

5 TOKEN RING

5.1 Uvod

Standardi za prstenaste mreže sa žetonom (TR - Token Ring) su nastali od strane nekoliko proizvođača, ali su preovladale IBM TR mreže. TR mreže imaju dobre performanse pri velikim intenzitetima saobraćaje. One su nekada bile jako popularne ali njihovu popularnost je preuzeo Ethernet. TR su u prošlosti patile od slabog nadgledanja i upravljanja mrežom i male tolerancije na greške.

Kao što je rečeno, prstenaste mreže sa žetonom rade dobro pri velikom saobraćaju. Međutim, ova tehnologija nije dobra za velike mreže. Glavna prednost TR mreža je što bolje podnose velike protoke od Ethernet-a, ali zahtevaju stalno nadgledanje, naročito kada dođe do greške ili kada se dodaje novi uređaj ili se postojeći odstranjuje. Mnogi ovi problemi su prevaziđeni korišćenjem MAU (Multistation Access Units), koji su slične kao hub u Ethernet-u.

Standard IEEE 802.5 specificira MAC sloj za TR mreže sa protokom 4 Mb/s ili 16 Mb/s. Postoje tri glavna tipa TR mreža. Tip 1 TR mreža koristi TR kabl tip-1 (STP-širmovane upredene parice) sa IBM univerzalnim konektorima. Tip 3 TR koristi Cat-3, Cat-4 ili Cat-5 neširmovane upredene parice sa modularnim konektorima. Kablovi Cat-3 imaju prednost zato što su jeftini za instalaciju i koriste se u telefonskim vezama.

5.2 Način rada

Kroz TR mrežu kruži paket male dužine (kontrolni žeton - token) u zatvorenoj električnoj petlji. Svaki čvor u mreži očitava žeton i prosleđuje ga do sledećeg čvora. Žeton kruži mrežom čak i kada ni jedan čvor nema podataka za slanje.

Čvor u TRing mreži koji želi da šalje podatke mora da sačeka i "uhvati" žeton. Kada ga uhvati, menja jedan bit u žetonu čime on postaje zaglavlje, popunjava ostatak okvira podacima, dodaje adresu izvora i odredišta i šalje okvir sledećem čvoru. Okvir kruži kroz prsten dok ne dođe do odredišnog čvora. Odredišni čvor očitava podatke i upisuje ih u lokalnu memoriju (bafer) i dodaje potvrdu o pozitivnom prijemu (ACK – acknowledgment) u okvir. Ovakav okvir kruži dalje do izvornog čvora. Po prijemu, izvorni čvor testira okvir da bi ustanovio da li sadrži ACK ili ne. Ako postoji ACK, izvorni čvor zna da je je okvir stigao ispravan., ako nema čvor se neodaziva. Kada izvorni čvor završi sa slanjem podataka on predaje novi žeton koga mogu da koriste ostali čvorovi u prstenu.

Na slici 5.1. (a) – (d) prikazan je prenos podataka od čvora B do čvora A. Na slici (a) kontrolni žeton kruži između svih čvorova. Treba napomenuti da žeton kružiti kroz mrežu u smeru kazaljke na satu. Žeton ne sadrži nikakve podatke i dužina mu je 3 bajta. Kada čvor B konačno dobije žeton, on onda šalje okvir podataka, kao što je prikazano na slici (b). Okvir ide do čvora C, pa do čvora D i konačno do čvora A. Čvor A očitava podatke iz okvira i vraća ACK čvoru B, kao što je prikazano na slici (c). Kada čvor B primi ACK potvrdu on predaje žeton čvoru C i žeton kruži kroz mrežu dok neki čvor nepoželji da šalje okvir. Nijedan čvor ne sme da šalje podatke dok ne prime validan žeton. Protokol kontrole određuje sekvencu po kojoj čvorovi šalju podatke. Ovo daje svakom čvoru podjednaku mogućnost pristupa prstenu.

Slika 5.1. Primer razmene podataka

5.3 Kontrola pristupa TR

U ovom poglavlju je ukratko opisana kontrola pristupa zajedničkoj sredini za prenos u prstenastoj mreži sa žetonom. Protokoli za kontrolu pristupa pripadaju MAC podsloju. Kao što naziv kaže, u ovoj mreži se pomoću žetona kontroliše pristup mreži. Na slici 5.2 prikazan je format žetona za standard IEEE 802.5. Postoje dva glavna tipa okvira: kontrolni žeton i okvir podataka. Kontrolni žeton sadrži početni i krajnji razgraničavač (AD – Start Delimiter, ED – End Delimiter) i polje kontrole pristupa AC (Access Control). Okvir podataka ima početne i krajnje razgraničavače (SD/ED), polje kontrole pristupa (AC), polje kontrole okvira (FC-Frame Control), adresu odredišta (DA-Destination Adress), adresu izvora (SA-Source Adress), polje provere sekvence okvirova (FCS), podatke i polje statusa okvira (FS-Frame Status).

Polja kontrole pristupa i kontrole okvira sadrže informacije koje su neophodne za pristup prstenu. Ovo podrazumeva rezervaciju prioriteta, informaciju prioriteta i informaciju o tome da li su podaci za korisnike ili su kontrolni podaci. Takođe, sadrži indikator hitnosti koji informiše mrežne čvorove da je individualnom čvoru potrebna hitna intervencija od strane čvora koji služi za upravljanje i nadgledanje mreže.

Adrese odredišta i izvora su dužine 6 bajta. Polje kontrole logičkog linka je promenljive dužine (max. 5000 bajta). Tu mogu biti smešteni ili korisnički podaci ili kontrolni podaci.

Polje provere sekvence okvirova (FCS) je 32-bitna ciklična redudantna provera (CRC). Ovo polje se koristi i za to da naznači da li je odredišni čvor očitao podatke u žetonu.

Početni i krajnji razgraničavači su specijalne sekvence bita koje definišu početak i kraj okvira i ne mogu se nalaziti unutar okvira. Kao što je rečeno, u jednoj Ethernet mreži ovi biti se šalju uz pomoć Manchester koda. Početni i krajnji limiteri odstupaju od standardne šeme kodovanja. Kod standardnog Manchester koda 1 je prelaz sa niskog na visoki nivo, a 0 je prelaz sa visokog na niski nivo. Kod početnog i krajnjeg razgraničavača, dva bita u razgraničavaču su nameštena na visok nivo (H) ili na nizak nivo (L). Ovi biti odudaraju od standardnog kodiranja jer nema promene nivoa, sa niskog na visoki nivoa ili sa visokog na niski nivo. Kada prijemnik uoči ovo odstupanje i standardno kodovane bite on zna da su primljeni biti validan okvir. Kodiranje se obavlja na sledeći način:

- ako je prethodni bit 1 onda je početni razgraničavač HL0HL000, u protivnom
- ako je prethodni bit 0 onda je početni razgraničavač LH0LH000

Kao što je prikazano na slici 5.4 krajnji razgraničavač je sličan početnom, samo su nule zamenjene sa jedinicama.

Slika 5.3. IEEE 802.5 format okvira

Slika 5.4. Krajnji limiter

Ako je prethodni bit 1 onda je krajnji limiter HL1HL1IE. Ako je prethodni bit 0 onda je krajnji limiter LH1LH1EI. Takođe, dodati su bit detekcije greške (E) i indikator poslednjeg paketa (I). Bit E je normalno postavljen na 0. Ako neki od čvorova detektuju grešku on postavlja bit E na 1. Bit I pokazuje da li je poslat okvir poslednji u seriji poslatih okvira jedne informacije. Ako je bit I= 0 onda je poslednji, a ako je 1 tada slede za njim ostali okviri te informacije .

Polje kontrole pristupa služi za upravljanje pristupom čvorova mreži. On ima formu PPPTMRRR, gde:

- PPP – pokazuje prioritet žetona; ovo pokazuje koji tip žetona destinacioni čvor može da šalje;
- T – bit žetona i služi da bi se razlikovali kontrolni žeton i žeton podataka;
- RRR – rezervacioni biti i dozvoljavaju čvorovima sa visokim prioritetom da traže sledeći žeton.

Polje kontrole okvira sadrži kontrolne informacije za MAC sloj. Ovo polje ima formu FFDDDDDD, gde:

- FF – pokazuje da li je okvir okvir podataka; ako nije onda biti DDDDDD kontrolišu operaciju Token Ring MAC protokola;
- DDDDDD - kontroliše operaciju Token Ring MAC protokola.

Izvorne i odredišne adrese adrese mogu biti dužine 2 ili 6 bajta. Veličina mora biti ista za sve čvorove u mreži. Kao I kod mreža sa Ethernet, prvi bit specificira tip adrese. Ako je 0 onda je adresa individualnog čvora, ako je 1 onda je to grupna adresa. Individualna adresa se koristi za slanje jednom čvoru, a grupna adresa služi za slanje grupi čvorova sa istom grupnom adresom. Izvorna adresa će uvek biti individualna adresa. Specijalna odredišna adresa koja se sastoji samo od jedinica služi za salanje podataka svim čvorovima u prstenu.

Polje statusa okvira sadrži informaciju o tome kakve operacije su vršene nad okvirom dok je kružio prstenom. Ovo polje ima formu ACXXACXX, gde:

- A – pokazuje da li je odredišna adresa prepoznata. Ovaj bit je postavljen na 0 od strane izvora i na 1 kada odredišni čvor pročita podatke. Ako ovaj bit nije postavljen na 1 onda izvor zna da odredišni čvor nije u mreži ili ne reaguje;
- C – pokazuje da je odredišni čvor kopirao podatke u svoju memoriju. Ovaj bit je postavljen na 0 od strane izvora. Kada odredišni čvor pročita podatke on ovaj bit postavi na 1. Testirajući bit C i bit A izvorni čvor zna da li je odredišni čvor aktivan.

5.4 Održavanje TR mreže

Kod TR mreže održavanje mora da ima sledeće funkcije:

- **Instalacija prstena** – Ova funkcija se ostvaruje kada se startuje mreža ili kad je prsten prekinut. Pomoću algoritma se određuje koji čvorovi započinju prsten, koji su sledeći itd.;
- **Dodavanje prstenu** – Ova funkcija se ostvaruje ako se dodaje novi čvor prstenu. U tom slučaju treba isključiti mrežu i opet je startovati;
- **Odstranjivanje iz prstena** – Čvor može sam da izađe iz mreže spajajući svog prethodnika i naslednika. I za ovu funkciju mreža treba da se isključi i opet startuje;
- **Nadgledanje i upravljanje greškom** – Tipične greške u TR mreži nastaju kada dva čvora misle da je na njih red da šalju podatke ili kada je prsten prekinut tako da nijedan čvor ne misli da je na njega red. Za razrešenje ovih situacija neophodna je akcija čvora koji je proglašen odgovornim za nadgledanje i upravljanjem greškom.

5.5 Jedinice za pristup TR

Problem priključivanja i isključivanja čvorova iz prstena je znatno umanjem korišćenjem jedinica za pristup (MAU – Multistation Access Units). Na slici 5.5. prikazane su MAU jedinice sa tri pravca koje su povezane i čine mrežu sa šest čvorova. MAU dozvoljava čvorovima da budu priključeni i isključeni iz mreže koristeći prekidače. Ovo ima prednost zato što nije potrebno isključivati mrežu kada se ubacuju ili izbacuju čvorovi i kada dođe do greške.

Na slici 5.5 su prikazani prekidači. Ako je prekidač i donjem položaju onda je čvor isključen iz mreže, a ako je u gornjem položaju onda je u mreži.

Po standardu IBM 8228 specificiran je tipičan pasivan MAU. On može da radi sa protokom od 4 Mb/s ili 16 Mb/s i sa 10 portova. Maksimalno rastojanje između MAU je 650 m (sa 4 Mb/s) ili 325 m (sa 16 Mb/s).

Većina MAU ima 2, 4 ili 8 portova i može automatski da detektuje protok na čvoru. Na slici 5.6. je prikazana TR mreža sa 32 čvora koja koristi MAU sa 8 portova. Tipični portovi su sa RJ-45 i IBM Type-A konektorima. Prsten se formira od kabla koji je ili od upredenih parica (Type 3), optičkih kablova ili koaksijalnih kablova (Type 1). MAU su inteligentni uređaji i mogu da detektuju greške na kablovima koji dolaze do čvora i mogu da ih izoluju iz prstena. Mnogi MAU su pasivni uređaji koji ne zahtevaju napajanje. U slučaju da je rastojanje između čvorova veliko koristi se aktivna jedinica.

Moderne TR mreže koriste radije upredene parice nego koaksijalne kablove. Upredene parice mogu biti sa širmom (STP) visokih specifikacija ili neširmovane (UTP) niskih specifikacija.

Slika 5.5. TR mreža sa šest čvorova i dva MAU

Slika 5.6. TR mreža sa 32 čvora i četiri MAU

5.6 Kablovi i konektori

TR mreže se po tipu kablova koje koriste dele na: Type 1 i Type 3. Type 1 koristi STP kabl sa IBM muško-ženskim konektorima. Type 3 mreže koriste Cat-3 ili cat-5 UTP kablove sa RJ-45 konektorima. Na žalost, Cat-3 kablovi su neširmovani tako da je maksimalna dužina veze smanjena. Type 1 mreže imaju do 260 čvorova, a Type 3 mreže imaju do 76 čvorova.

Postoje dve vrste modernih STP kablova koji se koriste u TR mrežama. IBM type 1 kabl ima četiri provodnika (dve parice). Svaka parica se razdvaja od druge trakom od aluminiziranog poliestera. Karakteristična impedansa je 150Ω . IBM tip 6 kabl je lagan i koristi se u kancelarijama. Međutim, pošto koristi žice manjeg preseka, njegovo slabljenje je veće.

5.7 Ripiteri

Ripiteri se koriste da bi povećali dužinu glavnog prstena ili delova u TR LAN. Dužina glavnog prstena je rastojanje između MAU jedinica. Deo prstena je rastojanje između MAU i čvora. U Tabeli 5.1 su date neke maksimalne dužine kablova za različite protoke i tipove kablova. Optički kablovi omogućuju najveća rastojanja koja iznose do 1 km. Posle njih su najbolji STP kablovi, pa Cat-5 i na kraju su Cat-3. Na slici 5.7 je prikazana veza dve MAU

jedinice sa ripiterima. U ovom slučaju su potrebna četiri ripitera pošto svaki od njih ima samo dva porta.

Slika 5.7. TR mreža sa 16 čvorova i ripiterima

Tabela 5.1 Maksimalne dužine kablova

<i>Tip</i>	<i>Protok</i>	<i>Tip kabla</i>	<i>Maksimalno rastojanje</i>
Type 1	4 Mb/s	STP	730 m
Type 3	4 Mb/s	UTP (Cat-3)	275 m
Type 3	16 Mb/s	UTP (Cat-5)	240 m
Type 1	16 Mb/s	STP	450 m
Type 1	16 Mb/s	Vlakno	1000 m

5.8 Potiskivanje podrhtavanja takta

Podrhtavanje takta (džiter, jitter) je veliki problem kod TR mreža. Nastaje kada dva čvora u mreži rade po različitim taktovima. To može da dovede do usporavanje protoka na mreži, gubitka podataka i/ili gubitka stanice. Podrhtavanje takta je razlog zbog koga je broj čvorova u mreži limitiran na 72 pri protoku od 16 Mb/s. Kada se odstrani džiter broj čvorova se može povećati na 256. Onda se mogu koristiti Cat-3 kablovi pri protoku od 16 Mb/s. Uređaji za odstranjivanje džitera se nalaze u MAU jedinici.