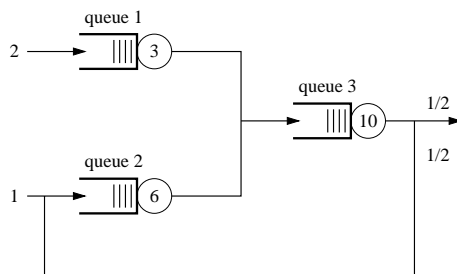


- Autoja saapuu palvelupisteeseen Poisson-prosessin mukaisesti keskimääräisellä nopeudella 4 autoa tunnissa. Kussakin autossa on 1, 2, tai 3 asiakasta todennäköisyyksillä $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$. Kunkin asiakkaan palveluaika on eksponentiaalisesti jakautunut keskiarvolla 3 min. Laske asiakkaan keskimääräinen odotusaika. Ohje: Kunkin ryhmän ensimmäisen asiakkaan keskimääräinen odotusaika voidaan selvittää tarkastelemalla sopivaa $M/G/1$ -jonoa. Tutki erikseen odotusaikaa ryhmän sisällä.
- Kopiokoneelle tulee asiakkaita poissonisesti nopeudella 1/min. Kopioitavien sivujen lukumäärä on tasaisesti jakautunut välillä 1, ..., 10. Yhden kopion ottaminen kestää 3 s. Laske keskimääräinen odotusaika jonossa, kun
 - kopiokonetta käytetään saapumisjärjestyksessä (FIFO),
 - asiakkaille, joilla on enintään 2 kopioitavaa sivua annetaan ei-syrjäyttävä prioriteetti muihin nähden.
- Tarkastellaan kahden luokan syrjäyttävää prioriteettijonoa, johon saapuu asiakkaita Poisson-prosessin mukaisesti, luokkaan 1 intensiteetillä λ_1 ja luokkaan 2 intensiteetillä λ_2 . Palveluajat ovat riippumattomia ja noudattavat kummassakin luokassa eksponenttijakaumaa odotusarvolla $1/\mu$. Määrä luokakohtaiset keskiviivet \bar{T}_1 ja \bar{T}_2 .
- Pollaczek-Khinchinin kaava odotusajan W tiheysfunktion Laplace-muunnokselle on

$$W^*(s) = \frac{s(1 - \rho)}{s - \lambda + \lambda S^*(s)}$$

missä $S^*(s)$ on palveluajan S tiheysfunktion Laplace-muunnos ja $\rho = \lambda \bar{S}$. Johda uudelleen PK-keskiarvokaava odotusajalle tähän tulokseen nojautuen.

- Kuvan mukaisen avoimen Jacksonin jonoverkon jonoihin 1 ja 2 saapuu ulkopuolelta Poissoniset asiakasvirrat intensiteeteillä 2 ja 1 (asiakasta/s). Palveluajat ovat eksponentiaalisesti jakautuneita kuvassa annetuilla nopeusparametreilla (asiakasta/s). Laske a) eri jonojen läpi kulkevat asiakasvirrat, b) eri jonojen keskimääräiset miehitykset ja verkon keskimääräinen kokonaismiehitys, c) jonoihin 1 ja 2 saapuneiden asiakkaiden keskimääräiset viipymät verkossa ja satunnaisesti valitun verkkoon saapuvan asiakkaan keskimääräinen viipymä verkossa.



- Tarkastellaan kahden jonon suljettua syklistä jonoverkkoa. Jonojen palveluajat ovat eksponentiaalisesti jakautuneita parametreilla μ_1 ja μ_2 . Verkossa on kolme asiakasta. a) Piirrä systeemin tilakaavio (neljä tilaa) siirtymänopeuksineen. b) Määrä tasapainotodennäköisyydet ja laske näiden perusteella jonojen keskipituudet. c) Mikä on verkossa kiertävän asiakasvirran suuruus (laske esim. jonosta 1 lähtevä asiakasvirta)? d) Johda kohtien b) ja c) tulokset keskiarvoanalyysin avulla.