

Signalizacija telefonskih komutacionih sistema

Koncepti digitalne komutacije kola

3-65

65

Signalizacija telefonskih komutacionih sistema

- Razmjena signalizacionih poruka koje se koriste prilikom posluživanja poziva i realizacije dodatnih servisa
- Tipovi signalizacije
 - Korisnička signalizacija (korisnik - centrala)
 - Interna signalizacija (između blokova centrale)
 - Signalizacija između telefonskih komutacionih sistema
 - Sistem D signalizacije
 - Sistem R signalizacije
 - Sistem signalizacije broj 7 (SS No. 7)
 - Signalizacija sistema za nadgledanje i upravljanje koja se koristi za menadžment mrežom
- Podjela signalizacije
 - Signalizacija po pridruženom kanalu
 - Signalizacija po zajedničkom kanalu

Koncepti digitalne komutacije kola

3-66

66

Poređenje signalizacija

Signalizacija po pridruženom kanalu	Signalizacija po zajedničkom kanalu
Analogna telefonija	Savremene mreže telekomunikacionih usluga
Relativno mala brzina prenošenja signala	Velika brzina prenošenja signala
Mali repertoar signala	Veliki repertoar signala
Uske tolerancije signala (vrijeme, frekvencija)	Mogućnost naknadnog proširenja
Neefikasno korišćenje signalizacionog kapaciteta	Detektovanje i otklanjanje grešaka u prenosu
Teško izvodljiva proširenja	Efikasno korišćenje signalizacionog kola
Otežana primjena u savremenim telekomun.	Jednostavni signalizacioni organi

Koncepti digitalne komutacije kola

3-69

69

Sistem signalizacije No. 7

- *Signalling System No. 7*
- *ITU-T Q.700 potpoglavlje 6.3*
- Signalizacionu mrežu čine telefonske centrale u kojoj postoje dva tipa čvorova
 - Signalizaciona tačka (SP - *Signalling Point*) predstavlja izvorište ili odredište signalizacione poruke
 - Signalizaciona tranzitna tačka (STP - *Signalling Transfer Point*) tranzitira ali ne obrađuje signalne poruke
- Telefonska centrala može biti istovremeno SP i STP
- Signalizacione tačke se identifikuju preko SPC (*Signalling Point Code*)
- Svaki čvor je povezan na bar druga dva čvora kako bi se povećala pouzdanost signalizacije
- Signalizacione poruke se nazivaju signalizacionim jedinicima (SU - *Signalling Unit*)
- Komutacija paketa

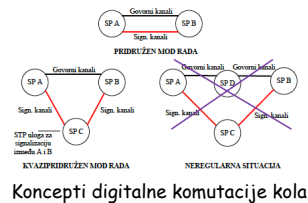
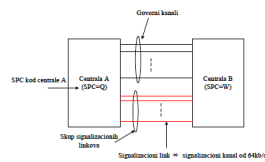
Koncepti digitalne komutacije kola

3-70

70

Sistem signalizacije No. 7

- Signalizacione tačke se povezuju signalizacionim linkovima
- Signalizacioni link je jedan 64kb/s signalizacioni kanal
- Više signalizacionih linkova između dvije centrale čine skup signalizacionih linkova
- Pored digitalnih linkova moguća je i primjena analognih linkova minimalnog protoka 4,8kb/s (rijedak slučaj danas u praksi)
- Pored rezervnih signalizacionih kanala implementiranih u E1 multipleksima koji se razlikuju od onog u kome je implementiran radni signalizacioni kanal koriste se i alternativne putanje u signalizacionoj mreži jer je svaki čvor povezan sa bar dva čvora
- Signalizacija i govorni kanal ne moraju imati isti fizički put (kvazipridruženi mod)



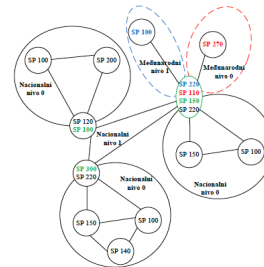
Koncepti digitalne komutacije kola

3-71

71

Sistem signalizacije No. 7

- Signalizaciona mreža se dijeli na
 - Nacionalni nivo
 - Međunarodni nivo
- Nacionalni nivo se dijeli na:
 - Nivo 0 omogućava povezivanje čvorova mreže operatora
 - Nivo 1 služi sa povezivanje operatora na nacionalnim nivou
- Međunarodni nivo omogućava povezivanje centrala različitih država (nivo 0 i nivo 1)
- Unutar jedne mreže svi SPC kodovi moraju biti različiti dok se jedan kod može koristiti u različitim mrežama
- Mreže se međusobno povezuju preko centrala koje imaju funkciju signalizacionih gateway-eva
- Gateway mora imati SPC za svaku mrežu u kojoj učestvuje a maksimalno 4



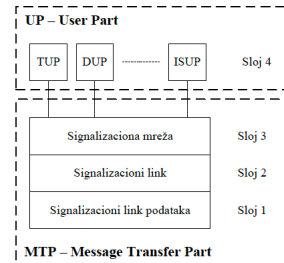
Koncepti digitalne komutacije kola

3-72

72

Sistem signalizacije No. 7

- Prva tri sloja arhitekture SS No. 7 su odgovorna za pravilan i pouzdan prenos signalizacionih poruka i analogni su fizičkom nivou, nivou linka (GBN) i nivou mreže OSI referentnog modela
- Četvrti sloj je aplikativni koji predstavlja različite servise
 - TUP (*Telephone User Part*) implementira skup funkcionalnosti vezanih za telefonski servis (zauzimanje govornog kanala, prosleđivanje cifara,...)
 - ISUP se koristi za posluživanje ISDN korisnika



Koncepti digitalne komutacije kola

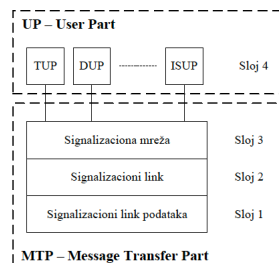
3-73

73

Sistem signalizacije No. 7

Tri tipa signalizacionih poruka

- MSU (*Message Signalling Unit*) jedinice se koristi za prenos korisničkih signalizacionih poruka (sloj 4) ili signalizacionih poruka vezanih za nadgledanje i menadžment koje generiše (sloj 3)
- LSSU (*Link State Signalling SU*) jedinice se koriste u vanrednim situacijama za aktivaciju/deaktivaciju signalizacionog linka i signaliziranje ispada signalizacionog linka
- FISU (*Fill-in SU*) jedinice se koriste kada nema MSU jedinica radi praćenja BER



Koncepti digitalne komutacije kola

3-74

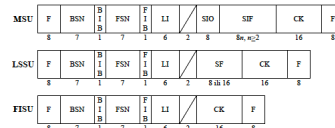
74

Sistem signalizacije No. 7

Polja signalizacionih jedinica

- Flag ima strukturu 01111110 i koristi se za označavanje početka i kraja signalizacione jedinice
- Backward Sequence Number* - redni broj poslednje uspješno primljene signalizacione jedinice (kumulativna potvrda)
- Backward Indicator Bit* - bit indikacije greške koji pokazuje da treba odraditi retransmisiju svih jedinica koje slijede iza one potvrđene sa BSN
- Forward Sequence Number* - broj signalizacione jedinice koja se šalje
- Forward Indicator Bit* - ukazuje da li je signalizaciona jedinica originalna ili se radi o retransmisiji
- Length Indicator* - veličina korisnog dijela

u bajtima



Koncepti digitalne komutacije kola

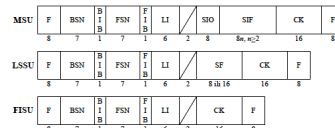
3-75

75

Sistem signalizacije No. 7

Polja signalizacionih jedinica

- Service Information Octet* se sastoji od dva četvoro bitna dijela:
 - Service indicator* - pokazuje ko je generisao poruku (korisnički dio na sloju 4 ili blok za menadžment na sloju 3)
 - Subservice field* - nivo signalizacione mreže (0 ili 1)
- Signalling Information Field* - signalizaciona poruka (od 2B do 272B) koja između ostalog nosi četvrobajtnu *Routing* labelu za rutiranje signalizacione poruke do odredišta
- Status Field* - tip LSSU
- Check Bits* - 16-bitna CRC provjera ispravnosti signalizacione jedinice ($x^{16}+x^{12}+x^5+1$)



Koncepti digitalne komutacije kola

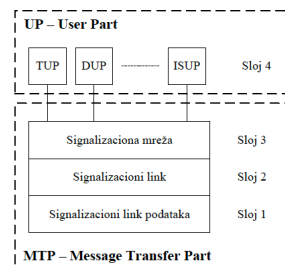
3-76

76

Sistem signalizacije No. 7

Signalizacioni link podataka

- Ekvivalent fizičkom sloju
- Prijem signalizacionih jedinica i slanje na signalizacioni kanala
- Digitalni (64kb/s) i analogni (4,8kb/s) signalizacioni link
- ITU-T preporuka Q.702 u slučaju E1 linka preporučuje upotrebu kanala 16 ako je na raspolagaju



Koncepti digitalne komutacije kola

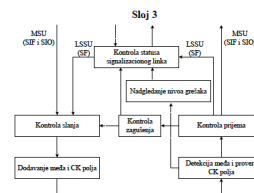
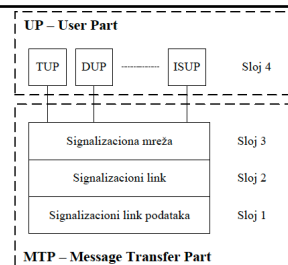
3-77

77

Sistem signalizacije No. 7

Signalizacioni link

- Ekvivalent nivou linka OSI referentnog modela
- Detekcija i korekcija grešaka
- Nadgledanje ispravnosti signalizacionog linka
- Razgraničavanje signalizacionih jedinica
- Poravnanje signalizacionih jedinica
- Kontrola toka



Koncepti digitalne komutacije kola

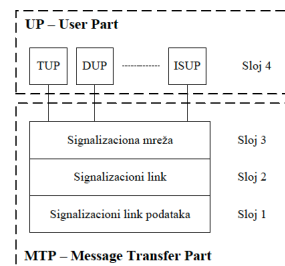
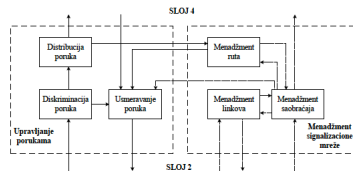
3-78

78

Sistem signalizacije No. 7

Signalizacijska mreža

- Ekvivalent nivo mreže
- Upravljanje porukama (diskriminacija ili utvrđivanje dolaska na odredište, potvrda prijema, distribucija i usmjeravanje poruka)
- Menadžment signalizacijske mreže (nadgledanje signalizacionih ruta, signalizacionih linkova i signalizacionog saobraćaja)



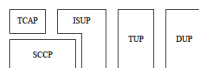
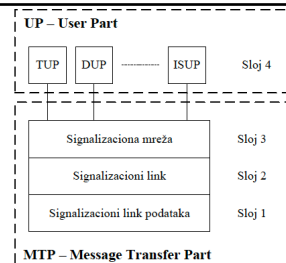
Koncepti digitalne komutacije kola 3-79

79

Sistem signalizacije No. 7

Korisnički dio

- Ekvivalent nivo aplikacije
- TUP (telefonski poziv)
- ISUP (ISDN korisnici - telefon, faks, ...)
- DUP (*Data User Part*)
- TCAP (*Transaction Capabilities Application Part*)
- SCCP (*Signalling Connection Control Part*) omogućava podršku ostalim djelovima kroz ostvarivanje virtualne signalizacijske veze za razmjenu signalizacije od kraja do kraja
 - Dva tipa prenos (konektivni i nekonektivni)
 - Četiri klase usluga



Koncepti digitalne komutacije kola 3-80

80

Funkcije upravljanja komutacionim sistemom

Koncepti digitalne komutacije kola

3-81

81

Funkcije upravljanja komutacionim sistemom

Osnovne funkcije upravljanja su:

- Funkcije obrade poziva
- Funkcije održavanja i administracije

Funkcije upravljanja obuhvataju:

- Prijem signala
- Skladištenje podataka
- Obradu primljenih podataka
- Predaju signala, koji sadrže podatke o rezultatima obrade.

Koncepti digitalne komutacije kola

3-82

82

Funkcije obrade poziva

- Funkcije skanovanja (prikupljanje podataka o svim značajnim događajima na korisničkim linijama i prenosničkim vodovima u tačkama skanovanja)
- Funkcije distribucije (upravljanje slanjem signala po korisničkim linijama i prenosničkim vodovima preko tačaka distribucije)
- Interne funkcije upravljanja (npr. analiza primljenih signala ili odlučivanje pri uspostavljanju veze)
- Funkcije traženja, aktiviranja i oslobađanja puteva kroz komutaciona polja

Sve ove funkcije moraju biti izvršene u realnom vremenu!
Upravljački organ komutacionog sistema ima mogućnost obrade i nekoliko stotina poziva istovremeno.
Uslijed toga se kapacitet upravljačkog organa (procesora) i mjeri brojem poziva koji se mogu poslužiti u jedinici vremena.

Koncepti digitalne komutacije kola

3-83

83

Funkcije održavanja i administracije

- Detektovanje i lociranje grešaka u komutacionom sistemu
- Vođenje administracije o HW i SW komutacionog sistema
- Nadgledanje rada i mjerenje saobraćaja

Sve ove funkcije ne moraju biti izvršene u realnom vremenu i nije potrebna paralelna obrada!
Potrebna je značajno kompleksnija logika nego za obradu poziva.
Potrebna je interfejs čovjek-mašina sa osobljem za održavanje.

Koncepti digitalne komutacije kola

3-84

84

Funkcije posluživanja poziva

Naziv funkcije		Funkcija		
		K	S	U
1.	Detekcija signala			x
2	Najava		x	
3	Interpretacija			x
3	Distribucija komandi/signala		x	x
5	Prijem adresnih signala		x	
6	Analiza cifara adrese			x
7	Ispitivanje zauzetosti			x
8	Traženje puta u komut. polju	(x)		x
9	Traženje puta u mreži			x
10	Uspostavljanje puta u komut. polju	x		x
11	Upućivanje poziva		x	
12	Slanje adresnih signala		x	
13	Odazivanje		x	
14	Nadgledanje		x	(x)
15	Raskidanje veze		x	x
16	Oslobađanje puta u komut. polju	x		x

Koncepti digitalne komutacije kola

3-85

85

Izdvojeni stepen

Koncepti digitalne komutacije kola

3-86

86

Izdvojeni stepen

- osnovni zadatak lokalnih administracija je planiranje mreže
- digitalna komutacija i digitalan prenos nude fleksibilne mogućnosti, od kojih je najvažnija udaljeni komutacioni blok
- Da li do udaljene lokacije voditi korisničke linije ili definisati manji komutacioni čvor?
- To se postiže postavljanjem korisničkog bloka na lokaciji novog čvora, pri čemu je on sa matičnim sistemom spregnut digitalnim vodovima
- koncentracija/ekspanzija (udaljeni linijski koncentrator)
- lokalna komutacija (udaljeni komutacioni blok)

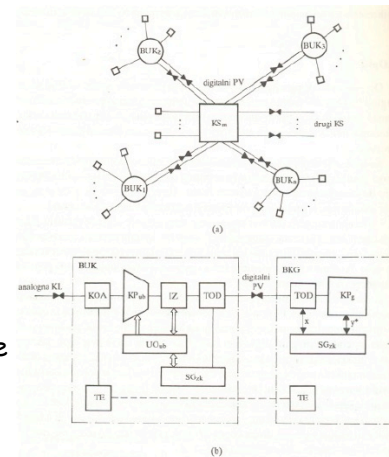
Koncepti digitalne komutacije kola

3-87

87

Izdvojeni stepen

- problemi prekida digitalnih vodova
- organ izolacije
- upravljanje na daljinu (signalizacija po zajedničkom kanalu) sa izuzetkom dodatnih specifičnih funkcija
- izuzimaju se funkcije tarifiranja i administracije
- lokalno testiranje ispravnosti korisničkih linija čiji se rezultati šalju signalizacijom matičnoj centrali
- kapaciteti zavise od ekonomske analize i obično se kreću od nekoliko stotina do nekoliko hiljada
- rastojanje od lokalne centrale je obično ograničeno na 30km



Legenda:

• - optički vodič

— - električni vodič

Značenje oznaka:

KS_m - matični komutacioni sistem

BUK_i - udaljeni komutacioni blok

BKG - blok grupnog KP u KS_m

KDA - korisnički organ analognog linije

KPa - korisnički KP u BUK

UCa - upravljački organ u BUK

IZ - organ izolacije

TOD - terminalni organ digitalnog voda

SGa - organ signalizacije po zajedničkom kanalu

TE - organ testiranja KL

KP_i - grupni KP u KS_m

Koncepti digitalne komutacije kola

3-88

88

Modelovanje komutatora kola

- Lee-ova metoda
- Proračun korisničkog komutacionog polja
- Izračunavanje raspoloživosti komutacionog sistema
- Određivanje kapaciteta signalizacionog kanala

Koncepti digitalne komutacije kola

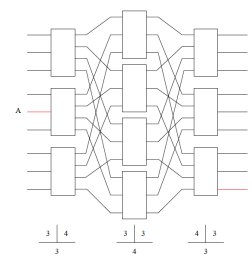
3-89

89

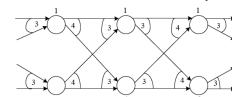
Modelovanje komutatora kola

Lee-ova metoda

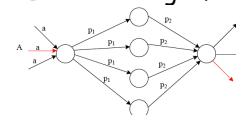
- Određivanje vjerovatnoće unutrašnjeg blokiranja
- Fiksiraju se po jedan ulaz (A) i jedan izlaz (B)
- a , p_1 i p_2 su vjerovatnoće zauzetosti odgovarajućih linkova
- Do blokade dolazi ako nijedna od putanja nije slobodna.
- Ono što važi za A i B važi za cijelo komutaciono polje
- Lee-ova metoda daje približne rezultate jer se smatra da su vjerovatnoće zauzetosti nezavisne i jednake (nije realno)
- C_{AB} je funkcija konekcije između čvorova A i B
 - 0 ako nema slobodne putanje
 - 1 ako postoji bar jedna slobodna putanja



Trokaskadno komutaciono polje



Ekvivalentni graf



Redukovani graf

Koncepti digitalne komutacije kola

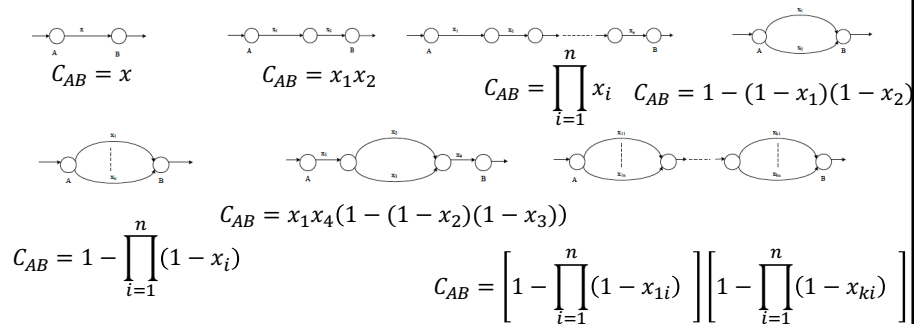
3-90

90

Modelovanje komutatora kola

Lee-ova metoda

- Veličina x_i je jednaka 1 ako je grana slobodna, odnosno 0 ako je grana zauzeta
- Funkcija konekcije za različite primjere



Koncepti digitalne komutacije kola

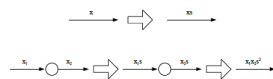
3-91

91

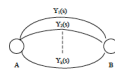
Modelovanje komutatora kola

Lee-ova metoda

- Da bi se odredila verovatnoća da je veza od A do B blokirana uvodi se karakteristična funkcija $F_{AB}(s)$



- Ako se sa $Y_i(s)$ predstavi karakteristična funkcija i-te potencijalne putanje



$$F_{AB}(s) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - Y_i(s))$$

$$C_{AB} = F_{AB}(s) \Big|_{s=1}$$

Koncepti digitalne komutacije kola

3-92

92

Modelovanje komutatora kola

Lee-ova metoda

- Neka je vjerovatnoća da je grana i slobodna

$$P\{x_i = 1\} = q_i$$
- Dok je vjerovatnoća da je grana i zauzeta

$$P\{x_i = 0\} = p_i$$
- Ako se pretpostavi (što nije realno) da su ove dvije vjerovatnoće nezavisne onda je

$$q_i + p_i = 1$$

- Ako su sve grane nezavisne, združena vjerovatnoća je

$$P\{x_1, x_2, \dots, x_n\} = \prod_{i=1}^n P\{x_i\}$$

- Srednja vrijednost x_i je

$$\bar{x}_i = 0p_i + 1q_i = q_i$$

- Srednja vrijednost x_i^n je

$$\frac{\bar{x}_i^n}{x_i^n} = 0^n p_i + 1^n q_i = q_i$$

Koncepti digitalne komutacije kola

3-93

93

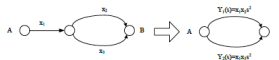
Modelovanje komutatora kola

Lee-ova metoda

- Vjerovatnoća unutrašnjeg blokiranja je

$$B = P\{C_{AB} = 0\} = 1 - P\{C_{AB} = 1\} = 1 - \overline{C_{AB}} = 1 - F_{AB}(s) \Big|_{s=1}$$

- Primjer



$$F_{AB}(s) = 1 - \prod_{i=1}^2 (1 - Y_i(s)) = Y_1(s) + Y_2(s) - Y_1(s)Y_2(s)$$

$$= x_1 x_2 s^2 + x_1 x_3 s^2 - x_1^2 x_2 x_3 s^4 = q_1 q_2 s^2 + q_1 q_3 s^2 - q_1^2 q_2 q_3 s^4$$

$$B = 1 - F_{AB}(s) \Big|_{s=1} = 1 - (q_1 q_2 + q_1 q_3 - q_1^2 q_2 q_3)$$

Koncepti digitalne komutacije kola

3-94

94

Modelovanje komutatora kola

Proračun korisničkog komutacionog polja

- Korisnički blok je povezan na grupno komutaciono polje sa k kanala.
- Na korisnički blok je povezano n korisnika.
- Prilikom proračuna korisničkog komutacionog polja uzima se u obzir ponuđeni saobraćaj A i vjerovatnoća blokiranja P_B
- Za proračun korisničkog komutacionog polja se koristi

- Engsetov model ako n nije mnogo veće od k

$$P_B = \frac{\binom{n}{k} r^k}{\sum_{i=0}^k \binom{n}{i} r^i}, \quad r = \frac{\lambda}{\mu}, \quad A = \frac{\sum_{i=0}^k \binom{n-1}{i} r^i \lambda}{\sum_{j=0}^k \binom{n}{j} r^j \mu}$$

- Erlangov model ako je n mnogo veće od k

$$P_B = \frac{\frac{A^k}{k!}}{\sum_{i=0}^k \frac{A^i}{i!}}, \quad A = \frac{\lambda}{\mu}$$

Koncepti digitalne komutacije kola

3-95

95

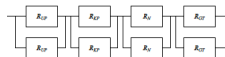
Modelovanje komutatora kola

Proračun raspoloživosti centrale

- Raspoloživost centrale je vjerovatnoća da ona ispravno radi odnosno da su ispravni upravljački blok, blok za napajanje, komutaciono polje, i generator takta



$$R = R_{UP} R_{KP} R_N R_{GT}$$



- $R = (1 - (1 - R_{UP})^2)(1 - (1 - R_{KP})^2)(1 - (1 - R_N)^2)(1 - (1 - R_{GT})^2)$
- Raspoloživost lokalne veze

$$R = R_{UP} R_{KP} R_N R_{GT} R_{KB}$$

Koncepti digitalne komutacije kola

3-96

96

Modelovanje komutatora kola

Proračun kapaciteta signalizacionog linka

- Kapacitet signalizacionog kanala v (64kb/s kod E1)
- P_S vjerovatnoća zauzetosti signalizacionog kanala
- P_G vjerovatnoća zauzetosti govornog kanala
- N_S prosječan broj bita signalizacije koji se razmijeni za posluživanje jedne veze
- T_G je prosječno trajanje jedne veze
- Posmatra se čas najvećeg opterećenja T
- N_G prosječan broj veza koji se mogu ostvariti preko jednog govornog kanala tokom časa najvećeg opterećenja
- N_{SG} je broj bita signalizacije u jednom smjeru koji se razmijeni za jedan govorni kanal tokom časa najveće opterećenja

$$\begin{aligned}N_S &= P_S v T \\N_G &= P_G \frac{T}{T_G} \\N_{SG} &= N_G N_S \\N &= \frac{N_S}{N_{SG}} = \frac{P_S v T}{N_G P_G}\end{aligned}$$

Koncepti digitalne komutacije kola

3-97