

---

### 10.1.2 Ethernet

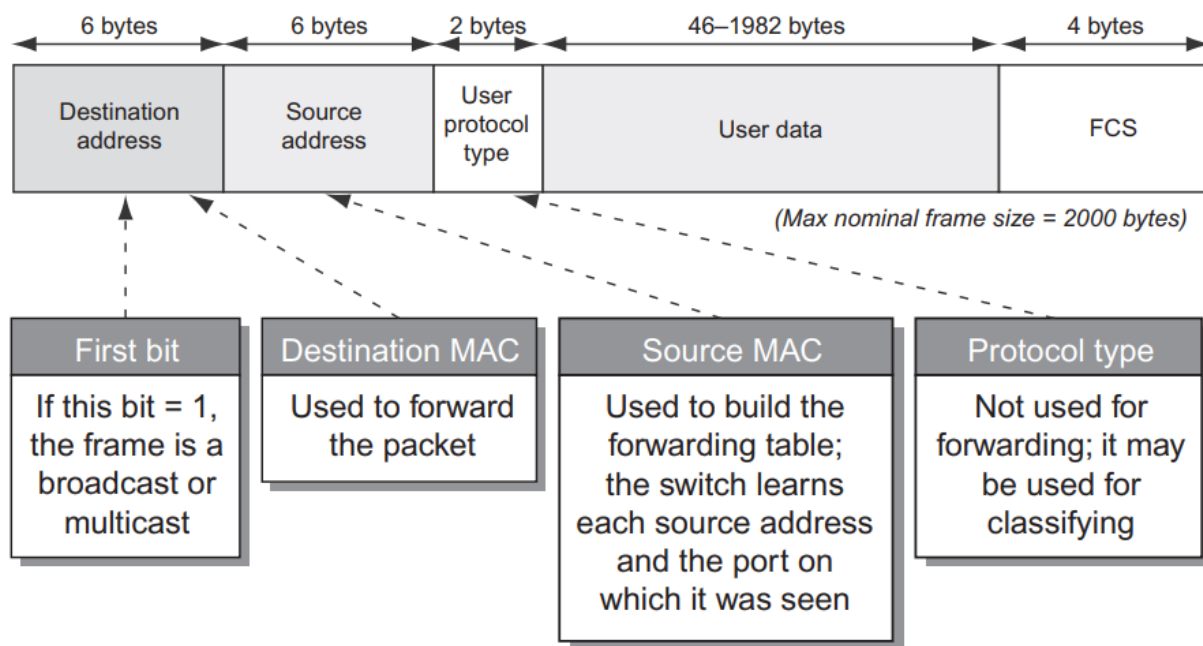
Kako se računarska tehnologija pojavila u poslu, pojavila se i potreba za korišćenjem korisnika mreže ranih računarskih aplikacija. Neki ukazuju na ranu upotrebu teletype mašine kao primeri prvih mreža podataka. Ali robusnija definicija mreža podataka može biti gde se uspostavlja komunikacija između računarske sposobnosti-procesora podataka-i korisnika tih podataka. Rani primeri savremenih računara mogu se pratiti barem do Drugog svetskog rata kada su računari korišćeni za mučno računanje i često u vojnim aplikacijama, kao što je dešifrovanje neprijateljskih poruka. Korisnici ovih mašina bili su

u istoj prostoriji, ako ne u istoj sobi kao i ovi veliki uređaji. Do kraja rata, američka vojska otkrila je ono što se široko smatra prvim elektronskim računarom opšte namene, ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Calculator). Ova ogromna mašina koristila je hiljade vakuumskih cevi i čitača kartica / bušilica za programiranje i output.

U godinama nakon rata, napredak u čvrstoj(solid-state) elektronici, nosačima informacija i I / O uređajima u kombinaciji sa komercijalnim upravljačkim programima brzo se razvijaju praktičniji računarski sistemi. Do 1950. godine UNIVAC je bio komercijalno dostupan računar koji radi sa brzinom od 1905 operacija u sekundi i zauzima 943 kubnih stopa prostora. Posedovanje sposobnost skladištenja i rukovanja 1000 12-cifrenih reči, UNIVAC je prvi put koristio Američki biro za popis stanovništva. Međutim, korisnici ovih računara bili su veoma blizu stvarnim mašinama za obradu. Do 1960. godine AT & T je razvio prvi telefon za prenos podataka—modem posebno dizajniran za daljinsko povezivanje terminala za prenos podataka sa računarskim sistemima. Šezdesetih i ranih 1970 - ih pojavili su se vlasnički sistemi i protokoli, uključujući ARPANET, za povezivanje tupih terminala sa najbližim ili udaljenim kompjuterima. Signalizacija i ožičenje za ove sisteme nisu uniformno standardizovani. Metode kako računarski sistemi obrađuju informacije i prenose ove informacije, na kraju će se ispitati ISO i standardizovani u okviru modela odnosa otvorenih sistema (osi). Ovaj model klasifikuje različite funkcije u sedam nivoa apstrakcije, u rasponu od fizičkih medija do određene aplikacije. 1973. Robert Metcalfe, istraživač Kserok PARC je razvio standard koji bi pokrивao zahteve za signalom i žicom prevoznici. Nazvan Ethernet, jer može prenijeti " sve bitove na bilo koji Metcalfe standard zasnovan je na ranijim radovima na povezivanju korisničkih terminala, mainframe i stanice laserskih štampača. Kada je povezan preko Etherneta Formira se lan. Ethernet uključuje mehanizme koji omogućavaju deljenje fizičkih nosač je takav da svaka stanica može uspešno prenijeti svoje podatke uprkos mogućnost sudara. Vremenom je Metcalfov Ethernet patentiran i kasnije uključen u standard od 10 Mbps koji je 1980. objavio konzorcijum Dec, Intel i Kserok. Vremenom je IEEE

formirao radnu grupu 802.3 koja razvio i nastavlja da definiše Ethernet standarde pri većim brzinama prenosa podataka i na različitim medijima.

Ethernet i dalje uživa širok uspeh i usvajanje u mreži zbog svoje jednostavnosti i pouzdanosti. Kako je optičko vlakno postalo očigledno izbor za veze na duže relacije između LAN-a i MAN-a takođe je počeo da predstavlja interes za rešavanje konkretnih zadataka u LAN. Prvobitno je trebalo koristiti debeli koaksijalni kabl, kasnije generacije Ethernet-a usvojile su postojeći upredeni par bakra i jeftino multimodno vlakno. To je omogućilo lan operaterima da koriste postojeće horizontalno bakarno ožičenje za desktop terminale, kao i da instaliraju multimodno vlakno za koncentracije mnogih radnih stanica u vertikalnim usponima ili za međusobnu komunikaciju unutar lokalne mreže. Konkurentna Ethernet rešenja kao što su Token Ring i Fiber Data Distributed Interface (FDDI) je ponudio slične prednosti, ali nije dobio širokog održivog usvajanja. Deo uspeha Ethernet-a je taj što je njegov dizajn omogućava fleksibilnu promenu novih korisnih opterećenja podataka i prenosnih alata. Korisnički podaci su enkapsulirani u standardni okvir (frejm) nominalne veličine od 2000 bajtova. Zaglavlja sadrže bajtove adrese izvora i odredišta, kao i informacije o tipu protokola i redosled validacije okvira dovršava okvir.



IEEE je identifikovao skup brzina prenosa podataka i medija na kojima podaci mogu prenos između stanica. Stariji takozvani standardni 10/100 Base-T Ethernet i modernije verzije definišu gigabitne i veće brzine prenosa podataka preko različitih optičkim vlaknima i dužinama raspona. Ove početne Ethernet varijante koristile su zajednički medij, koaksijalni kabl ili bakarni upleteni par koji su komunicirali u oba smera. Za upravljanje potencijalnim sudarima paketa podataka između stanica razvijena je metoda koja

se zove Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD). CSMA/CD je sada zastareo, kao i povezane varijante Shared Media Ethernet (10BASE5, 10BASE2). Moderne Ethernet mreže izgrađene sa prekidačima i punim dupleksima veze, više ne koriste CSMA / CD, iako je i dalje podržan za obrnuto

kompatibilnosti. IEEE STD 802.3, koji definiše sve Ethernet varijante, Istorijski razlozi i dalje nosi naziv " carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) metod pristupa i specifikacije fizičkog nivoa. "Ethernet varijante koje se najčešće koriste od ovog pisanja su sledeće:

**Standardni Ethernet( 10 Mb):** standardni Ethernet ili 10Base-T radi na kabl upredeni par kategorije 3 (Cat 3) ili kategorije 5 (Cat 5). Uvijanje sprečavaju preslušavanje koje predstavljaju elektromagnetne smetnje (EMR) koje stvaraju susednim parovima žica i spoljnim izvorima. Ocena kategorije kao što je

Cat 3 ili Cat 5 ukazuju na različite stepene integriteta signala kabla sa višim brojevima koji odgovaraju višim stepenima. 10MB Ethernet standard pruža osnovna brzina prenosa podataka ili "žičana brzina" za polu-dupleks i Full-dupleks mrežnih uređaja.

**Fast Ethernet (100 Mb):** Fast Ethernet ili 100BASE-TKS koristi kabl Cat 5 i Cat 5e (za proširenje) za veći integritet signala potreban pri većim brzinama emisije. Fast Ethernet je u stanju da prenosi glavni mrežni saobraćaj zajedno sa glasovnim uslugama. Cat 5 i Cat 5e su u stanju da prenose signale na 100 MHz, kako se koristi u mreži od 100 Mb. Iako postoje neki brzi Ethernet standardi, 100BASE-TKS ili uvrnuti par sigurno su najčešći oblik koji se danas koristi. Uspeh Fast Ethernet proiza iz njegove sposobnosti koegzistirajte sa uspostavljenim mrežnim instalacijama, a mnogi korisnici danas podržavaju sve standardne i brze Ethernet projekte zbog autosenzornih strategija i avtosoglasovanja.

**Gigabitni Ethernet (GbE):** baš kao što je Fast Ethernet na kraju proširio i zamenjen standardnim Ethernet dizajnom, GbE preuzima ulogu lan standarda. GbE opisuje tehnologije koje omogućavaju brzinu prenosa podataka brzinom od milijardu (1 073 741 824, zapravo 230 1) bita u sekundi. GCP se vrši na prvom mestu od fiberglasa i kratkih bakarnih okosnica u kojima je 10/100 Mb kartice se takođe mogu direktno podnijeti. Iako je to nekada bila brzina prenosa podataka, dostupna je samo za hardver poslovne klase, GbE je postao uobičajen za većinu komercijalnih proizvoda-od laptopa do Interconnect (PCI) mrežnih kartica i prekidača perifernih komponenti. U stvari, GbE je takva roba savremeni Laptopi i desktop računari ga podrazumevano uključuju.

**10 GbE:** na gornjem kraju Etherneta brzina 10 gigabita Ethernet (10 GbE ili 10 GBASE-T) se može naći. Radi brzinom žice na 10 binarnih reda veličine brže od GbE (ili 240 1 bita u sekundi). Gde GbE podržava polu-dupleks režim (ali generalno važi full duplex), 10Gbps podržava samo pune dupleks veze. Polu-dupleks komunikacija nije samo podržana, već i CSMA/CD zabranjen do 10 GbE. Prema trenutnim Ethernet LAN standardima, 10 GbE je razorna tehnologija (tehnologija koja neočekivano zamenjuje

uspostavljena tehnologija) koja nudi brži, efikasniji i jeftiniji prenos podataka o mrežnim okosnicama. 10-GbE tehnologija koristi optički vlakno i može zameniti složene prekidače asinhronog načina prenosa (ATM) i sonet multiplekseri. Cilja Lans, Vans i Mans koristeći poznate IEEE 802.3 Mac protokoli i okviri. Na multimodnom vlaknu prolazi 10 GbE do 300 m, a single - mode vlakno se proteže do 40 km!

**40 i 100 Gbps:** nakon standardizacije od 10 Gbps, veća brzina prenosa podataka standardi od 40 Gbit razvijeni su prvenstveno za povezivanje sa serverom i visoki kraj računanja nekako povezuje centre podataka preko lokalne mreže na globalnu mrežu. 40 GbE za to idealno za brzo prebacivanje i usmjeravanje od kraja do kraja u preduzeću kosti, konvergentne mreže kampusa, superkompjuterske klastere, gridcomputing strukture i mreže za skladištenje velike brzine. 40 GbE servis je ulazak u fazu rasta koja, kada se završi, mora zadovoljiti potrebe mreža za umerenom snagom sve dok 100 GbE nije komercijalno dostupno.

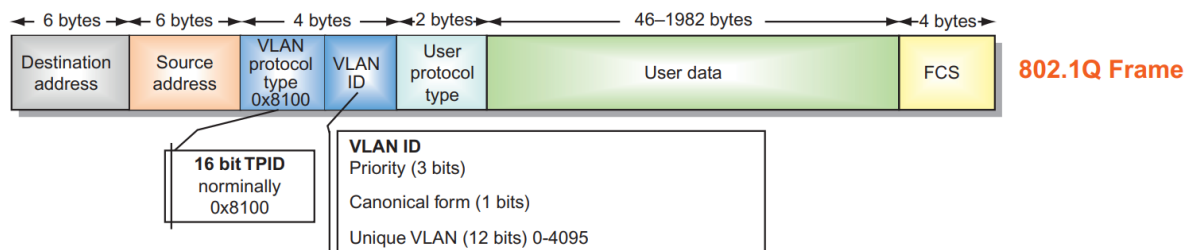
Mnogo brži budući standard od 100 GbE ima za cilj rešavanje agregiranih i osnovnih mrežnih aplikacija. 100 GbE single mode optički prenosi mogu dostignuti udaljenosti do skoro 40 km (ili nešto više od 10 m bakra), što je izuzetan napredak za Ethernet čak i po današnjim pokazateljima. Kumulativni podaci o kretanju 10 GbE između IP ruteri u kombinaciji sa 100 GbE portovima za Svitch-tosvitch interkonekciju mogu raditi na postojećoj 10 GbE infrastrukturi. 100 GbE se smatra logičkim korakom u Ethernet i optičkoj konvergenciji mrežni transport koji počinje sa 10 GbE. Dakle, organi za industrijske standarde i mrežni operateri favorizuju 100 GbE kao preferirani način transporta za budućnosti dizajniranja i razvoja mreža. IEEE Higher Speed Ethernet Study Group (HSSG) presudio je da će i 40 i 100 GbE činiti

sledeći budući Ethernet standard, jer obe oblasti pokazuju različite stope rasta koji se ne može pravilno servisirati jednom brzinom. HSSG je radio na ovom novom standardu, nazvanom IEEE 802.3ab, traje od 2006.godine. Napor se deli između telefonskih kompanija koje preferiraju 100GbE i od strane dobavljača podataka koji preferiraju 40 GbE.

---

## 10.2 Ethernet – Virutalne LAN Mreže

Lokalna mreža izgrađena jednostavnim Ethernet prekidačima ograničena je u pogledu propusnosti i trežnjom zagušenja kako se broj stanica povećava unutar jedne mreže. Da bi se rešio ovaj problem, lokalne mreže se mogu razdvojiti jedna od druge i u mnogim slučajevima prelazite preko preklapajućih fizičkih prekidača. Ova podela stvara virtuelne lokalne mreže (VLAN). Rane implementacije VLAN-a emituju određene pakete za dodeljene portove sa namenskim kablovima izgrađenim za podršku povezivanju jednostavnim prekidačima ili ruterima. Pored toga, postizanje visoke pouzdanosti u *heavily swtched* mrežama, zahteva korištenje rezervnih kablovskih staza između prekidača u konfiguraciji vezivo drvo. Ovo postaje veoma teško upravljati kako se veličina mreže povećava. Da bi se pozabavio ovim ograničenjima, IEEE je razvio 802.1 k standard koji definiše VLAN oznaku koja se dodaje osnovnom Ethernet okviru između originalnog sa adresom i informacijama o vrsti korisničkog protokola. Ova oznaka uključuje 2-bajtni identifikator tipa VLAN protokola (ili TPID), nakon čega slijedi 2-bajtni skup kontrolnih informacija o oznaci ovo uključuje nivo prioriteta, indikator kanonskog oblika i jedinstveni VLAN identifikator postavljen između 0 i 4095. Ova oznaka omogućava korisniku da konfiguriše različite VLAN konfiguracije, kao što su Port, Mac, ATM ili VLAN na osnovu protokola, u zavisnosti od toga potreba operatera krajnje mreže i opreme koja se koristi.



Jednom instaliran, VLAN omogućava relativno velikom broju uređaja da komuniciraju kao da su povezani na istu fizičku mrežu optimalnom brzinom sa boljim upravljanjem ožičenjem i resursima propusnog opsega. Međutim, kako se broj povećava uređaja prisutnih na bilo kojoj mreži kao i povećanje ukupnih potreba u propusnog opsega osnovne VLAN 802.1 Q počeli da nailaze na teškoće sa zumom.

---

### 10.3 Network evolution using carrier class Ethernet and OTN

Aplikacije postaju sve složenije i zavisnije od mreže. Performanse mreže (niska latencija i podrhtavanje, dinamičko upravljanje propusnim opsegom itd.) ključni faktor za pravilno funkcionisanje ovih aplikacija (npr. videokonferencija). Usluge kao što su Ethernet, izvorni video ili skladištenje podataka ne mogu biti prenoseći se efikasno i isplativo kroz postojeću sonet/SDH infrastrukturu. Trenutno poslovno okruženje vrši značajan pritisak na mrežni operateri sa ciljem povećanja prihoda i smanjenja kapitalnih i operativnih troškova za postizanje i održavanje profitabilnosti. Jaka konkurencija postojećih i novih mrežnih operatora oblikuje strategije usvajanja tehnologije, jer ove snage deluju na načine da povećaju lojalnost kupaca, privuku nove tokove prihoda i optimizacije svakodnevnih operacija. Dve tehnologije obećavaju pomoć mrežnim operaterima da se nose sa ovim problemima: carrier Ethernet i optical transport network (OTN). Oba su najnoviji industrijski standardi koji se zasnivaju na dobro uspostavljenim tehnologijama i nude sredstva za približavanje postojećih infrastruktura, kao i omogućavanje rast kroz nove izvore prihoda i smanjenje troškova. Kao što je ranije rečeno, Ethernet je razvijen i prvobitno raspoređen na Datacom mrežama, uglavnom u korporativnim ili kampusnim okruženjima, gde su stanice bile u neposrednoj blizini jedna drugoj, formirajući lokalne mreže. Okosnice, ili glavne, mreže su izgrađene za veze pojedinih lokalnih mreža. Osnovne Ethernet LAN mreže nisu idealne za implementaciju kernala i loše su pogodne za Ethernet implementacije koje operater može isporučiti kupcu (obično zove carrier Ethernet). Potreba za jačim mrežnim mogućnostima postaje očiglednije kada se brzina prenosa podataka i udaljenosti do krajnjih tačaka povećavaju zajedno sa vrednošću ovih podataka za krajnje korisnike. Trenutni lan standardi, posebno oni koji uključuju veličinu podmreže i Most podmreže, ne skaliraju se na nivo nosioca. Kao odgovor na to, IEEE i Metro Ethernet Forum (MEF) su kreirali brojni standardi koji nadograđuju Ethernet na specifikacije klase operatera. Tri ključna pitanja vezana za implementaciju Ethernet okosnica podržavaju skalabilnost, osiguranje kvaliteta usluge (Kos) i povećana otpornost na velike kvarove. Okosnice lokalnih mreža mogu se podeliti na sledeći način:

- *Interfejs:* Ethernet nudi protokol nivoa od tačke do tačke između uređaja (na primer, IP ruteri).
- *Mreža:* Ethernet služi kao pod-nivo preko kojeg se kreću IP i drugi protokoli višeg nivoa.

Pet glavnih atributa dovodi Ethernet na nosivi sloj: standardizovane usluge, visoka skalabilnost, visoka pouzdanost, Kos i upravljanje uslugama. Najbolje Vezivo Drvo Protokoli (koraci) i mostovi između podmreža su takođe potrebni za mreže klase operatera. Protokol brzog vezivanja stabla (RSTP) omogućava bolju konvergenciju u velikim eteričnim mrežama, a protokol višestrukog vezivnog stabla (MSTP) podržava VLAN most veza. Međutim, i RSTP i MSTP predstavljaju jedinstvene izazove i postoje trenutno je u toku rad na poboljšanju dizajna saobraćaja glavnih mostova provajdera (PBB-te) zasnovan na slojevitim VLAN oznakama i Mac-in-Mac enkapsulaciji definisanim u mostova provajdera (Pbbs). PBB-te se razlikuje po tome što potpuno eliminiše poplave, dinamičke tabele za prosleđivanje i STP.

Carrier Ethernet je skup mrežnih elemenata koji se povezuju na lokalne i globalne transportne usluge mrežnih operatera. MEF ističe da ove usluge moraju prenositi se preko fizičkih Ethernet mreža i postojećih zastarjelih transportnih tehnologija tako, na primer Ethernet 10 Gb / s između VAN i lan. Ethernet klase nosača omogućava ekonomičnu i predvidljivu isporuku brojnih usluga prevoznici preko standardizovanih interfejsa, zajedničkih formata i osnovnih operativne karakteristike. Takođe uključuje mnoge tehnološke prednosti, osim tradicionalnog Ethernet-a kako bi se olakšala implementacija i omogućila veća kompatibilnost između dobavljača.

Carrier Ethernet posebno povećava obuhvat LAN topologije mreže nosača, zadržavajući transparentnost u isporuci podataka preko lokalne mreže. On postavlja masovni prenos podataka preko mreže operatera ili pružaoca usluga sa performansama, blizu performansi tipične lokalne mreže. Emergent aplikacije i eksplozivne rast Interneta su pokretači evolucije Carrier Ethernet-a, jer konvergencija aplikacija za striming prenosa glasovi i podaci i široko usvajanje Ethernet-a očigledan izbor za buduće mrežne projekte. Godinama je stopa klijenta u optičkoj mreži jednaka mreži linearna brzina kojom bi jedan klijentski signal (na primer, 10GE) potrošio ceo propusni opseg. Kao rezultat toga, servisni povidere pokrivali su nove talasne dužine za svakog 10G klijentskog signala, čime se gura mreža do maksimalnog propusnog opsega, fragmentirajući propusni opseg i dovodeći do prevremenog preuređenja mreže. Sa uvođenjem većih brzina prenosa bita, kao što su 40G i 100G, propusni opseg sposobnost mreže se povećala za 4 ili 10 puta, a delta između brzine klijenta i brzina mrežnih linija eksponencijalno se povećavala, omogućavajući mrežnim operaterima da efikasno mapiraju ove usluge unutar mreže. Zastareli sonet/SDH hardver, sastoji se uglavnom od transportnih i preklopnih mreža mrežnih operatera, bliži se kraju životnog veka (nedostatak novih investicija/ funkcija, ograničena podrška / ušteda, ograničenje brzine linije na nivou 10G, itd.). Dok su sonet/SDH mreže pružale pouzdanost i upravljivost optičkih mrežama, nedostajala im je efikasnost za paketne usluge i nove privatne linije velike brzine veze kao što su GbE, FC, SDI / HD-SDI i

Escons. Isto Tako, Ethernet doneo je fleksibilnost, jednostavnost, visoku propusnost i ekonomičnost u lan, ali nedostajalo mu je determinističkih performansi i upravljivosti treba uzeti u obzir prilikom transporta poslovnih usluga. Kao rezultat toga, vođe misli i vizionari u telekomunikacijskoj industriji stvorili su implementaciju koja nudi najbolje od sonet / SDH i Ethernet. To je postao prvi OTH implementacija koju je ITU usvojio u G. 709. OTN je dizajniran da bude tehnologija izbora za metro i glavni transport i prebacivanje; nudi mnoštvo ključne mogućnosti koje pozitivno utiču na to kako se signali klijenta preslikavaju na mrežu, prebacuju se putem i isporučuju na odredište.