

LUCRAREA 2

Medii de transmisie și accesul la rețea

1. Obiectivele lucrării

Obiectivele acestei lucrări urmăresc însușirea de către studenți a cunoștințelor necesare la cunoașterea mediilor de transmisie bazate pe cupru și fibră optică, cablarea și testarea cablării UTP și a mecanismelor de acces la rețea.

2. Aparatura și suporturile utilizate

În cadrul acestei lucrări de laborator se vor utiliza

- PC în configurația: unitate centrală, monitor, tastatură, mouse;
- Aparat de măsură Fluke networks CableIQ Tester;
- Precizările din prezentul îndrumar de laborator.

3. Breviar teoretic

Așa cum am menționat în lucrarea anterioară, în cazul conversației între două stații de lucru frame-urile și pachetele de date pot traversa diferite segmente de rețea compuse din mai multe tipuri de medii de transmisie. În cadrul acestei lucrări se vor studia mediile de transmisie bazate pe cupru și fibră optică, rețelele fără fir (wireless) urmând a fi tratate într-o lucrare viitoare.

Nivelul Fizic este format din componente hardware, dezvoltate sub formă de circuite electrice, medii de transmisie și conectori. În acest sens este normal ca standardele ce guvernează la acest nivel să fie definite de organizații importante în domeniul ingineriei electrice și electronice.

Tehnologiile asociate nivelurilor 1 (Fizic) și 2 (Legătură de Date) corespundente modelului OSI sunt definite de organizații internaționale cu preocupări în standardizări din domeniul ingineriei electrice și electronice precum:

- International Organization for Standardization (ISO);
- Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE);
- American National Standards Institute (ANSI);
- International Telecommunication Union (ITU);
- Electronics Industry Alliance/Telecommunications Industry Association (EIA/TIA);
- Federal Communication Commission (FCC) în SUA.

3.1. Medii de transmisie bazate pe cupru

3.1.1. Cabluri coaxiale și torsadate

În transmisia de date, mediul de transmisie reprezintă calea fizică între emițător și receptor. Acesta trebuie să asigure performanțe superioare exprimate sub forma unor parametrii cum ar fi viteza de comunicare, rata de erori a transmisiei și costul.

Caracteristicile și calitatea unei transmisii de date depind atât de proprietățile mediului de transmisie cât și de cele ale semnalului propagat. Caracteristicile importante pentru determinarea performanțelor sunt:

- *lățimea de bandă* – reprezintă volumul de date transferate pe un canal de comunicație;
- *latența* – reprezintă timpul necesar unui semnal să străbată un segment de rețea de la sursă la destinație;
- *interferența* – generată de suprapuneri de semnale în aceeași bandă de frecvență, fapt ce poate genera distorsionarea semnalului;
- *numărul de receptori* – care presupune construirea de legături punct la punct sau partajate.

Principali parametri electrici ai mediilor de transmisie bazate pe cupru care influențează calitatea transmisiei de date sunt:

- *impedanța* – pentru transmisiile de date interesează nu doar valoarea impedanței la o frecvență dată ci și variația ei în funcție de frecvență;
- *viteza de propagare* - reprezintă un procent din viteza luminii;
- *atenuarea* – de acest parametru depinde comportarea la frecvențe înalte a canalului. Această valoare crește proporțional cu lungimea cablului.
- *diafonia* - reprezintă măsura influenței produse de un cablu asupra altui cablu aflat în vecinătate.

a. Cablul coaxial

Este mediul de transmisie cel mai versatil, utilizat într-o mare varietate de aplicații, de la transmisia telefonică pe distanțe lungi, rețele locale de calculatoare, până la distribuția semnalului TV și permite operarea pe un spectru larg de frecvențe.

În prezent, conceptele moderne de rețea înlocuiesc acest tip de cablu deoarece caracterizează un mediu de transmisie cu acces partajat, imposibil de utilizat în rețele de mare viteză cu legături de tip full-duplex și elemente de comutare rapide.

Cablul coaxial (figura 1) conține un miez de cupru izolat de al doilea conductor

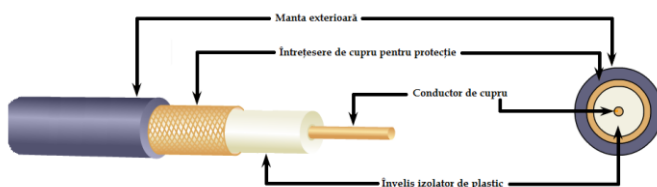


Fig. 1. Structura cablului Coaxial

exterior, realizat sub forma unui ecran dintr-o țesătură de fire subțiri. Principalele caracteristici ale cablului coaxial sunt:

- permite transmisie de semnale digitale și analogice;
- este rezistent la interferență magnetică.

Constrângerile principale legate de performanțe se referă la atenuarea introdusă, zgomotele intermodulare și încălzirea sa.

Cablul coaxial folosit în rețele locale de calculatoare are impedanța de 50 Ohmi și este de 2 tipuri:

- *cablul coaxial subțire* (RG58 în rețele IEEE 802.3 de tip **10BASE2**) este cel mai răspândit și utilizat pentru instalări de interior datorită unui raport preț/performanță bun;
- *cablul coaxial gros* (RG213 în rețele IEEE 802.3 tip **10BASE5**), denumit și "furtunul galben de udat grădina" datorită aspectului său, este utilizat pentru instalări de exterior datorită rezistenței mecanice mai mari și limitei ridicate de lungime.

Conectarea calculatoarelor la cablul coaxial se realizează prin două metode: folosind joncțiuni T sau conectori speciali numiți conector vampir care permit înfigerea lor în cablu fără a fi necesară tăierea acestuia. Conectorii (figura 2) sunt amplasați în cadrul unui dispozitiv numit transceiver și penetrează stratul izolator realizând contactul direct cu stratul conductor. Conexiunea de la transceiver la placa de rețea se realizează printr-un cablu de transceiver care se conectează la portul AUI (Attachment Unit Interface).



Fig.2. Conectori pentru cablul Coaxial

repetoare de semnal, standardele specificând exact distanța de amplasare a acestora. În cazul cablului coaxial subțire, distanța maximă este 185m iar în cazul cablului coaxial gros, distanța maximă este 500m.

Pentru transmisia analogică pe distanțe mari sunt necesare amplificatoare de semnal, iar pentru semnalele digitale sunt necesare

b. Cablul torsadat (twisted pair - TP)

Performanțele cablului coaxial au fost atinse și depășite pentru distanțe scurte de cablul torsadat, iar pe distanțe lungi de fibra optică. Cablul torsadat sau cablul cu perechi de fire de cupru răsucite (figura 3), prezintă un înveliș comun (cu sau fără ecranare) și este tipul de cablu cel mai utilizat în rețelele locale de calculatoare și telefonie. Răsucirea firelor are drept scop reducerea distorsiunilor magnetice, a interferențelor între perechile adiacente de cablu. Acest cablu acționează asemeni unei singure legături de comunicație. Pentru cablurile cu mai multe perechi de fire răsucite, pașii de răsucire trebuie să fie diferiți pentru fiecare pereche astfel încât să se elimine efectul de diafonie între perechi. Cablurile twisted pair pot fi utilizate într-o gamă foarte largă de frecvențe permițând transmisii de date de până la 125 Mbps, iar în rețele Gigabit oferă, pe distanțe scurte, performanțe comparabile cu fibra optică. Cablul TP reprezintă mediul de transmisie pentru semnale analogice și digitale utilizat de obicei în telefonie și rețele locale de calculatoare.

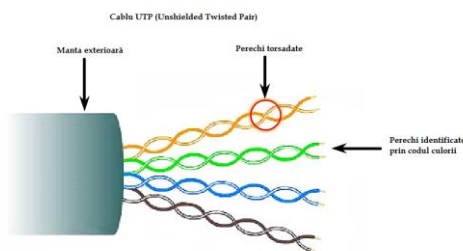


Fig. 3. Structura cablului UTP

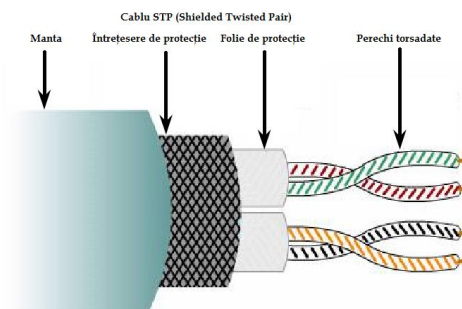


Fig.4. Structura cablului STP

Există trei tipuri de cabluri TP folosite în rețelele de calculatoare, fiecare având patru perechi de fire torsadate și permițând o distanță maximă de 100m:

- *cabluri ecranate* - STP (Shielded Twisted Pair - figura 4), care au ecranare pentru fiecare pereche de fire și pentru tot cablul. Aceste cabluri au o impedanță de 150 Ohmi, și sunt folosite în rețele de 10 și 100Mbps;
- *cabluri ScTP* (Screened UTP) sau *FTP* (Foiled Twisted Pair) care au doar ecranare pentru tot cablul. Aceste cabluri au o impedanță de 100 sau 120 Ohmi, și sunt utilizate în rețele cu viteze de 10 și 100Mbps.

- *cabluri neecranate UTP* (Unshielded Twisted Pair) care nu au ecranare. Este cel mai utilizat tip de cablu și are impedanța de 100 Ohmi, fiind utilizat în rețele cu viteze de 10, 100 și 1000Mbps.

Categoriile de cabluri torsadate folosite în transmisiile de date se diferențiază în funcție de destinația lor și de aria de utilizare:

- *Categoria 1* –cabluri pentru telefonia clasică, analogică;
- *Categoria 2* –cabluri pentru telefonia digitală și analogică, dar care nu oferă servicii de transmitere date la viteze superioare;
- *Categoria 3* - cabluri care pot fi folosite pentru LAN-uri de viteze obișnuite, de tip Ethernet 802.3, cu viteze de până la 16Mbps și a rețelelor Token Ring la 4Mbps;
- *Categoria 4* –cabluri cu performanțe ridicate, ale căror caracteristici de transmisie depășesc 20Mbps;
- *Categoria 5* –cabluri destinate rețelelor Fast Ethernet care operează la viteze de până la 100Mbps și este categoria cea mai frecvent utilizată, datorită performanțelor ridicate pe care le oferă;
- *Categoria 5e* –cabluri destinate rețelelor Gigabit Ethernet care operează la viteze de transmisie de până la 1Gbps;
- *Categoria 6* – destinate transmisiilor de date de până la 155Mbps;
- *Categoria 7* – destinate transmisiilor de date de până la 1Gbps.

Toate aceste clasificări nu se referă doar la cabluri ci și la întreaga conecctivă asociată: mufe, prize, patch panel-uri etc. Cablul torsadat permite realizarea de legături punct la punct, realizând topologii diverse ale rețelei de tip stea sau stea extinsă. Acest fapt oferă performanțe deosebite comparativ cu topologia de tip magistrală, realizată cu precădere folosind cablul coaxial.

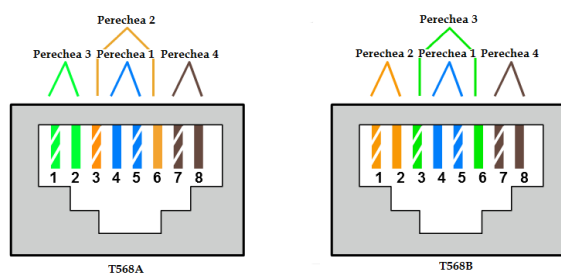


Fig. 5. Reprezentarea perechilor de fire torsadate

La cablarea UTP a rețelelor Ethernet și Fast Ethernet perechea de fire 1-2 se folosește pentru transmisie, iar perechea 3-6 pentru recepție. Acest tip de dispunere a firelor se numește MDI (Media Dependent Interface) sau dispunere normală (straight cable). În mod uzual firele se conectează după aceeași regulă la mufele din cele două capete ale cablului, caz în care cablul (patch cord) se numește

drept sau direct. În unele cazuri speciale trebuie inversată recepția cu transmisia pentru a face posibilă comunicarea, caz în care cablul (patch cord) se numește inversor. La cablarea UTP a rețelelor Gigabit Ethernet toate cele patru perechi de fire se folosesc atât pentru transmisie cât și pentru recepție. Cablurile UTP conțin patru perechi de fire torsadate fiecare pereche identificându-se printr-o culoare: albastru, oranj, verde și maro. Fiecare pereche conține un fir colorat și un fir alb combinat cu culoarea respectivă. Mufele folosite pentru acest cablu sunt mufe tată de tip RJ-45 conținând 8 pini corespunzători celor 8 fire. Privit din față, pinii sunt numerotați de la 1 în dreapta la 8 în stânga. Modul de conectare a firelor la pini determină tipul cablului. Există două standarde de conectare a firelor la mufa RJ-45: EIA/TIA-T568-A și EIA/TIA-T568-B (figura 5). Aceste conectări sunt prezentate mai jos, în tabele 1 și 2.

Așadar, pentru a obține un cablu (straight) drept sau direct ambele capete ale cablului trebuie mufate după același standard, iar pentru a obține un cablu inversor (crossover) fiecare capăt al cablului trebuie mufat după standarde diferite: unul dintre capete EIA/TIA-T568-A iar celălalt EIA/TIA-T568-B.

Tabelul 1. EIA/TIA-T568-A

Pin	Pereche	Funcție	Culoare fir	Folosit cu 10/100BASE-T	Folosit cu 100BASE-T4 și 1000 BASE-TX
1	3	Transmisie+	Alb/Verde	Da	Da
2	3	Transmisie-	Verde	Da	Da
3	2	Recepție+	Alb/Oranj	Da	Da
4	1	Nefolosit	Albastru	Nu	Da
5	1	Nefolosit	Alb/Albastru	Nu	Da
6	2	Recepție-	Oranj	Da	Da
7	4	Nefolosit	Alb/Maro	Nu	Da
8	4	Nefolosit	Maro	Nu	Da

Tabelul 2. EIA/TIA-T568-B

Pin	Pereche	Funcție	Culoare fir	Folosit cu 10/100BASE-T	Folosit cu 100BASE-T4 și 1000 BASE-TX
1	2	Transmisie+	Alb/Oranj	Da	Da
2	2	Transmisie-	Oranj	Da	Da
3	3	Recepție+	Alb/Verde	Da	Da
4	1	Nefolosit	Albastru	Nu	Da
5	1	Nefolosit	Alb/Albastru	Nu	Da
6	3	Recepție-	Verde	Da	Da
7	4	Nefolosit	Alb/Maro	Nu	Da
8	4	Nefolosit	Maro	Nu	Da

Cele mai importante dispozitive pasiveale cablării UTP sunt: mufa și jack-ul RJ-45, priza și patch panel-ul. Un jack RJ-45 este un dispozitiv cu opt conductori în care se conectează mufa RJ-45 și intră în componența prizelor și a patch panel-urilor. Calculatoarele se conectează la prize cu ajutorul patch cord-urilor, iar prizele sunt legate la patch panel care se află în dulapul de distribuție.

3.1.2. Fibre optice și elemente componente

În ultimii ani, odată cu scăderea prețului fibrei optice și a echipamentelor de comunicație corespunzătoare, aceasta a devenit mediul de comunicație preferat pentru noile conexiuni de exterior, de mare viteză, folosindu-se în unele cazuri și în interiorul clădirilor.

Fibra optică conține un fir foarte subțire, de ordinul zecilor de microni (μ), numit miez, care constituie un ghid de undă pentru lumină, realizat din sticlă obținută dintr-o combinație de dioxid de siliciu și alte elemente. Există două tipuri constructive și funcționale de fibră optică: multimod – la care indicele de refracție scade de la centru spre exterior și monomod – la care indicele de refracție este constant.

Miezul este îmbrăcat într-un strat de protecție (cladding) realizat din dioxid de siliciu având un indice de refracție mai mic decât al miezului. La rândul său, pentru a proteja acest strat, acesta este îmbrăcat într-un strat tampon care este acoperit de un material întărit, de obicei Kevlar, care conferă rezistență fibrei în momentul instalării. Învelișul exterior este mantaua care protejează fibra împotriva acțiunii factorilor externi.

În cazul fibrei optice multimod culoarea mantalei este, de obicei, portocalie, iar în cazul fibrei optice monomod este galbenă. Fiecare cablu de fibră optică este compus din două fibre învelite separat, o fibră fiind folosită pentru transmisie și alta pentru recepție, asigurându-se

o legatură full-duplex. Un cablu de fibră optică poate conține de la 2 până la 48 de fibre separate învelite într-o teacă. Figura 6 structurează un fir de fibră optică.

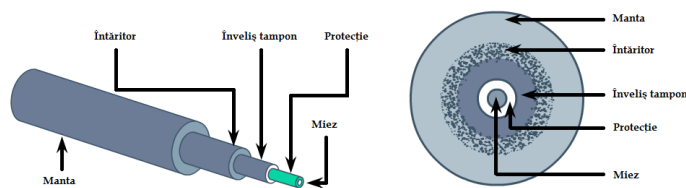


Fig. 6. Structura fibrei optice

Pentru ca semnalul luminos să fie reflectat fără pierderi trebuie îndeplinite două condiții: fibra optică să aibă un indice de refracție mai mare decât materialul care o înconjoară, iar unghiul de incidență al semnalului luminos să fie mai mare decât unghiul critic al fibrei și al stratului de protecție.

Unghiul de incidență al semnalului luminos poate fi controlat cu ajutorul următorilor doi factori:

- apertura numerică a fibrei – care reprezintă gama unghiurilor semnalului luminos pentru care reflexia este totală;
- modurile – reprezentate de căile pe care semnalul luminos le poate urma.

Miezul fibrei multimod are un diametru suficient de mare încât să permită mai multe căi de transmisie a semnalului luminos. Cablurile de fibră optică multimod standard folosesc un miez cu diametrul de $62,5\mu$ sau 50μ și învelișul cu diametrul de 125μ . Acestea sunt de obicei referite ca și fibre optice de $62,5/125\mu$ sau $50/125\mu$. Sursele de lumină folosite la transmisie prin fibra multimod sunt Infrared Light Emitting Diode (LED) sau Vertical Cavity Surface Emitting Lasers (VCSEL). Din punct de vedere al costurilor LED-urile sunt mai ieftine și necesită mai puține măsuri de siguranță decât laserele. Dezavantajul LED-urilor constă în faptul că nu pot transmite semnalele luminoase la distanțe la fel de mari ca și laserele. Fibra multimod de $62,5/125$ poate transmite date la distanțe de până la 2000m, iar pierderea de semnal pe km de fibră optică multimod este specificată de producător și are valori cuprinse în intervalul 1-2dB/km.

Miezul fibrei monomod are un diametru mult mai mic și permite doar o singură cale de transmisie a semnalului luminos, acesta fiind transmis în linie dreaptă prin mijlocul miezului. Cablurile de fibră optică monomod folosesc un miez cu diametrul între 8μ și 10μ , cele mai utilizate având un diametru de 9μ și învelișul cu diametrul de 125μ . Acestea sunt de obicei referite ca și fibre optice de $9/125\mu$. Sursa luminoasă utilizată la transmisia prin fibra monomod este laserul infraroșu. În cazul utilizării fibrei optice monomod se recomandă precauție, deoarece laserul ca și sursă de lumină poate afecta ochii. Fibra monomod poate transmite date la distanțe de până la 3000m, iar pierderea de semnal pe km este specificată de producător și are o valoare de aproximativ 0,5dB/km.

În cazul fibrei optice calitatea semnalului luminos este influențată pe lângă propagare de alte două fenomene principale: atenuare și dispersie. Atenuarea sau absorbția se datorează în principal prezenței ionilor hidroxil -OH și a diferiților ioni de metale. De asemenea, lumina poate fi împrăștiată de microcristale, care se formează la răcirea sticlei. Atenuarea limitează utilizarea fibrei optice în lungime.

Dispersia sau lărgirea lățimii impulsurilor se datorează în cazul fibrei multimod lungimii diferite pe care o au diferitele moduri și limitează utilizarea fibrei optice în frecvență sau lărgime de bandă. O altă formă de dispersie este cea cromatică și este datorată variației indicelui de refracție în funcție de culoarea sau lungimea de undă a luminii.

Transmițătoarele pentru fibra optică convertesc semnalele electrice în pulsuri luminoase echivalente și se împart în două categorii principale în funcție de tipurile de surse de lumină folosite:

- LED-ul - care produce lumina în infraroșu având lungimea de undă de 850nm sau 1310nm, folosit la transmisia prin fibre multimod. Cuplarea la fibra optică poate fi îmbunătățită prin utilizarea unei lentile sferice;
- dioda semiconductoră LASER - care produce lumina în infraroșu având lungimea de undă de 1310nm sau 1550nm, folosită cu fibre multimod sau monomod.

Pentru LED-uri există două tipuri constructive de bază: cu emisie pe suprafață și cu emisie pe muchie. La transmisia LED cu emisie pe suprafață, emisia luminii are loc perpendicular pe planul joncțiunii printr-un strat subțire, transparent, într-un spectru geometric radial. La transmisia LED cu emisie pe muchie lumina este emisă într-un plan paralel cu joncțiunea la muchia semiconductorului. Spectrul de emisie a unui LED este cuprins între 25-40 μm pentru lungimi de undă mici și 50-100 μm pentru lungimi de undă mai mari.

Diodele semiconductoră LASER, diode laser (LD), se obțin prin introducerea unui LED într-o cavitate rezonantă optic. Efectul de LASER apare numai la existența unui curent direct, suficient de mare pentru a se realiza o inversare de populații a electronilor și a golurilor din cele două benzi energetice de conducție și de valență. Valoarea de curent de la care apare acest efect se numește curent limită. Sub acest curent dispozitivul se comportă ca un LED obișnuit. Deoarece semnalul luminos emis de un laser este mult mai coerent decât cel emisă de un LED, eficiența de cuplare la fibra optică este superioară. De asemenea puterea optică captată de la un laser este mai mare decât cea emisă de LED. Timpul de viață al ambelor dispozitive este egal și de ordinul a 10 milioane ore.

Receptoarele pentru fibra optică convertesc pulsurile luminoase în semnale electrice echivalente. Dispozitivele semiconductoră folosite de obicei de receptoarele pentru fibra optică se clasifică în două tipuri: simple și cu câștig intern. Aceste dispozitive sunt sensibile la lungimile de undă ale luminii de 850, 1310 și 1550nm, lungimi de undă folosite de transmițătoarele pentru fibra optică.

Pentru a conecta fibre, cu scopul realizării unei fibre mai lungi se folosesc joncțiuni. Joncțiunile sunt de două tipuri: mecanice și de fuziune. Atenuările introduse sunt de ordinul a 0.5dB la joncțiunile mecanice și de 0.1dB la cele de fuziune. La joncțiunile mecanice cele două capete de fibră, atent tăiate, curățate și șlefuite sunt prinse într-o montură mecanică rigidă care le fixează una față de cealaltă într-un ansamblu imobil. Joncțiunile de fuziune se execută prin încălzirea aproape până la punctul de topire. În acest moment cele două fibre sunt lipite una de alta și răcite. Aceste operații sunt precedate de operații de tăiere și finisare a capetelor și de aliniere prealabilă a celor două capete de sudat.

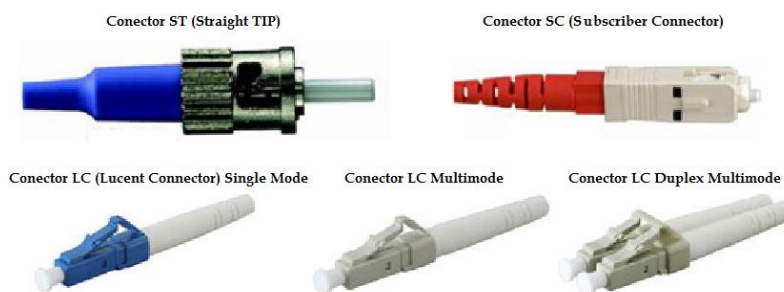


Fig. 7. Conectori pentru fibra optică

Conectorii pentru fibra optică (figura 7) permit conectarea fibrelor la porturi. Cei mai utilizați conectori sunt SC (Subscriber Connector) pentru fibre optice multimod și ST (Straight Tip) pentru fibre optice monomod. Atenuarea introdusă de un conector

optic, chiar de calitate superioară este mai mare decât cea introdusă de o joncțiune, având valori de aproximativ 1dB. Conectorii sunt echipamente mecanice de mare precizie și de obicei un capăt al fibrei se află în conector iar unul este liber. În acest caz atașarea unui

conector se reduce la execuția unei joncțiuni. O astfel de soluție este de obicei mai avantajoasă decât montarea unui conector direct pe capătul fibrei deoarece conectorii prefabricați asigură o precizie de montare mult mai mare. O categorie specială de conectori o constituie cordoanele optice de distribuire sau legătură. Acestea sunt fibre optice speciale cu conectori la ambele capete care permit raze de curbură a fibrei mici de ordinul 2,5-5 cm. Culoarea acestora este galbenă pentru fibra monomod și portocalie pentru fibra multimod.

Repetoarele sunt amplificatoare optice care receptionează semnalele luminoase atenuate ca urmare a distanței parcurse prin traseul de fibră optică, refac forma, puterea și parametrii de timp a acestor semnale și le transmit mai departe.

Patch panel-urile pentru fibră optică sunt similare patch panel-urilor pentru cablul de cupru mărind flexibilitatea rețelelor optice.

Instalarea incorectă a fibrelor optice are ca și rezultat creșterea atenuării semnalului optic. Intinderea sau curbarea exagerată a fibrei optice poate cauza mici fisuri ale miezului care vor dispersa semnalul luminos. Curbarea exagerată a fibrei optice poate avea ca urmare scăderea unghiului incident al semnalului luminos sub unghiul critic de reflexie totală. Pentru instalarea conectorilor capetele fibrei trebuie tăiate și finisate. După instalare, capetele fibrelor optice, conectorii și porturile de fibră trebuie păstrate curate pentru a nu introduce atenuări. Înaintea folosirii cablurilor de fibră optică, trebuie testată atenuarea introdusă de acestea. La proiectarea unei legături pe fibră optică, trebuie calculată pierderea puterii semnalului care poate fi tolerată cunoscut sub denumirea de buget de pierdere a legăturii optice. Pierderea puterii semnalului optic se măsorează în decibeli (dB).

Pentru testarea unei legături prin fibră optică există mai multe procedee: procedeul de măsurare a puterii optice la ieșire, procedeul OTDR și testul BER de rată a erorilor.

3.2. Controlul accesului la rețea

Controlul accesului la mediul de transmisie se realizează în funcție de mediul de transmisie și în funcție de topologia de rețea.

În cazul conexiunilor fizice punct la punct, accesul la mediul de transmisie este ușor de realizat deoarece cei doi parteneri de comunicație folosesc canale separate pentru a transmite și primi date. Acest gen de conexiune este cel mai des întâlnită în cadrul conexiunilor de tip WAN, în afara rețelei locale.

În rețelele de comunicație de tip *shared media* (cu mediul de transmisie partajat) accesul la mediul de transmisie se realizează concurențial, pe bază de competiție. În acest caz funcționează regula primului venit, adică primul dispozitiv care dorește să transmită date în rețea este primul servit, restul așteptând eliberarea canalului de comunicație. În aceste rețele de tip *shared media*, cea mai utilizată tehnologie este cea a jetonului (token) și este specifică rețelelor bazate pe cablare cu cablu coaxial – Token Ring și Token Bus.

Implementările ulterioare au condus la dezvoltarea tehnologiilor CSMA (Carrier Sense Multiple Acces) și CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection). Carrier Sense (detectarea purtătoarei) presupune detectarea semnalului pe mediul de transmisie și așteptarea în vederea transmisiei până la eliberarea liniei de comunicații. Această componentă permite accesul multiplu (Multiple Access), concurențial, la mediul de transmisie. În acest caz, o stație care dorește să transmită ascultă rețeaua, iar dacă este liberă transmite cadrele de date. Datorită delay-ului plăcii de rețea este posibil ca două sau mai multe stații care doresc să depună date pe mediul de transmisie să transmită simultan. În acest context, biții se vor întâlni la un moment dat pe mediul de transmisie apărând fenomenul de coliziune. În urma producerii coliziunii va lua naștere un semnal modificat pe

care receptorul nu îl va putea interpreta corect și va rejecta, arunca, cadrele necunoscute. Astfel, pot apărea pierderi semnificative de pachete. Pentru a se evita escaladarea și perpetuarea fenomenului de coliziune a fost introdusă componenta Collision Detection (detectarea coliziunilor) care presupune ca atunci când se produce o coliziune, dispozitivele care au transmis simultan mesajul să transmită un semnal de tip JAM (gâtuire), astfel încât partenerii de comunicație din rețea să recunoască evenimentul, și să pornească un backoff timer (timp de așteptare pentru retransmisie). Acest timp de așteptare este setat aleatoriu, iar dacă la retransmisie are loc din nou o coliziune este incrementat.

Mecanismul descris este specific implementărilor timpurii a rețelelor de tip Ethernet, în care echipamentul central al nodului de comunicație era reprezentat de hub, și este definitoriu comunicării half duplex. De altfel, Ethernetul reprezintă cea mai utilizată tehnologie în rețelele de calculatoare.

Standardul Ethernet separă funcțiile Nivelului 2 - Legătură de date în două subniveluri distincte: LLC (Logical Link Control) și MAC (Media Access Control). Funcțiile descrise în cadrul modelului OSI pentru nivelul Legătură de date sunt asignate celor două subnivele, iar utilizarea acestora contribuie semnificativ la compatibilizarea echipamentelor și dispozitivelor care participă la comunicație în rețelele de date. Standardul IEEE 802.2 descrie funcțiile

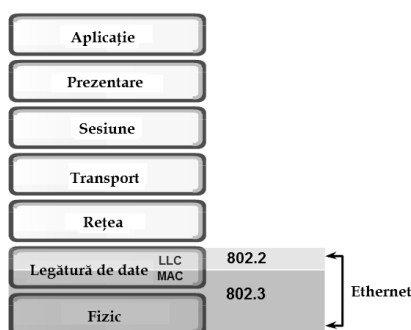


Fig. 8. Nivelul operațional al tehnologiei Ethernet în cadrul Modelului OSI

Subnivelul Logical Link Control (LLC - controlul logic al legăturii de date) este relativ independent de prescripțiile fizice ale echipamentelor utilizate în procesul de comunicație. Rolul acestui subnivel este acela de a face trecerea de la nivelurile superioare ale stivei de protocoale, din planul logic al nivelurilor, către nivelurile inferioare, în planul fizic.

Ethernetul operează în cadrul a două niveluri ale modelului OSI. După cum se observă și din figura 8 prescripțiile Ethernet sunt implementate în subnivelul inferior al nivelului Legătură de date, MAC - Media Access Control (Controlul Accesului la Mediul de Transmisie) și în cadrul nivelului Fizic.

Într-o rețea Ethernet frame-urile (cadrele de date) sunt transmise tuturor host-urilor din rețea. În acesta context se pune problema identificării corecte a partenerilor de comunicație. Elementul cheie al acestei identificări îl reprezintă adresa MAC. Adresa MAC este unică, este o adresă reprezentată pe 48 biți/ 6 bytes, exprimată în hexadecimale, și se mai numește și BIA (burned in address). Primii 24 de biți reprezintă OUI (organizational unique identifier - identificatorul organizației producătoare), iar ultimii 24 de biți reprezintă numărul de serie alocat de producător interfeței de rețea respective.



Fig. 9. Formatul frame-ului Ethernet și al frame-ului IEEE802.3

Pentru a înțelege importanța adresei MAC este necesar să aruncăm o privire asupra componentei frame-ului Ethernet. La formarea cadrului de date Ethernet (figura 9) se adaugă pachetului de date de la Nivelul 3 - Rețea header și trailer. Headerul (antetul) conține câmpurile:

- *preamble* (preambul) pe o lungime de 7 bytes - folosit pentru sincronizarea dispozitivelor care

comunică;

- *start of frame* delimiter (delimitator pentru începutul cadrului de date) - 1 byte;
- *destination address* (adresa de destinație) - 6 bytes - reprezintă adresa MAC a dispozitivului destinație;
- *source address* (adresa sursă) - 6 bytes - reprezintă adresa MAC sursă, a dispozitivului de la care provine cadrul de date;
- *length / type* (lungime / tip) - 2 bytes - reprezintă lungimea frame-ului dacă are o valoare mai mică de 1536 sau 0x600 și indică protocolul implementat dacă are o valoare mai mare de 1536 / 0x600.

Trailerul (blocul adițional) cadrului de date Ethernet conține câmpul *FCS (frame check sequece)* pe o lungime de 4 bytes și indică suma de control, valoarea care trebuie să fie egală cu calculul CRC (cyclic redundancy check).

Câmpul *802.2 header and data/data and pad fields* are o lungime cuprinsă între 46 și 1500 bytes și este PDU (Protocol Data Unit) pachetul de date provenit de la Nivelul 3.

Rețelele moderne, de tip Fast Ethernet sau Gigabit Ethernet sunt rețele de tip Full Duplex, au la dispoziție canale de comunicație separate atât pentru transmisia cât și pentru recepția de date. În cazul acestor rețele controlul accesului la rețea este efectuat de echipamente active de Nivel 2: switch-uri. Switch-urile sunt echipamente "inteligente" dotate cu procesor și memorie, la nivel hardware, și sistem de operare la nivel software. Modul de funcționare și posibilitățile de configurare ale switch-urilor vor fi abordate într-o lucrare viitoare.

4. Desfășurarea lucrării

- 4.1. Se va realiza mufarea și testarea mai multor cabluri UTP directe (straight trough) și cabluri inversoare (cross over).
- 4.2. Folosindu-se un cablu inversor se va testa conectivitatea dintre două calculatoare.
- 4.3. Se vor discuta caracteristicile diferitelor tipuri de fibre și componente optice și aspectele referitoare de cablarea rețelelor de calculatoare folosindu-se acest mediu de transmisie.
- 4.4. Se vor discuta principalele aspecte referitoare la tehnologiile și mecanismele de control al accesului la mediul de transmisie.

5. Bibliografie și resurse

1. **Hallbarg, Bruce.** *Rețele de calculatoare.* Rosetti Educational, 2006;
2. **Tanenbaum, Andrew S.** *Computer Networks.* Prentice Hall, 2003.
3. <http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.2-1998.pdf>
4. <http://standards.ieee.org/regauth/groupmac/tutorial.html>
5. <http://standards.ieee.org/regauth/llc/llctutorial.html>
6. http://www.wildpackets.com/support/compendium/reference/sap_numbers
7. <http://standards.ieee.org/getieee802/802.3.html>