

Analogna korisnička linija

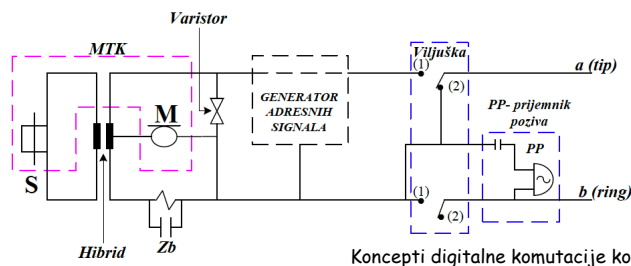
Koncepti digitalne komutacije kola

3-18

18

Analogni telefonski aparat (ATA)

- Stari mehanički telefonski aparati (koji imaju brojčanik i mehaničke i pasivne električne elemente) koji omogućavaju samo dekadno biranje.
- Elektronski telefonski aparati (redukovan je broj mehaničkih dijelova tako što je većina mehaničkih dijelova zamjenjena elektronskim delovima) koji omogućavaju i dekadno i tonsko (DTMF) biranje.
- ATA na svom kraju ima upredenu paricu (linije a i b (oznaka u Evropi), koje se još označavaju sa tip i ring (oznaka u Americi)).
- Preko upredene parice, ATA je povezan na glavni razdjelnik na strani telefonske centrale.
- ITU-T organizacija je definisala Z-interfejs koji propisuje standarde za vezu između analognih telefonskih aparata (ATA) i telefonske centrale.
- Ulazna impedansa Z-interfejsa je 600Ω , frekvencijski opseg je 300Hz-3400Hz, a potreban odnos signal/šum 30dB.



Koncepti digitalne komutacije kola

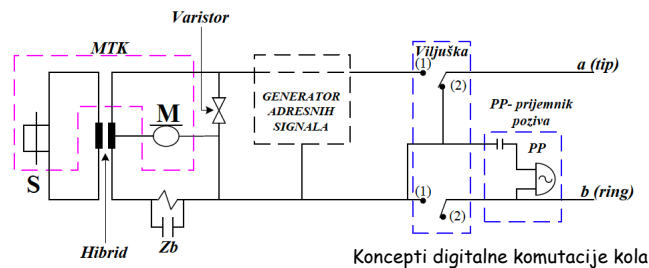
3-19

19

Analogni telefonski aparat (ATA)

MTK (mikrotelefonska kombinacija)

- Telefonska slušalica koju čine mikrofonski (M) i slušalica (S)
- Mikrofonski se ponaša kao otpornik čija je otpornost manja što je jači zvučni signal, tako da pošto se telefon napaja jednosmjernim naponom promjena otpornosti mikrofona mijenja intenzitet struje (20-80mA) u parici koja je analogno modulirana govornim signalom.
- Na sličan način se dolazni govornim signalom u KOA moduliše intenzitet struje čije varijacije izazivaju treperenje opne u slušalici.
- MTK se na telefonsku paricu povezuje preko transformatora koji se naziva hibrid.

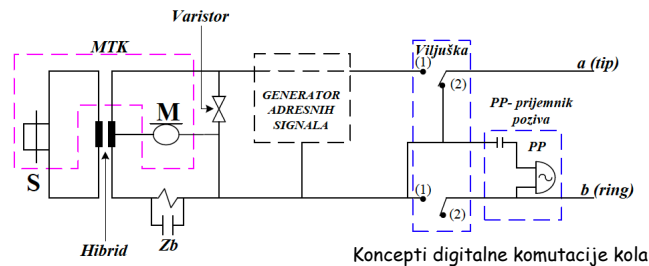


20

Analogni telefonski aparat (ATA)

Hibrid

- Vraća dio signala sa mikrofona na slušalicu radi boljeg subjektivnog osjećaja telefonskog razgovora
- U MTK se prenos signala obavlja se 4 žice (po dvije za M i S) a hibrid omogućava prelaz na dvije žice kojima je ATA povezan na telefonsku centralu
- Ranije se implementirao transformatorima dok se danas koriste elektronska kola

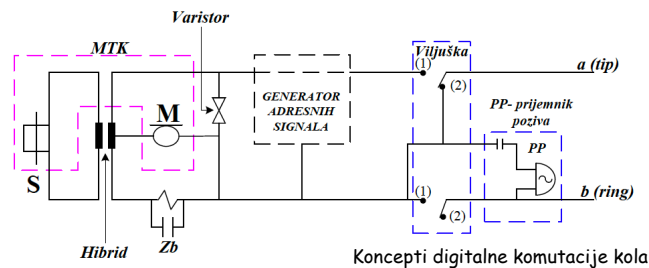


21

Analogni telefonski aparat (ATA)

Varistor

- Otpornik čija otpornost zavisi od napona (veći napon znači da je otpornost varistora manja).
- Kompenzuje nivo signala koji generiše govornik preko mikrofona.
- Ako govornik govori glasnije, na mikrofону će se generisati jači signal tj. mikrofón će imati manju otpornost, pa će napon na varistoru biti veći, čime će se smanjiti njegova otpornost.
- Pošto se smanjuje otpornost varistora, veći intenzitet struje će teći kroz varistor.
- Vrší se podešavanje modulísane jačine struje kroz parícu, odnosno jačine govornog signala koji će da čuje slušalac.
- Time je postiže da slušalac uvek čuje sličan nivo jačine govornog signala, bez obzira da li govornik govori normalnim ili povišenim intenzitetom glasa.



22

Analogni telefonski aparat (ATA)

Generator adresnih signala

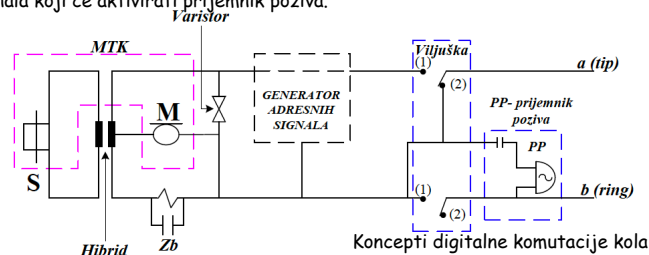
- Šalje cifre (adresu) pozvanog korisnika.
 - Dekadno biranje (prekidanje strujne petlje)
 - Tonsko biranje (slanje kombinacije tonova)

Viljuška

- Prekidač koji uključuje/isključuje govorni dio telefona i prijemnik poziva.
- Kada je MTK spuštена, ATA se nalazi u stanju hook-on i tada je uključen prijemnik poziva. Viljuška se nalazi u položaju (2) kada je MTK spuštена.
- Kada je MTK podignuta, ATA se nalazi u stanju hook-off i tada je uključen govorni deo telefona, a isključen je prijemnik poziva. Viljuška se nalazi u položaju (1) kada je MTK podignuta.

Prijemnik poziva (zvono)

- Uključen kada je MTK spuštена
- U slučaju poziva centrala će na parícu umjesto izvora jednosmjernog napona povezati generator pozivnog signala koji će aktivirati prijemnik poziva.



23

Korisnički organ analogni (KOA)

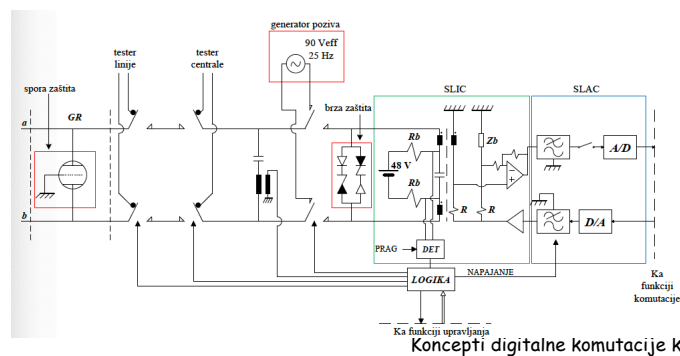
Koncepti digitalne komutacije kola

3-24

24

Korisnički organ analogni (KOA)

- Izvršava skup funkcija (BORSCHT) koje su neophodne za opsluživanje telefonskog pretplatnika
 - B (Battery feed)
 - O (Overvoltage)
 - R (Ringing)
 - S (Signaling)
 - C (Coding)
 - H (Hybrid)
 - T (Testing)



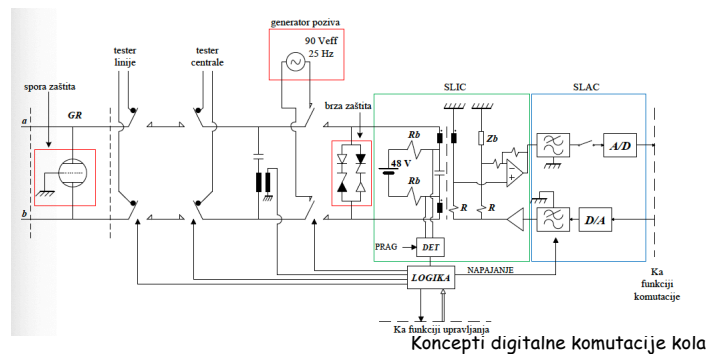
3-25

25

Korisnički organ analogni (KOA)

B (Battery feed) funkcija

- Napajanje telefonskih pretplatnika jednosmernim naponom -48V što omogućava:
 - Protok jednosmjerne struje kada je MTK podignuta koja je analogno modulirana govornim signalom
 - Prenos adresnih signala prekidanjem strujnog kola (dekadno biranje)
- Napon ima negativnu vrijednost kako bi se izbjegao galvanski efekat svojstven bakru
- Kondenzator čija se kapacitivnost bira tako da za govorni signal (opsega 300/3400Hz) bude praktično kratak spoj, sprečava kratak spoj generatora jednosmjernog napona odnosno potrošnju energije kada je MTK spuštena

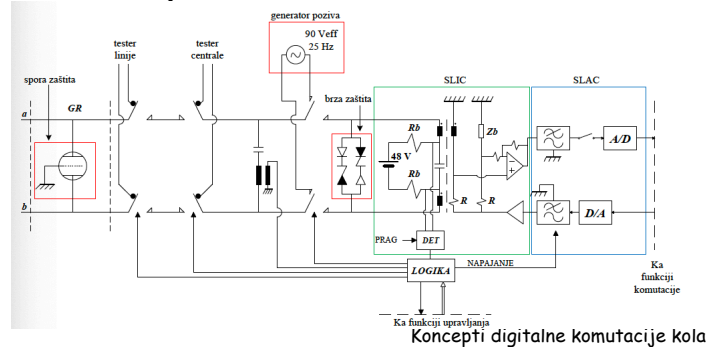


26

Korisnički organ analogni (KOA)

O (Overvoltage) funkcija

- Prekostrujna zaštita štiti djelove centrale i sprečava njihova oštećenja od smetnji koje mogu doći sa korisničke strane.
- Na samom glavnom razdjelniku se ostvaruje primarna (spora) zaštita koja se realizuje kao gasna dioda koja probije ukoliko dođe neka visokoenergetska naponska ili strujna smetnja.
- Naponske smetnje imaju vrijednost do nekoliko kV, a strujne do nekoliko desetina A.
- Ova zaštita je neophodna, ali nije i dovoljna jer je za njenu aktivaciju potrebna velika smetnja.
- Zato postoji i sekundarna (brza) zaštita koja se formira upotrebom dioda i zener dioda. Ona se aktivira u slučaju smetnji manjih inteziteta, koje se tipično dešavaju u kraćim vremenskim intervalima (brže smetnje).

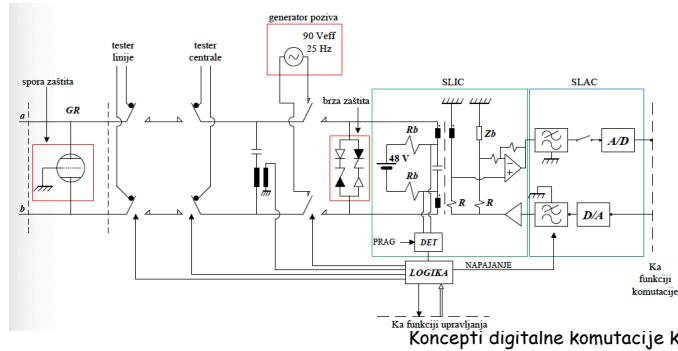


27

Korisnički organ analogni (KOA)

R (Ringing) funkcija

- Funkcija signala poziva obezbeđuje da telefon zvonj u slučaju poziva tako što se generator naizmeničnog napona (generator poziva) periodično priključuje na liniju.
- U CG je trajanje periode 5s, pri čemu je 4s pauze (generator isključen), a 1s je zvonjenje (generator uključen). Pauza je neophodna jer bi u slučaju stalne uključenosti generatora bilo nemoguće detektovati podizanje slušalice od strane traženog pretplatnika. Pri tome je pauza duža da bi se izbjeglo da korisnik koji se javlja čuje generator poziva.
- Napon generatora poziva je 90Veff, a frekvencija je 25Hz.
- Zbog visokog napona generatora poziva, pojavljuje se smetnja u susjednim paricama (problem kod DSL-a)



Koncepti digitalne komutacije kola

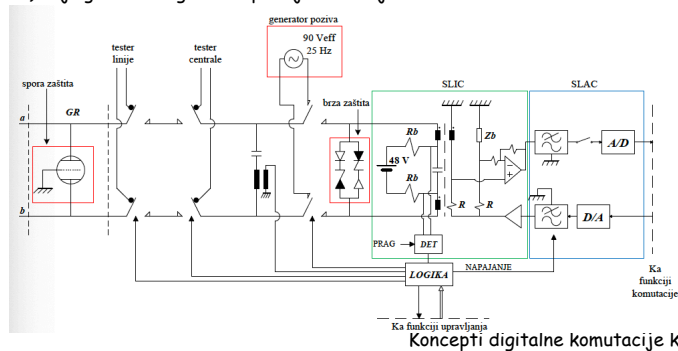
3-28

28

Korisnički organ analogni (KOA)

S (Signaling) funkcija

- Funkcija signalizacije između pretplatnika i centrale kojom se centrala obavještava da li je MTK podignuta ili ne.
- Kada je MTK spuštena tada je viljuška u ATA u položaju da je strujno kolo prekinuto i priključen je prijemnik poziva (hook-on stanje). U slučaju kada je MTK podignuta onda je strujno kolo zatvoreno i usled toga se napon na detektoru mijenja (hook-off stanje).
- U zavisnosti od napona na detektoru i praga, detektor zaključuje da li je MTK spuštena ili podignuta i tu informaciju šalje ka logici, a ova dalje funkciji upravljanja. Takođe,
- Pod ovom funkcijom se podrazumijeva i slanje adresnih signala centrali, kao i slanje tarifnih signala (impulsa) koje generiše logika ka upravljačkom dijelu.



Koncepti digitalne komutacije kola

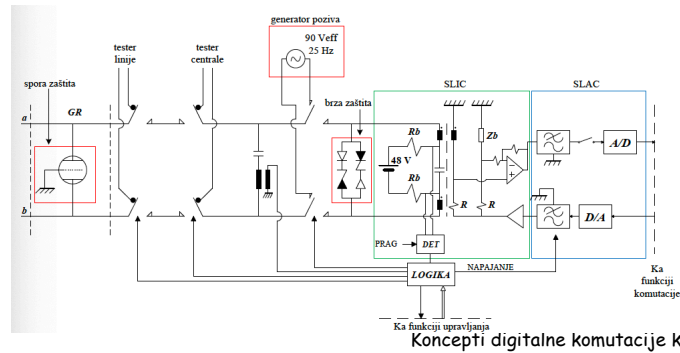
3-29

29

Korisnički organ analogni (KOA)

C (Coding) funkcija

- Funkcija kodiranja služi za dobijanje digitalnog signala.
- Prvo se govorni signal koji dolazi od pretplatnika filtrira kroz NF filter, zatim se filtriran signal odabira učestanošću 8kHz i na izlazu odabirača se dobija IAM signal koji se vodi u blok za A/D konverziju.
- U A/D konvertoru se vrši konverzija analognog signala u digitalni signal pri čemu se svaki odbrak kodira sa 8 bita po A zakonu kompresije u Evropi (μ zakon u Americi).
- U prijemnom smjeru se vrši dekompresija i D/A konverzija, a potom i pojačanje dobijenog analognog signala.



Koncepti digitalne komutacije kola

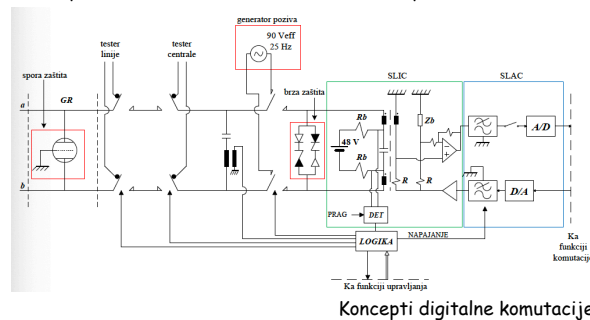
3-30

30

Korisnički organ analogni (KOA)

H (Hybrid) funkcija

- Obezbeđuje prelaz sa dvožičnog prenosa na četvorožični i obrnuto.
- Sastoji se od transformatora i balansne impedanse Z_B .
- Prenos do centrale je dvožični (upredena parica) koji je simetričan (obje žice su ravnopravne), a u centrali je četvorožičan (po dve žice za svaki smjer i pri tome u svakom paru je jedna referentna žica, a druga aktivna žica se još naziva i 'vrući kraj', u praksi su u suštini tri žice u pitanju jer je referentna žica zajednička)
- Hibrid teži da bude idealan odnosno da onemogućava da se primljeni govorni signal od pretplatnika vrati ka njemu samom tako što će se reflektovati od transformatora.
- Ova pojava se naziva eho.
- Da bi se eho što više potisnuo (oslabio) koristi se balansna impedansa Z_B .



Koncepti digitalne komutacije kola

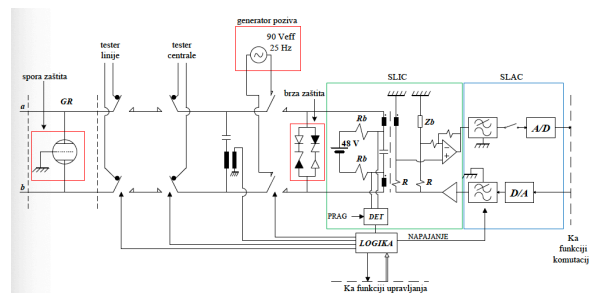
3-31

31

Korisnički organ analogni (KOA)

T (Testing) funkcija

- Preko releja se uređaji za testiranje uključuju na liniju.
- Postoje testeri korisničke linije, ali i testeri centrale.
- Neke centrale pri svakoj uspostavi veze testiraju liniju.



Koncepti digitalne komutacije kola

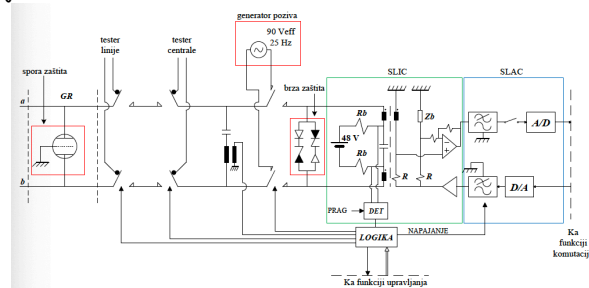
3-32

32

Korisnički organ analogni (KOA)

SLIC (*Subscriber Line Interface Circuit*)

- Uloga SLIC-a je povezivanje pretplatničke linije na centralu.
- SLIC predstavlja interfejs centrale prema pretplatničkoj liniji.
- SLIC sadrži jednosmerni naponski generator, detektor i hibrid.
- Prva rješenja SLIC-a su sadržavala hibrid koji je realizovan pomoću klasičnog transformatora. Nisu korišćena nikakva integrisana kola. Mana takvih rešenja je cijena i dimenzije, a prednost je galvansko razdvajanje koje je postignuto i time praktično postignuta dodatna zaštita od visokoenergetskih smetnji.
- Kasnije su korišćena kombinovana rešenja koja su kombinovala integrisana kola i jednostavan transformator.
- Današnja rešenja kompletno realizuju upotrebom integrisanih kola, a funkcija hibrida se ostvaruje preko operacionog pojačavača.



Koncepti digitalne komutacije kola

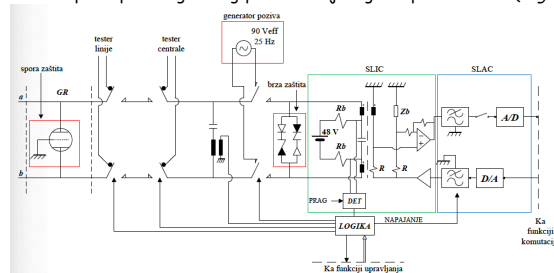
3-33

33

Korisnički organ analogni (KOA)

SLAC (Subscriber Line Access Circuit)

- Konverziju govornog signala iz analognog u digitalni oblik i prilagođavanje signala daljem prenosu kroz telefonsku mrežu
- Obrnuti postupak se vrši za suprotni smer).
- Prva rješenja SLAC-a su se zasnivala na A/D konverziji koja se izvršavala pomoću klasičnih diskretnih elemenata. Filtri su morali da imaju oštar prelaz i posebno podešavanje ulazne/izlazne impedanse. Pošto su korišćene diskretne komponente takva rješenja su imala velike gabarite.
- Zatim se prešlo na filtre sa aktivnim komponentama koji su jeftiniji i lakši za proizvodnju. Međutim, problem koji se javlja kod njih je ofset na izlazu kad je na ulazu operacionog pojačavača nula (nema signala), što dovodi do degradacije kvaliteta kompresije A/D konvertora, pa se zato uvode posebne povratne sprege radi izvršavanja neophodnih korekcija.
- U poslednjim rješenjima se izbacuju aktivni filtri i klasična realizacija A/D konverzije. U ovim rešenjima, konverzija je zasnovana na principima digitalnog procesiranja signala pomoću DSP (*Digital Signal Processing*) procesora.



Koncepti digitalne komutacije kola

3-34

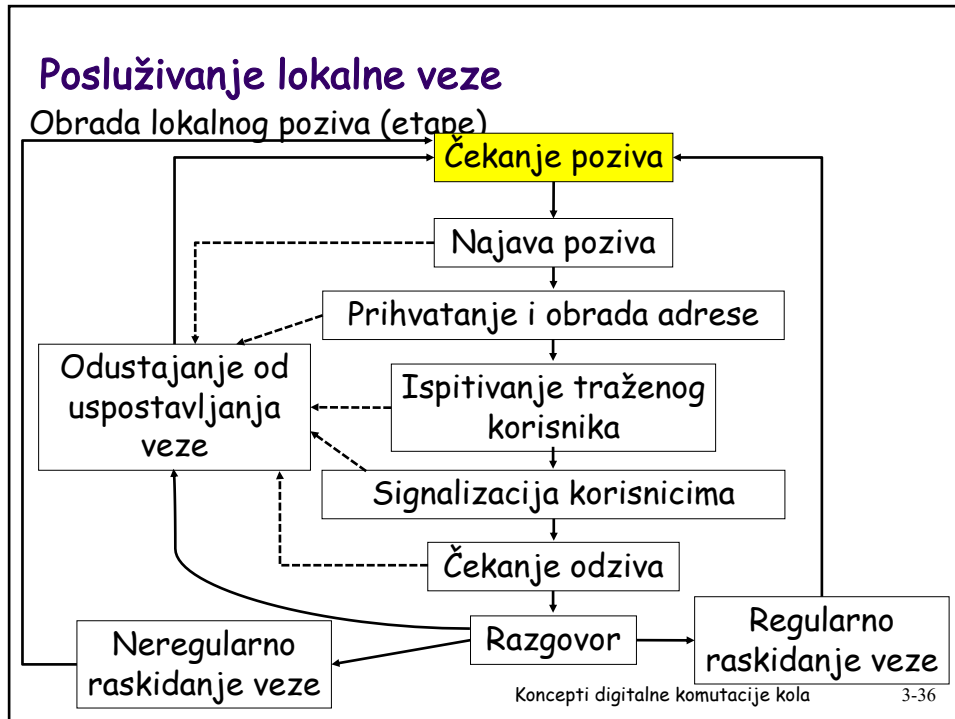
34

Posluživanje lokalne veze

Koncepti digitalne komutacije kola

3-35

35



36

Posluživanje lokalne veze

Signalizacija prilikom posluživanja lokalne veze

Signali pozivajućeg korisnika	Etapa	Faza	Obrada	Signali pozvanog korisnika
Signal najave	1	a	Skeniranje (čekanje najave) svakih 20-30ms	
		a	Dodjela registra pozivu	
Ton sl. biranje	2	b	Ispitivanje klase usluga pozivajućeg korisnika	
		c	Slanje tonskog signala slobodno biranje	
		d	Postavljanje vremenske kontrole (15-30s)	
		e	Čekanje adresnih poruka	
Signali adrese	3	a	Isključivanje signala slobodnog biranja	
		b	Detektovanje cifara adrese svake 4 ms	
		c	Analiza adrese	
		d	Prevođenje adrese	
Ton zauzeća	4	a	Ispitivanje angažovanosti pozvanog korisnika	
		b	Ispitivanje klase usluga koje može da koristi pozvani korisnik	
Ton blokade	5	a	Traženje slobodnog puta u komutacionom polju	
Ton kontrole poziva		b	Rezervacija slobodnog puta	
	5	c	Slanje tona kontrole poziva (400ms tona i 1500ms pauze) i signala poziva	Signal poziva
		d	Postavljanje vremenske kontrole (1-2min)	Signal odziva
Početak razgovora	6	a	Detektovanje odziva	Početak razgovora
		b	Aktiviranje već rezervisanog puta u komutacionom polju	
Signal raskida	7	a	Tarifiranje	
		b	Nadgledanje signala raskidanja veze	Završetak razgovora
		c	Prenos podataka iz registra poziva u bazu podataka	
		d	Postavljanje vremenske kontrole (1-2 min)	Signal raskida
		e	Detektovanje signala raskidanja	
Završetak razgovora	8	a	Detektovanje signala raskidanja	
		b	Prenos podataka iz registra poziva u bazu podataka	
		c	Postavljanje vremenske kontrole (1-2 min)	Signal raskida
	8	d	Detektovanje signala raskidanja	
		e	Oslobađanje svih organa u vezi (isključuje se i napajanje za SLAC)	Ton zauzeća

3-37

37

Posluživanje lokalne veze

Signalizacija prilikom posluživanja ostalih tipova veza

- Za odlazne pozive, gdje je traženi korisnik priključen na drugu centralu, prikazane etape i faze se djelimično razlikuju jer je proces uspostavljanja veze komplikovaniji pošto obuhvata i process signalizacije između centrala kao i zauzimanje resursa na spojnim vodovima između centrala.
- Za razliku od lokalne veze, prethodno se mora izvršiti zauzimanje resursa na spojnim vodovima između centrala i započeti signalizacija između centrala prije nego što se može ispitati status traženog korisnika.
- Ponašanje centrale se mora definisati na sličan način i za dolazne pozive, kao i za tranzitne pozive.

Koncepti digitalne komutacije kola

3-38

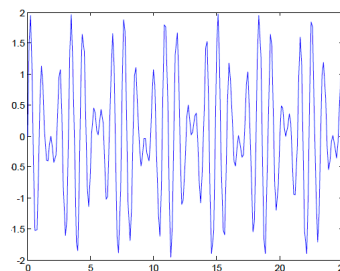
38

Posluživanje lokalne veze

Tabela tonova

f_v f_n [Hz]	1209	1336	1477	1633
697	1	2	3	A
770	4	5	6	B
852	7	8	9	C
941	*	0	#	D

Signal za taster *



Ton kontrole poziva 400ms tona i 1500ms pauze, 425Hz, 100mVeff

Koncepti digitalne komutacije kola

3-39

39

Komutaciono polje

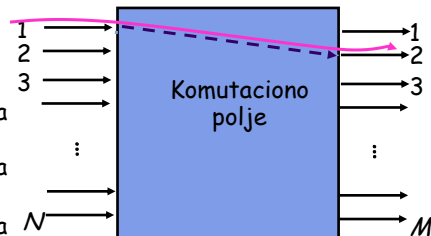
Koncepti digitalne komutacije kola

3-40

40

Komutaciono polje

- $M=N$ komutaciono polje obavlja distribuciju
- $M<N$ komutaciono polje obavlja koncentraciju
- $M>N$ komutaciono polje obavlja ekspanziju



- Potpuna dostupnost ulaza znači da se sa svakog ulaza može doseći svaki izlaz
- Skalabilnost predstavlja mogućnost proširivanja kapaciteta komutacionog polja
- Neblokirajuće komutaciono polje uvijek omogućava povezivanja bilo kojeg slobodnog ulaza i bilo kojeg slobodnog izlaza
- Cijena
- Kompleksnost
- Tip multipleksa na ulazu (prostorni, vremenski, frekvencijski, kodni)

Koncepti digitalne komutacije kola

3-41

41

Tipovi komutacionih polja

- Prostorno
 - Komutator na bazi prostorne raspodjele
 - Uspostavljanje fizičke veze između ulaza i izlaza
 - Primjeri: Krosbar komutatori, Višekaskadni komutatori
- Vremensko
 - Komutator na bazi vremenske raspodjele
 - Tehnika prosleđivanja vremenskih kanala iz multipleksa na ulazima u odgovarajuće multiplekse na izlazu.
 - Vremensko-prostorni-vremenski komutatori
- Frekvencijsko
 - Veza se ostvaruje posredstvom frekvencijskih kanala.
 - Neekonomični tako da nijesu našli primjenu.
 - Optički komutatori
- Kodno
- Hibridni kombinuju vremensku & prostornu komutaciju

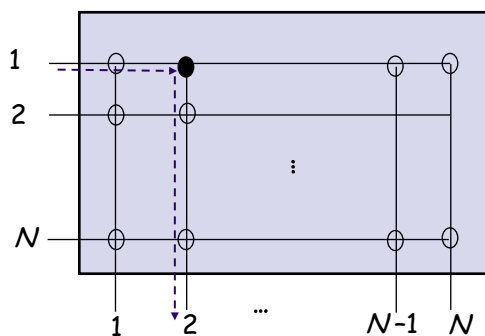
Koncepti digitalne komutacije kola

3-42

42

Krosbar prostorno komutaciono polje

- $N \times N$ matrica ukrasnih tačaka
- Povezuje ulaz sa izlazom zatvaranjem ukrasnih tačaka
- Neblokirajuće: Svaki ulaz se može povezati na slobodni izlaz
- Kompleksnost: N^2 ukrasnih tačaka



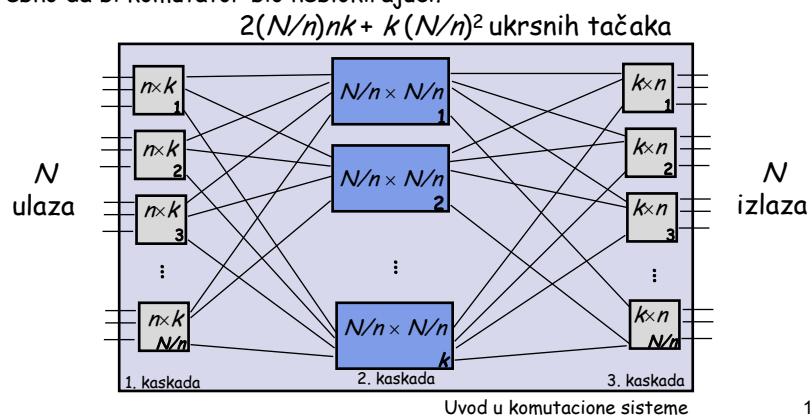
Koncepti digitalne komutacije kola

3-43

43

Višekaskadno prostorno komutaciono polje

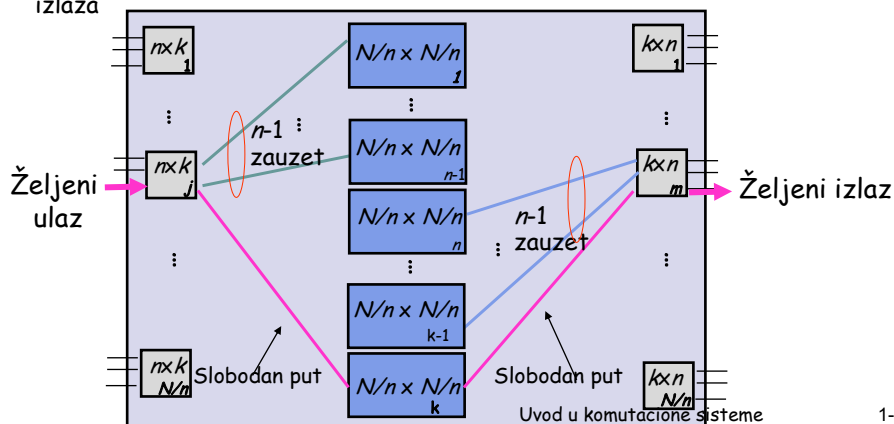
- Veliki komutator se pravi od više kaskada malih komutatora
- n ulaza komutatora prve kaskade zajednički koriste k puteva kroz krosbar međukomutatore
- Veliko k (više krosbar međukomutatora) znači više puteva do izlaza
- 1950-tih, Clos je dao odgovor na pitanje, "Koliko krosbar međukomutatora je potrebno da bi komutator bio neblokirajući?"



44

Closov uslov

- Zahtijeva vezu između posljednjeg ulaza proizvoljnog komutatora j do posljednjeg izlaza proizvoljnog izlaznog komutatora m
- Najgori slučaj: Svi drugi ulazi ulaznog komutatora j su zauzeli prvih $n-1$ međukomutatora i svi drugi izlazi izlaznog komutatora m su zauzeli sledećih $n-1$ međukomutatora
- Ako je $k=2n-1$, postoji još jedan slobodan put od željenog ulaza do željenog izlaza



45

Closov uslov

Broj ukrasnih tačaka u Klosovom komutatoru

$$C(n) = 2Nk + k\left(\frac{N}{n}\right)^2 = 2N(2n-1) + (2n-1)\left(\frac{N}{n}\right)^2 = N(2n-1)\left(2 + \frac{N}{n^2}\right)$$

Izvod po n :

$$0 = \frac{dC(n)}{dn} = 4N + 2\left(\frac{N}{n}\right)^2 - 2N(2n-1)\frac{N}{n^3} = 4N - 2\left(\frac{N}{n}\right)^2 + 2\frac{N^2}{n^3} \rightarrow 0$$

$$n = \sqrt{\frac{N}{2}}$$

Minimalni broj ukrasnih tačaka:

$$C^* = N\left(2\sqrt{\frac{N}{2}} - 1\right)\left(2 + \frac{2N}{N}\right) = 4N(\sqrt{2N} - 1) \approx 4N\sqrt{2N}$$

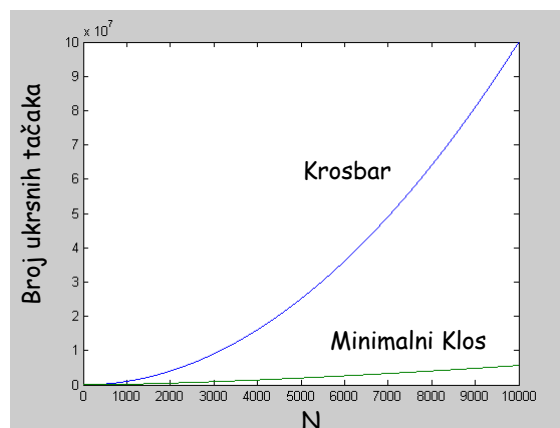
Za veliko N ovo je manje od N^2

Uvod u komutacione sisteme

1-46

46

Closov uslov



Neblokirajući dizajn nije optimalan, te sa strane operatora nije poželjan!

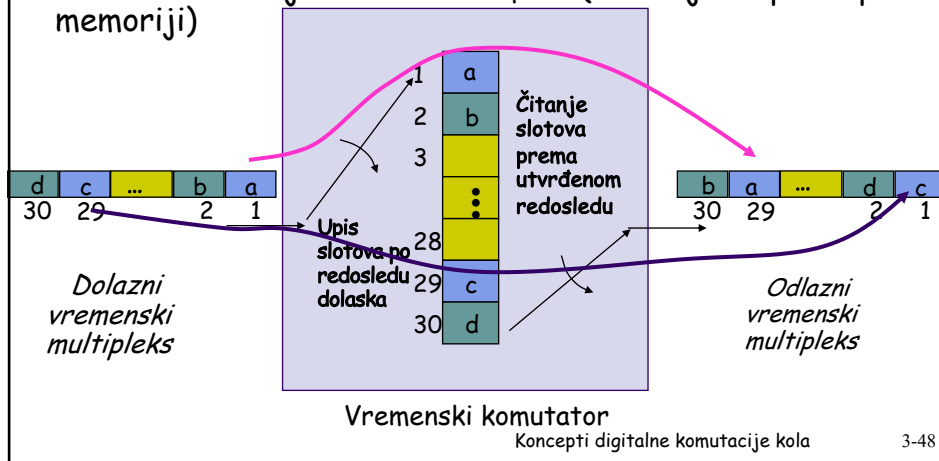
Uvod u komutacione sisteme

1-47

47

Vremensko komutaciono polje

- Upis bajta dolaznog vremenskog multipleksa u memoriju
- Čitanje bajta po permutovanom redosledu u odlazni vremenski multipleks
- Maksimalan broj slotova = $125 \mu\text{s} / (2 * \text{vrijeme pristupa memoriji})$

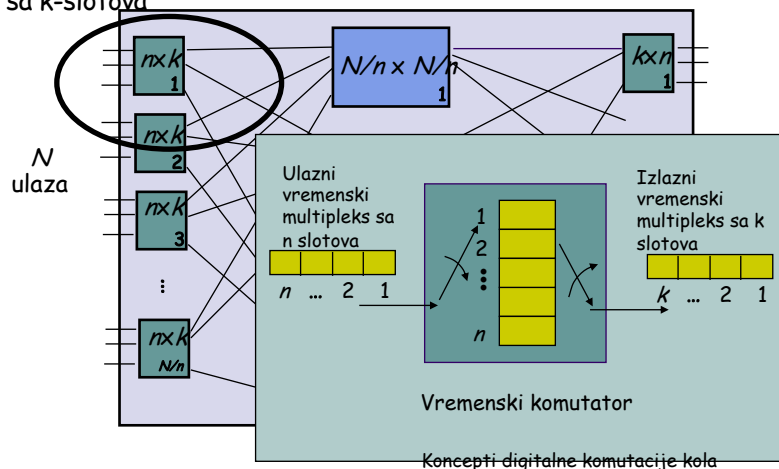


3-48

48

Vrijeme-Prostor-Vrijeme hibridno komutaciono polje

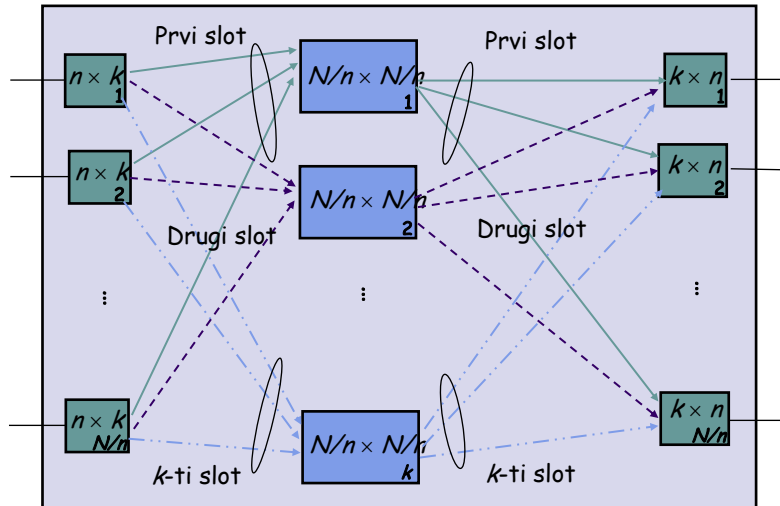
- Koristi vremenski komutator u prvoj & trećoj kaskadi, a krosbar u sredini
- Mijenja ulazne i izlazne $n \times k$ prostorne komutatore sa vremenskim komutatorima koji ulazni frejm sa n -slotova komutira u izlazni frejm sa k -slotova



3-49

49

Prosleđivanje vremenskih slotova između komutatora

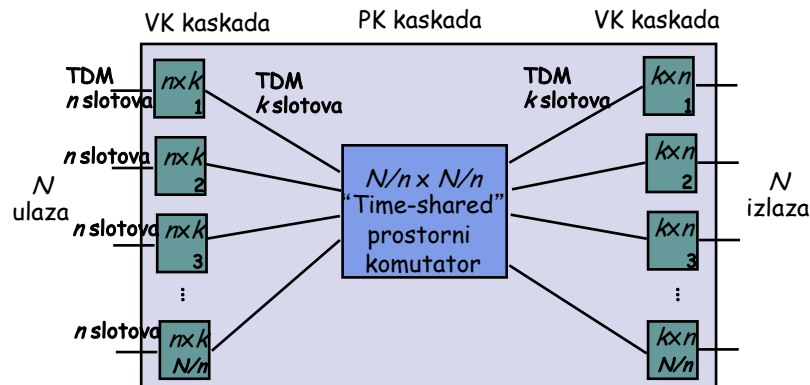


- Samo je jedan prostorni komutator aktivan tokom vremenskog slota!

Koncepti digitalne komutacije kola 3-50

50

"Time-Share" krosbar komutaciono polje



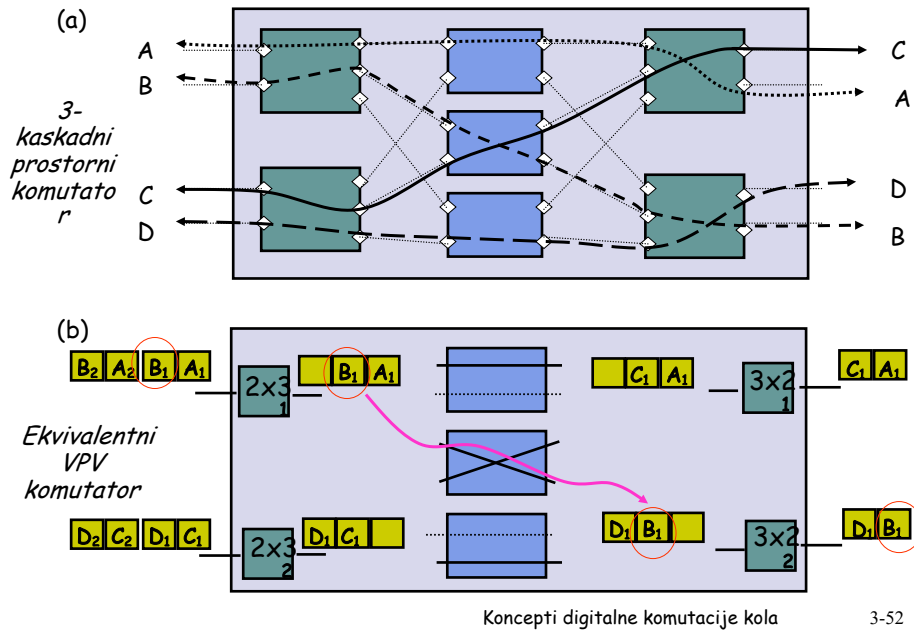
- Način međupovezivanja prostornog komutatora se rekonfiguriše u svakom vremenskom slotu
- Vrlo kompaktan dizajn: manje linija zbog TDM & manje prostora zbog "time-shared" krosbara

Koncepti digitalne komutacije kola

3-51

51

Primjer: $A \rightarrow 2, B \rightarrow 4, C \rightarrow 1, D \rightarrow 3$



52

Primjer: V-P-V dizajn komutacionog polja

Za $N = 960$

- Jednokaskadni prostorni komutator ~ 1 milion ukrasnih tačaka
- V-P-V
 - Neka je $n = 120$ $N/n = 8$ vremenskih komutatora
 - $k = 2n - 1 = 239$ za neblokirajući dizajn
 - Neka je $k = 240$ vremenskih slotova
 - Potreban je 8×8 vremenski-multipleksiran prostorni komutator

Za $N = 96,000$

- V-P-V
 - Neka $n = 120$ $k = 239$
 - $N/n = 800$
 - Potreban 800×800 prostorni komutator

Za realizaciju VPV komutatora je potrebna i memorija za realizaciju vremenskog komutatora!

Koncepti digitalne komutacije kola

3-53

53

Prenosnički blok

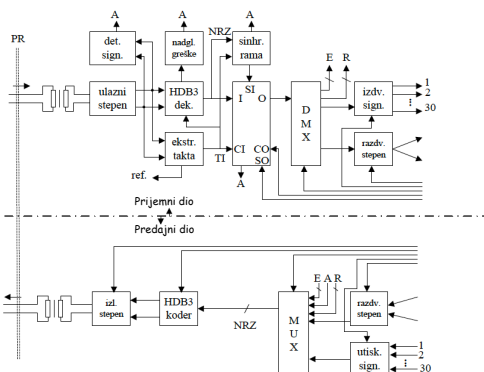
Koncepti digitalne komutacije kola

3-54

54

Prenosnički blok

- Između centrala se definišu prenosnički interfejsi koji definišu sisteme za prenos i povezivanje centrala.
 - Ukoliko se koriste stari analogni FDM (frekvencijski multipleks) sistemi definiše se C-interfejs.
 - Ukoliko se za povezivanje centrala koristi E1-PCM multipleks sa 30 govornih kanala + 2 kanala definiše se A-interfejs.
 - Za povezivanje centrala se mogu koristiti i SDH sistemi, radio-relejne veze, itd.
- Funkcije prenosničkog bloka
 - Prilagođenje govornih signala sistemu koji se koristi za prenos signala između signala
 - Prihvatanje i prevodjenje signalizacije
 - Sinhronizacija prenosničkih interfejsa



Koncepti digitalne komutacije kola

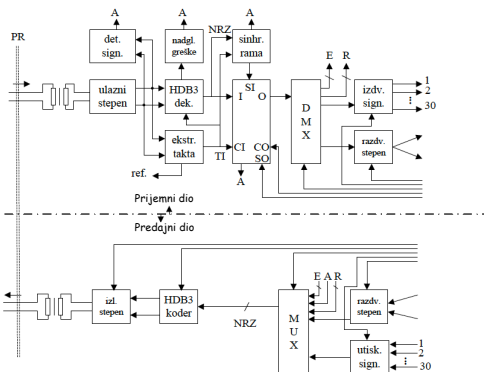
3-55

55

Prenosnički blok

Prijemni dio

- Ulazni stepen prima i pojačava signal od prenosničkog razdjelnika i transformatora. Šalje pozitivne i negativne impulse HDB3 koda na odgovarajuće izlaze.
- HDB3 dekoder generiše originalni NRZ signal
- Blok za ekstrakciju takta izvlači takt iz HDB3 signala i regeneriše takt centrale sa kojom je povezana centrala. Ovaj takt se koristi za upis podataka u elastičnu memoriju i kao referenca takta centrale
- Blok za detekciju signala utvrđuje postoji li signal. Ako se ne detektuje signal generiše se alarm A.
- Blok za nadgledanje grešaka nadgleda ima li grešaka (narušavanje HDB3 koda) pri prenosu i generiše alarm A.



Koncepti digitalne komutacije kola

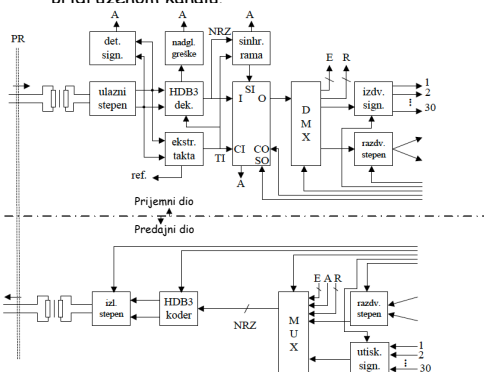
3-56

56

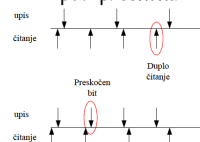
Prenosnički blok

Prijemni dio

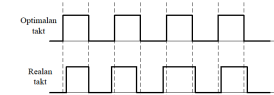
- Blok za sinhronizaciju rama služi za detekciju početka rama i sinhronizovanje sa primljenim ramom, kako bi se znala tačna pozicija svakog bita. Gubitak sinhronizacije povlači alarm A.
- Elastična memorija na ulazui prima signal koji se učitava u ritmu takta bloka za ekstrakciju takta. Na izlazu O je izlazni signal u ritmu takta druge centrale. CI i CO diktiraju taktove upisa i čitanja. Alarm se šalje u slučaju slučajju pojave preskoka.
- Demultiplexer demultipleksira primljeni signal izdvajajući rezervisane bite R, bite za identifikaciju greške E od strane druge centrale, govorne kanale i signalizaciju.
- Blok za izdvajanje signalizacije izdvaja signalizaciju za govorne kanale ako se koristi signalizacija po pridruženom kanalu.



Tipovi preskoka



Podrhtavanje ivica takta



Koncepti digitalne komutacije kola

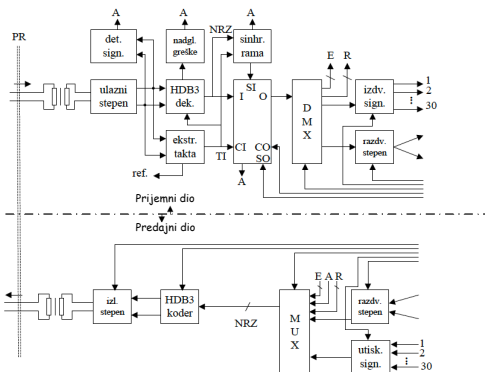
3-57

57

Prenosnički blok

Predajni dio

- Blok utiskivanja signalizacije utiskuje signalizaciju za govorne kanale ako se koristi signalizacija po pridruženom kanalu
- Razdvojni stepen grupiše govorne signale sa komutacionog polja ka multiplekseru. U slučaju digitalnih komutacionih polja na njegov ulaz dolazi interni PCM signal (govorni signali i signalizacija po zajedničkom kanalu)
- Multiplekser multipleksira signale A (alarm druge centrale), R (rezervni bit), E (obavještenje o greškama u prenosu), govorne signale i signalizaciju.
- HDB3 koder kodira NRZ signal u HDB3 kodirani signal
- Izlazni stepen vrši prilagođenje signala na liniju



58

Sinhronizacija

Koncepti digitalne komutacije kola

3-59

59

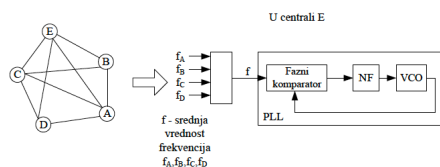
Tačnost oscilatora

$$A = \frac{|\Delta f|}{f}$$

- f je frekvencija oscilatora
- Δf je maksimalno odstupanje od deklarirane vrijednosti frekvencije f
- Taktovi centrala nijesu identični a nisu ni fazno usaglašeni
- Koriste se veoma precizni oscilatori tačnosti oscilatora 10^{-11} tako da se preskok na nivou bita javlja svakih 6,78h, odnosno u slučaju E1 frejma svakih 70 dana
- Pleziosinhrona sinhronizacija (u međunarodnom saobraćaju)
- Sinhrona sinhronizacija
 - Metode demokratnog karaktera
 - Metode despotskog karaktera
 - Hibridne metode
 - Metode sa zajedničkom spoljašnom referencom

Metode sinhronizacije demokratnog karaktera

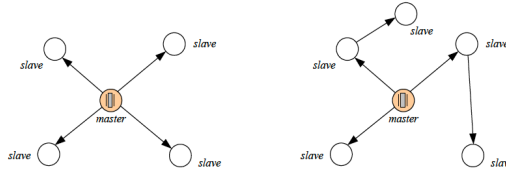
- Metoda uzajamne sinhronizacije sa jednostrukim vezama podrazumijeva da svaka centrala kreira sopstveni takt na osnovu referentnih taktova ostalih centrala u mreži pomoću PLL-a (Phase Locked Loop). Metoda je robusna i pouzdana, ali je skupa zbog nadgledanja sinhronizovanosti mreže i nije skalabilna za velike mreže. Koristi se u vojnim mrežama.
- Metoda uzajamne sinhronizacije sa dvostrukim vezama od kojih se jedna koristi za prijem takta kao u prethodnom slučaju a druga za distribuciju takta čime se smanjuju varijacije frekvencije. Rješenje je skuplje od prethodnog sa svi njegovim manama.
- Metoda težinske uzajamne sinhronizacije je bazirana na tome da svaka centrala ima svoj težinski faktor kojim se određuje značaj centrale u mreži čime se može postići da je značaj taktova nekih centrala dominantniji od drugih.



Metode sinhronizacije despotskog karaktera

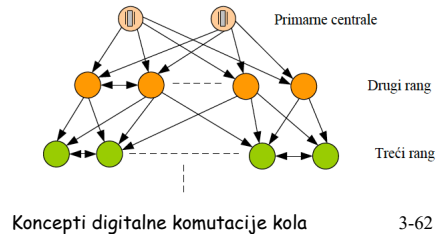
Master-slave

- Takt master centrale diktira rad PLL-ova slave centrale
- Master centrala koristi oscilator visoke preciznosti
- Topologije zvijezda i stabla
- U slučaju prekida veze sa master centralom slave centrala može privremeno koristiti svoj takt
- Efikasno sinhronizuje mreže i ekonomičnija je od demokratskih metoda



Hijerarhijska master-slave

- Proširena master-slave metoda koje rješava problem pouzdanosti obične master-slave metode
- Definiše više rangova po hijerarhiji
- Na najvišem nivou su dvije primarne centrale koje koriste oscilatore visoke preciznosti i diktiraju taktove centralama drugog ranga koje su masteri centralama trećeg ranga
- Koristi se u današnjim telefonskim mrežama



Koncepti digitalne komutacije kola

3-62

62

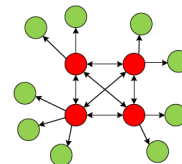
Hibridne metode sinhronizacije

Oligarhijska metoda

- Demokratska metoda u jezgru mreže ima master centrale
- Master centrale master-slave metodom sinhronizuju slave centrale na periferiji mreže
- Visoka pouzdanost i ekonomičnost
- Jednostavni kontrolni i zaštitni mehanizmi

Metoda sa zajedničkom spoljašnjom referencom

- Sve centrale su nezavisne i informaciju o taktu dobijaju od istog izvora (npr preko GPS sistema)
- Koristi se samo kao podrška odnosno dodatna referenca
- GPS nije praktičan kao jedina referenca zbog mogućeg zlonamjernog zalanja pogrešnih informacija preko GPS sistema
- Slična master slave metodi sa razlikom što se izvor takta ne pripada samoj mreži



Koncepti digitalne komutacije kola

3-63

63

Generator takta telefonske centrale

- Referentni taktovi se vode na PLL koji se sinhronizuje na njih i zatim dobijeni takt prosleđuje distributoru učestanosti
- Distributor učestanosti ima svoj PLL i dalje prosleđuje takt generatoru takt impulsa koji distribuira takt po centrali.
- Komparator upoređuje izlaze iz distributora učestanosti i bira najbolji koji će se koristiti dalje u centrali.
- Radi pouzdanosti se svi djelovi multipliciraju

