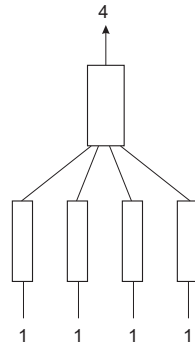
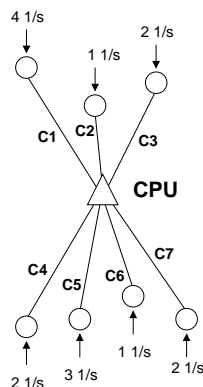


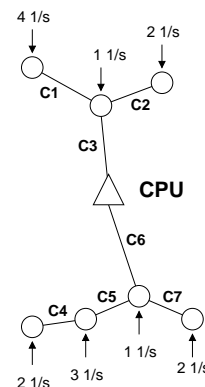
1. Pakettiverkko muodostuu yhdestä yhteisestä linkistä sekä neljästä tähän liittyvästä haaralinkistä. Kuhunkin haaraan tuleva liikenne on samansuuruinen 1 Mbit/s, ja kaikkien linkkien rakentamisen ominaishinnat (hinta/kapasiteettiyksikkö) ovat samat. Verkon rakentamiseen käytettävissä olevat varat riittävät linkkien yhteiseen kokonaiskapasiteettiin 14 Mbit/s. Jaa tämä kapasiteetti edullisimmalla tavalla eri linkeille siten, että pakettien keskiviive verkossa minimoituu (käyttäen ns. neliöjuurimenetelmää).



2. (a) Määritä optimaalinen kapasiteettijako (kapasiteetit  $C_i$ ) kuvan 2 tähtimäisessä pakettiverkossa, kun linkkien ominaishinnat ovat yhtäsuuret ja linkeihin on yhteensä käytettävissä kapasiteetti  $C = 45$  kbit/s. Kuhunkin solmuun saapuvan liikenteen intensiteetti  $\lambda_i$  on merkitty kuvaan ja sanomien keskipituus on  $1/\mu = 1000$  bit. Laske myös kunkin linkin keskimääräinen viive  $T_i$  sekä verkkoon saapuvan paketin keskimääräinen viive  $T_{min}$  optimoidussa verkossa.  
(b) Toista edellinen tehtävä kuvan 3 puumaiselle verkolle.



Kuva 2.



Kuva 3.

3. Tarkastellaan eston laskentaa piirikytkentäisessä puhelinverkossa. Hypoteettinen verkko koostuu kahdesta peräkkäisestä linkistä, joiden kummankin kapasiteetti on  $C = 4$ . Toisin sanoen kumpikin linkki sallii maksimissaan 4 yhtäaikaista puhelua. Uusia puheluita saapuu keskimäärin 20 kappaletta tunnissa Poisson-prosessin mukaisesti, ja niiden pitoajat ovat riippumattomasti ja eksponentiaalisesti jakautuneita keskiarvonaan 3 minuuttia. Puhelut kulkevat kummankin linkin kautta. Laske kutsueto a) tarkasti, b) vähennettyä kuorman menetelmällä.

4. Säännöllisen kuusikulmion muotoisessa rengasverkossa käytetään lyhimmän polun reititystä (kahden yhtä pitkän polun tapauksessa liikenne jaetaan tasan niiden kesken) ja tarjottu liikenne jokaisen solmuparin välillä on 2 erl. Linkkien kapasiteetit ovat 16 johtoa. Laske linkkiesto sekä päästä-päähän estot kolmelle eri yhteystyypille (kolme eri pituutta) käyttäen vähennetyn kuorman menetelmää.
5. Tulopuskuroidussa  $2 \times 2$ -kytkimessä HOL-eston rajoittama läpäisy on 0.75, kun saapuvien solujen kohdeosoitteet ovat muista riippumatta jakautuneet tasan eri lähtöporttien kesken. Tutkitaan, miten näistä oletuksista luopuminen vaikuttaa läpäisyyn:
  - a) Kohdeosoitteet ovat tasanjakautuneita lähtöporttien kesken, mutta solujen osoitteet ovat siten korreloituneita, että tietyssä tulossa seuraava solu on 'samaa väriä' kuin edellinen todennäköisyydellä  $2/3$  ja 'erivärinen' todennäköisyydellä  $1/3$ .
  - b) Eri solujen kohdeosoitteet ovat toisistaan riippumattomia, mutta eri lähtöporttien todennäköisyydet ovat erisuuret (ns. hot spot -liikenne):  $3/4$  ja  $1/4$ . Ohje: tässä tapauksessa HOL-asetuksessa olevien solujen tilakuvaukseen tarvitaan kolme tilaa.
6. Johda M/M/1-jonon häntäjakauma  $Q(x) = P\{X > x\}$  Benešin menetelmällä käyttäen annettulla välillä saapuneen työn jakaumalle normaaliapproksimaatiota. Aputulos: identtisesti pätee  $\int_0^\infty e^{-\frac{1}{2}(ax+b/x)^2} dx = \sqrt{\frac{\pi}{2}} e^{-2ab} / a$ .