Universitatea Politehnica Bucuresti

Facultatea de Electronica, Telecomunicatii si Tehnologia Informatiei

Reţele de calculatoare

Ethernet

Studenti:

Farcaș Roxana

Marcu Ioana Catalina

Grupa 443A

2014

Cuprins:

1.Introducere – *Marcu Ioana Catalina*

2. Istoric – *Farcas Roxana*

3. Proiectarea si performantele unei retele Ethernet - *Marcu Ioana Catalina*

4. Relaţia logică dintre modelul IEEE 802.3 şi modelul OSI - *Farcas Roxana*

5. Formatul cadrelor Ethernet de bază - *Marcu Ioana Catalina*

6. Transmisia cadrelor - *Farcas Roxana*

7. Ethernet comutat, rapid si gigabit - *Marcu Ioana Catalina si Farcas Roxana*

8. Bibliografie

Introducere

“Ethernet-ul este printre primele tehnologii care au impact in viata de zi cu zi a oameniilor de pe intreg globul” gasim precizat pe situl IEEE.

Ethernet este denumirea unei familii de [protocoale](http://ro.wikipedia.org/wiki/Protocol_(informatic%C4%83)) de [rețele de calculatoare](http://ro.wikipedia.org/wiki/Re%C8%9Bea_de_calculatoare) bazată pe transmisia cadrelor și utilizată la implementarea rețelelor locale de tip [LAN](http://ro.wikipedia.org/wiki/LAN). Numele provine de la cuvântul englez ether, despre care multă vreme s-a crezut că este mediul în care acționau și comunicau zeitățile. Ethernet-ul se definește printr-un șir de standarde pentru cablare și semnalizare [electrică](http://ro.wikipedia.org/wiki/Electricitate) aparținând primelor două niveluri din Modelul de Referință [OSI](http://ro.wikipedia.org/wiki/OSI) - nivelul fizic și legătură de date.

Este cel mai cunoscut nivel fizic de comunicatie pentru o retea localã, prin intermediul cãruia se transmite informatia între calculatoare la la viteza de 10 milioane de biti pe secundã (Mbps). Fiecare calculator echipat cu o placã de retea Ethernet, denumit si statie, functioneazã independent de toate celelalte statii din retea: nu existã control centralizat. Toate statiile atasate la retea sunt conectate la acelasi sistem de transport pentru semnal, denumit mediu de comunicatie. Informatia este transmisã serial, un bit la un moment dat, prin linia de comunicatie cãtre toate statiile atasate acesteia.

Aproape fiecare trimitere la "retea", "LAN", "conexiune LAN" sau "placa de retea" implica Ethernet. Definit de IEEE ca standard 802.3, metoda de acces Ethernet este utilizata pentru a conecta computere intr-o companie sau retea de domiciliu, precum si pentru a conecta un singur calculator la un modem de cablu sau modem DSL pentru acces la Internet.

Mai putem privi Ethernet-ul ca fiind cea mai populara familie de protocoale si scheme de cablare pentru retele locale(LAN) pentru a conecta computere, imprimante, modemuri etc sau ca standardul global de legare prin cablu a mai multor computere intr-o retea.

Ethernet-ul este, prin urmare, tehnologia de retea (locala - LAN) cea mai mult folosita.

Ethernet este o tehnologie de retea bazata pe cadre pentru retelele locale (LANs). Defineste cablari si semnale pentru stratul fizic si formate de cadre si protocoale pentru controlul accesului la mediu (MAC) / nivelul legatura de date a modelului OSI. Ethernet-ul este standardizat in cea mai mare parte ca IEEE 802.3. A devenit cea mai raspandita tehnologie LAN utilizata din anii ’90 pana in prezent si a inlocuit, in mare masura, toate celelalte standarde LAN, cum ar fi token ring, FDDI, si ATM.

Exista multe motive pentru succesul Ethernet-ului. In primul rand, Ethernet a fost prima tehnologie de mare viteza larg raspandita pentru retelele locale. Pentru ca a fost implementata mai devreme, administratorii de retea s-au familiarizat cu Ethernet si au fost reticenti sa treaca la alte tehnologii de LAN, atunci cand acestea au aparut. In al doilea rand, Token Ring, FDDI, ATM-uri sunt mai complexe si mai costisitoare decat Ethernet, fapt care a descurajat mai mult administratorii de retea. In al treilea rand, motivul cel mai important pentru a trece la o alta tehnologie LAN (cum ar fi FDDI sau ATM) a fost, de obicei, rata de transfer mai mare a acestora. Ethernet-ul a „luptat” insa mereu producand versiuni noi care functionau la rate egale sau mai mari de transfer. “Switched Ethernet” a fost introdus la inceputul anilor 1990 fapt care a crescut si mai mult eficienta ratelor sale de tranfer de date. In cele din urma, pentru ca Ethernet a fost popularitatea sa. “Ethernet hardware” (in special, placile de retea), fiind si extrem de ieftin, a devenit un produs intalnit pe mai toate calculatoarele personale. Acest cost este, de asemenea, datorat faptului ca protocolul de acces multiplu al Ethernet-ului, CSMA / CD, este complet descentralizat.

Sistemele care comunica prin Ethernet impart un flux de date in bucati mai mici numite cadre (frames). Fiecare cadru contine adresele sursei si ale destinatiei si un cod de control de erori astfel incat cadrele cu erori sa poata fi detectate si retransmise. In ceea ce priveste modelul OSI modelul Ethernet ofera servicii pana la nivelul legatura de date inclusiv.

Istoric

Ethernet a fost initial dezvoltat ca o reţea experimentală pentru cablu coaxial în 1970 către compania Xerox PARC.

Robert Metcalfe a fost un membru al personalului de cercetare pentru Xerox, la centrul lor Palo Alto Research Center (PARC). Metcalfe a fost solicitat pentru a construi un sistem de retea pentru a interconecta calculatoarele Xerox ALTO din centrul Parc. Acestea erau statii de lucru cu interfata grafica cu utilizatorul. Xerox isi dorea aceasta retea deoarece in aceeasi perioada ei construiau primele imprimante cu laser din lume si vroiau ca toate calculatoarele Parc sa poata tipari la aceste cateva imprimante.

Robert Metcalfe a avut doua provocari: reteaua trebuia sa fie suficient de rapida pentru a folosi foarte rapidele imprimante laser si a trebuit sa conecteze sute de calculatoare din aceeasi cladire. Niciodata pana in acel moment nu se mai gasisera atatea calculatoare in aceeasi cladire; la acea vreme nimeni nu avea mai mult de unul, doua sau poate trei calculatoare in functiune.

Presa a afirmat de multe ori ca Ethernet a fost inventat la 22 mai 1973, cand Robert Metcalfe a scris un memoriu catre sefii sai de la PARC despre potentialul Ethernetului. Metcalfe sustine ca,  de fapt, Ethernet-ul  a fost inventat pe o perioada de mai multi ani. In 1976, Metcalfe si David Boggs (asistentul lui Metcalfe) au publicat un document intitulat „Ethernet: pachete de comutare distribuite pentru retele locale”.

Metcalfe a denumit prima sa retea experimentala Alto Aloha Network. In 1973 Metcalfe a schimbat numele in "Ethernet", pentru a face clar ca sistemul ar putea sprijini orice computer si sa sublinieze ca noile sale mecanisme de retea au evoluat mult dincolo de sistemul Aloha (o retea de calculatoare dezvoltata de catre cei de la Universitatea din Hawaii, la inceputul anilor 70, in care pachetele de date erau transmise pe unde radio). Metcalfe a inlocuit transmisia radio cu cea prin intermediul unui cablu coaxial gros. El a anticipat ca si alte medii de transmisie ar putea fi utilizate in viitor. „Deci, noi nu l-am numit CoaxNet. L-am numit Ethernet pentru ca eterul (Ether - aceasta este o referire la eterul luminifer prin care fizicienii din secolul al 19-lea credeau ca lumina calatoreste) ar putea fi coaxial, torsadat, radio, cabluri optice, Powerline, sau ce vrei ", a spus Metcalfe.

În [1979](http://ro.wikipedia.org/wiki/1979) [Digital Equipment Corporation](http://ro.wikipedia.org/wiki/Digital_Equipment_Corporation) (DEC) și [Intel](http://ro.wikipedia.org/wiki/Corpora%C8%9Bia_Intel) s-au asociat cu [Xerox](http://ro.wikipedia.org/wiki/Xerox) pentru standardizarea sistemului. Prima specificație a celor trei companii, denumită Ethernet Blue Book, a fost lansată în [1980](http://ro.wikipedia.org/wiki/1980), cunoscută și sub denumirea DIX standard. Era un sistem pe 10 Mbit/s ce utiliza [cablu coaxial](http://ro.wikipedia.org/wiki/Cablu_coaxial) gros ca backbone în interiorul unei clădiri, cu cabluri coaxiale subțiri legate la intervale de 2.5 m pentru a conecta stațiile de lucru.

[IEEE](http://ro.wikipedia.org/wiki/IEEE) (Institute of Electrical and Electronic Engineers) a lansat în [1983](http://ro.wikipedia.org/wiki/1983) standardul oficial Ethernet denumit IEEE 802.3 după numele grupului de lucru care a răspuns de dezvoltarea sa. În [1985](http://ro.wikipedia.org/wiki/1985) a lansat versiunea 2 (IEEE 802.3a) cunoscută sub denumirea Thin Ethernet sau 10Base2, în acest caz lungimea maximă a cablului este 185 m, chiar daca "2" sugerează că ar trebui să fie de 200 m.

Proiectarea si performantele unei retele Ethernet

Proiectarea retelelor Ethernet si Fast Ethernet se bazeazã pe anumite reguli care trebuie urmate pentru ca acestea sã functioneze corect. Numãrul maxim de noduri, numãrul de repetoare si lungimile maxime ale segmentelor sunt determinate pe baza proprietãtilor electrice si mecanice ale fiecãrui tip de mediu Ethernet si respectiv Fast Ethernet. Dacã în proiectarea retelei nu se respectã regulile amintite, atunci nu vor fi respectate specificatiile pentru timpul de întoarcere, pierzându-se pachete si încãrcându-se traficul cu retransmiteri repetate. La proiectarea unei retele Ethernet trebuie respectate urmãtoarele trei reguli:

• reteaua poate avea cel mult cinci segmente conectate (distanta maximã dintre nodurile retelei trebuie sã nu depãseascã 500m);

• se pot folosi doar patru repetoare;

• din cele cinci segmente, doar trei pot avea noduri atasate; celelalte douã trebuie sã fie legãturi între repetoare.

Fast Ethernet a modificat aceste reguli, deoarece unui pachet de dimensiune minimã îi ia mai putin timp propagarea prin mediul fizic decât în cazul unui Ethernet normal. Astfel cã pentru Fast Ethernet sunt permise mai putine repetoare. În retelele Fast Ethernet, existã douã tipuri de repetoare:

• repetoare de clasa I au o latentã de 0.7 µs si sunt limitate la un repetor pe retea;

• repetoare de clasa II au latenta de 0.46 µs si sunt limitate la douã repetoare pe retea

Proiectarea unei retele:

• cerintele de retea pentru fiecare statie;

• gruparea statiilor ce comunicã cel mai des între ele în acelasi segment;

• cãutarea modelelor de trafic pe departamente;

• evitarea gâtuirilor prin legãturi rapide pe acele portiuni;

• modificarea iterativã a statiilor în cadrul segmentelor pânã când toate nodurile ajung la o utilizare mai micã de 35%.

Cablarea retelei:

Problemele cele mai dese care apar într-o retea Fast Ethernet sunt datorate instalãrii necorespunzãtoare a cablurilor. Astfel cã trebuie respectare câteva reguli si la cablarea retelei:

• pentru a se obtine o performantã maximã, trebuie folosite cabluri UTP de categoria 5;

• reteaua Fast Ethernet este foarte sensibilã la zgomotele electrice si la interferente, astfel cã trebuie sã se evite trecerea cablului de retea pe lângã linii de tensiune, lumini fluorescente sau orice alt echipament electric de putere.

Congestionarea retelei

Pe mãsurã ce creste numãrul de utilizatori, dimensiunea aplicatiilor si datelor vehiculate în retea, performantele acesteia se deterioreazã datoritã folosirii mediului unic de comuniacatie.

Factorii care afecteazã eficienta unei retele:

• cantitatea traficului;

• numãrul de statii;

• dimensiunea pachetelor;

• dimensiunile fizice ale retelei.

Parametrii pentru mãsurarea eficientei unei retele Ethernet:

• raportul între încãrcarea maximã si cea medie;

• rata coliziunilor – procentajul pachetelor cu coliziuni din numãrul total de pachete;

• rata de utilizare – procentajul traficului total fatã de maximul teoretic pentru tipul de retea (10 Mbps).

Pentru determinarea acestor parametrii se pot folosi diferite utilitare de retea, luându-se în calcul atât valorile medii cât si cele maxime. O retea Ethernet functioneazã la parametrii optimi dacã rata coliziunilor nu depãseste 10% si dacã rata de utilizare este sub 35%. Timpul de rãspuns al retelei (performanta retelei transpusã în termenii utilizatorului) suferã pe mãsurã ce creste încãrcarea acesteia, iar la cresteri nesemnificative ale traficului (din punctul de vedere al utilizatorului) performanta descreste foarte mult. Aceasta deoarece în Ethernet, numãrul de coliziuni creste odatã cu cresterea încãrcãrii retelei, cauzând L4 Retele de calculatoare retransmisii ce încarcã si mai mult reteaua, producând mai multe coliziuni. Supraîncãrcarea retelei îngreunând traficul considerabil.

Solutii pentru cresterea performantelor retelei:

• împãrtirea retelei în mai multe segmente ce întrã într-un repetor: o amplificarea semnalului;

• înlocuirea repetorului central cu un comutator: o conexiuni mai rapida la servere; o izolarea traficului irelevant la fiecare segment de retea;

• adãugarea de comutatoare la backbone switched network – congestia unei retele comutate poate fi rezolvatã prin adãugarea de noi porturi de comutare si prin cresterea vitezei acestor porturi. Segmentele cu performantã scãzutã sunt identificate prin mãsurãtori de performantã si solutiile posibile sunt: o segmentarea în continuare a respectivei portiuni de retea; o conexiuni mai rapide (Fast Ethernet).

Modificãrile aduse unei retele sunt de cele mai multe ori evolutive si nu revolutionare; acestea fãcându-se încet si încercând a se pãstra cât mai mult din structura si echipamentele curente, înlocuindu-se doar cele învechite sau cele pentru care nu mai existã nici o altã solutie. Fast Ethernet este foarte usor de adãugat la cele mai multe dintre retele. Un comutator sau o punte (bridge) permite conectarea unui Fast Ethernet la infrastructura Ethernet existentã pentru a îmbunãtãti viteza pe portiunile critice. Tehnologia mai rapidã este folositã pentru a conecta comutatoarele între ele pentru a se evita gâtuirile.

Performante fizice

Cele mai vechi medii de transmisie pentru protocolul Ethernet au fost cablurile coaxiale groase (standardul 10BASE5) și subțiri (10BASE2). A urmat apoi cablul torsadat, care este prezent în toate standardele începând cu 10BASE-T (10 Mbps). Odată cu mărirea vitezei, distanțele pentru care funcționează Ethernet-ul pe cupru s-au redus, ajungând la numai 10m pentru 100 Gbps. Pentru a asigura conectivitatea la viteze și pe distanțe mari s-a trecut la fibra optică. Potrivit unor estimări, este posibil ca Ethernet-ul să ajungă la o viteză de transfer de ordinul terabiților pe secundă, folosind fibră optică, până în 2015.

Toate protocoalele din familia Ethernet care transmit informație în [banda de bază](http://ro.wikipedia.org/w/index.php?title=Banda_de_baz%C4%83&action=edit&redlink=1) folosesc [codarea Manchester](http://ro.wikipedia.org/w/index.php?title=Codare_Manchester&action=edit&redlink=1) cu valorile de +0,85V și -0,85V.

Performanţele standardului

Să examinăm pe scurt performanţele standardului 802.3 în condiţii de încărcare mare şi constantă, dată de *k* staţii gata mereu să transmită. O analiză riguroasă a algoritmului de regresie exponenţială binară ar fi complicată. În schimb vom proceda ca Metcalfe şi Boggs (1976) şi vom presupune o probabilitate de retransmisie constantă pentru fiecare cuantă. Dacă fiecare staţie transmite în timpul unei cuante de conflict cu probabilitatea *p*, probabilitatea *A* ca o staţie să primească canalul în această cuantă este:

**

*A* este maxim când *p* = 1/*k*, şi *A tinde la* 1/*e* atunci când *k tinde la infinit.*

Probabilitatea ca intervalul de conflict să aibă exact *j* cuante este *A* (1 - *A*) *j*-1, astfel că numărul mediu de cuante pe conflict este dat de:



Întrucât fiecare cuantă durează 2 , intervalul de conflict mediu, *w*, este 2 /*A*. Presupunând *p* optim, numărul mediu de cuante de conflict nu este niciodată mai mare decât *e*, deci *w* este cel mult 

Dacă pentru a transmite un cadru de lungime medie sunt necesare *P* secunde, atunci când multe staţii au cadre de transmis se obţine:



Aici vedem cum lungimea maximă a cablului dintre oricare două staţii influenţează calculul performanţelor, sugerând şi alte topologii decât cea din fig. 4-15(a). Cu cât cablul este mai lung, cu atât intervalul de conflict este mai lung. Acesta este motivul pentru care standardul Ethernet specifică o lungime maximă a cablului.

Este instructiv să formulăm ecuaţia precedenta şi în termeni de lungime de cadru *F*, lărgime de bandă a reţelei *B*, lungime a cablului *L* şi viteză de propagare a semnalului *c*, pentru cazul optim cu *e* cuante de conflict pe cadru. Cu *P* = *F*/*B*, ecuaţia devine:



Atunci când al doilea termen al numitorului este mare, eficienţa reţelei va fi mică. Mai precis, creşterea lărgimii de bandă sau a distanţei (produsul *BL*) reduce eficienţa pentru o lungime dată a cadrului. Din nefericire, o mare parte din cercetarea în domeniul hardware-ului de reţea a ţintit exact creşterea acestui produs. Oamenii doresc lărgime de bandă mare pe distanţe lungi (de exemplu, MAN-urile cu fibră optică), ceea ce sugerează că Ethernetul implementat în acest fel poate să nu fie cel mai bun sistem pentru aceste aplicaţii. Vom vedea alte modalităţi de a implementa Ethernet când ajungem la Ethernetul comutat mai târziu în acest capitol. În figura de mai jos este trasată eficienţa canalului în funcţie de numărul staţiilor gata de transmisie, pentru 2τ=51.2 μs şi o rată de transmisie a datelor de 10 Mbps, folosind ecuaţia a doua. Cu o mărime a cuantei de 64 de octeţi, nu este surprinzător faptul că nu sunt eficiente cadrele de 64 de octeţi. Pe de altă parte, cu cadre de 1024 de octeţi şi o valoare asimptotică de *e* cuante de 64 de octeţi pe interval de conflict, perioada de conflict este de 174 de octeţi, iar eficienţa este 0.85.



Pentru a determina numărul mediu de staţii gata de transmisie în condiţiile unei încărcări mari, putem să ne folosim de următoarea observaţie (brută). Fiecare cadru acaparează canalul pentru o perioadă de conflict şi un interval de transmisie a unui cadru, totalizând un timp de *P* + *w* secunde.

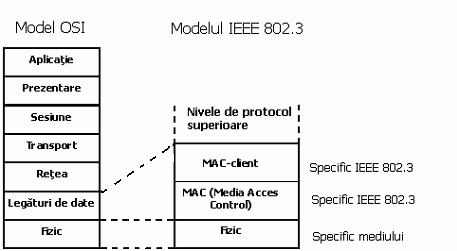
Prin urmare, numărul de cadre pe secundă este 1/(*P* + *w*). Dacă fiecare staţie generează cadre cu o rată medie de λ cadre/sec, atunci când sistemul este în starea *k*\*, rata totală de intrare combinată a tuturor staţiilor neblocate este de *k*λ cadre/sec. Deoarece la echilibru ratele de intrare şi de ieşire trebuie să fie identice, putem egala aceste două expresii şi putem rezolva pentru *k* (nu uitaţi că *w* este funcţie de *k*). O analiză mai sofisticată este dată în (Bertsekas şi Gallager,1992). S-au realizat numeroase analize teoretice ale performanţelor pentru Ethernet (şi pentru alte reţele). De fapt, toată această muncă a presupus că traficul este de tip Poisson. Pe măsură ce cercetătorii au început să se uite la datele reale, s-a descoperit că traficul în reţea este rareori Poisson, în schimb este autosimilar (Paxson şi Floyd,1994; şi Willinger ş.a., 1995).

Aceasta înseamnă că nici prin calcularea valorilor medii pe perioade lungi de timp nu se obţine o netezire a traficului. Altfel spus, numărul mediu de pachete în fiecare minut al unei ore variază la fel de mult ca şi numărul mediu de pachete în fiecare secundă a unui minut.

Consecinţa acestei descoperiri este că majoritatea modelelor de trafic în reţea nu se aplică lumii reale.

Relaţia logică dintre modelul IEEE 802.3 şi modelul OSI

Figura de mai jos ilustrează nivelele logice ale standardului IEE 802.3 şi relaţia lor modelul de referinţă OSI. Se observă că nivelul legăturilor de date din modelul ISO este împărţit în două subnivele IEEE 802 şi anume subnivelul MAC (Media Acces Control) şi subnivelul MAC-client. Nivelul fizic al modelului IEEE 802.3 corespunde nivelului fizic din modelul OSI.



Subnivelul MAC-client poate fi unul din următoarele:

• Control al legăturilor logice (LLC – Logical Link Control), dacă unitatea este una DTE.

Acest subnivel asigură interfaţarea dintre MAC Ethernet şi nivelele superioare din stiva de protocoale a staţiei finale. Subnivelul este definit de standardele IEEE 802.3

• Puntea (bridge), dacă unitatea este una DCE. Punţile asigură interfaţarea între reţelele LAN (LAN to LAN) care utilizează acelaşi protocol, de exemplu Ethernet-Ethernet, precum şi protocoale diferite, de exemplu Ethernet- Token Ring. Punţile sunt definite de standardele IEEE 802.1.

Subnivelul MAC are două funcţii principale:

• încapsularea datelor, incluzând asamblarea cadrelor înainte de transmisie şi prelucrarea/detecţia erorilor pe durata recepţiei şi după recepţie.

• controlul accesului la mediul de transmisie, incluzând iniţierea transmisiei cadrelor şi recuperarea lor în cazul eşuării transmisiei.

Formatul cadrelor Ethernet de bază

Standardul IEEE 802.3 defineşte un format de bază al cadrului de date, care este cerut de toate implementările MAC, şi câteva formate suplimentare opţionale care sunt folosite pentru a extinde posibilităţile protocolului de bază. Formatul cadrului de bază conţine 7 câmpuri:



1. Preambulul (PRE) – conţine 7 octeţi. Preambulul este o secvenţă de biţi 1 şi 0 care spune staţiilor receptoare că soseşte un cadru şi asigură o modalitate de sincronizare a porţiunilor cadrului recepţionat cu fluxul de biţi.

2. Separatorul început de cadru (SOF - Start-of-frame delimiter) conţine 1 octet de forma 10101011 care indică începutul cadrului.

3. Adresa de destinaţie (DA – Destination Address) conţine 6 octeţi. Ea indică ce staţie sau staţii trebuie să recepţioneze cadrul. O adresă de destinaţie poate indica fie o adresă individuală (corespunzătoare unei singure staţii) sau o adresă „multicast” corespunzătoare unui grup de staţii. O adresă având toţi biţii 1 se referă la toate staţiile din reţeaua LAN, şi poartă numele de adresă „broadcast”.

Fiecare dispozitiv Ethernet fabricat (NIC, hub, switch sau router) conţine o adresă unică de 48 de biţi (adresa MAC) atribuită de fabricant. Un exemplu de adresă MAC, exprimată convenţional în hexazecimal, este: 00-A0-D2-A4-41-1E. Primul bit este folosit pentru a face diferenţa între o adresă individuală si un grup de adrese iar al doilea bit face diferenţa între adresele administrate global sau local. Aceştia sunt urmaţi de identificatorul unic al organizaţiei (un câmp de 22 de biţi atribuiţi de IEEE) şi de adresa unică a organizaţiei (un număr de 24 de biţi atribuit de fabricant)

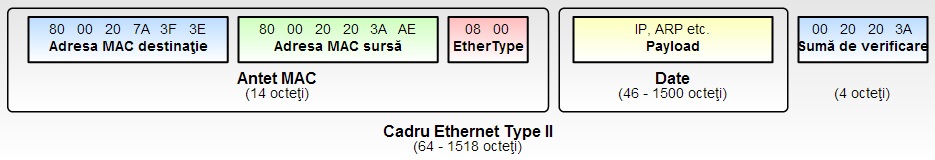
4. Adresa sursei (SA – Source Address), conţine de asemenea 6 octeţi şi indică adresa staţiei care transmite cadrul Este întotdeauna o adresă individuală.

5. Lungime/tip (L/T – Length/Type) conţine 2 octeţi. Dacă valoarea acestui câmp este mai mică sau egală cu 1500 atunci câmpul indică numărul de octeţi de date conţinut de cadru iar dacă este mai mare decât 1536 atunci valoarea câmpului indică un tip opţional de cadru, tipul particular fiind identificat prin chiar valoarea câmpului.

6. Data (DATA) este o secvenţă de n octeţi de orice valoare, unde n este mai mic sau egal cu 1500. Dacă lungimea datelor este mai mică decât 46 atunci câmpul DATA trebuie extins prin adăugarea unui număr de octeţi (Pad) pentru a aduce lungimea câmpului la 46 de octeţi.

7. Suma de control a cadrului (FCS) conţine 4 octeţi. Ei conţin o valoare care reprezintă suma de control CRC (cyclic redundancy check) pe 32 de biţi a tuturor biţilor cadrului, mai puţin cei conţinuţi în câmpurile PRE, SOF şi FCS. Înainte de trimiterea unui cadru staţia transmiţătoare calculează suma de control şi o memorează în câmpul FCS. Staţia care recepţionează cadrul face aceeaşi operaţie şi compară rezultatul cu valoarea din câmpul FCS. Dacă valoarea calculată diferă de cea din câmpul FCS se consideră că s-a produs o eroare de transmitere şi cadrul este abandonat.

Această structură de cadru este valabilă numai pentru Ethernet de bază, pentru Gigabit Ethernet el având o structură diferită şi o lungime de 416 sau 520 octeţi.



Transmisia cadrelor

Când subnivelul MAC al unei staţii primeşte o cerere de transmitere de cadru însoţită de adresă şi datele propriu-zise de la subnivelul LLC, subnivelul MAC începe secvenţa de transmitere prin transferul datelor de la LLC în buferul de cadru al MAC.

• Preambulul şi separatorul de început de cadru sunt inserate în câmpurile PRE şi SOF

• Adresele destinaţiei şi sursei sunt inserate în câmpurile de adrese

• Octeţii de date LLC sunt număraţi şi rezultatul este inclus în câmpul Length/Type

• Octeţii de date LLC sunt inseraţi în câmpul Data. Dacă numărul lor este mai mic decât 46, un şir pad de octeţi este inserat până la 46

O valoare de control FCS este generată pe câmpurile DA, SA, Length/Type şi Data şi este adăugat la sfârşitul câmpului Data.

După ce cadrul este asamblat modul în care el este transmis depinde de modul de operare: semiduplex sau full-duplex. Standardul IEEE 802.3 cere ca subnivelul MAC al Ethernet să suporte modul semiduplex în care MAC poate fie transmite fie recepţiona un cadru dar nu poate face ambele operaţii odată. Modul full-duplex este o funcţionalitate opţională care permite MAC să transmită şi să recepţioneze cadre în acelaşi timp.

Transmisia semiduplex—Metoda de acces CSMA/CD

Reteaua Ethernet foloseste protocolul numit CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detect). Termenul de acces multiplu ("Multiple Access") provine de la faptul cã fiecare statie este conectatã la acelasi mediu de comunicatie. "Carrier Sense" – înainte de a transmite date, o statie verificã linia pentru a vedea dacã nu existã nici o altã statie care transmite ceva. Dacã se constatã cã linia nu este ocupatã, statia poate începe sã transmitã date cu o vitezã de 10 Mbps, adicã câte un bit la 100 ns. Viteza luminii si a semnalului electric fiind de 300000 m/s, înseamnã cã electronii vor parcurge 0.3 m într-o ns. Astfel cã, dupã ce semnalul electric pentru primul bit a parcurs aproximativ 30 m, statia începe transmisia celui de-al doilea bit. Însã, un cablu Ethernet poate avea mai mult de 30 m. Dacã douã statii se aflã la o distantã de 100 m legate la acelasi cablu de retea, si ambele încep transmisia în acelasi timp (gãsind ambele linia liberã), atunci fiecare va fi în mijlocul transmiterii celui de-al treilea bit când semnalul de la fiecare statie ajunge la cealaltã. Acest exemplu explicã necesitatea pãrtii de "Collision Detect". Douã statii pot începe transmiterea datelor în acelasi timp, însã semnalele fiecãruia vor coliziona doar dupã câteva nanosecunde. Când apar astfel de coliziuni cele douã statii înceteazã transmisia si încearcã mai târziu dupã o perioadã de timp aleasã aleator.

Timpul de întoarcere maxim este strict limitat pentru a asigura ca fiecare interfatã sã poatã receptiona toate semnalele din linia de comunicatie într-o perioadã de timp specificatã. Cu cât este mai lung un segment de retea, cu atât mai mult timp îi ia unui semnal sã îl parcurgã. La proiectarea unei retele Ethernet trebuie deci, sã se asigure ca timpul de întoarcere sã fie în limitele specificate, indiferent de combinatia de cabluri si echipamente folosite în retea.

Reteaua Ethernet a fost astfel proiectatã încât sã permitã o expandare usoarã, pe mãsura cerintelor de vitezã si de spatiu tot mai mari. Pentru extinderea unei retele Ethernet se pot folosi mai multe tipuri de dispozitive denumite hub-uri. Existã douã mari categorii de hub-uri: repetor (repeater) si comutator. Regulile pentru timpul de întoarcere nu se mai aplicã retelei globale ci doar retelelor Ethernet obtinute prin divizare. Prin folosirea comutatoarelor se si pot lega mai multe retele Ethernet distincte.

Regulile de acces CSMA/CD pot fi rezumate după acronimul protocolului:

* Carrier sense – sesizarea purtătoarei: fiecare staţie ascultă traficul pe mediul de transmisie pentru a determina când apar decalaje între transmisiile cadrelor.
* Multiple access –acces multiplu: staţiile pot începe transmisia oricând dacă detecteaza ca reţeaua este liberă (nu există trafic).
* Colision detect – detectarea coliziunilor: când două sau mai multe staţii din aceeaşi reţea CSMDA/CD încep transmisia aproximativ în acelaşi timp, şirul de biţi de la staţiile transmiţătoare vor interfera (intră în coliziune) unele cu altele şi transmisiile vor deveni neinteligibile. Dacă se întâmplă acest lucru fiecare din staţiile transmiţătoare trebuie să fie capabilă să detecteze apariţia coliziunii înainte de încheierea transmisiei cadrului propriu. Staţiile vor aştepta un timp qvasi-aleatoriu înainte să încerce reluarea transmiterii cadrului.

Ethernet comutat, rapid si gigabit

Reţelele Ethernet sunt de mai multe tipuri şi fiecare tip are o denumire codificată. Iată câteva dintre acestea:

Ethernetul comutat

Pe măsură ce la Ethernet sunt adăugate tot mai multe staţii, traficul va creşte. În cele din urmă, LAN-ul se va satura. O cale de ieşire din această situaţie este mărirea vitezei, de la 10Mbps la 100Mbps de exemplu. Dar, odată cu creşterea în importanţă a aplicaţiilor multimedia, chiar un Ethernet de 100 Mbps sau 1-Gbps poate deveni saturat.



Inima acestui sistem este un comutator care conţine o placă de bază de mare viteză şi, în general, loc pentru 4 până la 32 de plăci de reţea plug-in, fiecare având între 1 şi 8 conectori. Cel mai des, fiecare conector are o conexiune prin perechi torsadate de tip 10Base-T cu un singur calculator gazdă.

Atunci când o staţie doreşte să transmită un cadru 802.3, trimite un cadru standard către comutator. Placa plug-in care primeşte cadrul verifică dacă el este destinat pentru una din celelalte staţii conectate la aceeaşi placă. Dacă da, cadrul este copiat acolo. Dacă nu, cadrul este trimis prin placa de bază a comutatorului (backplane) către placa staţiei destinaţie. Placa de bază a comutatorului rulează în mod obişnuit la peste 1 Gbps folosind protocolul proprietar.

Coliziunile din acest LAN pe placă vor fi detectate şi tratate la fel ca orice altă coliziune dintr-o reţea CSMA/CD - cu retransmisii utilizând algoritmul de regresie binară. Cu acest tip de placă plug-in este posibilă o singură transmisie pe placă la un moment dat, dar toate plăcile pot transmite în paralel. Astfel concepute, fiecare dintre plăci îşi formează propriul domeniu de coliziune (collision domain), independent de celelalte. La celălalt tip de placă plug-in, fiecare port de intrare utilizează un registru tampon, astfel încât cadrele care vin sunt stocate în memoria RAM inclusă în placă, pe măsură ce sosesc. Această concepţie permite tuturor porturilor de intrare să recepţioneze (şi să transmită) cadre în acelaşi timp, pentru operare duplex integral (full duplex), în paralel. Odată ce un cadru a fost recepţionat în întregime, placa poate verifica dacă el este destinat pentru un alt port de pe aceeaşi placă, sau pentru un port aflat la distanţă. În primul caz, el poate fi transmis direct la destinaţie. În cel de-al doilea, el trebuie transmis prin placa de bază a comutatorului către placa corespunzătoare. În acest mod, fiecare port este un domeniu de coliziune separat, deci nu se mai produc coliziuni. Adesea, productivitatea întregului sistem poate fi îmbunătăţită astfel cu un ordin de mărime faţă de 10Base-5, care are un singur domeniu de coliziune pentru întreg sistemul.

Întrucât comutatorul stă şi aşteaptă cadre standard Ethernet pe fiecare port de intrare, putem folosi unele porturi drept concentratori. În fig. 4-20, portul din colţul din dreapta sus este conectat nu la o singură staţie, ci la un concentrator cu 12 porturi. Pe măsură ce cadrele sosesc la concentrator, ele concurează pentru canale în mod obişnuit, cu apariţie de coliziuni şi algoritm de regresie binară. Cadrele transmise cu succes ajung la comutator, unde sunt tratate ca orice cadru de intrare: sunt îndreptate către linia de ieşire corectă prin placa de bază de viteză mare. Concentratoarele sunt mai ieftine decât comutatoarele, dar, datorită preţurilor în scădere ale comutatoarelor, ele ies treptat din uz. Totuşi, mai există concentratoare rămase moştenire.

Ethernet-ul Rapid

Ca un fel de corolar al Legii lui Parkinson („Munca se dilată astfel încât să ocupe tot timpul aflat la dispoziţie”), se părea că datele se dilată pentru a umple lărgimea de bandă disponibilă. Pentru a creşte viteza, diverse grupuri industriale au propus două noi LAN-uri optice bazate pe două inele. Una era numită FDDI (Fiber Distributed Data Interface, rom: Interfaţă de Date Distribuită pe Fibră), cealaltă se numea canal de fibră (Fibre Channel). Amândouă au fost folosite ca şi reţele de coloană vertebrală şi nici una nu a reuşit să ajungă în birourile utilizatorilor finali. În ambele cazuri managementul staţiilor era prea complicat, ceea ce ducea la cip-uri complexe şi preţuri ridicate.

În acest mediu IEEE a reconvocat comitetul 802.3 în 1992 cu instrucţiuni de a produce un LAN mai rapid. O propunere a fost aceea de a păstra 802.3 exact cum era, dar să-l facă să meargă mai repede. O altă propunere era să-l refacă total astfel încât să îi ofere o mulţime de noi proprietăţi, cum ar fi trafic în timp real şi voce digitizată, dar să păstreze vechiul nume (din raţiuni de marketing).

După ceva confruntări, comitetul a decis să păstreze 802.3 aşa cum era, dar să-l facă mai rapid. Comitetul 802.3 a decis să continue cu un Ethernet ameliorat din trei motive principale:

1. Nevoia de a fi compatibil retroactiv cu LAN-urile Ethernet existente;
2. Teama că un nou protocol ar putea avea consecinţe negative neprevăzute;
3. Dorinţa de a termina treaba înainte ca tehnologia să se schimbe.

Munca a fost făcută rapid (după standardele comitetului), iar rezultatul, 802.3u, a fost aprobat oficial de IEEE în iunie 1995. Din punct de vedere tehnic, 802.3u nu este un standard nou, ci o adăugire la standardul 802.3 existent (pentru a accentua compatibilitatea cu versiunile anterioare). Este denumit Ethernet rapid (Fast Ethernet), în loc de 802.3u.

Ideea de bază din spatele Ethernetului rapid era simplă: păstrează vechile formate de cadre, interfeţele şi regulile procedurale, dar reduce durata bitului de la 100 ns la 10 ns. Din punct de vedere tehnic, ar fi fost posibil să copieze fie 10Base-5 sau 10Base-2 şi să detecteze în continuare coliziunile la timp pur şi simplu reducând lungimea maximă a cablului cu un factor de 10. Totuşi, avantajele cablării 10Base-T erau atât de copleşitoare, încât Ethernetul rapid este bazat în întregime pe acest design. Prin urmare, toate sistemele de Ethernet rapid folosesc concentratoare şi comutatoare; cabluri multipunct cu conectori vampir sau BNC nu sunt permise.



Schema de categorie 3 UTP, numită 100Base-T4, foloseşte o viteză de semnalizare de 25MHz, cu numai 25% mai rapid decât Ethernetul standard de 20MHz (amintiţi-vă de codificarea Manchester care necesită două rotaţii de ceas pentru fiecare dintre cei 10 milioane de biţi pe secundă). Totuşi, pentru a obţine lărgimea de bandă necesară, 100Base-T4 necesită patru perechi răsucite. Deoarece cablarea telefonică standard include de decenii patru perechi torsadate per cablu, majoritatea birourilor sunt capabile să facă faţă. Desigur, înseamnă să renunţi la telefonul din birou, dar acesta este un preţ mic pentru un e-mail mai rapid.

Din cele patru perechi torsadate una merge întotdeauna către concentrator, una vine de la concentrator, iar celelalte două sunt comutabile în direcţia transmisiunii curente. Codificarea Manchester nu poate fi folosită din cauza cerinţelor de lărgime de bandă, dar date fiind ceasurile moderne şi distanţele scurte, nici nu mai este necesară. În plus, sunt trimise semnale ternare, astfel încât în timpul unei singure rotaţii de ceas cablul poate conţine un 0, un 1 sau un 2. Având trei perechi torsadate în direcţia „înainte” şi cu semnalizare ternară, există 27 de simboluri posibile, şi deci se pot trimite 4 biţi cu o oarecare redundanţă. Transmiterea a 4 biţi în fiecare dintre cele 25 de milioane de rotaţii de ceas pe secundă oferă cei 100Mbps necesari. În plus, există întotdeauna un canal invers de 33.3Mbps care foloseşte perechea torsadată rămasă. Această schemă, cunoscută ca şi 8B/6T (8 biţi mapaţi pe 6 triţi), nu este cea mai elegantă din lume, dar funcţionează cu cablarea existentă.

Pentru cablarea de categorie 5, designul 100Base-TX este mai simplu deoarece cablurile fac faţă frecvenţelor de ceas de 125MHz. Numai 2 perechi torsadate sunt folosite – una către concentrator, şi alta dinspre el. Codificarea binară directă nu este folosită, ci în locul ei se află o schemă numită 4B/5B. Este preluată din FDDI şi este compatibilă cu el. Fiecare grup de cinci rotaţii de ceas, având fiecare una dintre cele două valori ale semnalului, generează 32 de combinaţii. 16 dintre acestea sunt folosite pentru a transmite grupurile de biţi 0000, 0001, 0010, ...., 1111. Din restul de 16, unele sunt folosite în scopuri de control, cum ar fi marcarea graniţelor cadrelor. Combinaţiile folosite au fost alese cu grijă, astfel încât să ofere suficiente tranziţii pentru a menţine sincronizarea ceasului. Sistemul 100Base-TX este integral duplex: simultan, staţiile pot transmite date la 100Mbps şi pot primi date la 100Mbps. Deseori oamenii se referă la 100Base-TX şi la 100Base-T4 cu denumirea comună 100Base-T.

Ultima opţiune, 100Base-Fx, foloseşte două linii de fibră multimod, una pentru fiecare direcţie, astfel încât sistemul este, de asemenea, integral duplex, cu 100Mbps în fiecare direcţie. În plus, distanţa dintre o staţie şi concentrator poate ajungă până la 2 km. În 1997, comitetul a adăugat, la cerere, un nou tip de cablu, 100Base-T2, permiţând Ethernetului rapid să funcţioneze peste două perechi de cablu de categoria 3 deja existente. Totuşi, este nevoie de un procesor complicat de semnale digitale pentru a face faţă schemelor de codificare, aşa că această opţiune este destul de scumpă. Până acum nu prea a fost utilizată, datorită complexităţii, costului, şi faptului că multe clădiri de birouri au fost deja recablate cu categoria 5 UTP.

100Base-T face posibile două tipuri de sisteme de interconectare: concentratoare şi comutatoare. Într-un concentrator, toate liniile care sosesc (sau cel puţin toate liniile care ajung la o placă de extensie logică, formează un singur domeniu de coliziune. Toate regulile standard pot fi aplicate, incluzând algoritmul de regresie exponenţială binară, astfel încât sistemul funcţionează exact ca Ethernetul de modă veche. În particular, o singură staţie poate să transmită la un moment dat. Cu alte cuvinte, concentratoarele au nevoie de comunicaţii semi-duplex.

Ca observaţie finală, practic toate comutatoarele pot face faţă unui mix de staţii 10 Mbps şi 100 Mbps, pentru a facilita modernizarea. Pe măsură ce un site obţine tot mai multe staţii de 100 Mbps, tot ceea ce trebuie să facă este să cumpere numărul necesar de plăci de extensie noi şi să le insereze în comutator. De fapt, standardul însuşi oferă o cale astfel încât două staţii să negocieze automat viteza optimă (10 sau 100Mbps) şi modul de comunicaţie (semi-duplex sau duplex integral). Majoritatea produselor de Ethernet rapid folosesc această caracteristică pentru a se autoconfigura.

Ethernetul Gigabit

A fost ratificat de IEEE în 1998 sub numele 802.3z. Această notaţie sugerează că Ethernetul gigabit va fi sfârşitul liniei, în afară de cazul în care cineva inventează rapid o nouă literă după z. Vom discuta mai jos câteva dintre caracteristicile de bază ale Ethernetului gigabit.

Ethernetul gigabit trebuia să ofere suport pentru transferul fără confirmare a datagramelor atât pentru difuzare cât şi pentru trimitere multiplă, să folosească aceeaşi schemă de adresare de 48 de biţi care era deja în uz, şi să menţină acelaşi format al cadrelor, inclusiv dimensiunile minime şi maxime ale acestora. Standardul final a reuşit să îndeplinească toate aceste scopuri. Toate configuraţiile Ethernetului gigabit sunt punct-la-punct mai degrabă decât multipunct, ca şi în standardul original 10 Mbps, acum onorat cu denumirea de Ethernet clasic.

În cea mai simpla configuraţie Ethernet, ilustrată în figura (a), două calculatoare sunt conectate direct unul cu altul. Situaţia mai frecventă este totuşi aceea în care există un concentrator sau un comutator conectat la mai multe calculatoare, şi la alte concentratoare sau comutatoare adiţionale, ca în figura (b). În ambele configuraţii, fiecare cablu individual de Ethernet conectează exact două sisteme – nici mai multe, nici mai puţine.



Ethernetul Gigabit suportă două moduri diferite de operare: modul duplex integral şi modul semi-duplex. Modul „normal” este cel duplex integral, care permite traficul în ambele direcţii în acelaşi timp. Acest mod este folosit atunci când există un comutator central la care sunt conectate calculatoarele (sau alte comutatoare) de la periferie. În această configuraţie, toate liniile sunt prevăzute cu spaţii tampon astfel încât fiecare calculator şi fiecare comutator sunt libere să transmită cadre oricând doresc. Emiţătorul nu trebuie să verifice canalul ca să vadă dacă este utilizat de altcineva, deoarece conflictele sunt imposibile. Pe linia dintre un calculator şi un comutator, calculatorul este singurul emiţător posibil către acel comutator şi transmisia va reuşi chiar şi în cazul în care comutatorul transmite în acelaşi timp un cadru către calculator, deoarece linia este duplex. Din moment ce conflictele sunt imposibile, protocolul CSMA/CD nu este utilizat, astfel încât lungimea maximă a cablului este determinată de argumente referitoare la intensitatea semnalului, şi nu de considerente referitoare la durata maximă a propagării zgomotului unei ciocniri către emiţător. Comutatoarele sunt libere să amestece şi să potrivească vitezele. Autoconfigurarea este suportată la fel ca în Ethernetul rapid.

Celălalt mod de operare, semi-duplex, este folosit când calculatoarele sunt conectate la un concentrator mai degrabă decât la un comutator. Un concentrator nu stochează cadrele care vin într-un spaţiu tampon. În loc să facă asta, el conectează electric toate liniile în interior, simulând cablul multipunct folosit în Ethernetul clasic. În acest fel, există posibilitatea să apară coliziuni, astfel încât standardul CSMA/CD este necesar. Din cauză că un cadru de lungime minimă (adică de 64 de octeţi) poate fi transmis acum de 100 de ori mai rapid decât în Ethernetul clasic, distanţa maximă este de 100 de ori mai mică – adică de 25 de metri, pentru a menţine proprietatea esenţială că emiţătorul mai transmite încât atunci când zgomotul ajunge înapoi la el, chiar şi în cel mai rău caz. Cu un cablu lung de 2500 de metri, emiţătorul unui cadru de 64 de octeţi la 1Gbps va fi terminat de mult înainte ca drumul parcurs de cadru să fie măcar o zecime din cât are de mers – fără să mai socotim şi returul.

Prima caracteristică, numită extinderea de către purtător, se referă practic la a spune dispozitivului hardware să realinieze cadrul, mărindu-l până la 512 octeţi. Din moment ce această completare este adăugată de dispozitivul hardware emiţător şi este înlăturată de dispozitivul hardware receptor, partea software nu este conştientă de existenţa sa, şi prin urmare nu trebuie să sufere modificări. Desigur, transmiterea a 512 octeţi de lărgime de bandă pentru a transmite 46 octeţi de date ale utilizatorului (încărcătura propriu-zisă a cadrului de 64 de octeţi) are o eficienţă de transmitere de 9%.

A doua caracteristică, denumită cadre în rafală (frame bursting), permite unui transmiţător să trimită o secvenţă concatenată de cadre multiple într-o singură transmisie. Dacă rafala totală este mai mică de 512 octeţi, dispozitivul hardware o completează din nou până la 512 octeţi. Dacă sunt destule cadre care aşteaptă să fie transmise, această schemă este foarte eficientă şi este preferată extinderii de către purtător. Aceste noi caracteristici extind raza la 200 de metri, ceea ce probabil este suficient pentru majoritatea birourilor.

Compatibilitatea cu versiunile anterioare

este sacră în industria calculatoarelor, astfel încât comitetul 802.3z a trebuit să se conformeze.

Ethernetul gigabit suportă atât cablarea cu cupru cât şi cablarea cu fibră, precum este descris în figura de mai jos. Semnalizarea la nivelul de 1Gbps sau în jurul acestei viteze, înseamnă că sursa de lumină trebuie să fie închisă şi deschisă în mai puţin de 1ns. LED-urile pur şi simplu nu pot lucra atât de rapid, astfel încât este nevoie de lasere. Două lungimi de undă sunt permise: 0.85 microni (scurt) şi 1.3 microni (lung). Laserele de 0.85 microni sunt mai ieftine dar nu funcţionează pe fibra mono-mod.



Sunt permise trei diametre de fibră: 10, 50 şi 62,5 microni. Prima este pentru mono-mod şi celelalte două sunt pentru multimod. Nu toate cele şase combinaţii sunt permise, totuşi, iar distanţa maxima depinde de combinaţia folosită. Numerele date în fig. 4-23 se referă la cazul cel mai fericit. În particular, 5000 de metri pot fi obişnuiţi numai dacă lasere de 1,3 microni operează pe fibră de 10 microni mono-mod, dar aceasta este cea mai bună alegere pentru structurile vertebrale din campusuri si este de aşteptat să fie populară, deşi este şi cea mai scumpă alegere.

Opţiunea 1000Base-CX foloseşte cabluri de cupru scurte şi protejate. Problema sa este că se află în concurenţă cu versiunea cu fibră de înaltă performanţă prezentată mai sus şi cu versiunea ieftină UTP de mai jos. Este destul de puţin probabil să fie folosită la scară largă, în cele din urmă.

Ultima opţiune se referă la smocuri de patru cabluri UTP de categoria 5 lucrând împreună. Deoarece aceste cabluri sunt deja instalate în multe cazuri, este probabil că acest Ethernet gigabit va fi cel adoptat de clienţii cu buzunare strâmte.

Ethernetul gigabit foloseşte reguli noi de codificare pe fibre. Codificarea Manchester la 1Gbps ar avea nevoie de un semnal de 2 Gbaud, care a fost considerat foarte dificil şi de asemenea foarte risipitor în ceea ce priveşte banda. A fost aleasă în loc o nouă schemă, numită 8B/10B, bazată pe canale de fibră. Fiecare octet de 8 biţi este codificat pe fibră ca 10 biţi, de unde şi denumirea de 8B/10B. Din moment ce există 1024 cuvinte de cod de ieşire pentru fiecare octet de intrare, exista un oarecare spaţiu de alegere în ceea ce priveşte cuvintele care să fie permise. Următoarele două reguli au fost folosite pentru a lua o decizie:

1. Nici un cuvânt de cod nu poate avea mai mult de patru biţi identici la rând;
2. Nici un cuvânt de cod nu poate avea mai mult de şase de 0 sau şase de 1.

Aceste alegeri urmăreau să păstreze destule transmisiuni pe flux pentru a se asigura că receptorul rămâne sincronizat cu emiţătorul, şi de asemenea pentru a păstra numărul de 0-uri şi de 1-uri pe fibră pe cât posibil egale între ele. În plus, pentru mulţi octeţi de intrare există două cuvinte de cod care pot fi atribuite. Când codificatorul are de făcut o alegere, va alege întotdeauna varianta care va egaliza numărul de 0 şi 1 transmişi până la momentul respectiv. Accentul este pus pe echilibrarea 0-urilor şi 1-urilor pentru a păstra componenta continuă a semnalului la un nivel cât mai scăzut cu putinţă şi pentru a-i permite să treacă nemodificată prin transformatoare. Deşi cercetătorii în domeniul calculatoarelor nu sunt prea încântaţi de faptul că proprietăţile transformatoarelor le dictează schemele de codificare, aşa se întâmplă în viaţă uneori.

Ethernetul gigabit care foloseşte 1000Base-T utilizează o schemă diferită de codificare deoarece sincronizarea datelor pe un cablu de cupru într-un interval de 1ns este prea dificilă. Această soluţie foloseşte patru cabluri torsadate de categorie 5 pentru a permite unui număr de 4 simboluri să fie transmise în paralel. Fiecare simbol este codificat folosind unul din cele cinci niveluri de voltaj. Această schemă permite ca un singur simbol să fie codificat 00, 01, 10, 11 sau cu o valoare specială în scop de control. Prin urmare, există doi biţi de date per pereche torsadată, sau 8 biţi de date per ciclu de ceas. Ceasul funcţionează la 125 MHz, permiţând operarea la 1 Gbps. Motivul pentru care sunt permise cinci niveluri de voltaj în loc de patru este necesitatea de a avea combinaţii rămase disponibile în scopuri de control şi delimitare.

O viteză de 1 Gbps este destul de mare. De exemplu, dacă un receptor este ocupat cu o altă sarcină chiar pentru 1 ms şi nu goleşte spaţiul tampon de pe vreo linie, până atunci este posibil să se fi acumulat chiar şi 1953 cadre, în acel interval de 1 ms. De asemenea, dacă un calculator care foloseşte Ethernet gigabit transmite date unui calculator care foloseşte Ethernet clasic, este foarte probabil ca memoria tampon a celui din urmă să fie epuizată, iar cadrele următoare să fie pierdute.

Ca o consecinţă a acestor două observaţii, Ethernetul gigabit suportă fluxuri de control (ca şi Ethernetul rapid, deşi cele două sunt diferite). Flux de control înseamnă că un capăt trimite un cadru special de control către celălalt capăt, spunându-i să ia o pauză pentru o anumită perioadă de timp. Cadrele de control sunt în general cadre Ethernet având tipul 0x8808. Primii doi octeţi din câmpul de date dau comanda; următorii octeţi oferă parametrii, dacă există vreunul. Pentru fluxul de control sunt folosiţi cadre PAUSE, în care parametrii specifică lungimea pauzei, în unităţi de durată minimă a cadrului. Pentru Ethernetul gigabit unitatea de timp este de 512 ns, permiţând pauze de maxim 33,6 ms.

Bibliografie

* Reţele de calculatoare - Andrew S. Tanenbaum
* <http://www.spellit.ro/revista-1/numarul-3/numarul-3/ethernet>
* <http://ro.wikipedia.org/wiki/Ethernet>
* <http://shannon.etc.upt.ro/laboratoare/rcd/rcd_laborator.pdf>