

ANALIZA POSTUPKA REKONFIGURACIJE DQDB MREŽE

Vladimir Zarić, Mirjana Zafirović-Vukotić,
Institut Mihajlo Pupin, Beograd

Sadržaj - U ovom radu se proučava DQDB gradska optička mreža velikih brzina prenosa. Procenjuje se trajanje i objašnjavaju se funkcije i primitive servisa za postupak rekonfiguracije DQDB mreže.

1. UVOD

DQDB je gradska mreža (Distributed Queue Dual Bus) određena standardom ISO/IEC 8802-6 [1]. Gradske mreže (Metropolitan Area Network - MAN) prenose podatke, glas ili video u oblastima gde su broj i koncentracija korisnika veliki, a prostranstvo koje mreža pokriva tipično je nekoliko destina kilometara u prečniku. Naziv DQDB mreže pokazuje njene glavne karakteristike:

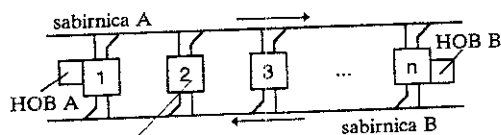
- jedinice podataka pristupaju fizičkom medijumu iz jednog distribuiranog reda, i
- koristi se dvostruka sabirnica sa jednosmernim, i međusobno suprotnim, protokom informacija u svakoj sabirnici.

Postoji brojna literatura o funkcijama i performansama DQDB mreže npr. [2], ali se ona odnosi na stabilno stanje mreže.

DQDB mreža ima mogućnost oporavka od prekida fizičkog medijuma, promenom u konfiguraciji mreže. U ovom radu će biti opisan postupak promene konfiguracije - rekonfiguracija mreže. Biće urađen i proračun vremena trajanja rekonfiguracije, kao i analiza njenog uticaja na prenos paketoizovanih podataka.

2. DQDB

Stanica je na svaku sabirnicu priključena jednim predajnikom i jednim prijemnikom, koji mogu biti pasivni ili aktivni, pri čemu je prijemnik uzvodno u odnosu na predajnik. Niz sabirnicu se prenosi niz praznih ili punih slotova fiksne dužine i formata. Stanica posmatra podatke koji prolaze niz sabirnicu. Ukoliko joj mehanizam pristupa to dozvoljava, ona ih može promeniti.

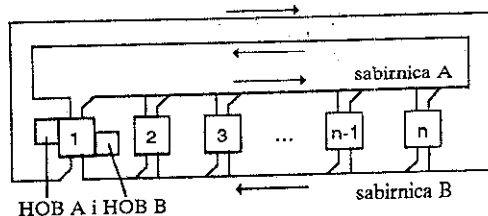


Slika 1. Otvorena konfiguracija

Najviša uzvodna stanica na sabirnici naziva se glava sabirnice (Head of Bus - HOB) i ona obavlja posebne

funkcije, npr. generisanje i obeležavanje slotova, kao i okteta upravljačkih informacija. Više stanica u DQDB mreži ima mogućnost obavljanja HOB funkcija, ali su HOB funkcije aktivirane samo u glavama sabirnica.

Postoje dve moguće konfiguracije DQDB mreže: otvorena i zatvorena, prikazane na slikama 1 i 2. Za razliku od otvorene konfiguracije, u zatvorenoj konfiguraciji jedna stanica obavlja HOB funkcije za obe sabirnice. Ni u jednoj konfiguraciji slotovi ne prolaze kroz glavu sabirnice. U obe konfiguracije, okteti upravljačke informacije, koja se odnosi na upravljanje DQDB slojem, se relejno prenose kroz HOB B.



Slika 2. Zatvorena konfiguracija dvostruke sabirnice

DQDB mreža pruža sledeće tri vrste servisa:

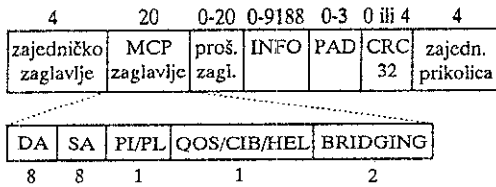
- prenos podataka bez uspostavljanja veze (kao što je prenošenje datoteka, udaljeno prijavljivanje korisnika i sl.),
- prenos podataka sa uspostavljanjem veze (koji ima promenljiv protok, konstantan kvalitet, i npr. može se koristiti za video), i
- izohroni servis prenosa podataka (koji ima konstantan protok, i npr. može se koristiti za prenos glasa).

Do sada je u potpunosti standardizovan samo servis bez uspostavljanja veze (Connectionless - CL) i njemu odgovarajući protokol. Za izohroni servis se koriste PA (Pre-Arbitrated) slotovi, a za ostale QA (Queued Arbitrated) slotovi.

U direktnoj podršci MAC (Medium Access Control) CL servisu, u okviru DQDB sloja nalazi se grupa funkcija pod nazivom MCF (MAC Convergence Functions). MCF prilagođava servis prenošenja segmenata do standardizovanog MAC servisa ISO/IEC 10039. Stoga, korisnik CL servisa može biti LLC (Logical Link Control) celina.

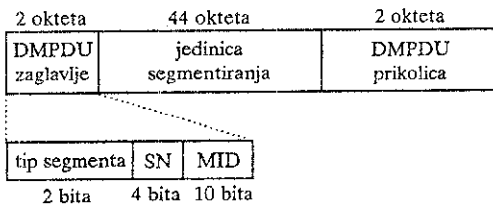
MCF prihvata MAC SDU (Service Data Unit), kome dodaje informaciju upravljanja protokolom i tako formira IMPDU (Initial MAC PDU), slika 4 (dužine

polja su izražene u oktetima). Polje DA (Destination Address) sadrži adresu odredišta, SA (Source Address) sadrži adresu stanica koja šalje podatke, INFO polje sadrži podatke koji se prenose (MAC SDU) i ono je promenljive dužine.



Slika 4. Format IMPDU

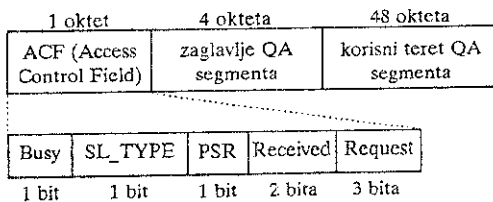
Nakon formiranja IMPDU, MCF vrši segmentiranje IMPDU, i potom svakom segmentu dodaje upravljačku informaciju. Kao rezultat toga dobija se više DMPDU-ova. Struktura DMPDU-a je prikazana na slici 5.



Slika 5. Format DMPDU

DMPDU-ovi koji su dobijeni iz jednog IMPDU, imaju različite vrednosti parametra tip segmenta: prvi DMPDU je označen kao BOM (Beginning of Message), poslednji EOM (End of Message), a ostali COM (Continuation of Message). Kada je IMPDU dovoljno kratak ne vrši se segmentiranje, već se formira samo jedan DMPDU kod koga tip segmenta ima vrednost SSM (Single Slot Message). Polje SN (Sequence Number) sadrži redni broj DMPDU dobijenog iz jednog IMPDU. Svi DMPDU koji su dobijeni iz jednog IMPDU imaju istu vrednost MID (Message Identifier).

Jedan DMPDU se prenosi u jednom QA slotu. QA slot, isto kao i ATM (Asynchronous Transfer Mode) ćelija, ima polje korisan teret od 48 okteta, i polje upravljačke informacije od 5 okteta, slika 6. U korisnom teretu QA segmenta nalazi se jedan ceo DMPDU. Polja Busy i Request se koriste za regulisanje pristupa medijumu.

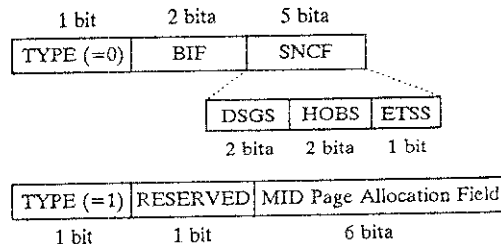


Slika 6. Format QA slota

Svaka stanica sadrži po jedan par brojača: brojač zahteva (Request Counter - RC) i brojač naniže (CountDown counter - CD), za svaku sabirnicu, i oni određuju trenutak kada stanica može da pristupi fizičkom medijumu. Sadržaj RC brojača za jednu sabirnicu se povećava za jedan kada stanica suprotnom sabirnicom primi zahtev za prazim QA slotom, a smanjuje se za jedan kada sabirnicom prođe prazan QA slot koji će iskoristi neka od nizvodnih stanica.

Kada stanica želi da pošalje DMPDU na jednu sabirnicu, ona šalje zahtev koristeći prvo slobodno Request polje na drugoj sabirnici. Na taj način obaveštava uzvodne stanice da propuste jedan prazan QA slot na posmatranoj sabirnici. Stanica takođe prepisuje sadržaj RC brojača u CD brojač, u kome se sada nalazi broj nizvodnih stanica koje su zahtevale prazan QA slot pre posmatrane stanice. Sadržaj CD brojača se smanjuje za jedan pri prolasku praznog QA slot, koji će iskoristiti neka nizvodna stanica. Kada saržaj CD brojača postane nula stanica može da koristi prvi sledeći prazan QA slot za slanje svog DMPDU. Za to vreme RC brojač je ponovo, počevši od nule, brojao zahteve na suprotnoj sabirnici tako da će u trenutku kada stanica bude slala sledeći zahtev, ponovo pokazivati broj nizvodnih stanica koje su zahtevale prazan QA slot pre posmatrane stanice. Stanicama nije dozvoljeno da, na jednoj sabirnici, u jednom trenutku zahtevaju više od jednog praznog QA slot.

Postoje dva tipa okteta upravljačkih informacija za DQDB sloj, tip 0 i tip 1, videti sliku 7. Ove oktete naizmenično generiše HOB A oni se prenose niz sabirnicu A do HOB B koji ih reledno predaje na sabirnicu B. Učestanost generisanja upravljačkih okteta je funkcija fizičkog sloja i zavisi od strukture rama na fizičkom sloju i brzine prenosa. BIF (Bus Identification Field) se koristi za identifikaciju sabirnice kao A ili B. HOBS (HOB Subfield) ukazuje da je HOB funkcija prisutna u stabilnoj konfiguraciji ili da HOB funkcija u nekoj stanici čeka da bude aktivirana ili deaktivirana kao rezultat promene u konfiguraciji mreže. HOBS može imati vrednosti STABLE, WAITING i NO_ACTIVE_HOB.



Slika 7. Format upravljačkih informacija

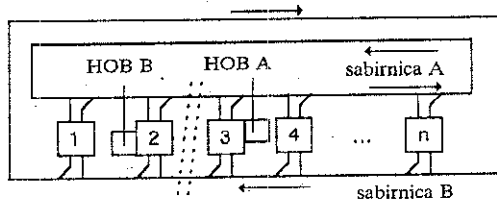
Svaka stranica ima određene vrednosti MID-ova na raspolaganju koje koristi kada formira DMPDU-ove iz jednog IMPDU. Te vrednosti stanica dobija na

raspolaganje pomoću MID Page Allocation Field. HOB A generiše vrednost MID i upisuje u MID Page Allocation Field u oktetu upravljačke informacije. Dok oktet upravljačke informacije prolazi kroz sabirnicu A, svaka stanica upoređuje MID vrednost iz tog okteta sa MID vrednostima koje njoj stoje na raspolaganju. Ukoliko primeti poklapanje, postavlja oznaku rezervisano u MID Page Allocation Field. Potom oktet upravljačke informacije prolazi niz sabirnicu B, gde ukoliko MID vrednost nije označena kao rezervisana, stanica kojoj je potreban MID, označava taj MID kao rezervisan, i nastavlja da ga upotrebljava. Ukoliko je MID označen kao rezervisan, stanica ga ne može iskoristiti.

Fizički sloj pruža DQDB sloju jedinstven servis koji je nezavisan od vrste fizičkog medijuma i sistema prenosa. Može se koristiti sistem prenosa zasnovan na SDH brzine prenosa 155,520 Mbit/s koji je određen preporukama G.707, G.708 i G.709. Preslikavanje slotova u VC-4 se obavlja na isti način kao ATM ćelije. Dva upravljačka okteta DQDB sloja različitog tipa se transparentno prenose u okviru upravljačkih okteta svakog VC-4 rama, tako da se na svakih 44 slota generišu dva upravljačka okteta. Vreme između dva uzastopna okteta upravljačkih informacija istog tipa jednako je trajanju VC-4 rama, a to je $\theta = 125\mu s$.

3. POSTUPAK REKONFIGURACIJE

Posmatramo zatvorenu konfiguraciju u slučaju prekida fizičkog medijuma, kada se postupkom rekonfiguracije uspostavlja otvorena konfiguracija sabirnice, slika 8. Kada se desi prekid na sabirnicama, stanice detektuju jedna za drugom odsustvo nosioca. Stanice koje mogu obavljati HOB funkcije posle izvesnog oklevanja, privremeno aktiviraju svoje HOB funkcije, a potom ulaze u postupak čiji je rezultat da samo po jedna stanica na svakoj sabirnici bude novi HOB, i to je najviša uzvodna stanica koja ima tu mogućnost. Sada ćemo ovo objasniti detaljnije, videti sliku 9.



Slika 8. Rekonfiguracija dvostruke sabirnice

Sve stanice koje su detektovale prekid, a koje imaju neaktivnu HOB funkciju, započinju istu proceduru. U tim stanicama fizički sloj aktivira lokalni tajmer $Timer_P_x$, $x=A$ ili B , koji odbrojava od $1ms \pm 10\mu s$ naniže. Za to vreme fizički sloj, na lokalnom Ph-SAP_x, daje DQDB sloju Ph-DATA indication oktete označene kao INVALID. Ukoliko se pre isteka tajmera $Timer_P_x$ ispravi greška sistema prenosa, tajmer se zaustavlja i nema promene konfiguracije. Ukoliko tajmer

istekne, fizički sloj generiše na lokalnom Ph-SAP_x primitivu Ph-STATUS indication kod koje parametar status ima vrednost DOWN, što označava da je utvrđen prekid u fizičkom sloju. Potom se dešava sledeće:

- U stanici koja je sadržala neaktivnu HOB funkciju aktivira se tajmer $Timer_H_x$, $x=A$ ili B , i za vreme njegovog trajanja privremeno se aktivira HOB funkcija. HOB funkcija postavlja HOBS podpolje okteta upravljačke informacije na vrednost WAITING. U slučaju da tajmer $Timer_H_x$ istekne, HOB funkcija ostaje aktivna, i nadalje generiše HOBS sa vrednošću STABLE - time stanica definitivno postaje pravi HOB.
- Ukoliko stanica nema HOB funkciju za neku sabirnicu, a detektuje prekid na toj sabirnici, tada ona o tome obaveštava sledeću nizvodnu stanicu na toj sabirnici generišući poseban kod.

Prekid sabirnice ne isključuje odmah HOB funkcije u stanici koja je bila HOB A i B u konfiguraciji petlje. Te funkcije će nastaviti da ubeležavaju identitete sabirnice, za obe sabirnice, koristeći BIF polje odgovarajućih upravljačkih okteta. Stanice koje su privremeno aktivirale HOB funkciju za neku sabirnicu, određuju identitet te sabirnice na osnovu primljene identifikacije suprotne sabirnice.

Ukoliko stanica dva puta u poslednja tri odgovarajuća upravljačka okteta, primi HOBS sa vrednošću WAITING pre nego što je njen tajmer $Timer_H_x$ istekao, ona gasi privremeno aktiviranu HOB funkciju i svoj tajmer. Time odustaje od obavljanja HOB funkcije u novoj konfiguraciji, jer je obaveštena da uzvodno od nje postoji stanica koja može da obavlja HOB funkciju. $Timer_H_x$ uzima početnu vrednost od 5s.

Posle isteka tajmera $Timer_H_x$, stanica generiše oktete upravljačkih informacija sa HOBS vrednošću STABLE. Kada nizvodna stanica u poslednja tri takva upravljačka okteta, primi dva sa vrednošću STABLE za HOBS, smatra da je uspostavljen novi HOB na sabirnici. Tek posle uspostavljanja novih glava na obe sabirnice, stanica smatra da je rekonfiguracija okončana.

Trajanje rekonfiguracije ζ , tj. vreme koje protekne od trenutka prekida do okončanja rekonfiguracije, je jednako:

$$\begin{aligned} \zeta &= \tau + Timer_P_x + Timer_H_x + 3 * \theta \\ &= \tau + 1ms \pm 1\mu s + 5s + 3 * 125\mu s < 5,01s \end{aligned} \quad (1)$$

gde $3 * \theta$ označava najveće vreme do pojave dva STABLE signala. τ je vreme potrebno novoj glavi sabirnice da detektuje prekid fizičkog medijuma.

4. POSTUPANJE POSLE REKONFIGURACIJE

Kako svaka stanica poseduje jedinstvene vrednosti MID, na koje ne utiče postupak rekonfiguracije, svaka stanica može da zadrži vrednosti MID koje je posedovala pre rekonfiguracije. U toku rekonfiguracije

kada glava sabirnice prima ili generiše WAITING, ne dodeljuju se nove vrednosti MID-a. Posle rekonfiguracije, nove vrednosti MID-a se dodeljuju, počevši od vrednosti jedan i tu funkciju obavlja nova glava sabirnice.

Neposredno posle rekonfiguracije, stanica ne zna kojom sabirnicom treba da uputi poruku ka određenoj stanici. Ukoliko tada stanica treba da pošalje jedinicu podataka, ona može da preda tu jedinicu podataka na obe sabirnice. Primetimo da će se odmah posle rekonfiguracije, opterećenje sabirnica udvostručiti, jer će jedinice podataka biti predavane na obe sabirnice.

Uvid u položaj drugih stanica dobija se na način koji je zavisao od implemetacije. Može se primeniti tabela sa samo-učenjem (Self-learned Table) koju stanica popunjava analizom polja SA iz IMPDU-ova koji prolaze jednom ili drugom sabirnicom.

Posmatramo primer kada je rekonfiguracija mreže prekinula predaju jednog IMPDU, koji je sačinjen od jednog BOM, jednog EOM i više COM DMPDU. Određena stanica je po prijemu BOM DMPDU startovala Reassembly IMPDU Timer (RIT) na vrednost 0.7s. U toku rekonfiguracije će RIT isteći i određena stanica će odbaciti primljene DMPDU-ove.

Izvorišna stanica, prilikom slanja svakog IMPDU-a, može primeniti jednu od sledeće dve strategije:

1. stanica čuva IMPDU do predaje EOM DMPDU, ili
2. stanica ne čuva IMPDU.

U drugom slučaju protokoli viših slojeva će detektovati gubitak podataka i zatražiti ponovnu predaju. Ukupno kašnjenje poruke zbog rekonfiguracije tada je znatno veće od ζ .

U prvom slučaju odmah posle uspostavljanja nove konfiguracije, stanica može početi sa ponovnom predajom IMPDU. Vreme ω koje je potrebno da se pošalje IMPDU čije je slanje prekinulo rekonfiguracija,

$$\omega \leq \zeta + 2 * t_{IMPDU} \quad (2)$$

gde t_{IMPDU} označava maksimalno vreme predaje IMPDU putem predaje DMPDU koji su od njega sačinjeni.

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu izvršena je prva analiza postupka rekonfiguracije, koja obuhvata opis funkcija i primitiva servisa. Osim toga formulom (1) određena gornja granica trajanja rekonfiguracije koja je manja od 5,01s. Formulom (2) data je gornja granica vremena koje je potrebno da se pošalje sačuvani IMPDU čije je slanje prekinulo rekonfiguracija.

U novoj konfiguraciji DQDB-a se neće nalaziti stanice koje su locirane između mesta prekida i novih glava sabirnica. Takva stanica neće moći da komunicira ni sa jednom drugom stanicom, te ukoliko se zahteva visoka raspoloživost za neku DQDB stanicu, ona mora da poseduje HOB funkciju za obe sabirnice.

Odmah posle rekonfiguracije, stanica može da pristupi predaji podataka, bez obzira na to što nema uvid u novu konfiguraciju.

Karakteristike postupka rekonfiguracije i postupanja posle rekonfiguracije čine DQDB interesantnim za podršku sistemima koji imaju visoke zahteve za raspoloživost i kašnjenje u prenošenju paketizovanih podataka.

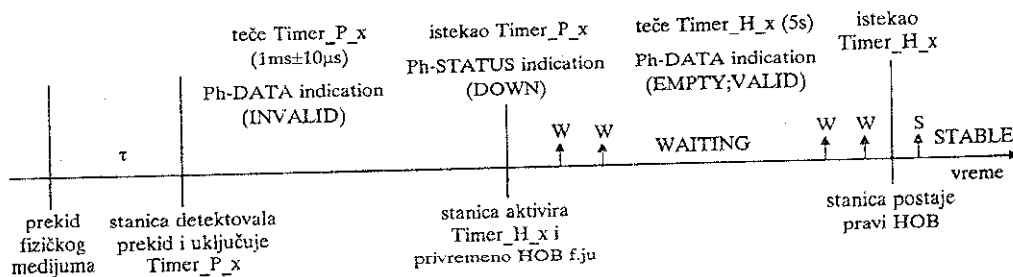
LITERATURA

- [1] ISO/IEC 8802-6, ANSI/IEEE 802.6, Distributed Queue Dual Bus (DQDB) Access Method and Physical Layer Specifications, 1994.
- [2] M.Conti, E.Gregori, L.Lenzini, "A Methodological Approach to Extensive Analysis of DQDB Performance and Fairness", *IEEE J. on Select. Areas in Commun.*, Vol. 9, No. 1, Jan. 1991, pp. 76-87.

Abstract - A DQDB high speed optical metropolitan network is analyzed in this paper. The reconfiguration procedure is studied: its duration is assessed and the functions and service primitives are explained.

DQDB NETWORK RECONFIGURATION PROCEDURE ANALYSIS

Vladimir Zarić, Mirjana Zafirović-Vukotić



Slika 9. Vremenski redosled događaja u postupku rekonfiguracije u stanici koja postaje glava sabirnice