

4. poglavlje

Ethernet mediji za prijenos signala

U ovom poglavlju:

- *Ethernet segmenti s debelim koaksijalnim kabelom*
- *Upute za izgradnju 10BASE5 segmenata*
- *Ethernet segmenti s tankim koaksijalnim kabelom*
- *Upute za izgradnju 10BASE2 segmenata*
- *Ethernet segmenti s uvijenim paricama*
- *Upute za izgradnju 10BASE-T segmenata*
- *Ethernet segmenti s optičkim kabelom*
- *Upute za izgradnju segmenata s optičkim kabelom*
- *Pravila za izgradnju višesegmentnih lokalnih mreža*

info

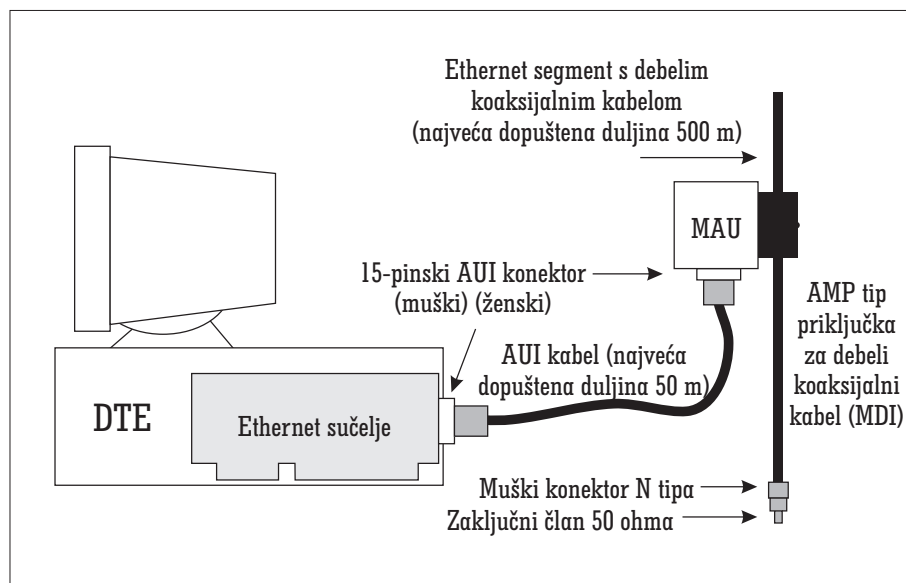
U ovom poglavlju slijedi detaljniji prikaz pojedine vrste medija za prijenos Ethernet signala od računala do računala. Iako se danas sve više upotrebljavaju kabeli s uvijenim paricama i optički kabeli (kao vezni segmenti), barem iz povijesnih razloga potrebno ih je opisati sve.

Ethernet segmenti s debelim koaksijalnim kabelom

Debeli koaksijalni kabel (promjera oko 12 mm) je prvi medij koji je upotrijebljen za prijenos Ethernet signala od računala do računala i opisan je u originalnom standardu iz 1980. godine. Danas je njegova primjena sve manja i koristi se samo u specijalnim slučajevima, kad udaljenosti koje treba povezati premašuju 200 m, a preskupa je izvedba s optičkim kablom. Druga najčešća primjena je kad se koristi kao mrežna okosnica (*backbone*) koja povezuje Ethernet segmente između katova ili između zgrada. Na slici 4.1 prikazan je princip spajanja računala na ovu vrstu medija.

Slika 4.1

Priključak računala na Ethernet segment s debelim koaksijalnim kabelom kao medijem za prijenos signala.



Iako im je primjena danas sve manja, često susrećemo ovu vrstu medija prilikom međusobnog spajanja Ethernet koncentratora i preklopnika, gdje služe kao vezni segmenti (*link segments*). Ovaj kabel nije preskup, omogućuje dobru zaštitu od električnih smetnji, a udaljenosti od 500 m koje se mogu premostiti ovim medijem rijetko ne zadovoljavaju potrebe unutar poslovnih objekata. Osim toga, gotovo svi današnji mrežni uređaji opremljeni su (ili je ta mogućnost dana kao opcija) Ethernet priključkom (AUI) koji se vrlo lako, pomoću odgovarajućeg primopredajnika (*transceivera*) može prilagoditi spajanju uređaja na ovu vrstu medija.

S druge strane, debeli koaksijalni kabel ograničen je prijenosom signala samo na 10 Mbps, što znači da morate zamijeniti kabel ako želite koncentratoru spojiti zajedno na višim brzinama prijenosa.

Budući da visoko kvalitetni kabeli s uvijenim paricama ili optički kabeli mogu prenositi signale na brzini bilo 10 ili 100 Mbps, mnogi korisnici radije se odlučuju na te (danas sve popularnije) vrste medija u svojim mrežnim instalacijama.

Komponente 10BASE5 segmenata

Segment izgrađen od debelog koaksijalnog kabela sastoji se od pet osnovnih komponenti: mrežnog kabela, zaključnih članova s uzemljenjem, jedinice za priključak medija – primopredajnika (*transceiver*), AUI kabela (kabel primopredajnika) te Ethernet sučelja s odgovarajućom jedinicom za priključak medija.

Mrežni medij

Ethernet segmenti izvode se korištenjem debelog (promjera oko 10 mm ili 1/4 palca), relativno krutog koaksijalnog kabela. Vanjski izolacijski plašt kabela može biti PVC (žute boje) ili teflon (narančasto-smeđe boje). Kabel mora imati karakterističnu impedanciju od 50 ohma i izolirani centralni vodič. Oko izolacije središnjeg vodiča, odmah ispod izolacijskog plašta, je oplet od tanke žice.

Na svakom kraju Ethernet segmenta načinjenog od ove vrste kabela nalazi se muški konektor N – tipa. Ugradnja ovog konektora moguća je samo pomoću posebnih kliješta za uprešavanje i mora biti napravljena vrlo pažljivo, tako da se problemi sa signalima koji putuju ovim kabelom svedu na najmanju moguću mjeru. Ispravan rad ovakvog Ethernet segmenta ovisi u velikoj mjeri o ispravnoj ugradnji koaksijalnih N – konektora.

Ethernet specifikacije navode da Ethernet segment načinjen pomoću debelog koaksijalnog kabela u idealnom slučaju treba biti načinjen iz jednog komada kabela. Ako se moraju koristiti kabeli načinjeni iz više dijelova, pojedini segmenti kabela trebaju biti dugački 23,4 metra, 70,2 metra ili 117 metara (sve duljine mogu biti +/- 0,5 m). Razlog za korištenje ovih duljina kablova je da se minimiziraju vjerojatnosti pojave refleksije signala koje mogu uslijediti zbog sitnih razlika električnih karakteristika kabela različitih proizvođača ili različitog vremena proizvodnje.

Zaključni članovi s uzemljenjem

Na oba kraja kompletnog Ethernet segmenta s debelim koaksijalnim kabelom mora se nalaziti zaključni član ('terminator') N tipa sa zaključnim otporom od 50 ohma. Standard napominje da jedan kraj segmenta načinjenog od debelog koaksijalnog kabela mora biti uzemljen zbog električnih sigurnosnih razloga. Samo jedna točka smije biti uzemljena, jer bi inače moglo doći do smetnji na Ethernet signalu koji putuje kabelom.

Jedinica za priključak medija – primopredajnik (MAU)

Ethernet sučelje se na segment s debelim koaksijalnim kabelom priključuje pomoću vanjske jedinice za priključak medija (MAU). Ova jedinica ostvaruje električni kontakt s kabelom i prenosi signale između Ethernet sučelja i kabela.

Standard navodi da se na jedan segment može priključiti maksimalno 100 jedinica za priključak medija (MAU) i da se svaki priključak mora izvesti na mjestu kabela označenog crnom trakom. Ove oznake nalaze se na razmacima od 2,5 metra i označene su na cijeloj dužini kabela. Ovo ograničenje navedeno je zbog toga da se smanje na najmanju moguću mjeru smetnje i slabljenje signala koje mogu nastati na takvom segmentu.

Najpopularnija vrsta priključka koja se koristi je proizvod AMP korporacije, a sastoji se od plastičnih obujmica i metalnog trna koji ostvaruje električni kontakt sa središnjim vodičem kabela.

Ova vrsta priključka naziva se i *transceiver tap*, budući se za ugradnju mora u kabelu izbušiti rupa (engl. *tap*). Priključak je moguće ugraditi i na aktivnoj mreži, bez prekida rada.

Drugi, manje popularan tip priključka, sastoji se od dva ženska konektora N tipa. Za njegovu ugradnju kabel se mora presjeći, na svaki presječeni kraj mora se ugraditi muški konektor N tipa, a tad se dijelovi spoje pomoću samog priključka opet u cjelinu. Ova vrsta priključka ne može se izvesti na aktivnoj mreži.

Vanjska jedinica za priključak s druge je strane opremljena 15-pinskim AUI konektorom koji ima mogućnost učvršćenja priključnog kabela. Jedinica se napaja iz Ethernet sučelja i dozvoljena je potrošnja od 0,5 A kod 12 V istosmjernog napona.

AUI (*transceiver*) kabel

Ovaj kabel koristi se za spoj jedinice za priključak i Ethernet sučelja. Kabel je opremljen 15-pinskim konektorima s mogućnošću učvršćenja, i to na jednoj strani muškim, a na drugoj ženskim konektorom. Na Ethernet sučelju je izveden 15-pinski ženski konektor, a na jedinici za priključak (MAU) muški konektor.

Ovaj kabel načinjen je slično kao električni produžni kabel: na jednoj strani je utikač, a na drugoj utičnica. Ako je potrebno, više kabela se mogu priključiti jedan na drugi tako da se mogu priključiti i udaljene Ethernet stanice.

AUI kabel prenosi tri podatkovna signala između Ethernet stanice i jedinice za priključak (MAU): poslane podatke (od stanice u mrežu), primljene podatke (iz mreže u stanicu) i signal prisutnosti sukoba (iz mreže u sučelje). Svaki signal šalje se putem para žica (parice), a dodatno se koristi još jedna parica za napajanje jedinice za priključak.

Standardni AUI kabel je promjera oko 1 cm i može biti dug do 50 metara. Postoje i specijalne "uredske" vrste ovih kabela koje su mnogo savitljivije i tanje u presjeku, ali je slabljenje signala u njima toliko jako da je njihova najveća dozvoljena duljina samo 12,5 metara.

Ethernet sučelje

Ethernet sučelje može biti mrežna kartica umetnuta u jedno od mjesta za priključke računala ili može biti ugrađeno u računalo već u tvornici. Za priključak na mrežni segment s debelim koaksijalnim kabelom opremljeno je s 15-pinskim konektorom.

Upute za izgradnju 10BASE5 segmenata

Pet komponenata opisanih u prethodnim odjeljcima ovog poglavlja dovoljno je da se izgradi jedan Ethernet segment s maksimalnom duljinom od 500 m, a koji može podržavati priključak do 100 mrežnih stanica.

Ako se želi kombinirati višestruke segmente u jednu mrežu, spoj segmenata se obavlja pomoću prespojnika – *repeatera*. Prespojnik je uređaj koji pojačava i ponavlja signal omogućujući da sustav radi ispravno budući da se signal pročišćava pri prijelazu iz jednog segmenta u drugi. Uređaj je

opremljen elektroničkim elementima koji omogućuju da signal sukoba koji se pojavi na jednom segmentu nesmetano prelazi na sve segmente mreže na koje je uređaj spojen. Na ovaj način svi segmenti spojeni na ovaj uređaj djeluju kao jedan veliki segment, odnosno, u Ethernet žargonu oni čine jednu domenu sukoba (*collision domain*).

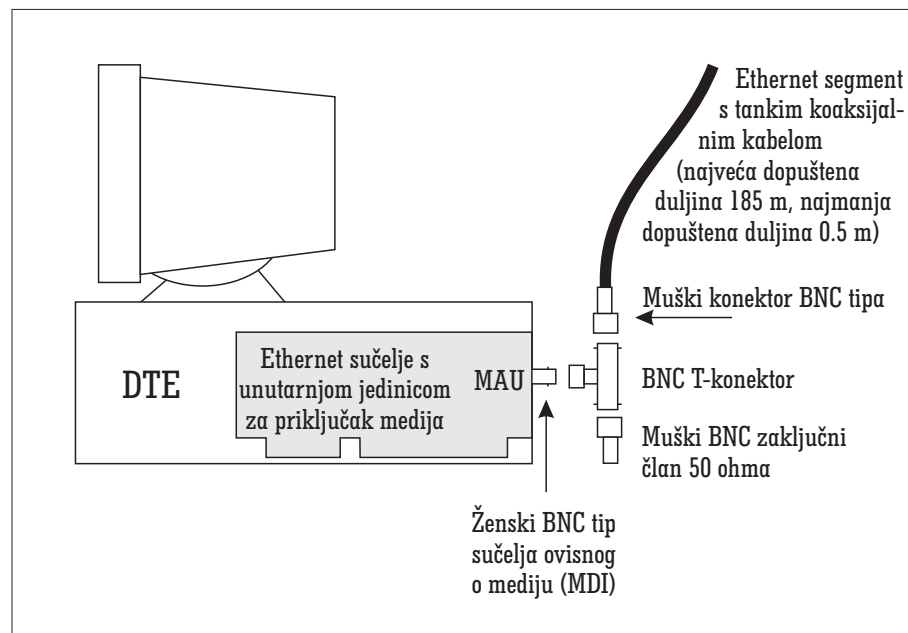
Segment s debelim koaksijalnim kabelom naziva se i miješani segment. To je segment koji može sadržavati više od dva MDI (sučelje ovisno o mediju) priključka. Kao što smo vidjeli, ova vrsta kabela podržava do 100 MDI priključaka na jednom segmentu i po tome se razlikuje od veznog segmenta koji ima priključak samo na krajevima segmenta.

Ethernet segmenti s tankim koaksijalnim kabelom

Ethernet sustavi s tankim koaksijalnim kabelom (promjera oko 5 mm) koriste mnogo tanji i savitljiviji kabel koji omogućava spajanje kabela direktno na Ethernet sučelje u računalu. Ova je osobina dovela do smanjenja cijene instalacije i lakše upotrebe, tako da je ovaj sustav bio vrlo popularan do pojave sustava s uvijenim paricama.

Slika 4.2

Spoj računala na Ethernet segment s tankim koaksijalnim kabelom kao medijem za prijenos signala.



U sustavima s tankim koaksijalnim kabelom AUI, MAU i MDI komponente su dio Ethernet sučelja ugrađenog u računalo. Ovo smanjuje broj dodatnih komponenti koje treba kupiti i ugraditi da bi se računalo spojilo na medij, a time se smanjuje ukupna cijena izgradnje lokalne računalne mreže.

Savitljivost i niska cijena i dalje ga čini vrlo popularnim za mrežne segmente koncentriranih mrežnih stanica.

Velika je mana ove vrste medija, kao i kod debelog koaksijalnog kabela, ograničenje rada na brzinama od samo 10 Mbps.

Komponente 10BASE2 segmenata

Segment izgrađen od tankog koaksijalnog kabela sastoji se od tri osnovne komponente: mrežnog kabela, zaključnih članova s uzemljenjem i Ethernet sučelja s odgovarajućom jedinicom za priključak medija.

Mrežni medij

Kao mrežni kabel u ovom slučaju služi koaksijalni kabel promjera oko 5 mm ili 3/16 palca. Kabel mora imati karakterističnu impedanciju od 50 ohma i izolirani centralni vodič. Oko izolacije srednjeg vodiča je oplet od tanke žice, a sve zajedno je izolirano tankim PVC omotačem. Ovi kabeli moraju zadovoljavati specifikacije RG 58 A/U ili RG 58 C/U i obično je na vanjskom PVC omotaču otisnuta ova oznaka. Zna se dogoditi da proizvođači ovom oznakom označe i kabele koji imaju drugu karakterističnu impedanciju. Stoga nije loše prilikom kupnje veće količine napraviti provjeru odgovara li kabel navedenim specifikacijama ili kupiti kabel poznatog proizvođača koji je označen kao kabel za uporabu u Ethernet mrežama.

Kabel se za spajanje Ethernet stanica priprema tako da se na oba kraja kabela postavi muški BNC konektor. U nas su najčešće dvije izvedbe konektora: konektor koji se postavlja uprešavanjem i konektor koji se postavlja lemljenjem. Za prvu vrstu nužna su specijalna kliješta s dva šesterokutna žiga za uprešavanje.

Postavljanje konektora izvodi se tako da se na kabel najprije navuče cjevčica za uprešavanje. Zatim se središnji kontakt (mali pozlaćeni pin) upreša na središnji vodič kabela (pomoću manjeg žiga na kliještima) i gurne kroz rupu u konektoru. Pri tome treba obratiti pažnju da se oplet od fine žice prevuče preko metalnog završetka konektora. Na tako pripremljen konektor navuče se cjevčica za uprešavanje (koju smo prvu navukli na kabel) i pritisne kliještima pomoću većeg žiga.

Tako pripremljen kabel ima odgovarajuću mehaničku čvrstoću i dobar električni kontakt.

Druga vrsta konektora postavlja se tako da se najprije na kabel navuku matica za pritezanje, gumena brtvica, metalni prsten i konus za spajanje opleta, a zatim se središnji pin zalemi za centralni vodič kabela. Zalemljeni pin se gurne u rupu na tijelu konektora, a oplet se preklopi preko konusnog prstena prema van. Sve zajedno se ugura u tijelo konektora i učvrsti maticom.

Zaključni članovi i uzemljenje

Na oba kraja kompletnog Ethernet segmenta s tankim koaksijalnim kablom mora se nalaziti zaključni član ('terminator') sa zaključnim otporom od 50 ohma. Višepotni prespojnicima namijenjeni povezivanju Ethernet segmenta često imaju interno zaključeni svaki priključak s 50 ohma, što olakšava zaključivanje Ethernet segmenta na strani prespojnika. Neki od njih imaju zaključne članove koje možete uključiti ili isključiti pomoću male DIP sklopke.

Važno je da budu postavljena ili uključena samo dva zaključna člana na jednom segmentu, jer inače mehanizam za detekciju sukoba ugrađen u jedinicu za priključak medija (MAU) neće raditi ispravno.

Standard napominje da za zaštitu segmenta od električnih smetnji treba jedan kraj koaksijalnog segmenta uzemljiti. Da bi se izbjeglo ometanje signala, samo jedna točka smije biti uzemljena. Svi ostali metalni spojevi moraju biti pažljivo izolirani i učvršćeni, da ne mogu dotaknuti električno uzemljenje.

Sučelje i jedinica za priključak medija (MAU)

U Ethernet sustavu s tankim koaksijalnim kablom, jedinica za priključak medija (primopredajnik) je ugrađena u samo Ethernet sučelje te stoga nije potreban AUI kabel za spoj jedinice i sučelja. Ovaj kabel dovoljno je savitljiv tako da se može spojiti direktno na ženski BNC konektor Ethernet sučelja. Priključak sučelja na Ethernet segment izvodi se pomoću BNC T – konektora (nazvanog tako zbog izgleda u obliku slova T). Muški (srednji) priključak T konektora spaja se na ženski konektor Ethernet sučelja, a na preostala dva (ženska) priključka T – konektora spajaju se krajevi koaksijalnog kabela s ugrađenim muškim BNC konektorima. Da bi se pojasnile pojedine komponente ove vrste priključka, na slici 4.2 ovi ele-

menti su prikazani odvojeno, odnosno nisu priključeni jedan na drugoga. Prikazan je jedan od krajnjih priključaka Ethernet segmenta, tako da se vidi zaključni član.

Upute za izgradnju 10BASE2 segmenata

Jedan Ethernet segment načinjen od tankog koaksijalnog kabela može biti maksimalne duljine od 185 m, a ne 200 kako bi se dalo naslutiti iz zaokružene vrijednosti u oznaci 10BASE2.

Tablica 4-1. Pravila za izgradnju Ethernet segmenata s tankim koaksijalnim kabelom

Najveća dopuštena duljina segmenta	Najveći dopušteni broj jedinica za priključak medija (MAU)
Tanki koaksijalni kabel 10BASE2	185 m po 10BASE2 segmentu
	30

Ovaj segment definiran je kao miješani segment zato što može sadržavati više od dva MDI (sučelje ovisno o mediju) priključka. Dozvoljeno je spojiti do 30 MAU priključaka na jednom segmentu.

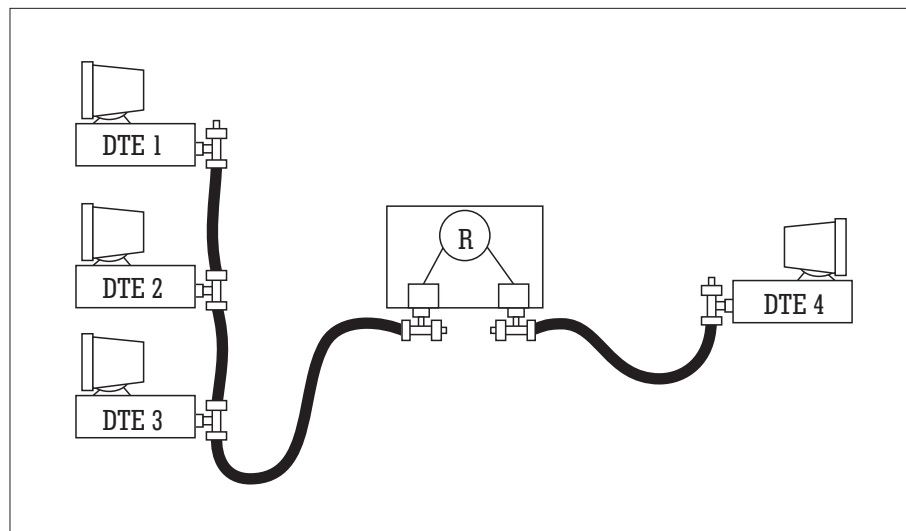
Standard zahtijeva da se spoj segmenata izvodi pomoću prespojnika – *repeatera*. Svaki spoj prespojnika pribraja se u ukupno dozvoljeni broj od 30 priključaka na jednom segmentu.

Iako nema strogog pravila o razmaku između jedinica za priključak, preporuka je da komadi kabela koji tvore Ethernet segment ne bi trebali biti kraći od 0,5 m. Ova preporuka određuje efektivni razmak između Ethernet stanica od pola metra.

Fizička topologija Ethernet segmenta s tankim koaksijalnim kabelom

Ovakav Ethernet segment može povezivati određeni broj računala u topologiji znanoj kao ulančani niz (*daisy chaining*). Prvo računalo u nizu ima na svom Ethernet sučelju priključen BNC T – konektor na čijem je jednom kraju zaključni član (terminator), a na drugi se spaja kabel prema sljedećem računalu. Drugi kraj kabela se spaja na jedan kraj T – konektora sljedećeg računala i tako redom do zadnjeg računala u segmentu. Na

zadnjem računalu se na jednom kraju T – konektora nalazi dolazni kabel od prethodnog računala u nizu, a na drugom kraju zaključni član, terminator. Na slici 4.3 prikazane su dvije topologije koje su podržane ovom vrstom kabela.



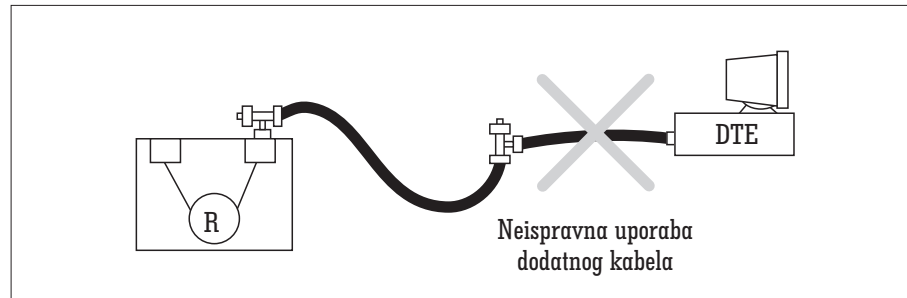
Slika 4.3
Fizička topologija
Ethernet segmenta s
tankim koaksijalnim
kabelom

Prikazan je prespojnik (*repeater*) s dva priključka koji povezuje dva Ethernet segmenta načinjena pomoću tankog koaksijalnog kabela. Jedan segment prikazan je kao ulančani niz koji povezuje stanice DTE 1, 2 i 3, a drugi se sastoji samo od jedne stanice i priključka na prespojnik.

Ako bilo koji korisnik u ovakvom načinu spajanja isključi jedan od krajeva kabela s T – konektora na svom računalu, cijeli segment mreže prestaje raditi za sve korisnike na tom segmentu. Ako se isključi cijeli T – konektor sa stražnje strane računala (a krajevi kabela ostanu priključeni na T – konektor) neće doći do prekida rada mreže.

Nije dozvoljeno spajanje T – konektora na Ethernet sučelje stanice pomoću komada kabela, kako je prikazano na slici 4.4 Iako se kod manjih duljina takvog kabela može dogoditi i da sustav funkcionira, gotovo je sigurno da dolazi do refleksije signala unutar kabela.

Slika 4.4
 Nepravilno spajanje
 koaksijalnog tankog
 kabla na Ethernet
 sučelje. ➔

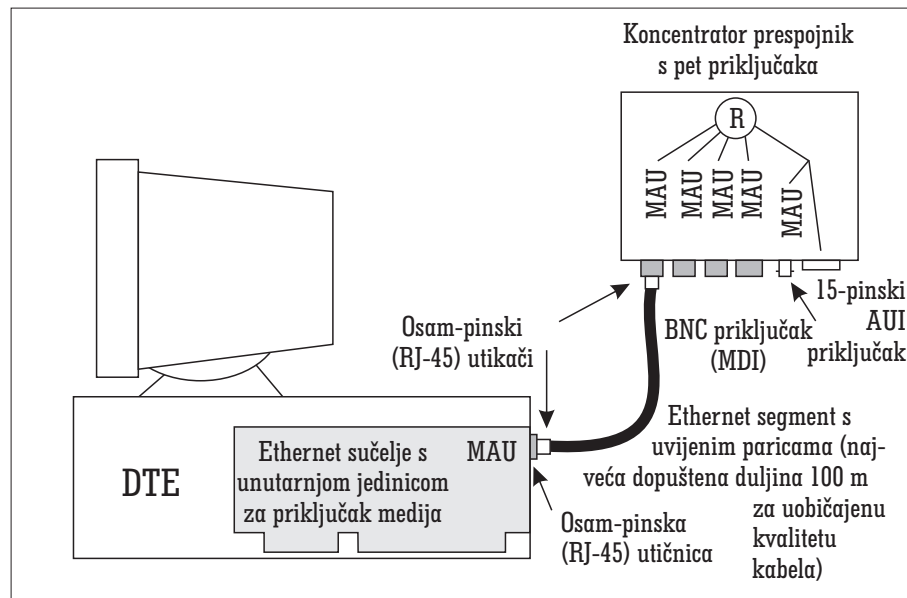


Takve refleksije generiraju grešku u poslanim paketima i uzrokuju ponovno slanje paketa od strane mrežnog softvera, a rezultat je spori rad mrežnog sustava. Povećanjem prometa na mreži greške se umnožavaju i rad praktički postaje nemoguć. Ove greške se mogu izbjeći ako ste sigurni da su svi T – konektori spojeni direktno na Ethernet sučelja umreženih stanica.

Ethernet segmenti s uvijenim paricama

Oznaka "T" u kratici 10BASE-T zamjenjuje riječ *twisted*, odnosno uvijeno, usukano ili upleteno, a predstavlja uvijeni par žica koje služe za prijenos signala. Na slici 4.5 prikazano je kako se povezuje računalo na Ethernet segment načinjen pomoću uvijenih parica.

Slika 4.5
 Spoj računala na
 Ethernet segment
 izgrađen pomoću
 uvijenih parica ➔



Specifikacije za ovu vrstu medija prvi put su objavljene 1990. godine, a od onda je postao najšire primjenjivan medij za povezivanje Ethernet sustava.

10BASE-T sustav za svoj rad koristi dva para žica, jedan za primanje signala s podacima, a drugi za slanje signala s podacima. Dvije žice u jednom paru moraju biti međusobno uvijene na cijeloj duljini segmenta, što je poznati način za poboljšanje karakteristika prijenosa signala parom žica.

Segmenti s uvijenim paricama komuniciraju međusobno uz pomoć središnjeg uređaja s više priključaka – koncentratora (*hub*). Na slici 4.5 prikazan je takav koncentrator s pet priključaka (što znači da se može priključiti 5 Ethernet stanica).

Komponente 10BASE-T segmenata s uvijenim paricama

U pojednostavljenom prikazu 10BASE-T segmenta može se reći da su za njegovu izgradnju i priključak na njega potrebne sljedeće komponente: mrežni kabel, kabel s izmijenjenim priključcima (*crossover cable*), test valjane povezanosti (*link integrity test*) i spojni kabeli (*patch cables*).

Mrežni medij

Ethernet sustavi s uvijenim paricama i brzinom rada od 10 Mbps projektiraju se tako da duljina pojedinog segmenta ne bude veća od 100 m. Iako će mreža raditi i s kabelima kategorije 3 (prema EIA/TIA standardu za kabele), danas se gotovo uvijek primjenjuju kabeli kategorije 5, koji su znatno bolje kvalitete.

Izbor ove vrste medija za izgradnju lokalne mreže predstavlja donekle i ulaganje u budućnost, jer ovi visokokvalitetni kabeli i ostali pripadajući spojni materijal (utikači, utičnice i razvodne ploče) omogućuju i rad na brzinama od 100 Mbps.

Zamjenom aktivnih mrežnih komponenti (koncentratori, mrežne kartice, prespojnice) moguće je vrlo jednostavno povećati propusnost mreže na istom mediju.

Za provjeru ispravnosti spojeva, kao i ispitivanje zadovoljava li izvedena instalacija zahtijevane električne karakteristike, koriste se različiti mjerni uređaji. Mjeri se preslušavanje signala, odnosno razina signala koja se preslikava u susjednu paricu i slabljenje signala na mjerenom segmentu.

U Ethernet 10BASE-T sustavu koriste se dvije parice zaključene s 8-polnim konektorima RJ-45. Samo se četiri pola konektora koriste za rad.

Pin broj	Signal
1	TD+
2	TD-
3	RD+
4	Neupotrijebljen
5	Neupotrijebljen
6	RD-
7	Neupotrijebljen
8	Neupotrijebljen

Slika 4.6
Signali u 10BASE-T
8-polnom
konektoru.



Signali za primanje i slanje podataka su polarizirani, tako da jedna žica prenosi pozitivni signal (+), a druga negativni (-).

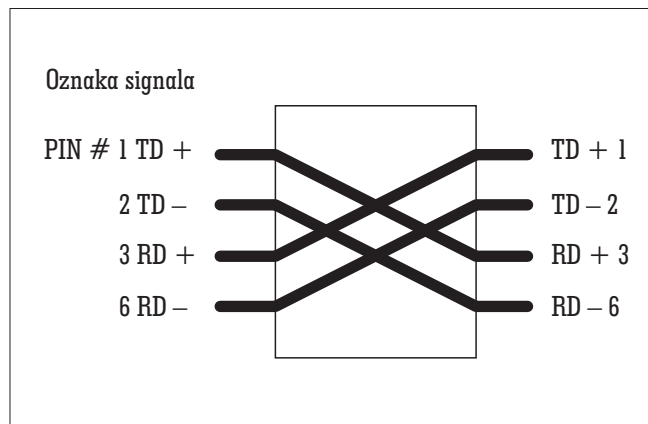
Još je jedna velika prednost upotrebe 10BASE-T medija za izgradnju lokalne mreže. U slučaju prekida veze neke od stanica s medijem (prekinuti kabel ili loš spoj konektora u mrežnoj kartici), samo ta stanica neće imati pristup mreži (što se odmah i vidi na uređajima jer ne svijetli *Link* svjetlo), dok će ostale stanice i dalje nesmetano raditi. Kod mreža izvedenih s koaksijalnim kabelima to nije slučaj. Prekid u kabelu na samo jednoj stanici uzrokuje zastoje u radu čitavog Ethernet segmenta.

10BASE-T kabel s izmijenjenim priključcima

Kad se povezuju dvije jedinice za priključak medija (MAU) na nekom Ethernet segmentu s uvijenim paricama moraju se spojiti tako da se vodovi predviđeni za slanje podataka jedne stanice spajaju na vodove za prijem signala druge stanice i obrnuto. Izmjena priključaka izvodi se ili s posebnim kabelom (*crossover cable*) ili unutar samog koncentratora (*hub*).

Za jednostruki segment koji povezuje samo dvije stanice u mrežu moguće je napraviti takav kabel u kojem se parice za slanje (TD) na jednoj

strani kabela spajaju na parice za primanje podataka (RD) na drugom kraju kabela i obrnuto, kako je prikazano na slici 4.7. U tom slučaju nije potreban konzentrador.



Slika 4.7
Spoj u 10BASE-T
kabelu s
izmijenjenim
priključcima.



Ako se mreža sastoji od tri ili više stanica, nužno je nabaviti i koncentrador, a kabele se tad spajaju izravno, odnosno kontakt br. 1 na jednoj strani kabela se spaja s kontaktom br. 1 na drugoj strani kabela, i tako redom svih 8 kontakata.

Izmjena priključaka za slanje i primanje tad je napravljena unutar samog koncentratora.

Test valjane povezanosti (*link integrity test*)

Jednice za priključak medija (MAU) trajno nadgledaju linije za prijem podataka i na taj način provjeravaju valjanost veze između koncentratora i stanice. Kad na mreži nema prometa, jedinice i same šalju signal za provjeru veze da bi provjerile je li veza u redu. Neki proizvođači opremaju svoje jedinice za priključak medija svijetlećim diodama (LED) koje pokazuju valjanost veze (obično su označene oznakom *Link*).

Ako ove diode svijetle na oba kraja segmenta (i na kartici i na koncentratoru), to je dobar znak da je segment dobro električki povezan. Budući da signal za provjeru veze radi na mnogo nižim brzinama od onih na kojima se obavlja stvarni prijenos podataka medijem, prisutnost svjetla na oba kraja segmenta ne mora značiti i 100 % sigurnost da će mreža raditi. Ako je preslušavanje signala između parica veliko, može doći do

takvih smetnji koje će praktički onemogućiti rad mreže. Stoga je nužno provesti potrebna mjerenja na izvedenim segmentima mreže.

Spojni kabeli (*patch cables*)

Ovi kabeli namijenjeni su spajanju samih stanica (računala) s utičnicom na zidu ili u podu, na isti način kao što se telefonski aparat spaja s utičnicom u zidu. No, za spajanje računala mora se obavezno koristiti kabel s uvijenim paricama i to finožičani kabel. Dok se za polaganje u zidove i instalacijske kanale koristi kabel s paricama načinjenim od jedne žice, za spojne kabele koristi se kabel u kojem je parica načinjena od mnogo sitnih, upletenih žičica. Takav je kabel puno savitljiviji i neće doći do gubljenja kontakta prilikom pomicanja kabela (primjerice, ako je uključen u prijenosno računalo).

Nije dozvoljeno napraviti ove kabele od telefonskih kabela, zato što u takvim kabelima parice nisu uvijene pa se i na kratkim kabelima pojavljuju tako visoke razine preslušavanja signala da rad nije moguć, odnosno dolazi do pojave zakašnjelih sukoba.

Naime, stanica koja emitira signal s podacima, zbog preslušavanja između parica istovremeno i prima svoj vlastiti signal te dolazi do zakašnjele detekcije sukoba (kad je paket s podacima već poslan). U tom slučaju samo Ethernet sučelje ne provodi automatsko ponovno slanje paketa (kao što je slučaj kod normalnog sukoba) već to treba učiniti mrežni softver, a to odmah znači i značajno smanjenje preformansi čitave mreže. Ponekad čak pojedini segmenti uopće ne rade.

Upute za izgradnju 10BASE-T segmenata

U Ethernet specifikacijama ovi segmenti se označavaju kao vezni (*link*) segmenti. Vezni segment se definira kao veza od točke do točke (*point-to-point*), koja spaja dva i samo dva sučelja ovisna o mediju (MDI). Drugim riječima, vezni segment koji potpuno zadovoljava IEEE 802.3 specifikacije spaja samo dva uređaja, na svakom kraju kabela priključen je po jedan uređaj.

Tablica 4-2. Pravila za izgradnju Ethernet segmenata pomoću uvijenih parica

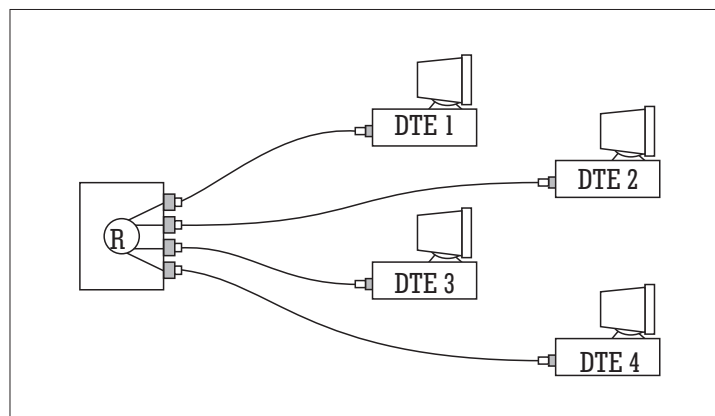
Najveća dopuštena duljina segmenta	Najveći dopušteni broj jedinica za priključak medija (MAU)	
Uvijena parica 10BASE-T	100 m	po veznom segmentu 2

Najmanja mreža sastoji se od samo dvije Ethernet stanice spojene pomoću kabela s izmijenjenim priključcima. U slučaju tri ili više stanica (što je najčešće i slučaj) koriste se uređaji koje nazivamo koncentratorima. Obično su opremljeni s 4 do 24 priključka i omogućuju povezivanje većeg broja veznih segmenata u jedinstveni Ethernet segment.

Jedinica za priključak medija (MAU) na Ethernet sučelju ugrađenom u računalu (mrežnoj kartici) spaja se na jedan kraj veznog segmenta, a drugi kraj se priključuje na jedan od priključaka koncentratora. Na taj način u Ethernet segment moguće je priključiti onoliko stanica koliko ima priključaka na koncentratoru, a sve stanice međusobno komuniciraju preko koncentratora.

Fizička topologija Ethernet segmenta s uvijenim paricama

Fizička topologija podržana veznim segmentima s uvijenim paricama je zvijezda. U ovom rasporedu su svi segmenti spojeni na centralni uređaj – koncentrator i šire se kao zrake prema svakoj od priključenih stanica. Na slici 4.8 prikazane su četiri Ethernet stanice (DTE) spojene na koncentrator s 4 priključka pomoću veznih segmenata s uvijenim paricama.



Slika 4.8
Fizička topologija
Ethernet segmenta
s uvijenim
paricama.



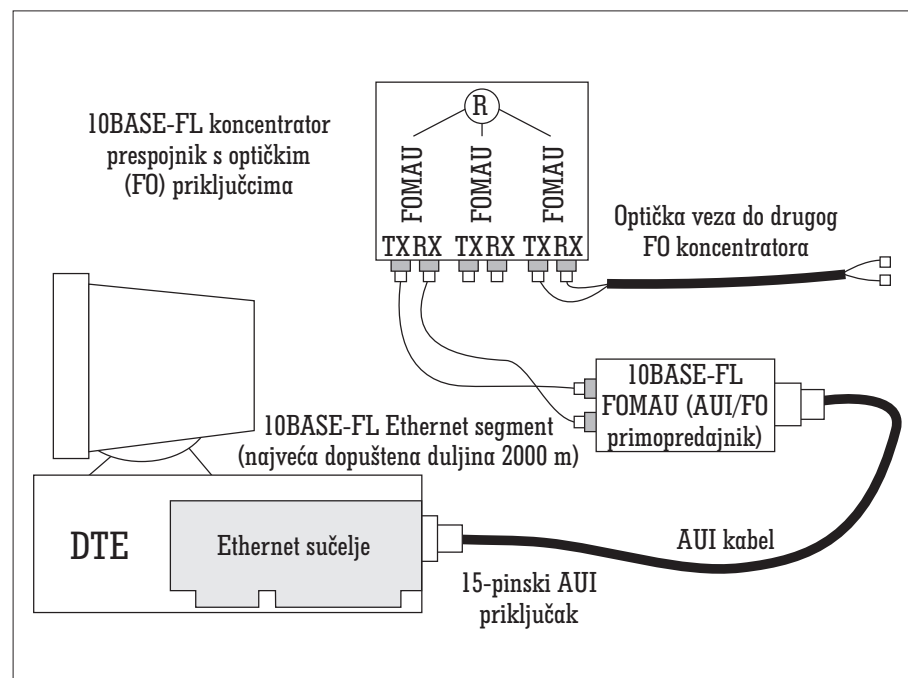
Signali sa svake stanice šalju se do koncentratora, a zatim se isti signal ponavlja na svim preostalim veznim segmentima. Podatke će zaista primiti samo stanica kojoj su i namijenjeni.

Ako bilo koji korisnik u ovakvom načinu spajanja isključi jedan od krajeva kabela s koncentratora ili iz mrežne kartice na svom računalu, cijeli Ethernet segment i dalje funkcionira bez prekida, osim što isključena stanica nema pristup mrežnom mediju.

Dozvoljeno je i priključivanje i isključivanje stanica na aktivnoj mreži (za vrijeme rada), što kod nekih drugih medija nije slučaj.

Ethernet segmenti s optičkim kablom

Ethernet medij u sustavu 10BASE-FL koristi za prijenos podataka svjetlosne impulse umjesto električnih signala.



Slika 4.9

Spoj računala na Ethernet segment izgrađen pomoću optičkog vlakna. ➔

Korištenje svjetlosnih impulsa omogućuje izvrsnu električnu izolaciju uređaja na krajevima optičkih veza. Dok je kod Ethernet uređaja koji koriste metalne veze stalno prisutna opasnost od električnih strujnih udara, kod optičkih veza to nije slučaj. Potpuna električna izolacija osigurava sigurnost ovakvih sustava kako od električnih pražnjenja u atmosferi, tako i od lutajućih struja uzemljenja koje mogu nastati povezivanjem dviju prostorno odvojenih zgrada. Stoga se ovo rješenje najčešće koristi pri međusobnom povezivanju dviju ili više zgrada u jedinstvenu lokalnu mrežu.

Na slici 4.9 prikazan je spoj računala na Ethernet segment izgrađen pomoću optičkog vlakna. Računalo je opremljeno Ethernet sučeljem s 15-polnim AUI konektorom. Na njega se priključuje pomoću standardnog AUI kabla (o kojem je bilo riječi kod Ethernet segmenata s debelim koaksijalnim kabelom) jedinica za priključak optičkog medija (MAU ili FO-MAU). Ova jedinica spojena je pomoću dvije niti optičkog kabla na koncentrator s odgovarajućim optičkim priključcima.

Drugi priključak koncentratora spojen je na optički kabel koji može biti priključen na neki drugi optički koncentrator (primjerice u drugoj zgradi).

Osim neosjetljivosti na električne smetnje, druga velika prednost optičkih kabela su velike udaljenosti koje mogu premostiti (1000 ili 2000 m), a osim toga, kao i uvijene parice mogu raditi na brzinama i od 10 i od 100 Mbps, a i višim. Jednom postavljenu optički kabel može raditi kao mrežna okosnica (*backbone*) koja povezuje 10 Mbps uređaje, a ako se mreža nadograđuje na brzinu od 100 Mbps, isti kabel u potpunosti će zadovoljiti rad na novim brzinama.

Stari i novi vezni segmenti s optičkim vlaknom

Najčešće korišteni tip medija s optičkim vlaknom je vezni segment. Postoje dvije vrste veznih segmenata s optičkim vlaknom: originalni *Fiber Optic Inter-Repeater Link* (FOIRL) vezni segment i noviji 10BASE-FL segment.

Originalne FOIRL specifikacije Ethernet standarda iz ranih 80-ih određivale su vezni segment od maksimalno 1000 m samo između dva prespojnika. Kako je cijena tih uređaja padala i razvijani su uređaji sa sve više priključaka, postalo je ekonomski prihvatljivo povezivati pomoću optičkog kabela i samostalna računala na koncentrator s optičkim priključcima. Proizvođači opreme stvorili su jedinicu za priključak medija (MAU) s optičkim vlakom iako u FOIRL standardu nije opisana veza optičkim kablom između Ethernet stanice i koncentratora.

Da bi uskladili rješenja i uzeli u obzir ostale mogućnosti primjene optičkih vlakana, razvijena je grupa standarda nazvana 10BASE-F, a koji reguliraju upotrebu optičkog medija u Ethernet sustavima. U ovu skupinu standarda uključene su i revizije originalnih specifikacija koje razmatraju uporabu optičkog vlakna za direktno spajanje računala na koncentratore s optičkim priključcima. Ukupne 10BASE-F specifikacije obrađuju tri vrste segmenata:

10BASE-FL

Ovaj standard zamjenjuje stare FOIRL specifikacije i razvijen je tako da pokriva i uporabu starije FOIRL bazirane opreme. Omogućena je maksimalna duljina segmenta s optičkim vlaknom od 2000 m, uz ograničenje da samo prema koja zadovoljava 10BASE-FL specifikacije bude upotrijebljena u takvom segmentu. Ako se u segmentu koristi i starija FOIRL oprema, tad je maksimalno dozvoljena duljina segmenta i dalje 1000 m.

10BASE-FL segment može biti spojen između dva računala, između dva prespojnika ili između računala i priključka prespojnika. Zbog raširenosti uporabe ovo je najviše korišten dio 10BASE-F standarda, a postoji velika ponuda raznovrsne opreme na tržištu.

10BASE-FB

Ovaj standard opisuje segment koji se koristi kao segment mrežne okosnice sa sinkronim povezivanjem, a dozvoljava prekoračenje ukupnog broja prespojnika koji može biti korišten na danom Ethernet segmentu. Uobičajeno povezuje dva koncentratora sa sinkroniziranim signalima u zajednički sustav mrežne okosnice, premošćujući pri tome velike udaljenosti. Tako spojeni uređaji ponašaju se, i broje, kao jedan uređaj. Maksimalne udaljenosti koje se mogu povezati su do 2000 m. Tržište ove opreme je ograničeno samo na specijalne primjene i postoji samo nekoliko dobavljača ovakve opreme.

10BASE-FP

Optički pasivni sustavi (*fiber passive*) sadrže specifikacije za uporabu optičkih vlakana u miješanim segmentima koji povezuju više računala u Ethernet sustav s optičkim vlaknom bez uporabe prespojnika. Segmenti mogu biti dugi do 500 m, a jedan 10BASE-FP uređaj s pasivnom zvije-

zdom (*fiber optic passive star coupler*) može povezati do 33 računala. Ovaj sustav nije široko prihvaćen i praktički ga nema na tržištu.

Komponente 10BASE-FL segmenata s optičkim vlaknom

U ovom odjeljku bit će opisani samo noviji 10BASE-FL vezni segmenti s optičkim vlaknom (i starija FOIRL inačica) budući da je to najšire primjenjivan standard u današnjim Ethernet sustavima.

Za izgradnju i spoj na 10BASE-FL segmente potrebni su mrežni medij i provjera valjane povezanosti. Ovo su samo najosnovnije postavke i kratki uvod u optičke sustave te ne daju dovoljno informacija koje su potrebne za projektiranje i izgradnju ovakvih sustava.

Mrežni medij

Tipični kabel koji se koristi za izgradnju Ethernet segmenata s optičkim kablom je multi-modno optičko vlakno (*multi-mode fiber cable* - MMF) s jezgrom vlakna promjera 62.5 mikrona (tisući dio milimetra) i vanjskim plaštom promjera 125 mikrona (62.5/125). Svaki vezni segment zahtijeva dva optička vlakna – jedno za slanje i drugo za prijem podataka. Tržište je bogato različitim vrstama kabela – od jednostavnog dvonitnog kabela s plastičnim (PVC) zaštitnim omotačem do višenitnih specijalnih kabela s višestrukom zaštitom (od vlage, glodavaca i slično) za međusobno povezivanje zgrada.

Najčešće upotrebljavani konektor za vezne segmente s optičkim kablom je takozvani ST konektor. Službena oznaka za ovu vrstu konektora prema ISO/IEC međunarodnim standardima je BFOC/2.5.

ST konektor je bajonet tipa, a opremljen je oprugom koja osigurava čvrsti spoj konektora s ležištem. Vanjski prsten konektora se učvršćuje na mjesto priključka (slično kao vanjski prsten BNC konektora). Unutarnji dio konektora sastoji se od tuljca s utorom za optičko vlakno. Čeona površina tuljca je fino ispolirana nakon što je konektor postavljen na kraj kabela (radi što boljeg međusobnog kontakta dvaju konektora).

Optički kontakt ostvaruje se tako da se tuljci dvaju ST konektora spoje čelima uz pomoć specijalnog prihvatnika ST konektora. ST prihvatnik u sebi ima izrađen utor koji točno odgovara promjeru tuljca ST konektora, a vanjski rub odgovara unutarnjem promjeru vanjskog prstena ST konektora.

ST konektor gurne se u ST prihvatnik i zakretanjem (uz lagani pritisak u smjeru priključka) zakvači za zatike na prihvatniku. Pri tome se opruga ST konektora koja drži vanjski prsten malo stlači i drži konektor čvrsto spojen s prihvatnikom. S druge strane prihvatnika je simetrična slika. Kraj drugog kabela završen je sa ST konektorom koji se utakne u ST prihvatnik, a pri tome se čelom tuljca nasloni na čelo tuljca konektora pričvršćenog s druge strane.

Opruge na konektorima ostvaruju čvrsti dodir između čela dvaju konektora, tako da se optičko vlakno u jednom konektoru praktički nastavlja na vlakno drugog konektora. Budući da je vlakno vrlo malog promjera, nužno je savršeno vođenje u prihvatniku konektora, uz minimalne tolerancije.

Ovakav priključak omogućuje tijesnu vezu s preciznim poravnavanjem između dvije niti optičkog kabela koje treba optički povezati.

Valna duljina svjetlosti koja se koristi u veznom segmentu s optičkim kablom iznosi 850 nanometara (850 nm), a ukupni gubici signala na cijeloj duljini segmenta ne smiju biti veći od 12.5 dB (decibela). Ukupni gubici dobiju se zbrojem gubitaka koji nastaju zbog smanjenja razine signala tijekom puta kroz medij (*attenuation*) i neizbježnih gubitaka koji nastaju na svakom spoju optičkih konektora.

Što je dulji vezni segment i što više je konektora na jednom segmentu bit će veći ukupni gubici signala. Optički gubici mjere se pomoću mjernih uređaja za optičke kabele i mogu točno izmjeriti koliki su gubici na mjerenom segmentu za željenu valnu duljinu svjetlosti.

Standardne izvedbe optičkih kabela koji rade s valnim duljinama svjetlosti od 850 nm imaju gubitke u granicama od 4 dB do 5 dB na svakih 1000 m. Isto tako možete očekivati gubitke od 0.5 do 2 dB po svakom spojnom mjestu, ovisno o tome koliko je dobro izvedena ugradnja konektora na kraj kabela. Ako su ugradnje loše izvedene ili ako se na čelima konektora nalaze otisci prstiju, masne mrlje ili prašina, gubici mogu biti i veći.

Stariji FOIRL segmenti koriste iste tipove kabela, konektora i imaju iste ukupne dozvoljene gubitke. 10BASE-FL specifikacije načinjene su da budu unatrag usklađene s postojećim FOIRL sustavima. Glavna razlika je u tome što 10BASE-FL segment može biti dug do 2000 m ako se na tom segmentu koristi samo 10BASE-FL oprema.

Test valjane povezanosti

10BASE-FL jedinica za priključak medija i starija FOIRL jedinica za priključak medija (MAU) za vrijeme rada mjere intenzitet svjetlosnog signala na Ethernet segmentu s optičkim kabelom i na taj način provode ispitivanje valjane povezanosti.

Ako svijetle *Link* svjetla na jedinicama za priključak medija uređaja na krajevima veznog segmenta, to je pokazatelj da su segmenti spojeni ispravno i da su gubici u prihvatljivim granicama. Ako se razina optičkog signala spusti ispod dozvoljene granice, jedinica za priključak medija će detektirati ovu činjenicu i prestati slanje i primanje podataka na tom segmentu.

Upute za izgradnju 10BASE-FL i FOIRL sustava s optičkim kabelima

U Ethernet specifikacijama 10BASE-FL i stariji FOIRL segmenti definiraju se kao vezni (*Link*) segmenti. Vezni segment je definiran kao medij od točke-do-točke koji povezuje dva i samo dva uređaja ovisna o mediju (MDI).

Tablica 4-3. Pravila za izgradnju Ethernet segmenata s optičkim kabelima

Najveća dopuštena duljina segmenta		Najveći dopušteni broj jedinica za priključak medija (MAU)	
10BASE-FL	2000 m	10BASE-FL segment	2
FOIRL	1000 m	FOIRL segment	2

Ako se na oba kraja segmenta koriste 10BASE-FL MAU, duljina segmenta može biti 2000 m. Ako se na bilo kojem od krajeva segmenta koristi FOIRL uređaj, najveća dopuštena duljina segmenta je 1000 metara.

Najmanja moguća mreža može se sastojati od dva računala spojena pomoću optičkog kabela, po jedan na svakom kraju segmenta. Mnogo češći slučaj je korištenje uređaja s višestrukim priključcima (koncentrator, preklopnik) koji omogućuju vezu između više veznih segmenata.

Fizička topologija veznog segmenta s optičkim kablom

Uređaji se pomoću optičkog kabela povezuju u topologiji zvijezde. Skupina veznih segmenata povezuje se tako da se jedan kraj segmenata priključuje na koncentrator, a drugi se zvjezdasto (kao zrake sunca) šire oko koncentratora i priključuju na računala ili druge koncentratore. Na slici 4.8 prikazan je ovaj raspored.

Pravila za izgradnju višesegmentnih lokalnih mreža

U ovom odjeljku bit će riječi o pravilima koja se moraju poštivati prilikom izgradnje lokalnih mreža koje se sastoje od više različitih Ethernet segmenata. Standard IEEE 802.3 predviđa dva modela za provjeru konfiguracije višesegmentne 10 Mbps Ethernet mreže.

Prijenosni sustav prema Modelu 1 zasniva se na skupini jednostavnih pravila koja se moraju poštivati prilikom izgradnje lokalnih mreža. Ako mrežni sustav zadovoljava ova pravila, sistem će raditi korektno s obzirom na vrijeme kružnog putovanja (*round trip time*) signala.

Prijenosni sustav prema Modelu 2 opisuje skup kalkulacija koje je potrebno provesti da bi se provjerile mnogo kompliciranije mrežne topologije koje nisu pokrivena pravilima iz Modela 1.

Započet ćemo opisom uvjeta koji moraju biti ispunjeni prije primjene pravila, da bismo utvrdili radi li se zaista o samo jednoj mreži. Najprije će biti objašnjen pojam domene sukoba, a zatim slijedi opis pravila prema Modelu 1 i 2.

Uvjeti za primjenu pravila

Pravila za projektiranje mreža vrijede samo za Ethernet opremu koja zadovoljava zahtjeve IEEE 802.3 standarda, i na Ethernet medije koji zadovoljavaju preporuke standarda. Ako je u Ethernet sustav ugrađena oprema koja nije u skladu s danim standardom, ova pravila ne mogu se koristiti za provjeru rada mreže.

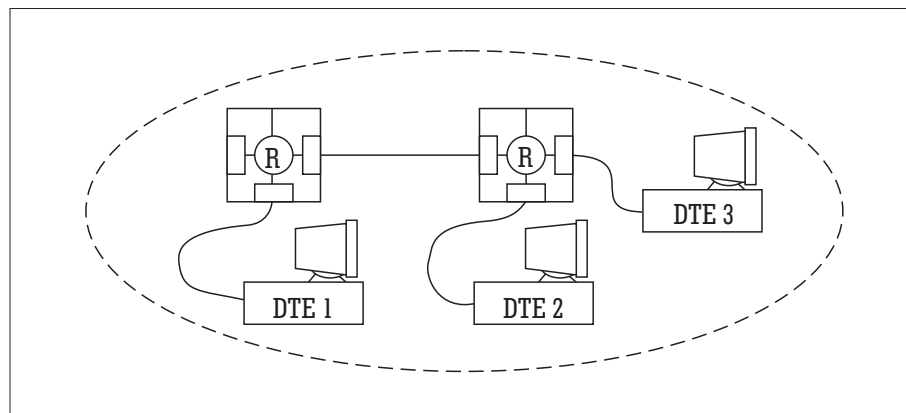
Razlog je vrlo jednostavan kad se uzme u obzir da su inženjeri razvili ova pravila na temelju poznatih vremena kružnog putovanja signala i odgovarajućih električnih karakteristika opreme koja u potpunosti zadovoljava zahtjeve standarda. Samo tako je moguće predvidjeti kakvo će biti

ponašanje opreme i kako će signali putovati kroz višestruke Ethernet segmente.

Ako se koristi nestandardna oprema ili se segmenti medija povezuju s opremom koja nije opisana standardom nije moguće predvidjeti kako će se navedena oprema ponašati u uvjetima rada na mreži. Iako sve može raditi savršeno dobro, bit će "izvan standarda" i neće se moći primijeniti pravila da biste utvrdili zadovoljava li Ethernet mreža uvjete predviđene standardom.

Domena sukoba

Pravila za konfiguraciju višesegmentnih mreža primjenjuju se samo na jednu Ethernet domenu sukoba (*collision domain*). Domena sukoba je službeno definirana kao jedna CSMA/CD mreža u kojoj dolazi do generiranja sukoba ako dva računala spojena u sustav pokušaju slati podatke u istom trenutku. Ethernet sustav načinjen od samo jednog segmenta ili više segmenta povezanih pomoću prespojnika predstavlja jednu domenu sukoba.

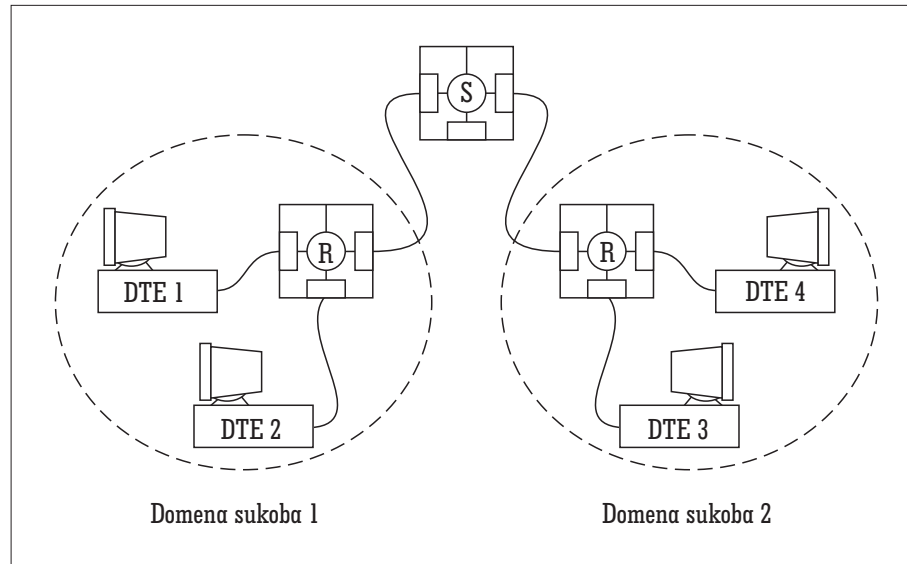


Slika 4.10
Koncentratori – prespojnici tvore jednu domenu sukoba. ➔

Slika 4.10 prikazuje dva međusobno spojena koncentratora koji povezuju tri računala. Budući da su za spajanje segmenata u ovoj mreži korišteni samo prespojnici – pojačala koja primaju signal iz jednog segmenta, pojačaju ga i ponavljaju na drugom segmentu – svi segmenti i računala na ovoj slici tvore jednu domenu sukoba.

Na sljedećoj slici (slika 4.11) dva koncentratora i računala su povezana pomoću paketnog preklopnika (*switching hub, bridge* ili *router*) i zbog toga se nalaze u odvojenim domenama sukoba, budući da paketni pre-

klopnici ne prenose signale sukoba (*collision*) iz jednog segmenta u drugi. Paketni preklopnici sadrže višestruka Ethernet sučelja i projektirani su tako da primaju paket na jednom priključku, i odašilju podatke na drugom priključku u novom paketu.



Slika 4.11
Paketni preklopnici
tvore odvojene
domene sukoba. ➔

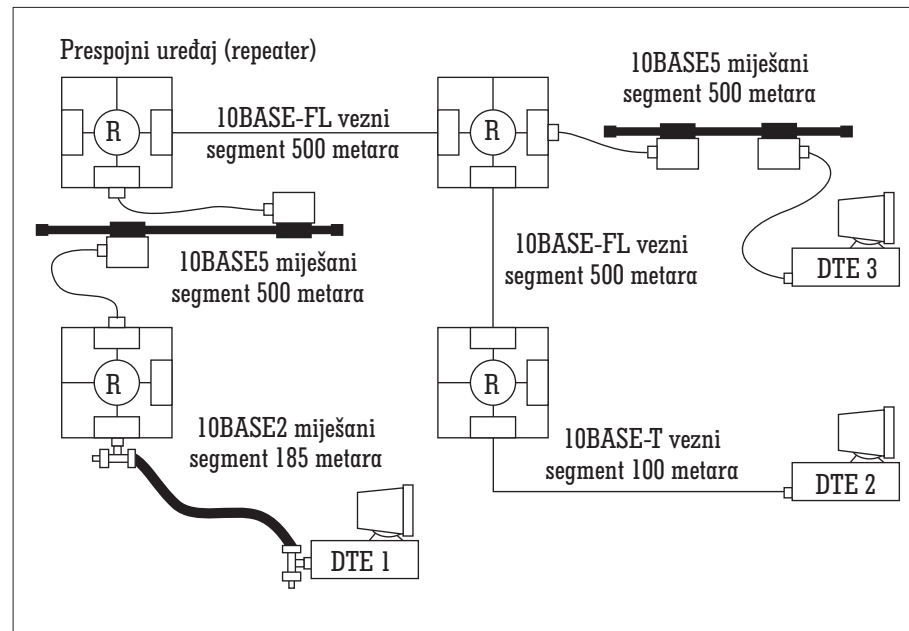
Umjesto da prenose signale sukoba, paketni preklopnici prekidaju domenu i dozvoljavaju Ethernet segmentima koje povezuju da rade neovisno jedan o drugome. Zbog toga su pogodni za izgradnju velikih Ethernet sustava povezivanjem manjih Ethernet segmenata u jedinstvenu lokalnu mrežu.

Pravila opisana ovdje, a koja proizlaze iz 802.3 standarda odnose se na jednostavne Ethernet mreže. Zbog toga se primjenjuju samo na jednu domenu sukoba i ne razmatraju vremena signala u mrežama kombiniranim pomoću paketnih preklopnika. Dokle god je neka domena sukoba ispravno postavljena i funkcionira, nema razloga da se mnogo takvih domena ne poveže zajedno pomoću paketnog preklopnika.

Pravila za projektiranje prema Modelu 1

Prvi model opisuje pravila za višesegmentne konfiguracije 10 Mbps Ethernet sustava. Masni tekst je prijevod originalnih navoda iz IEEE Std. 802.3j-1993 (p.26). Ostalo su komentari i pojašnjenja navoda.

1. **Za međusobno povezivanje svih segmenata nužni su prespojnici (repeateri).** Korišteni prespojnici moraju biti usklađeni sa zahtjevima u sekciji 9 standarda 802.3 i provoditi obnavljanje i usklađivanje signala na segmentima i sl.
2. **MAU (jedinica za priključak medija) koja je dio prespojnika broji se u ukupno dozvoljeni broj MAU jedinica na segmentu.** Dok su kod Ethernet segmenata MAU jedinice obično vanjske, prespojnici s tankim koaksijalnim kabelom i uvijenim paricama obično koriste unutarnji MAU (za svaki priključak po jedan).
3. **Dozvoljeni prijenosni put između bilo koja dva DTE uređaja može se sastojati od pet segmenata, četiri prespojnika (uključujući i opcione AUI uređaje) dvije jedinice za priključak medija (MAU) i dva AUI (sučelje jedinice za priključak medija).** Podrazumijeva se da prespojnici imaju svoje vlastite jedinice za priključak medija koje se ne broje u ovom pravilu.
4. **AUI kabele za 10BASE-FP i 10BASE-FL uređaje ne smiju prijeći duljinu od 25 m.** (Budući da su potrebne dvije jedinice za priključak – MAU po jednom segmentu, ukupna duljina AUI kabela iznosi ukupno dozvoljenih 50 m po segmentu.)
5. **Kad se prijenosni put sastoji od četiri prespojnika i pet segmenata, tri segmenta mogu biti miješani segmenti, a ostali moraju biti vezni segmenti (*link*).** U slučaju 5 segmenata duljina segmenta načinjenog pomoću optičkog kabela (FOIRL, 10BASE-FB ili 10BASE-FL) ne smije prijeći 500 m, svaki 10BASE-FP segment ne smije prekoračiti duljinu od 300 m.
6. **Kad se prijenosni put sastoji od tri prespojnika i četiri segmenta, primjenjuju se sljedeća ograničenja:**
 - ♦ **Najveća dozvoljena duljina bilo koje međuprespojničke optičke veze (*inter-repeater fiber segment*) ne smije prijeći 1000 m za FOIRL, 10BASE-FB i 10BASE-FL segmente i ne smije prijeći 700 m za 10BASE-FP segmente.**
 - ♦ **Najveća dozvoljena duljina između prespojnika i DTE uređaja (računalo) ne smije prijeći 400 m za 10BASE-FL segmente, te ne smije prijeći 300 m kod 10BASE-FP i 400 m za segment zaključen 10BASE-FL jedinicom za priključak medija (MAU).**
 - ♦ **Nema ograničenja o broju miješanih segmenata u ovom slučaju.** Drugim riječima, kad se koristi skup od tri prespojnika i četiri segmenta, svi segmenti mogu biti miješani segmenti ako je to potrebno.



Slika 4.12
Jedan od mogućih
maksimuma
10 Mbps sustava. ➔

Na ovoj slici dan je primjer moguće kombinacije Ethernet sustava koja zadovoljava skup opisanih pravila.

Najdulji prijenosni put je u slučaju na slici između stanice DTE 1 i DTE 2, budući da se signalu na putu od jedne do druge nalazi 4 prespojnika i pet segmenata. Dva segmenta na tom putu su miješani segmenti, a ostala tri su vezni segmenti. Moguće su i druge kombinacije veza, uz uvjet da su zadovoljena pravila.

Iako su pravila načinjena koristeći maksimalna vremena propagacije signala, ne smijete se dovoditi u situaciju da "malo prekoračite" dozvoljene dimenzije i broj uređaja. Prilikom izračuna vrijednosti nisu ostavljene velike tolerancije i morate voditi računa o tome da su i proizvođači opreme iskoristili dozvoljena odstupanja. Također treba izbjegavati maksimalne dozvoljene vrijednosti jer tad čitav sustav radi na granici funkcionalnosti. Ako želite pouzdan rad i maksimalne performanse sustava, nužno je držati se u dozvoljenim granicama. Ethernet, kao i svi ostali sustavi, radi najbolje u optimalnom režimu rada, a ne napregnut do krajnjih granica.

Pravila za projektiranje prema Modelu 2

Drugi model osiguran od IEEE opisuje skup kalkulacija koje omogućuju provjeru valjanosti mnogo složenijih Ethernet sustava.

U modelu postoje dvije grupe kalkulacija koje moraju biti provedene za svaki Ethernet sustav koji se želi razviti. Prva grupa kalkulacija provjerava kašnjenje vremena kružnog putovanja signala (*round trip signal delay time*). Druga skupina kalkulacija provjerava da ukupni međupaketni razmaci budu zadržani u dozvoljenim granicama.

Obje kalkulacije temelje se na mrežnom modelu u slučaju najgoreg prijenosnog puta. Za provjeru ovih podataka mora se napraviti model mreže s uključenim svim medijima, prespojnica, jedinica za priključak i AUI kabelima i to za najteži slučaj rada, a zatim se na temelju vrijednosti vremena kašnjenja signala za svaku komponentu ili medij računa ukupno vrijeme kašnjenja signala. Na temelju izračuna i provjere nalazi li se rezultat u dozvoljenim granicama, donosi se odluka o izgradnji ili ne takvog segmenta.

Budući da se ovi slučajevi pojavljuju u praksi vrlo rijetko, a tehničko znanje potrebno za provođenje ovih izračuna nadilazi saržaj ove knjige, daljnji postupak neće biti opisan.

Sažetak

U ovom poglavlju razmatrana je svaka od četiri vrste medija koje se koriste za spajanje računala u mreže. Opisana su svojstva pojedine vrste medija, komponente potrebne za izgradnju Ethernet segmenta s pojedinom vrstom medija i pravila kojih se treba pridržavati prilikom izgradnje pojedine vrste segmenata.

Segmenti mogu biti miješani (tanki i debeli koaksijalni kabel) ili vezni (uvijene parice i optičko vlakno), a mogu se i međusobno spajati uz poštivanje određenih pravila.

Za međusobno povezivanje segmenata koriste se uređaji – prespojnici (repeateri) – koji imaju obično po dva priključka (jedan za svaku vrstu segmenata koje spajaju) i brinu se o tome da se signali vjerno prenesu s jednog segmenta u drugi i obrnuto. Pri tome se prenosi i signal detekcije sukoba. Postoje i izvedbe ovih uređaja s više priključaka (multiport repeater).

Na kraju su opisana pravila izgradnje Ethernet sustava na brzinama od 10 Mbps. Pravila se primjenjuju na jednu domenu sukoba, a postoje dva modela provjere. Ako se Ethernet segmenti spajaju u cjelinu pomoću paketnog preklopnika, svaki priključak paketnog preklopnika čini jednu domenu sukoba, a signal detekcije sukoba ne prenosi se iz domene u domenu.
