

Универзитет у Крагујевцу
Факултет инжењерских наука



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Информатика у инжењерству

Предмет: Архитектура рачунарских система

Број индекса: 707/2011

Слободан М. Вулићевић

Архитектура локалних рачунарских мрежа
завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. **Др Јасна Радуловић - ментор**

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да проучи препоручену као и ширу литературу која се односи на архитектуру локалне рачунарске мреже засноване на употреби жичних трансмисионих медијума за пренос података између комуникационих уређаја у саставу мреже. На бази стеченог знања кандидат треба да детаљно обради типове локалних рачунарских мрежа, топологију мрежа и мрежне компоненте, као и да да пример конфигурисања једне локалне рачунарске мреже

Препоручена литература:

- [1] Andrew S. Tanenbaum, „Рачунарске мреже“, Микро књига, Београд, 2005.
- [2] James F. Kurose, Keith W. Ross, „Умрежавање рачунара: Од врха ка дну са Интернетом у фокусу“, RAF-CET, 2005.
- [3] Марковић Б., „Рачунарске мреже“, скрипта, ВШТСС Чачак, 2009.
- [4] Веиновић М., Јевремовић А., „Рачунарске мреже“, Универзитет Сингидунум, Београд, 2011.

Крагујевац, датум

ментор:

Др Јасна Радуловић

Резиме рада:

У овом раду описане су локалне рачунарске мреже кроз упознавање са основном поделом рачунарских мрежа као и мрежних топологија, укључујући и преглед најбитнијих протокола, мрежних компоненти и трансмисионих медијума који су у употреби у оквиру ових мрежа. Циљ рада је упознавање са архитектуром локалних рачунарских мрежа али и начином на који ове мреже функционишу као приказ свих битних параметара који утичу на њену употребљивост.

Кључне речи: мрежа, компонента мреже, топологија, протокол, OSI модел

This work describes the local network through the introduction to the basic classification of computer networks and network topologies, including a review of the major protocols, network components and transmission media that are used in these networks. The aim of this work is to introduce the architecture of local area networks and the way these networks function as a display of all important parameters that affect its usefulness.

Key words: network, network component, network topology, protocol, OSI model

САДРЖАЈ

1.0	Увод.....	6
2.0	Пренос података.....	8
3.0	Архитектура рачунарских мрежа.....	9
4.0	OSI модел.....	12
4.1	Слојеви OSI референтног модела.....	12
5.0	TCP/IP скуп протокола.....	15
6.0	IP адреса.....	19
6.1	Адресирање подмрежа.....	22
7.0	MAC адреса.....	23
8.0	ARP протокол.....	24
9.0	Мрежне топологије.....	25
10.0	Архитектура локалне рачунарске мреже.....	29
10.1	Ethernet.....	29
10.1.1	Ethernet стандарди.....	32
10.1.2	Ethernet оквир.....	33
10.1.3	Ethernet и CSMA/CD.....	34
10.1.4	Комутирани Ethernet.....	35
10.2	Token Ring.....	36
10.2.1	Особине Token Ring мрежа.....	36
10.2.2	Token Ring оквир.....	37
10.2.3	Функционисање Token Ring мрежа.....	38
10.2.4	Хардверске компоненте Token Ring мреже.....	40
10.2.5	Каблови.....	41
10.2.6	Конектори.....	42
10.3	FDDI.....	43
10.3.1	Опис FDDI мреже.....	45
10.3.2	Формат оквира.....	46

11.0	Мрежни уређаји.....	47
11.1	Мрежне картице.....	47
11.2	Репетитори.....	48
11.3	Хаб.....	49
11.4	Рутер.....	50
11.5	Bridge.....	52
11.6	Switch.....	53
11.7	Gateway.....	55
12.0	Трансмисиони медијуми - каблови и конектори.....	56
13.0	Пример конфигурисања LAN мреже.....	60
14.0	Закључак.....	65
	Литература.....	66

1.0 УВОД

Настајање и експанзија рачунарских мрежа посебно је забележена у задњих пола века. Основни разлог настајања мрежа била је потреба да различити корисници физички распоређени на различитим растојањима могу да размењују податке и да деле одређене ресурсе. Тако би се и могла увести дефиниција рачунарске мреже као скупа комуникационих уређаја који су међусобно повезани (физички и логички) и који могу међусобно да комуницирају тј. да размењују податке.

Велики развој рачунарских мрежа довео је до великог протока информација тако да је цео свет обухваћен многобројним мрежама од малих растојања (локалне рачунарске мреже) па до интерконтиненталних растојања (глобалне мреже). Једна од највећих мрежа, а по броју корисника сигурно највећа мрежа, која обухвата целу земаљску куглу, је Интернет. То је глобална мрежа која пружа огроман број сервиса и услуга и обухвата стотине милиона корисника.

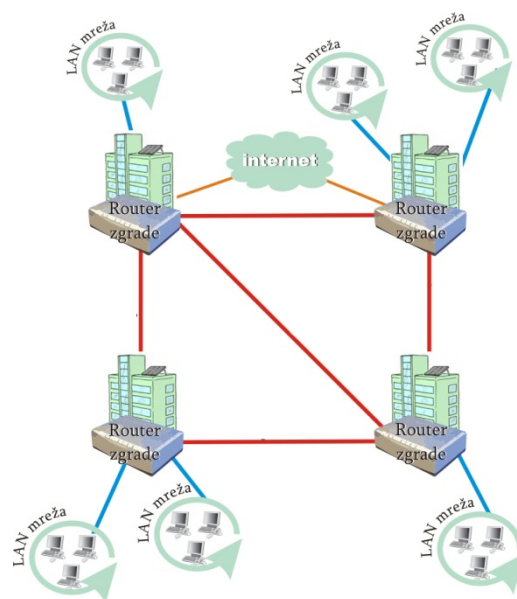
Рачунарске мреже се могу класификовати по различитим критеријумима али су најчешће три класификације:

- 1) према географском пространству које покривају,
- 2) према топологији,
- 3) према хијерархијском односу комуникационих уређаја који образују одређену мрежу.

Према географском пространству које покривају мреже делимо на локалне (LAN- *Local Area Network*), градске (MAN- *Metropolitan Area Network*) и глобалне (WAN- *Wide Area Network*). [3]



Слика 1. Локална (LAN) мрежа [17]

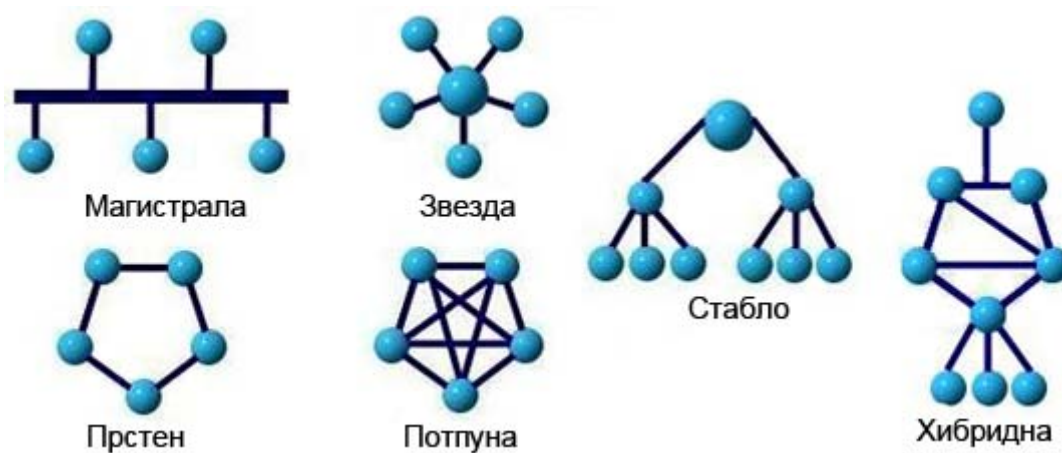


Слика 2. Градска (MAN) мрежа [18]



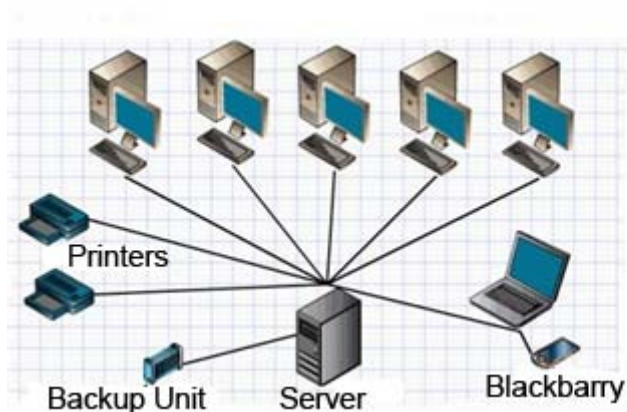
Слика 3. Глобална (WAN) мрежа [19]

Према топологији мреже делимо на потпуне (*mesh*), магистрале, прстене, облик стабла, звезде, хибридне.

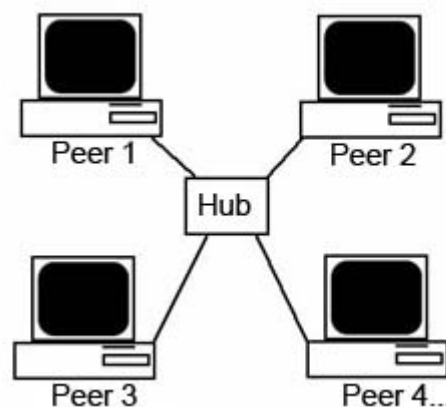


Слика 4. Мрежне топологије [20]

Према хијерархијском односу мреже можемо поделити на серверске (постоји сервер и клијент) и клијентске (где постоји само клијент).



Слика 5. Серверска мрежа [21]



Слика 6. Клијентска мрежа [22]

2.0 ПРЕНОС ПОДАТАКА

Основна намена рачунарске мреже је да преноси податке. Подаци су пре свега електронски фајлови који у општем случају репрезентују бројеве, речи, слова, симболе, слике, звук итд. Сви они се пребацују у бинарну форму – нуле (0) и/или јединице (1) тј. бите.

Комуникација подацима (*Data communication*) представља размену података (у форми нула и јединица) између два комуникациона уређаја уз помоћ медијума за пренос.

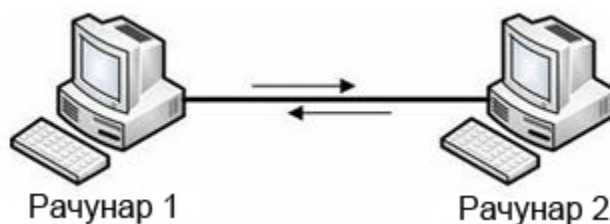
Комуникација подацима може бити локалног и удаљеног типа. Она је локалног типа ако се оба уређаја налазе у оквиру исте зграде или томе сличног краћег растојања, а удаљеног типа ако се уређаји налазе на већем растојању.

Комуникациони уређаји се састоје из два дела: хардвера и софтвера који су међусобно интегрисани тако да чине једну компактну целину.

Више уређаја међусобно повезаних чине (заједно са својим везама) један **комуникациони систем**.

Да би комуникациони систем за податке могао да функционише мора садржати следеће компоненте:

- **Порука** (*Message*) је информација (податак) којим желимо да комуницирамо. Може бити текст, слика, звук, видео итд.
- **Пошиљалац** (*Sender*) је уређај који шаље поруку (компјутер, телефон, факс, видео камера ...)
- **Прималац** (*Receiver*) је уређај који прима поруку нпр: компјутер, телевизор, факс итд.
- **Преносни медијум** (*Media*) је физички пут којим порука иде (упредена парица, коаксијални кабал, оптички кабал...)
- **Протокол** је скуп правила за комуникацију између уређаја. [3]



Слика 7. Пренос података између два рачунара [3]

3.0 АРХИТЕКТУРА РАЧУНАРСКИХ МРЕЖА

Разликујемо следеће архитектуре рачунарских мрежа:

- *host-based*,
- клијент-сервер,
- мрежа равноправних корисника (*peer-to-peer*)

Прва мрежна софтверско-хардверска архитектура јесте тзв. *host-based* архитектура (слика 8) коју су чинили *mainframe* рачунари и на њих прикључени терминали. Код ове архитектуре је целокупну обраду података извршавао *mainframe* рачунар а терминали су чинили интерфејс између *mainframe* рачунара и крајњих корисника. Данас одређени елементи ове архитектуре постају поново актуелни кроз *Web* апликације и оперативне системе, као и рачунарство у облаку (*cloud computing*). [15]



Слика 8. *Host-based* архитектура [15]

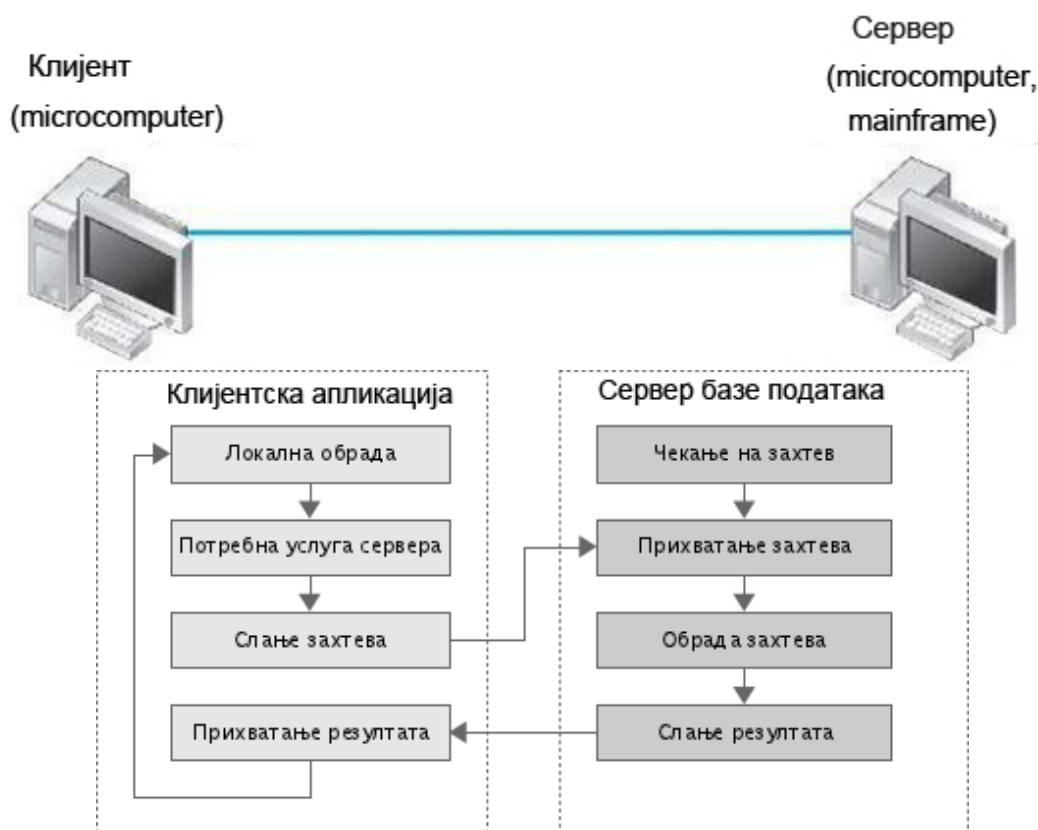
Клијент-сервер је архитектура (слика 9) где су клијент (корисник) и сервер одвојени или неравноправни. Клијент је обично активан корисник, који шаље захтеве и чека док се исти не испуне, док је сервер пасиван, чека да добије захтев који испуњава и шаље кориснику. Сервери су обично веома јаке машине са добрим конфигурацијама и карактеристикама.



Слика 9. Клијент-сервер архитектура [15]

Клијент-сервер архитектура представља један од данас најчешће коришћених приступа код дистрибуиране обраде података.

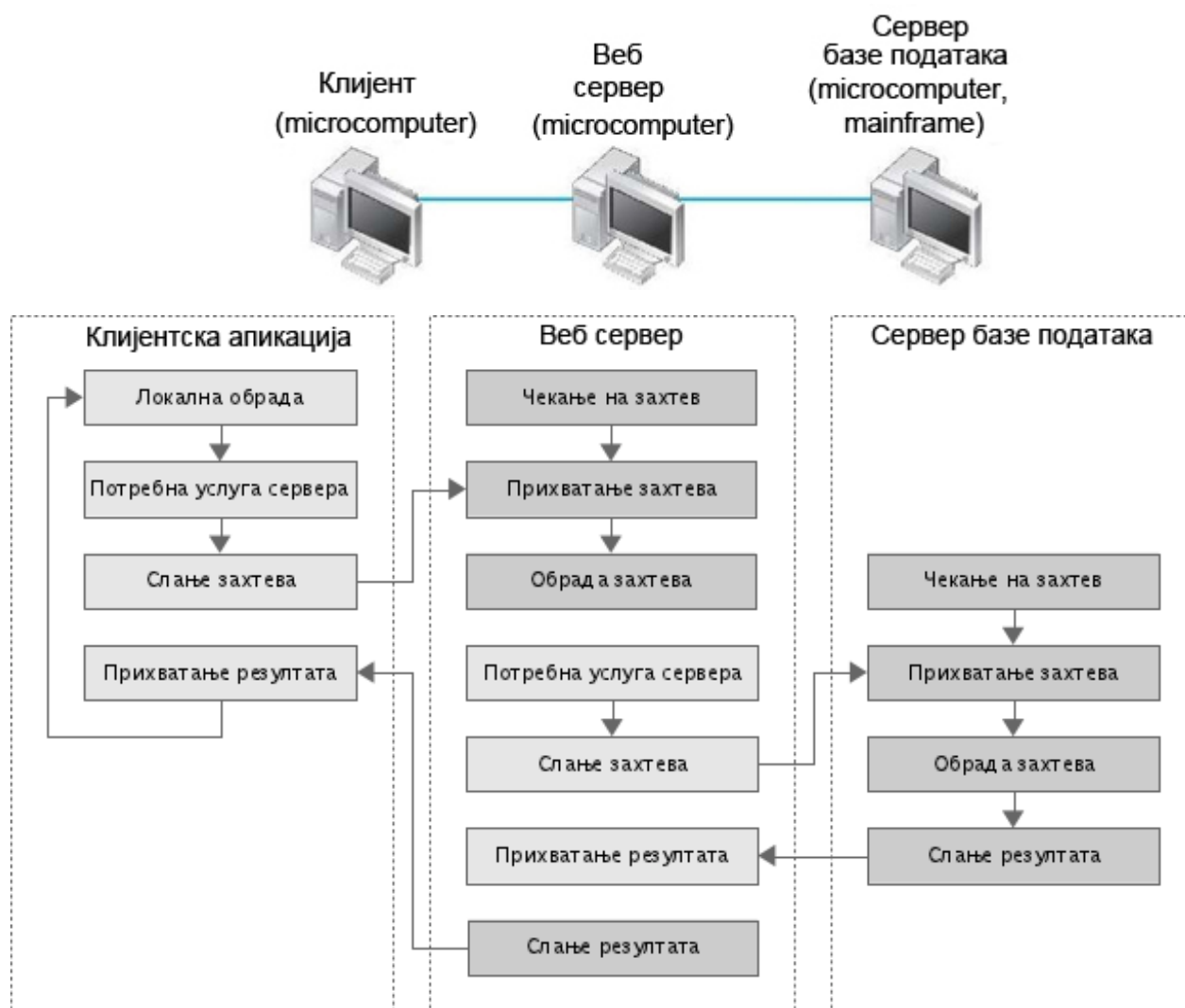
Основна клијент-сервер архитектура подразумева постојање два слоја, слоја клијента и слоја сервера. Код двослојне клијент-сервер архитектуре (слика 10) софтверско решење се разлаже на једну искључиво клијентску, и једну искључиво серверску компоненту. Пример основне, двослојне клијент-сервер архитектуре јесте мрежа у којој корисници путем апликација на својим рачунарима приступају централној бази података.



Слика 10. Двослојна клијент-сервер архитектура [4]

У пракси су честе и клијент-сервер архитектуре са три слоја јер се њима лакше решавају питања заштите података и контроле приступа. На пример, *Web* апликације најчешће користе трослојну клијент-сервер архитектуру на такав начин да основни клијентски део чини *Web browser*, средњи слој чини апликативни *Web* сервер, а сервер базе података чини трећи, серверски слој (слика 11). У таквој организацији средњи слој је реализован као серверска компонента, гледано са аспекта *Web browser*-а, односно као клијентска компонента, гледано са аспекта сервера базе података. [4]

На примеру трослојне архитектуре јасно се може стећи увид да се појмови „клијент“ и „сервер“ не односе на хардверске карактеристике рачунара, већ на типове процеса или чак њихове процедуре, који се на тим рачунарима извршавају. Ако неки процес или један његов део, захтева услугу од другог процеса (било на локалном или на удаљеном рачунару) његово понашање спада у клијентски део клијент-сервер архитектуре. И обрнуто, ако неки процес чека на захтеве других процеса, његово понашање спада у серверски део клијент-сервер архитектуре.



Слика 11. Трослојна клијент-сервер архитектура [4]

Архитектура равноправних чланова (*peer-to-peer*) је софтверска архитектура са највишим нивоом аутономије у дистрибуираној обради података. Код ове архитектуре (слика 12) нема хијерархијске поделе чланова, већ сви чланови обављају локалну обраду података, уз могућност обраћања осталим члановима за функције и ресурсе који нису локално доступни.

Архитектура равноправних чланова представља вид дистрибуираног рачунарства у коме сваки чвор (*node*) има двоструку улогу. Сваки чвор мреже равноправних чланова комуникацију са осталим члановима *peer-to-peer* мреже обавља путем софтвера који се може понашати и као клијент (захтевајући податке или услуге од осталих чворова) и као сервер (одговарајући на захтеве осталих чворова). На овај начин архитектура равноправних чланова омогућава већу аутономију чланова мреже. Главне примене су размена фајлова, директна комуникација, дистрибуирана обрада велике количине података, софтвер за забаву... [15]



Слика 12. Архитектура равноправних чланова [15]

4.0 OSI МОДЕЛ

Референтни модел за отворено повезивање система (*OSI- Open Systems Interconnection Basic Reference Model*) је најкоришћенији апстрактни опис архитектуре мреже. Описује интеракцију уређаја, програма, сервиса и протокола при мрежним комуникацијама. Користе га произвођачи при пројектовању мрежа, као и стручњаци при изучавању мрежа. *OSI* модел дели архитектуру мреже у седам логичких нивоа, даје списак функција, сервиса и протокола који функционишу на сваком од нивоа. [33]

У самим почецима настајања мрежа, различите фирме су примењивале своја решења, тако да је комуникација била могућа само између рачунара у оквиру мреже тог истог произвођача.

Крајем 1979. године, Међународна организација за стандардизацију *ISO* (*International Organization for Standardization*), креирала је референтни модел *OSI* да би се превазишли ови проблеми, а 1984. године штампала је ревизију овог модела која је постала међународни стандард и водич за умрежавање.

4.1 Слојеви OSI референтног модела

OSI референтни модел се састоји од седам различитих нивоа, подељених у две групе (слика 13).

- **Прву групу** сачињавају горња три слоја, слојеви апликације, презентације и сесије. Она има за улогу да опише процес интеракције корисник-рачунар, рад корисника са апликацијом и процес комуникације апликација међу собом као крајњим тачкама.
- **Друга група** је сачињена од доња четири слоја који дефинишу како се преносе информације са једног на други крај (од једног до другог корисника).

Табела 1. Слојеви OSI референтног модела [33]

OSI референтни модел		
Слојеви	Јединица	Протоколи
<u>Апликација</u> Мрежни процеси везани за апликацију	Податак	HTTP , FTP , Telnet , DNS , DHCP , POP/SMTP , NNTP , SIP , SSI , Gopher , NFS , NTP , SMTP , SNMP , Netconf
<u>Презентација</u> Енкрипција и кодирање података	Податак	MIME , XDR , TLS , SSL
<u>Сесија</u> Успостављање сесије крајњих корисника	Податак	NetBIOS , PAP , CHAP , SSH , Named Pipes , SAP , SIP , L2TP , PPTP
<u>Транспорт</u> Веза, поузданост, транспорт	Сегмент Датаграм	TCP , UDP , SCTP , DCCP
<u>Мрежа</u> Логичко адресирање и рутирање	Пакет	IP (IPv4 , IPv6), ICMP , ARP , RARP , ICMP , IPsec , IGMP , IPX , AppleTalk
<u>Слој везе</u> Физичко адресирање, приступ медијуму	Фрејм (Оквир)	PPP , HDLC , Frame Relay , ARP , CSLIP , SLIP , Ethernet , Frame relay , ITU-T G.hn DLL
<u>Физички слој</u> Трансмисија сигнала	Бит	Token Ring , RS-232 , RS-449 , V.35 , V.34 , I.430 , I.431 , T1 , E1 , POTS , SONET/SDH , OTN , DSL , 802.11a/b/g/n PHY , 802.15.x PHY , ITU-T G.hn PHY , Ethernet , USB , Bluetooth , Firewire (IEEE 1394)

Физички слој

Дефинише електрична и физичка својства мрежних уређаја (мрежних адаптера - енглески термин у широкој употреби је *NIC (Network Interface Card)*). Дефинишу се напонски нивои, број пинова на конекторима (односно парица у кабловима), или дебљина оплета коаксијалног кабла. Мрежне картице, хабови и репетитори су примери уређаја на физичком слоју OSI модела.

Слој везе

Брине се за размену података између мрежних уређаја и за детекцију/корекцију могућих грешака у физичком слоју. Уређаји комуницирају помоћу "хард-кодираних" адреса (MAC адресе код *Ethernet* мрежних уређаја), и комуникација на овоме нивоу је могућа само унутар локалних мрежа.

Мрежни слој

На интернету је огроман број рачунара, а ми их распознајемо по њиховим именима домена (нпр. *www.google.rs*). Тај систем је направљен ради људи, и такозвани *DNS* сервери претварају такве упите *web browser*-а у *IP* адресе, по тренутно важећем *IPv4* стандарду у адресу типа *a.b.c.d*, гдје су *a*, *b*, *c* и *d* бројеви од 0 до 255. Мрежне картице у рачунарима немају *IP* адресе, него *MAC* адресе. То значи да је потребан још један слој, који ће претворити *IP* адресе у *MAC* адресе. Кад би сваки рачунар на Интернету имао таблицу претварања *IP* адреса у *MAC* адресе, то би било врло непрактично, па је смишљено друго решење. На сваком сегменту мреже (*subnet*-у) постоји рутер, који поседује табелу усмеравања. Пакете који дођу до њега, а циљ им није на локалном мрежном сегменту, он прослеђује даље, а пакете који су намењени локалној мрежи, прослеђују се на локалну мрежу. То се изводи тако што док остали уређаји на мрежи имају један мрежни адаптер (*NIC*), рутер има два. Један је повезан на локалну мрежу, а други на спољашњу, па рутер пакете које добије на локалној мрежи, а који су намењени спољашњем свету упућује напоље, а пакете из спољашњег света упућене локалној мрежи упућује унутра. [33]

Транспортни слој

Овај слој води рачуна о пакетима који путују између два рачунара. Примери протокола на транспортном слоју су *TCP* (*Transmission Control Protocol*) и *UDP* (*User Datagram Protocol*). Ако се неки пакет "изгуби" на путу, *TCP* ће тражити да се поново пошаље, па је погодан за размену података за које је интегритет податак на вишем нивоу од брзине преноса. *UDP* нема контролу да ли се понеки пакет загубио, па је погодан за мултимедијалне апликације, где није толико битно да ли се загуби понеки пакет, него је битна брзина комуникације.

Слој сесије

Бави се успостављањем везе између крајњих корисника и синхронизацијом исте. Најлакше га је објаснити код видеа преко Интернета, где не желимо имати тон без слике, или слику без тона или обоје али без синхронизације.

Слој презентације

Подаци који се користе на разним рачунарима се кодирају на разне начине нпр. *txt* датотеке на *Mac*-у, *Unix*-у и *Windows*-у на различите начине означавају прелазак у нови ред. Све такве конверзије се изводе на презентационом слоју.

Слој апликације

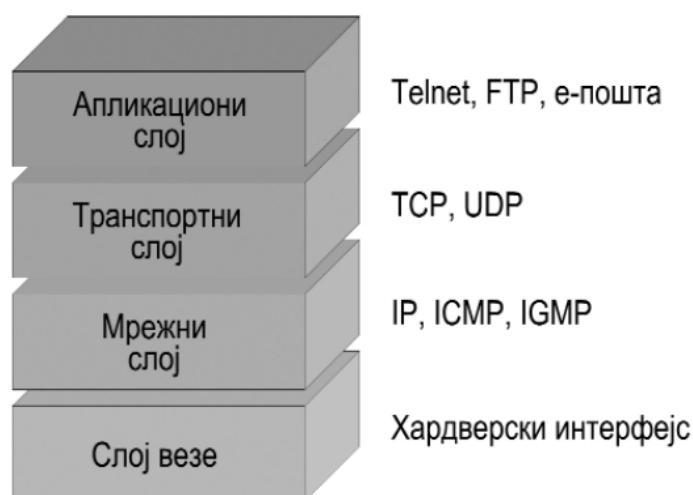
На овом слоју програмер користи апликациони програмски интерфејс (*API* - *Application programming interface*) којима остварује мрежну комуникацију с одређеном сврхом, а да при том не мора водити рачуна о нижим слојевима, за које се брине оперативни систем. Примери протокола на овом слоју су *HTTP*, *FTP*, *Telnet*, *SMTP* и многи други.

5.0 TCP/IP СКУП ПРОТОКОЛА

TCP/IP (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*) скуп протокола омогућава рачунарима различитих произвођача који раде под различитим оперативним системима да међусобно комуницирају. Развила их је 1960. године агенција *DARPA* (*Defense Advanced Research Projects Agency*) за мрежу са комутацијом пакета. Од 1990. године то је начин за повезивање рачунара који се највише користи. Скуп *TCP/IP* протокола је комбинација различитих протокола са различитих слојева. *TCP/IP* је четворослојни систем (слика 13).

Сваки од слојева има различита задужења:

- **Слој везе** води рачуна о свим хардверским детаљима физиког медијума који се користи. Укључује софтверске модуле (*Device driver*) оперативног система и одговарајуће хардверске интерфејсе (мрежне картице, мрежни интерфејс) датог рачунара;
- **Мрежни слој** води рачуна о кретању пакета кроз мрежу. Преусмеравање (рутирање) пакета извршава се на овом слоју. Протоколи *IP* (*Internet Protocol*), *ICMP* (*Internet Control Message Protocol*) и *IGMP* (*Internet Group Management Protocol*) чине мрежни слој у *TCP/IP* скуп протокола;
- **Транспортни слој** апликационом слоју изнад себе обезбеђује проток података између две станице (рачунара). У *TCP/IP* скуп протокола постоје два потпуно различита транспортна протокола: *TCP* и *UDP* (*User Datagram Protocol*); [28]



Слика 13. Четворослојни скуп *TCP/IP* протокола [28]

TCP обезбеђује поуздан проток података између рачунара. Од података које добија од апликације: формира целине (делове) које прослеђује мрежном слоју, шаље потврде о успешном пријему пакета од удаљених рачунара, итд.

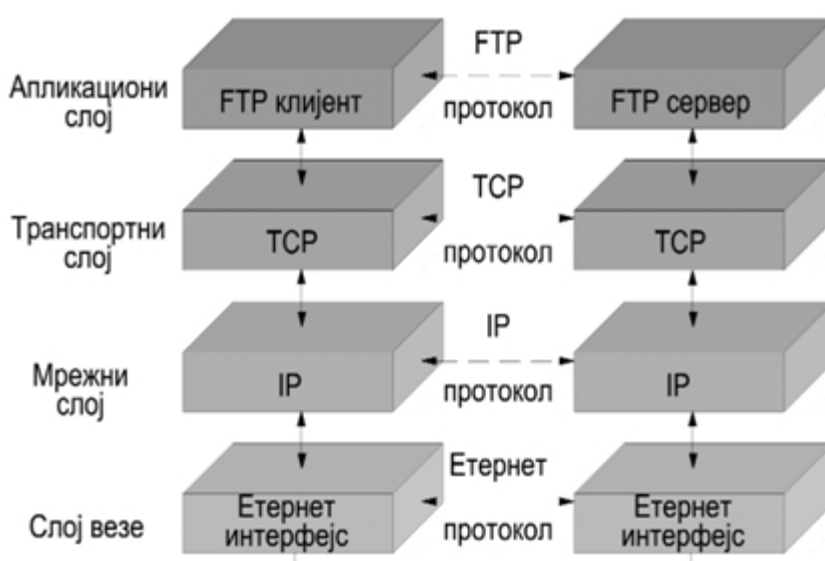
С друге стране **UDP** обезбеђује много једноставнију услугу (сервис) апликационом слоју. Он једноставно шаље од једног до другог рачунара пакете података (датаграме). Све захтеве за поузданошћу мора да преузме апликациони слој.

- **Апликациони слој** води рачуна о карактеристичним детаљима сваке апликације.

У скоро свим имплементацијама обезбеђене су следеће апликације:

- *Telnet* - удаљени приступ;
- *FTP (File Transfer Protocol)* - пренос датотека;
- *SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)* - електронска пошта;
- *SNMP (Simple Network Management Protocol)* - надзор и управљање мрежом

Уколико постоје две станице на једној локалној мрежи (нпр. *Ethernet*) и на обе је покренут *FTP*, који су протоколи укључени приказано је на слици 14. Једна апликација је означена као клијент а друга као сервер. Сервер обезбеђује одређене врсте услуга клијенту, у овом случају приступ фајловима на серверу. Сваки слој има један или више протокола који му обезбеђују комуникацију са „парњаком” на истом слоју. На пример *TCP* протокол обезбеђује комуникацију два транспортна слоја, а *IP* протокол обезбеђује комуникацију два мрежна слоја.



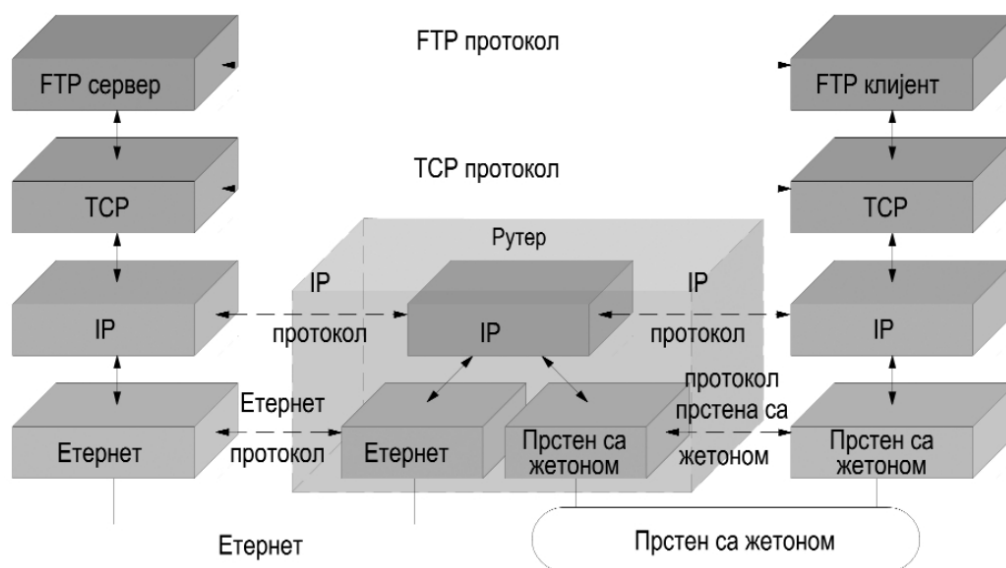
Слика 14. Две станице са *FTP* протоколом на *LAN* мрежи *Ethernet* типа [28]

Постоји још једна битна разлика између највишег слоја и доња три слоја. Апликациони слој води рачуна само о детаљима везаним за апликацију, а не о кретању података кроз мрежу. Нижи слојеви не знају ништа о апликацији али руководе кретањем података кроз мрежу.

На слици 14 приказана су четири различита протокола, сваки за различити слој: *FTP* за апликациони слој, *TCP* за транспортни слој, *IP* за мрежни слој и *Ethernet* за слој везе. *TCP/IP* скуп протокола је комбинација више протокола. Без обзира што је назив *TCP/IP*, *TCP* и *IP* су само два протокола.

Намена најнижег слоја који води рачуна о приступу мрежи и највишег апликационог слоја сасвим је јасна. Први води рачуна о свему што је везано за комуникациони медијум, као што су бежичне рачунарске мреже или локалне рачунарске мреже по стандарду *IEEE802*, док други води рачуна о свему што је везано за корисничку апликацију (*FTP*, *Telnet*, итд.). С друге стране разлика између мрежног и транспортног слоја није на први поглед јасно видљива. Да би се боље разумела разлика морамо посматрати не више само једну мрежу већ скуп мрежа. [28]

Најједноставнији начин да се направе међусобно повезане мреже је повезати две мреже са уређајем за преусмеравање – рутером. Позитивна страна рутера је да омогућава везу са различитим типовима физичких мрежа – *Ethernet*, прстен са жетоном, бежичне итд. Слика 15 приказује разлику између крајњег система (два рачунара на крајевима) и међусистема (рутер у средини). Апликациони слој и транспортни слој користе протоколе с краја на крај. Ови протоколи потребни су само крајњим системима. Мрежни слој обезбеђује протокол од једне станице до друге и користе га сви системи: и крајњи и међусистеми.



Слика 15. Две *TCP/IP* мреже повезане рутером [28]

У скупу *TCP/IP* протокола мрежни слој не обезбеђује поуздану услугу. То значи прослеђује пакете од изворишта до коначног одредишта што је могуће боље, али не гарантује да је пакет и стигао на одредиште. *TCP* протокол с друге стране обезбеђује поуздану транспортну услугу користећи непоуздану *IP* услугу.

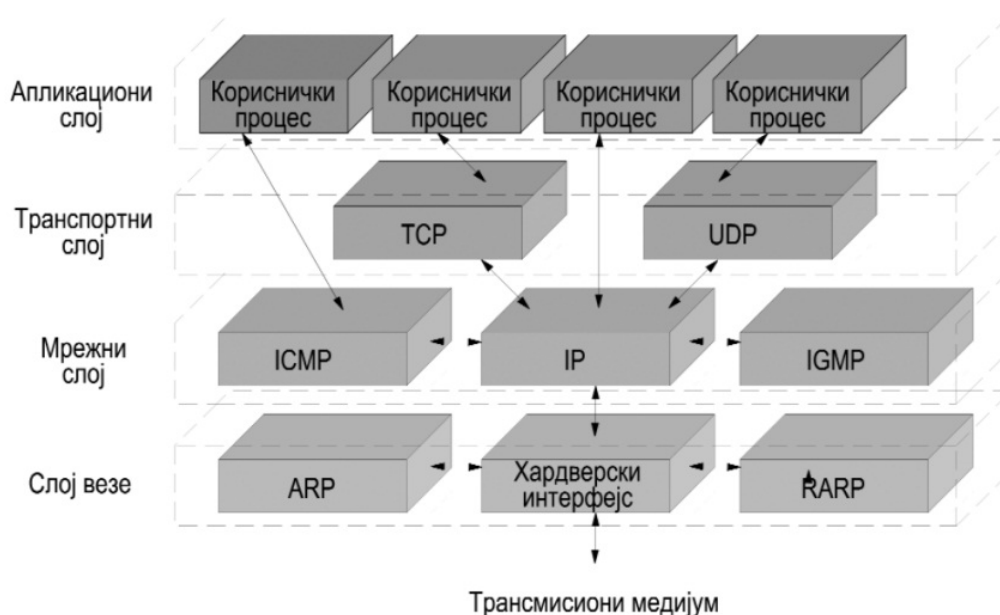
Рутер по својој дефиницији има два (или више) мрежна интерфејса пошто повезује две (или више) мреже.

Као што се види на слици 15 (са две мреже) апликациони слојеви не морају да воде рачуна (и не воде рачуна) о томе да је једна станица на *Ethernet* мрежи а друга на прстену са жетоном са рутером између њих. Апликација ће радити на исти начин чак и ако се између њих нађе 20 рутера са додатним врстама мрежних интерфејса.

Као што је поменуто у скупу *TCP/IP* протокола постоји више протокола. На слици 16 приказане су њихове међусобне везе. *TCP* и *UDP* су доминантни протоколи транспортног слоја. Оба користе *IP* протокол на мрежном слоју. *IP* је главни протокол на мрежном слоју. Користе га и *TCP* и *UDP* протоколи. На слици 16 такође видимо да неке апликације директно користе *IP* протокол. Ово се ретко користи али је могуће.

Протокол *ICMP* је додатак *IP*. Користе га *IP* слојеви за међусобну размену порука о грешци и других виталних информација. Апликациони процес такође може директно да користи *ICMP* протокол.

Протокол *IGMP* се користи код слања *UDP* пакета ка више рачунара (хостова). Специјална врста протокола су и *ARP* и *RARP*. Користе се да би претворили адресу коју користе *IP* слојеви у адресу која се користи на слоју везе (мрежни интерфејси као што је нпр. *Ethernet* или прстен са жетоном).



Слика 16. Протоколи на различитим слојевима *TCP/IP* референтног модела [28]

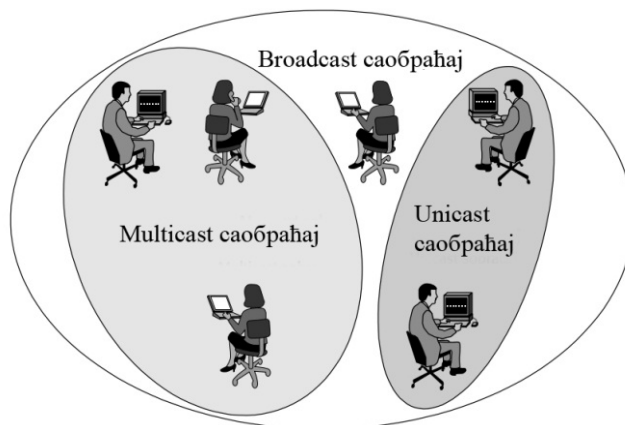
6.0 IP АДРЕСА

IP (Internet Protocol) представља начин јединствене идентификације сваког уређаја рачунара у било којој мрежи укључујући и Интернет. Тренутно су у употреби две верзије *IP* протокола под називом *IPv4* и *IPv6*. *IPv4* користи 32 бита за адресирање што даје тачно 4,294,967,296 комбинација јединствених адреса. *IPv6* користи 128 бита што даје далеко већи број (2^{128}) расположивих адреса, приказаних са 8 група 16-битних бројева у хексадецималном формату. У даљем разматрању тематике везане за *IP* адресе држаћемо се верзије *IPv4*.

IP адреса се састоји од четири броја од којих сваки може бити у опсегу од 0 до 255. У ствари, у питању је један 32-битни број подељен на четири дела који су међусобно раздвојени тачкама. На пример валидна *IP* адреса рачунара би могла бити 192.168.1.10

У *IPv4* су дефинисана три типа адреса (слика 17):

- *Unicast* - користи се за комуникацију два учесника по једној вези. Сваки пакет се доставља једном одредишном чвору.
- *Multicast* - омогућава да се једна информација проследи на више адреса али не свим адресама (као код *broadcast*-а). Користи класу *D IPv4* адреса у опсегу 224.0.0.0 до 239.255.255.255 при чему најнижих 28 бита формира ID *multicast* групе. Користе се одговарајући рутери који имају могућност прослеђивања *multicast* пакета. *Multicast* се користи нпр. код видео конференција.
- *Broadcast* - омогућава да се једна информација проследи свим чворовима у мрежи. Тако нпр. адреса 255.255.255.255 представља адресу ограниченог *broadcast*-а. Она показује свим чворовима у *LAN*-у да треба да приме поруку. Ограничена је утолико што се *broadcast* односи на *LAN*, а не на цео Интернет. [29]



Слика 17. Типови адресирања [29]

IP адреса се састоји од четири бајта и има три важна елемента, а то су:

- Класа, тј. тип класе
- Идентификатор мреже (*netID*)
- Идентификатор комуникационог уређаја (*hostID*)

Дужина ових елемената варира, у зависности од типа класе. *IPv4* верзија *IP* протокола подразумева постојање следећих типова класа *IP* адреса (слика 19):

➤ Класа *A* адреса:

- користи 7 битова за адресу мреже и 24 бита за адресу рачунара (*host-a*). На овај начин може се адресирати $2^7 - 2 = 126$ мрежа. У свакој мрежи може да буде $2^{24} - 2 = 16777214$ рачунара ,
- опсег адреса је од 0. 0. 0. 0 до 127. 255. 255. 255,
- одговара мрежама са изузетно великим бројем рачунара .

➤ Класа *B*:

- користи 14 битова за адресу мреже и 16 битова за адресе рачунара (*host-ова*). На овај начин може се адресирати $2^{14} - 2 = 16382$ мрежа. У свакој мрежи може да буде $2^{16} - 2 = 65534$ рачунара ,
- опсег адреса класе *B* је од 128. 0. 0. 0 до 191. 255. 255. 255,
- одговара мрежама са релативно великим бројем рачунара.

➤ Класа *C*:

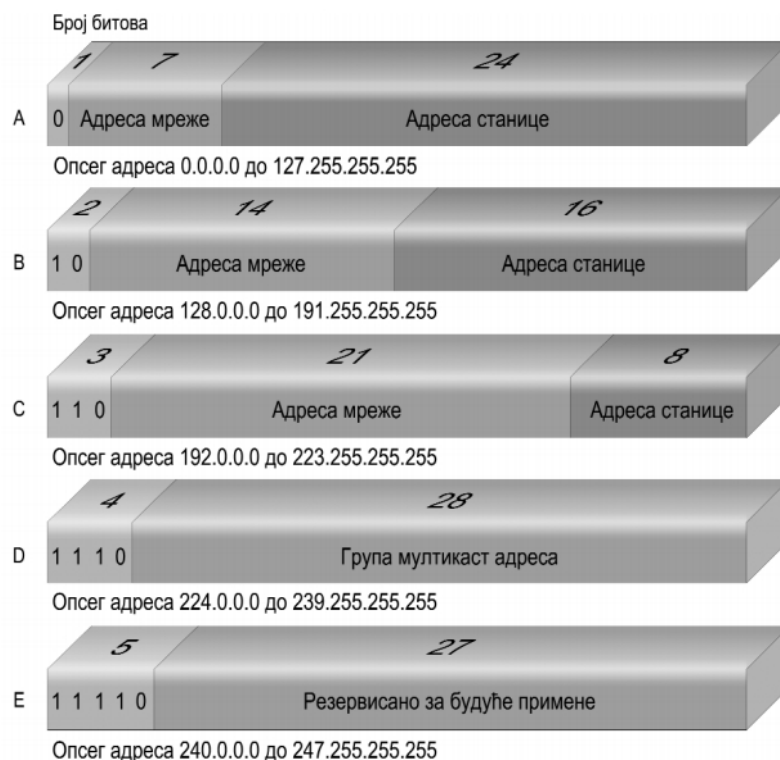
- користи 21 бит за адресу мреже и 8 битова за адресе рачунара. На овај начин може се адресирати $2^{21} - 2 = 2097150$ мрежа. У свакој мрежи може да буде $2^8 - 2 = 254$ рачунара (*host-ова*),
- опсег адреса класе *C* је од 192. 0. 0. 0 до 223. 255. 255. 255,
- одговара мрежама са малим бројем станица.

➤ Класа *D*:

- користи се за *multicast* али за ограничене области и једино за рачунаре који користе исту класу *D* адреса,
- опсег адреса је од 224. 0. 0. 0 до 239. 255. 255. 255.

➤ Класа *E*:

- резервисана је за примене у будућности,
- опсег адреса класе *E* је од 240. 0. 0. 0 до 247. 255. 255. 255. [30]



Слика 18. Класе IPv4 адреса [30]

Разлика између адреса различитих класа најједноставније се уочава на основу првог броја децималне презентације адресе. Посебне (резервисане) IP адресе добијају се постављањем свих битова на 0 или свих битова на 1 и значења су следећа:

сви битови 0:

- у адресном делу рачунара интерпретира се као „овај рачунар“,
- у адресном делу мреже интерпретира се као „ова мрежа“. Када рачунар хоће да комуницира преко мреже, али још увек не зна мрежни део IP адресе, може да пошаље пакет са $\langle \text{netID}=0 \rangle$ који значи „ова мрежа“. Одговори садрже важећу адресу мреже;

сви битови 1:

- адреса са свим битовима постављеним на један интерпретира се као све мреже или сви рачунари. На пример адреса 128.2.255.255 значи сви рачунари на мрежи 128.2 (класа B). Ово се назива директни *broadcast* пошто садржи важећу адресу мреже и *broadcast* адресу рачунара;

затворена петља (*loopback*):

- адреса 127.0.0.1 у класи A је дефинисана као адреса затворене петље. Додељује се мрежном интерфејсу за обраду на локалном систему и нема приступ физичкој мрежи.

6.1 Адресирање подмрежа

Као последица наглог развоја Интернета принцип додељивања *IP* адресе постао је превише сложен да би омогућио брзе промене конфигурација локалних мрежа. До промене може да дође када се:

- нови тип физичке мреже инсталира на тој локацији,
- значајно повећа број станица, па се захтева деоба локалне мреже у две или више одвојених мрежа,
- повећање раздаљине које захтева деобу мреже у више мањих мрежа, које су повезане уређајима за међусобно повезивање.

Да би се спречило додавање мрежа са новим *IP* адресама од свих рачунара захтева се да подржавају адресирање подмрежа дефинисано у документу *RFC950*. Додељивање адреса подмрежа је локално. Мрежа са подмрежама је споља виђена и даље као једна *IP* мрежа. Уместо да се посматра само адреса мреже и адресе станице (у оквиру *IP* адреса) део адресе рачунара се дели у два дела: у адресу подмреже и адресу рачунара. Ова идеја има смисла пошто адресе у класи *A* и класи *B* имају превише битоа додељених адресама станица: $2^{24} - 2(A)$; $2^{16} - 2(B)$.

У пракси није уобичајено да се толико рачунара повезује у једну мрежу. По добијању *IP* адресе за мрежу од овлашћене организације, ствар је локалног администратора система да ли да прави подмреже или не. Уколико прави подмреже онда је питање колико битоа се додељује за адресирање подмреже а колико за адресирање рачунара. [31]



Слика 19. Пример адресирања подмрежа класе B. [31]

7.0 MAC АДРЕСА

MAC адреса (*Media Access Control Address*) је јединствен број, којим се врши идентификација уређаја/интерфејса на локалној *LAN* мрежи. Ова је адреса слоја везе *OSI* референтног модела, представљена са 6 бајтова најчешће у хексадецималној нотацији. За разлику од *IP* адреса, *MAC* адресе уређајима произвађачи задају за стално, тј. при производњи адаптера она се уписује у његову *ROM* меморију. До сукоба адреса не долази будући да се организација *IEEE* управља њиховом расподелом (фирма купује део адресног простора за износ номиналне чланарине). Исто тако за разлику од *IP* адресе које имају хијерархијску структуру, ове адресе имају линеарну, тј. непроменљиву структуру. Будући да постоје адресе мрежног слоја и слоја везе, задатак за њихово превођење узима протокол за разрешивање адреса *ARP* (*Address Resolution Protocol*), који је дефинисан документом *RFC* под бројем 826. [2]

Вредности *MAC* адреса дефинисане су од стране *IEEE* организације која је усвојила правила којих требају да се придржавају произвођачи опреме како би се осигурала њихова јединственост на глобалном нивоу. Правила која је поставио *IEEE* захтевају да се произвођач који продаје неки мрежни уређај претходно региструје код њих. При тој регистрацији додељује им се *OUI* (*Organizationally Unique Identifier*) код од три бајта, који на јединствен начин идентификује фирму у *MAC* адреси. Исто тако од фирми се захтева да поштују одређена правила:

Све *MAC* адресе које доделе мрежним картицама или уређају морају да имају у себи *OUI* код на месту првих три бајта адресе.

Све *MAC* адресе са истим *OUI* кодом морају да имају јединствене серијске бројеве на местима последња три бајта.

MAC адреса се смешта на трајно у *ROM* меморију мрежне картице и не може бити програмски промењена. Ипак, ова адреса се копира у *RAM* при ресетовању уређаја, па се при њеном корићењу користи адреса смештена у *RAM* меморији. *MAC* адреса се најчешће представља у хексадецималној нотацији, као низ од 12 хексадецималних бројева. Различити произвођачи знају да је ипак у овој нотацији представе на различите начине, навешћемо пример.

- 00-18-02-74-13-FB
- 00:18:02:74:13:FB
- 00.18.02.74.13.FB

Користећи команду *ipconfig/all* или *arp -a* у командној линији код *Windows* ОС, можете да видите која је *MAC* адреса ваше мрежне картице.

8.0 ARP ПРОТОКОЛ

У већим рачунарским мрежама, које се нпр. базирају на *switch* уређајима, потребно је одредити адресирање на слоју везе да би се утврдило са којим уређајем у мрежи треба успоставити везу и доставити му податке. Одређивање уређаја се врши у складу са *IP* адресом мрежног слоја.

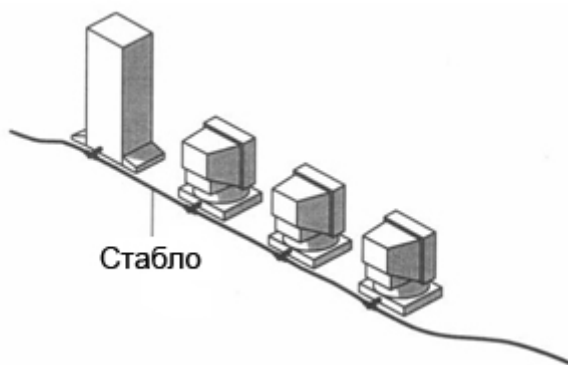
ARP протокол (*Address Resolution Protocol*) је протокол задужен за проналажење хардверске адресе одредишта путем његове *IP* адресе. Резултат се записује у привремену меморију која се назива *ARP* кеш табела. У случају *Ethernet* мрежа, *ARP* протокол се користи за утврђивање *MAC* адресе путем *IP* адресе. *ARP* протокол обезбеђује динамичко превођење у смислу да се превођење одвија аутоматски без потребе за доделом хардверских адреса од стране корисника.

Када се у оквир података на слоју везе енкапсулира *IP* пакет, у њему је дефинисана *IP* одредишна адреса. На слоју везе података неопходно је да се у односу на одредишну *IP* адресу дефинише одредишна *MAC* адреса следећег чвора у мрежи. Да би се ово разрешило, у првом кораку гледа се *ARP* кеш табела изворишног рачунара и тражи се одговарајућа *MAC* адреса одредишта (мапирана преко *IP* адресе адресе одредишног рачунара). Ако не постоји тражени запис у *ARP* табели, шаље се дифузни *ARP* пакет (датаграм), који у суштини представља питање „да ли постоји рачунар са датом одредишном *IP* адресом?“. Ако постоји, дати рачунар шаље одговор са својом *MAC* адресом, ова адреса се записује на изворишном рачунару у *ARP* кеш табелу и после овог је могуће формирати на слоју везе података оквир са прецизном *MAC* адресом следећег чвора у мрежи. Због ефикасности и рачунар који је формирао одговор, такође врши мапирање *IP* адресе и *MAC* адресе изворишног рачунара. Ово је из разлога, што најчешће рачунар који је примао податке после тога треба да формира свој одговор. [4]

Reverse Address Resolution Protocol (RARP) представља инверзан протокол у односу на *ARP*. Овај протокол служи за одређивање адресе мрежног слоја (логичке *IP* адресе) путем хардверске адресе уређаја. На пример, у радним станицама које немају хард диск (*diskless workstation*) не постоји начин да се логичка *IP* адреса негде сачува, тако да се сваки пут она разрешава протоколом. За функционисање *RARP* протокола неопходно је да у локалној рачунарској мрежи постоји *RARP* сервер у коме су мапиране физичке и *IP* адресе рачунара. Наведено мапирање се врши мануелним активностима администратора мреже. *RARP* протокол започиње *broadcast* захтевом (на слоју везе података) за откривање *RARP* сервера. Након добијања *MAC* адресе *RARP* сервера следи *RARP* захтев са питањем „која је моја *IP* адреса?“. *RARP* сервер формира одговор и упућује га на *MAC* адресу рачунара који је започео комуникацију.

9.0 МРЕЖНЕ ТОПОЛОГИЈЕ

Топологија магистрале (*Bus*) често се назива и „линеарна магистрала“ због тога што су рачунари праволинијски повезани. Ово је најједноставнији и најраспрострањенији начин повезивања рачунара у мрежи. Састоји се од кабла који се зове стабло, кичма или сегмент (*trunk, backbone*), који, у једној линији, повезује све рачунаре у мрежи (слика 20).



Слика 20. Топологија магистрале [24]

У топологији магистрале, рачунари комуницирају обрађујући се конкретном рачунару, а подаци се спроводе кроз кабл у виду електронских сигнала.

Подаци се у виду електронских сигнала шаљу свим рачунарима у мрежи, али их прихвата само онај рачунар чија се адреса поклапа са адресом кодираном у оригинално послатом сигналу. Сви остали рачунари не обрађују пажњу на те податке.

Због тога што у магистрали у једном тренутку само један рачунар може да шаље податке, перформансе мреже директно зависе од броја рачунара у магистрали.

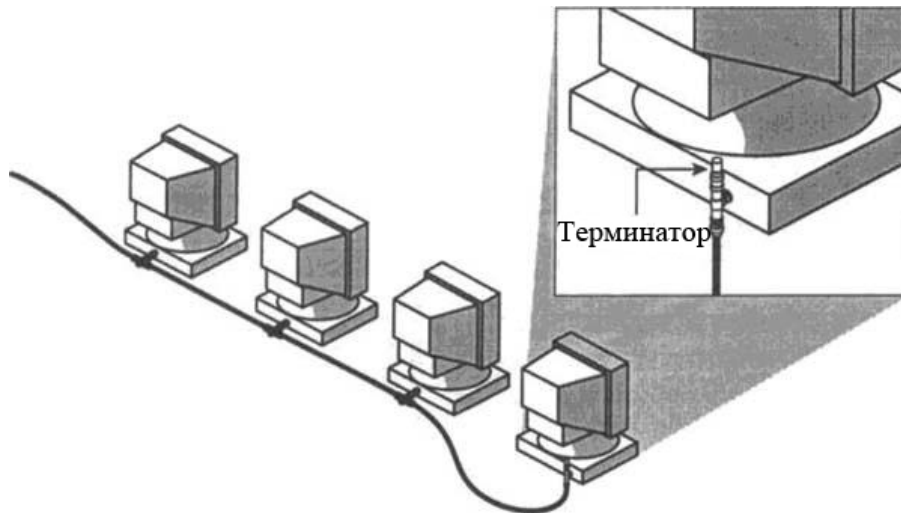
Рачунари у магистрали или преносе или ослушкују податке послате у мрежу. Ако се један рачунар поквари, то нема утицаја на остатак мреже.

Због тога што се податак, или електронски сигнал, шаље кроз целу мрежу, он путује од једног до другог краја кабла. Уколико не би био спречен, тај сигнал би наставио да се одбија од једног до другог краја кабла, практично бесконачно, и на тај начин би спречавао друге рачунаре у мрежи да пошаљу своје поруке. Због тога сигнал мора да се заустави чим стигне до предвиђене адресе (рачунара). [20]

Да би се спречило ово одбијање сигнала, на оба краја кабла се налази компонента названа терминатор (слика 21). Задатак терминатора је да апсорбује лутајуће сигнале и да на тај начин ослободи кабл за нове електронске сигнале.

Оба краја сваког кабла морају бити за нешто прикључена. Крај кабла може бити укључен у рачунар или у конектор, уколико је потребно да се кабл продужи.

Сваки отворени крај који није нигде укључен мора да има терминатор да би се спречило одбијање сигнала. На наредној слици приказана је правилна употреба терминатора у топологији магистрале.



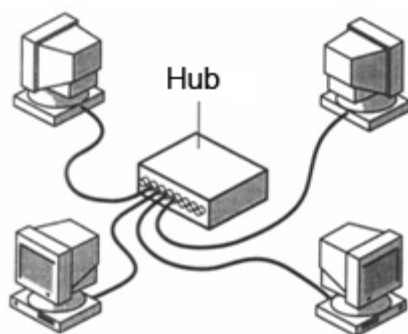
Слика 21. Употреба терминатора у топологији магистрале [24]

Ако се кабл физички пресече или се један његов крај искључи, настаје прекид. У оба случаја долази до одбијања сигнала (слободни крајеви немају терминаторе) и у крајњој линији, до прекида рада мреже. [20]



Слика 22. Неопходне компоненте за формирање мреже [11]

У **топологији звезде** (*Star*), сви рачунари су сегментима кабла повезани са централном компонентом која се зове хаб (*Hub*). Сигнал се преноси од рачунара који је послао, кроз хаб, до свих рачунара у мрежи. Ова топологија је настала у раним данима умрежавања, када су рачунари били повезани са централним (*mainframe*) рачунаром.

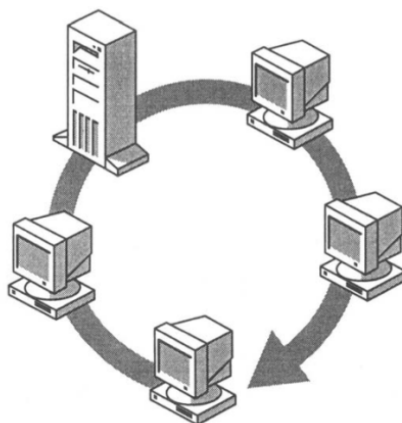


Слика 23. Топологија звезде [24]

Топологија звезде пружа предности у смислу централизованих ресурса и управљања. Са друге стране, њен велики недостатак је неопходност велике количине каблова. Такође, уколико централна јединица закаже, цела мрежа пада.

Ако се поквари један рачунар, или његов кабл, само ће он бити искључен из мреже. Остатак мреже, у том случају, функционише нормално. [20]

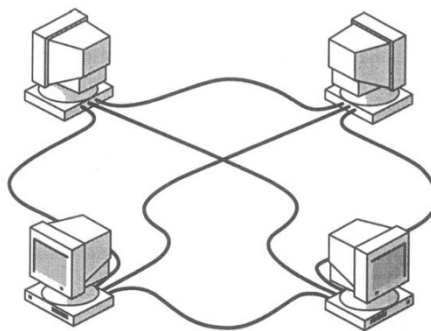
У **топологији прстена** (*Ring*), рачунари су кружно повезани једним каблом. Сигнал кроз петљу путује у једном смеру, од рачунара до рачунара, а сами рачунари могу да се понашају као репетитори и да га појачавају. Квар једног рачунара може да има утицај на читаву мрежу. [9]



Слика 24. Топологија прстена [25]

Кретање информација је најчешће једносмерно, од чвора до чвора. Могуће је и двосмерно кретање информација али никад истовремено у оба смера.

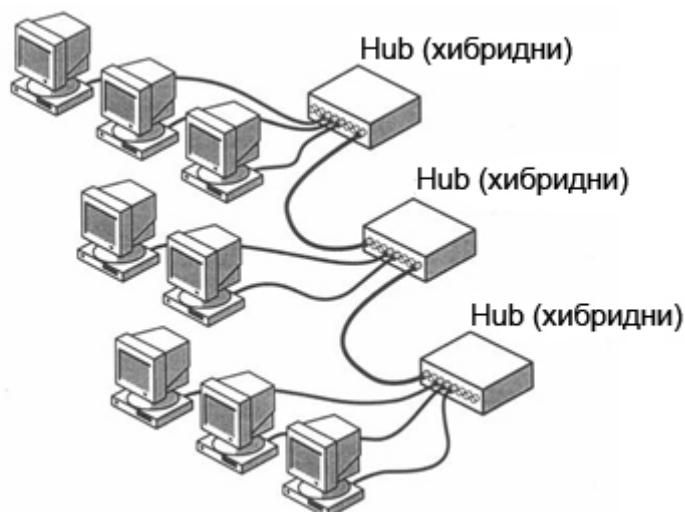
У **топологији вишеструких путева** (*Mesh*), сви рачунари су међусобно повезани одвојеним кабловима. Ова топологија омогућава изузетну редундантност и поузданост. Овде постоје редундантни путеви, тако да када је један кабл у квару, саобраћај преузимају други каблови. Топологија вишеструких путева олакшава уочавање и отклањање проблема и повећава поузданост, али је велика количина неопходних каблова чини релативно скупом. Врло често се ова топологија користи у комбинацији са неком другом спајајући се тако у једну хибридную топологију. [24]



Слика 25. Топологија вишеструких путева (*Mesh*) [23]

Многе мрежне топологије, у ствари, представљају хибридную комбинацију магистрале, звезде, прстена и вишеструких путева.

Комбинација звезде и магистрале представљају хибридную комбинацију у којој је неколико топологија звезде линеарно повезано у магистралу.



Слика 26. Комбинација звезде и магистрале [24]

Уколико се поквари један рачунар, то не утиче на остатак мреже. Остали рачунари настављају да функционишу нормално. Али, уколико се хаб поквари, сви рачунари који су са њим повезани престају да комуницирају. Такође, прекидају се и везе тог хаба са другим хабовима.

10.0 АРХИТЕКТУРА ЛОКАЛНЕ РАЧУНАРСКЕ МРЕЖЕ

У LAN мрежама доминантне су четири врсте архитектуре:

- *Ethernet*
- *Token Bus*
- *Token Ring*
- *FDDI (Fiber Distributed Data Interface)*

10.1 Ethernet

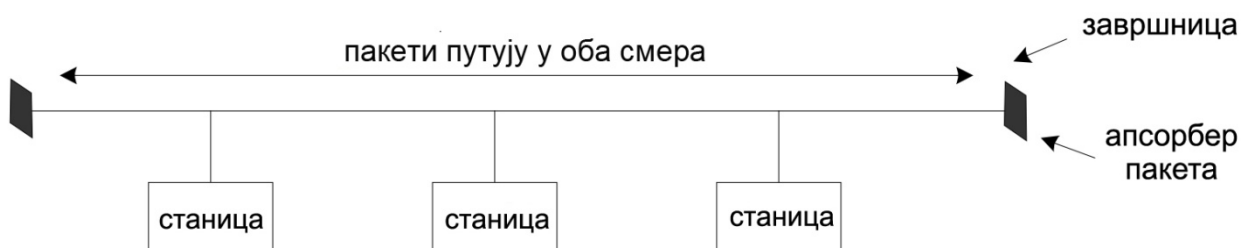
У већини случајева када неко спомиње локалну мрежу, обично мисли на *Ethernet* мрежу. Од настанка надограђена је више пута да би се задовољили захтеви тржишта. Ране *Ethernet* мреже радиле су на брзинама од 10 Mb/s, а данас раде на брзинама од 100 Mb/s, 1000 Mb/s, па чак и 10 Gb/s, чиме се задовољавају потребе од најмањих кућних мрежа, па све до кичме мреже великог капацитета.

Ethernet је LAN архитектура која је развијена и стандардизована од компанија *Xerox*, *Digital Equipment Corporation*. Стандард по коме је *Ethernet* развијен зове се *IEEE 802.3*

Овај стандард прописује две категорије:

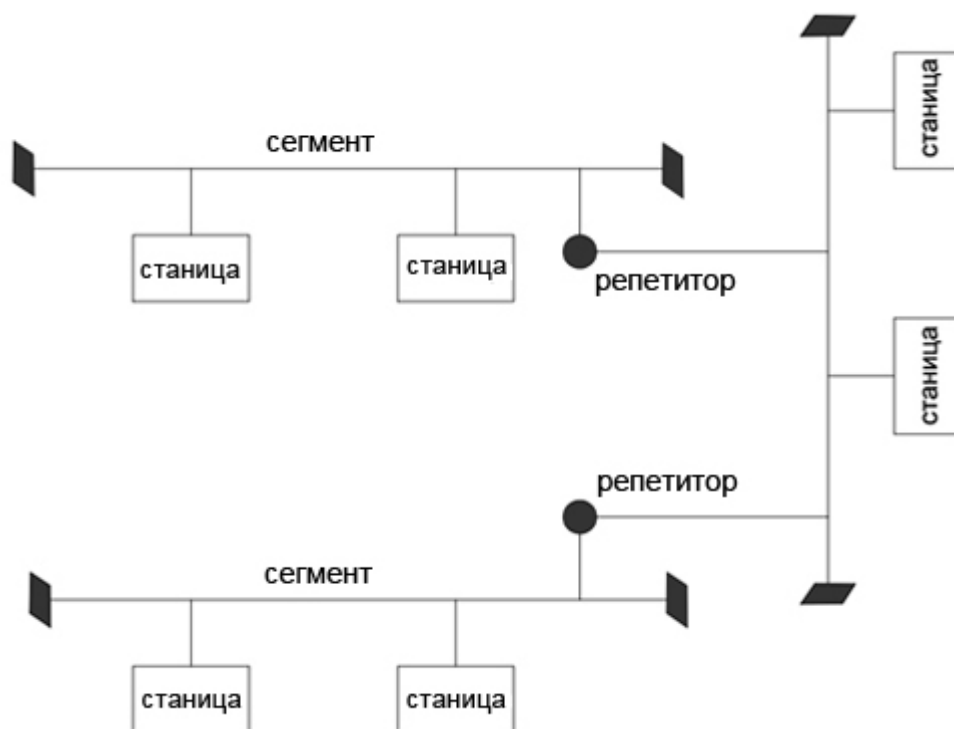
- *baseband* - пренос у основном опсегу
- *broadband* - пренос у проширеном опсегу

Baseband и *broadband* се као стандардне форме преноса сигнала користе код LAN топологија магистрала/стабло када је преносни медијум коаксијални кабл. Карактеристика *baseband* магистрале је та да преноси дигиталне сигнале. Наиме, бинарни подаци, који се преносе, инсертују се у кабл као секвенца напонских импулса. Природа дигиталних сигнала је таква да се користи укупни спектар кабла. Сходно овоме, није могуће овом техником преносити већи број канала по истом каблу (фреквентни мултиплекс). Пренос је двосмеран. То значи да сигнал који се инсертује у било коју тачку медијума пропагира се у оба смера ка крајевима кабла где се и апсорбује (слика 27). [5]



Слика 27. *Baseband* [26]

Услед слабљења сигнала при вишим фреквенцијама, дужина деоница код *bus-baseband LAN*-ова ограничена је на 1 km. За повећање дужине мреже користе се репетитори (слика 28).



Слика 28. *Baseband* конфигурација са репетиторима [26]

Репетитор спаја два сегмента кабла и пропушта дигиталне сигнале у оба смера између тих сегмената. Репетитор не обавља баферовање сигнала, као и логичку изолацију сегмената, што значи да је транспарентан остатку система. Ако две станице повезане у различитим сегментима покушају истовремену предају њихови пакети ће интерферирати, тј. доћи ће до колизије.

У контексту *LAN*-ова термин *broadband* указује на коришћење аналогних сигнала за пренос. Другим речима могућ је пренос у фреквентном мултиплексу. Фреквентни спектар кабла дели се на канале. По сваком од канала могућ је независан пренос података.

Broadband компоненте омогућавају раздвајање и спајање каблова, па сходно томе могуће је реализовати топологије типа магистрала/стабло. *Broadband LAN*-ови се користе за пренос сигнала на већа растојања (неколико десетина километара). За разлику од *baseband*, *broadband LAN*-ови користе једносмерне технике преноса; сигнали који се инсертују у медијум простиру се само у једном смеру. Главни разлог за овакво решење је тај што није могуће направити појачиваче који ће пропустати сигнале једне фреквенције у оба смера. Једносмерни пренос означава да само оне станице које се налазе "низводно" могу примати сигнале. [26]

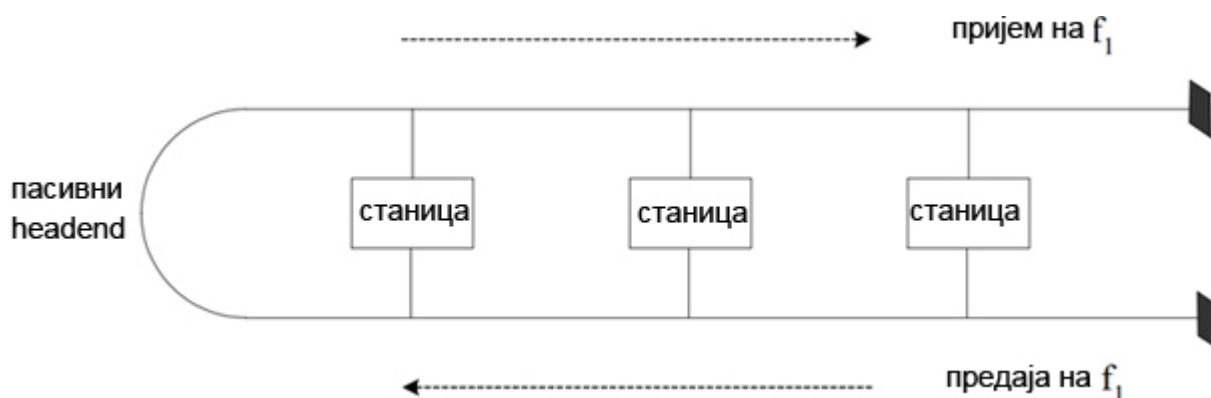
Да би се постигла потуна повезаност потребна су два пута. Пuteви се спајају на страни *headend*-а. Код топологије магистрале, *headend* се налази на крају магистрале. Све станице предају по једном путу према *headend*-у (*inbound*). Сигнал који пристигне на *headend*-у се затим пропагира по другом путу (*outbound*).

Све станице примају по *outbound* путу. Са тачке гледишта физичке реализације за имплементацију *inbound* и *outbound* путева користе се две алтернативне конфигурације (слика 29 и 30). Код слике 30 *inbound* и *outbound* путеви се остварују по посебним кабловима, при чему је *headend* у суштини пасивни конектор између оба пута. Станице предају и примају на истој фреквенцији. [26]

Код подељеног *broadband*-а (слика 29) *inbound* и *outbound* путевима се додељују различите фреквенције по истом каблу. Бидирекциони појачавачи пропуштају ниже фреквенције по *inbound* путу а више по *outbound*. *Headend* у суштини се реализује као фреквентни конвертор, који транслира *inbound* фреквенције у *outbound*.



Слика 29. Подељени *broadband* [26]



Слика 30. *Broadband* са два кабла [26]

10.1.1 Ethernet стандарди

Оригинални *Ethernet* систем ради на 10 Mb/s и постоје четири врсте медијума за пренос сигнала дефинисаних *Ethernet* стандардом:

- 10Base5 - дебели коаксијални кабл,
- 10Base2 - танки коаксијални кабл,
- 10Base-T - упредене парице,
- 10Base-F - оптички кабл.

Скраћенице представљају троделну информацију. Први део - 10 - означава да систем ради брзином од 10 Mb/s. Реч *Base* значи *baseband* - тј., да се пренос врши у основном опсегу. Трећи део ознаке упућује на врсту сегмента или његову максималну дозвољену дужину. Број 5 означава, максималну дозвољену дужину сегмента од 500m. Ознаке Т и F означавају врсту медијума – “*twisted-pair*” и “*fiber optic*”. [4]

Допуна постојећег стандарда, где је брзина преноса повећана са 10 на 100 Mb/s, је брзи *Ethernet* са ознаком 802.3u, а његово оригинално каблирање је:

- 100Base-T4 – UTP кабл (Cat-3, Cat-4 или Cat-5) за растојања до 100m,
- 100Base-TX – UTP кабл (Cat-5) за растојања до 100m,
- 100Base-FX – Оптички кабл за растојања до 2000m,

Стандард за гигабитни *Ethernet* потиче из 1998. године са ознаком 802.3z. По овом стандарду гигабитни *Ethernet* се састоји само од два међусобно повезана рачунара. Ако се повезивање врши преко *switch*-а, један рачунар представља један домен колизије, тако да није могуће сударање података. *IEEE* је 2002. године стандардизовао *Ethernet* за брзину од 10 Gb/s – 802.3ae. Каблирање гигабитног *Ethernet*-а:

- 1000Base-SX – Оптички кабл, мултимодно влакно, мах 550m,
- 1000Base-LX – Оптички кабл, мономодно влакно, мах 5000m,
- 1000Base-CX – STP кабл, две парице, мах 25m,
- 1000Base-T – UTP кабл 5. категорије, четири парице, 100m.

10.1.2 Ethernet оквир

Подаци који се преносе између чворова су у облику поворке фрејмова или оквира.

Tabela 2. *Ethernet* формат оквира [32]

7	1	6	6	2	46-1500bytes	4bytes
Pre	SDF	DA	SA	Length Type	Data unit+pad	FCS

Сваки оквир податка који представља детерминисани низ логичких 0 и 1, подељен је у неколико делова:

- 7-бајтна преамбула. Сваки бајт има, у оквиру преамбуле, фиксни бинарни облик 10101010, тако да га сваки чвор у мрежи користи ради постизања синхронизације свог тактног осцилатора у односу на предајни. Преамбула, на један индиректан начин, информише чворове да у скорој будућности следи слање оквира.
- *SDF (Start Delimiter Field)* је јединствени бајт (8 бита) облика 10101011. Он следи након преамбуле и идентификује почетак предаје важећег оквира (фрејма).
- Одредишна 48-осмобитна (6 бајтна) *MAC (Media Access Control)* адреса која дефинише пријемни чвор;
- Изворишна 48-осмобитна (6 бајтна) *MAC (Media Access Control)* адреса која дефинише предајни чвор;
- *Length Type* (2 бајта) - дужина податка. Ова 2 бајта описују дужину корисних података који се шаљу. Уколико је дужина фиксирана, онда се ова 2 бајта користе за индикацију типа протокола који се користи.
- Подаци могу бити дугачки од 46 до 1500 бајтова. Они су генерисани од горњег слоја
- 32-битно (4 бајтно) *FCS (Frame Check Sequence)* поље се користи за детекцију грешке, алтернативно се назива *CRC (Cyclic Redundancy Check)* или *checksum* поље [32]

10.1.3 Ethernet и CSMA/CD

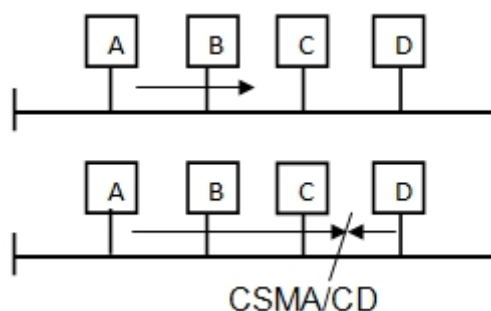
У оквиру комитета за LAN стандарде IEEE 802, радна група 802.3 предложила је скуп стандарда који се пре свега односе на технику приступа медијума за пренос, познату као CSMA/CD (*Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection*). Овај скуп стандарда је резултирао појавом комерцијалног производа Ethernet.

CSMA/CD је техника приступа медијума за пренос за топологије типа стабло и магистрала. Код ове технике станица која жели да предаје прво ослушкује медијум да би одредила да ли је неки други пренос у току (*Carrier Sense*). Ако медијум није заузет, станица може да предаје, а за случај да је заузет она мора да сачека. Услед пропагационог кашњења у мрежи може да се деси да две станице истовремено установе да је медијум за пренос слободан, и у исто време почну са предајом оквира података. Када се ова два сигнала пресретну на некој деоници кабла долази до колизије, чиме се интегритет података нарушава па је пријем онемогућен. Након детекције колизије све станице се информишу преко специјалног сигнала (*jam*) о настанку колизије. Станице које су узроковале колизију морају поново да шаљу своје податке у неко будуће време. [26]

У свакој од станица уграђен је посебан алгоритам (назван *backoff*) којим се специфицира шта станица треба да уради ако установи да је медијум заузет, а шта када до колизије дође. У грубим цртама, кораци алгоритма су следећи:

1. ако је медијум слободан, почиње се са преносом,
2. ако је медијум заузет, продужава се са ослушкивањем све док он не постане слободан, а затим се одмах почиње са преносом
3. ако се у току преноса детектује колизија, одмах се престаје са предајом
4. након детекције колизије, станица сачека произвољан временски период, а затим покуша да поново обави предају

Основна предност CSMA/CD технике је њена једноставност, тј. лако је имплементирати потребну логику протокола.



Слика 31. Пример колизије сигнала које шаљу уређаји A и D [26]

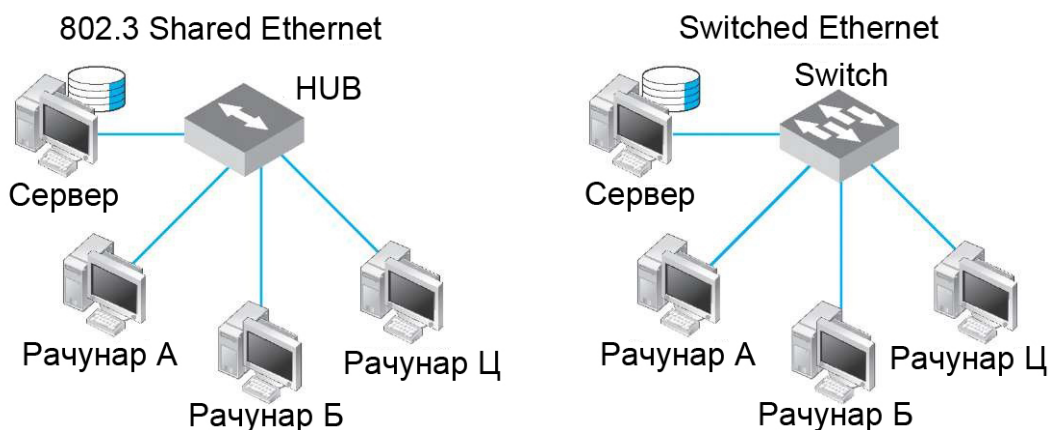
10.1.4 Комутирани Ethernet

Комутирани *Ethernet* (*Switched Ethernet*) је технологија која драматично умањује загушење мреже која настаје услед рада *Ethernet CSMA/CD* протокола над дељеним медијима за пренос, тако што динамички усмерава пакете преко мреже.

Switched Ethernet користи исте принципе основне спецификације са том разликом што се уместо *hub* уређаја користе *switch* уређаји (слика 32). Разлика између ова два уређаја је у томе што *hub* примљени пакет прослеђује свим члановима мреже док *switch* прави логичку везу само између пошиљаоца и примаоца. На тај начин је могуће истовремено комуницирање више парова, смањује се колизија и повећава безбедност. Логичка топологија *Switched Ethernet*-а је звезда. Оно што је најважније је да *Switch* гарантује пропусни опсег по порту уређаја.

Ethernet Switch испитује *MAC* заглавље долазећег оквира података, док *Ethernet Hub* једноставно понавља долазни оквир на свим својим портovima. *Switch* формира виртуелну путању по којој ће преусмерити пакет до порта за који зна да је прикључен одредишни уређај. Управљачки *CSMA/CD* протокол више није потребан, јер сваки уређај на комутираној мрежи има гарантовани приступ медију кроз *Switch*. Уз ово, *Switch*-еви обезбеђују неки ниво контроле тока тако што привремено смештају примљене оквире у бафер меморију. У случају повећаног саобраћаја *Switch* примењује *Backpressure* технику, која се састоји од слања лажног сигнала о сударима пакета (*Collision Detect*) како би успорили слање података са мрежних картица прикључених уређаја.[4]

Да би очували перформансу, *Switch*-еви чувају и обнављају листу откривених *MAC* адреса уређаја у мрежи. У тренутку укључења *Switch* емитује *ARP Broadcast* сигнал и одзивима прикључених мрежних адаптера пуни *MAC* табелу.



Слика 32. *Shared* и *Switched Ethernet* [10]

10.2 Token Ring

Token Ring мрежну архитектуру је развио *IBM* средином 80-их година, па је и разумљиво што се на ову архитектуру наилази, пре свега, у *IBM*-овим инсталацијама. Њена сврха је повезивање свих *IBM* рачунара и рачунарских окружења, укључујући:

- персоналне рачунаре
- рачунаре средње величине
- велике централне рачунаре (*mainframe*) и *SNA* (*Systems Network Architecture*) окружење (*SNA* је *IBM*-ова мрежна архитектура.)

Циљ *IBM*-ове верзије *Token Ring* мреже био је да направи једноставну структуру ожичења коришћењем каблова са упреденим парицама који, преко зидне утичнице, повезују рачунаре са мрежом чији је главни систем каблова на централној локацији. [9]

10.2.1 Особине Token Ring мрежа

Token Ring мрежа је имплементација *IEEE* 802.5. стандарда. Карактеристична метода приступа прослеђивањем токена представља најпрепознатљивију особину ове мреже.

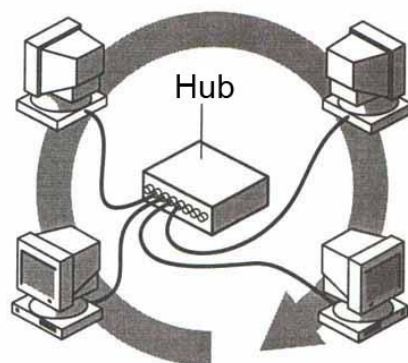
Архитектура типичне *Token Ring* мреже почиње физичким прстеном. Међутим, у *IBM*-овој имплементацији у облику звездасто ожиченог прстена, рачунари у мрежи су повезани са централним хабом.

На слици 33 приказан је логички прстен и физичка топологија звезде. Логички прстен представља путању токена од рачунара до рачунара, док је сам физички прстен у хабу.

Корисници су део прстена, али нису међусобно непосредно тако повезани (повезани су посредно, кроз хаб).

Token Ring има следеће карактеристике:

- топологија звездасто ожиченог прстена
- метода приступа прослеђивањем токена
- *UTP* или *STP* каблови (*IBM*-ови типови 1, 2 и 3)
- брзина преноса од 4 до 16 Mbps
- пренос у основном опсегу
- спецификација 802.5



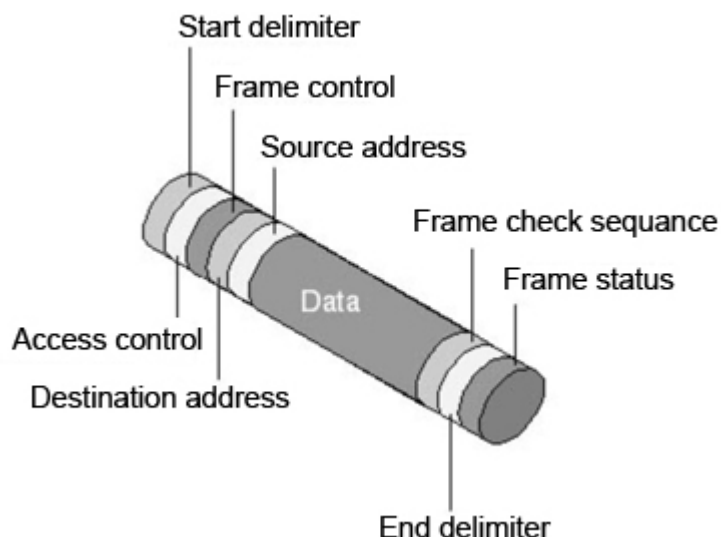
Слика 33. Логички прстен и физичка топологија звезде у *Token Ring* мрежи [9]

10.2.2 Token Ring оквир (формат пакета)

Основни формат *Token Ring* пакета података је оквир (слика 34). Величине поља приказаног *Token Ring* оквира нису репрезентативне, односно не одговарају стварним величинама поља у оквиру.

Највећи део оквира додељен је пољу са подацима.

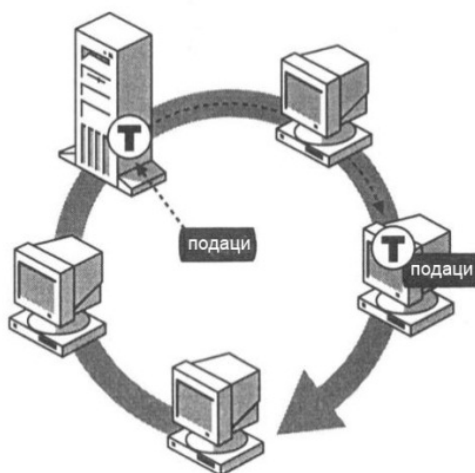
- *Start delimitier*- Означава почетак оквира
- *Access control*- Означава приоритет, као и то да ли се ради о токenu или оквиру података
- *Frame control*- Садржи податке о контроли приступа медијумима за све рачунаре или податке о „крајњој станици“ за само један рачунар
- *Destination address*- Означава адресу рачунара који треба да прими оквир
- *Source address*- Означава рачунар који је послао оквир
- *Data*- Садржи податке који се преносе
- *Frame check sequence*- Садржи податке о *CRC* провери грешака
- *End delimitier*- Означава крај оквира
- *Frame status*- Садржи обавештење да ли је оквир препознат и копиран, као и да ли је одредишна адреса била доступна [7]

Слика 34. Компоненте оквира у *Token Ring* мрежи [7]

10.2.3 Функционисање *Token Ring* мрежа

Када први рачунар у *Token Ring* мрежи успостави везу, мрежа генерише токен. Токен је унапред одређена формација бита (ток података) која омогућава рачунарима да пошаљу податке кроз мрежне каблове. Токен кружи кроз мрежу све док неки рачунар не сигнализира намеру слања података. Тај рачунар тада преузима контролу над токеном. Ниједан рачунар не може да шаље податке без токена. Док један рачунар поседује токен, остали не могу да преносе податке.

Када рачунар преузме токен, он почиње да шаље оквире података кроз мрежу (слика 35). Оквири се крећу кроз мрежу све док не стигну до рачунара чија се адреса поклапа са одредишном адресом оквира. Тај рачунар копира оквир у свој пријемни бафер, а затим у пољу за статус оквира уписује да су подаци примљени и копирани. [9]

Слика 35. Токен у топологији прстен (*Ring*) [8]

Оквир, затим, наставља свој пут кроз прстен до рачунара који га је послао, коме доноси податке о успеху преноса података. Тај рачунар тада уклања оквир и шаље нови слободан токен назад у мрежу.

Кроз мрежу може да кружи само један токен, и то само у једном смеру. Смер токена зависи од хардверских веза. Логички, токен може да кружи у оном смеру који му ви доделите. Произвођачи хабова одређују редослед адресирања прикључака на хабу, а ви одлучујете којим ће редом рачунари бити прикључени за хаб. *IEEE* стандард 802.5 одређује смер казаљке на сату, а *IBM*-ова публикација SC30-3374, одељак 3, одређује супротан смер.

Прослеђивање токена се одвија унапред одређеним редоследом, тако да није могуће да неки рачунар себи прокрчи пут до мреже, као што је то могуће у *CSMA/CD* окружењу. Једино ако је токен слободан, рачунар може да пошаље своје податке. Сваки рачунар овде има улогу једносмерног репетитора, у том смислу да сваки рачунар регенерише токен, а затим га прослеђује даље.

Токен се креће отприлике брзином светлости. У само једној секунди, токен може да направи око 477.376 кругова кроз мрежу пречника 200 метара. [9]

У *Token Ring* мрежама, први рачунар који се прикључи на мрежу добија задужење да надгледа мрежну активност. Овај рачунар прати да ли су сви оквири коректно испоручени и примљени, проверавајући оквири који су направили више од једног круга кроз мрежу и обезбеђујући да се у једном тренутку у мрежи налази само један токен. [8]

Процес надгледања мреже се назива сигнализирање упозорења (*beaconing*). Рачунар који има задатак да надгледа мрежу шаље сигнал упозорења (*beacon*) сваких седам секунди. Овај сигнал се, затим, од рачунара до рачунара, прослеђује кроз целу мрежу. Када неки рачунар не прими очекивани сигнал од свог претходног суседа, он покушава да о томе обавести мрежу. Тај рачунар то чини поруком у којој се налази његова адреса, адреса рачунара који није проследио сигнал, као и тип сигнала. Помоћу ових информација мрежа (рачунар задужен за надгледање) покушава да отклони проблем без узнемиравања остатка мреже. Уколико није могуће овакво аутоматско реконфигурисање, неопходна је интервенција људи задужених за надгледање мреже.

Када се нови рачунар прикључује у мрежу, систем *Token Ring* га иницијализује тако да он може да постане део прстена. У ту иницијализацију спада:

- проверавање дуплираних адреса
- обавештавање осталих рачунара о новом рачунару у мрежи

10.2.4 Хардверске компоненте Token Ring мреже

Централни део хардвера *Token Ring* мрежа представљају хабови у којима се налази сам прстен. Ове мреже могу да имају и вишеструке хабове.

За повезивање рачунара и хабова користе се *UTP* или *STP* каблови, а њихово продужавање је могуће коришћењем каблова за настављање. Оптички каблови су посебно погодни за коришћење у *Token Ring* мрежама. Ови каблови, заједно са репетиторима, могу знатно да повећају домет *Token Ring* мрежа. Каблови се са компонентама повезују помоћу четири врсте различитих конектора.

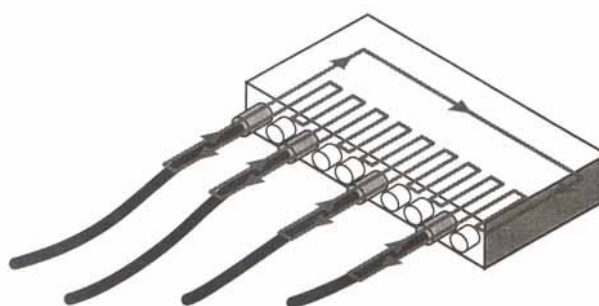
У хардвер за *Token Ring* мреже спадају и филтри за медијуме, панели за проширење и мрежни адаптери.

За хабове у *Token Ring* мрежама се користи неколико различитих термина, као што су:

- **MAU** (*Multistation Access Unit*)
- **MSAU** (*MultiStation Access Unit*)
- **SMAU** (*Smart Multistation Access Unit*)

Појединачни клијенти и сервери су кабловима прикључени за *MSAU* уређај, који функционише исто као и пасивни хабови.

На слици 36 приказан је хаб чије унутрашње ожичење формира прстен у коме се токен креће у смеру казаљке на сату. Када се рачунар прикључи у било коју прикључну тачку, прстен унутар хаба се аутоматски конвертује у спољашњи прстен. [7]



Слика 36. Хаб са унутрашњим ожичењем које формира прстен у коме се токен креће у смеру казаљке на сату [7]

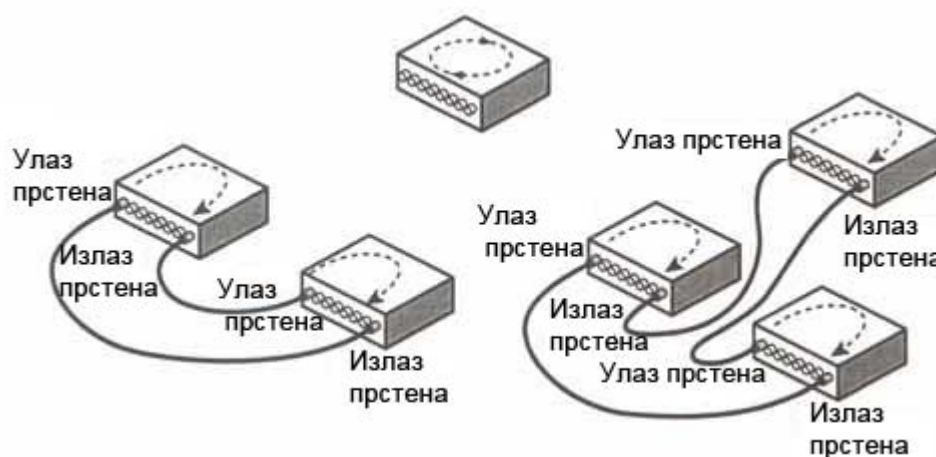
IBM-ов *MSAU* уређај има 10 прикључака, а могуће је прикључивање 8 рачунара. Мреже *Token Ring* нису ограничене на само један хаб - сваки прстен мреже може да има до 33 хаба.

Свака мрежа која се заснива на *MSAU* уређају може да има 72 рачунара када се користе *UTP* каблови, односно 260 када се користе *STP* каблови.

Капацитет хаба зависи од произвођача и модела, тако да постоје и хабови чији је капацитет већи од поменутих вредности.

Када је један прстен мреже *Token Ring* пун (када су сви прикључци на хабу заузети), мрежа може да се прошири додавањем новог *MSAU* уређаја (и прстена).

Једино правило које, у таквим ситуацијама, мора да се поштује је да приликом прикључивања нових хабова мора да се очува структура прстена. Ово се постиже коришћењем улазних и излазних тачака прстена на сваком хабу (слика 37). Ови прикључци омогућавају повезивање већег број хабова коришћењем каблова за настављање, уз очување структуре прстена. [9]



Слика 37. Очување структура прстена коришћењем улазних и излазних тачака прстена на сваком хабу [9]

У типичним мрежама са прослеђивањем токена, рачунар који се поквари зауставља даље кретање токена, а то доводи до пада целе мреже. *MSAU* уређаји могу да открију квар мрежног адаптера и да прекину везу са њим. Овим поступком се рачунар који је у квару прескаче, па токен може да настави да кружи кроз мрежу. Рачунар или веза који су у квару не угрожавају остатак *Token Ring* мреже.

10.2.5 Каблови

Рачунари се у *Token Ring* мрежама са хабовима повезују *UTP* или *STP* кабловима. *Token Ring* мреже користе *IBM*-ове типове каблова 1, 2 и 3. Највећи број мрежа користи *IBM*-ове *UTP* каблове тип 3, по *IBM*-овом начину обележавања каблова.

Када се користе каблови типа 1, максимална удаљеност од рачунара до хаба не може да буде већа од 101m. Када се користе *STP* каблови, максимална

удаљеност се смањује на 100m, док код *UTP* каблова она износи 45m. Минимална дужина сегмента *UTP* или *STP* кабла износи 2,5m.

Према *IBM*-у, максимална раздаљина између *MSAU* уређаја и рачунара или сервера, када се употребљавају каблови типа 3, износи 46m.

Максимална међусобна удаљеност два *MSAU* уређаја је ограничена на 152 метра. Сваки појединачни прстен мреже *Token Ring* може да повеже 260 рачунара, када се користе *STP* каблови, односно, 72 рачунара када се користе *UTP* каблови.

За продужавање растојања између рачунара и хаба, или за повезивање два хаба користе се каблови за настављање. У *IBM*-овом систему каблова, ови каблови су сврстани у тип 6 и њихова максимална дужина је 46m. То значи да растојање између *MSAU* уређаја и рачунара који су спојени овом врстом кабла не може бити веће од 46m. [9]

10.2.6 Конектори

У *Token Ring* мрежама се компоненте и каблови обично повезују следећим типовима конектора:

- **MIC** (*Media Interface Connectors*) конектори за повезивање каблова типа 1 и 2. У *IBM*-овој класификацији ово су конектори типа А, а познати су и као универзални конектори (слика 38). Ово нису ни „мушки“, ни „женски“ конектори, већ хермафродитни тј. истовремено и мушки и женски, и међусобно се лако повезују.
- **RJ-45** телефонски конектори (8-пински) за кабл типа 3
- **RJ-11** телефонски конектори (4-пински) за кабл типа 3
- **Филтри за медијуме** који чине везу између *Token Ring* мрежних адаптера и стандардних RJ-45/RJ-11 телефонских (зидних) утичница. Ове компоненте су неопходне када се користе каблови типа 3 (телефонски каблови са упреденим парицама), јер конвертују конекторе за каблове и смањују шум.



Слика 38. *MIC* конектори [45]

10.3 FDDI (Fiber Distributed Data Interface)

FDDI представља 100 Mbps токен-пролазни, *dual-ring* (двопрстенасти) *LAN* који користи оптичко влакно као преносни медијум. *FDDI* технологија се најчешће користи за изградњу веома брзих *Backbone* мрежа зато што омогућава пренос података вишим пропусним опсегом, а због мањих губитака у преносу сигнала могуће је пренети податке на већим растојањима него у случају преноса података бакарним упреденим парицама.



Слика 39. Логичка топологија двоструког прстена у *FDDI* мрежи [14]

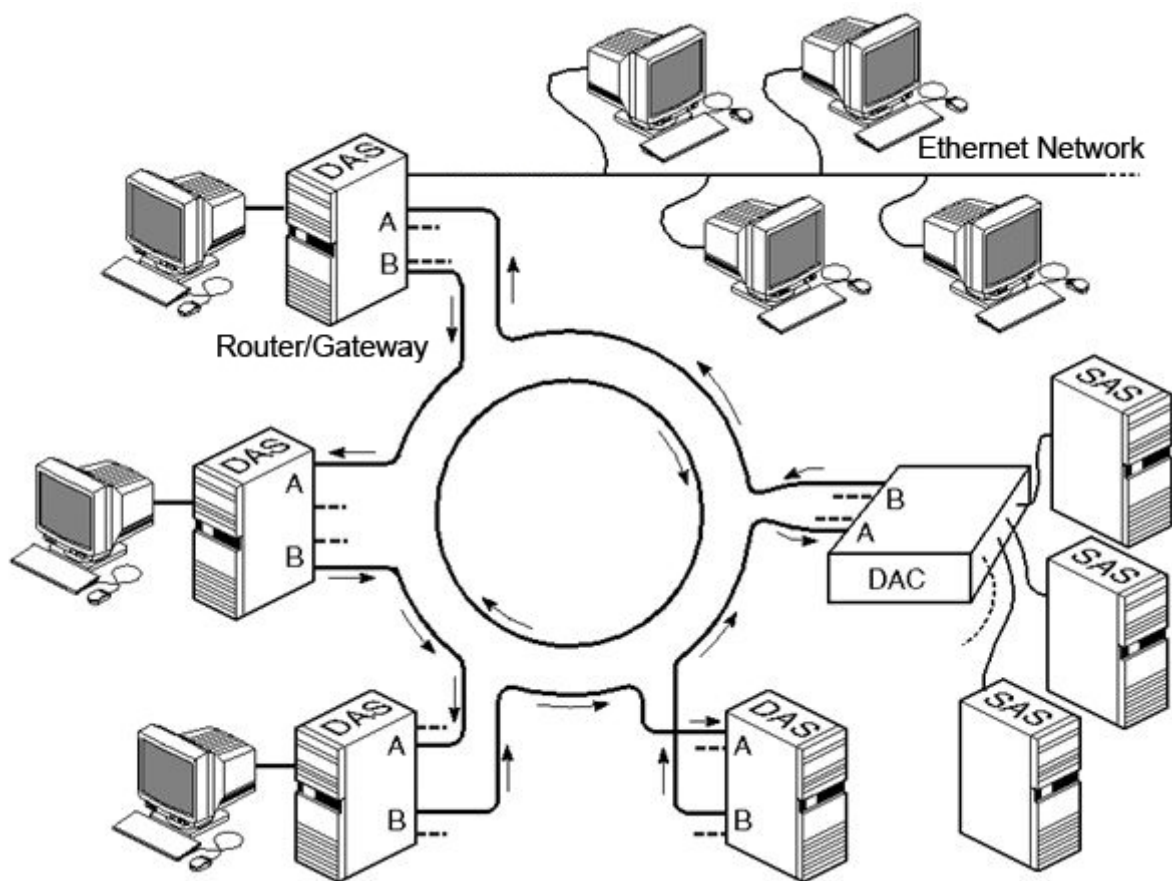
FDDI користи двопрстенасту архитектуру са саобраћајем по оба прстена при чему је смер кретања супротан за сваки прстен (слика 39). *Dual-ring* се састоји од примарног и секундарног прстена при чему је, у нормалном раду, примарни прстен искоришћен за пренос података док секундарни остаје пасиван.

FDDI технологија користи три типа уређаја који се користе као радне станице међусобно повезане фибер-оптичким влакнима (слика 40):

- **SAS (Single-attachment Station)**, представља радну станицу која је повезана преко концентратора на примарни прстен, без могућности утицаја на *FDDI* примарни прстен уколико буде искључена;

- **DAS (Dual-attachment Station)**, представља радну станицу која има два порта (А и Б) при чему су оба повезана и на примарни и на секундарни прстен што захтева високу поузданост у раду јер у случају њеног гашења или престанка рада услед неке техничке неисправности доводи до угрожавања саобраћаја кроз *FDDI* прстен;

- **Концентратор** који се назива *Dual-attachment Concentrator (DAC)*, представља уређај који има улогу директног повезивања примарних и секундарних прстенова као и онемогућавање прекида саобраћаја примарних прстенова услед престанка рада неке од SAS радних станица. [11]



Слика 40. SAS , DAS и Concentrator у FDDI мрежи [16]

FDDI стандард је развијен од стране Америчког националног института за стандарде средином осамдесетих и заведен је као *ANSI X3T9.5* након чега је, уз мање модификације, прихваћен од интернационалне организације за стандардизацију *ISO*.

FDDI технологија примарно користи оптичко влакно као преносни медијум иако је могуће користити и бакарне проводнике са истом технологијом. *FDDI* технологија са бакарним проводницима као преносним медијумом се назива *CDDI* (*The Copper Distributed Data Interface*). Оптички медијуми имају бројне предности у односу на бакарне и то у погледу веће сигурности, поузданости, отпорности на радио фреквентне интерференције (*RFI*) и електромагнетне интерференције (*EMI*). Бакарни проводници, проласком електричних сигнала кроз њих, стварају електромагнетно поље око проводника, односно емитују електрични сигнал чији се интензитет повећава са повећањем носеће фреквенције и фреквентног опсега па може врло лако доћи до преслушавања и интерференције. Са оптичким влакном то није случај. Поред тога што подржава пренос пуно вишим фреквентним нивоима и ширим пропусним опсегом од бакра, *FDDI* омогућава пренос података трасама дужине од два километра између радних станица, у *multi-mod* типу оптичког влакна, и дужим од два километра у *singl-mod* типу оптичког влакна. [11]

FDDI користи два типа оптичког влакна: *singl-mod* и *multi-mod*. Мод или вид оптичког влакна дефинише линију светла које се простира кроз влакно и прелама под одређеним углом приликом простирања кроз влакно. У *multi-mod*-у влакно користи *LED (Light-emitting diode)* уређај за генерисање светлосног зрака, док *singl-mod* влакно генерално користи ласере. *Multi-mod* влакно омогућује простирање вишеструких светлосних зрака кроз једно влакно. Због различитих углова преламања светлосних зрака унутар влакна, они ће стићи на другу страну влакна у различита времена. Ова карактеристика је позната као модална дисперзија и она ограничава, односно дефинише, максимални пропусни опсег и дужине у практичном коришћењу *multi-mod* оптичких влакана. Из тих разлога *multi-mod* оптичка влакна се генерално користе за повезивање унутар објекта или унутар географски релативно затворених окружења. *Singl-mod* влакно омогућава пропацију само једног светлосног зрака кроз влакно, па из тих разлога нема модалне дисперзије. *Singl-mod* оптичка влакна су намењена преносу садржајно значајних података са вишим перформансама повезивања и повезивању удаљенијих радних станица (повезивање објекта и географски дисперзивнијих окружења). [16]

10.3.1 Опис FDDI мреже

FDDI технологија се описује физичким и медијуму приступним слојевима *OSI (Open Systems Interconnection)* референтног модела. Може се рећи да представља колекцију одвојених спецификација при чему свака са посебним функцијама. Комбиноване, те спецификације имају капацитет да омогуће врло брзу конекцију између горње слојних протокола, као што су *TCP/IP* и *IPX*, и медијума као што су фибер-оптичка кабља. *FDDI* карактеристике можемо представити у четири групе:

- *Media Access Control (MAC)* спецификација која дефинише како се приступа преносном каналу односно медијуму, укључујући формат оквира (фрејма), манипулисање токенима (жетонима), адресирање, употребу алгоритама за израчунавање нивоа резервне периодичне провере (*CRC*) и механизма исправке грешака;
- *Physical Layer Protocol (PHY)* спецификација дефинише процедуре енковања и декодовања података, захтеве такта и уоквиравања;
- *Physical-Medium Dependent (PMD)* спецификација дефинише карактеристике преносног медијума укључујући фибер-оптичке везе, нивое напајања, *BER (Bit-error Rate)*, оптичке компоненте и конекторе;
- *Station Management (SMT)* спецификација дефинише конфигурацију радних станица, конфигурацију прстенова и карактеристике њихове контроле, укључујући инсертовање и уклањање станица, иницијализацију, изоловање кварова и исправку уз прикупљање статистика. [5]

10.3.2 Формат оквира

Графички приказ *FDDI* оквира података и поља токена дати су на слици 41.

- Преамбула представља јединствену секвенцу која има улогу да припреми сваку станицу за новодолазећи фрејм.

- *SD (Start Delimiter)* поље има улогу да наговести почетак поља за упошљавање сигналног шаблона различитог од остатка фрејма.

- *FC (Frame Control)* поље одређује величину адресног поља и асинхроност или синхроност података између осталих контролних информација.

- *DA (Destination Address)* поље представља одредишну адресу која може бити *unicast* (појединачна), *multicast* (групна) или *broadcast* (било која станица) адреса. Као и код *Ethernet* -а и *Token Ring* -а, *FDDI* адресе су дужине 6 бајта (48 бита).

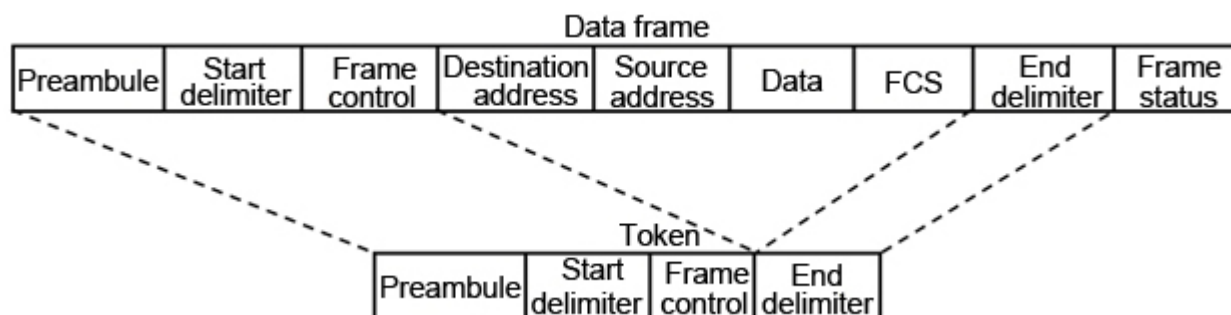
- *SA (Source Address)* поље одређује станицу која шаље фрејм а њена адреса је такође дужине 6 бајта.

- *Data (Poruka)* представља поље намењено било којим информацијама које могу бити одређене неким од горње-слојних протокола или контролних информација.

- *FCS (Frame Check Sequence)* представља поље за изворишну станицу са прорачунатим периодичним проверама нивоа редуванције у зависности од садржаја фрејма (као код *Ethernet* -а и *Token Ring*-а). Одредишна станица поново прорачунава ниво како би одредила да ли је фрејм оштећен у транспорту. Ако се утврди да је фрејм оштећен, онда се он искључује.

- *ED (End Delimiter)* поље садржи јединствене симболе који не могу бити симболи поруке већ само одређују крај фрејма.

- *FS (Frame Status)* поље омогућава изворишној станици да одреди да ли је фрејм препознат и копиран од стране пријемне (одредишне) станице. [16]



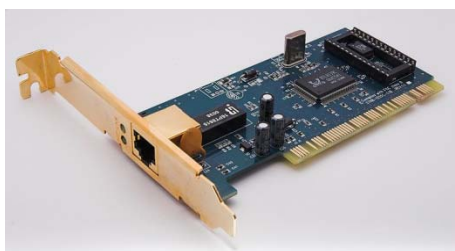
Слика 41. *FDDI* формат оквира [16]

11.0 МРЕЖНИ УРЕЂАЈИ

11.1 Мрежна картица

Мрежни адаптери, који се често скраћено означавају и са *NIC* (*Network Interface Card*) имају улогу физичке везе између каблова и рачунара. Ова компонента може бити уграђена на матичној плочи у облику чипа или се може уградити као посебна картица. Квалитетније модерне матичне плоче имају на себи и по два мрежна чипа. Када се адаптер инсталира у њега се прикључује мрежни кабал и на тај начин се остварује физичка веза између рачунара и мрежног кабла.

Када се подаци шаљу, мрежна картица мора претворити паралелне бајтове података у серијске битове (а обрнуто када се подаци примају). На страни мреже, мрежна картица мора генерисати електричне сигнале који путују кроз мрежу. Такође мора управљати приступом мрежи и остварити физичку везу са каблом. Сваки рачунар на мрежи мора имати инсталирану бар једну мрежну картицу. [3]



Слика 42. Мрежна картица (*Ethernet*) [35]

За *Token Ring* мреже постоје мрежни адаптери и за брзине преноса од 4 Mbps, и за брзине од 16 Mbps.

Приликом уградње мрежних адаптера, треба бити обазрив зато што мрежа *Token Ring* може да ради у само једној од две могуће брзине: 4 Mbps или 16 Mbps. Ако је мрежа брзине 4 Mbps, могуће је коришћење картице брзине 16 Mbps зато што она може да се прилагоди споријем режиму рада. Међутим, мрежа брзине 16 Mbps неће да прихвати спорију картицу зато што је повећање брзине рада картице немогуће. [6]



Слика 43. IBM 16/4 Token-Ring Pci 01H898 Adapter [34]

Бежична мрежна картица користи антену за комуникацију преко радио таласа. Може радити у два начина рада *infrastructure mode* за који је потребна приступна тачка (*access point*) и *ad hoc mode*.



Слика 44. Бежична мрежна картица [36]

11.2 Репетитори (Repeaters)

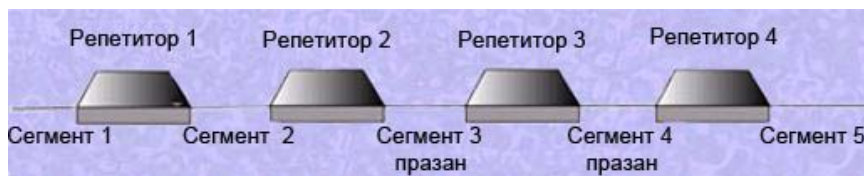
Сигнал на путу кроз кабл трпи промене, односно слаби. Ако је кабл довољно дугачак, сигнал због слабљења постаје непрепознатљив, те је стога пренос података неуспешан. Репетитор се поставља на место до којег сигнал долази у нормалном облику, али га је потребно појачати да би свој пут могао наставити даље према другом сегменту мреже. Обзиром да репетитор прима сигнал из једног сегмента, регенерише га и затим шаље следећем сегменту, потребно је да пакети и *LLC (Local Link Control)* протоколи буду исти у сваком сегменту. [37]



Слика 45. Репетитор [9]

Битно је напоменути да репетитори не могу ништа да преводе или филтрирају. Да би репетитор радио, оба сегмента која спаја, морају да имају исти метод приступа медијуму. Два уобичајена метода су *CSMA/CD* и предавање токена. То значи да *Ethernet* пакет не може да се преведе у *Token Ring* пакет употребом репетитора. Али репетитори могу пребацивати пакете с једног на други физички медијум, нпр. *Ethernet* пакет са сегмента са танким коаксијалним жицама да предају оптичком сегменту, наравно ако репетитор има могућност да прихвати такву физичку везу.

Репетитори се могу сврстати у најједноставнија решења мрежних компоненти за проширење. Они могу да шаљу сваки бит податка чак и кад постоје оштећени пакети или пакети који су случајно ушли у ту мрежу. Мана им је што проблем на једном сегменту може да угрози остале сегменте.



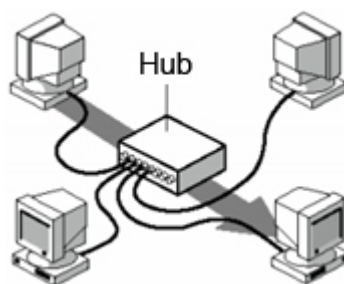
Слика 46. Пример употребе репетитора на магистрали [37]

За појачање сигнала на магистрали користе се репетитори по такозваном правилу 5-4-3. То значи да се на мрежу од пет сегмената могу ставити четири репетитора, али се рачунари могу налазити само на 3 сегмента (слика 46). Она два празна сегмента у ствари само продужују мрежу, па је она уместо 185 m, за овај примјер са пет сегмената пет пута дужа и износи 925 m.

Употреба репетитора може да повећа све раздаљине у Token Ring мрежама. Репетитор активно регенерише јачину и фреквенцију токена и на тај начин, омогућава повећање међусобне удаљености хабова у мрежи. Употребом једног пара репетитора, међусобна удаљеност хабова се може повећати на 365 m када се користе каблови типа 3, односно 730 m, када се користе каблови типа 1 или 2.

11.3 Хаб (Hub)

Хабови или чворишта су стандардни део мрежне опреме. Основна карактеристика му је да мрежни саобраћај који уђе на један порт излази на све портове.



Слика 47. Хаб у топологији звезда [24]

Активни хабови

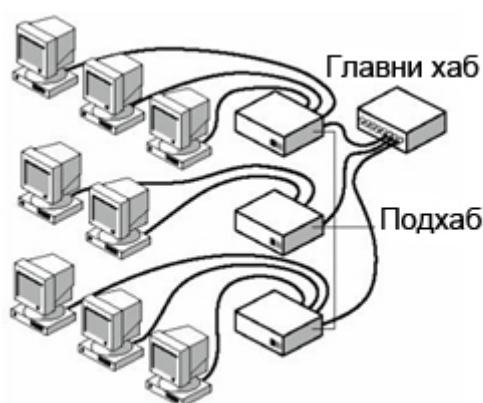
Хабови су, најчешће, активни, а то значи да они регенеришу и повратно шаљу сигнале на начин на који то раде и репетитори. Због тога што обично имају осам до дванаест прикључака, за њих се често користи и термин вишеструки репетитори. Активни хабови раде на струју.

Пасивни хабови

Неки типови хабова су пасивни, на пример, разводне кутије за ожичење или прикључни блокови (*punchdown blocks*). Они се понашају као спојеви – не појачавају нити регенеришу сигнал – сигнал једноставно пролази кроз њих. За њихов рад није потребна електрична струја. [38]

Хибридни хабови

Савремени хабови који могу да приме више различитих врста каблова називају се хибридни хабови. На слици 48. приказана је мрежа у којој се налази главни (хибридни) хаб и три хијерархијски њему подређена хаба (подхаба).

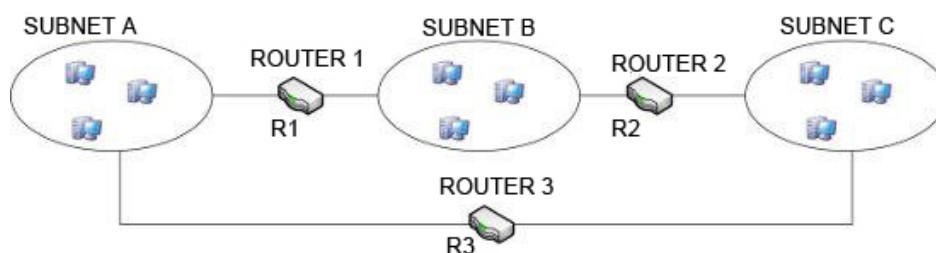


Слика 48. Хибридни хаб [38]

11.4 Рутер

Router (усмеривач) је мрежни уређај који у себи садржи два мрежна адаптера који могу припадати различитим мрежним технологијама чиме се омогућава повезивање рутера на различите типове мрежа. Данас постоји много типова и врста рутер мрежних уређаја. У складу са тим једном *PC* рачунару може бити додељена улога рутера, на пример *PC* рачунар са *Windows XP* или *Windows Server* оперативним системом или наменски мрежни уређаји као што су *workgroup* или *enterprise* рутери, итд. Наравно *PC* рачунар није замишљен да ради као рутер па у складу са тим може обављати само основне функције наменског рутер уређаја али и даље са довољно функција за кућно или мање пословно окружење где улагање средстава у купе наменске рутере није неопходно.

Дефиниција рутера је да је то уређај који памти адресе мрежа и рутира (усмерава) податке из мреже у мрежу при томе тражећи најбољу могућу путању која је тренутно доступна. Сам рутер уређај је суштина *TCP/IP* протокола. Рутер је кључни уређај који је омогућио пораст рачунарских мрежа до димензија данашњег Интернета. На слици 49 је дат пример рада рутер уређаја и рутирања саобраћаја.



Слика 49. Рутирање саобраћаја [39]

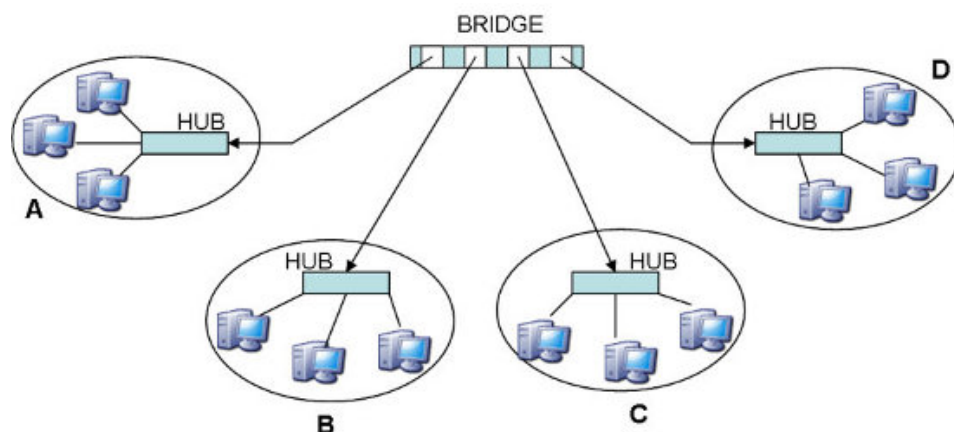
Рецимо да је рутер *R1* *default Gateway* за све рачунаре у *Subnet*-у *A*. Када рачунар из *Subnet*-а *A* зна да *IP* адреса рачунара коме шаље податке, у *Subnet*-у *C*, није на његовој мрежи онда рачунар из *Subnet*-а *A* шаље податке свом дефаултном *Gateway*-у након чега рутер *R1* израчунава најбољу могућу путању до рачунара коме су намењени подаци. Евидентно је из слике 49, да су рутеру *R3* распложиве две путање. Једна је прослеђивање података директно у *Subnet C* а друга преко рутера *R1* и *R2* у *Subnet C*. Коришћењем прве путање морају се користити два *Hop*-а (скока), *Hop* из локалне мреже (*Subnet A*) до рутера *R3* и *Hop* од рутера *R3* до локалне мреже дестинације (*Subnet C*). Ако се користи друга путања користи се три *Hop*-а што је евидентно дужа путања. Обично се по броју *Hop*-ова констатује која рута је боља али број *Hop*-ова је произвољна ствар. У случају мануелног дефинисања рута онда је боље дефинисати мањи број *Hop*-ова. [39]

Подаци о рутама се могу уносити мануелно или се тај посао аутоматизује тако што се препусти рутерима да сами одређују најбоље путање до одредишта. Наравно, како мрежа расте мануелни концепт је све мање прихватљив све до момента када се у потпуности рутерима препушта дефинисање најбољих рута јер они аутоматски врше међусобну размену информација о мрежама које постоје. У почетку ни то није било довољно па рецимо почетком 90-тих година нагло је порастао број рута а стандард није био довољно способан да одговори свим захтевима па је уведен нови стандард како би растеретили додавање нових рута на *Backbone* рутере, тј. увођење бескласне доделе *IP* адреса .

Рутер се такође брине да послат пакет не настави вечно да живи на мрежи. Због теоретски неограниченог броја рута на мрежи пакет може вечно да кружи од руте до руте не проналазећи путању до дестинације. Рутер смањује један број, који се назива *TTL (time to live)*, који не значи време живота пакета на мрежи већ је то број *Hop*-ова које пакет може да пређе док не буде форсирано убијен или речено у жаргону – дискардован (*Discard*). Максимална вредност *TTL* параметра је $2^8 - 1$ што је 255. Параметар је 8-битни док је *Windows* дефаултни параметар 128, односно када *Windows* пошаље пакет на мрежу он дефинише *TTL* као 128 што практично значи да пакет може проћи кроз 128 рутера минус један док не буде форсирано убијен. Минус један је зато што се као *Hop* рачуна и локална мрежа. Да закључимо, сваки рутер ће убити било који пакет на мрежи коме је *TTL* параметар пао на вредност нула.

11.5 Bridge

Bridge је мрежни уређај који омогућава да се мрежа подели на више сегмената а да се при томе оптимизује комуникација тако да се локална комуникација на сваком сегменту задржава на њему при чему се остали сегменти мреже не оптерећују вишом комуникације. Ако замислимо *Bridge* уређај са 4 порта онда смо практично направили 4 *LAN* сегмента од којих сваки има свој *HUB* или *Switch* уређај што је школски пример постављања мреже.



Слика 50. Оптимизација мрежног саобраћаја коришћењем *Bridge* мрежног уређаја [40]

Принцип рада *Bridge* уређаја објаснићемо коришћењем слике 50. Као што је дато на слици, имамо 4 сегмента мреже, тј. сегмент *A*, сегмент *B*, сегмент *C* и сегмент *D*. У сваком од тих сегмената се налазе рачунари, на пример рачунар *A1*, рачунар *A2*, ..., рачунар *C1*, рачунар *C3*, итд. Пошто мрежни пакет у *Ethernet* технологији увек садржи *MAC* адресе извора и дестинације, а *Bridge* уређај „чује“ сав саобраћај на сваком сегменту прикљученом на њега, он на основу тога креира табелу *MAC* адреса које „чује“. После одређеног времена (врло кратко) *Bridge* уређај научи које *MAC* адресе припадају ком сегменту мреже. Због тога када на пример рачунар *A1* шаље нешто рачунару *A2* то чује и *Bridge* уређај. Када *Bridge* констатује да оба рачунара припадају истом сегменту мреже (у овом примеру сегменту *A*) он те мрежне пакете не прослеђује даље на остале сегменте мреже при чему комуникација остаје унутар сегмента *A*. Да је рецимо уместо *Bridge*-а постављен *HUB* уређај он би те пакете проследио свима јер као што смо раније рекли када на неки од портова *HUB* уређаја нешто уђе он то прослеђује на све остале портове. Самим тим поступком *Bridge* уређај локализује комуникацију и што је најважније остале сегменте мреже не оптерећује непотребним саобраћајем. У случају да рачунар *A1* шаље информацију рачунару *C1* који се налази на другом сегменту мреже *Bridge* уређај ће оптеретити саобраћајем само оне сегменте мреже између којих се врши комуникација, у овом случају сегменте *A* и *C*. [40]

Са становишта *TCP/IP* протокола ови сегменти нису засебни *subnet*-ови (подмреже) већ *Bridge* одваја сегменте мреже који уствари логички припадају једном субнету јер за *subnet*-овање се користе *IP* адресе. Сегменти мреже као појам могу бити било шта јер нису строго дефинисани док *subnet* је појам који је дефинисан као део мреже који је одвојен од осталих рутер мрежних уређаја. Све то је зато што *Bridge* ради са *MAC* адресама док се за *subnet*-овање користе *IP* адресе рачунара и осталих мрежних уређаја, односно *Bridge* ради са физичким адресама док *IP* адресе припадају логичким адресама.

Bridge мрежни уређај је врло користан у малим мрежама али није скалабилан као рутер. На пример са *Bridge* уређајем се не може креирати Интернет конекција јер би онда Интернет *Bridge*-ви морали познавати све *MAC* адресе на свету, што је чак и теоретски тешко изводљиво. Други разлог немогућности коришћења за Интернет конекције је зато што *Bridge* уређај није у стању да одреди најкраћу путању од извора до дестинације. По свом изгледу је врло сличан *HUB* или *Switch* мрежним уређајима.

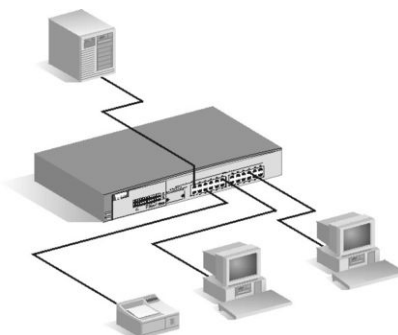
11.6 Switch

Switch је уређај који управља протоком података између делова локалне мреже (*LAN*).

За разлику од *HUB*-а, *Switch* дели мрежни саобраћај те га шаље на одређена одредишта. Користи се за мреже средње величине.

Switch даје рачунару пуну брзину једне конекције, док рачунари прикопчани на *HUB*-у добијају само део те конекције што би било неупотребљиво ако би се радило о већем броју рачунара, поготово ако се ради о преносу већих датотека.

Switch није исто што и разводник или хаб. Хабови су само појачавали сигнал и прослеђивали га даље свим чворовима у мрежи. Дакле, имао је само електричну, али не и логичку функцију.



Слика 51. *Switch* [41]

Switch представља активну мрежну опрему која ради у слоју везе OSI модела. *Switch* препознаје искључиво *MAC* адресе, како изворишне тако и одредишне. Дакле он ради само са адресама мрежних интерфејса. Када порука стигне на порт *A* она се прослеђује на порт *B* на коме је прикључен чвор или грана мреже која садржи *MAC* са дестинационом адресом. *Switch* зна који је то порт на основу табеле адреса по портovima. [42]

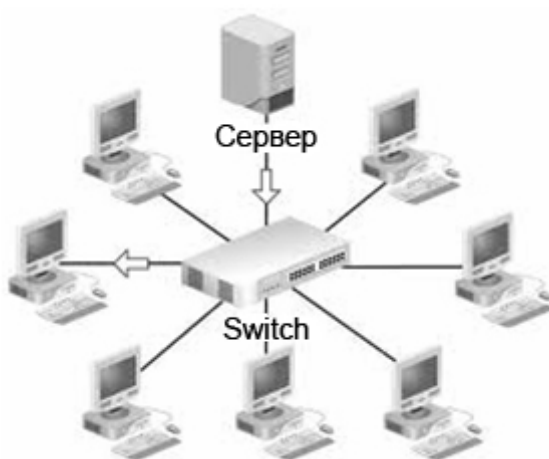
Switch зна како да комутира оквири података, што му је и основни задатак.

Switch у својој меморији чува листу портова и *MAC* адресе, па кад пакет података стигне, он пронађе *MAC* адресу одредишта и на основу листе одлучи на који ће порт проследити пакет. Уколико се адреса пакета и адресе које има у листи не поклапају он прослеђује пакет на све портове.

Switch на једном прикључку, прима пакете података. Из њих читава информације из заглавља и на основу тога сазнаје којој *MAC* адреси је послат.

Прецизније, сазнаје од кога је пакет послат и коме је упућен. Пакет се прослеђује напоље и то само на прикључак одредишног уређаја. Постоји изузетак, а то су *broadcast* поруке, које се прослеђују свим учесницима у саобраћају.

Switch омогућава пре свега растерећење мреже, јер се смањује вероватноћа дешавања колизије, односно судара. Док траје веза између два учесника, сви остали чворови могу да међусобно комуницирају. Саобраћај се прослеђује само одређеном кориснику или боље речено чвору. Остали учесници не могу да слушају саобраћај, чиме је побољшана и безбедност.



Слика 52. Прослеђивање података у мрежи употребом *Switch*-а [42]

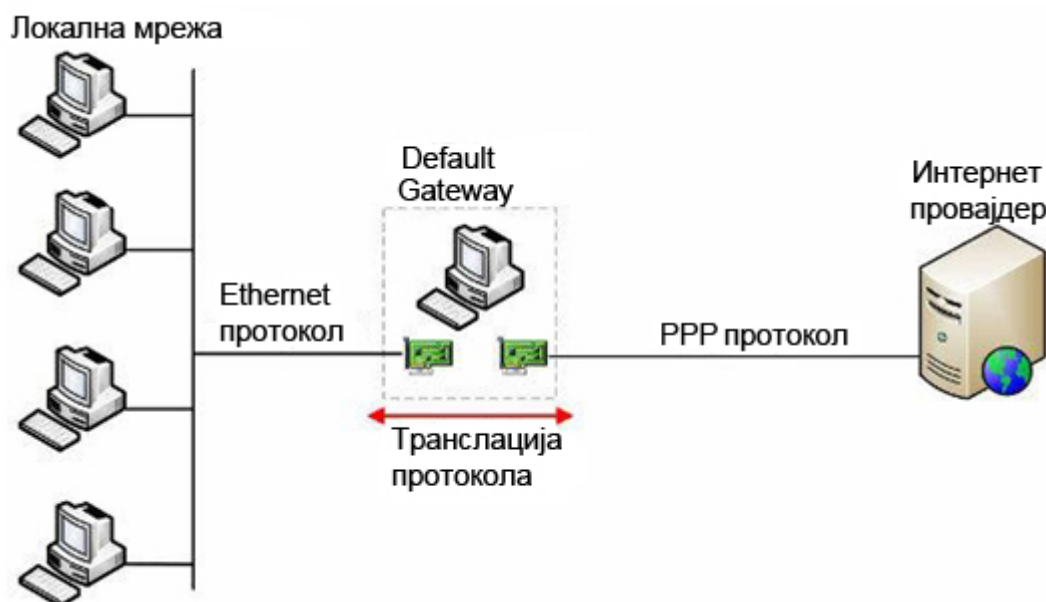
11.7 Gateway

Gateway или *Residential Gateway* је хардверски уређај чија је основна улога превођење из једног протокола у други протокол, односно врши прилагођавање електричног сигнала једног протокола у електрични сигнал другог протокола.

Сама дефиниција *Gateway*-а била би да је то место на мрежи које служи као улаз на другу мрежу. Могу бити и софтверског типа када су имплементирани у рутер уређаје или комбинација хардверско-софтверског уређаја. За разлику од рутера који прослеђују пакете најкраћом путањом за њима познате протоколе, *Gateway* уређаји познају различите протоколе на основу чега раде превођење из једног у други протокол. Најпознатији *Gateway* уређаји су *PSTN* модем, *ADSL* модем, кабловски модем, итд. [39]

Када је софтверска верзија *Gateway*-а у питању може бити примењена кроз рачунаре, сервере или мрежне уређаје што је и најчешћи случај када су у питању пословне или *enterprise* конекције. Због тога рачунар (или сервер или мрежни уређај), који је конфигурисан да ради као *Gateway* уређај, називамо и *Default Gateway*.

На слици 53 је дат пример функције *Gateway* уређаја када ради превођење (транслација) једног протокола у други, на пример из протокола локалне мреже у протокол неке друге мреже и обратно. [39]



Слика 53. *Default Gateway* [39]

12.0 ТРАНСМИСИОНИ МЕДИЈУМИ - каблови и конектори

Постоји више врста каблова којима се повезују рачунари:

- **Коаксијални дебели ("*thicknet*") каблови** - данас нису у употреби при инсталацији рачунарских мрежа. Ипак, ваља напоменути да је због дебљег бакарног проводника тог кабла па сходно томе и због мањег слабљења сигнала, пренос сигнала кроз такав кабл био чак и до 500 метара и то без додатних појачања. Баш због тога се доста користио у већим зградама и фабричким комплексима.



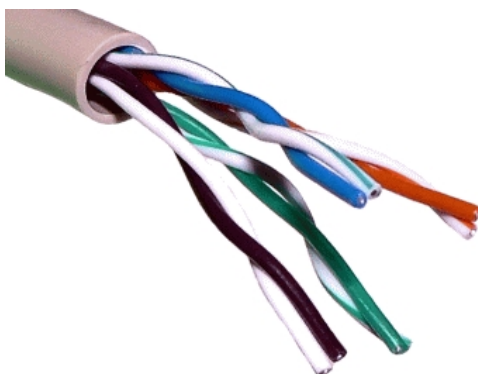
Слика 54. Коаксијални дебели ("*thicknet* ") кабл [43]

- **Коаксијални танки ("*thinnet*") каблови** - су савитљивији и погоднији за инсталацију. Обзиром да су уз то и јефтинији, скоро потпуно су из употребе избацили дебели коаксијални кабл. Ипак, дomet без додатних појачања им је мањи и званично износи 185 m. На слици 55 видимо да средином таквог кабла пролази централни проводник. Око њега је изолатор, па онда спољни проводник у облику металне кошуљице. Кабл је около заштићен поливинил омотачем. Овај кабл је у пракси познат под именом *RG58*.



Слика 55. Коаксијални танки ("*thinnet*") кабл [50]

- **Парични UTP ("unshielded") каблови** - су они који се састоје од упредених бакарних влакана да би се избегле сметње од суседних парица или уређаја као што су мотори, релеји и слично. Ови каблови су около заштићени поливинил омотачем, али не и металном кошуљицом. Могу бити категорије 1 који преносе само глас, категорије 2 са брзином преноса података до 4 Mb/s, категорије 3 са брзином преноса до 10 Mb/s, категорије 4 са брзином преноса до 16 Mb/s и категорије 5 која се данас најчешће користи а подржава брзину преноса до 100 Mb/s. Максимална дужина једног сегмента овог кабла на којој рачунари могу бити повезани без додатних појачања је 100 метара. На слици 58 је UTP кабл са 4 парице то јест 8 жица.



Слика 56. UTP кабл са 4 парице (8 жица) [44]

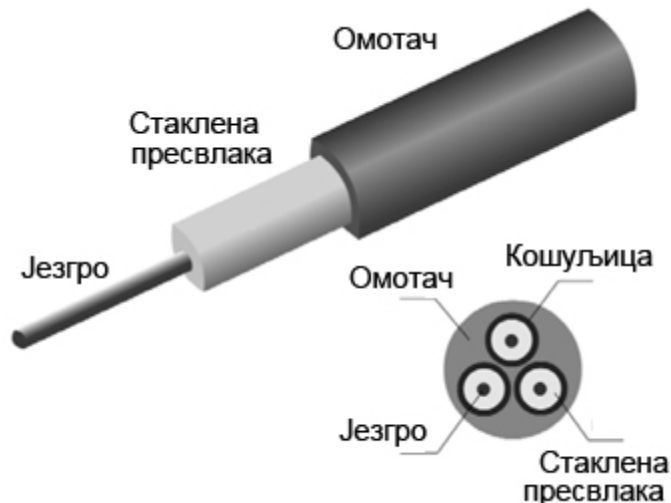
- **Парични STP ("shielded") каблови** - су са упреденим парицама као и UTP, али је око сваке парице заштитни омотач, а онда додатно споља још и бакарна кошуљица, те су стога знатно отпорнији на сметње него UTP кабл.



Слика 57. STP кабл са 4 парице (8 жица) [49]

- **Парични FTP ("foilded") каблови** - су врло слични STP кабловима, али имају само вањску кошуљицу у облику фолије а не и заштиту око сваке парице.

- **Оптички ("fiber") каблови** - преносе податке у облику светлосних импулса. Врло су поуздани и омогућавају бржи пренос него горе поменути. Брзине иду и до 1 Gb/s. Оптичка влакна преносе податке само у једном смјеру, па зато такви каблови имају у себи по два оптичка влакна.



Слика 58. Изглед оптичког кабла са једним и три влакна [51]

У зависности од коришћеног кабла, користе се и њему одговарајући конектори за прикључење на мрежну картицу или други кабл.

- **"BNC" конектори** су за коаксијалне каблове, а могу бити у облику слова **"T"** (рачvasti) када се стављају на мрежну картицу да би са ње могли водити каблове на суседне рачунаре, или једноструки мушки **"BNC"** који се стављају на кабл да би га могли везати на женски излаз са рачве, или **"BNC"** терминатори који се вежу на 2 крајња рачунара у мрежи ради затварања сигнала, или продужни **"BNC"** конектори за везивање 2 краћа коаксијална кабла.



Слика 59. BNC кабловски конектор [47]



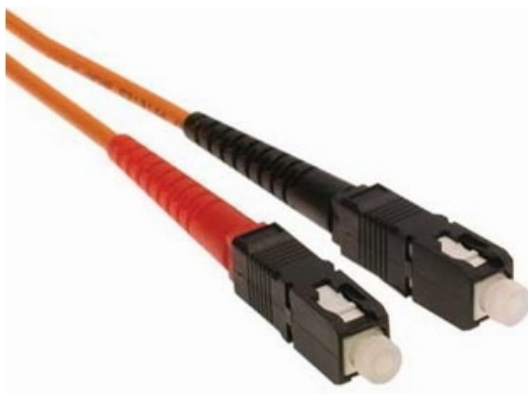
Слика 60. BNC-T конектор [48]

- "UTP" конектори су за UTP kablove. Њих сусрећемо под називом RJ-45, имају места за 8 водова, а у пракси се на UTP каблове стављају посебним кљештима. Не треба их мешати са обичним телефонским конекторима који су физички мањи и познати под називом RJ-11.



Слика 61. RJ-45 конектор [46]

- Конектори који се користе за фибер-оптику се разликују од једног до другог произвођача, тежи су за инсталацију и скупљи. Две основне врсте су ST конектор за 10-мегабитне мреже и SC конектори за 100- мегабитне мреже, мада многи од произвођача покушавају наметнути своје стандарде.



Слика 62. Оптички SC [13]



Слика 63. Оптички ST конектори [27]

13.0 Пример конфигурисања LAN мреже

Умрежавање два рачунара у суштини је исто као и умрежавање много рачунара, ситуација је само упрошћенија и много, иначе битних параметара, се може занемарити.

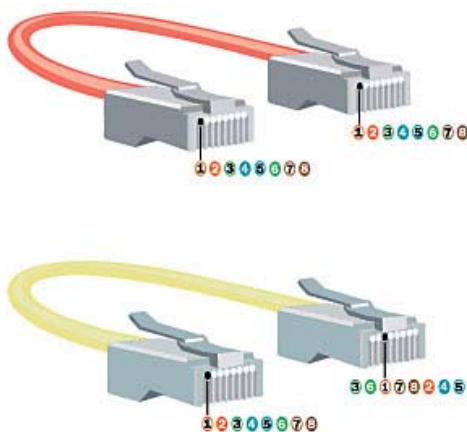
Подразумева се да мале мреже немају сервер. Обично, захеви корисника мале мреже су такви да им сервер уопште није ни потребан. Неки од рачунара у мрежи може бити проглашен сервером али не зато што на њему стварно ради неки сервер него више зато што има неку улогу главног у мрежи.

Најважније је знати да никакав сервер није неопходан за постављање мреже, а мале мреже раде у *peer-to-peer* режиму, што у суштини значи да су сви рачунари равноправни и имају улогу и клијента и сервера зависно од потребе али о томе не брине корисник него сам протокол за комуникацију.

За малу мрежу опрема која је потребна није скупа и лако се инсталира. Сваки рачунар треба да има мрежну картицу. Потребни су мрежни каблови (по правилу *UTP CAT5*) са конекторима и један *switch*.

Мрежна карта је уређај који омогућава да се рачунар повезује са другим мрежним апаратима (другим рачунарима и слично). Мрежни кабл служи за пренос сигнала од једног до другог мрежног уређаја. *Switch* усмерава конекције и обезбеђује умрежавање више рачунара.

Да би направили мрежу, најпре треба одрадiti физичку имплементацију и обезбедити мрежне протоколе. Физичка имплементација представља уградњу и повезивање мрежних уређаја кабловима. Ако се повезују два рачунара потребно је да сваки има по мрежну картицу и један кабл потребне дужине који је направљен као укрштени (*crossover*). За повезивање више од два рачунара потребан је и *switch*, уређај коме је баш то намена и неукрштени кабл (*straight-through*). Неукрштени кабл може се препознати по томе што је редослед жица на оба *RJ45* конектора исти, док код укрштеног то није случај (слика 64).

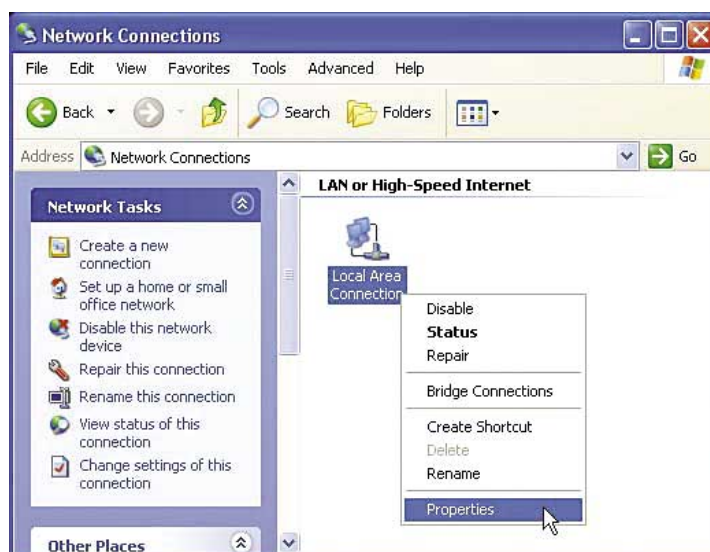


Слика 64. Укрштени (*crossover*) и неукрштени (*straight-through*) кабл [12]

Када сте повезали рачунаре, потребно је извршити неколико подешавања у *Windows*-у да би мрежа прорадила. Без обзира на то да ли је метод повезивања *Ethernet*, бежични 802.11 или *IP* преко *USB*-а или *Firewire*а, ове операције су заједничке за све њих. [12]

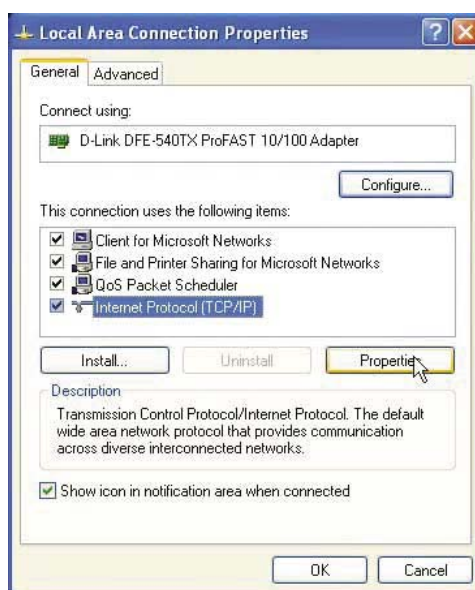
Ако су мрежни адаптери убачени у компјутер и драјвери инсталирани, требало би да се појави нова конекција у *Network Connections*-у (којем се приступа из *Control Panel*-а).

Пре свега треба подесити *IP* адресе на мрежним адаптерима. Десним кликом на конекцију изаберите њен *Properties* (слика 65):



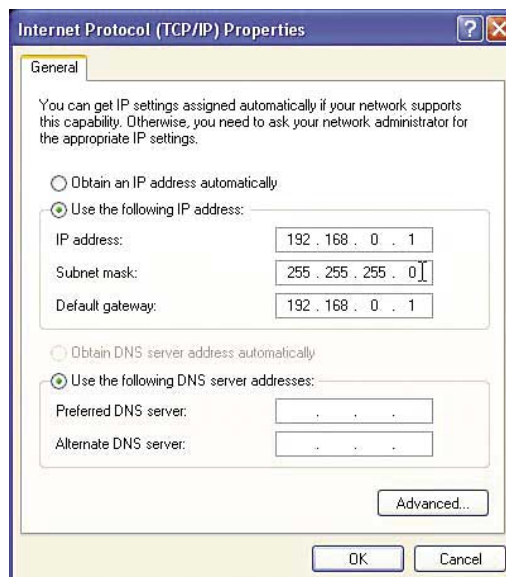
Слика 65. *Network Connections*

У картици *General* означите *Internet Protocol (TCP/IP)* па изаберите његов *Properties* (слика 66).



Слика 66. *Local Area Connection Properties*

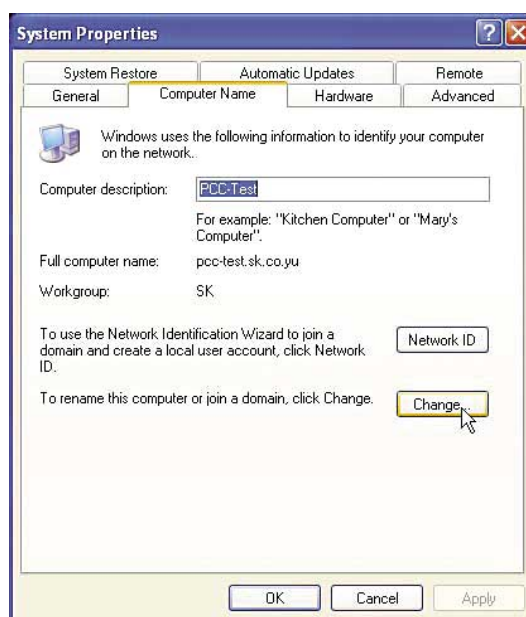
Ту је потребно уписати *IP* адресу из опсега адреса намењених локалним мрежама, на пример, 192.168.0.1 на једном, 192.168.0.2 на другом, 192.168.0.3 на трећем компјутеру итд све до 192.168.0.254 (слика 67). Два компјутера на истој мрежи не смеју да имају исту адресу. Не можете користити адресе 192.168.0.0 и 192.168.0.254 јер оне имају специјалну намену. [12]



Слика 67. *Internet Protocol (TCP/IP) Properties*

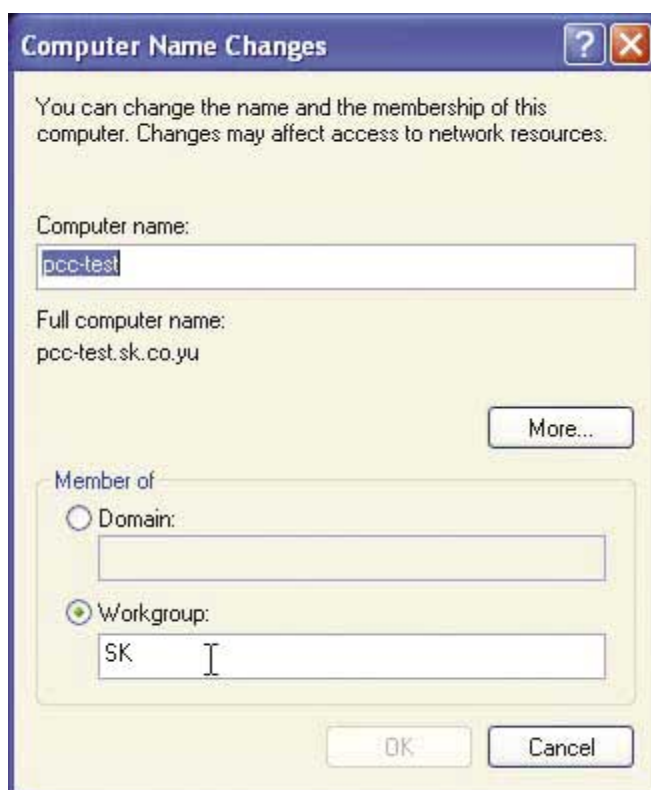
Кликом на поље *Subnet mask* појављује се *default* вредност која у овом случају одговара потребама.

Потребно је још да се подеси да *Windows* на свим рачунарима који се повезују има исту „радну групу” (*workgroup*). Да би се то подесило, отворите *Control Panel*, па *System*, па у картици *Computer Name* изаберите *Change*.



Слика 68. *System Properties* [12]

У одговарајућа поља упишите име компјутера и *workgroup*. Име изаберите по жељи, а битно је да имена компјутера буду различита, али да име групе буде исто на свим умреженим компјутерима (слика 69).

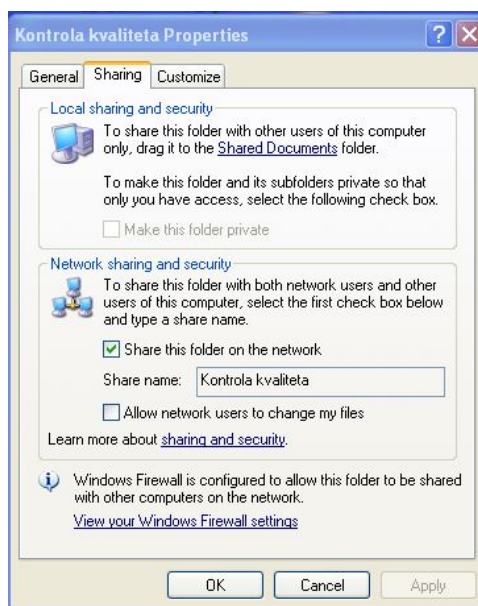


Слика 69. *Computer Name Changes* [12]

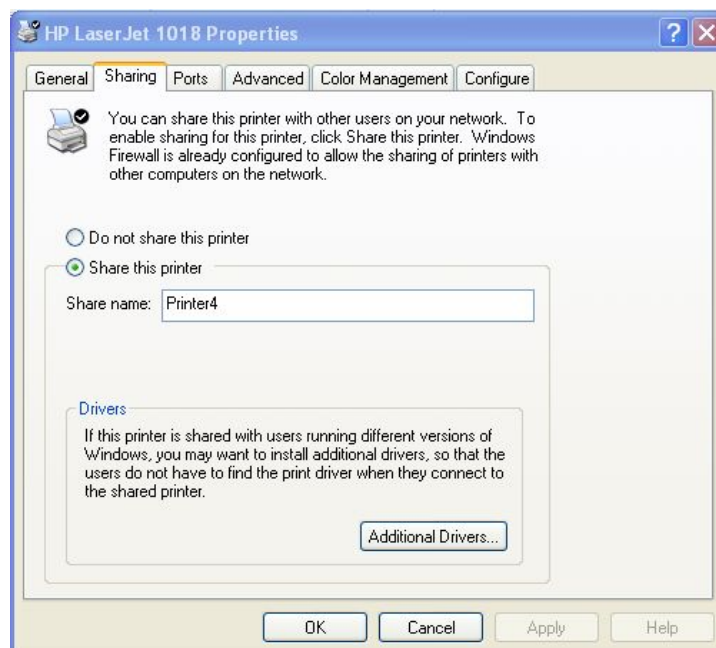
Када је ово готово, мрежа је функционална. Да проверите да ли мрежа ради треба да „пингујете“ рачунаре међусобно. То значи да одете у командни прозор *Windows*-а и на промπτу откуцате: *ping* и затим *IP-adresa* неког рачунара у мрежи. На пример, *ping 192.168.0.2*

Ако *ping* ради, приказаће вам конекције и време одзива пингованог рачунара. То значи да веза између њих ради. Ако *ping* пријави било шта друго или уопште не даје знаке живота, конекција не ради па морате проверити све почев од картица, каблова, конектора и инсталираних протокола.

Дељење датотека је доста једноставно ако је све подешено како треба. Проверите на мрежним протоколима (слика 66) да ли је укључено дељење (*File and Printer Sharing for Microsoft Networks*). Ако није укључите га. Онда на рачунару нађите неки директоријум који желите да делите (никако немојте делити цео диск), десни клик, *Sharing and Security*, укључите *Share this folder* (слика 70), дајте име дељеном директоријуму, одлучите да ли хоћете да други из мреже могу да мењају садржај директоријума (да стављају и бришу датотеке). Исто урадите и на другим рачунарима а онда кликните на *My Network Place* изаберите *My Network Computers* пронађите где су рачунари и извршите проверу приступности дељеним фолдерима.

Слика 70. *Properties* дељеног директоријума

Што се тиче дељења штампача, принцип је исти као и са датотекама, на рачунару на коме је штампач, у опцијама подешавања штампача (слика 71) укључите дељење (*sharing*) и онда ће остали да га виде исто као и датотеке. Инсталација може да буде једноставна, десни клик на дељени штампач и опција *Connect* али некада тражи и инсталацију драјвера за штампач. Све у свему, најбоље је да мрежни штампач инсталирате истом процедуром као и локални само што ће вам на почетку бити понуђено да одаберете да ли иснталирате локални или мрежни штампач па ако изабрете мрежни биће вам понуђено да нађете тај штампач у мрежи а онда се инсталирају драјвери исто као и за локални штампач.

Слика 71. *Properties* дељеног штампача

14.0 ЗАКЉУЧАК

Приказан рад представља упознавање са архитектуром локалних рачунарских мрежа (*LAN*). Представљена је основна подела рачунарских мрежа као и мрежне топологије које чине *LAN* мреже. Затим су приказани основни облици преноса података као и слојеви *OSI* модела чијим постојањем је избегнута права конфузија у свету рачунарских мрежа (до појаве овог модела комуникација између рачунара у мрежи је била заснована на правилима која би одређивала фирма, односно произвођач мрежних уређаја). Након *OSI* модела уследило је представљање локалних рачунарских мрежа кроз упознавање са *LAN* стандардима као и битним елементима за њено успешно функционисање као што су *IP* и *MAC* адресе, *ARP* протокол итд. Следи упознавање са архитектуром *LAN*-а кроз *Ethernet*, *Token Ring* и *FDDI* архитектуру и приказ незаобилазних елемената, без којих је немогуће функционисање било које *LAN* мреже, мрежних уређаја и трансмисионих медијума – каблова и конектора. На крају, како би прича о *LAN* мрежама добила и практични карактер, дат је и пример конфигурисања једне локалне рачунарске мреже као и начин дељења фолдера и штампача у мрежи.

Рачунари су важан део данашњег света и мреже чине свет једноставнијим. У свакодневном животу смо окружени разним примерима рачунарских мрежа од уобичајеног сурфовања по Интернету па до великих система као што су банке, предузећа и разних установа чије се успешно функционисање у великој мери заснива управо на њиховој употреби. У принципу, врло је тешко замислити било који сегмент модерног друштва у коме рачунарске мреже нису присутне у мањој или већој мери. Њихов тренутни утицај на живот савременог човека је велики, а са развојем нових технологија и у складу са његовим потребама биће све већи.

Литература

- [1] Andrew S. Tanenbaum, „Рачунарске мреже“, Микро књига, Београд, 2005.
- [2] James F. Kurose, Keith W. Ross, „Умрежавање рачунара: Од врха ка дну са Интернетом у фокусу“, RAF-CET, 2005.
- [3] Марковић Б., „Рачунарске мреже“, скрипта, ВШТСС Чачак, 2009.
- [4] Веиновић М., Јевремовић А., „Рачунарске мреже“, Универзитет Сингидунум, Београд, 2011.
- [5] Baronica D., „Umrežavanje računala“, Strijelac, Zagreb, 2000.
- [6] http://zaielacademic.net/networking/token_ring.htm, april 2012.
- [7] <http://pluto.ksi.edu/~cyh/cis370/ebook/ch03e.htm>, april 2012.
- [8] <http://www.techfest.com/networking/lan/token.htm>, april 2012.
- [9] http://konides.com/mreze/funkcionisanje_token_ring_mrea.html, april 2012.
- [10] <http://www.digit.co.rs/srp/mreze/mrezne-tehnologije.php#keth>, april 2012.
- [11] <http://www.topip.rs/content/view/59/9/1/1/>, april 2012.
- [12] <http://www.sk.rs/2005/03/skse01.html>, april 2012.
- [13] <http://www.thefoa.org/tech/connID.htm>, april 2012.
- [14] <http://networkwiz.blogspot.com/>, april 2012.
- [15] <http://what-when-how.com/data-communications-and-networking/application-architectures-data-communications-and-networking/>, april 2012.
- [16] http://techpubs.sgi.com/library/dynaweb_docs/0630/SGI_Admin/books/FDDIX_AG/sgi_html/ch01.html, april 2012.
- [17] <http://en.ridwanaz.com/3301/gadget/networking/articles-introduction-to-local-computer-network-lan-local-area-network/>, april 2012.
- [18] http://bs.wikipedia.org/wiki/Metropolitan_Area_Network, april 2012.
- [19] <http://creativemind-khaleeq.blogspot.com/2011/05/wan-wide-area-network.html>, april 2012.
- [20] <http://networking.layer-x.com/p020000-1.html>, april 2012.
- [21] <http://www.sensible-computer-help.com/computer-network.html>, april 2012.

- [22] <http://www.doubleeagleservicesinc.com/peerdescription.html>, april 2012.
- [23] <http://osscience.info/computing-technology/network-topology/>, april 2012.
- [24] http://network3000.brinkster.net/MCSE_Training_%20Networking/ch01d.htm, april 2012.
- [25] <http://network-communications.blogspot.com/2011/06/network-topology-star-bus-mesh-ring.html>, april 2012.
- [26] <http://www.elfak.ni.ac.rs/phptest/new/html/informacije/vesti/resenja/mps/poglavlja/stojcev/prenos-podataka/Pogl-11-LAN.pdf>, april 2012.
- [27] http://en.wikipedia.org/wiki/Optical_fiber_connector, april 2012.
- [28] http://www.stsmihajlopupin.edu.rs/dokumenta/rmik/03.Slojevita_arhitektura_protokola.pdf, april 2012.
- [29] www.etfbl.net/dokument.php/6041/1/IPv4%20adresiranje.pdf, april 2012.
- [30] www.stsmihajlopupin.edu.rs/dokumenta/IP.pdf, april 2012.
- [31] www.viser.edu.rs/download.php?id=3173, april 2012.
- [32] http://www.tehskola-ki.edu.rs/literatura/Racunarske_mreze_knjiga.pdf, april 2012.
- [33] http://sr.wikipedia.org/sr/%D0%9E%D0%A1%D0%98_%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB, april 2012.
- [34] http://www.ascendtech.us/ibm-16-4-token-ring-pci-01h898-adapter_i_netibm1h898pci.aspx, april 2012.
- [35] <http://www.kashina.net/usb.htm> <http://www.kashina.net/usb.htm>, april 2012.
- [36] <http://www.adriatiko.com/PCI-kartica-LINKSYS-WMP54G-Wireless-G-PCI-Card-802-11g-WMP54G-EU-6764-c45-view.htm>, april 2012.
- [37] <http://www.znanje.org/knjige/computer/net/01/repetitori.htm>, april 2012.
- [38] <http://www.konides.ag.rs/mreze/hab.html>, april 2012.
- [39] http://www.link-elearning.com/lekcija-Router---osnove-rada_5658, april 2012.
- [40] www.link-elearning.com/lekcija-Mrežni-uređaji_5656, april 2012.
- [41] <http://h20000.www2.hp.com/bizsupport/TechSupport/Document.jsp?objectID=c02594043&lang=en&cc=us&contentType=SupportFAQ&prodSeriesId=51125&prodTypeId=12883>, april 2012.
- [42] <http://www.sveznadar.info/20-WINTipsTricks/11-MrezaRazniPojmovi/19-1Pojmovnik-Switch.html>, april 2012.

- [43] http://www.technologyuk.net/telecommunications/networks/transmission_media.shtml, april 2012.
- [44] <http://pubpages.unh.edu/~ejg58/project/physical.html>, april 2012.
- [45] http://mousely.com/encyclopedia/Physical_interface/, april 2012.
- [46] <http://www.thefind.com/computers/info-rj-45-lan-connector>, april 2012.
- [47] <http://www.summitsource.com/eagle-rca-female-to-bnc-male-adapter-connector-plug-standard-converter-rf-digital-commercial-audio-video-component-p-8096.html>, april 2012.
- [48] <http://www.avemiausa.com/connector/main.html>, april 2012.
- [49] <http://mariocuervofuertes.bitacoras.com/>, april 2012.
- [50] <http://www.proelectronic.rs/KOAKSIJALNI-KABL-50-RG58C-U-RG-58kablil-6062.htm>, april 2012.
- [51] <http://moodle.tsp.edu.rs/mod/resource/view.php?id=780>, april 2012.