

UNIVERZITET «Džemal Bijedić»
Fakultet Infomacijskih Tehnologija
MOSTAR

Admir Sivo - admirs@lugze.org

ETHERNET MREŽE

SEMINARSKI RAD

Zenica, Januar 2003.

Student: **Admir Sivro** - admirs@lugze.org

Sadržaj:

			Sadržaj	2.	
1.			UVOD	3.	
2.			HISTORIJA ETHERNET ARHITEKTURE	4.	
	2.1.		OSI REFERENTNI MODEL	5.	
		2.1.1.	Aplikacioni sloj.....	5.	
		2.1.2.	Prezentacioni sloj.....	6.	
		2.1.3.	Sloj sesije (<i>session</i>)	6.	
		2.1.4.	Transportni sloj.....	6.	
		2.1.5.	Mrežni sloj.....	7.	
		2.1.6.	Dana-link sloj.....	7.	
		2.1.7.	Fizički sloj.....	7.	
	2.2.		ETHERNET SPECIFIKACIJA	8.	
	2.3.		ETHERNET - OSNOVI I PRINCIPI RADA	8.	
		2.3.1.	Osnovne karakteristike.....	8.	
		2.3.2.	Direktan sudar.....	9.	
		2.3.3.	Detekcija sudara.....	10.	
		2.3.4.	Ethernet paketi (<i>frames</i>)	11.	
		2.3.5.	Mrežni protokol i ethernet adrese.....	12.	
		2.3.6.	Signalana topologija lokalne mreže.....	13.	
3.			MREŽNI SISTEM S BRZINOM PRIJENOSA OD 10 MBPS	15.	
	3.1.		Mediji s Brzinom Rada Od 10 Mbps.....	15.	
	3.2.		Komponente za Izgradnju 10 Mbps Sistema.....	16.	
	3.3.		Fizički medij.....	16.	
	3.4.		Adapter Ovisan o Mediju - MDI.....	16.	
	3.5.		Jedinica za Priključak Medija.....	17.	
	3.6.		Adapter Jedinice za Priključak - AUI.....	17.	

	3.7.		Izvor Podataka ili Računar - DTE.....	17.	
	3.8.		Spojimo komponente u cjelinu.....	18.	
	3.9.		Unutrašnji i vanjski MAU.....	18.	
4.			ETHERNET MEDIJ ZA PRIJENOS SIGNALA.....	19.	
	4.1.		Ethernet segmenti s debelim koaksijalnim kablom.....	19.	
	4.2.		Ethernet segmenti s tankim koaksijalnim kablom.....	19.	
	4.3.		Ethernet segmenti s uvijenim paricama.....	20.	
	4.4.		Ethernet segmenti s optičkim kablom.....	21.	
5.			ZAKLJUČAK.....	22.	
6.			Rječnik termina.....	23.	
			Literatura.....	25.	

1. UVOD

Tokom razvoja personalnih računara, kao računara za potrebe jednog korisnika, javila se i potreba za njihovim povezivanjem. Vremenom su se mrežni sistemi razvijali da bi danas dostigli nivo praktičnog efikasnog okruženja za razmjenu podataka. Razvijeni su razni principi i standardi po kojima su računari povezivani u mreže - *Token Ring*, *ArcNet*, *Ethernet*... Kroz dugi niz godina upotrebe *Ethernet* postaje najpopularniji standard za umrežavanje računara. Procjenjuje se da je do 2000. godine u svijetu bilo instalirano oko 600 miliona *Ethernet* stanica. Popularnost garantuje veliko tržište za *Ethernet* opremu pa je *Ethernet* postao industrijski standard koji je široko prihvaćen od strane proizvođača računarske mrežne opreme.

Umrežavanje računara poprima sve više maha u cijelom svijetu, pa tako i kod nas. Brzine komunikacije današnje mrežne opreme namijenjene lokalnim

računaskim mrežama penju se sa standardnih 10 Mbps na brzih 100 Mbps, a već su pripremljeni standardi i na raspolaganju su i prvi uređaji koji rade na brzinama od fantastičnih 1 Gbps.

Nove mrežne tehnologije (ATM) podižu brzinu komunikacije u mrežama širokih područja (WAN) na 600 Mbps i time otvaraju mogućnosti prijenosa audio i video zapisa u realnom vremenu preko računalnih mreža.

Vrtoglava popularnost Interneta i količina informacija dostupna na taj način, te stalni pad cijena i porast računalne snage, uzrokuje kupnju sve više računarske opreme, a da bi se što bolje iskoristio potencijal nove opreme, potrebno ju je povezati i dati na raspolaganje svim potencijalnim korisnicima.

Povezivanje računara unutar organizacije postalo je svakodnevnica i u našim prilikama. Računarska je mreža sistem koji povezuje različite ili slične uređaje u jednu cjelinu. U telekomunikacijskom i podatkovnom smislu, mreža povezuje uređaje za obradu podataka i komunikacijske uređaje, bilo na međudržavnom planu, unutar pojedine zemlje, grada, u industrijskom postrojenju, poslovnim zgradama preduzeća ili u malom uredu. Takvim povezivanjem nastao je i Internet - mreža svih mreža.

Ovisno o udaljenostima koje prilikom umrežavanja treba premostiti, na raspolaganju su različite tehnologije umrežavanja i vrste medija za prijenos podataka. Tako i mreže dijelimo u dvije osnovne kategorije: mreže širokih područja (Wide Area Networks - WAN) i mreže lokalnih područja (Local Area Networks - LAN).

Svaka od ove dvije kategorije dijeli se na podgrupe koje se razlikuju po vrsti medija za prijenos signala, brzinama rada, mrežnim tehnologijama i protokolima koje koriste, kao i vrsti mrežnih operativnih sistema.

2. HISTORIJA ETHERNET ARHITEKTURE

Početak sedamdesetih godina *Dr. Robert M. Metcalfe* u istraživačkom centru *Xerox Palo Alto Research Center* (PARC) radi na stvaranju sistema za komunikaciju računara koji će biti jeftin, jednostavan i efikasan sa krajnjim ciljem da stvori «kancelariju budućnosti». Trebalo je da se povežu personalni računari *Xerox Alto* koji bi u tom slučaju dobili mogućnosti koje drugi (u to vrijeme) personalni računari nisu imali.



Ovim crtežom je Dr. Robert M. Metcalfe prikazao Ethernet, tokom svoje prezentacije u okviru "National Computer" konferencije, juna 1976.

PARC je 1975. godine predstavio prvi *Ethernet* proizvod pod patentnim nazivom

Multipoint data communication system with collision detection. Naziv *Ethernet* je potekao iz istog istraživačkog centra i treba da ukazuje na mrežu (*net*) koja prenosi podatke kroz eter (*ether*). *Ether* je prema Grčkoj mitologiji prostor u kojem se nalaze sunce, zvijezde, planete, ljudi i bogovi.

Originalna verzija *Xerox Ethernet*-a je dizajnirana kao sistem brzine prenosa 2,94 megabita u sekundi (Mbps) za povezivanje preko 100 računara na koaksijalnom kabl dužine 1000 metara. Koaksijalni kabl u ovom slučaju predstavlja eter (medij). *Xerox Ethernet* se pokazao kao uspешan pa su *Digital Equipment Corporation*, *Intel Corporation* i *Xerox* 1980. godine stvorili prvu formalnu specifikaciju za 10 Mbps *Ethernet* pod imenom DIX ili *Ethernet*. Nakon dvije godine je izvršena revizija i stvoren je DIX v2.0 ili *Ethernet II*. Danas je DIX jedna od mnogih *Ethernet* specifikacija koje opisuju metode za povezivanje računara.

Novu tehnologiju za standardizaciju usvojio je komitet za lokalne mreže pri IEEE organizaciji (Institute of Electrical and Electronics Engineer) i poznata je kao IEEE 802 standard.

Ethernet standard je prvi put objavljen 1985. s formalnim nazivom "IEEE 802.3 Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications", što bi otprilike značilo višestruki pristup provjerom nositelja signala metodom pristupa detekcije sudara.

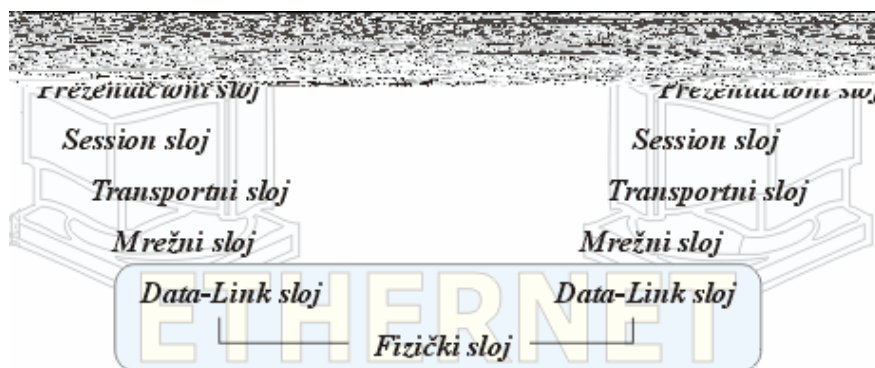
Standard je prihvatio i ISO (International Organization for Standardization), što ga je učinilo svjetski prihvaćenim mrežnim standardom. Od 1985. standard je proširivan da bi podržao nove medije za prijenos podataka (npr. kabl s uvijenim paricama), kao i novi skup specifikacija koje podržavaju 100 Mbps Fast Ethernet, a danas se radi na usuglašavanju stajališta oko 1 Gbps standarda (802.3ab).

2.1. OSI REFERENTNI MODEL

Koncept otvorenih sistema ima za cilj da smanji raznolikost specifičnih tehničkih rešenja raznih proizvođača. U mrežnoj problematici se koriste slojni modeli za prikazivanje - podjelu određenih funkcija koje se ostvaruju u toku mrežne komunikacije. Ovakva podjela na prvom mjestu omogućava proizvođačima

opreme i softvera da se bave razvojem i proizvodnjom određenih, unaprijed definisanih slojeva. Tehnička unapređenja i promjene u jednom sloju ne zahtijevaju da se mijenjaju i ostali slojevi.

Internacionalna organizacija za standarde (ISO) 1978. godine donosi referentni model koji treba da pomogne proizvođačima u realizaciji kompatibilnih proizvoda i rešenja za povezivanje različitih računara. Referentni model je prikazan kao OSI model (*standards for Open Systems Interconnection*). OSI referentni model opisuje način na koji informacija putuje od aplikacije sa jednog računara do aplikacije koja se izvršava na drugom umreženom računaru i predstavlja hijerarhisku podjelu komunikacije u sedam slojeva.



Slika 1. - Sedam OSI slojeva

Svaki sloj posjeduje specifičnu funkciju koju mora da obavi - preuzima podatke od višeg sloja, pakuje ih u svoj format dodavanjem svog zaglavlja, kompletan paket koji je formirao predaje nižem sloju. Za niži sloj predmet pakovanja predstavljaju svi podaci dobijeni od višeg sloja uključujući i zaglavlje višeg sloja. Niži sloj ne analizira sadržaj podataka iz višeg. Svaki sloj jednostavno ima zadatak da sve što je dobio od višeg sloja zapakuje u svoj format i preda nižem sloju. Podaci ne mogu da zaobiđu nijedan sloj pri prolasku naniže kroz OSI model.

Data-Link sloj jednog računara, nakon dodavanja svog zaglavlja, prenosi podatke preko fizičkog sloja do *Data-Link* sloja u drugom računaru.

U drugom računar u se odvija obrnut proces. *Data-Link* sloj koji primi podatke preko fizičkog sloja, skida zaglavlje svog sloja i podatke - koji sada imaju identičan sadržaj koji je formirao mrežni sloj iz prvog računara - predaje svom višem sloju (mrežnom sloju)...

Neke starije implementacije mrežnih komunikacija nisu u skladu sa OSI referentnim modelom - iako su u principu podjeljene u slojeve koji se poklapaju u većem ili manjem broju sa slojevima OSI referentnog modela.

2.1.1. Aplikacioni sloj

Najviši sloj po OSI modelu je aplikacioni sloj. Aplikacioni sloj je sastavni dio programa (aplikacije) koji se izvršava u računar u i omogućava programu da pristupa mrežnim servisima i razmenjuje podatke preko mreže. Program koji nema ovaj sloj ne može da komunicira preko mreže.

Poznatiji programi koji pristupaju mrežnim servisima su:

Apache Web Server, Netscape Suite Spot, Netscape Communicator, Netscape Conference, Microsoft Windows Explorer, Microsoft Internet Explorer, Microsoft Net Meeting, Microsoft Outlook Express, Microsoft Front Page, Microsoft Internet Information Server, Lotus Notes...

2.1.2. Prezantacioni sloj

Prezantacioni sloj ima zadatak da, po potrebi, vrši konverzije podataka koji su stigli kroz mrežu u oblik prepoznatljiv za program koji treba da primi podatke.

Prilikom prenosa podataka u binarnom obliku (npr. binarne datoteke, tekstualne datoteke u posebnim formatima...) prezantacioni sloj ne vrši konverzije podataka - samo igra ulogu posrednika između aplikacionog sloja i sloja sesije.

Prilikom prenosa tekstualnih podataka, prezantacioni sloj vrši konverzije seta karaktera. Na primjer, ako jedan od računara koristi ASCII set karaktera a drugi EBCDIC, prezantacioni sloj vrši konverziju iz jednog u drugi set karaktera i obratno.

U posebnim slučajevima, prezantacioni sloj može da vrši šifrovanje podataka sa ciljem da se zaštiti sadržaj podataka koji se prenose preko mreže.

Prezentacioni sloj može da bude sastavni dio programa (aplikacije) ili sastavni dio mrežnog operativnog sistema.

2.1.3. Sloj sesije (*session*)

Sloj sesije uspostavlja komunikaciju sa drugim računarom (preko nižih slojeva) i drži otvoren komunikacioni kanal dok aplikacija ne zatraži prekid sesije ili dok ne istekne određeni vremenski period. Sloj sesije, takođe, prima mrežne pozive drugih računara i utvrđuje da li je drugim računarima uopšte dozvoljeno da uspostave mrežnu komunikaciju - odgovoran je za regulisanje pristupa drugih računara servisima i programima na svom računaru.

Najčešće korišteni intrfejsi sesije su:

- WinSock* koji definiše protokole, adrese i portove prilikom otvaranja sesije.
- Remote Procedures Calls* - RPC omogućava startovanje servisa na udaljenom računaru.
- NetBIOS je starija implementacija koja u osnovnoj varijanti direktno komunicira sa data-link slojem; ne koristi transportni i mrežni sloj OSI referentnog modela. Zbog toga nije moguće rutiranje NetBIOS paketa. Problem rutiranja NetBIOS paketa se rješava uklapanjem u OSI referentni model i kombinovanjem sa nekim mrežnim protokolom. Rutiranje je najčešće obezbeđeno pakovanjem NetBIOS paketa u TCP transportne pakete koji se zatim pakuju u IP mrežne pakete.

Sloj sesije je sastavni dio mrežnog operativnog sistema, najčešće implementiran kao servis.

2.1.4. Transportni sloj

Transportni sloj dobija podatke od sloja sesije u kontinuiranom nizu - dobijene podatke dijeli (segmentira) na manje pakete koji su pogodni za prijenos preko mreže - numeriš ih i predaje mrežnom sloju. U obrnutom smjeru ima zadatak da pakete dobijene od mrežnog sloja spaja (na osnovu numeracije) u kontinuirani niz podataka koje predaje sloju sesije.

Transportni sloj može da ima i funkciju kontrole greške u prijenosu i može da sarađuje sa transportnim slojem na računaru sa kojim komunicira. To mu

omogućava da zahtjeva od druge strane ponavljanje slanja mrežnih paketa koji nisu stigli ili su stigli sa greškom u prenosu.

Najpoznatiji protokoli transportnog sloja su: TCP, UDP, SPX...

TCP protokol ima funkciju kontrole greške u prijenosu preko mreže pa vrši pouzdan i siguran prijenos podataka. UDP protokol nema funkciju kontrole greške ali se uprkos tome koristi za prijenos podataka koji zahtjevaju veću brzinu prijenosa a ne zahtjevaju pouzdanost (npr. prijenos zvuka u realnom vremenu).

Transportni sloj je uvijek sastavni dio mrežnog operativnog sistema, najčešće implementiran kao servis.

2.1.5. Mrežni sloj

Mrežni sloj ima svoj sistem adresiranja paketa koji omogućava adresiranje na nivou mreže. Mreža može da pokriva lokalnu mrežu (*Local Area Network* - LAN) ali i mreže lokalnih mreža (*Wide Area Networks* - WAN). WAN su zapravo lokalne mreže koje su međusobno povezane i uz pomoć mrežnih rutera i mrežnog protokola generalno omogućavaju komunikaciju između bilo koja dva računara koji koriste isti mrežni protokol.

Najpoznatiji mrežni protokoli su:

- *Internet Protocol* - IP
- *Novell-ov Internetwork Packet Exchange* - IPX.

Pri implementaciji mrežnog sloja na ruterima, mrežni sloj može (po potrebi) da dijeli pristigle pakete na više manjih paketa - ukoliko paket koji treba da prođe kroz mrežni segment po veličini ne odgovara topologiji mrežnog segmenta.

Mrežni sloj je uvijek sastavni dio mrežnog operativnog sistema, najčešće implementiran kao servis.

2.1.6. Data-link sloj

Ispod mrežnog sloja je data-link sloj koji reguliše prenošenje podataka kroz fizički sloj u lokalnoj mreži. Data-link sloj je podijeljen u dva pod sloja:

- Kontrola logičke veze (*Logical Link Control* - LLC)
- Kontrola pristupa mediju (*Media Access Control* - MAC).

LLC podsloj obezbeđuje kontrolu grešaka u prijenosu preko fizičkog sloja i komunicira sa mrežnim slojem. MAC podsloj obezbeđuje sam pristup mediju preko fizičkog adaptera upotrebom metoda za pristup mediju (ATM, FDDI, CSMA/CD, CSMA/CA, *Token passing*, *Demand priority*). Data-link sloj ima svoj sistem adresa koje predstavljaju fizičku MAC adresu na lokalnoj mreži.

Data-link sloj je sastavni dio mrežnog operativnog sistema implementiran kao drajver koji upravlja radom mrežnog adaptera.

Ethernet koristi CSMA/CD metod pristupa mediju i 6-bajtna MAC adrese (takozvane *Ethernet* adrese).

2.1.7. Fizički sloj

Najniži sloj po OSI referentnom modelu je fizički sloj. On definiše fizičke karakteristike signala koji prijenose bitove između računara i vrste medija za prijenos signala. Signali mogu biti električni, svetlosni ili elektromagnetni. Mediji za prijenos signala su elektro-provodnici za prijenos električnih signala, optički kablovi za prenos svjetlosnih signala i vazdušni (ili prazan) prostor za prenos elektromagnetnih ili svjetlosnih signala. Svjetlosni signali obuhvataju upotrebu infracrvenih, laserskih i drugih svjetlosnih signala.

Kod *Ethernet* mreža fizički sloj predstavljaju: mrežna kartica, konektori, razni kablovi... (RJ-45, BNC, *Fiber Optic Cable*, STP, UTP, *Coaxial*, *infrared*...).

2.2. ETHERNET SPECIFIKACIJA

Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. (IEEE) 1980. godine objavljuje projekat 802 kojim definiše pravila za dizajniranje komponenti koje vrše funkciju u okviru OSI fizičkog i data-link sloja.

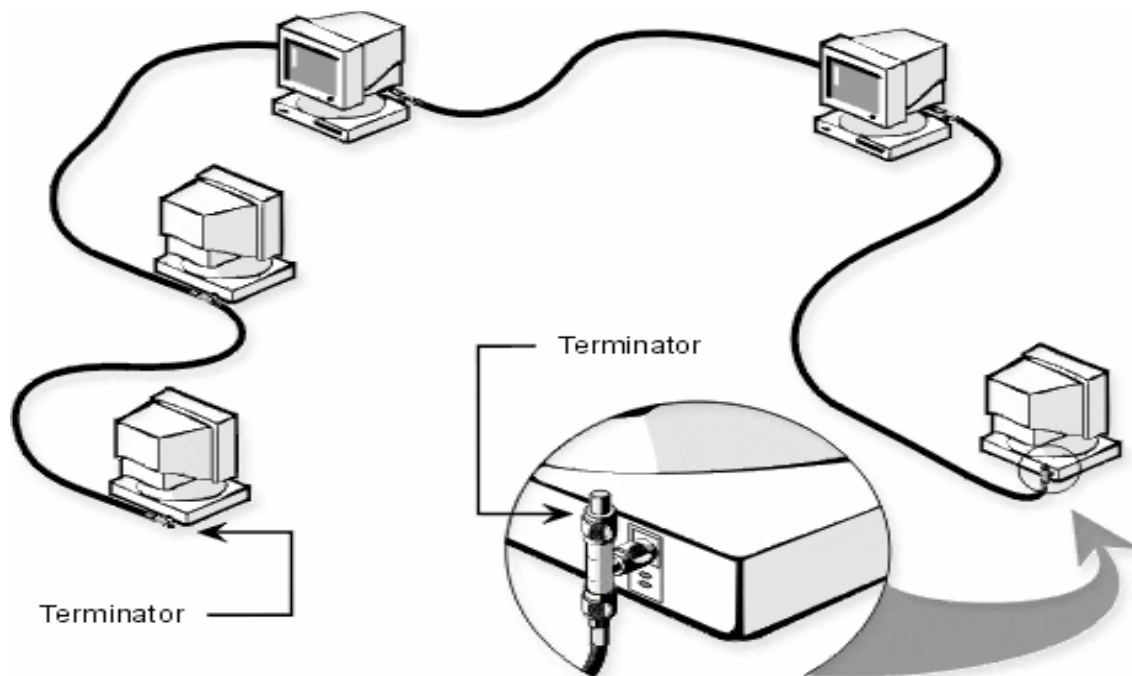
Internacionalna organizacija za standarde (ISO) 1985. godine prihvata IEEE 802.3 specifikaciju kao standard i time zvanično zamjenjuje DIX *Ethernet II* specifikaciju. IEEE 802.3 standard se povremeno proširuje i u njega se uključuju nove tehnologije koje na prvom mjestu omogućavaju veće brzine prijenosa podataka. Pored zvaničnog imena standarda "IEEE 802.3" i dalje se upotrebljava

naziv *Ethernet*. IEEE 802.3 (*Ethernet*) standardi se odnose isključivo na fizički i data-link sloj OSI modela.

2.3. ETHERNET - OSNOVI I PRINCIPI RADA

2.3.1. Osnovne karakteristike

Ethernet mreža je lokalna mreža (*Local Area Network* - LAN) koja prijenosi podatke između *Ethernet* stanica. Adapter (interfejs) koji omogućava povezivanje računara ili nekog drugog uređaja na mrežu zovemo mrežna kartica. Za mrežnu karticu postoji više naziva koji se u praksi ravnopravno koriste - *Ethernet* adapter, mrežni adapter, LAN adapter, LAN kontroler, komunikaciona kartica, *Ethernet* kartica, *Network Interface Card* - NIC... Rad mrežne kartice kontroliše upravljački softver - drajver (*driver*) koji se izvršava u računaru. Svaki uređaj sa ugrađenim *Ethernet* adapterom koji učestvuje u mrežnom saobraćaju zovemo *Ethernet* stanica. *Ethernet* stanice su priključene na zajednički (dijeljeni) signalni sistem koji zovemo medij (npr. koaksijalni kabl). *Ethernet* signali se kroz medij šalju serijski, bit po bit. Svaki bit je predstavljen talasom električnog napona - signalom. Signal se kroz medij prostire brzinom svjetlosti i stiže do svih *Ethernet* stanica priključenih na medij; ne postoji centralni kontroler koji reguliše saobraćaj između *Ethernet* stanica. Svaka *Ethernet* stanica učestvuje u mrežnom saobraćaju samostalno - nezavisno od ostalih stanica na mreži.



Slika 2. - *Ethernet Linear Bus lokalna mreža sa terminatorima*

Električni talas ima osobinu da se lako odbije od kraj kabla i ponovo počne da se kreće kroz kabl u suprotnom smjeru. Takav odbijeni talas stvara smetnje koje onemogućavaju komunikaciju *Ethernet* stanica. Da bi bila omogućena komunikacija preko koaksijalnog kabla - koaksijalni kabl na svojim krajevima treba da ima postavljene terminatore (otpornike 50 oma) koji apsorbiraju signal i na taj način sprječavaju odbijanje signala od kraj kabla.

2.3.2. Direktan sudar

Na drugom nivou po OSI modelu *Ethernet* koristi metod CSMA/CD (*Carrier Sense Multiple Access, Collision Detect*). U imenu metoda za pristup mediju - *Multiple Access* znači da su svi računari povezani na jedan zajednički medij - kabl ili set kablova

koji su povezani u jednu cijelinu. *Carrier Sense* govori da prije emitovanja podataka računar provjerava - osluškuje medij da utvrdi da li neki drugi računar već emituje podatke. Ako u mediju vlada tišina tek onda računar počinje da emituje - šalje podatke. *Ethernet* stanica šalje podatke brzinom od 10 Mbps - znači da za prijenos svakog bita protekne 100 nanosekundi vremena. Električni signal se kroz medij prostire brzinom svjetlosti pa može da se izračuna da signal koji predstavlja prvi bit otputuje nekih tridesetak metara niz kabl kada *Ethernet* stanica počinje da emituje drugi bit. Ako su dvije *Ethernet* stanice udaljene 70 metara jedna od druge, povezane na isti medij i obadvije počnu da emituju podatke u isto vrijeme (obadvije prethodno utvrde da u mediju nema mrežnog saobraćaja) - dolazi do sudara signala.



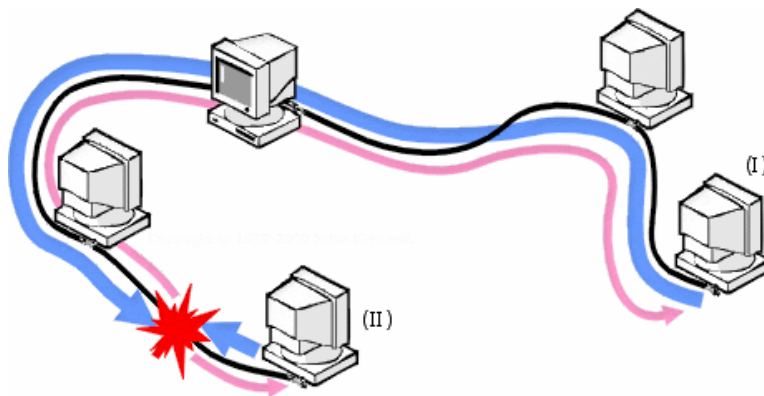
Slika 3. - Sudar signala

To objašnjava potrebu za *Collision Detect* - detekcija sudara. Dvije stanice počinju da šalju podatke u isto vrijeme a njihovi signali se sudaraju nanosekundu kasnije. Kada se desi takav sudar, obadvije *Ethernet* stanice registruju sudar i počinju sa emitovanjem istih podataka ponovo - nakon slučajno izabranog vremenskog perioda. Zašto nakon slučajno izabranog vremenskog perioda? Kada bi obadvije *Ethernet* stanice počele sa ponovnim emitovanjem istih podataka nakon fiksno određenog vremenskog perioda - ponovo bi došlo do sudara. Zbog toga je specifikacijom određeno da nakon detektovanog sudara *Ethernet* stanica sačeka slučajno izabran vremenski period kako bi jedna od njih počela sa emitovanjem prije druge, dok bi druga u tom slučaju osluškivanjem utrdila da je medij zauzet i ne bi ni pokušavala sa emitovanjem dok ne detektuje da je medij slobodan.

Specifikacijom je određeno da *Ethernet* stanica koja 16 puta za redom ponavlja opisanu proceduru i svaki put detektuje sudar treba definitivno da odustane od (uzaludnih) pokušaja - najverovatnije je medij oštećen, nepravilno povezan, postoje smetnje u mediju ili je mrežni saobraćaj ekstremno veliki.

2.3.3. Detekcija sudara

Najlošiji scenario počinje kada prva *Ethernet* stanica na najudaljenijem kraju medija počne da šalje podatke. Signal putuje kroz medij i trenutak prije nego što stigne do stanice na drugom kraju - druga stanica (nakon što je osluškivanjem utvrdila da je medij slobodan) počne da šalje svoje podatke.



Slika 4. - Round Trip

Druga *Ethernet* stanica, jedan trenutak nakon početka vlastitog emitovanja, registruje da je došlo do sudara ali prva stanica neće detektovati sudar sve dok ometeni signal druge stanice ne proputuje kroz medij do prve stanice. Svaki sistem baziran na detekciji sudara (*Collision Detect*) mora da vodi računa o vremenu potrebnom za putovanje signala do najudaljenije tačke u mediju i nazad (*Round trip*).

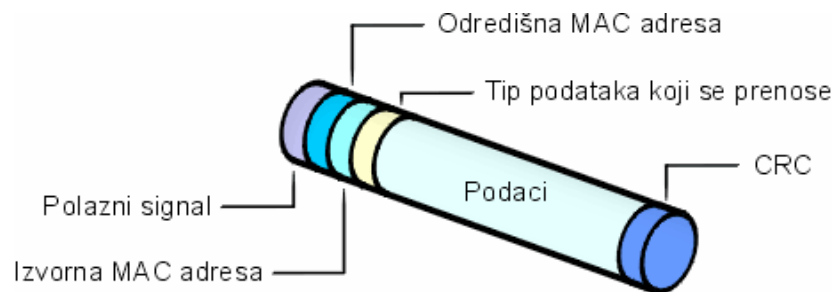
Kako smo vidjeli u najlošijem scenariju, iz tačke gledišta druge stanice do sudara je došlo jedan trenutak nakon početka vlastitog emitovanja iako je prije emitovanja uredno provjereno da u mediju nema saobraćaja. Iz tačke gledišta

prve *Ethernet* stanice do sudara je došlo nakon zbira vremena koje je bilo potrebno da vlastiti signal stigne do najudaljenije tačke i vremena koje je potrebno da signal od najudaljenije tačke stigne do prve *Ethernet* stanice. Da bi bili sigurni da je sudar registrovan od strane učesnika u mrežnom saobraćaju - *Ethernet* specifikacija zahtijeva da stanica mora da šalje podatke najmanje 50 mikrosekundi (50 milionitih dijelova sekunde). Pri brzini prijenosa od 10 Mbps za 50 mikrosekundi se emituje oko 500 bita što je samo malo manje od 64 bajta. Tako je postavljeno ograničenje za minimalnu veličinu *Ethernet* paketa koji, po specifikaciji, ne može biti manji od 64 bajta. Ako paket sadrži manje od 64 bajta korisnih informacija, računar mora da dopuni paket nizom nula da bi bio zadovoljen uslov minimalne veličine *Ethernet* paketa.

Problemi u komunikaciji na fizičkom nivou se javljaju kada na kraju koaksijalnog kabla nije postavljen terminator koji treba da upije signal koji je stigao do kraja kabla. U tom slučaju se signal odbija od kraj kabla - odbijeni talas stvara smetnje i dovodi do toga da sve *Ethernet* stanice registruju sudare vlastitih paketa sa samim sobom. U slučaju prekida koaksijalnog kabla, na bilo kom mjestu, javlja se isti efekat koji sprječava komunikaciju *Ethernet* stanica čak i kada je kabl između dvije stanice ostao čitav.

Zbog kvara mrežne kartice, blokiranja računara ili nepravilnosti u radu upravljačkog softvera, neka *Ethernet* stanica može da počne

blokove (u transportnom sloju) i zapakovani u mrežne pakete (u mrežnom sloju). Paketi dobijeni od mrežnog sloja predstavljaju podatke za data-link sloj. Data-link sloj pakuje podatke u *Ethernet* frejm tako što dobijenim podacima dodaje *Ethernet* zaglavlje i kontrolne podatke. Često se za pakete iz data-link sloja, kakav je *Ethernet* paket, koristi izraz frejm (*frame*) a za pakete iz mrežnog sloja izraz *packet* iako termini *frame* i *packet* mogu da se koriste ravnopravno u obadva slučaja uz obavezno naglašavanje da se radi o mrežnom ili *Ethernet* paketu. Svaki *Ethernet* frejm mora da sadrži: zaglavlje, podatke koje prenosi i kontrolne podatke.



Slika 5. - *Ethernet II* frejm

Podaci koji se prijenose su već podijeljeni u dijelove veličine 512, 1024 ili 1500 bajtova. Kada podacima koji se prijenose dodamo zaglavlje i kontrolne podatke dobijamo *Ethernet* pakete ukupne maksimalne dužine 1518 bajtova (*Ethernet* frejm može imati veličinu od 64 bajta do 1518 bajtova). Prvih 12 bajtova svakog *Ethernet* paketa sadrži *Ethernet* (MAC) adrese pošiljaoca i primaoca. Od toga je prvih 6 bajta rezervisano za odredišnu adresu i 6 bajta za adresu pošiljaoca. Svaka *Ethernet* kartica ima fabrički određenu *Ethernet* (MAC) adresu. Polje u zaglavlju *Ethernet* paketa rezervisano za adresu pošiljaoca, mora da sadrži jedinstvenu *Ethernet* adresu kartice koja šalje paket. Polje rezervisano za adresu primaoca sadrži adresu primaoca; koja može biti i takozvana *multicast* adresa u slučaju da kartica ima nešto da prenese određenoj grupi *Ethernet* stanica ili *broadcast* adresa koja se koristi kada je potrebno da se paket prenese svim ostalim *Ethernet* stanicama u lokalnoj mreži. U normalnom radu *Ethernet* adapter prima samo pakete koji u polju adrese primaoca imaju njegovu vlastitu adresu ili adresu koja predstavlja *broadcast* ili *multicast* adresu. Sve ostale *Ethernet* pakete kartica

osluškuje ali ih ne prima jer su namijenjeni nekoj drugoj kartici koja se nalazi u istoj lokalnoj mreži. *Ethernet* adapter može biti setovan da prima sve pakete koji se pojavljuju u mediju. Moguće je snimati saobraćaj u mreži i kasnije analizirati događaje sa ciljem da se utvrdi nepravilnost u radu neke kartice ili računara. Ova osobina može da se koristi i za prisluškivanje saobraćaja na mreži što treba uzeti u obzir kada je važna sigurnost podataka koji se prijenose kroz mrežu. Slijedeća dva bajta (trinaesti i četrnaesti bajt) u zaglavlju *Ethernet* paketa mogu imati različito značenje, zavisno od specifikacije:

- Po *Ethernet* II (ili DIX) specifikaciji, koju je definisao *Xerox* u vrijeme dok nisu postojali internacionalni standardi, slijedeća dva bajta su rezervisana za označavanje tipa podataka
<http://ethernet.marela.com/ethernet/prilog1/ethernet_kodovi_tip_podatka.htm> koji se prenose u *Ethernet* paketu. Zamišljeno je da svaka firma koja definiše mrežni protokol (treći sloj po OSI modelu) dobije svoj dvobajtni kôd i da sama definiše sadržaj i pravila. *Xerox* je prvobitno definisao kodove za XNS (*Xerox*-ov vlastiti protokol), IP, IPX i DECNet.
- Internacionalni standard IEEE 802.3 mijenja ulogu navedenog dvobajtnog koda i na njegovo mjesto postavlja dvobajtni broj koji označava dužinu podataka koji se prijenose u *Ethernet* paketu (ne uključujući 18 bajtova koji čine zaglavlje i kontrolne podatke *Ethernet* paketa).

Maksimalna dužina podataka koji se prenose u *Ethernet* paketu je 1500 bajtova a sam sadržaj je prepušten mrežnom sloju. Pošto je *Xerox* ranije definisao kodove i svaki definisani kôd ima decimalnu vrijednost veću od 1500, ne dolazi do konflikta između dva navedena standarda pa i jedan i drugi mogu da egzistiraju na istoj mreži u isto vrijeme i da međusobno razmjenjuju pakete na data-link nivou (izuzetak je kôd 1024 (0400h) rezervisan za firmu *Nixdorf Computer Corporation*). Mnogi proizvođači još uvijek koriste DIX *Ethernet* II zaglavlja u *Ethernet* paketima da bi zadržali kompatibilnost sa starijim specifikacijama.

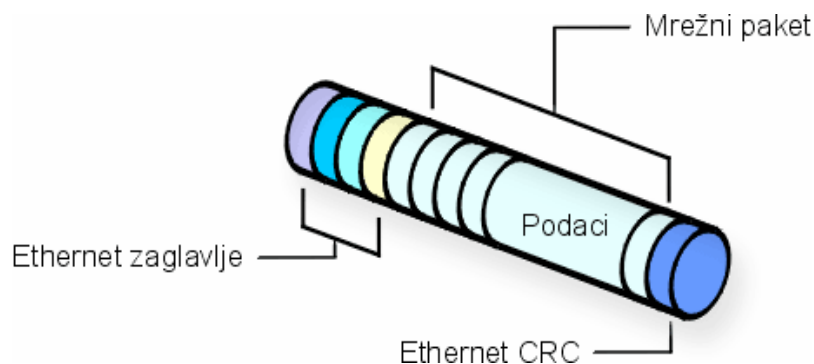
Neposredno nakon zaglavlja se nalazi blok podataka koji se prijenose i na kraju *Ethernet* paketa su kontrolni podaci - CRC (*Cyclical Redundancy Check*). Kontrolni podaci služe za detekciju greške koja može da se javi u toku prijenosa *Ethernet* paketa preko

fizičkog sloja. Princip detekcije greške je zasnovan na matematičkoj operaciji koja se izvodi nad cijelim *Ethernet* paketom. Rezultat matematičke operacije predstavlja kontrolni podatak (CRC). Kada paket stigne na odredište, ista matematička operacija se izvrši ponovo pa ako rezultat nije identičan sa CRC podatkom upisanim na kraju *Ethernet* paketa - detektovana je greška u prijenosu *Ethernet* paketa. Računanje kontrolnog podatka obuhvata izvornu i odredišnu *Ethernet* adresu kao i podatke koji se prijenose. Prema tome, *Ethernet* stanica koja primi paket i detektuje grešku u prijenosu, odbacuje paket jer ne može biti sigurna da je paket uopšte bio namenjen njoj - takođe ne može biti sigurna ni u adresu pošiljaoca pa ne može da traži ponavljanje prenosa istog *Ethernet* paketa. Problem izgubljenih podataka u mrežnom saobraćaju rješava transportni sloj (četvrti sloj po OSI modelu) ili sama aplikacija koja prima paket.

2.3.5. Mrežni protokol i ethernet adrese

Aplikacioni program koji se izvršava u umreženom računaru šalje podatke preko viših slojeva do mrežnog protokola; koji se nalazi u tećem sloju po OSI modelu.

Mrežni protokol formira mrežni paket dodavanjem svog zaglavlja i kontrolnih podataka; formirane mrežne pakete predaje data-link sloju koji ima zadatak da ih upakuje u *Ethernet* frejm i prenese preko fizičkog sloja do odredišne *Ethernet* stanice. Data-link sloj *Ethernet* stanice koja primi *Ethernet* frejm - raspakuje frejm uklanjanjem svog zaglavlja i kontrolnih podataka i sadržaj predaje svom mrežnom sloju.



Slika 6. - *Ethernet frejm prenosi mrežni paket*

Najpopularniji mrežni protokol je IP protokol koji se koristi na svijetskoj Internet mreži ali se masovno koristi i u lokalnim mrežama. Na primeru IP mrežnog protokola ćemo vidjeti kako izgleda komunikacija između mrežnog i data-link sloja.

IP mrežni protokol ima svoj vlastiti sistem adresa koje omogućavaju da se identifikuju pošiljalac i primalac na nivou mrežnih paketa (takođe omogućavaju rutiranje IP mrežnih paketa kroz više lokalnih mreža. IP mrežna adresa je četverobajtni broj (32-bita). Da bi bio omogućen prijenos mrežnih paketa, koji imaju svoje mrežne adrese, preko *Ethernet* paketa, koji imaju svoje *Ethernet* adrese - mora da postoji protokol koji će detektovati koja *Ethernet* stanica u svom mrežnom sloju ima traženu IP adresu. Taj zadatak izvršava ARP protokol (*Address Resolution Protocol*) koji je sastavni dio IP protokola i pojavljuje se kao pomoćnik u komunikaciji između IP mrežnog sloja i data-link *Ethernet* sloja.

Recimo da imamo mrežnu stanicu **A** baziranu na IP protokolu sa IP adresom 192.168.0.1 koja želi da pošalje mrežni paket stanici **B** koja ima IP adresu 192.168.0.20. Obadvije mrežne stanice su povezane preko *Ethernet* adaptera na isti mrežni segment na kojem se nalazi još desetak računara. Stanica **A** emituje *broadcast Ethernet* frejm u kojem je zapakovan ARP paket. Sve *Ethernet* stanice primaju taj *Ethernet* frejm (jer je naslovljen na *broadcast* adresu) i njegov sadržaj prosljeđuju mrežnom sloju. Mrežni sloj svake stanice prima ARP paket koji u osnovi sadrži pitanje *Molim da mi se javi stanica koja ima IP adresu 192.168.0.20*. Na upit će odgovoriti samo stanica **B** jer ona ima traženu IP mrežnu adresu. Mrežni softver u stanici **A** dobija odgovor i u svoju ARP tabelu upisuje IP broj (mrežnu adresu) i *Ethernet* (MAC) adresu stanice **B** - da ne bi svaki put ponavljao istu proceduru. Podaci u ARP tabeli se po pravilu čuvaju dvije minute nakon čega se brišu.

Nakon opisane procedure utvrđivanja *Ethernet* adrese primaoca, mrežni protokol u stanici **A** predaje mrežni paket sa podacima svom data-link sloju koji pakuje mrežni paket u *Ethernet* frejm. Data-link sloj je od ARP protokola i njegove tabele dobio *Ethernet* adresu stanice **B** na koju šalje upravo zapakovani *Ethernet* frejm.

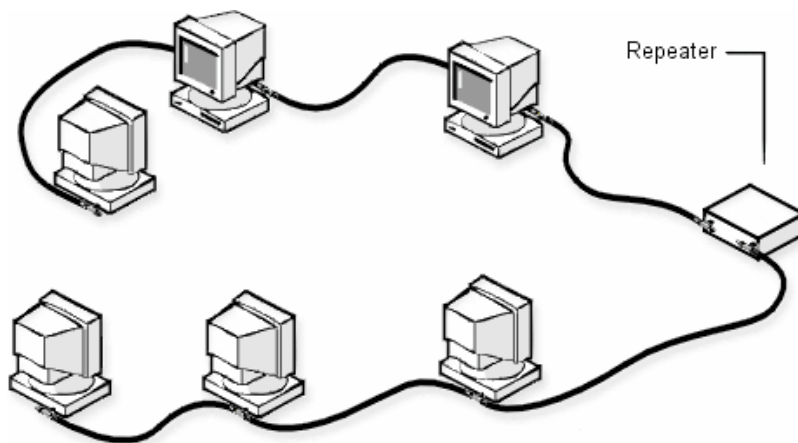
Ethernet sistem može da posreduje u komunikaciji između računara sa *Novell*

(IPX/SPX) ili *AppleTalk* mrežnim protokolom na gotovo isti način kao i u navedenom primjeru. Ova koncepcija omogućava prijenos mrežnih paketa bilo kojeg mrežnog protokola. *Ethernet* je jednostavno transportni sistem koji u svojim *Ethernet* paketima prenosi (prevozi) mrežne pakete između *Ethernet* stanica u lokalnoj mreži i ne vodi brigu o tome šta se nalazi u njima.

2.3.6. Signalna topologija lokalne mreže

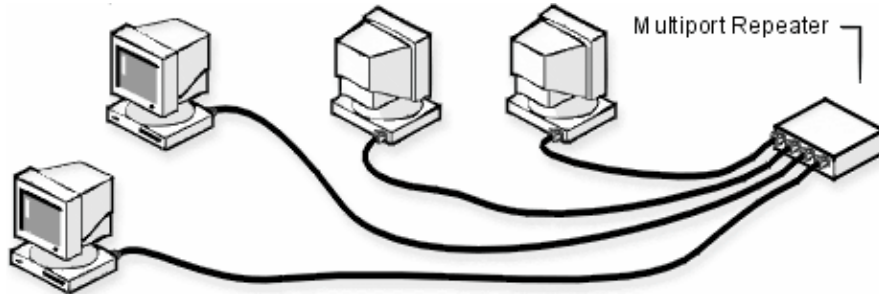
Tradicionalna *Linear Bus* topologija podrazumijeva jedan segment medija (npr. koaksijalnog kabla) na koji je povezano više *Ethernet* stanica

Linear bus segment je jedan signalni kanal ograničene dužine na koji može da se priključi ograničen broj *Ethernet* stanica. Dva ili više *Linear Bus* segmenta mogu biti povezani u jedan veći signalni kanal preko uređaja koji zovemo ripiter (*repeater*). Ripiter radi kao pojačivač i regenerator *Ethernet* signala. Sve *Ethernet* signale koji se pojavljuju u jednom *Linear Bus* segmentu ripiter ponavlja u drugom segmentu (uključujući i sudare). Povezivanjem preko ripitera udružujemo segmente u jednu veću lokalnu *Ethernet* mrežu koja je i dalje jedna logička signalna celina (*Bus*).



Slika 7. - *Linear Bus* segmenti povezani preko ripitera

Druga vrsta segmenta je *Link* segment koji može imati samo dva konektora - po jedan na svakom kraju kabla. Više *Link* segmenata mogu biti povezani u jedan veći signalni kanal preko ripitera. Ripiter sa više portova (*multiport repeater*) zovemo hab (*hub*).



Slika 8. - Star Bus

Na hab sa osam portova možemo povezati osam računara ili sedam računara a preostali osmi port možemo iskoristiti da povežemo još jedan hab... Ovakav način povezivanja zovemo povezivanje u zvijezdu ili Star Bus. Ethernet stanice povezane u Star Bus komuniciraju na potpuno isti način kao i u Linear Bus topologiji jer su i dalje svi povezani na zajednički signalni sistem i svaki signal koji emituje jedna Ethernet stanica dolazi do ostalih Ethernet stanica preko Hub-a. Sistem povezanih segmenata može da se širi u bilo kom pravcu. Važno je da segmenti nikada ne smiju biti povezani u krug. Linear Bus i Star Bus topologije mogu da se povezuju u zajednički signalni sistem sve dok su zadovoljeni uslovi ukupnog kašnjenja signala u signalnom sistemu. Ukupno kašnjenje signala u zajedničkom signalnom sistemu mora biti u okviru u kojem će svaka (i najudaljenija) Ethernet stanica registrovati sve sudare signala (Round trip <http://ethernet.marela.com/ethernet/osnoveiprincipi/detekcija_sudara.htm>, slika 4.).

3. MREŽNI SISTEM S BRZINOM PRIJENOSA OD 10 MBPS

3.1. Mediji s brzinom rada od 10 Mbps

Eksperimentalni Ethernet zamišljen je da radi na brzini od 10 Mbps, odnosno to odgovara prijenosu 10 milijona bitova u sekundi. Jedan bit predstavlja najmanji podatak u svijetu računara i može biti jednak jedinici («1») ili nuli («0»), a ustanovljena oznaka za ovu informaciju je malo slovo «b».

Osam bitova naziva se byte (bajt) ili oktet i označava se velikim slovom «B», nešto više od hiljadu bajtova (1024) čini *kilobyte* (kB), a nešto više od hiljadu kilobajta naziva se megabajt (MB). Slijede jedinice gigabajt i terabajt, svaka nešto više od hiljadu puta veća od prethodne.

CSMA/CD protokol za pristup mediju i format Ethernet paketa identični su za sve vrste Ethernet medija, bez obzira na brzine na kojima rade. Ipak, 10 Mbps i 100 Mbps mediji razlikuju se u komponentama koje koriste i različita su im pravila za konfiguraciju.

Originalni Ethernet sistem radi na 10 Mbps i postoje četiri vrste medija za prijenos signala definiranih Ethernet standardom:

- 10BASE5 - debeli koaksijalni kabal,
- 10BASE2 - tanki koaksijalni kabal,
- 10BASE-T - uvijene parice,
- 10BASE-f - optičko vlako.

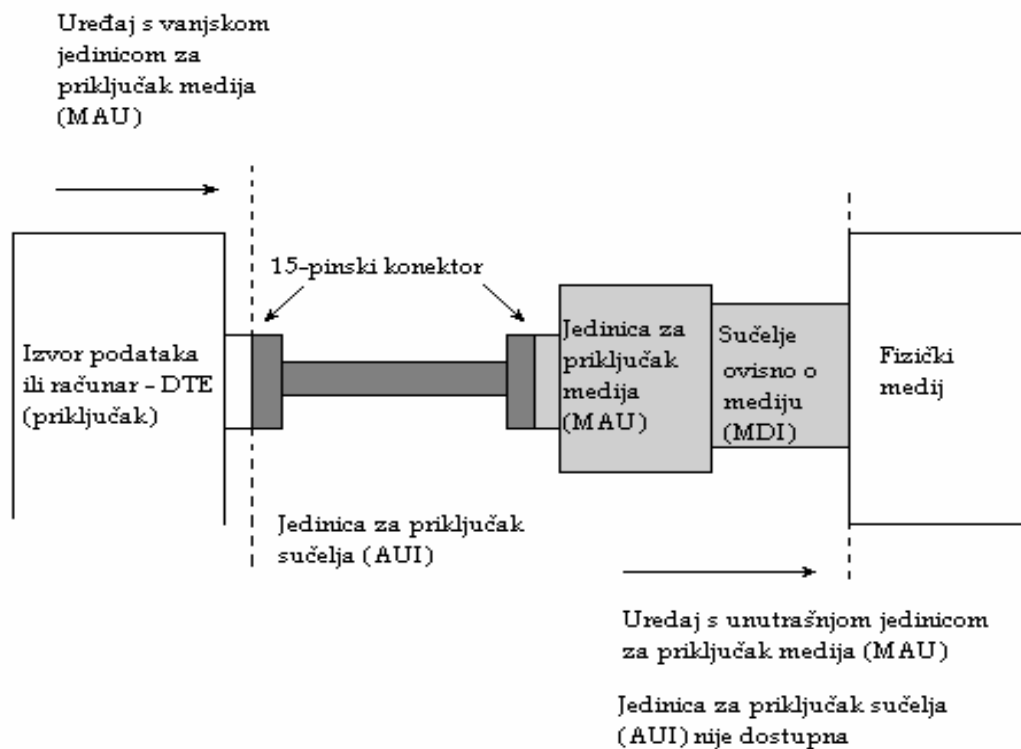
Ove skraćenice pružaju tri vrste informacije. Prvi dio, «10», označava brzinu medija od 10 Mbps. Riječ «BASE» znači *baseband* - oznaka vrste signala u mediju. *Baseband* signaliranje znači samo to da je Ethernet signal koji se prenosi sistemom medija. Treći dio oznake upućuje na vrstu segmenata ili njegovu maksimalnu dozvoljenu dužinu. Za debeli koaksijalni kabal, broj 5 označava dužinu od 500 m, maksimalnu dozvoljenu dužinu segmenta načinjenog pomoću debelog koaksijalnog kabla. Za tanki koaksijalni kabal, broj 2 je zaokružena vrijednost za 185 m, maksimalnu dužinu segmenta načinjenog pomoću tankog

koaksijalnog kabla. Oznake «T» i «F» jednostavno označavaju vrstu medija - «*twisted-pair*» (uvijene parice) i «*fibric optic*» (optičko vlakno).

Segment s debelim koaksijalnim kablom bio je prvi definiran u najranijim Ethernet specifikacijama. Kasnije je došao u upotrebu tanki koaksijalni kabal, nakon čega su slijedile uvijene parice i na kraju optičko vlakno. Uvijene parice su danas najčešće korišteni tip medija pri izgradnji računarskih mreža.

3.2. Komponente za izgradnju 10 Mbps sistema

Na slici 10. prikazan je blok-dijagram komponenata koje se mogu iskoristiti za priključak na 10 Mbps sistem.



Slika 10. - Blok dijagram priključka na 10 Mbps mrežu

Slika prikazuje komponente definirane IEEE standardom čija je svrha omogućavanje priključka na 10 Mbps medij za prijenos signala. Iako ova skupina skraćenica od tri slova (naravno, iz engleskog jezika) sliči na zbrku slova zanimljivu samo inženjerima - projektantima mrežnih sistema, svaka od njih opisuje stvarno postojeći i realni uređaj o kojima treba ponešto znati.

3.3. Fizički medij

Na desnoj strani blok-dijagrama na slici 10. nalazi se fizički medij koji se koristi za prijenos Ethernet signala između računara. To može biti od četiri već spomenute vrste: debeli koaksijalni kabal, tanki koaksijalni kabal, uvijene parice ili optičko vlakno.

3.4. Adapter ovisan o mediju - MDI

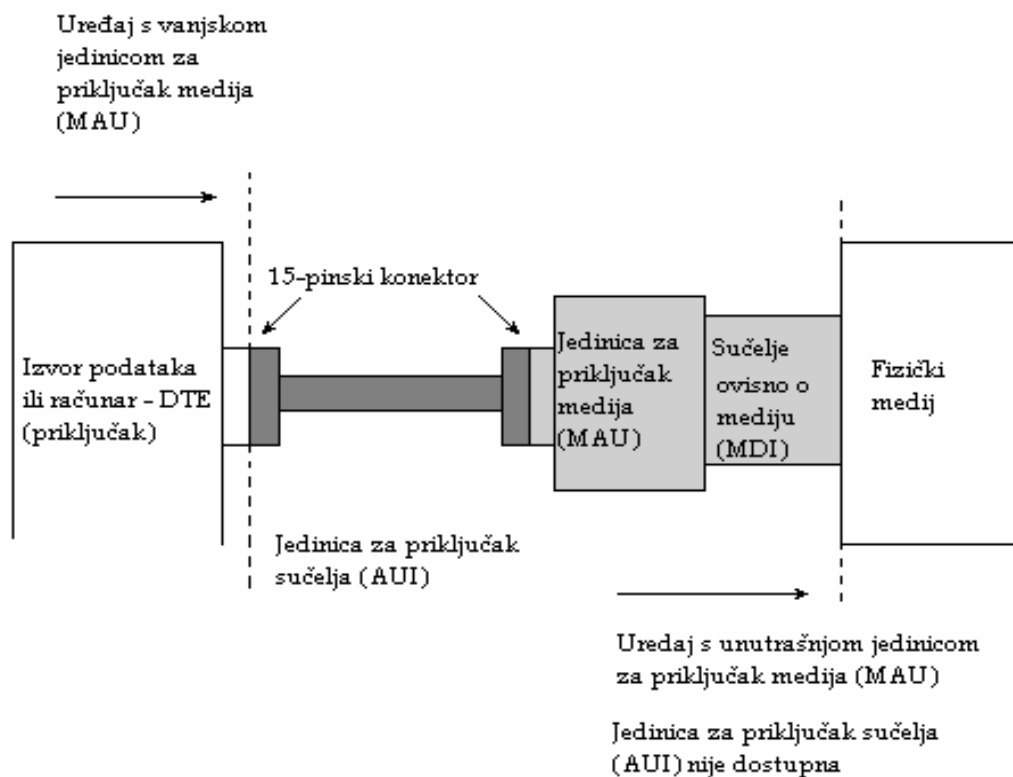
Interfejs ovisan o mediju (Medija Dependent Interface, MDI) namijenjeno je za priključak na fizički medij. U stvarnom je svijetu to sklop namijenjen za direktni fizički i električni spoj na mrežni kabal. U slučaju debelog koaksijalnog kabla, najčešće korišteni MDI je tip priključka u obliku spone ili hvataljke koja se pričvršćuje oko kabla. Za uvijene parice kao MDI se koristi osmopolni konektor oznake RJ-45, a vrlo je sličan novim telefonskim mikroutikačima. Osmopolni utikač omogućuje spajanje sve četiri uvijene parice (8 žica) koje su namijenjene za prijenos mrežnih signala u 10 Mbps Ethernet sistemu s uvijenim paricama. Kod Ethernet sistema s tankim koaksijalnim kablom kao adapter (MDI) služi BNC T-konektor, a kod optičkog kabla najčešće ST ili SC konektor.

3.5. Jedinica za priključak medija

Slijedeći uređaj u blok dijagramu naziva se jedinica za priključak medija ili MAU - *Medium Attachment Unit*. Ovaj uređaj je nazvan primopredajnik (*transceiver*) u originalnom DIX Ethernet standardu, zato što on i (za pojašnjenje naziva koristit ću engleske izraze) TRANSmitt - predaje i reCIEVE - prima signale emitovane kroz fizički medij. U prethodnom odjeljku spomenuti adapter ovisan o mediju - MDI je zapravo dio jedinice za priključak medija - MAU i omogućuje direktni fizički i električni priključak MAU na fizički medij.

3.6. Adapter jedinice za priključak - AUI

Lijevo od MAU u blok-dijagramu nalazi se adapter(interfejs) jedinice za priključak ili AUI - *Attachment Unit Interface*. Ovaj uređaju DIX standardu naziva se primopredajnik - *transceiver cable*. AUI omogućuje prijenos signala i napajanje energijom između Ethernet interfejsa u računar i jedinice za priključak medija - MAU. AUI se na Ethernet adapter u računar spaja pomoću 15-pinskog konektora D-tipa.



3.7. Izvor podataka ili računar - DTE

Originalni naziv na engleskom glasi *Data Terminal Equipment* - DTE, a može se prevesti kao završni uređaj za snabdijevanje podacima ili kratko - izvor podataka. Tako je ustvari nazvana umrežena stanica u IEEE standardu. Svaki DTE priključen na Ethernet opremljen je Ethernet adapterom - *Ethernet interface*. Ethernet interfejs omogućuje priključaka na medij Ethernet sistema i sadrži elektroniku i softver potrebne za izvođenje funkcija kontrole pristupa mediju, koje su potrebne za slanje paketa putem Ethernet kanala.

Za razliku od DTE, Ethernet priključci na prespojniku nemaju Ethernet adapter. Spajanje prespojnika na Ethernet sistem izvodi se također putem AUI, MAU i MDI uređaja. Priključci prespojnika rede samo na bit-rezini Ethernet signala, prnoseći signal direktno iz segmenta u segment, a ne na razini paketa.

S druge strane, prespojni koncentrator može biti opremljen Ethernet interfejsom da se omogući komunikacija s koncentratorom putem mreže. Ovo su iskoristili proizvođači opreme da ugrade adapter za kontrolu - *management interface* u svoju opremu. Putem tog adaptera stanica za udaljeno upravljanje (*Remote Management Station*) može nadgledati i upravljati radom mrežnih uređaja. Komunikacija između stanice za daljinsko upravljanje i mrežnih uređaja obavlja se korištenjem SNMP (*Simple Network Management Protocol*) protokola. Uređaji s mogućnošću upravljanja omogućuju osobi za kontrolu mreže - *network manager* da daljinski nadgleda promet na mreži i uoči eventualne greške pri radu, a može i isključiti pojedine priključke nadgledanog uređaja.

3.8. Spojimo komponente u cjelinu

Na kraju, kad spojimo sve komponente u cjelinu dobivamo Ethernet stanicu. Računar (DTE) opremljen Ethernet interfejsom (mrežna kartica) stvara i šalje

Ethernet pakete koji nose podatke između računara spojenih u mrežu. Ethernet interfejs spojen je na fizički medij upotrebom niza sklopova koji mogu biti AUI (kabal primopredajnika), MAU (primopredajnik) njemu dodijeljenim MDI (priključak za koaksijalni kabal, RJ-45 konektor za uvijene parice i sl.).

Uređaji MAU i MDI su specifični za svaku vrstu medija koji se koriste za fizički prijenos signala. Tako se koaksijalni MAU razlikuj, npr, od MAU uvijene parice i po načinu prijenosa signala i po načinu detekcije sudara, iako se oba koriste u istoj Ethernet tehnologiji.

3.9. Unutrašnji i vanjski MAU

Na slici 10. isprekidano su prikazane granice koje označavaju dvije izvedbe: jednu s unutrašnjom MAU i izvedba s vanjskim MAU. U izvedbi s vanjskim MAU izvor podataka - računar - je opremljen s 15-pinskim AUI konektorom. AUI kabel i MAU su locirani izvan računara. Tako izgleda računar koji je na mrežu spojen pomoću vanjskog kabla za primopredajnik i vanjskog primopredajnika.

Moguća je i izvedba u kojoj su MAU i AUI integrisani kao dio elektronike unutar računara. U to slučaju jedini vidljivi uređaj je MDI koji je spojen direktno na medij za fizički prijenos signala. Ova izvedba koristi se kod mreža s tankim koaksijalnim kablom ili mreža izvedenim s kablom s uvijenim paricama.

4. ETHERNET MEDIJ ZA PRIJENOS SIGNALA

4.1. Ethernet segmenti s debelim koaksijalnim kablom

Debeli koaksijalni kabal (promjera oko 12 mm) je prvi medij koji je upotrebljen za prijenos Ethernet signala od računara do računara 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 prelaze 200 m, a preskupa je izvedba s optičkim kablom. Druga najčešća primjena je kad se koristi kao mrežna okosnica (*back-bone*) koja povezuje Ethernet segmente između spratova ili između zgrada.

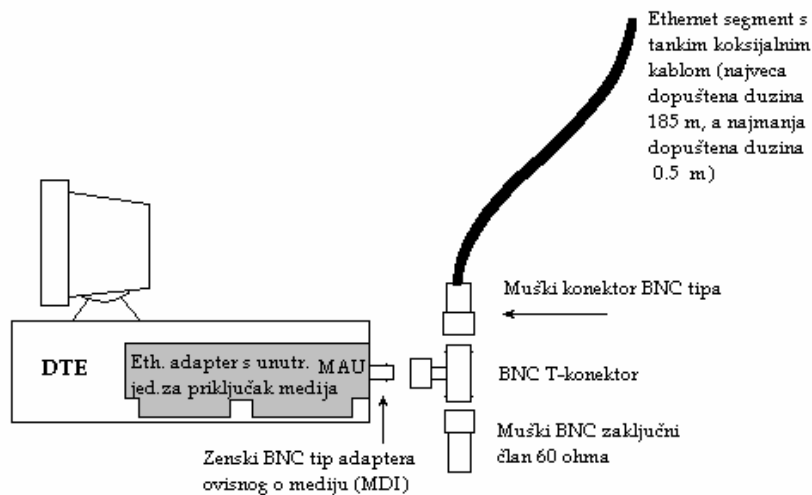
Iako im je primjena danas sve manja, često susrećemo ovu vrstu medija prilikom međusobnog spajanja Ethernet koncentratora i preklopnika, gdje služe kao vezni segmenti (*link segments*). Ovaj nije preskup, omogućuje dobru zaštitu od električnih smetnji, a udaljenosti od 500 m koje se mogu premostiti ovim medijem rijetko ne zadovoljavaju potrebe unutar poslovnih objekata. Osim toga, gotovo svi danšnji mrežni uređaji opremljeni su (ili je tamogućnost data 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 se kabal mora zamijeniti ako želimo koncentratore spojiti zajedno na višim brzinama prijenosa.

Budući da visoko kvalitetni kablovi sa uvijenim paricama ili optički kablovi 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.

4.2. Ethernet segmenti s tankim koaksijalnim kablom

Ethernet sistemi s tankim koaksijalnim kablom (promjera oko 5 mm) koriste mnogi tanji i savitljivi kabel koji omogućava spajanje kabla direktno na Ethernet interfejs u računaru. Ova je osobina dovela do smanjenja cijene instalacije i lakše upotrebe, tako da je ovaj sistem bio vrlo popularan do pojave sistema s uvijenim paricama.



Slika 12. - Spoj računara na Ethernet segment s tankim koaksijalnim kablom kao medijem za prijenos signala

U sistemima s tankim koaksijalnim kablom AUI, MAU i MDI komponente su dio Ethernet sučelja ugrađenog u računar. Ovo smanjuje broj dodatnih komponenti koje treba kupiti i ugraditi da bi se računar spojio na medij, a time se smanjuje ukupna cijena izgradnje lokalne računarske mreže.

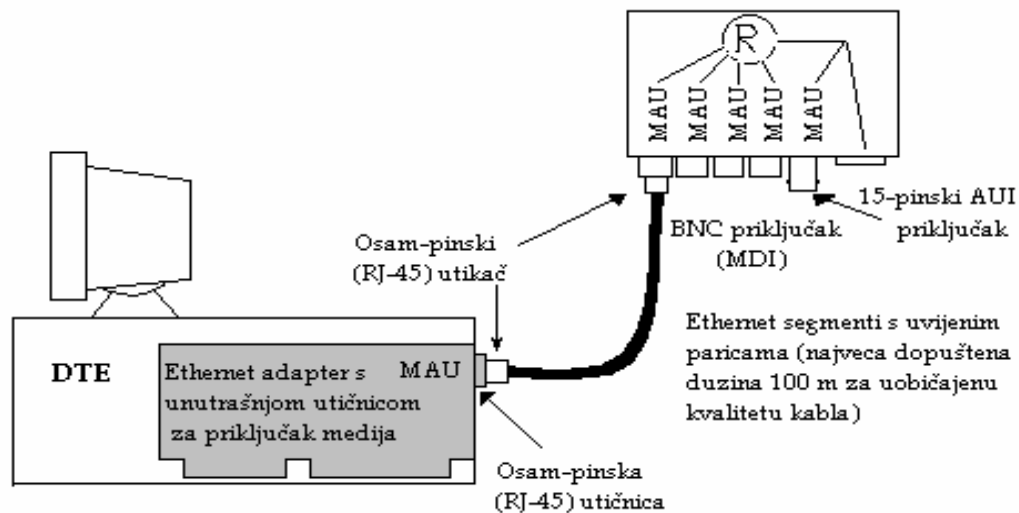
Savitljivost i niska cijena i dalje ga čini vrlo popularnim za mrežne segmente koncentrisanih mrežnih stanica.

Velika je mana ove vrste medija, kao i kod debelog koaksijalnog kabla, ograničenje rada na brzinama odsamo 10 Mbps.

4.3. Ethernet segmenti s uvijenim paricama

Oznaka «T» u skraćenici 10BASE-T zamjenjuje riječ *twisted*, odnosno uvijeno, usukano ili upletno, a predstavlja uvijeni par žica koje služe za prijenos signala.

Na slici 13. prikazano je kako se povezuje računar na Ethernet segment načinjen pomoću uvijenih parica.



Slika 13. - Spoj računara 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 sistema.

10BASE-T sistem 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 dužini segmenta, što je poznati način za poboljšanje karakteristika prijenosa signala parom žica.

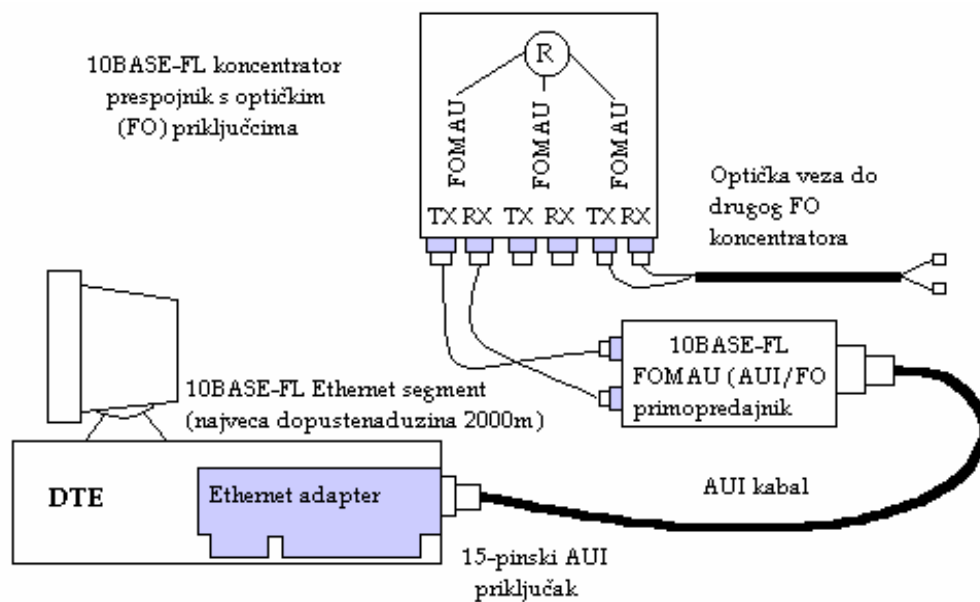
Segmenti s uvijenim paricama komuniciraju međusobno uz pomoć središnjeg

uređaja s više priključaka - koncentratora (*hub*). Na slici 13. prikazan je takav koncentrator s pet priključaka (što znači da se može priključiti 5 Ethernet stanica).

4.4.Ethernet segmenti s optičkim kablom

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

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 objezbjeđuje sigurnost ovakvih sistema 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.



Slika 14. - Spoj računara na Ethernet segment izgrađen pomoću optičkog vlakna

Na slici 14. prikazan je spoj računara na Ethernet segment izgrađen pomoću optičkog vlakna. računar je opremljen Ethernet adapterom s 15-polnim AUI konektorom. Na njega se priključuje pomoću standardnog AUI kabla (o kojem je bilo riječi kod Ethernet segmenata s debelim koaksijalnim kablom) jedinica za priključak optičkog medija (MAU ili FO-MAU). Ova jedinica spojena je pomoću dvije niti optičkog kablja na koncentratore s odgovarajućim optičkim priključcima.

Drugi priključak koncentratore spojen je na optički kabel koji može biti priključen na neki drugi optički koncentratore (npr. u drugoj zgradi).

Osim neosjetljivosti na električne smetnje, druga velika prednost optičkih kablova

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 postavljeni 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.

5. ZAKLJUČAK

Zašto povezivati računare? Ko je samo jednom morao prebaciti nekoliko stotina megabajta podataka s jednog računara na drugi pomoću disketa, shvatit će brzo o čemu je zapravo riječ. S druge strane, današnje igrice omogućuju igranje dvojici li više igrača istodobno ako su njihovi računari međusobno povezana na neki od opisanih načina. Ovo su dvije krajnosti korištenja računarske mreže (makar i samo od dva računara). Kancelarijsko poslovanje, Internet i sve ostalo spada negdje između. Svakako najkvalitetniji način povezivanja je računalna mreža zasnovana na nekom Ethernet standardu (ali može biti i neki drugi - FDDI, VG-100, Token Ring, ATM i slično) na danas raspoloživim brzinama prijenosa od 10, 100, pa čak i 1000 Mbps - megabita u sekundi. Efektivne brzine prijenosa podataka u ovakvim mrežama ovise o broju priključenih računara i količini mrežnog prometa, ali teorijska brzina je jedan MB/s za 10 Mbps mreže, 1-2 MB/s (ovisi je li polu- ili potpuno dvosmjerna veza) za 100 Mbps mreže. I na kraju treba imati na umu da je najbolja ona veza koja radi.

Rječnik Termina:

10BASE-2 (*Thin net*)

Varijanta IEEE 802.3 standarda za lokalne računarske mreže koje definira priključak mrežnih stanica pomoću tankog koaksijalnog kabla. Dozvoljen je priključak 30 stanica na jedan segment na minimalnom razmaku od 0,5 m. Najveća

dozvoljena dužina segmenta je 185 m. Oba kraja moraju biti zaključena s 50 ohma zaključnim članom. Oklop na jednom kraju kabla se uzemljuje.

10BASE-5 (*Thick net*)

Varijanta IEEE 802.3 standarda za lokalne računarske mreže koje definira priključak mrežnih stanica pomoću debelog koaksijalnog kabla na dužinama do 500 m. Dozvoljen je priključak 100 stanica na jedan segment priključenih na kabal u razmacima od 2,5 m (ili višekratnik ove vrijednosti). Oba kraja moraju biti zaključena sa 50 ohma zaključnim članom. Oklop na jednom kraju kabla se uzemljuje.

10BASE-FL (*Fiber pair*)

Varijanta IEEE 802.3 standarda za lokalne računarske mreže koje definira priključak mrežnih stanica pomoću svjetlosnog kabla. Dozvoljen je priključak 2 stanice (vezni segment) na najvećoj dužini kabla 2000 m.

10BASE-T (*Twisted pair*)

Varijanta IEEE 802.3 standarda za lokalne računarske mreže koje definira priključak mrežnih stanica pomoću kabla s uvijenim paricama. Brzina rada je 10 megabita/sekundi na dužini od 100 m. Koriste se kablovi kategorije 3 ili bolji. Najčešće korišteni tip priključka je RJ-45, a koriste se parovi kontakata 1-2 i 3-6.

802.X

Skupina IEEE standarda koji definiraju mrežne protokole i način rada računarskih mreža.

Administrativna domena

Grupa računara, usmjerenika i mreža koja i kontrolirana je u jednoj organizaciji. Ovaj Internet koncept definiran je u RFC 1136.

ARP

Address Resolution Protocol - Internet protokol korišten za dinamičko mapiranje

Internet adresa u fizičke (hardverske) adrese u lokalnim računarskim mrežama ograničen je na mreže koje podržavaju hardversko prijavljivanje - broadcast (slanje posebnog mrežnog paketa kojim se prijavljuje priključenje na stanice na mrežu).

AUI kabal

Kabal koji se koristi za spajanje vanjskog primopredajnika (transceiver) na računar. Ima jedan muški i jedan ženski D-tip konektora.

Backbone

Primarni mehanizam povezanosti u hijerarhijskom distributivnom sistemu. Svim sistemima koji imaju vezu s prolaznim sistemom okosnice omogućeno je povezivanje jednih s drugima.

Baseband

Karakteristika mrežne tehnologije koja koristi nositelj jednostruke frekvencije i zahtijeva sve

stanice priključene na mrežu da sudjeluju u svakom prijenosu, odnosno primopredaji.

Broadcast

Sistem isporuke paketa gdje se kopija predanog paketa isporučuje svim računarima priključenim na mrežu.

Hub (multiport repeater)

Koncentrator koji se koristi u zvjezdastim topologijama mreža, a povezuje računare jednog segmenta u zajedničku, centralnu, komunikacijsku tačku.

IP

Internet Protocol - mrežni protokol za rad aplikacija namijenjenih Internetu

IPX

Inter Network Packet Exchange - Novell NetWare protokol koji omogućuje prijenos podataka mrežnim medijem.

ISO

International Organization for Standardization - međunarodna organizacija za standardizaciju.

ISP

International Service Provider - ponuđač usluge pristupa Internetu. Kod nas su to BiHnet, Smartnet, Megatel, ... i neki drugi.

MAC

Medium Access Control - poznato i kao hardverska adresa. Ovaj jedinstveni unificirani broj predstavlja adresu Ethernet mrežne stanice. Sastoji se od 6 parova heksadecimalnih brojeva, a svaki mrežni uređaj ima jedinstvenu MAC adresu.

Multicast

Specijalna vrsta broadcast načina slanja paketa pri čemu samo određena podgrupa računara prima poslane pakete.

Octet

Jedan oktet sastoji se od 8 bita. Često korišten termin u računarima.

Protocol

Formalni opis poruke koja se razmjenjuje i pravila kako se razmjenjuju informacije između dva ili više sistema

Repeater

Uređaj koji prosljeđuje električni (ili svjetlosni) signal iz jednog kabla u drugi bez donošenja routing odluka ili filtriranja paketa.

Router

Sistem koji je odgovoran za donošenje odluka kojim od nekoliko mogućih puteva će putovati mrežni (ili Internet) promet. U svom radu koristi routing protokol da bi prikupio informacije o mrežama koje su na njega spojene i algoritme za

pronalaženje najboljeg mogućeg puta zasnovane na nekoliko kriterija znanih pod imenom «routing metrics».

Literatura:

- DAMIR BARONICA «Umrežavanje računala», «STRIJELAC», Zagreb, 2000.
- Internet

Linux Udruženje Korisnika Zenice

www.lugze.org