

Universitatea Politehnica Bucuresti

Facultatea de Electronica, Telecomunicatii si Tehnologia Informatiei

MAC SM Ethernet

Gheorghe Corina 443 A

Paraschiv Radu 443 A

Teodorascu Paula 443 A

Bucuresti 2013

# Cuprins

Gheorghe Corina:

## 1. Introducere

1.1. Cablaje Ethernet

1.2. Codarea Manchester

1.3. Algoritmul binar exponential backoff

Paraschiv Radu:

## 2. Switching

2.2. Switched Ethernet

2.3. Fast Ethernet

2.4. Gigabit Ethernet

Teodorascu Paula:

## 3. Lan Design

3.1. Switched Lan Architecture

3.2. Modelul Ierarhic

3.3. Principii ale Modelului Ierarhic

3.4. Analiza Traficului

Gheorghe Corina:

## 4. Concluzii

## 5. Bibliografie

# 1.Introducere

*Gheorghe Corina*

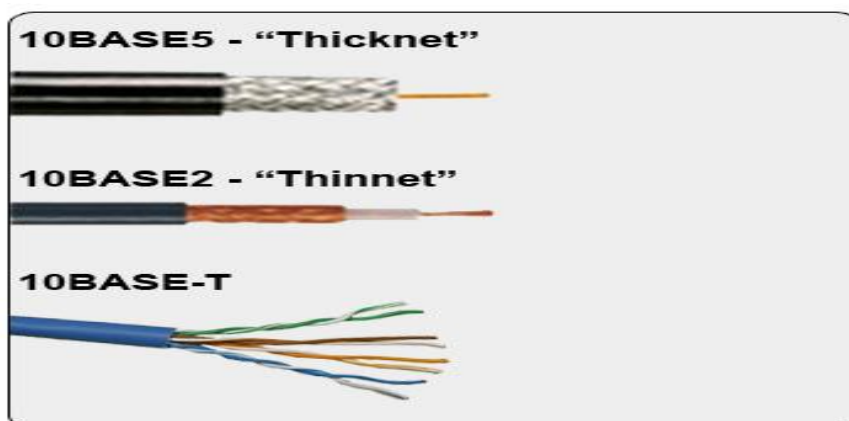
Ethernet-ul este o familie de tehnologii de rețele de calculatoare ce se bazează pe transmisia cadrelor și este necesară la implementarea rețelelor de tip LAN (Local Access Network). Aceasta reprezintă o serie de standarde de cablare și semnalizare și aparține primelor două niveluri din modelul de referință OSI, mai exact nivelul fizic și cel de legătură de date. Ideea de bază este deci de a avea un mediu de transmisie prin intermediul căruia mai multe calculatoare să se lege între ele cu scopul de a forma o rețea.

Ethernet-ul a fost standardizat de IEEE, aparând astfel standardul 802 care permite transmisia datelor prin diverse medii fizice.

## 1.1 Cablaje Ethernet

Având în vedere că termenul Ethernet face referire la cablu, vorbim despre 4 dintre cele mai răspândite tipuri de cabluri utilizate:

- Cablu coaxial gros ( 10base5 ): are un diametru de aproximativ 12mm, operează la viteze de transfer de până la 10Mbps, transmisia făcându-se în banda de bază, și are o lungime de până la 500m.
- Cablu coaxial subțire ( 10base2): are un diametru de aproximativ 6mm, transmisia se face în banda de bază cu viteză de transfer de până la 10Mbps și are o lungime de până la 185m.
- Cablu torsadat ( 10base-t): acesta poate fi UTP ( cablu torsadat necranat) sau STP (cablu torsadat ecranat) și a fost introdus în scopul anulării interferențelor electromagnetice.



\*sursa imagine: <http://learn-networking.com/wp-content/uploads/2008/01/thicknet-thinnet.jpg>

- Fibra optică (10base-f): are o lungime de până la 2000m și atinge viteze de transfer considerabil mai mari față de cablurile coaxiale sau torsadate. Este o soluție mai

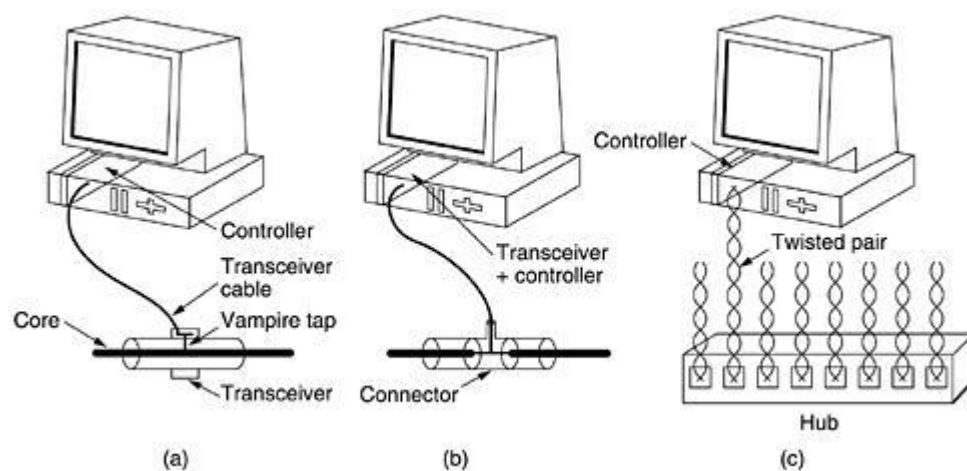
scumpa din prisma conectorilor si terminatoarelor dar asigura reducerea zgomotului si are un grad de eficienta crescut.

- 100Base VG-AnyLAN Ethernet
- 100BaseX Ethernet

Cablurile coaxiale folosesc conectori BNC (British Naval Connector) de trei tipuri: conector de cablu BNC, conector BNC-T care realizeaza conexiunea cu placa de retea si un terminator care arata capatul retelei.

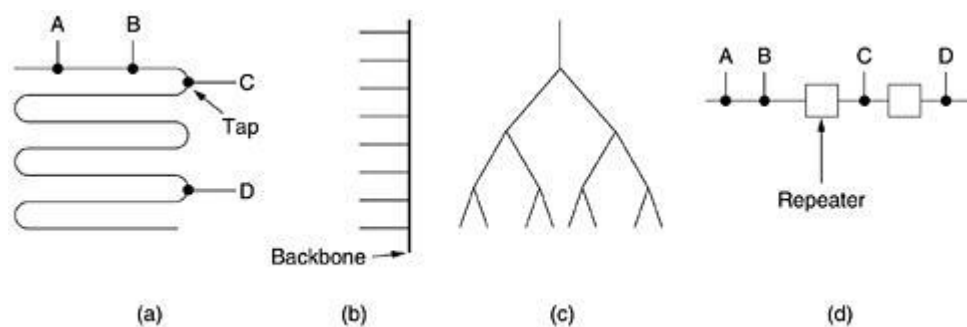
Cablurile torsadate folosesc in cadrul retelelor conectori RJ-45 care care contin conexiuni pentru 8 fire.

Figura de mai jos ilustreaza modul de conectare a trei tipuri de cablaje Ethernet: 10Base5 (a), 10Base2 (b) si 10Base-T (c).



\*Sursa imagine: Prentice Hall - Computer Networks A. Tanenbaum 4ed, Chapter 4

Fiecare versiune de Ethernet are o lungime maxima a fiecarui segment de cablu. Pentru a putea avea retele mai mari cablurile se pot conecta intre ele prin intermediul unor repetoare (dispozitive de la nivelul fizic din modelul OSI). Din punct de vedere software, un sir de cabluri conectate intre ele este perceput la fel ca un singur cablu. In figura de mai jos sunt reprezentate patru topologii de cablaj: liniara (a), spin (b), arbore (c), segmentata (d).



\*Sursa imagine: Prentice Hall - Computer Networks A. Tanenbaum 4ed, Chapter 4

## 1.2 Codarea Manchester

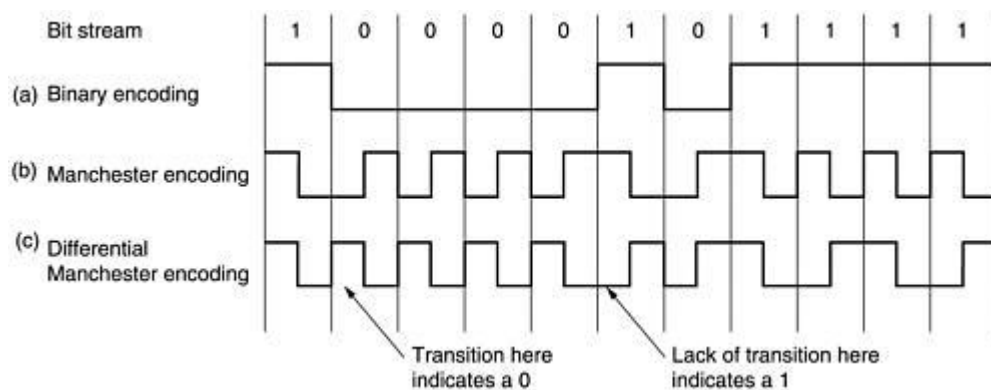
O transmisie de date se face in banda de baza daca semnalul de date nu sufera o deplasare spectral datorata modulatiei.

Astfel, se utilizeaza diverse tehnici de codare a semnalului binar propriu-zis pentru ca acesta sa poata fi transmis pe linia de comunicatie. Una dintre aceste tehnici este codarea Manchester, utilizata pentru cablajele Ethernet 10Base5, 10Base2, 10Base-T si 10Base-F.

Codarea Manchester ajuta la determinarea unei tranzitii care apare la mijlocul perioadei de bit pentru semnalul emis. Unei tranzitii de la nivelul  $-V$  la  $+V$  ii corespunde un "0", iar celei de la  $+V$  la  $-V$  ii corespunde un "1", asigurandu-se sincronizarea intre emitator si receptor inclusive pentru secvente binare lungi. Este o metoda foarte eficienta intrucat posibilitatea aparitiei erorilor cauzate de mediul de transmisie este scazuta deoarece, desi un zgomot care afecteaza semnalul poate modifica nivelele transmise, acesta nu poate determina inversarea tranzitiei sau anulara acesteia.

Exista si o codare Manchester diferentiala, utilizata in retelele de tip token-ring care consta in absenta sau prezenta unei tranzitii la inceputul intervalului de tact. Astfel, un bit "1" semnifica absenta unei tranzitii, iar un bit de "0" prezenta acesteia.

In figura de mai jos sunt prezentate codarea binara (a), codarea Manchester (b) si codarea Manchester diferentiala (c) pentru un semnal a carui viteza de transfer este de 10Mbps.



**\*Sursa imagine:** Prentice Hall - Computer Networks A. Tanenbaum 4ed, Chapter 4

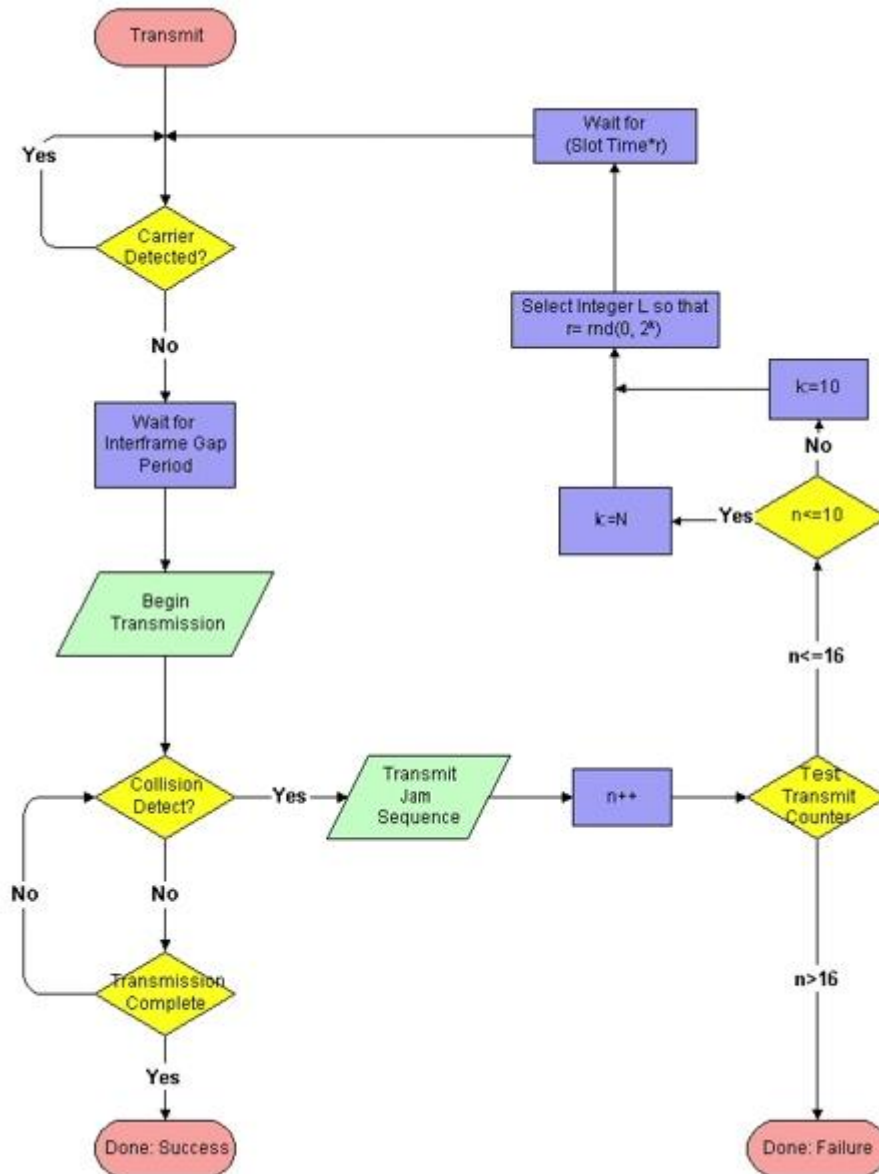
### 1.3 Algoritmul binar exponential backoff

Este un lucru stiut faptul ca in timp apar coliziuni la accesul la MAC. Astfel, sunt utilizati diversi algoritmi pentru reducerea impactului pe care il au aceste coliziuni. Unul dintre acestia este algoritmul binar exponential backoff. Coliziunile se detecteaza daca semnalul pe cablu e mai mare decat semnalul unei singure statii, iar distant minima e de 500m (10Base5) sau 200m (10Base2). Semnalul se atenuaza cu distanta.

Algoritmul binar exponential backoff consta in: atunci cand se detecteaza o coliziune in transmisia cadrelor se incearca transmiterea repetata. In general, dupa  $i$  coliziuni, un numar aleator intre 0 si  $(2^i - 1)$  este ales, iar numarul respective de sloturi sunt sarite. De obicei, dupa primele zece incercari, valoarea medie a intarzierii aleatoare se dubleaza, dupa

care ramane constanta pentru urmatoarele 6 incercari. Dupa 16 incercari nereusite, statia renunta si raporteaza o eroare. Continuarea recuperarii tine acum de nivelele superioare.

In figura de mai jos este reprezentata schema logica a acestui algoritm.



\*Sursa imagine: <http://www.industrialethernetu.com/images/courses/401-fig4.jpg>

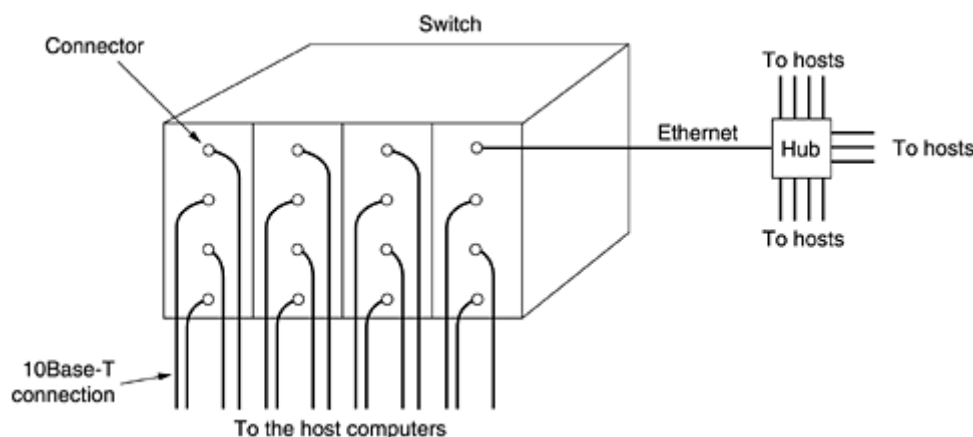
## 2. Switching

*Paraschiv Radu*

### 2.1 Switched Ethernet

O data cu cresterea numarului statiilor ce sunt conectate la Ethernet , traficul creste. In cele din urma, reseaua locala va deveni saturata. O solutie este marirea vitezei ,de exemplu de la 10Mbps sa trecem la 100Mbps. Insa chiar si aceasta solutie isi are limitele.

Din fericire, mai exista o metoda prin care se poate rezolva problema incarcarii: switched Ethernet, dupa cum este aratata in figura de mai jos:



Aceasta solutie consta in amplasarea in inima sistemului un switch ce leaga cardurile printr-un panou de comanda de viteza mare si 4 pana la 32 de intrari, fiecare continand de la unu pana la opt conectori. Cel mai des, fiecare conector este de tipul 10Base-T ,cabluri ce fac conexiunea cu calculatorul Host.

Atunci cand o statie doreste sa transmita un pachet, acesta il trimite switch-ului. Portul care primeste pachetul verifica daca acesta este destinat unei statii conectate la retea. Daca acest lucru este adevarat, pachetul este trimis catre destinatie. In caz contrar , pachetul este trimis prin panoul de comanda catre destinatie. Aceasta iesire rapida , lucreaza cu benzi de Gbps, si foloseste un protocol de proprietate.

In cazul in care doua statii trimit informatii simultan aceleiasi card, exista mai multe posibilitati in functie de modul de constructie al acestuia. O posibilitate este aceea ca toate porturile de pe card sa formeze un LAN pe acel card. Coliziunea pentru aceasta solutie va fi detectata si rezolvata la fel ca si cea de pe retelele CSMA/CD , lucru ce presupune retransmitere folosind algoritmul binar exponential. Daca acest tip de card se foloseste este posibila doar o singura transmisiune la un moment dat, insa mai multe carduri pot fi in paralel. Cu acest mode de organizare, fiecarecard are un domeniu de coliziune propriu, independent de celelalte. Cu doar o statie per domeniu de coliziune, este imposibil ca aceasta sa apara.

Daca se folosesc alte tipuri de carduri, fiecare port poate avea un buffer, lucru ce permite cardului sa stocheze pachetele venite intr-o memorie RAM locala. Acest model

permite porturilor sa primeasca si sa transmita pachete in acelasi timp pentru aplicatii paralele , full-duplex , lucru ce la modelul CSMA/CD nu era posibil pe un singur canal. O data ce un pachet a fost primit in intregime, cardul verifica daca acesta este destinat unui alt port de pe acelasi card sau pentru un port distant. In primul caz, pachetul se poate transmite direct catre portul destinatie. In al doilea caz pachetul trebuie transmis prin intermediul panoului de comanda catre cardul destinatie.

Deoarece switchul asteapta doar pachete Ethernet pe fiecare intrare, este posibila folosirea unor porturi ca si iesiri catre alte retele. In figura anterioara , portul din dreapta sus este conectat la un hub cu 12 statii conectate la acesta. O data ce un pachet a ajuns la hub, acesta este transmis pe toate celelalte porturi, unul dintre ele fiind conectat la switch, unde sunt directionate catre destinatie. Huburile sunt folosite deoarece pretul lor este mai mic decat cel al switch-urilor , insa in ultima vreme diferenta de pret a devenit din ce in ce mai mica.

## 2.2 Fast Ethernet

Initial, o viteza de 10 Mbps era suficienta, la fel ca si modemurile de 1200-bps, insa acest concept a fost eliminat rapid. Pentru a mari viteza, mai multe grupuri de producatori au propus doua noi solutii ce constau in retele de tip LAN legate in inel. Una dintre ele era numita FDDI(Fiber Distributed Data Interface) iar cea de-a doua Fiber Channel. Desi cele doua modele erau folosite in inima retelei, nici una nu a putut satisface cerintele utilizatorilor domestici. In ambele cazuri, managementul statiilor erau prea complicate, ceea ce a dus la cip-uri complexe si preturi mari.

Deoarece aceste modele nu au rezolvat problema, viteza Ethernet nu a putu sa creasca mai multe de 10 Mbps. Insa multi utilizatori aveau nevoie de benzi mai mari, ceea ce a dus la instalarea mai multor LAN-uri de 10 Mbps ce erau conectate intre ele printr-o multitudine de repetoare, poduri, routere si gateway-uri.

In urma acestor esecuri, IEEE a decis in 1992 sa realizeze o retea LAN multm mai rapida. O solutie ar fi putut fi cea de a mentine standardul 802.3 , insa de a imbunatatii viteza. O alta solutie propusa era cea de a reface standardul adaugandu-i o multitudine de imbunatatiri, cu ar fi traficul in timp real si voce digitizata, insa numele ar fi trebuit pastrat din cauza marketingului. Dupa mai multe dezbateri, comitetul a decis sa pastreze standardul 802.3 asa cum era si sa ii imbunatateasca viteza.

Comitetul a decis marirea vitezei Ethernet din trei motive:

1. Noua versiune trebuia sa fie compatibila cu LAN-urile deja existente.
2. Ingrijorarea ca noul protocol ar putea avea consecinte neprevazute.
3. Dorinta de a realiza un produs nou inainte ca tehnologia sa se schimbe.

Dupa o relativ scurta perioada de dezvoltare un nou standar a aparut 802.3u, ce a fost aprobat de IEEE in Iunie 1995. Trebuie mentionat ca standardul 802.3u nu este unul nou, ci mai de graba o adaptare a 802.3 pentru a putea realiza conectivitatea cu retelele ce il foloseau pe cel vechi. Deoarece 802.3u avea o viteza mai mare, expertii din acele timpuri l-au numit Fast Ethernet.

Ideea de baza a Fast Ethernet era simpla: mentinerea tuturor formatelor anterioare, a interfetelor si procedurilor, dar reducerea frecventei pe bit de la 100ns la 10ns. Tehnic era posibila copierea fie a 10Base-5 sau 10Base-2 si sa se mentina detectia coliziunilor, prin



reducerea lungimii maxime a cablului la o zecime. Cu toate astea avantajele noului 10Base-T erau atat de evidente incat Fast Ethernet a folosit acest tip de cablu. Asadar toate sistemele fast Ethernet foloseau hub-uri si switch-uri. Acest lucru a adus dupa sine luarea deciziilor in legatura cu ce tipuri de fire erau suportate. O solutie viabila erau firele din categoria 3, fire torsadate. Punctul forte al acestora era acela ca toti utilizatorii din lumea vestica foloseau aceasta categorie ce facea legatura cu cea mai apropiata retea de telefoane. Asadar prin folosirea lor se puteau lega la Ethernet calculatoarele fara a fi nevoie cablarea cladirii respective, lucru ce simplifica drastric accesul la serviciu. Principalul desavantaj este neputinta de a transmite o banda de 200 Mbps ( 100Mbps cu codare Manchester) pe o distanta maxima de 100 de metrii. Pe de alta parte, cablurile de categoria 5 pot face acest lucru fara nici o problema, iar fibra optica poate avea o viteza mult mai mare. Compromisul ales a fost acela din tabelul de mai jos :

| Name       | Cable        | Max. segment | Advantages                          |
|------------|--------------|--------------|-------------------------------------|
| 100Base-T4 | Twisted pair | 100 m        | Uses category 3 UTP                 |
| 100Base-TX | Twisted pair | 100 m        | Full duplex at 100 Mbps (Cat 5 UTP) |
| 100Base-FX | Fiber optics | 2000 m       | Full duplex at 100 Mbps; long runs  |

Schema pentru 3 UTP este numita 100Base-T4, ce foloseste un semnal de 25MHz , fiind mai rapid decat Ethernet-ul standar cu 25%. Cu toate astea , pentru a atinge banda necesara, 100Base-T4 avea nevoie de patru perechi de fire. Avantajul era faptul ca majoritatea firmelor de telefonie foloseau deja acest tip de cablare. Desavantajul era ca trebuia sa renunti la telefon daca vroiai sa ai acces la Ethernet.

Din cele patru perechi, una era catre Hub, alta dinspre Hub, iar ultimele doua erau schimbabile cu directia de transmisiune. Pentru a obtine largimea de banda dorita, nu se foloseste codarea Manchester, inasa cu frecventele de ceas moderne si distantele fiind reduse, nu mai sunt necesare. In plus, sunt trimise semnale terțe, pentru ca in perioada de ceas firul poate sa contina un 0, un 1 si un 2.

Pentru firele din categoria 5, designul 100Base-TX este simplu deoarece firele pot suporta frecvente de 125Mhz. In aceasta configurare numai 2 perechi sunt folosite, una catre Hub si una pentru statie. Codarea binara directa nu este folosita, in schimb se foloseste codarea 4B/5B ce a fost luata de la FDDI. La fiecare ciclu de 5 perioade de tact , fiecare bit putand sa ia o valoare binara,rezulta 32 de combinatii. Saisprezece din aceste combinatii sunt folosite pentru a transmite grupuri de patru biti 0000,0001,0010,.....,1111. Cei 16 biti ramasi sunt folositi pentru corectia erorii si pentru delimitarea ferestrei. Combinatiile folosite au fost atent selectate pentru ca la transmisie sa mentina sincronizarea cu ceasul. In sistemul 100Base-TX este full duplex, o statie poate sa transmita 100Mbps si sa receptioneze 100Mbps in acelasi timp.

In 1997 comitetul 802 a adaugat un nou tip de cablu, 100Base-T2, astfel permitand Fast Ethernet-ului sa foloseasca doua perechi de cabluri din categoria 3. Insa pentru a putea pune in aplicatie aceasta solutie este necesar un sistem de procesare a sistemului avansat, facand aceasta optiune destul de scumpa.

In cadrul unui switch, fiecare fereastră receptionată este stocată într-un buffer . După ce este procesat este trimis către un panou de comandă unde este redirectionat către destinație. Acest panou de comandă nu a fost standardizat deoarece este transparent utilizatorului.

Ca și concluzie , toate switchurile pot să manipuleze viteze de 10-Mbps și 100-Mbps, pentru a face îmbunătățiri mai ușor. Dacă o stație are nevoie de o viteză mai mare de 100-Mbps , cea mai viabilă soluție este cea de a achiziționa noi carduri și de a le insera în switch.



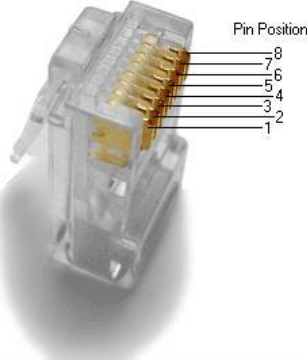














| Mediu           | Lungime maxima cablu<br>continuu         | Topologie  | Conector  |
|-----------------|--|--|---|
| 10BASE2         | Cablu coaxial subtire<br>de 50 de ohmi   | 185m   | Magistrala<br>BNC                                 |
| 10BASE5         | Cablu coaxial gros de<br>50 de ohmi      | 500m   | Magistrala<br>AUI (Attachement<br>Unit Interface) |
| 10BASE-T        | EIA/TIA cat 3,4,5<br>UTP (2 perechi)     | 100m   | Stea<br>RJ-45                                     |
| 100BASE-<br>TX  | EIA/TIA cat 5 UTP, 2<br>perechi          | 100m   | Stea<br>RJ-45                                     |
| 100BASE-<br>FX  | 62.5/125 μ fibra<br>multimode            | 400m   | Stea<br>ST sau SC                                 |
| 1000BASE-<br>CX | STP                                      | 25m  | Stea<br>RJ-45                                     |
| 1000BASE-<br>T  | EIA/TIA cat. 5 UTP,<br>4 perechi         | 100m   | Stea<br>RJ-45                                     |
| 1000BASE-<br>SX | 62.5/50 μ fibra<br>multimode             | 275m pt<br>62.5μ<br><br>550m pt<br>50μ                   | Stea<br>SC  |
| 1000BASE-<br>LX | 62.5/50 μ multimod<br>sau 9μ single mode | 440m 62.5μ<br><br>550m 50μ<br><br>3-10 Km<br>single mode | Stea<br>SC  |

<http://www.scribube.com/stiinta/informatica/Cablarea-LAN21569.ph>

### 100BASE-TX

100BASE-TX este cel mai folosit tip de cablu pentru rețelele Fast Ethernet. Acesta folosește patru perechi torsadate de cabluri, înglobate într-un înveliș de categoria 5.

Perechile active intr-un conector standard sunt cele de pe pinii 1, 2, 3 si 6. Datorita faptului ca un cablu de tipul categoria 5 poate sa contina patru perechi torsadate, acesta poate suporta doua legaturi 100BASE-TX.

| Pin | Connection 1 pair | Connection 2 pair | Connection 1  | Connection 2  | Pins on plug face (jack is reversed)  |
|-----|-------------------|-------------------|---|---|---|
| 1   | 3                 | 2                 |  white/green stripe  |  white/orange stripe |  |
| 2   | 3                 | 2                 |  green solid         |  orange solid        |   |
| 3   | 2                 | 3                 |  white/orange stripe |  white/green stripe  |   |
| 4   | 1                 | 1                 |  blue solid          |  blue solid          |   |
| 5   | 1                 | 1                 |  white/blue stripe   |  white/blue stripe   |   |
| 6   | 2                 | 3                 |  orange solid        |  green solid         |   |
| 7   | 4                 | 4                 |  white/brown stripe  |  white/brown stripe  |   |
| 8   | 4                 | 4                 |  brown solid         |  brown solid         |   |

<http://wlanbook.com/ethernet-crossover-cable-pinout/>

Distanța maximă suportată de acest tip de cablu este de 100 de metri. Într-o configurație tipică, 100BASE-TX folosește o pereche de cabluri torsadate în ambele direcții, putând furniza 100Mbit/s trafic în full-duplex.

Configurația pentru o rețea ce folosește 100BASE-TX este următoarea: orice calculator, sau alt dispozitiv ce poate fi conectat la rețea sunt legate la un hub sau switch, formând astfel o rețea de tip stea. Dacă se dorește interconectarea a două echipamente se poate renunța la dispozitivele de mijloc și se pot lega direct între ele.

Codarea de pe această linie este de 4B5B la o frecvență de 125MHz. Acest tip de codare este de tip NRZI, și atribuie fiecărui bloc de biți un cuvânt de biți. Cuvântul este predefinit într-un tabel și sunt folosite pentru a asigura faptul că există cel puțin două tranziții în fiecare bloc, lucru ce asigură o menținere a sincronizării între cele două echipamente ce comunică.

## 1000BASE-TX

Este folosit în rețelele Ethernet pentru a transmite un trafic de 1Gbps. Este utilizat în mare parte pentru interconectarea sistemelor de nivel înalt, aflate în miezul rețelei, dar și pentru conexiunea între rețele locale. Traficul pe o astfel de conexiune este full-duplex pentru traficul punct la punct folosind switching, iar semi-duplex folosind CSMA/CD folosind hub-uri.

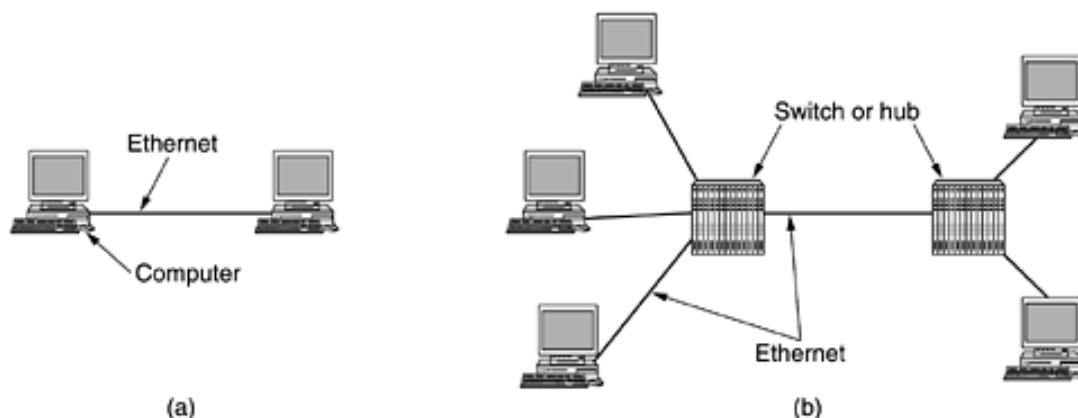
Distanța maximă și pentru acest tip de cablu este de 100 de metri.

## 2.3 Gigabit Ethernet

O data cu succesul Fast ethernet, IEEE a decis dezvoltarea unei noi tehnologii Gigabit Ethernet. In anul 1998 IEEE a ratificat noul produs sub numele de 802.3z. Acest nume sugereaza ca Gigabit Ethernet o sa fie cea mai buna tehnologie.

Scopurile comitetului 802.3z erau in mare parte aceleasi cu cele ale comitetului 802.3u : de a face Ethernetul sa functioneze de 10 ori mai repede, si cu toate acestea sa ramana compatibil cu tehnologiile anterioare. In particular gigabit Ethernet trebuia sa furnizeze serviciu pentru datagrame, atat pentru unicast cat si pentru multicast, sa foloseasca aceleasi adrese de 48 de biti si sa mentina acelasi format al pachetului, inclusiv dimensiunile sale minime si maxime. Standardul final a indeplinit toate cerintele acestea.

Toate configuratiile Gigabit Ethernet sunt punct la punct spre deosebire de punct la multipunct ca standardele ce foloseau viteza de 10Mbps. In configuratia Gigabit Ethernet simpla, aratata in figura de mai jos, doua calculatoare sunt conectate direct intre ele. Daca vrem sa conectam mai multe calculatoare intre ele trebuie folosit un switch sau un hub. In ambele cazurificare cablu Ethernet poate conecta numai doua echipamente.



Gigabit ethernet poate suporta doua moduri de operare diferite : full-duplex si semi-duplex. Modul cel mai des folosit este cel full-duplex ce permite trafic in ambele directii in acelasi timp. Acest mod este folosit atunci cand calculatoarele sunt conectate la un switch. In aceasta configuratie, toate liniile sunt stocate in cate un buffer , astfel incat fiecare calculator poate transmite pachete oricand doreste. Destinatarul nu trebuie sa urmareasca mediul de transmisune pentru a vede daca este liber, deoarece doar el se afla pe acesta. Pe linia dintre un calculator si switch, calculatorul este singurul destinatar pe acea lini catre switch si transmisiunea se realizeaza chiar daca switchul trimite in acelasi timp pachete catre calculator. Deoarece competitia pentru line nu este posibila, protocolul CSMA/CD nu este folosit, asadar lungimea maxima a cablului este determinata de puterea semnalului si nu de timpul pe care il ia pentru a parcurge acea distanta.

Modul semi-duplex, este folosit atunci cand calculatorul este legat la un Hub in loc de un switch. Hub-ul nu are un buffer pentru pachetele receptionate. In loc de aceasta, el leaga toate liniile ce sunt conectate la el. In acest mod coliziunile sunt posibile, asadar standardul CSMA/CD este recomandat. Deoarece un numar minim de pachete poate fi transmis cu o

viteza de 100 de ori mai mare decat in cazul Ethernetului classic, distanta maxima este de 100 de ori mai mica, in jur de 25 de metrii, pentru ca semnalul sa poata ajunge in taota retea fara a aparea coliziuni.

Comitetul 802.3z a considera ca o raza de 25 de metrii nu poate fi acceptata si prin urmare a adaugat doua noi optiuni pentru a mari raza. Prima optiune este cea prin care hardware-ul sa adauge un bloc de date dupa ce a trimis pachetul. Deoarece acest bloc este trimis de catre exeditor si este eliminat de hardware-ul receptor, software-ul nu este afectat de aceasta modificare. Desigur acest bloc de date reduce drastic eficienta linei. A doua optiune, permite expeditorului sa transmita o secventa da mai multe pachete intr-un singur ciclu de transmisiune. Daca acest ciclu este mai mic de 512 bytes , hardware-ul il completeaza pana cand ajunge la dimensiunea dorita. Aceste noi optiuni extind raza retelei la 200 de metrii, ceea ce este destul de mare pentru a putea fi utilizata.

Gigabit Ethernet poate suporta atat cabluri de cupru cat si fibra optica, dupa cum este arata in tabelul de mai jos:

| Name        | Cable          | Max. segment | Advantages  |
|-------------|----------------|--------------|---|
| 1000Base-SX | Fiber optics   | 550 m        | Multimode fiber (50, 62.5 microns)                |
| 1000Base-LX | Fiber optics   | 5000 m       | Single (10 $\mu$ ) or multimode (50, 62.5 $\mu$ ) |
| 1000Base-CX | 2 Pairs of STP | 25 m         | Shielded twisted pair                             |
| 1000Base-T  | 4 Pairs of UTP | 100 m        | Standard category 5 UTP                           |

Pentru a transmite informatie la viteze apropiate de 1Gbps , sursa de lumina trebuie sa se aprina si stinga la 1 nsec. LED-urile nu pot realiza aceasta sarcina, asadar este nevoie de lasere. Doua lungimi de una sunt necesare: 0.85 microni (scurte) si 1.3 microni (lungi). Trei dimensiuni ale cablurilor pe fibra optica sunt permise: 10, 50 si 62.5 microni.

Cablurile 100Base-CX foloseste cabluri de cupru de lungimi reduse. Problema cu acest tip de cabluri este acea ca este in competitie fie cu fibra optica , fie cu mult mai ieftinul UTP, asadar nu este folosit prea des.

Gigabit ethernet folosete noi reguli de codare pentru fibra optica. Codarea Manchester la 1Gbps ar avea nevoie de 2 semnale, ceea ce a fost considerata prea dificil si prea costisitor. In schimb se foloseste codarea 8B/10B. Fiecare cuvnt de 8 biti este codat pe fibra ca 10 biti, de unde si numele. Deoarece sunt 1024 rezultate posibile pentru fiecare bit de la intrare, a existat o oarecare toleranta la alegerea cuvintelor de cod . Urmatoarele doua reguli au fost folosite atunci cand s-au luat deciziile:

1. Nici un cuvnt de cod poate sa aiba mai mult de 4 biti identici unul dupa altul
2. Nici un cuvnt de cod nu poate sa aiba mai mult de 6 biti de 1 sau 6 biti de 0

Aceste alegeri au fost luate pentru a asigura sincroniazrea dintre expeditor si receptor, deoarece un tren prea mare de biti de acelasi fel poate strica sincronizarea. In plus, multe cuvinte de la intrare au doua sau mai multe cuvinte de cod. Atunci cand codarea are de ales intre mai multe cuvinte de cod, se alege mereu varianta in care numarul de biti 1 este cat

mai apropiat de numărul de biți 0. Această alegere este necesară pentru a reduce componenta continuă a semnalului pentru a îi permite să treacă prin transformatoare neschimbate.

Gigabit Ethernet ce folosește 1000Base-T folosește o altă metodă de codare deoarece atingerea frecvenței pe bit de 1 nsec pe un cablu din cupru este dificilă. Soluția constă în folosirea a patru perechi torsadate de categoria 5 pentru a permite simbolurilor să fie transmise în paralel. Fiecare simbol este codat cu unul din 5 niveluri de tensiune. Astfel există doi biți pe pereche de cabluri torsadate, în total 8 biți per ciclu de ceas. Ceasul merge la o viteză de 125 MHz, astfel putându-se atinge viteze de 1 Gbps.

### 3. Lan Design

*Teodorascu Paula*

Pentru companiile mici si mijlocii , comunicatiile digitale folosind pachete de date, voce si video sunt absolut esentiale pentru supravietuirea companiei. In consecinta, un design de retea bine pus la punct este cerinta fundamentala pentru bunul mers al companiei.

In acest capitol voi prezenta arhitectura unei retele LAN bazata pe switch-uri, ce are la baza modelul ierarhic.

#### 3.1 Switched Lan Architecture

Se alege o arhitectura bazata pe switch-uri din prisma faptului ca se poate face usor mentenanta si de asemenea se poate realiza cu usurinta extinderea retelei.

Operatii realizate de switch-uri:

- learning: completarea tabelii CAM -> invatare de adrese MAC
- switching: -> forwarding catre MAC-uri destinatie cunoscute, din tabela CAM
  - > flooding: catre MAC-uri sursa unicast necunoscute si catre MAC-uri cu proprietatea de bit de grup egala cu 1 (adica bitul  $2^0$  din primul octet sa aiba valoarea 1)
  - > filtering: filtrarea pachetelor, de exemplu : MAC-uri destinatie unicast pe acelasi port cu sursa
- ageing: stergerea adreselor MAC invatate din tabela CAM a switch-ului, de exemplu pentru switch-urile marca CISCO timpul default de stergere este de 300 secunde.

Stergerea inregistrarilor din tabela:

- folosind operatia de ageing
- schimbarea starilor porturilor switch-ului din up in down
- restartarea switch-ului

Metode de comutare a pachetelor:

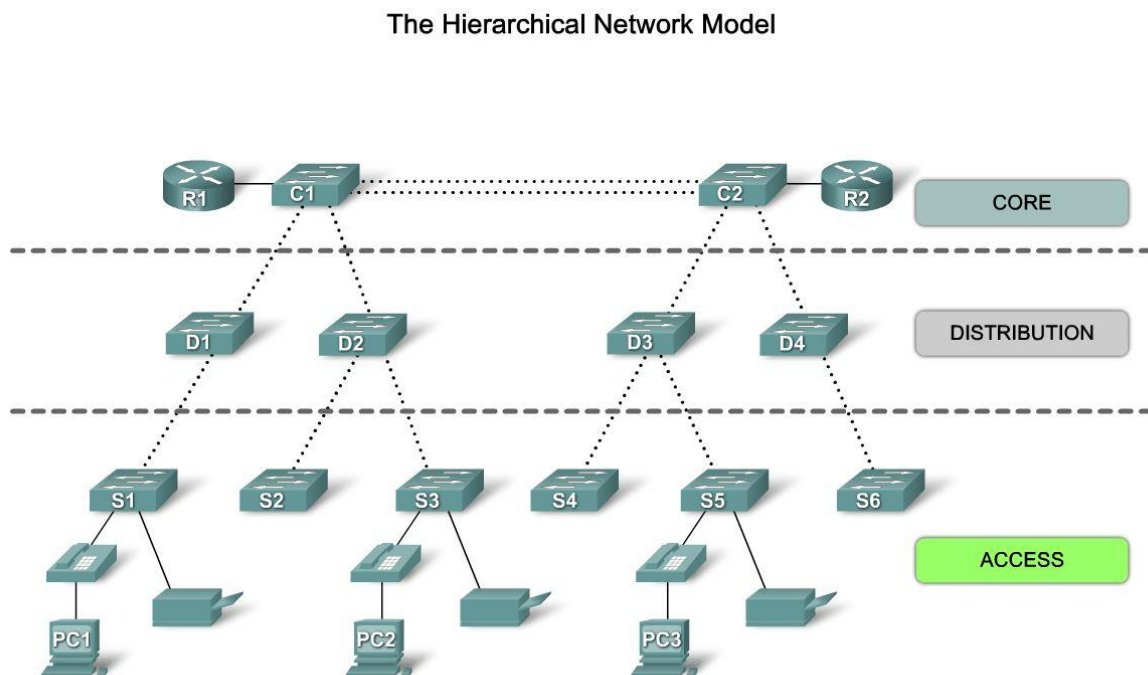
- store and forward: switch-ul citeste tot pachetul si apoi il forwardeaza
- cut-through: switch-ul citeste doar primii 48 de biti si apoi forwardeaza pachetul
- fragment-free: switch-ul citeste primii 512 biti si apoi forwardeaza pachetul

Arhitectura LAN bazata pe switch-uri poate fi formata din switch-uri de Layer 2 sau switch-uri de Layer 3 sau switch-uri de Layer 4 (mult mai scumpe, in consecinta nu renteaza folosirea acestora). Caracteristicile de baza ale switch-urilor de Layer 2 sunt: comutareaa pachetelor dupa adresa MAC, asigurarea calitatii prin Quality of Service (QoS), au configuratie fixa (maxim 48 de porturi Gbps) si au capacitate normala de forwarding (nu pot asigura viteza maxima simultana pe toate porturile). In comparatie switch-urile de Layer 3 au

caracteristici mai apropiate de routere: au capacitati de rutare a pachetelor dupa IP-uri, pot filtra traficul dupa Layer 2, Layer 3 sau chiar Layer 4, pot avea configuratie fixa sau modulara(pot fi pe mai multe nivele), au capacitate de forwarding mare spre foarte mare. Switch-urile de Layer 4 au in plus fata de cele de Layer 3 functia de Policy Based Routing (rutarea pachetelor in functie de unele politici de rutare si filtrare).

### 3.2 Modelul Ierarhic

Design-ul rețelei ierarhice include divizarea rețelei in nivele discrete. Fiecare nivel asigura functionalitati distincte care au un rol important in rețeaua LAN. Separand fiecare functionalitate care exista intr-o rețea , desig-un rețelei devine modular, ceea ce faciliteaza scalabilitatea si performanta. Design-ul clasic si tipic al rețelelor ierhice imparte o rețea in trei nivele distincte: acces, distributie si nucleu. Un astfel de design se gaseste in figura de mai jos:



\*sursa imagine: Official CISCO Network Documentation for CCNA Exploration – LAN Switching and Design, Capitolul 1

#### Nivelul Acces

Nivelul Acces asigura interfata cu echipamentele end-user, cum ar fi: PC-uri, imprimante, telefoane IP. Nivelul Acces poate include routere, switch-uri, bridge-uri, hub-uri, dar si access-point-uri wireless. Principalul rol al acestui nivel este asigurarea mediului de acces dintre echipamente si rețea, dar si controlul echipamentelor ce au dreptul de a fi in rețea.

Caracteristici:

- securizarea rețelei
- VLAN-uri – separarea domeniilor de broadcast



- Qos – marcarea traficului
- agregarea de banda
- redundanta

Echipamente des folosite: switch-uri de Layer 2 sau de Layer 3 cu configuratie fixa.

### **Nivelul Distributie**

Nivelul Distributie agregheaza informatia primita de la nivelul acces inainte de a fi transmisa catre nivelul nucleu pentru a fi rutata catre destinati finali. Niveleul distributie controleaza fluxul de trafic folosind diverse politici, si delimiteaza domeniile de broadcast efectuand functii de rutare a traficului intre diferite VLAN-uri din retea, definite in nivelul acces.

Caracteristici:

- interfete logice VLAN
- agregare de banda
- QoS
- redundanta
- first hop redundancy – redundanta pentru primul „hop”

### **Nivelul Nucleu**

Acest nivel poate fi considerat coloana vertebrala a retelei. Acest nivel asigura trafic de mare viteza. Nivelul nucleu este critic pentru asigurarea interconectivitatii dintre echipamentele nivelului distributie, de aceea acest nivel este imperios necesar sa fie disponibil in orice moment si sa i se asigure de acemenea o redundanta crescuta. De asemenea zona nivelului nicleu asigura conexiunea cu internetul. Deoarece agregheaza traficul din nivelul distributie trebuie sa fie de asemenea capabil sa foardeze niveluri ridicate de date intr-un timp extrem de scurt.

### **Beneficii ale Modelului Ierarhic**

Scalabilitatea: retelele care adopta nivelul ierhic pot fi extinse cu usurinta. Design-ul modular permite replicarea elementelor componente pe masura ce retea se extinde.

Redundanta: redundanta la nivelul distributie si nucleu asigura disponibilitatea prelungita a retelei. Pe masura ce retea creste este nevoie ca toate segmentele sa fie functionale in orice moment pentru a nu ingreuna activitatea.

Performanta: agregarea link-urilor intre nivele si nucleul foarte performant, dar si functionalitatile nivelului distributie asigura viteze foarte ridicate, aproape de nivelul maxim al cablurilor folosite pentru intreaga retea.

Securitatea: activarea caracteristicii Port Security la nivelul acces si crearea unor politici speciale de securitate in cadrul nivelului distributie asigura securitate sporita retelei. Se pot folosi de asemenea politici care definesc natura traficului.

Administrare: consistenta asigurata de nivelele din modelul arhitectural ierhic, face ca administrarea switch-urilor si a celorlalte echipamente de retea sa fie foarte facila.

Mentenabilitatea: arhitectura modulara asigura convergenta si scalabilitatea retelei fara a deveni complicata. Deoarece retelele modulare sunt prin natura lor scalabile sunt foarte usor de intretinut.

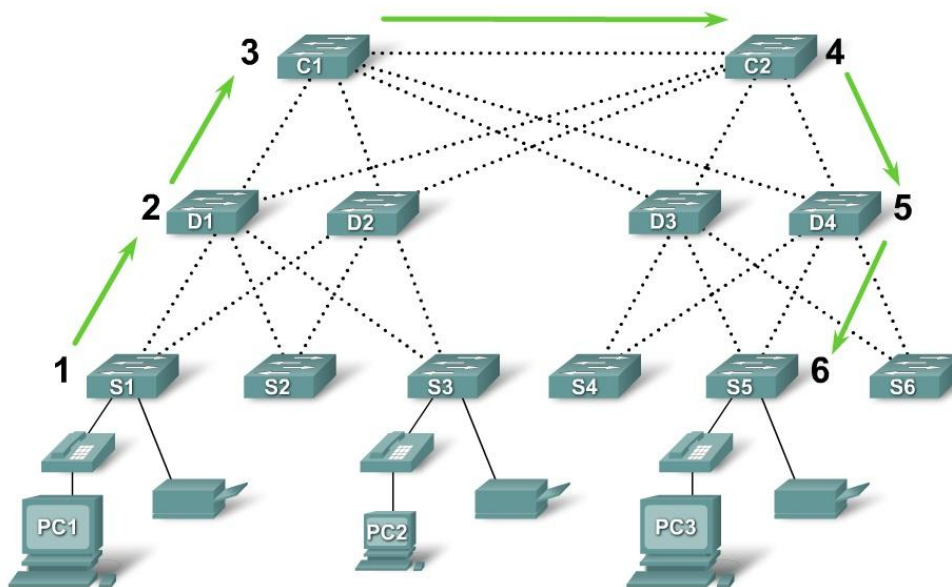
### 3.3. Principii ale Modelului Ierarhic

Principiile de design architectural ale unei rețele – doar pentru că o rețea pare că are un design ierarhic nu înseamnă că aceasta este proiectată foarte bine. Mai jos sunt câteva caracteristici care diferențiază o rețea ierarhică bine proiectată de una cu caracter slab.

#### Diametrul rețelei

Atunci când se proiectează o rețea ierarhică trebuie ținut cont de diametrul final al rețelei. Acesta este măsurat de obicei prin distanță, sau prin numărul de echipamente pe care trebuie să le străbată un pachet de date pentru a ajunge la destinație. În figura de mai jos este prezentată distanța dintre două puncte din rețea:

Network diameter is the number of switches in the path of traffic between two endpoints.



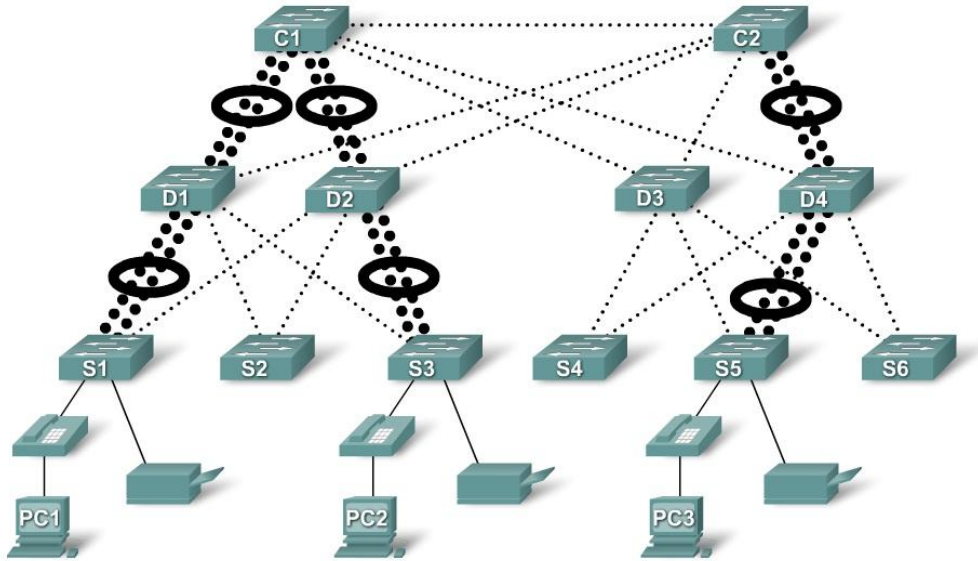
\*sursa imagine: Official CISCO Network Documentation for CCNA Exploration – LAN Switching and Design, Capitolul 1

#### Agregarea de banda

Fiecare nivel din modelul architectural ierarhic este un candidat potrivit pentru agregarea de banda. După ce se cunoaște cerința de lungime de bandă de care rețeaua are nevoie, atunci se poate ca anumite legături dintre switch-uri să fie agregate, acțiune numită link aggregation. Agregarea de bandă permite combinarea mai multor porturi de rețea pentru a asigura o lungime de bandă mai mare între switch-uri.

În figura următoare se poate observa agregarea unor link-uri pentru mărirea lungimii de bandă:

Bandwidth aggregation is normally implemented by combining several parallel links between two switches into one logical link.

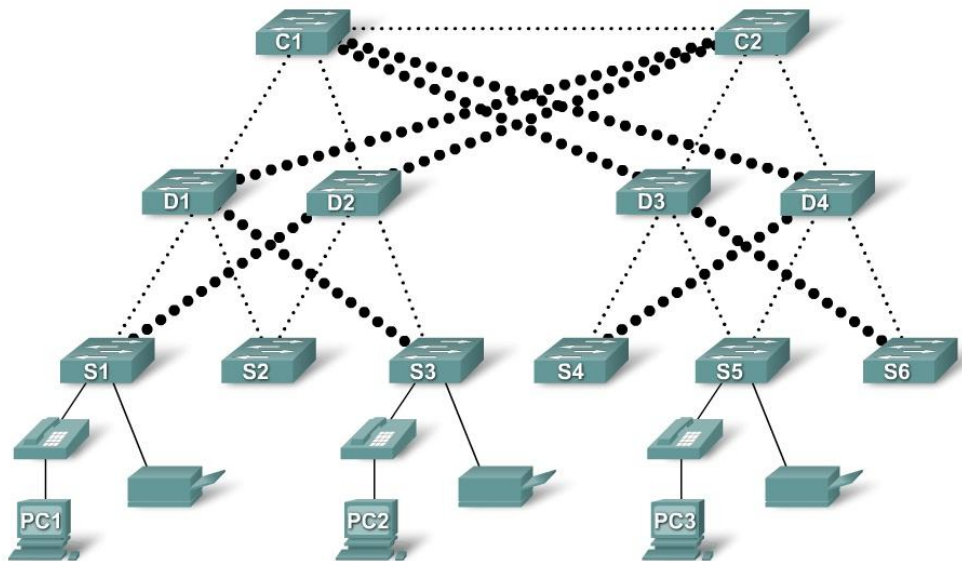


\*sursa imagine: Official CISCO Network Documentation for CCNA Exploration – LAN Switching and Design, Capitolul 1

### Redundanta

Redundanta reprezinta o parte importanta in ceea ce priveste disponibilitatea unei retele. Aceasta poate fi asigurata prin mai multe metode: de exemplu poti dubla legaturile dintre echipamente sau poti dubla chiar echipemantele in sine.

Modern networks use redundant links between hierarchical network layers in order to ensure network availability.



\*sursa imagine: Official CISCO Network Documentation for CCNA Exploration – LAN Switching and Design, Capitolul 1

### 3.4. Analiza Traficului

Pentru a alege un switch pentru un anumit layer, trebuie sa ai specificatii bine definite, care detaliaza debitul traficului, comunitatea de useri, servere de date, servere de back-up, etc.

O companie poate incepe cu cativa angajati, insemnand cateva PC-uri interconectate pentru a avea acces la aceleasi resurse de date, sau pentru comunicatii. Pe masura ce compania creste, mai multe echipamente trebuiesc adaugate la retea, precum telefoane, imprimante, servere de date, etc.

De asemenea pentru alegerea unor echipamente hardware potrivite pentru retea trebuie tinut cont si de rolul sau locul pe care il va ocupa in retea.

Analiza traficului este procesul prin care se stabileste lungimea de banda de care are nevoie o anumita retea pentru a fi fiabila. Aceasta analiza este facuta cu ajutorul unor software-uri specializate.

Analiza traficului poate determina de asemenea si durata de viata a unui echipament, sau cum se acomodeaza acesta in diferite scenarii de utilizare a retelei.

Foarte multe tool-uri de analiza a traficului inregistreaza automat traficul si il adauga intr-o baza de date pentru a fi analizat. Pentru arhitecturi mari de retea metodele efective pentru analiza traficului sunt solutiile sub forma de colectii de date, caputi de trafic pe perioade medii si mari, pe fluxuri de date medii si mari. Mai jos este prezentata o imagine cu o capura de trafic efectuata si analizata cu ajutorul tool-ului Solarwinds Orion 8.1 NetFlow Analysis.



\*sursa imagine: Official CISCO Network Documentation for CCNA Exploration – LAN Switching and Design, Capitolul 1

## **4. Concluzii**

## 5. Bibliografie

- [1] TANENBAUM, A. : *Computer Networks*, 4th Edition, Prentice Hall, 2002
- [2] JOHNSON, H.W.: *Fast Ethernet—Dawn of a New Network*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1996.
- [3] BREYER, R., and RILEY, S.: *Switched, Fast, and Gigabit Ethernet*, Indianapolis, IN: New Riders, 1999.
- [4] WILLINGER, W., TAQQU, M.S., SHERMAN, R., and WILSON, D.V.: "Self-Similarity through High Variability: Statistical Analysis of Ethernet LAN Traffic at the Source Level," *Proc. SIGCOMM '95 Conf.*, ACM, pp. 100-113, 1995.
- [5] BELSNES, D.: "Flow Control in the Packet Switching Networks," *Communications Networks*, Uxbridge, England: Online, pp. 349-361, 1975.
- [6] Official CISCO Documentation for Cisco Certified Network Associate(CCNA) Exploration – LAN Switching and Design, Capitolul 1