

Obezbeđenje zahtevanog nivoa raspoloživosti telekomunikacione mreže metodom simulacije

Dušan Ostojić, Dragoljub Brkić, Slavko Pokorni

Sadržaj- U radu je predstavljena primena aproksimativne simulacione metode Monte Karlo za određivanje raspoloživosti telekomunikacione mreže. Za predloženu simulacionu metodu urađen je odgovarajući računarski program. Na ilustrativnom primeru prikazana je mogućnost dostizanja željenog nivoa raspoloživosti mreže povećanjem kvaliteta elemenata mreže i/ili smanjenjem srednjeg vremena aktivne popravke elemenata mreže.

Ključne reči- Telekomunikaciona mreža, Monte Karlo, raspoloživost, simulacija

I. UVOD

Telekomunikacioni (TK) sistemi treba da obezbede brz i efikasan prenos informacija od njenog izvora do krajnjeg korisnika. Uporedo sa razvojem sve složenijih telekomunikacionih sistema problem njihovog pouzdanog funkcionisanja postaje sve izraženiji.

Primena telekomunikacionih sistema za specijalne namene u svakom trenutku zahteva očuvanje visokog nivoa kvaliteta sistema radi obezbeđenja neprekidnosti komunikacija. Pošto se radi o popravljivim sistemima, raspoloživost predstavlja jedan od važnijih pokazatelja kvaliteta.

Raspoloživost telekomunikacionog sistema predstavlja verovatnoću da će sistem obezbediti zadovoljavajući prenos informacija u vremenu t , pod propisanim radnim uslovima, uz mogućnost brze popravke tj. dobre logističke podrške (obučeno osoblje, raspoloživ alat, oprema i rezervni delovi). Raspoloživost ovakvih sistema teško je odrediti analitičkim putem jer zahteva postavljanje i rešavanje sistema velikog broja jednačina [1]. Zbog toga je pokušano da se primeni simulaciona metoda Monte Karlo za određivanje raspoloživosti telekomunikacionog sistema i u tu svrhu razvijen je odgovarajući računarski program [2] i [3].

Ako je raspoloživost sistema zadata veličina, onda se u postupku projektovanja određenim postupcima ta vrednost mora i obezbediti.

U ovom radu su prikazane mogućnosti dostizanja zahtevanog nivoa raspoloživosti telekomunikacione mreže na dva načina:

- povećanjem kvaliteta elemenata mreže, i
- smanjenjem vremena aktivne popravke elemenata mreže.

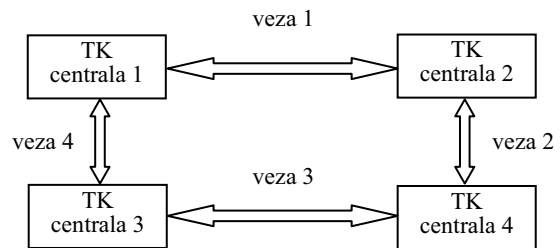
Uticao smetnji (ometanje) na prenos informacija, kao ni otkazi softvera nisu uzeti u obzir u ovom radu.

Dušan Ostojić, Dragoljub Brkić, Tehnički opitni centar, Beograd (telefon: 011/3951-420)

Slavko Pokorni, Beogradska akademija računarskih nauka, Zemun, Cara Dušana 34, 11080 Zemun (telefon: 381-11-3168223; e-mail: slavko.pokorni@barn.edu.yu).

II. KONFIGURACIJA TELEKOMUNIKACIONOG SISTEMA

Predmet razmatranja je telekomunikacioni sistem od četiri telekomunikacione (TK) centrale, $n = 4$, povezane u prsten dupleks vezama prema sl. 1. Komunikacija između pojedinih TK centrala ostvaruje se direktno preko dupleks veza u prstenu, bez dijagonalnih veza.



Sl.1. Sistem od četiri TK centrale povezane u prsten dupleks vezama

Ovaj telekomunikacioni sistem radi ispravno ako su sve četiri TK centrale ispravne i ako je moguće uspostaviti vezu između njih [4].

III. ODREĐIVANJE RASPOLOŽIVOSTI TELEKOMUNIKACIONOG SISTEMA METODOM SIMULACIJE

Raspoloživost ovog telekomunikacionog sistema se razmatra u periodu normalnog rada, pod pretpostavkom da su intenziteti otkaza u vremenu konstantni, a kvarovi se dešavaju uglavnom slučajno. Tada se može primeniti eksponencijalna raspodela otkaza kao matematički model da aproksimira ovaj vremenski period rada sistema.

Telekomunikacioni sistemi građeni su od većeg broja TK centrala, uz odgovarajući broj dupleks veza, pa se mogu nalaziti u velikom broju stanja, što znatno otežava određivanje analitičkog izraza za raspoloživost sistema.

Za proračun raspoloživosti telekomunikacionih sistema potrebno je poznavati sledeće osnovne karakteristike TK centrala i linija veza:

$$\lambda_i; i = 1, 2, \dots, n$$

– intenzitet otkaza TK centrala,

$$\lambda_{ij}; i \neq j; i, j = 1, 2, \dots, n$$

– intenzitet otkaza linija veza u oba smeru,

$$\mu_i; i = 1, 2, \dots, n$$

– intenzitet opravke TK centrala,

$$\mu_{ij}; i \neq j; i, j = 1, 2, \dots, n$$

– intenzitet opravke linija veza,

$$\lambda = \frac{1}{m};$$

m – srednje vreme rada

do/između otkaza,

$$\mu = \frac{1}{\tau}; \quad \tau - \text{srednje vreme aktivne opravke.}$$

Za dupleks veze intenziteti otkaza linija veza, u oba smera, su jednaki i iznose:

$$\lambda_{IJ} = \lambda_{ij} + \lambda_{ji}.$$

Raspoloživost $A(t)$ telekomunikacionog sistema definiše se kao:

$$A(t) = \frac{\mu}{\lambda + \mu} + \frac{\lambda}{\lambda + \mu} e^{-(\lambda + \mu)t}.$$

Za datu konfiguraciju telekomunikacionog sistema i zadate vrednosti λ_i , λ_{ij} , λ_{ji} , μ_i i μ_{ij} , prema simulacionoj metodi Monte Karlo, generišu se pseudo-slučajni brojevi

t_i – vreme do otkaza TK centrala i

t_{IJ} – vreme do otkaza linija veza između dve TK centrale („i“ i „j“)..

Ova vremena generišu se iz izraza za raspoloživost:

$$t_i = -\frac{1}{\lambda_i + \mu_i} \ln \left[\frac{A * \lambda_i + (A-1) * \mu_i}{\lambda_i} \right],$$

$$t_{IJ} = -\frac{1}{\lambda_{IJ} + \mu_{IJ}} \ln \left[\frac{A * \lambda_{IJ} + (A-1) * \mu_{IJ}}{\lambda_{IJ}} \right]$$

$$A \in (0,1).$$

A je pseudo-slučajni broj koji ima ravnomernu raspodelu u intervalu (0,1).

Za zadato vreme bezotkaznog rada sistema T_0 , između dve razmatrane TK centrale, postavljaju se sledeća dva uslova: $t_i > T_0$ i $t_{IJ} > T_0$.

Kada su ispunjena oba ova uslova (ispravno stanje), onda postoji komunikaciona veza, odnosno putanja, između ulazne TK centrale 1 i izlazne TK centrale n . Ukoliko ne postoji ni jedna putanja od TK centrale 1 do TK centrale n smatra se da telekomunikacioni sistem nije raspoloživ tj. otkazao je u odnosu na ove dve posmatrane TK centrale. U sledećoj iteraciji pokušava se naći nova putanja koja će zadovoljiti postavljene zahteve. Po simulacionoj metodi Monte Karlo, svaka nova iteracija znači promenu konfiguracije telekomunikacionog sistema jer otkazuju TK centrale i linije veza između njih. Za slučaj da su dve susedne TK centrale ispravne, kao i linijska veza među njima, onda za sledeću iteraciju dolazna (tranzitna) TK centrala postaje polazna, i postupak se nastavlja, korak po korak dalje, dok se ne dođe do željene izlazne TK centrale n , kao konačnog odredišta. Ako se ne ostvari veza između polazne i dolazne TK centrale, generiše se pseudo-slučajni broj koji predstavlja novu dolaznu (tranzitnu) TK centralu. U jednoj iteraciji, ako treba, postupak može da se ponavlja i do 1000000 puta i ako se ne uspe naći “prohodna putanja” od TK centrale 1 do n , smatra se da iteracija nije uspela; putanja ustvari nije otkrivena, iako fizički veza između TK centrala 1 i n možda i postoji.

Ako je N ukupan broj iteracija a M broj uspešnih iteracija, pri kojima je moguće uspostaviti vezu između

ulazne i izlazne TK centrale, tada se raspoloživost telekomunikacionog sistema između ove dve posmatrane TK centrale može odrediti izrazom:

$$A = \frac{M}{N}.$$

IV. NUMERIČKI PRIMER

Pretpostavljeno je da su za telekomunikacioni sistem na sl. 1, sve četiri TK centrale sa relevantnim dupleks vezama jednake. Za određivanje raspoloživosti tako definisane mreže urađen je računarski program koji kao ulazne podatke uzima:

m - srednja vremena rada do/između otkaza TK centrala i linija veza, odnosno

$$m_i = 3000 \text{ h,}$$

$$m_{IJ} = 1000 \text{ h,}$$

τ – srednje vreme aktivne opravke TK centrala i linija veza, odnosno

$$\tau_i = 30 \text{ h}$$

$$\tau_{IJ} = 20 \text{ h}$$

Za ove podatke, primenom urađenog softverskog paketa za simulacionu metodu Monte Karlo, dobijena je raspoloživost mreže od 0,8879 odnosno 88,79 %, sl. 2.



Sl 2. Uporedni pregled rezultata proračuna raspoloživosti analitičkim putem i simulacionom metodom Monte Karlo

V. OBEZBEĐENJE ZAHTEVANOG NIVOA RASPOLOŽIVOSTI MREŽE

Kada su u pitanju telekomunikacioni sistemi specijalne namene moguć je zahtev za obezbeđenje višeg nivoa raspoloživosti mreže.

Neka, u našem slučaju, zahtevani nivo raspoloživosti mreže iznosi 95%.

U ovom radu predloženo je da se zahtevani nivo raspoloživosti mreže od 95% može obezbediti na dva načina:

- povećanjem kvaliteta elemenata mreže (veće srednje vreme do/između otkaza), i/ili
- smanjivanjem vremena aktivne popravke elemenata mreže.

U prvoj iteraciji, pri istim početnim vrednostima srednjeg vremena popravke elemenata (τ), povećavana su

srednja vremena do/između otkaza (m) za elemente mreže do vrednosti:

$$m_i = 4000 \text{ h,}$$

$$m_{IJ} = 3000 \text{ h.}$$

Proračunom je dobijena raspoloživost mreže od 94,63%, sl. 3.



Sl.3. Uporedni pregled rezultata obezbeđenja zahtevane raspoloživosti u uslovima redundovanja elemenata mreže

U drugoj iteraciji, pri istim početnim vrednostima srednjih vremena do/između otkaza elemenata, smanjivana su vremena srednje popravke elemenata mreže do vrednosti

$$\tau_i = 10 \text{ h}$$

$$\tau_{IJ} = 9 \text{ h.}$$

Proračunom je dobijena raspoloživost mreže od 95,26%, sl. 4. čime je postignuta zahtevana raspoloživost posmatrane mreže.



Sl.4. Uporedni pregled rezultata obezbeđenja zahtevane raspoloživosti u uslovima smanjenja srednjeg vremena popravke elemenata mreže

Dobro slaganje dobijenih rezultata analitičkom i simulacionom metodom (sl.2., sl.3 i sl.4., rezultati se razlikuju u trećoj odnosno četvrtoj decimali) pokazuje da je moguće primeniti simulacionu metodu u analizi i obezbeđenju raspoloživosti sistema, koja je ovde ilustrovana na primeru jedne relativno jednostavne telekomunikacione mreže, koja je ranije analizirana analitičkim metodama [4].

Iz obavljene analize i dobijenih rezultata je očigledno da se obezbeđenje višeg nivoa raspoloživosti mreže može postići povećanjem kvaliteta elemenata mreže i/ili smanjenjem srednjeg vremena aktivne popravke elemenata mreže odnosno poboljšanjem organizacije održavanja i obuke osoblja. I jedno i drugo zahteva dodatna ulaganja materijalnih sredstava, pa je potrebna analiza isplativosti oba pristupa odnosno optimizacija sa stanovišta troškova odnosno ekonomske isplativosti.

LITERATURA

- [1] S. Pokorni, R. Ramović, "Pouzdanost i raspoloživost različitih varijanti rezerviranja sistema sa 4 telekomunikacione centrale", *Zbornik radova konferencije SYM-OP-IS, 2003.*, str. 439 – 442
- [2] D. Brkić, "Određivanje pouzdanosti komunikacione mreže metodom Monte Karlo", *Zbornik radova konferencije SYM-OP-IS, 2001*, str.431–434
- [3] D. Ostojić, D. Brkić, S. Pokorni, "Određivanje raspoloživosti jednog telekomunikacionog sistema metodom Monte Karlo", *Zbornik radova 9. međunarodne konferencije Upravljanje kvalitetom i pouzdanosću DQM-2006*, Beograd, 2006
- [4] S. Pokorni, R. Ramović, "Optimizacija pouzdanosti i troškova redundovanja jednog telekomunikacionog sistema", *Zbornik radova konferencije SYM-OP-IS, 2002.*, str. XI-1 do XI-4.

ABSTRACT

The approximate method for acquirement of the availability of a communication network is described in this paper. This approximate method is based on the Monte Carlo method. For this purpose, the especially computer program was developed, by which the validity of this proposed method was verified for a communication network. The required level of the network reliability is achieved by higher quality of the network elements and/or by reducing mean time to repair of network elements.

ACQUIREMENT OF THE REQUIRED RELIABILITY OF A TELECOMMUNICATION NETWORK BY SIMULATION METHOD

Dušan Ostojić, Dragoljub Brkić, Slavko Pokorni