TEORIJA PROMETA
Ak. god. 2010./2011.

2. Međuispit

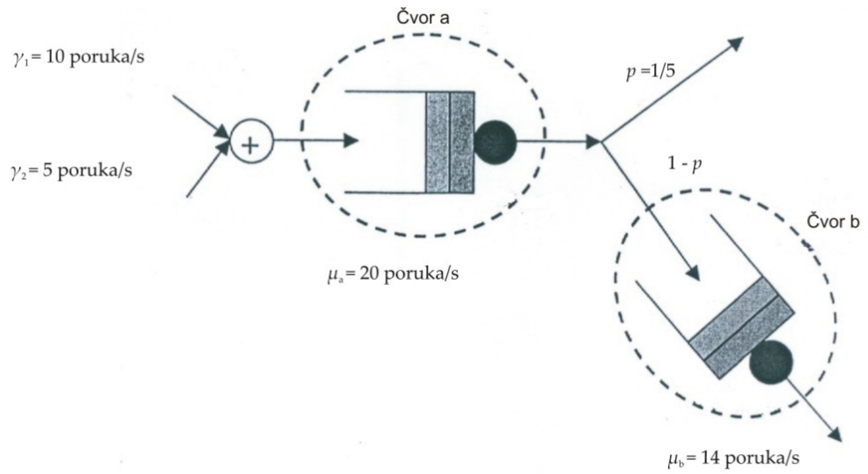
12. svibnja 2011.

Ime i prezime: ______________________________ *JMBAG:* ______________________________

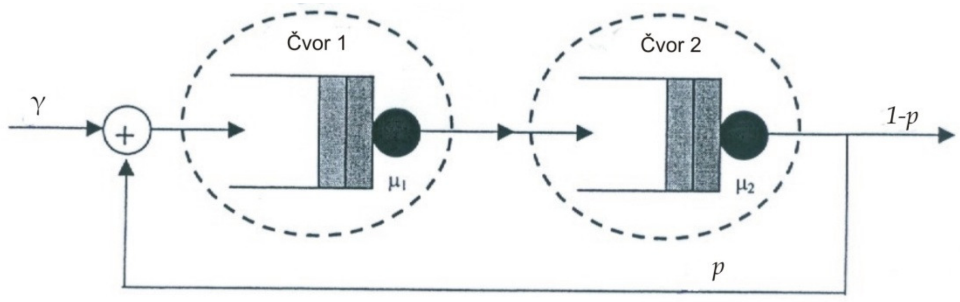
Vlastoručni potpis: ______________________________

Trajanje ispita: 60 minuta

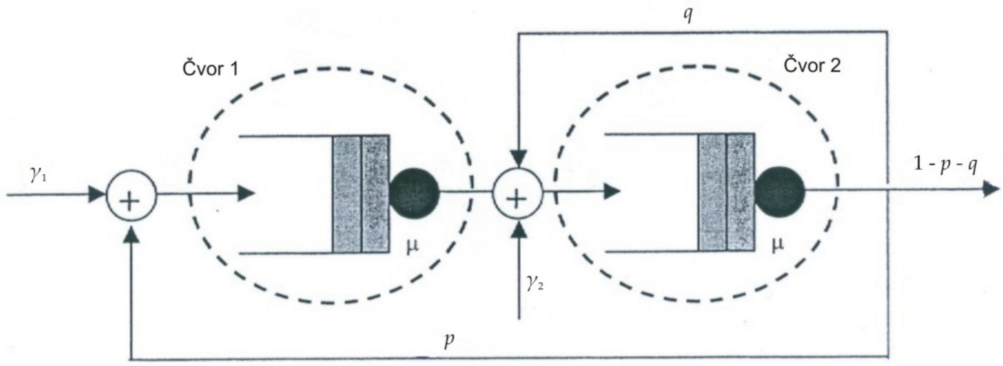
1. **[30%]** Na slici je prikazana aciklična mreža redova bez povratnih veza. Dolazni procesi iz okoline mreže su neovisni i ravnaju se po Poissonovoj razdiobi sa srednjim brzinama γ_1 i γ_2. Prijenosna vremena poruka se ravnaju po eksponencijalnoj razdiobi sa srednjim brzinama μ_a i μ_b. Izračunajte srednje kašnjenje poruke od ulaska do izlaska iz mreže.



2. **[40%]** Na slici je prikazana mreža redova spojenih u seriju (tandem) s povratnom vezom (ciklička mreža). Poruke koje dolaze iz okoline mreže u prvi čvor ravnaju se po Poissonovoj razdiobi sa srednjom brzinom dolazaka γ. Vremena posluživanja poruka u oba čvora su neovisna i ravnaju se po eksponencijalnoj razdiobi sa srednjim brzinama μ_1 i μ_2. Čvorovi imaju beskonačne spremnike, a usmjeravanje u izlaznom čvoru je stohastičko. Odredite:
(a) **[10%]** Uvjete stabilnosti za svaki čvor.
(b) **[10%]** Razdiobu vjerojatnosti stanja za svaki čvor.
(c) **[10%]** Srednji broj poruka u svakom čvoru.
(d) **[10%]** Srednje kašnjenje poruka od ulaska u mrežu do izlaska iz mreže (end-to-end).



3. **[30%]** Za mrežu redova prikazanu na slici treba odrediti uvjete stabilnosti za različite čvorove (redove čekanja) i srednje kašnjenje poruke od ulaska do izlaska iz mreže. Ulazni tokovi iz okoline mreže su Poissonovi sa srednjim brzinama γ_1 i γ_2. Vremena posluživanja poruka su neovisna i ravnaju se po eksponencijalnoj razdiobi s jednakom srednjom brzinom μ u oba čvora. Čvorovi imaju beskonačne spremnike. Izlazni tok iz čvora 2 se slučajno dijeli tako da se s vjerojatnošću p vraća u čvor 1, a s vjerojatnošću q u čvor 2 ($0 < p, q < 1$).



Korisne formule:

$$\sum_{n=0}^{N} x^n = \frac{1-x^{N+1}}{1-x}, \quad \text{za svaki } x \neq 1; \qquad \sum_{n=0}^{\infty} x^n = \frac{1}{1-x}, \quad \text{za } |x| < 1$$

Poissonova razdioba: $P\{X = k\} = \dfrac{\lambda^k}{k!} e^{-\lambda}, \ \ k = 0,1,2,...$

Erlang-B: $B(c,a) = p_c = \dfrac{a^c}{c!}\left[\sum_{k=0}^{c} \dfrac{a^k}{k!}\right]^{-1}, \quad a = \dfrac{\lambda}{\mu}$

Erlang-C: $C(c,a) = P_Q = \sum_{n=c}^{\infty} p_n = \dfrac{a^c}{(c-1)!(c-a)} p_0, \quad p_0 = \left[\sum_{k=0}^{c-1} \dfrac{a^k}{k!} + \dfrac{a^c}{(c-1)!(c-a)}\right]^{-1}, \quad 0 \leq a < c$

M/M/1: $T = \dfrac{N}{\lambda} = \dfrac{1}{\mu - \lambda}, \quad N_Q = \lambda W = \dfrac{\rho^2}{1-\rho}, \quad \rho = \lambda / \mu$