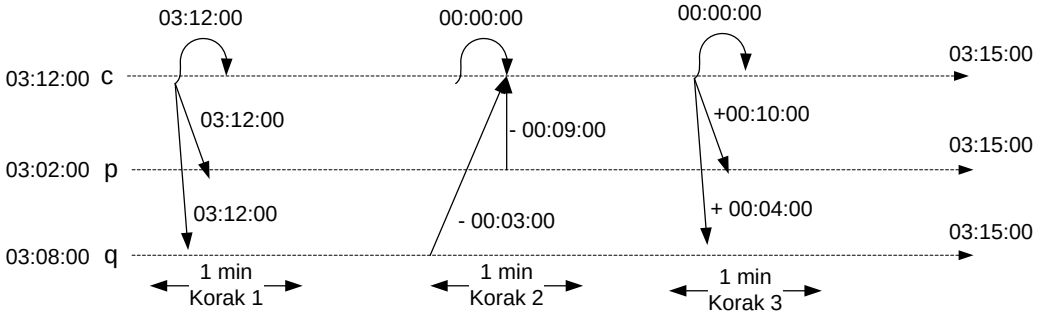
Objasnite zašto za sljedeći primjer vrijedi CO ili vrijedi non-CO?



Za primjer vrijedi non-CO zato što proces p_1 prima poruke od p_2 drugačijim redoslijedom od redoslijeda slanja, a pri tome je slanje poruke 3 uvjetovano slanjem poruke 2.

Zadatak 7.1

Prikažite i objasnite korake algoritma Berkeley za usklađivanje satnih mehanizama tri računala u raspodijeljenoj okolini. Računala imaju sljedeće vrijednosti satova T(p)=03:02:00, T(q)=03:08:00 i T(c)=03:12:00. Upravitelj je treće računalo. Pretpostavite da prijenos poruke između 2 računala traje 1 minutu i da upravitelj koristi svoje lokalno vrijeme kao zajedničko pri usklađivanju satnih mehanizama.



Korak 1:
Upravitelj šalje poruku s trenutnim vremenom svim računalima.

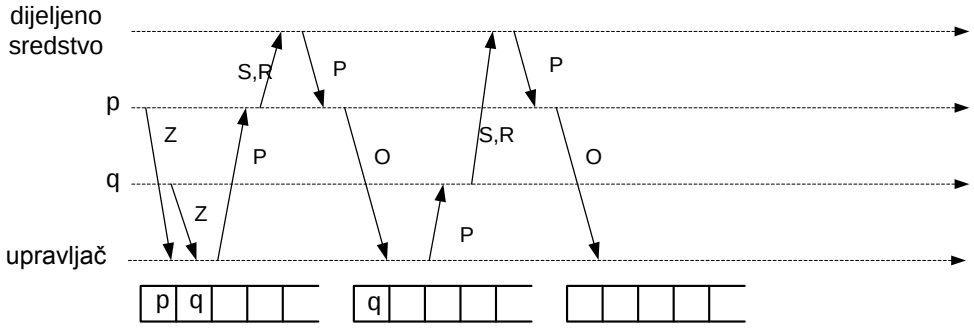
Korak 2:
Poslane poruke putuju 1 minutu i nakon primitka poruka, računala odgovaraju s porukom koja sadrži razliku lokalnog vremena u odnosu na primljeno vrijeme.

Korak 3:
Nakon primitka poruka odgovora, upravitelj šalje poruke zahtjeva koje sadrže vremenski pomak za svako računalo. Poruke zahtjeva putuju 1 minutu te nakon primitka poruke zahtjeva, svako računalo usklađuje lokalni satni mehanizam.

Zadatak 7.2

Opišite postupak međusobnog isključivanja dvaju procesa (p i q) primjenom središnjeg upravljača s repom čekanja tako da nacrtate redoslijed operacija i objasnite ih. Nakon zauzimanja dijeljenog spremnika, proces provodi jednu operaciju čitanja ili pisanja nad dijeljenim spremnikom.

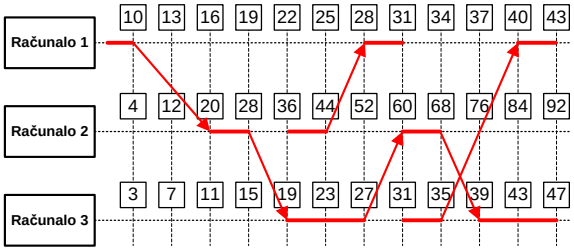
R –Dohvati, S –Spremi, Z –Zauzmi, P –Potvrda, O –Oslobodi



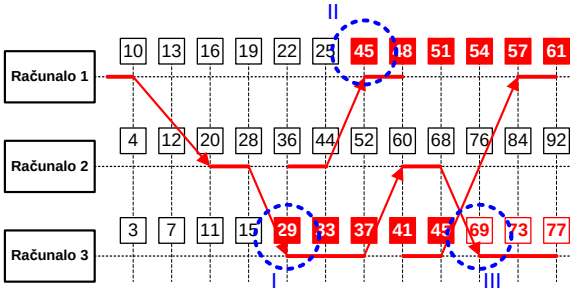
Proces p šalje zahtjev za zauzimanje sredstva, zahtjev se sprema u rep
Proces q šalje zahtjev za zauzimanje sredstva, zahtjev se stavlja u rep
Kako je zahtjev od R0 stigao prije, upravljač šalje potvrdu R0 i uklanja njegov zahtjev iz repa
Proces p provodi operaciju pisanja
Proces p prima potvrdu
Proces p šalje poruku Upravljaču i otpušta pristup
Upravljač šalje poruku dojave procesu q te mu dodjeljuje pristup dijeljenom spremniku. Iz repa zahtjeva uklanja se zahtjev od procesa p
Proces q provodi operaciju pisanja
Proces q prima potvrdu
Proces q šalje poruku Upravljaču i otpušta pristup

Zadatak 7.3 Za slijed razmjene poruka između tri računala prikazan na slici uspostavite globalni tijek vremena primjenom skalarnih oznaka logičkog vremena. Navedite i opišite trenutke u kojima se ostvaruje korekcija lokalnih satnih mehanizama.

1. Određivanje vrijednosti satnih mehanizama u trenutcima razmjene poruka

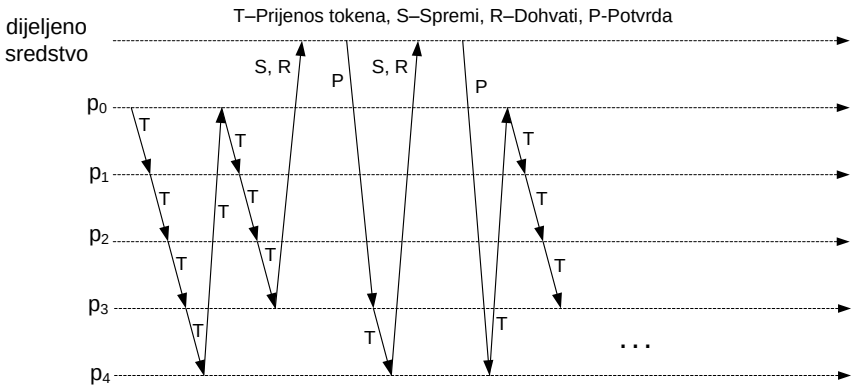


2. Primjena skalarnih oznaka vremena



Trenutak I: Računalo 3 prima poruku od računala 2 s oznakom vremena T_P=28 koja je veća od lokalne oznake vremena T_L= 19. Lokalni sat se pomiče na vrijednost $\mathbf{T_P+1=29}$.
Trenutak II: Računalo 1 prima poruku od računala 2 s oznakom vremena T_P=44 koja je veća od lokalne oznake vremena T_L= 28. Lokalni sat se pomiče na vrijednost $\mathbf{T_P+1=45}$.
Trenutak III: Računalo 3 prima poruku od računala 2 s oznakom vremena T_P=68 koja je veća od lokalne oznake vremena T_L=49. Lokalni sat se pomiče na vrijednost $\mathbf{T_P+1=69}$.

Zadatak 7.4 Pet procesa postavljenih na različita računala u raspodijeljenoj okolini ostvaruje međusobno isključivanje primjenom prstena. Vrijeme prijenosa poruke zahtjeva i odgovora pri pristupu dijeljenom sredstvu jednako je 3 ms, vrijeme obrade poruke zahtjeva na sredstvu je 5 ms, vrijeme prijenosa *tokena* između dva susjedna procesa u prstenu je 2 ms. Kada primi *token*, proces može maksimalno jednom ostvariti pristup dijeljenom sredstvu prije nego što proslijedi *token* idućem susjedu. Prikažite naznačite navedena vremena na dijagramu. Koje je minimalno, a koje maksimalno vrijeme čekanja bilo kojeg procesa u prstenu za pristup dijeljenom sredstvu.



Min. vrijeme - U najboljem slučaju, proces koji želi ostvariti pristup čeka T=0 sekundi. Naime, taj slučaj nastupa kada proces uđe u stanje u kojem želi ostvariti pristup sredstvu netom prije nego što je primio token. **Max. vrijeme** - U najgorem slučaju, proces ulazi u stanje u kojem želi ostvariti pristup sredstvu netom nakon što je proslijedio token svojem susjedu. U tom slučaju, proces mora čekati da svi ostali procesi prime token i ostvare pristup dijeljenom sredstvu. Maksimalno vrijeme čekanja u tom slučaju iznosi $T = 5 * T_T + 4 * (T_Z + T_O + T_P) = 10 + 44 = 54$ ms.