

**ZADATAK 1 3**

Zadan je sustav koji se sastoji od dva sukcesivna (slijedna) sustava posluživanja: M/M/3 s gubicima, te M/M/m s čekanjem. Ukoliko je intenzitet nallaska u sustav u glavnom prometnom satu 30 er/h, te ako je prosječno vrijeme posluživanja 10 minuta, odredite potreban broj poslužitelja u drugom sustavu kako bi vjerojatnost čekanja bila manja od 30%.

- A – 4  
B – 8  
C – 10  
D – 5  
E – 1

30 er/h  $M/M/3 \rightarrow M/M/m$   
10 min  $\lambda$   $\mu$   
 $m \cdot \mu < 30\%$

**ZADATAK 2 1**

U M/M/1 sustavu posluživanja kapacitet poslužitelja je C, a srednja duljina riječi koja se obrađuje jednaka je b. Ukoliko povećamo kapacitet posluživanja na 2C srednja duljina riječi biti će:

- A – b/2  
B – 2b  
C – b/4  
D – b  
E – 4b

b C  
2C

**ZADATAK 3 1**

Promatramo sustav za podršku korisnicima preko telefonskih linija. Sustav je na javnu telefonsku mrežu spojen s E1 vezom (30 telefonskih linija), a u sustavu radi 10 inženjera koji odgovaraju na pitanja korisnicima. Ako inženjeri imaju mogućnost poziva na čekanju, koji je to sustav:

- A – serija, M/M/20 s gubicima, potom M/M/1  
B – M/M/10  
C – M/M/30 s gubicima  
D – M/M/m s čekanjem  
E – serija, M/M/30 s gubicima, potom M/M/m s ček.

**ZADATAK 4 1**

Sustav posluživanja M/M/m bez repa čekanja ponuđen je prometni intenzitet A. Postotak odbačenih jedinica (poziva) je:

- A –  $E(A, m)$   
B –  $1 - E(A, m)$   
C –  $1 - P_m$   
D –  $(1 - E(A, m)) / E(A, m)$   
E –  $1 / E(A, m)$

gdje je  $E(A, m)$  rješenje Erlang B, a  $P_m$  Erlang C form.

**ZADATAK 5 4**

Zaokružite sve sustave u kojima će međudolazna vremena napuštanja sustava biti deterministička:

- A – M/D/1  
B – M/M/1  
C – D/D/1  
D – D/M/1  
E – M/E/1

**ZADATAK 6 1**

Neki izvor informacija generira 1000 poruka dužine 8 bita i proslijeđuje ih koderu. Poruke se kodiraju Hammingovim kodom te potom šalju u prijenosni medij. Na strani prijemnika nalazi se dekodirane poruke proslijeđuje određi terminalu. Prilikom prolaska kroz prijenosni medij invertirano je 20 bita. Koliki je minimalni broj pogrešno primljenih poruka?

- A – 0  
B – 10  
C – 20  
D – 40  
E – >40

**ZADATAK 7 1**

Neki izvor informacija generira 1000 poruka dužine 8 bita i proslijeđuje ih koderu. Poruke se kodiraju optimalnim kodom, te potom šalju u prijenosni medij. Na strani prijemnika nalazi se dekodirane poruke proslijeđuje određi terminalu. Prilikom prolaska kroz prijenosni medij invertirano je 1 bit. Koliki je maksimalni broj pogrešno primljenih poruka?

- A – 0  
B – 1  
C – 2  
D – 10  
E – >10

**ZADATAK 8 1**

Duljine grane/udaljenost između čvorova izražena Manhattan distancom je:

- A – uvijek < od duljine izražene Euklidskom dist.  
B – < ili = duljini izraženoj Euklidskom dist.  
C – = duljini izraženoj Euklidskom dist.  
D – > od duljine izražene Euklidskom dist.  
E – > ili = duljini izraženoj Euklidskom dist. >40

**ZADATAK 9 3**

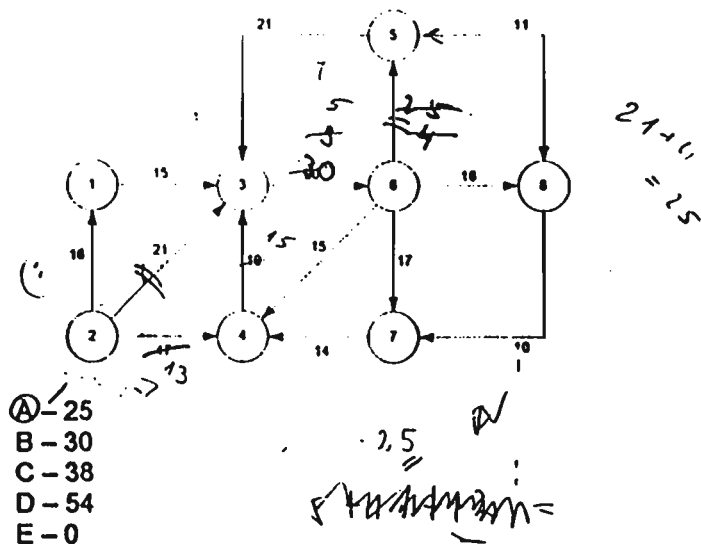
Što će biti zapisano u p nakon što se izvede sljedeći kod:

```
function [v] = func1(n)
if (n==0) || (n==1)
    v=1;
else
    v=func1(n-2) + func1(n-1);
end
i=[3,5,7];
p=[0,0,0];
for k=1:3,
    p(k)=func1(i(k));
end
```

- A –  $p=[1,2,3]$   
B –  $p=[3,8,21]$   
C –  $p=[2,5,13]$   
D –  $p=[3,5,7]$   
E – zaglaviti će se u beskonačnoj petlji

### ZADATAK 10

Metodom Ford-Fulkerson izračunaj najveći tok od čvora 2 do čvora 5.



- A - 25
- B - 30
- C - 38
- D - 54
- E - 0

### ZADATAK 11

Zadana je potpuno povezana mreža u kojoj se usmjeravanje prometnih tokova izvodi po najkraćim putovima – svaka grana ima težinu 1. U totalnoj mreži je  $\bar{n}$

- A - 2
- B - ovisi o matrici prometnih tokova  $[T_{jk}]$
- C - ovisi o duljinama grana
- D - nedovoljno je podataka
- E - 1

### ZADATAK 12

Vjerojatnost da korisnik ne uspostavi vezu s pozivnim korisnikom je najveća kad se za usmjeravanje u mreži s komutacijom kanala koristi:

- A - sekvencijalno usmjeravanje
- B - usmjeravanje uz upravljanje s izvorišta
- C - upravljanje s izvorišta uz prenošenje
- D - usmjeravanje prema najkraćem putu
- E - ne ovisi o vrsti usmjeravanja

### ZADATAK 13

Broj grana u potpuno povezanoj mreži izgrađenoj od N čvorova jest:

- A -  $N^2$
- B - N
- C -  $N-1$
- D -  $N(N-1)/2$
- E -  $(N^2-1)/2$

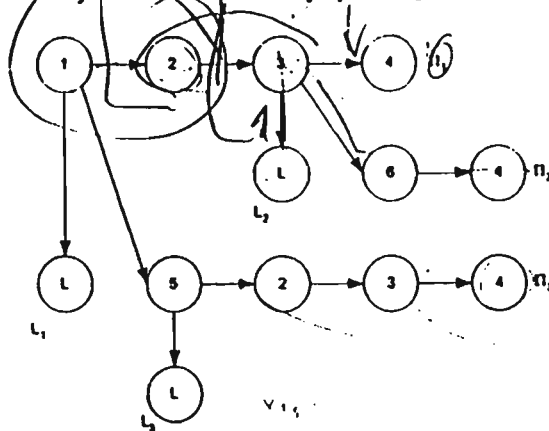
### ZADATAK 14

Na neku mrežu primjenjujemo algoritam Prim-Dijkstra. Da li je moguće da algoritam kao rezultat dva izvođenja daje dvije različite topologije?

- A - Ne
- B - Da, optimalno stablo je određeno duljinom, a ne topologijom
- C - Da, ali će ukupna duljina stabla biti ista
- D - Da, ovisi o položaju čvorova
- E - B i C su točni odgovori

### ZADATAK 15

Za prošireno stablo usmjeravanja na slici izračunaj izraz za vjerovatnost korištenja puta  $\pi_3$ .



- A -  $P(\pi_3) = x_{12} \cdot x_{52} \cdot x_{23} \cdot x_{24} \cdot (1 - x_{12})$
- B -  $P(\pi_3) = x_{15} \cdot x_{52} \cdot x_{23} \cdot x_{34} \cdot y_{12} \cdot (1 - x_{23} \cdot x_{34}) \cdot (1 - x_{36} \cdot x_{64})$
- C -  $P(\pi_3) = x_{15} \cdot x_{52} \cdot x_{23} \cdot x_{34} \cdot y_{12} \cdot (1 - x_{23} \cdot x_{34})$
- D -  $P(\pi_3) = x_{15} \cdot x_{52} \cdot x_{23} \cdot x_{34} \cdot y_{12} \cdot (1 - x_{36} \cdot x_{64})$
- E -  $P(\pi_3) = x_{15} \cdot x_{52} \cdot x_{23} \cdot x_{34} \cdot y_{12} \cdot (1 - x_{23} \cdot x_{34})$

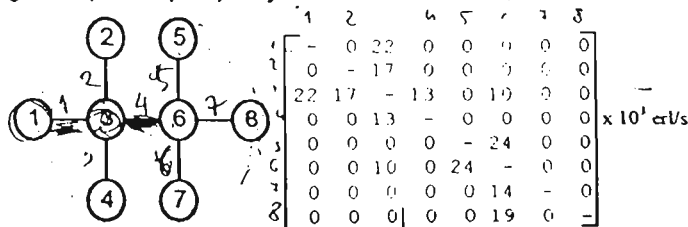
### ZADATAK 16

Osnovni kriterij za vrednovanje svojstava mreža s komutacijom paketa je:

- A - vjerojatnost da veza neće biti uspostavljena između izvorišnog i odredišnog korisnika
- B - srednje vrijeme zadržavanja paketa u mreži
- C - prosječan broj odbačenih veza u gl.promet.satu
- D - GOS
- E - vjerojatnost odbacivanja paketa

### ZADATAK 17

Na slici je prikazana jednostavna mreža s komutacijom paketa. Za zadanu matricu prometnih zahtijeva i prosječnu dužinu paketa od 500 okteta, potrebno je izračunati prosječno kašnjenje u mreži. Kapacitet svih grana (full-duplex) su jednaki i iznose 155,520 Mbit/s.



- A - 102 ms
- B - 25,5 ms
- C - nedovoljno podataka
- D - 51 ms
- E - 204 ms

### ZADATAK 18

Broj grana u minimalnom stablu u mreži koju čini  $N$  čvorova je:

- A -  $N-2$
- B -  $N-1$**
- C -  $N$
- D -  $N+1$
- E -  $N^2-(N+1)$

### ZADATAK 19

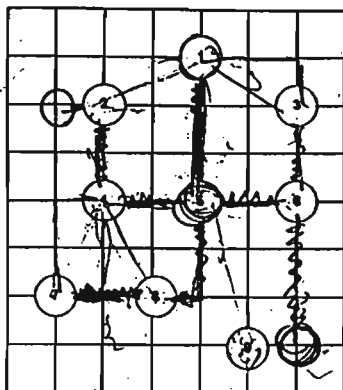
U sklopu kolegije Informacijske mreže prilikom analize mreža s komutacijom paketa grane opisujemo kao sustav posluživanja:

- A - M/M/m s gubicima
- B - M/M/1**
- C - G/G/m
- D - M/D/m
- E - D/D/m

kom. poketa: M/M/1  
forn. kanala: M/M/1

### ZADATAK 20


Za raspored čvorova prema slici potrebno je kreirati minimalno stablo. (Koristiti Manhattan distancu).



- A - 2,4,4,5,1,3,6,5,6,6,9,7,8,4,7
- B - 2,4,4,5,5,8,7,5,6,9,6,2,5**
- C - 1,3,3,6,6,9,9,5,5,8,7,8,7,4,4,2
- D - točni su A i B**
- E - sve navedeno

### ODGOVORI:

	A	B	C	D	E
1.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<b>Informacijske mreže</b> Ak. god. 2003/2004 2. Međuispit 7.lipanj 2003.		Ime i prezime: _____ Matični broj: _____
--	---	---

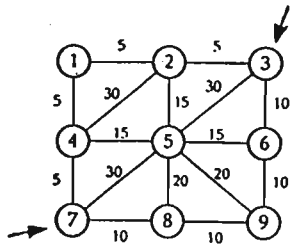
Upute:

- Na pitanja odgovarate odlukom za jedan ili više točnih odgovora – u tablici naznačite polje/a za koje ste se odlučili (A,B,C,D,E).
- Zadaci za tri boda moraju biti popraćeni kompletnim, detaljno objašnjenim postupkom, jer se u suprotnom neće priznavati – točno 'riješeno' zadatka bez postupka i netočno riješeni zadaci nose -1 bod. Ukoliko ste zadatak rješavali označite DA u tablici, u suprotnom ostavite prazno.
- Zadaci za jedan bod rješavaju se zaokruživanjem ponuđenih odgovora – pogrešno rješenje vrijedi -0.3 boda

Zadatak:	A	B	C	D	E	Bod	Ukupno
1.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	
2.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	
3.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	
4.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	
5.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	
6.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	
7.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	
8.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	
9.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	
10.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	
11.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	
12.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	
13.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	
14.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	
15.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	
16.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	
17.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	
18.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	
19.	DA					3	
20.	DA					3	
21.	DA					3	
22.	DA					3	
Ukupno	max. 30 bodova						

# 1.) Zadatak (1 bod)

Dana je mreža (vidi sliku niže) u kojoj se promatra komunikacija između čvorova 7 i 3. Vrijednosti uzduž grana predstavljaju težine grana (a ne njihove duljine). Postavlja se pitanje koji je najkraći put (put najkraće duljine) u mreži između promatranog para čvorova.



Nedovoljno podataka

7-5-3

7-4-1-2-3

B i C

Nešto drugo...

# 2.) Zadatak (1 bod)

U sustavu posluživanja bez gubitaka, te s eksponencijalnim vremenima nailazaka i posluživanja, rep čekanja konstantno raste. Ova tvrdjenica upućuje na:

$$T_w \rightarrow 0$$

$$T_s \rightarrow 0$$

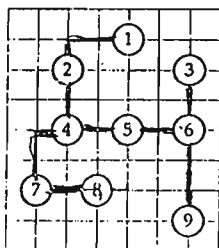
$$T_w \rightarrow 1$$

Ništa

$$\rho \rightarrow 1$$

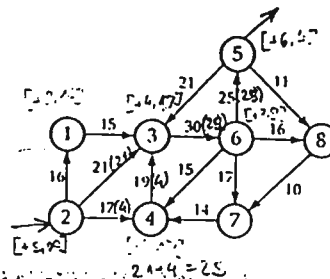
# 3.) Zadatak (3 boda)

raspored čvorova prema slici niže potrebno je izabrati minimalno stablo. Koristite Manhattan metodu.



# 20.) Zadatak (3 boda)

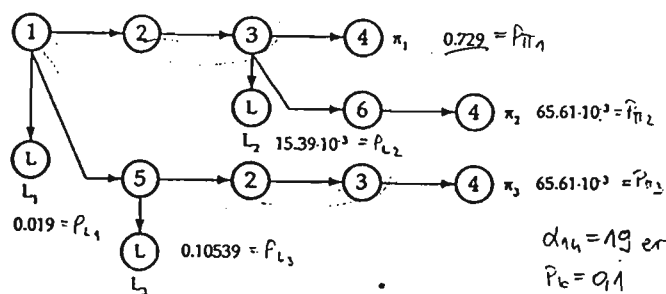
Za mrežu na slici niže odredite primjenom algoritma Ford-Fulkerson najveći mogući tok između čvorova 2 i 5.



najveći mogući tok je 25

# 21.) Zadatak (3 boda)

Na slici niže je prikazano prošireno stablo usmjeravanja s izračunatim vjerojatnostima korištenja putova. Vaš je zadatak da izračunate potreban broj kanala na grani 2-3 za komunikaciju između čvorova 1 i 4 (samo jedan smjer). Pretpostavite da su blokiranja svih grana jednaka iznosa (0.1).



$$d_{14} = 19 \text{ erl}$$

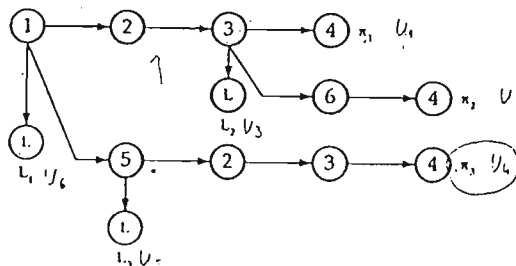
$$P_b = 0.1$$

$$a_{jk} = \begin{bmatrix} - & 21 & 36 & 19 & 17 & -12 \\ 26 & - & 43 & 25 & 21 & 31 \\ 41 & 14 & - & 23 & 35 & 54 \\ 11 & 18 & 32 & - & 32 & 26 \\ 19 & 45 & 30 & 22 & - & 19 \\ 20 & 22 & 21 & 11 & 27 & - \end{bmatrix}$$



# 22.) Zadatak (3 boda)

Za prošireno stablo usmjeravanja na slici izračunajte izraz za vjerojatnost korištenja puta  $\pi_3$ .



$$P_{\pi_3} = 0.4 =$$

# Informacijske mreže

Ak.god. 2001/2001

## 1. Kontrolna zadaća

3.5.2001.

### 1. ZADATAK

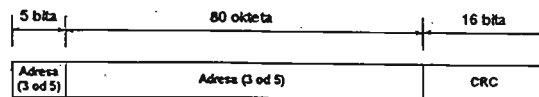
Zadana je lokalna mreža prema slici, koja je sastavljena od tri sabirnička segmenta kapaciteta po 10 Mb/s svaki. Osnovna pretpostavka je da svaka stanica spojena na segment lokalne mreže u prosjeku generira 25 *unicast* paketa, od kojih je 20% namijenjeno drugom segmentu, 3 *broadcast* paketa i 7 *multicast* paketa. Paketi su prosječne dužine 750 okteta. Vaš je zadatak da odredite:

- opterećenja segmenata lokalne mreže, te
- prosječna vremena čekanja.

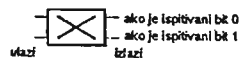


### 2. ZADATAK

Zadana je privatna mreža s komutacijom paketa. Svi paketi u mreži su dužine, kako je prikazano na slici niže.



U svakom se čvoru takove paketske mreže nalazi sklop za dekodiranje adresa, koji se sastoji od paketskih komutatora 2x2. Paketski komutator ima zadatak da nakon što je primio cijeli paket, ispita sadržaj odgovarajućeg bita, te proslijedi cijeli paket na gornji izlaz ako je bit 0, odnosno donji, ako je bit 1.



Paketski komutatori su međusobno povezani veza brzine prijenosa 512 kbit/s.

Potrebno je:

- Konstruirati sklop za dekodiranje adresa s odgovarajućim brojem i rasporedom paketskih komutatora, a koji imaju jedan ulaz i odgovarajući broj izlaza.
- Odredite potreban broj paketskih komutatora.
- Ukoliko je za određivanje vrijednosti bita potrebno 0.5 ms (pretpostavite da je brzina prijenosa unutar komutatora beskonačna), odredite prosječno zadržavanje paketa u sklopu za dekodiranje. Pretpostavite da se adrese pojavljuju s jednakom vjerojatnošću.
- Odredite opterećenje prospojnika uz pretpostavku da je intenzitet nailazaka 120 paketa/s.

11.12.

3 05. 2001

**3. ZADATAK**

Na izlazu s autoputa postoje dvije naplatne kućice, jedna za kamione i autobuse, a druga za automobile i motocikliste. Poznato je da je ukupni dolazni intenzitet vozila na naplatne kućice 7 vozila u minuti. Na autoputu je 25% autobusa i kamiona, a 75% automobila i motocikala.

Zadaci:

- Ako je prosječno vrijeme posluživanja autobusa i kamiona na naplatnoj kućici 0.5 minuta, a automobila i motocikla 0.15 minuta, koliko je prosječno vrijeme posluživanja vozila na naplatnim kućicama autoputa?
- Uz pretpostavku da se na naplatnim kućicama održavaju neovisni redovi za svaku od naplatnih kućica, koliki je prosječan broj vozila koji čeka na posluživanje?

**4. ZADATAK**

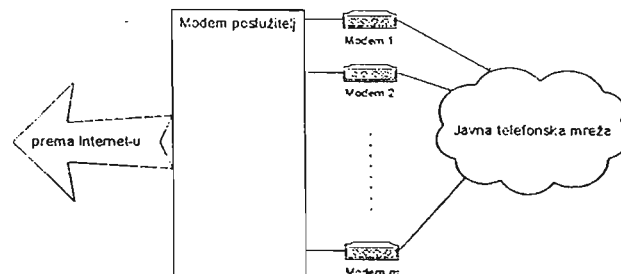
Poslužitelj obrađuje tri vrste zahtjeva (www, ftp i gopher). Zahtjevi za obradom dolaze s intenzitetima 10, 15 i 20 erl/s redom. Usluge zahtijevaju prosječno 10 kl. Raspodjela dužina poslova je za www uslugu eksponencijalna, za ftp uslugu erlangova ( $r=5$ ), i za gopher uslugu eksponencijalna. Potrebno je odrediti kapacitet procesora tako da prosječno vrijeme obrade bude dva puta manje nego prosječno vrijeme zadržavanja u sustavu.

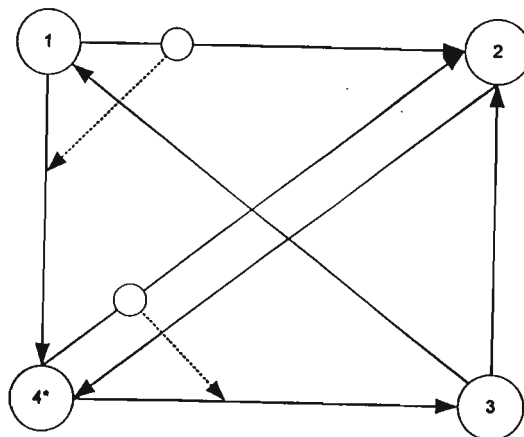
**5. ZADATAK**

Zadan je sustav za pristup Internet-u (Internet Access sustav), koji se sastoji od modem poslužitelja i određenog broja modema (vidi sliku). Vaš je zadatak da odredite sljedeće:

- potreban broj modem ulaza kako bi vjerojatnost gubitka korisnika, odnosno poziva, bila ispod 15%,
- prosječno opterećenje svakog modema u glavnom prometnom satu,
- zarađu pružatelja ove usluge ako je cijena minute poziva 7.50 Kn.

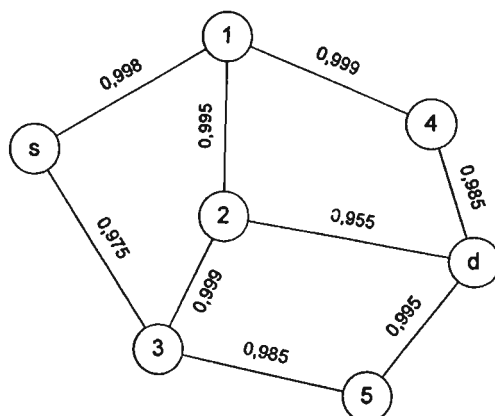
Sustav je potrebno dimenzionirati za glavni prometni sat, u kojem se prosječno očekuje pokušaj pristupa usluzi od strane 60 korisnika. Pretpostavite prosječno trajanje poziva od 20 minuta.





### 5. zadatak

Odredite najpouzdaniji put između čvorova  $s$  i  $d$  za usmjerenu mrežu danu slikom. Vrijednosti uz grane predstavljaju vjerojatnosti ispada (puknuća) grane. Za priznavanje zadatka svi koraci algoritma moraju biti opisani. Prije rješavanja zadatka potrebno je navesti kojim algoritmom se zadatak rješava.



**NAPOMENA:** Za rješavanje zadatka dozvoljeno je koristiti bilo koji algoritam obrađen na auditornim ili laboratorijskim vježbama, kojime je moguće dobiti traženo rješenje.

Ako su grane  $e_1, e_2, \dots, e_m$  dio puta  $p$ , sa zadanim vjerojatnostima ispada  $b(e_i), i \in 1, \dots, m$ , tada je pouzdanost puta jednaka

$$R(p) = (1 - b(e_1)) \cdot (1 - b(e_2)) \cdot \dots \cdot (1 - b(e_m)).$$

Logaritmiranjem pouzdanosti puta dobivamo

$$-\log R(p) = -\log(1 - b(e_1)) - \log(1 - b(e_2)) - \dots - \log(1 - b(e_m)),$$

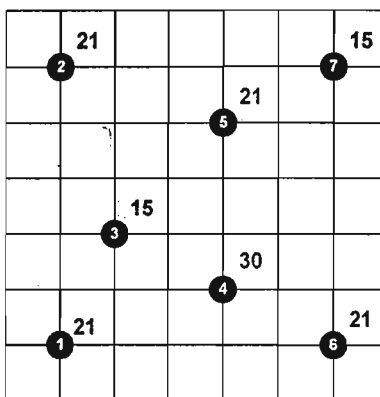
te se problem svodi na traženje najkraćeg puta.



# Informacijske mreže

Pismeni ispit 10.05.1999.

1. U lokalnu mrežu Ethernet tipa (sabirnica) potrebno je povezati 7 osobnih računala, čiji je prostorni raspored dan na slici. Brojevi uz čvorove označavaju intenzitete generiranja paketa pripadajućih računala u erl/s.
  - a) Koristeći algoritam Prim-Dijkstra i Manhattan distancu odredite fizičko povezivanje računala.
  - b) Uz pretpostavku da je prosječna dužina paketa 256 okteta odredite potreban kapacitet sabirnice da bi prosječno vrijeme čekanja bilo jednako prosječnom vremenu zauzeća sabirnice.
  - c) Dobiveno opterećenje usporedite s opterećenjem sabirnice uz kapacitet od 2Mbit/s.



2. Osobno računalo (2 MIPS-a) se koristi za detekciju adresa sljedećih vjerojatnost pojavljivanja (u zagradi je binarni kod adrese) 0.214(00), 0.181(010), 0.105 (011), 0.101(100), 0.1(101), 0.099(1100), 0.09(1101), 0.07(1110), 0.04(1111). Sam dekodir adrese je implementiran u obliku funkcije napisane u strojnom kodu, s time da se za odlučivanje (čvor) koristi 8 instrukcija, a za grananje (grana) 3 instrukcije. Odredite srednje trajanje programa, dužinu koda i opterećenje procesora uz pretpostavku 10.000 zahtjeva za dekodiranjem adresa u 1 sekundi.
3. Između 7 čvorova potrebno je primjenom algoritma Prim-Dijkstra povući optimalno stablo. Čvorovi su zadani koordinatama: A(-4,1), B(-4,-3), C(-2,0), D(-1,-3), E(0,-1), F(0,2) i G(3,0).

U tako dobivenoj mreži potrebno je odrediti optimalne iznose kapaciteta grana koristeći matricu ulaznih intenziteta i pretpostavku da je ukupna cijena mreže 50% veća od minimalne. Prosječna dužina paketa je 1024 bita.

Napomena: Koristiti Manhattan distance pri određivanju optimalnog stabla.

$$[\gamma_{jk}] = \begin{bmatrix} - & 200 & 255 & 400 & 450 & 350 & 250 \\ 315 & - & 275 & 300 & 315 & 275 & 300 \\ 250 & 415 & - & 300 & 260 & 350 & 280 \\ 300 & 420 & 370 & - & 320 & 415 & 260 \\ 400 & 270 & 350 & 285 & - & 400 & 360 \\ 350 & 325 & 200 & 315 & 200 & - & 280 \\ 275 & 280 & 225 & 260 & 200 & 290 & - \end{bmatrix} \text{ erl/s}$$

# Informacijske mreže

Pismeni ispit

14.4.1998.

1. Procesor obrađuje tri vrste poslova, s podacima navedenim u tablici niže. Potrebno je dimenzionirati kapacitet procesora tako da prosječno vrijeme obrade bude dva puta manje od vremena zadržavanja u sustavu.

Vrsta posla	Intenzitet nailazaka [erl/s]	Raspodjela međudolaznog vremena	Prosječna dužina poslova [kI]	Raspodjela dužina poslova
1	10	eksponencijalna	10	eksponencijalna
2	15	eksponencijalna	10	erlangova, $r = 5$
3	20	eksponencijalna	10	eksponencijalna

2. Za mrežu komutacijskih sustava, prikazane topologije i dužine grana, odredite primjenom Prim-Dijkstra algoritma minimalno stablo grafa. Elementi matrice su dužine grana.

Svaki korak postupka mora sadržavati izbor, odluku i uvjet algoritma.

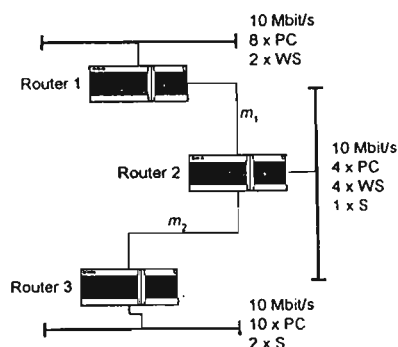
Nacrtajte dobiveno minimalno stablo grafa.

$$TO = \begin{bmatrix} - & 15 & 10 & 4 & \infty & \infty \\ & - & \infty & \infty & 8 & 5 \\ & & - & 4 & \infty & 4 \\ & & & - & 3 & 6 \\ & & & & - & 5 \\ & & & & & - \end{bmatrix}$$

2. Tri lokalne mreže sabirničkog tipa (Ethernet, 10Mbit/s) spojene su pomoću routera u konfiguraciju prema slici. Pretpostavka je da osobno računalo (PC) u toku najvećeg dnevnog prometnog opterećenja generira 70, radna stanica (WS) 96, a poslužitelj (S) 112 paketa u sekundi. Određeni dio prometa koji generiraju uređaji priključeni na sabirnicu se odnosi na promet između lokalnih mreža (vidi tablicu). Uz pretpostavku da je prosječna dužina paketa 1500 okteta, da su raspodjele vjerojatnosti dužina paketa eksponencijalne, te da je nailazak paketa opisan eksponencijalnom razdiobom, odredite opterećenja i prosječna vremena čekanja za svaku lokalnu mrežu.

Za komunikacije između routera odredite:

- (a) potreban broj komunikacijskih kanala kapaciteta 256 kbit/s između routera, uz uvjet da je prosječno vrijeme čekanja manje od 20ms, te
- (b) opterećenje komunikacija između routera.



$$\Gamma = \begin{bmatrix} - & 12 & 20 \\ 10 & - & 11 \\ 18 & 14 & - \end{bmatrix} [\%]$$

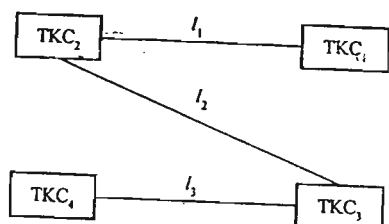
$$[\gamma_{jk}] = \begin{bmatrix} - & 20 & 25 & 35 & 40 \\ 20 & - & 35 & 15 & 25 \\ 25 & 35 & - & 10 & 25 \\ 35 & 15 & 10 & - & 30 \\ 40 & 25 & 25 & 30 & - \end{bmatrix} \text{ erl/s}$$

14.04.98

$$C = [4096 \quad 1024 \quad 2048 \quad 512 \quad 4096 \quad 2048 \quad 4096] \text{ kbit/s}$$

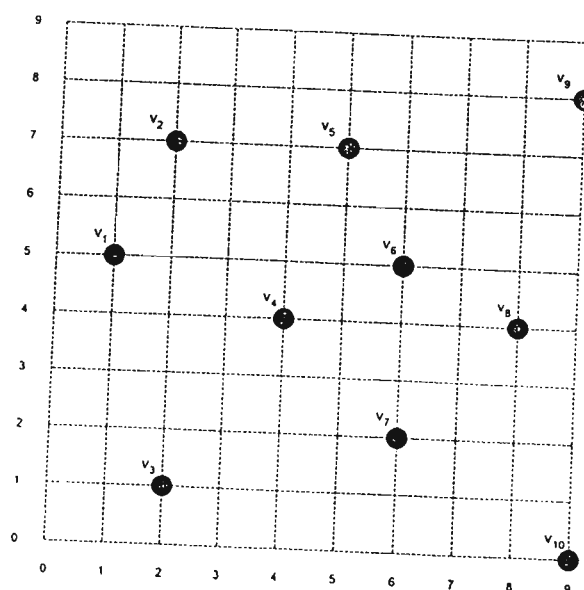
# Informacijske mreže 29.6.1998.

1. Telefonske centrale su međusobno spojene prema slici. Na centralu  $TKC_1$  je spojeno 4x256 korisnika, na centralu  $TKC_2$  12x256 korisnika, na centralu  $TKC_3$  10x256, a na centralu  $TKC_4$  3x256 korisnika. U tablici je dan prosječan broj zahtjeva koje korisnik spojen na centralu (broj redka) ima za komunikacijom sa korisnikom na drugoj centrali (broj stupca) u toku jednog dana. Ako prosječan telefonski poziv traje 200 sekundi, odredite broj potrebnih govornih kanala za sve transmisijske veze između telefonskih centrala, uz uvjet da je vjerojatnost blokiranja za svaku vezu manja od 5%.



od do →	TKC <sub>1</sub>	TKC <sub>2</sub>	TKC <sub>3</sub>	TKC <sub>4</sub>
TKC <sub>1</sub>	4	0.2	1	0.1
TKC <sub>2</sub>	0.5	4.3	1.5	1.3
TKC <sub>3</sub>	0.7	0.7	3.9	1.5
TKC <sub>4</sub>	0.3	0.9	1.9	3.7

2. Za skup čvorova čiji je položaj prikazan na slici potrebno je odrediti minimalno stablo primjenom Prim-Dijkstra algoritma. Prilikom određivanja udaljenosti između čvorova treba pretpostaviti Euklidsku distancu. Za svaki korak postupka treba navesti izbor, uvjet i odluku.



29. 06. '98

3. Radna stanica procesorske snage 48 MIPS-a služi kao poslužitelj 4 internet usluge. *WWW* paketi zahtijevaju u prosjeku dohvat 8000 okteta s tvrdog diska radne stanice, *ftp* 16000 okteta, *gopher* 4000, a *WAIS* 6000 okteta. Intenziteti kojim se paketi pojavljuju su slijedeći: *WWW* 980, *ftp* 280, *gopher* i *WAIS* po 70 paketa u sekundi. Uz pretpostavku da svaki oktet zahtijeva u prosjeku poziv 3 instrukcije odredite:
- (a) prosječno vrijeme čekanja, opterećenje i prosječno vrijeme čekanja za svaku uslugu, ako su *WWW* paketi najvišeg prioriteta, a *WAIS* i *gopher* paketi najnižeg prioriteta.
- (b) isto kao i pod (a), samo uz obrnute prioritete.

## Informacijske mreže

Pismeni ispit 31.08.1998.

1. U lokalnu mrežu, koju čine 9 radnih stanica i 32 osobna računala, potrebno je povezati određeni broj mrežnih (laserskih) štampača. Ako u prosjeku radna stanica u tijeku jednog sata ispisuje 2 dokumenta prosječne dužine 12 strana, a osobno računalo 3 dokumenta prosječne dužine 5 strana, odredite potreban broj štampača, i to uz uvjet da je:
  - a) maksimalna dopuštena vjerojatnost čekanja od 16% i kapacitet štampača od 6 strana/minuta
  - b) kapacitet štampača od 3 strana/minuta i maksimalno dopuštena vjerojatnost čekanja od 14%Za oba slučaja odredite prosječno vrijeme čekanja, te srednji broj jedinica u repu i sustavu.
2. Topologija informacijske mreže, koju čini 7 čvorova, zadana je matricom kapaciteta grana, u kojoj su pretpostavljene vrijednosti jedinica kapaciteta (1 jedinica predstavlja 2048 bit/s).
  - a) odredite maksimalni tok između čvorova 6 i 5, pod pretpostavkom da između ostalih čvorova nema komunikacije
  - b) uz pretpostavku da se u matrici kapaciteta nalaze dužine grana između čvorova, odredite algoritmom Dijkstre najkraće puteve između čvora 6 i svih ostalih čvorova.

	1	2	3	4	5	6	7
1	X		8			5	
2		X	4	2	5		
3			X	6	7		15
4	4	6		X		6	
5			3		X		10
6	3			7		X	
7			9		14		X

3. U lokalnu mrežu sabirničkog tipa spojena su 32 osobna računala, 16 radnih stanica i 4 poslužitelja, s prosječnim ulaznim prometnim intezitetima od 1.8, 1.9 i 2.8 erl/s (po uređaju) i eksponencijalnom razdiobom međudolaznih vremena. Prosječne dužine paketa su 64, 256 i 512 okteta, s erlangovom razdiobom faktora 1, 1.75 i 3. Kapacitet sabirnice je 10 Mbit/s. Vaš je zadatak odrediti:
  - a) uz pretpostavku da su poslužitelji najvišeg prioriteta, a osobna računala najnižeg, odredite za svaki tip usluge i sustav u cjelini prosječno vrijeme čekanja i posluživanja te broj jedinica u repu i sustavu.
  - b) ponovite a) dio zadatka uz pretpostavku da sustav nema prioriteta

## Informacijske mreže

Pismeni ispit 08.09.1998.

1. U lokalnu mrežu, koju čine 9 radnih stanica i 32 osobna računala, potrebno je povezati određeni broj mrežnih (laserskih) štampača. Ako u prosjeku radna stanica u tijeku jednog sata ispisuje 2 dokumenta prosječne dužine 12 strana, a osobno računalo 3 dokumenta prosječne dužine 5 strana, odredite potreban broj štampača, i to uz uvjet da je:

a) maksimalna dopuštena vjerojatnost čekanja od 16% i kapacitet štampača od 6 strana/minuta

b) kapacitet štampača od 3 strana/minuta i maksimalno dopuštena vjerojatnost čekanja od 14%

Za oba slučaja odredite prosječno vrijeme čekanja, te srednji broj jedinica u repu i sustavu.

2. Za mrežu komutacijskih sustava, prikazane topologije i dužine grana, odredite primjenom Prim-Dijkstra algoritma minimalno stablo grafa. Elementi matrice su dužine grana.

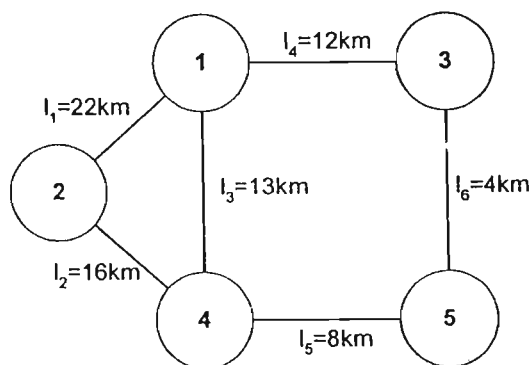
Svaki korak postupka mora sadržavati izbor, odluku i uvjet algoritma.

Nacrtajte dobiveno minimalno stablo grafa.

$$TO = \begin{bmatrix} - & 15 & 10 & 4 & \infty & \infty \\ & - & \infty & \infty & 8 & 5 \\ & & - & 4 & \infty & 4 \\ & & & - & 3 & 6 \\ & & & & - & 5 \\ & & & & & - \end{bmatrix}$$

3. Za paketsku mrežu topologije opisane slikom potrebno je odrediti optimalne kapacitete modema, te za tako dimenzioniranu mrežu odrediti prosječno vrijeme kašnjenja. Intenziteti nailazaka paketa su zadani matricom  $\gamma$ , a njihova je prosječna dužina 424 bita. Pretpostavite da je maksimalno dozvoljena cijena 30% veća od minimalne.

$$\gamma = \begin{bmatrix} - & 32 & 40 & 0 & 21 \\ 24 & - & 10 & 35 & 0 \\ 0 & 65 & - & 37 & 34 \\ 20 & 53 & 30 & - & 51 \\ 0 & 72 & 11 & 70 & - \end{bmatrix} [\text{erl/s}]$$



**Napomena:** Usmjeravanje prometa izvedite preko najkraćih puteva, koje odredite algoritmom Dijkstra.

## Informacijske mreže

Pismeni ispit 16.09.1998.

1. Zadana je lokalna mreža sabirničke topologije, kapaciteta 10 Mbit/s. Ako je na mrežu spojen jedan poslužitelj i jedan mrežni štampač, potrebno je:
  - a) Odrediti maksimalni broj radnih stanica koje se mogu priključiti na lokalnu mrežu, a da je prosječno opterećenje manje od 0,1. Pretpostavite da svaka radna stanica pristupa poslužitelju 10 puta u satu s prosječnom dužinom paketa od 1,5 MB (1B = 8 bita), drugoj radnoj stanici 5 puta u satu s prosječnom dužinom paketa od 500 KB, mrežnom štampaču 1 puta u satu s prosječnom dužinom paketa od 10 MB, te Internetu 30 puta u satu s prosječnom dužinom paketa od 150 KB. Nadalje, sa Interneta se serveru u satu pristupa 50 puta, s prosječnom dužinom paketa od 100 KB.
  - b) Za dobiveni maksimalni broj radnih stanica odredite opterećenje, te prosječna vremena posluživanja i čekanja.
  - c) Uz pretpostavku da je kapacitet transmisijske veze prema Internetu 2 Mbit/s odredite opterećenje te veze i prosječno vrijeme čekanja.
2. Za mrežu zadanu matricom povezanosti treba primjenom Floydova algoritma odrediti najkraće puteve između svih parova čvorova. Vrijednosti u matrici povezanosti predstavljaju dužine grana.

$$TO = \begin{bmatrix} - & 7 & 5 & \infty & \infty \\ \infty & - & 4 & 3 & 5 \\ 1 & 3 & - & \infty & 2 \\ \infty & 6 & 5 & - & \infty \\ 5 & \infty & \infty & 4 & - \end{bmatrix}$$

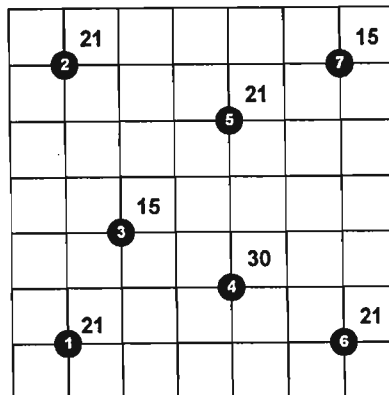
3. U lokalnu mrežu sabirničkog tipa spojena su 32 osobna računala, 16 radnih stanica i 4 poslužitelja, s prosječnim ulaznim prometnim intezitetima od 1.8, 1.9 i 2.8 erl/s (po uređaju) i eksponencijalnom razdiobom međudolazih vremena. Prosječne dužine paketa su 64, 256 i 512 okteta, s erlangovom razdiobom faktora 1, 1.75 i 3. Kapacitet sabirnice je 10 Mbit/s. Vaš je zadatak odrediti:
  - a) uz pretpostavku da su poslužitelji najvišeg prioriteta, a osobna računala najnižeg, odredite za svaki tip usluge i sustav u cjelini prosječno vrijeme čekanja i posluživanja te broj jedinica u repu i sustavu.
  - b) ponovite a) dio zadatka uz pretpostavku da sustav nema prioriteta



## Informacijske mreže

Pismeni ispit 29.09.1998.

1. U lokalnu mrežu Ethernet tipa (sabirnica) potrebno je povezati 7 osobnih računala, čiji je prostorni raspored dan na slici. Brojevi uz čvorove označavaju intenzitete generiranja paketa pripadajućih računala u erl/s.
  - a) Koristeći algoritam Prim-Dijkstra i Manhattan distancu odredite fizičko povezivanje računala.
  - b) Uz pretpostavku da je prosječna dužina paketa 256 okteta odredite potreban kapacitet sabirnice da bi prosječno vrijeme čekanja bilo jednako prosječnom vremenu zauzeća sabirnice.
  - c) Dobiveno opterećenje usporedite s opterećenjem sabirnice uz kapacitet od 2Mbit/s.



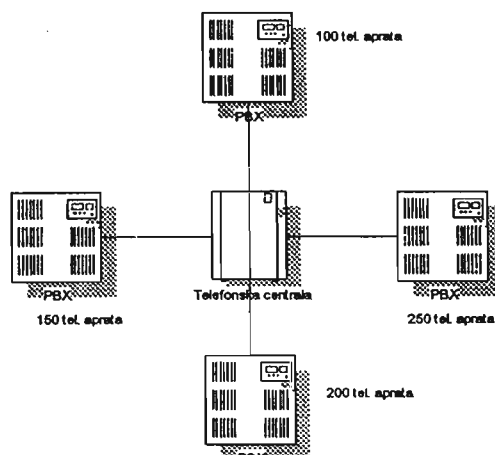
2. Osobno računalo (2 MIPS-a) se koristi za detekciju adresa sljedećih vjerojatnost pojavljivanja (u zagradi je binarni kod adrese) 0.214(00), 0.181(010), 0.105 (011), 0.101(100), 0.1(101), 0.099(1100), 0.09(1101), 0.07(1110), 0.04(1111). Sam dekode adrese je implementiran u obliku funkcije napisane u strojnom kodu, s time da se za odlučivanje (čvor) koristi 8 instrukcija, a za grananje (grana) 3 instrukcije. Odredite srednje trajanje programa, dužinu koda i opterećenje procesora uz pretpostavku 10.000 zahtjeva za dekodiranjem adresa u 1 sekundi.
3. Između 7 čvorova potrebno je primjenom algoritma Prim-Dijkstra povući optimalno stablo. Čvorovi su zadani koordinatama: A(-4,1), B(-4,-3), C(-2,0), D(-1,-3), E(0,-1), F(0,2) i G(3,0).  
U tako dobivenoj mreži potrebno je odrediti optimalne iznose kapaciteta grana koristeći matricu ulaznih intenziteta i pretpostavku da je ukupna cijena mreže 50% veća od minimalne. Prosječna dužina paketa je 1024 bita.  
Napomena: Koristiti Manhattan distance pri određivanju optimalnog stabla.

$$[\gamma_{jk}] = \begin{bmatrix} - & 200 & 255 & 400 & 450 & 350 & 250 \\ 315 & - & 275 & 300 & 315 & 275 & 300 \\ 250 & 415 & - & 300 & 260 & 350 & 280 \\ 300 & 420 & 370 & - & 320 & 415 & 260 \\ 400 & 270 & 350 & 285 & - & 400 & 360 \\ 350 & 325 & 200 & 315 & 200 & - & 280 \\ 275 & 280 & 225 & 260 & 200 & 290 & - \end{bmatrix} \text{ erl/s}$$

# Informacijske mreže

## Pismeni ispit 20.2.1997

1. Mreža je zadana koordinatama 9 čvorova: T1(-4,-1), T2(-2,4), T3(-2,1), T4(-2,-2), T5(1,2), T6(1,-3), T7(3,5), T8(3,1) i T9(5,-4). Koristeći algoritam Prim-Dijkstra i Manhattan distance odredite za zadanu mrežu minimalno stablo. Za svaki korak algoritma navedite izbor, uvjet i odluku.
2. Na telefonsku centralu su telefonskim linijama spojene 4 lokalne centrale. Na lokalne centrale je spojeno 100, 150, 200 odnosno 250 telefonskih aparata (vidi sliku). U prosjeku u glavnom prometnom satu svaki korisnik ima 1.8 poziva, koji u prosjeku traju 4 minute.
  - (a) Vaš je zadatak da za svaku lokalnu centralu odredite broj potrebnih telefonskih linija za povezivanje na telefonsku centralu, ako se želi odbacivanje svakog 250-tog poziva.
  - (b) Ako pretpostavimo da je na neku lokalnu centralu spojeno 256 korisnika od kojih svaki u glavnom prometnom satu u prosjeku ima 1 telefonski poziv od 4 minute, te ako je lokalna centrala sa telefonskom povezana sa 30 telefonskih linija, odredite vjerojatnost da će poziv izgubljen.



3. Za mrežu s komutacijom paketa, topologije zadane matricom (brojevi označavaju indekse grana), zadana je matrica vanjskog prometa. Odredite optimalno pridjeljivanje kapaciteta uz slijedeće pretpostavke: prosječna dužina paketa je 512 bita, jedinična cijena je proporcionalna dužini grana, a usmjeravanje se izvodi po najkraćim putevima. Pretpostavite da je kapacitet grane 1,  $C_1=67.2$  kbit/s.

Odredite prosječno kašnjenje u mreži za slučaj kada iznos kapaciteta grane može biti neka od navedenih vrijednosti, s time da je to prva veća vrijednost od one dobivene računski. (9600 bit/s, 14400 bit/s, 19200 bit/s, 28800 bit/s, 33600 bit/s, 57600 bit/s ili 115200 bit/s)

$$TO = \begin{bmatrix} - & 1 & 2 & 3 \\ 1 & - & - & 4 \\ 2 & - & - & 5 \\ 3 & 4 & 5 & - \end{bmatrix}, \quad [\gamma_{ij}] = \begin{bmatrix} - & 27 & 36 & 47 \\ 33 & - & 17 & 25 \\ 26 & 25 & - & 25 \\ 50 & 17 & 29 & - \end{bmatrix}, \quad [l_{ij}] = \begin{bmatrix} - & 100 & 50 & 200 \\ 100 & - & \infty & 150 \\ 50 & \infty & - & 300 \\ 200 & 150 & 300 & - \end{bmatrix} \text{ [km]}$$

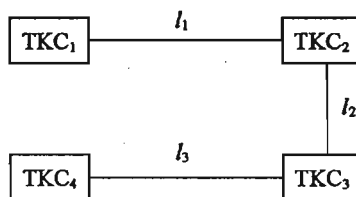
20.02.197

$$[\gamma_{jk}] = \begin{bmatrix} - & 200 & 225 & 400 & 450 & 350 & 250 \\ 315 & - & 275 & 300 & 315 & 275 & 300 \\ 250 & 415 & - & 300 & 260 & 350 & 280 \\ 300 & 420 & 370 & - & 320 & 415 & 260 \\ 400 & 270 & 350 & 285 & - & 400 & 360 \\ 350 & 325 & 200 & 315 & 200 & - & 280 \\ 275 & 280 & 225 & 260 & 200 & 290 & - \end{bmatrix} \text{ erl/s}$$

## Informacijske mreže

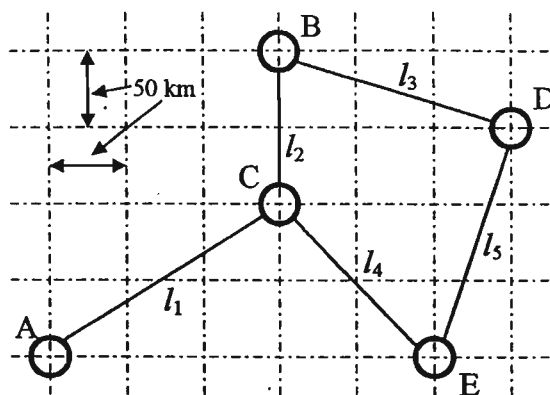
Pismeni ispit 7.7.1997.

1. Telefonske centrale su međusobno spojene prema slici. Na centralu  $TKC_1$  je spojeno 4 x 256 korisnika,  $TKC_2$  12 x 256,  $TKC_3$  10 x 256, a na centralu  $TKC_4$  3 x 256 korisnika. U tablici je dan prosječan broj zahtjeva koje korisnik spojen na neku centralu (broj redka) ima za komunikacijom sa korisnikom na drugoj centrali (broj stupca) u toku jednog dana. Ako prosječan telefonski poziv traje 3 minute i 20 sekundi, odredite broj potrebnih govornih kanala za sve komunikacije između telefonskih centrala, uz uvjet da je vjerojatnost blokiranja za svaki link manja od 5%.



↓ od do →	TKC <sub>1</sub>	TKC <sub>2</sub>	TKC <sub>3</sub>	TKC <sub>4</sub>
TKC <sub>1</sub>	4	0.2	1	0.1
TKC <sub>2</sub>	0.5	4.3	1.5	1.3
TKC <sub>3</sub>	0.7	0.7	3.9	1.5
TKC <sub>4</sub>	0.3	0.9	1.9	3.7

2. Centralna procesorska jedinica javne telefonske centrale obrađuje zahtjeve za komunikacijom. Zahtjevi su podijeljeni u dvije grupe prioriteta. U toku glavnog prometnog sata u procesorskoj jedinici se pojavi 400 zahtjeva prvog prioriteta, odnosno 1100 zahtjeva drugog prioriteta. Dužine rutina koje obrađuju zahtjeve su 10 kIPS za prvi prioritet te 30 kIPS za drugi prioritet. Raspodjele vjerojatnosti međudolaznih vremena su eksponencijalne. Uz pretpostavku da je odnos prosječnih vremena čekanja na posluživanje informacijskih jedinica prvog i drugog prioriteta 1/2 odredite:
- kapacitet procesora uz uvjet da prosječno vrijeme čekanja bude 20 ms,
  - potrebnu veličinu spremnika zahtjeva ako svaki zahtjev zauzima 64 okteta,
  - isto kao i pod (b) samo uz pretpostavku da ne postoje prioriteti, te
  - usporedite prosječna vremena čekanja te potrebnu veličinu spremnika za (a) i (b) slučaj
3. Zadana je mreža sa komutacijom paketa sa slike. Uz zadane vanjske prometne intenzitete (vidi tablicu) potrebno je odrediti optimalan izbor kapaciteta uz uvjet da je prosječno kašnjenje u mreži 20 ms. Pretpostavite da je prosječna dužina paketa 512 okteta, te da je usmjeravanje prometa fiksno i da se izvodi po najkraćim putevima. Pretpostavite Manhattan distance, te jediničnu cijenu grane jednaku njenoj duljine.



$$\gamma = \begin{bmatrix} - & 15 & 20 & 10 & 25 \\ 20 & - & 45 & 55 & 20 \\ 25 & 50 & - & 30 & 75 \\ 15 & 65 & 35 & - & 85 \\ 20 & 15 & 45 & 80 & - \end{bmatrix} \text{ [paket/s]}$$

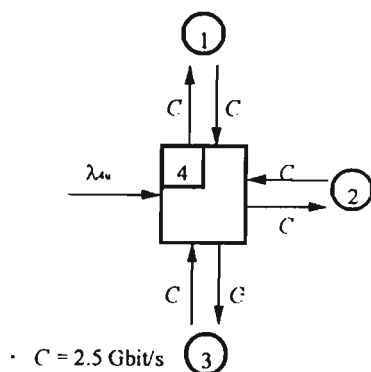
# Informacijske mreže

Pismeni ispit 01.09.1997.

1. Komutacijski čvor paketske mreže spojen je s tri identična komutacijska čvora transmissijskim vezama kapaciteta 2.5 Gbit/s. Paketi su dužine 53 okteta a intenziteti nailazaka su sljedeći: od čvora 1  $9 \cdot 10^5$  paketa u sekundi, od čvora 2  $16 \cdot 10^5$  paketa u sekundi i od čvora 3  $10 \cdot 10^5$  paketa u sekundi. Ulazni promet u mrežu iz čvora 4 je intenziteta  $5 \cdot 10^5$  paketa u sekundi.

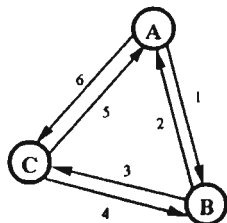
Zadatak je odrediti:

- potreban kapacitet procesora za usmjeravanje paketa, ako je prosječan broj instrukcija potrebnih za usmjeravanje jednog paketa 4 I, a zahtjev da prosječno zadržavanje paketa u čvoru bude  $0.4 \mu s$ .
- veličinu spremnika paketa ako je prosječno zadržavanje 1ms, te
- opterećenje i prosječna vremena čekanja na dolaznim i odlaznim transmissijskim vezama, ako je usmjeravanje paketa u komutacijskom čvoru zadano tablicom (broj u  $i$ -tom retku i  $j$ -tom stupcu označava postotak dolaznog prometa s  $i$ -tog čvora koji se usmjerava  $j$ -tom čvoru).



	1	2	3	4
1	-	30	45	25
2	20	-	50	30
3	35	45	-	20
4	35	30	35	-

2. Mrežu s komutacijom paketa čine tri komutacijska čvora povezana međusobno s određenim brojem modema kapaciteta 33.6 kbit/s. Vaš je zadatak da odredite potreban broj modema za svaku transmissijsku vezu. Intenziteti nailazaka paketa prosječne duljine 1000 okteta su dani u tablici, a maksimalno dozvoljena vrijednost vjerojatnosti čekanja je 15%. Za svaku transmissijsku vezu odredite prosječno vrijeme trajanja transmisije.



	A	B	C
A	-	20	25
B	40	-	35
C	30	15	-

erl/s

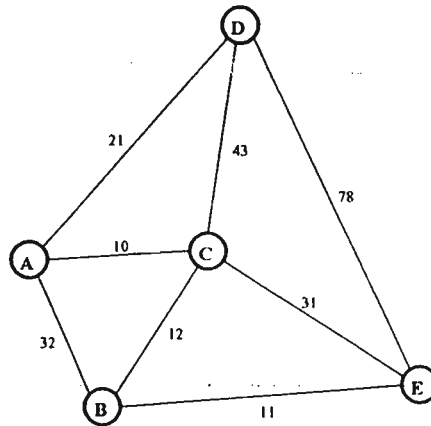
3. Za mrežu prikazanu slikom treba, koristeći Floydov algoritam, odrediti najkraće puteve između svih parova čvorova. Pritom treba koristiti težine grana prema sljedećem izrazu :

$$w_{ij} = 0.5 \cdot N_i + l_{ij} + 0.5 \cdot N_j$$

gdje su  $N_i$  i  $N_j$  specifične dužine čvorova

$$N_i = 2 \cdot d_i + 1,$$

$d_i$  je stupanj čvora, tj. broj incidentnih grana, a  $l_{ij}$  dužina grane koja spaja čvor  $i$  i  $j$  (brojevi uz grane na slici niže).



## Informacijske mreže

Pismeni ispit 17.09.1997.

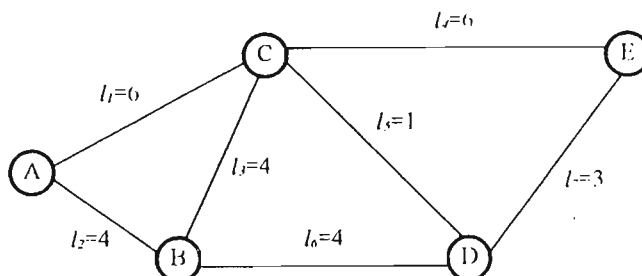
1. Radna stanica procesorske snage 48 MIPS-a služi kao poslužitelj 4 internet usluge. *WWW* paketi zahtijevaju u prosjeku dohvat 8000 okteta s tvrdog diska radne stanice, *ftp* 16000 okteta, *gopher* 4000, a *WAIS* 6000 okteta. Intenziteti kojim se paketi pojavljuju su sljedeći: *WWW* 980, *ftp* 280, *gopher* i *WAIS* po 70 paketa u sekundi.

Uz pretpostavku da svaki oktet zahtijeva u prosjeku poziv 3 instrukcije odredite:

- (a) prosječno vrijeme čekanja, opterećenje i prosječno vrijeme čekanja za svaku uslugu, ako su *WWW* paketi najvišeg prioriteta, a *WAIS* i *gopher* paketi najnižeg prioriteta.
  - (b) isto kao i pod (a), samo uz obrnute prioritete.
2. Za mrežu zadanu matricom kapaciteta grana odredite primjenom algoritma Ford-Fulkersona maksimalni kapacitet između čvorova 2 i 6.

$$C = \begin{bmatrix} - & 6 & 10 & 6 & 0 & 0 & 0 \\ 6 & - & 0 & 14 & 4 & 0 & 0 \\ 10 & 0 & - & 12 & 0 & 8 & 0 \\ 6 & 14 & 12 & - & 7 & 10 & 0 \\ 0 & 4 & 0 & 7 & - & 6 & 14 \\ 0 & 0 & 8 & 10 & 6 & - & 6 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 14 & 6 & - \end{bmatrix} \times 2048 \text{ kbit/s}$$

3. Za mrežu prema slici sa zadanim ulaznim intenzitetima i kapacitetima grana odredite primjenom algoritma fiksnog usmjeravanja toka raspodjelu ulaznih tokova po granama. Prosječna dužina paketa je 1024 okteta.





!!! ISPRAVITI !!!

## Informacijske mreže

Pismeni ispit 12.07.1996

1. Za zadani skup čvorova potrebno je odrediti minimalno stablo primjenom Prim-Dijkstra algoritma. Čvorovi su zadani koordinatama, a kao udaljenosti između njih treba uzeti Euklidsku distancu. Postupak treba dobro objasniti, tj. za svaki korak treba navesti izbor, odluku i uvjet algoritma.  
Čvorovi:  $V1(1, 5)$ ,  $V2(2, 7)$ ,  $V3(2, 1)$ ,  $V4(4, 4)$ ,  $V5(5, 7)$ ,  $V6(6, 5)$ ,  $V7(6, 2)$ ,  $V8(8, 4)$ ,  $V9(9, 8)$ ,  $V10(9, 0)$ .
2. Na zajedničku sabirnicu su spojena 16 terminala, 8 grafičkih terminala i 4 radne stanice, s intenzitetima nailazaka paketa od 30, 50 i 75 erl/s (po uređaju). Prosječne dužine paketa su iste za sve tipove uređaja i iznose 1024 bita, s eksponencijalnom (terminali), erlang  $r=1.75$  (grafički terminali) i erlang  $r=4$  (radne stanice) raspodjelom.  
Potrebno je dimenzionirati brzinu prijenosa sabirnicom uz uvjet da je prosječno vrijeme zauzeća sabirnice tri puta manje od vremena čekanja.
3. Na svaki od četiri koncentratora prvog stupnja spojeno je 64 terminala od kojih svaki u prosjeku generira 8 paketa u sekundi, prosječne dužine 256 bita. Brzine prijenosa odlaznih veza su 14400bps. U koncentratoru drugog stupnja, s brzinom prijenosa odlaznih veza od 2048kbps, provodi se dodatna koncentracija.  
Vaš je zadatak da odredite slijedeće:
  - broj kanala potrebnih za prijenos poruka ako se postavlja zahtjev da je vjerojatnost čekanja manja od 0.05, te opterećenje po kanalu za svaki stupanj koncentracije,
  - prosječno vrijeme čekanja i zadržavanja, te prosječni broj jedinica u repu i sustavu za svaki koncentrator, i
  - ukupno prosječno vrijeme kašnjenja poruka (za cijeli sustav)