

8. Nivelul Fizic

8.0. Introducere în capitol

8.0.1. Introducere

Protocoloalele OSI de niveluri superioare pregătesc datele din rețeaua umană pentru a fi transmise către destinația lor. **Nivelul Fizic controlează modul în care datele sunt transmise folosind mediile de comunicații.**

Rolul Nivelului Fizic este acela de a codifica cifrele binare care reprezintă cadrele Nivelului Legătură de date în semnale și să transmită și să recepționeze acele semnale peste mediile fizice - fire de cupru, fibră optică sau fără fir - care conectează echipamentele de rețea.

Acest capitol introduce funcțiile generale ale Nivelului Fizic și de standardele și protocoalele care gestionează transmiterea datelor peste mediile fizice locale.

Obiective:

- explicarea rolului protocoalelor și serviciilor Nivelului Fizic în sprijinirea comunicațiilor în rețelele de date
- descrierea scopului semnalizării Nivelului Fizic și codificării utilizate în rețele
- descrierea rolului și semnalelor utilizate pentru a reprezenta un cadru ce este transportat pe mediile locale
- identificarea principalelor caracteristici ale firelor de cupru, fibrei optice și mediilor *wireless*
- descrierea mediilor de rețea uzuale

8.1. Nivelul Fizic – semnalele comunicației

8.1.1. Nivelul Fizic – scop

Nivelul Fizic OSI furnizează mijloacele pentru transportul prin rețea al biților care alcătuiesc cadrele de la Nivelul Legătură de date. Acest nivel acceptă un întreg cadru de la Nivelul Legătură de date și îl codifică într-o serie de semnale care sunt transmise pe mediile locale. Biții codificați care alcătuiesc un cadru sunt recepționați fie la dispozitivul destinație, fie de un dispozitiv intermediar.

Livrarea cadrelor pe un mediu local necesită următoarele elemente ale Nivelului fizic:

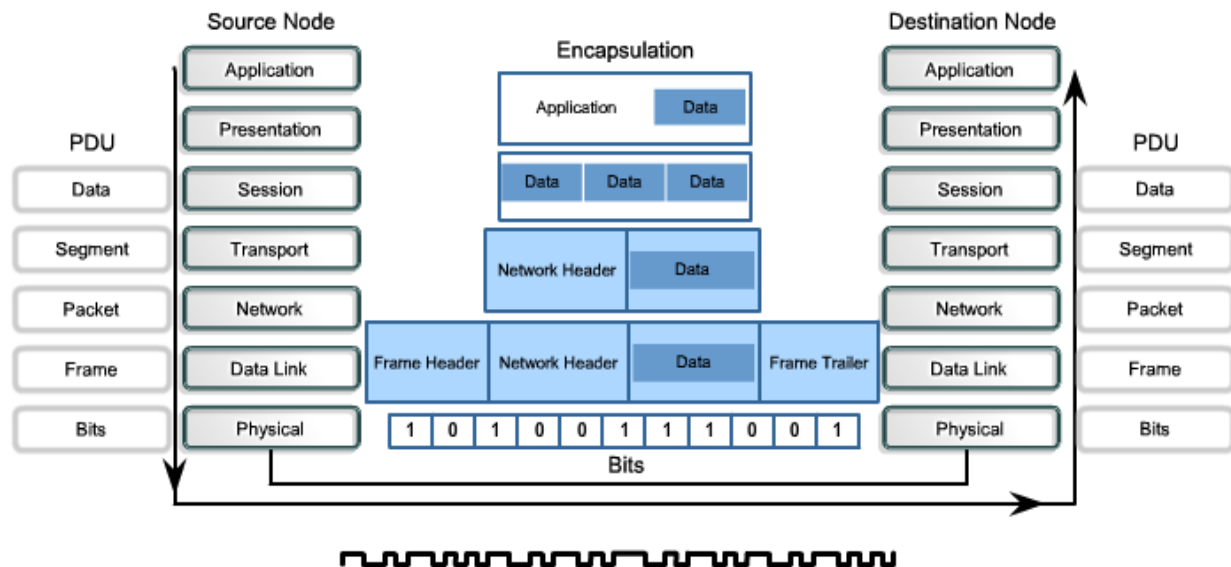
- un mediu fizic și conectorii asociați
- o reprezentare a biților în mediu
- o codificare a datelor și a informațiilor de control
- circuite de transmisie și recepție pe echipamentele de rețea

La acest nivel al procesului de comunicație, datele utilizator au fost segmentate de Nivelul Transport, au fost plasate în pachete de Nivelul Rețea și apoi au fost încapsulate în cadre de

Nivelul Legătură de date. **Scopul Nivelului Fizic este de a crea semnalele electrice, optice sau microunde care reprezintă biții din fiecare cadru.** Aceste semnale sunt apoi transmise pe mediu, câte unul la un moment dat (serial).

De asemenea, rolul Nivelului fizic este de a recupera aceste semnale din mediu, a le reface în reprezentarea lor binară și a transmite biții ca un cadru complet către Nivelul Legătură de date.

Figura următoare ilustrează toate aceste etape ale procesului.



8.1.2. Nivelul Fizic – operare

Mediul nu transporta cadrul de date ca o entitate unică. Mediul transportă semnale, câte unul la un moment dat, pentru a reprezenta biții care alcătuiesc cadrul.

Există trei tipuri de bază de medii de rețea pe care se pot reprezenta datele:

- cabluri de cupru
- fibră optică
- *wireless*

Reprezentarea biților - adică, tipul de semnal - depinde de tipul de mediu. Pentru mediile de cupru, semnalele **sunt tipare de impulsuri electrice**. Pentru fibra optică, semnalele sunt **tipare de lumină**. Pentru mediile wireless semnalele sunt **tipare de transmisii radio**.

Identificarea unui cadru

Atunci când Nivelul Fizic codifică biții în semnale pentru un anumit mediu, trebuie să distingă unde se termină un cadru și unde începe următorul cadru. Altfel, echipamentele nu vor recunoaște în mediu când un cadru a fost recepționat complet. În acest caz, echipamentul destinație va recepționa doar un șir de semnale și nu va fi capabil să reconstituie cadrul în mod corespunzător. Așa cum s-a spus în capitolul anterior, indicarea începutului de cadru și al sfârșitului este adesea o funcție a Nivelului Legătură de date. Totuși, în multe tehnologii, Nivelul

Fizic poate să adauge propriile semnale care să indice aceste lucruri.

Pentru a permite unui dispozitiv se recunoască clar marginea unui cadru, echipamentul de transmisie adaugă semnale destinate începutului și sfârșitului de cadru. Aceste semnale reprezintă anumite tipare de biți folosite doar pentru a indica începutul și sfârșitul cadrului.

Procesul codificării unui cadru din biții logici în semnale pe mediile de comunicații sunt acoperite în detaliu în secțiunile următoare.

8.1.3. Nivelul Fizic – standarde

Nivelul Fizic constă în **hardware**, dezvoltat de ingineri sub formă de **circuite electrice, medii și conectori**. Așadar, este adecvat ca standardele ce guvernează acest hardware să fie definite de organizații ingineresti importante în domeniul electric și al comunicațiilor.

Prin comparație, protocoalele și operațiile la nivelurile superioare sunt efectuate prin software și sunt proiectate de ingineri din domeniul IT. Așa cum s-a văzut în capitolul anterior, suita de protocoale TCP/IP a fost dezvoltată de IETF prin RFC.

În mod similar, tehnologiile asociate cu nivelul Legătură de date și Nivelul Fizic sunt definite de organizații ca: ISO, IEEE, ANSI, EIA/TIA, FCC (*Federal Communcation Commission*) – USA.

Tehnologii și hardware la Nivelul Fizic

Tehnologiile definite de aceste organizații includ patru zone de standarde la Nivelul Fizic:

- proprietățile fizice și electrice ale mediilor
- proprietățile mecanice (materiale, dimensiuni, pini) ale conectorilor
- reprezentarea biților prin semnal (codificare)
- definirea semnalelor pentru informațiile de control

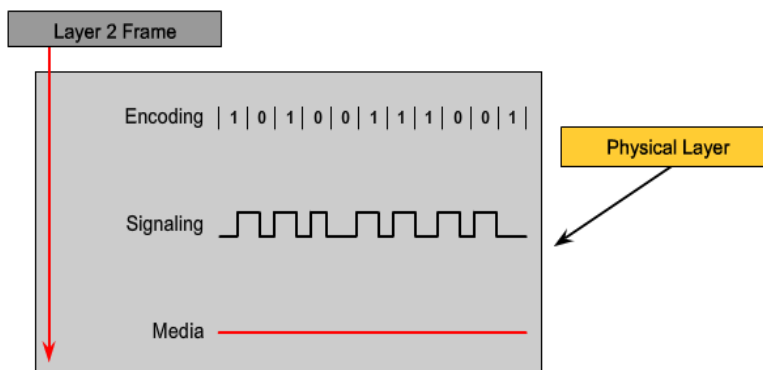
Componentele hardware cum sunt plăcile de rețea, interfețele și conectorii, cablurile și proiectarea acestora sunt definite de standardele asociate Nivelului Fizic.

8.1.4. Principii fundamentale ale Nivelului Fizic

Cele trei funcții fundamentale ale Nivelului Fizic sunt:

- componentele fizice
- codificarea datelor
- semnalizarea

Elementele fizice sunt echipamentele hardware electronice, mediile și conectorii și transmit și propagă semnalul ce reprezintă biții.



Codificarea este o metodă de convertire a fluxului de biți de date într-un cod predefinit. **Codurile** reprezintă grupări de biți care furnizează un **tipar predictibil** care poate fi recunoscut atât de emițător cât și de receptor. Utilizarea tiparelor predictibile ajută la distingerea biților de date de biții de control și furnizează o mai bună detecție a erorilor.

În plus, la crearea codurilor pentru date, metodele de codificare la Nivelul Fizic încearcă să furnizeze coduri cu scop de control pentru identificarea începutului și sfârșitului cadrului. Gazda va transmite un tipar specific sau un cod pentru a identifica începutul și sfârșitul cadrului.

Semnalizarea Nivelul Fizic trebuie să genereze reprezentările electrice, optice sau *wireless* ale lui 1 și 0. Metoda de reprezentare a biților este numită metodă de semnalizare. Standardele Nivelului Fizic trebuie să definească ce tip de semnal reprezintă un 0 și ce tip un 1. Acest lucru poate fi la fel de simplu ca modificarea palierului semnalului electric sau impulsului optic sau chiar metode mai complexe de semnalizare.

În următoarele secțiuni se vor examina diferite metode de semnalizare și codificare.

8.2. Semnalizarea și codificarea fizică: reprezentarea biților

8.2.1. Semnalizarea biților pentru mediu

În cele din urmă, toate comunicațiile din rețeaua umană se transformă în cifre binare, care sunt transportate individual prin mediul fizic.

Deși toți biții care alcătuiesc cadrul sunt prezentați Nivelului Fizic ca o unitate, transmisia cadrului prin mediu se desfășoară ca un flux de biți trimiși unul câte unul. Nivelul Fizic reprezintă fiecare bit din cadru ca un semnal. Fiecare semnal plasat pe mediu are un anumit timp în care ocupă mediul. Acest timp se numește **timp de bit**. Semnalele sunt procesate de echipamentul receptor și transformate înapoi în reprezentarea ca biți.

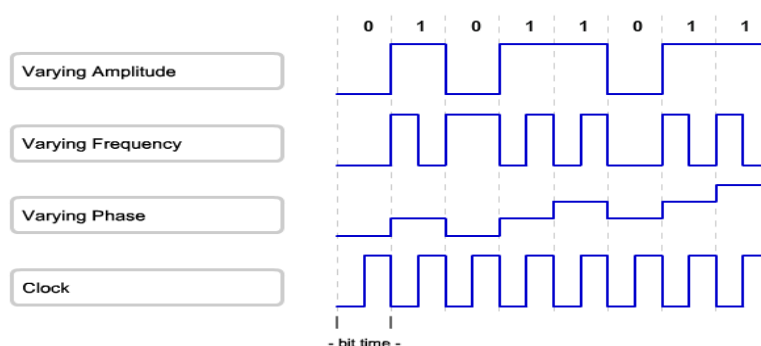
La Nivelul Fizic nodului receptor, semnalele sunt convertite înapoi în biți. Biții sunt apoi examinați de la începutul cadrului până la sfârșitul acestuia pentru a se verifica dacă s-a recepționat un cadru complet. Nivelul Fizic livrează apoi toți biții către Nivelul Legătură de date.

Livrarea cu succes a biților necesită și unele metode de sincronizare între emițător și receptor. Semnalele care reprezintă biții trebuie examinate la anumite momente de timp în timpul de bit pentru a determina în mod corespunzător dacă este reprezentat un "0" sau un "1". Sincronizarea se realizează prin utilizarea unui ceas. În LAN-uri, fiecare capăt al transmisiei menține propriul ceas. Mai multe metode de semnalizare utilizează tranziții predictibile ale semnalului pentru a furniza sincronizarea dintre ceasurile echipamentelor emițători și receptor.

Metode de semnalizare

Biții sunt reprezentați pe mediu prin modificarea unuia sau mai multor caracteristici ale semnalului:

- amplitudine
- frecvență
- fază



Natura semnalelor care reprezintă biții pe mediu vor depinde de metoda de semnalizare utilizată. Unele metode pot utiliza un atribut al semnalului pentru a reprezenta un singur **0** și utilizează un alt atribut al semnalului pentru a reprezenta un singur **1**.

De exemplu, metoda de semnalizare fără revenire la zero (NRZ - *Non-Return to Zero*), un 0 poate fi reprezentat de un nivel de tensiune, în timpul de bit iar un 1 ar putea fi reprezentat de un alt nivel de tensiune pe mediu, în timpul de bit.

Există și metode de semnalizare care utilizează tranziții, sau absența tranzițiilor, pentru a indica un nivel logic. De exemplu, codificarea Manchester indică un **0** prin o trecere de la un nivel de tensiune mai mare la unul mai mic la mijlocul intervalului timpului de bit. Pentru un **1** are loc o tranziție de la un nivel de tensiune mai mic la un nivel mai mare la mijlocul timpului de bit.

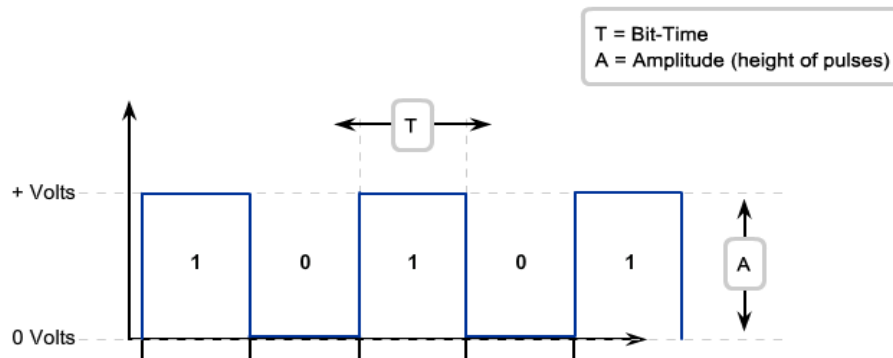
Metoda de semnalizare utilizată trebuie să fie compatibilă cu un standard astfel încât receptorul să poată detecta și decodifica semnalul. Standardul conține un acord între emițător și receptorul privind modul în care e reprezentă 1 și 0. Dacă nu există un acord de semnalizare - adică, dacă se utilizează standarde diferite la fiecare capăt al transmisiei - comunicația de pe mediul fizic va eșua.

Metodele de semnalizare pentru a reprezenta biții pe mediu pot fi complexe. Vor fi analizate două din cele mai simple tehnici pentru a ilustra conceptul.

Semnalizarea NRZ

Ca un prim exemplu, se va examina o metodă simplă de semnalizare, NRZ – Fără revenire la zero. În NRZ, fluxul de biți este trimis ca o serie de valori de tensiune ca în figura de mai jos.

O tensiune joasă reprezintă o valoare logică **0** și o tensiune mare reprezintă o valoare logică **1**. Domeniul de tensiuni depinde de standardul utilizat la Nivelul Fizic.



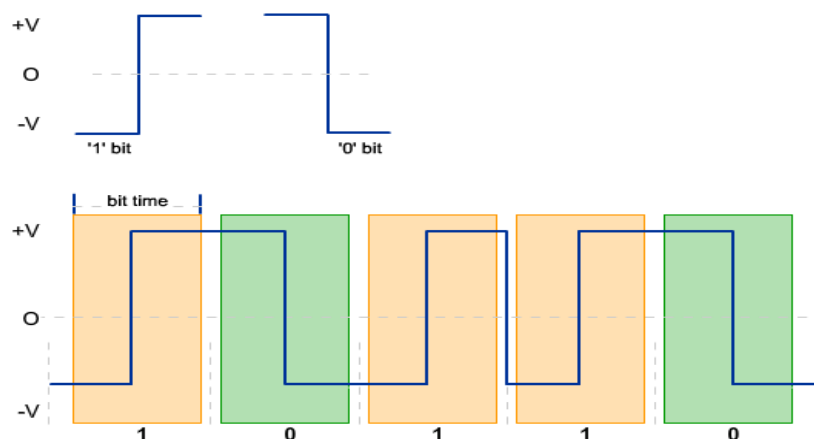
Această metodă simplă de semnalizare este potrivită doar pentru legături de viteză mică. Semnalizarea NRZ utilizează în mod ineficient lățimea de bandă și este susceptibilă la interferențe electromagnetice. În plus, limitele dintre biți se pot pierde în cazul în care sunt șiruri lungi de 1 sau 0 consecutivi. În acest caz, nu se detectează tranziții de tensiune pe mediu. Așadar, nodul receptor nu are o tranziție pentru a se resincroniza cu nodul emițător.

Semnalizarea Manchester

În loc de a reprezenta biții ca pulsuri ale valorilor tensiunii, în schema Manchester, valorile biților sunt reprezentate ca tranziții de tensiune.

De exemplu, o tranziție de la o tensiune mai mică la o tensiune mai mare reprezintă un bit de valoare 1. O tranziție de la tensiune mai mare la o tensiune mai mică reprezintă un bit de valoare 0.

După cum se poate vedea în figură, o tranziție de tensiune trebuie să aibă loc la mijlocul timpului de bit. Această tranziție poate fi utilizată pentru a asigura că timpii de biți de la nodurile



receptoare sunt sincronizate cu nodul emițător.

Tranziția de la mijlocul timpului de bit va fi ori în sus ori în jos pentru fiecare unitate de timp în care un bit este transmis. Pentru valori consecutive, tranzițiile de la frontieră pregătesc tranziția corespunzătoare de la mijlocul timpului de bit.

Deși codificarea Manchester nu este eficientă la viteze mari de semnalizare, este metoda utilizată pentru Ethernet 10BaseT (Ethernet pe cablu torsadat, la 10 Mbps)

8.2.2. Codificarea – gruparea biților

În secțiunea anterioară a fost descris procesul de semnalizare ca fiind modalitatea în care sunt reprezentați biții pe mediul fizic. În această secțiune, se va utiliza termenul de **codificare** pentru a desemna reprezentarea grupării simbolice a biților înainte de a fi prezentați mediului. Prin utilizarea pasului de codificare înainte de a pune semnalele pe mediu, se îmbunătățește eficiența pentru transmisiile de date la viteze mai mari.

Pe măsură ce crește viteza de transmisie mediu, crește posibilitatea ca datele să fie corupte. Prin utilizarea grupurilor de codificare, se pot detecta erorile mult mai eficient. În plus, pe măsură ce crește cererea pentru viteză, se caută modalități de a reprezenta mai multe date pe mediu, utilizând mai puțini biți. Grupurile de codificare furnizează o metodă pentru a face această reprezentare a datelor.

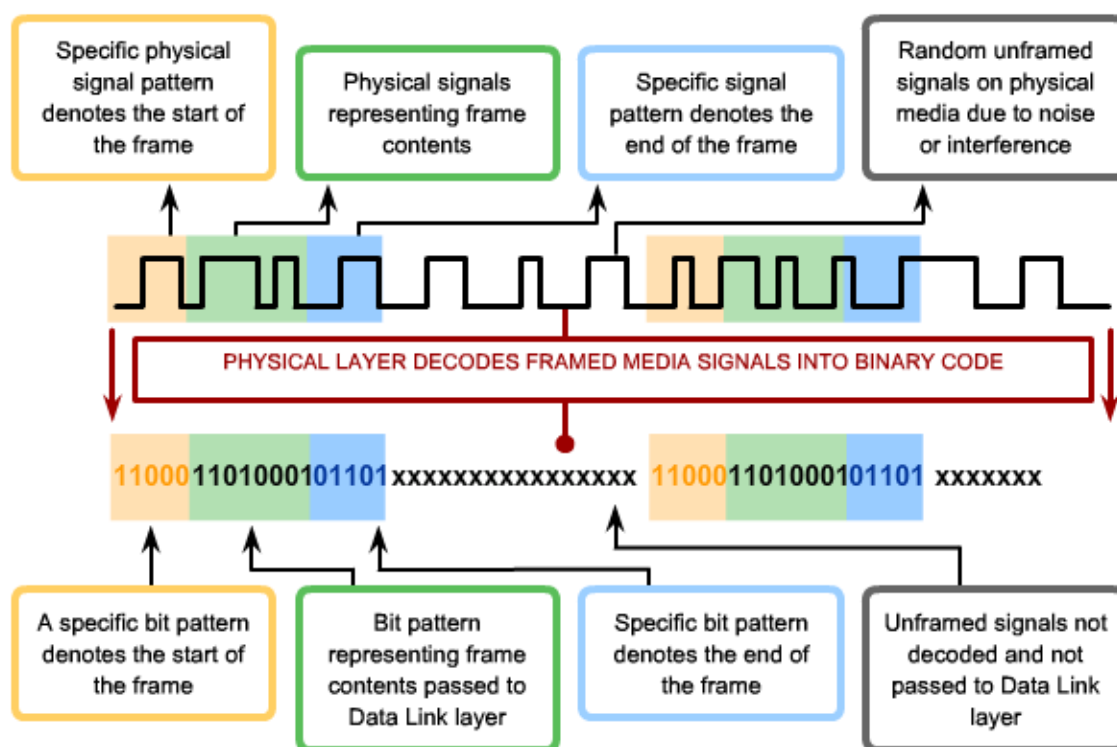
Nivelul Fizic al echipamentului de rețea trebuie să fie capabil să detecteze semnalele de date conforme și să ignore semnalele aleatorii care nu reprezintă date dar care ar putea exista, totuși, pe mediu. Fluxul de semnale transmis trebuie să înceapă în așa fel încât receptorul să recunoască începutul și sfârșitul unui cadru.

Tipare de semnal

Un mod de a furniza detecția cadrelor este de a începe fiecare cadru cu un tipar de semnale reprezentând biții pe care Nivelul Fizic îi recunoaște ca fiind începutul cadrului. Un alt tipar de biți va semnaliza sfârșitul cadrului. Semnalele care nu sunt încadrate în această manieră sunt ignorate de standardul Nivelului Fizic utilizat.

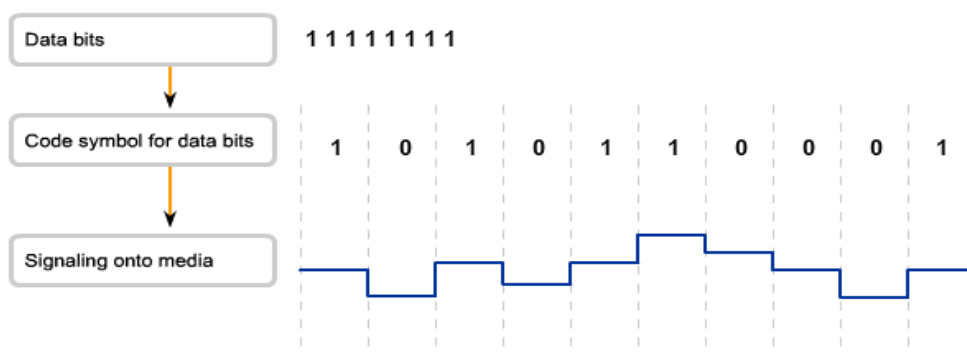
Biții datelor valide trebuie grupați într-un cadru, altfel vor fi recepționați fără orice context care să le dea sens nivelurilor superioare ale modelului rețelei. Această metodă de încadrare poate fi furnizată de Nivelul Legătură de date, de Nivelul Fizic sau de ambele.

Figura înfățișează unul din scopurile tiparelor de semnale. Acestea pot indica: începutul cadrului, sfârșitul cadrului și conținutul cadrului. Aceste tipare de semnal pot fi decodificate în biți. Biții sunt interpretați drept coduri. Codurile indică unde încep și unde se termină cadrele.



Grupuri de coduri

Tehnicile de codificare utilizează tipare de biți numite simboluri. Nivelul Fizic poate folosi un set de simboluri codificate – numite **grupuri de cod (code groups)** – pentru a reprezenta datele codificate și informațiile de control. **Un grup de cod este o secvență de biți de cod consecutivi care sunt interpretate și corespund unui tipar de biți de date.** De exemplu, biții de cod 10101 pot reprezenta biții de date 0011.



Așa cum se poate vedea în figură, grupurile de cod sunt utilizate adesea ca o tehnică intermediară de codificare pentru tehnologiile LAN de mare viteză. Acest pas apare la Nivelul Fizic înainte de generarea semnalelor de tensiune, impulsurilor luminoase sau frecvențelor radio. Prin transmiterea de simboluri, se îmbunătățesc capacitatea de detecție a erorilor și sincronizarea între emițător și receptor. Aceste lucruri susțin transmisia de mare viteză pe mediul fizic.

Deși utilizarea grupurilor de cod introduce o încărcare sub forma biților suplimentari ce trebuie transmiși, îmbunătățește robustețea liniilor de comunicații. Această afirmație este valabilă în special pentru viteze mai mari de transmisie a datelor.

Avantajele utilizării grupurilor de cod includ:

- reducerea erorilor la nivel de bit
- limitarea energiei transmise pe mediu
- sprijinirea deosebirii biților de date de cei de control
- o mai bună detecție a erorilor pe mediu

Reducerea erorilor la nivel de bit

Pentru a detecta în mod corespunzător un bit ca fiind 0 sau 1, receptorul trebuie să cunoască cum și când să eșantioneze semnalul pe mediu. Aceasta necesită o sincronizare între emițător și receptor. În multe tehnologii la Nivelul Fizic, tranzițiile pe mediu sunt utilizate pentru această sincronizare. Dacă tiparul de biți trimis pe mediu nu creează tranziții frecvente, se poate pierde această sincronizare și pot apare erori la nivel de bit. Grupurile de cod sunt proiectate astfel încât simbolurile să forțeze apariția pe mediu a unui număr mare de tranziții de bit pentru a se putea realiza această sincronizare. Acest lucru se face prin utilizarea simbolurilor care nu au prea mulți de 1 sau de 0.

Limitarea energiei transmise

În multe grupuri de cod, simbolurile asigură că numărul de 1 și 0 dintr-un șir de simboluri este bine echilibrat. Procesul de echilibrare a numărului de 1 și 0 transmiși se numește **echilibrare DC**. Acest lucru previne ca un volum excesiv de energie să fie injectat în mediu în timpul transmisiei, reducând așadar interferența radiată din mediu. În multe metode semnalizare, un nivel logic, de exemplu 1, este reprezentat de prezența energiei în mediu în timp ce nivelul logic opus, un 0, este reprezentat de absența acestei energii. Transmiterea unei serii lungi de 1 poate supraîncălzi echipamentele din receptor, cauzând o mai mare rată a erorilor.

Deosebirea datelor de informațiile de control

Grupurile de coduri au trei tipuri de simboluri:

- simboluri de date – simboluri care reprezintă datele din cadru, așa cum sunt trimise în jos către Nivelul Fizic
- simboluri de control – coduri speciale injectate de Nivelul Fizic pentru a controla transmisia. Acestea includ simboluri pentru sfârșitul cadrului sau pentru mediu liber.
- simboluri invalide – simboluri care au tipare nepermise pe mediu. Recepționarea unui simbol invalid indică o eroare a cadrului.

Toate simbolurile codificate în cadru sunt unice. Aceste simboluri reprezentând datele trimise prin rețea au tipare de biți care diferă de simbolurile utilizate pentru control. Aceste diferențe permit Nivelului Fizic de la nodul receptor să deosebească imediat datele de informațiile de control.

O mai bună detecție a erorilor

În plus față de simbolurile de date și de control, grupurile de coduri conțin și simboluri invalide. Acestea sunt simboluri care ar putea crea serii lungi de 1 și 0 pe mediu, așadar, nu sunt utilizate de nodul emițător. Dacă nodul receptor primește unul din aceste tipare, Nivelul Fizic poate determina dacă au existat erori în recepția datelor.

4B/5B

Ca exemplu, se va examina un grup de cod simplu, numit 4B/5B. Grupurile de cod utilizate în rețelele moderne sunt, în general, mult mai complexe.

În această tehnică, 4 biți de date sunt transformați în simboluri de cod pe 5 biți pentru transmisia pe mediul fizic. În 4B/5B, fiecare octet transmis în bucăți de 4 biți sau mușcături (*nibbles*) este codificat ca valori pe 5 biți cunoscute ca **simboluri**. Aceste simboluri reprezintă datele ce trebuie transmise precum și un set de coduri care ajută la controlul transmisiei pe mediu. Printre coduri sunt simboluri care indică începutul și sfârșitul transmisiei de cadre. Deși acest proces adaugă încărcare suplimentară transmisiei de biți, adaugă și caracteristici care ajută transmisia datelor la viteză mai mare.

4B/5B asigură existența a cel puțin unei schimbări de nivel per cod pentru a furniza sincronizarea. Majoritatea codurilor utilizate în 4B/5B echilibrează numărul de 1 și 0 în fiecare simbol.

Așa cum se poate vedea în figură, 16 din cele 32 de combinații posibile de grupuri de cod sunt alocate pentru biții de date și cele care rămân sunt utilizate pentru simbolurile de control și simboluri invalide. Șase din aceste simboluri sunt utilizate pentru funcțiile speciale ce identifică tranziția de la mediu liber la cadrul de date și delimitatorul sfârșitului fluxului. Cele 10 simboluri care rămân indică acele coduri invalide.

Data Codes		Control and Invalid Codes	
4B Code	5B Symbol	4B Code	5B Symbol
0000	11110	idle	11111
0001	01001	start of stream	11000
0010	10100	start of stream	10001
0011	10101	end of stream	01101
0100	01010	end of stream	00111
0101	01011	transmit error	00100
0110	01110	invalid	00000
0111	01111	invalid	00001
1000	10010	invalid	00010
1001	10011	invalid	00011
1010	10110	invalid	00100
1011	10111	invalid	00101
1100	11010	invalid	00110
1101	11011	invalid	01000
1110	11100	invalid	10000
1111	11101	invalid	11001

8.2.3. Capacitatea de transport a datelor

Diversele medii de transport susțin transferul de biți la diferite viteze. Transferul de date pot fi măsurate în trei moduri:

- lățimea de bandă
- debitul
- rata de transfer

Lățimea de bandă (*bandwidth*)

Capacitatea mediului de a transporta este descrisă ca **lățimea de bandă brută** a datelor. **Lățimea de bandă digitală măsoară volumul de informație ce poate curge dintr-un loc în altul, într-un anumit timp.** Lățimea de bandă este măsurată de obicei în kilobiți pe secundă (kbps) sau megabiți pe secundă (Mbps).

Lățimea de bandă practică a unei rețele este determinată de o combinație de factori: proprietățile mediului fizic și tehnologiile alese pentru semnalizare și detectarea semnalelor.

Proprietățile mediului fizic, tehnologiile curente și legile fizice toate joacă un rol important în determinarea lățimii de bandă disponibile.

Debitul (*throughput*)

Debitul este o măsură a transferului de biți pe mediu într-o anumită perioadă de timp. Datorită unui cumul de factori, de obicei, debitul nu se potrivește lățimii de bandă specificată în implementările Nivelului Fizic, cum ar fi Ethernet.

Mai mulți factori influențează debitul. Printre acești factori sunt: volumul traficului, tipul traficului, numărul de echipamente întâlnite în rețeaua ce este măsurată. În topologiile multi-acces, cum este Ethernet-ul, nodurile sunt în competiție pentru accesul la mediu și pentru utilizarea sa. Așadar, debitul fiecărui nod este redus pe măsură ce utilizarea mediului crește.

Într-o rețea cu mai multe segmente, debitul nu poate fi mai rapid decât permite cea mai lentă legătură de la sursă la destinație. Chiar dacă toate segmentele au o lățime mare de bandă, e suficient un singur segment cu debit redus pentru a crea o congestie în întreaga rețea.

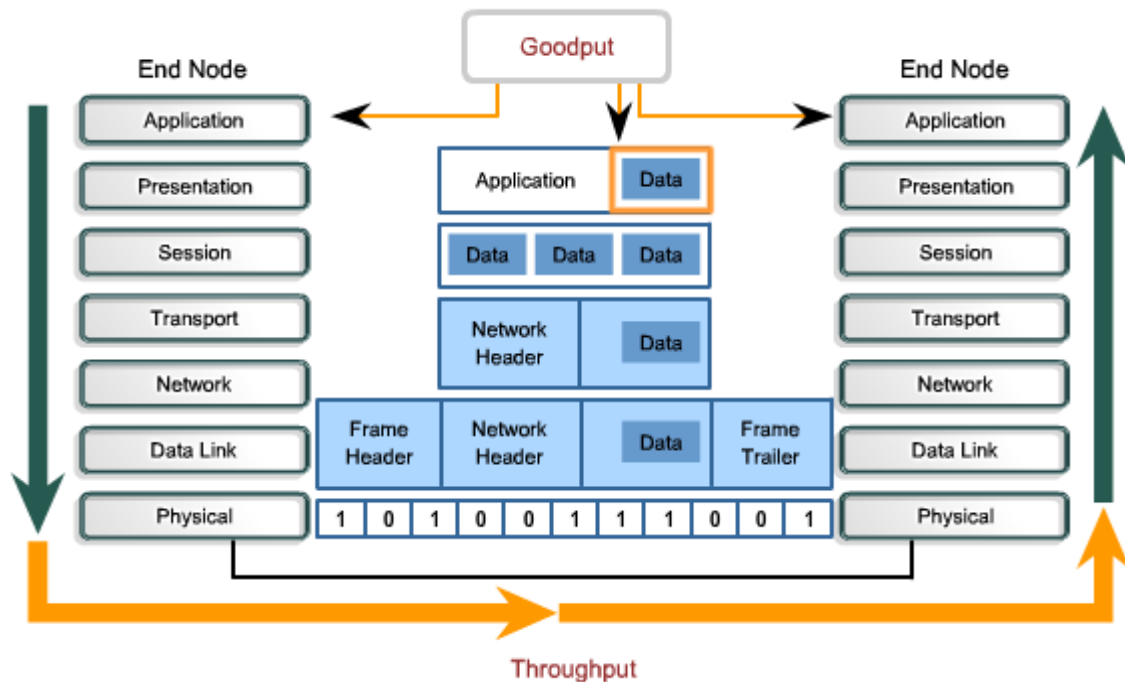
Rata de transfer (*goodput*)

O a treia măsură a fost creată pentru a evalua transferul datelor utilizabile. Această măsură este cunoscută sub numele de rată de transfer (*goodput*). **Rata de transfer este o măsură a datelor utilizabile într-o anumită perioadă de timp și, așadar, măsura de care sunt cel mai mult interesați utilizatorii rețelei.**

Așa cum se poate vedea în figură, rata de transfer măsoară transferul efectiv al datelor utilizator între entitățile de Nivel Aplicație, cum ar fi între un proces al unui server web și un browser web.

Spre deosebire de debit care măsoară transferul de biți și nu transferul de date utilizabile, rata de transfer ține cont de biții destinați încărcării protocolului. Rata de transfer este debitul minus încărcarea suplimentară a traficului pentru stabilirea sesiunilor, confirmărilor și încapsulărilor.

De exemplu, dacă se consideră două gazde ce transmit un fișier, de la una la alta, într-o rețea locală. Lățimea de bandă a rețelei este 100 Mbps. Datorită partajării și încărcării, debitul între computere este doar de 60Mbps. Cu încărcarea procesului de încapsulare al stivei TCP/IP, rata cu care datele ajung la destinație este de doar 40 Mbps.



8.3. Mediul fizic – conectarea comunicațiilor

8.3.1. Tipuri de medii fizice

Nivelul Fizic este preocupat de mediile de transfer și de semnalizare. Acest nivel produce reprezentare și gruparea biților ca tensiuni, frecvențe radio sau impulsuri luminoase. Diferite organizații de standardizare au contribuit la definirea proprietăților fizice, electrice, mecanice ale mediilor disponibile pentru diferite comunicații de date. Aceste specificații garantează că cablurile și conectorii vor funcționa așa cum s-a anticipat în diferite implementări ale Nivelului Legătură de date.

De exemplu, standardele pentru mediile de cupru sunt definite pentru:

- tipul cablurilor de cupru utilizate
- lățimea de bandă a comunicației
- tipul de conectori utilizați
- codurile pentru pini și pentru culorile cablurilor
- distanța maximă a mediului

Ethernet Media

	10BASE-T	100BASE-TX	100BASE-FX	1000BASE-CX	1000BASE-T	1000BASE-SX	1000BASE-LX	1000BASE-ZX	10GBASE-ZR
Media	EIA/TIA Category 3, 4, 5 UTP - four pair	EIA/TIA Category 5 UTP - two pair	50/62.5 m multi mode fiber	STP	EIA/TIA Category 5 (or greater) UTP, four pair	50/62.5 micron multimode fiber	50/62.5 micron multimode fiber or 9 micron single mode fiber	9m single mode fiber	9m single mode fiber
Maximum Segment Length	100m (328 feet)	100m (328 feet)	2 km (6562 ft)	25 m (82 feet)	100 m (328 feet)	Up to 550 m (1,804 ft) depending on fiber used	550 m (MMF) 10 km (SMF)	Approx. 70 km	Up to 80 km
Topology	Star	Star	Star	Star	Star	Star	Star	Star	Star
Connector	ISO 8877 (RJ-45)	ISO 8877 (RJ-45)		ISO 8877 (RJ-45)					

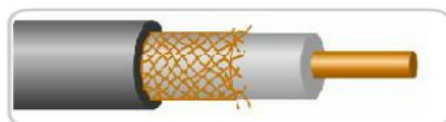
8.3.2. Medii de cupru

Cel mai utilizat mediu pentru comunicațiile de date este reprezentat de cablurile care utilizează fire de cupru pentru a transporta date între echipamentele din rețea. Cablurile utilizate de obicei pentru comunicațiile de date constau de obicei dintr-o serie de fire de cupru care formează un circuit dedicat unui anumit scop.

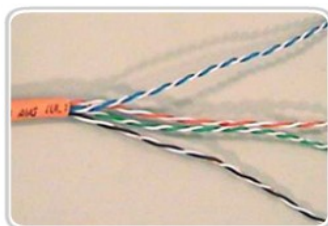
Un alt tip de cabluri de cupru, cunoscute sub numele de cabluri coaxiale, au un singur conductor care trece prin mijlocul cablului în care este încastrat dar izolat de celălalt înveliș. Mediul de cupru ales este specificat de standardul de Nivel Fizic solicitat pentru a lega Nivelul Legătură de date a două sau mai multe echipamente de rețea.

Aceste cabluri pot fi utilizate pentru a conecta nodurile dintr-o rețea locală (LAN) la echipamentul intermediar (hub, switch sau ruter). Cablurile pot conecta și echipamentele WAN la furnizorul de servicii de date (compania de telecomunicații). Fiecare tip de conexiune și echipamentele corespunzătoare au cerințele privind cablurile specificate de standardele de Nivel Fizic.

Mediile de rețea utilizează în general mufe și prize modulare, care oferă conectare și deconectare facilă. De asemenea, un singur tip de conector poate fi utilizat de mai multe tipuri de conexiuni. De exemplu, conectorul RJ-45 este utilizat în rețele locale cu un anumit tip de mediu și în rețelele WAN cu alt tip de mediu.



Coaxial cable



Unshielded twisted-pair cable



RJ-45 connections

Interferența cu semnal exterior

Datele se trimit pe cablurile de cupru sub formă de impulsuri electrice. Un detector în interfața de rețea de la echipamentul destinație trebuie să recepționeze un semnal care poate fi decodificat cu succes astfel încât să e potrivească semnalului trimis.

Temporizarea și valorile de tensiune ale acestor semnale sunt susceptibile la interferențe sau "zgomot" din exteriorul sistemului de comunicație. Aceste semnale nedorite pot distorsiona semnalul și pot corupe datele transportate prin mediul de cupru. Undele radio și echipamentele electromagnetice cum sunt tuburile fluorescente, motoarele electrice sau alte echipamente sunt posibile surse de zgomot.

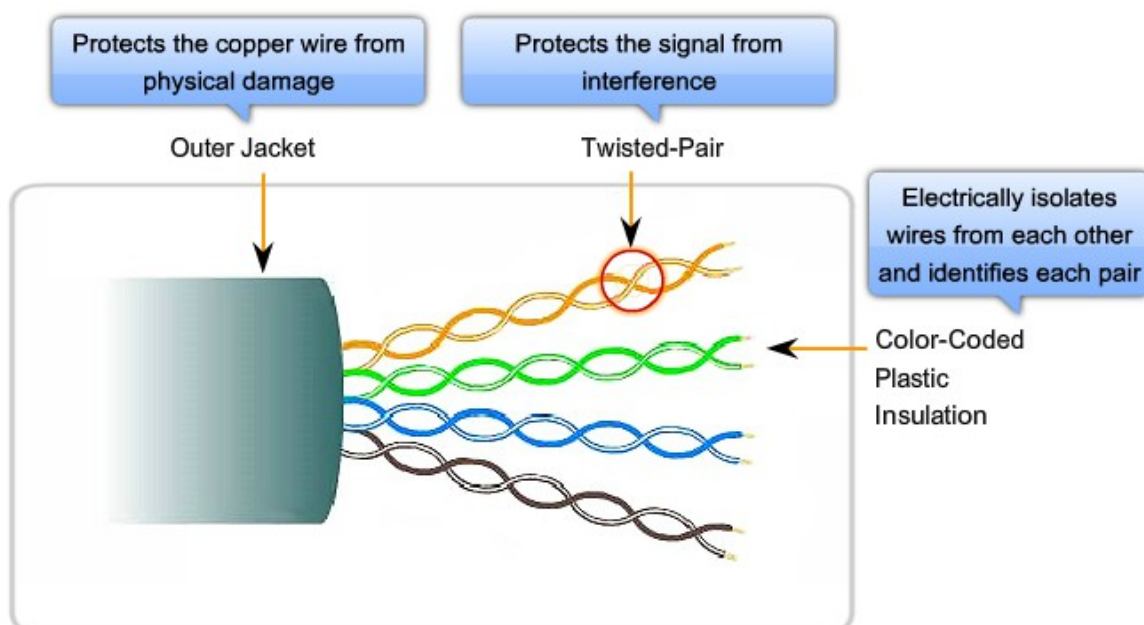
Tipurile de cabluri cu ecranare sau cu perechi de fire răsucite sunt proiectate pentru a minimiza degradarea semnalului datorită zgomotului electric.

Susceptibilitatea cablurilor de cupru la zgomotul electronic poate fi limitat și prin:

- selectarea tipului de cablu sau a categoriei celei mai potrivite pentru a proteja semnalele de date într-un anumit mediu de rețea
- proiectarea infrastructurii de cablare astfel încât să se evite sursele de interferențe cunoscute și cele potențiale aflate în structura clădirii
- utilizarea tehnicilor de cablare care includ manipularea și terminarea corespunzătoare a cablurilor.

8.3.3. Cabluri UTP (*Unshielded Twisted Pair*)

Cablurile UTP, așa cum se utilizează în rețelele locale Ethernet, constau în patru perechi de fire colorate conform unui cod, perechi care au firele răsucite fiecare și apoi sunt acoperite cu un înveliș flexibil din plastic. Codurile de culori identifică firele din perechi și ajută la terminarea cablurilor (atașarea conectorilor).



Răsucirea are ca efect anularea semnalelor nedorite. Atunci când două fire dintr-un circuit electric sunt foarte apropiate unul de altul, câmpurile electromagnetice externe creează aceeași interferență în ambele fire. Perechile sunt răsucite pentru a le păstra cât mai aproape posibil. Atunci când interferența este prezentă în ambele fire, receptorul o primește la fel dar de sens opus. Ca rezultat, semnalele afectate de interferență din surse externe sunt anulate.

Acest efect de anulare ajută și la evitarea interferențelor din surse interne, numite **diafonie** (**crosstalk**). Diafonia este interferența cauzată de câmpul magnetic din jurul perechilor de fire adiacente din cablu. Atunci când un curent electric trece printr-un fir, creează un câmp magnetic circular în jurul firului. În două fire perechi, curentul trece în direcții opuse rezultând două câmpuri magnetice egale dar de sens opus, având un efect de anulare unul asupra celuilalt. În plus, diferitele perechi de fire care sunt răsucite în cablu utilizează un număr diferit de răsuciri pe metru pentru a se proteja cablul de diafonia între perechi.

Standardele de cabluri UTP

Cablurile UTP care se găsesc de obicei în spațiile de lucru, în școli și acasă se conformează standardelor stabilite împreună de Asociația din industria telecomunicațiilor (TIA – *Telecommunication Industry Association*) și Alianța din industria electronică (EIA – *Electronics Industry Alliance*). EIA/TIA 568A stipulează standardul de cablare comercială pentru rețele locale și este standardul cel mai utilizat în mediile de cablare LAN. Unele din elementele pe care le definește sunt:

- tipul cablurilor
- lungimile cablurilor
- conectorii
- terminarea cablurilor
- metodele de testare a cablurilor

Caracteristicile electrice ale cablurilor de cupru sunt definite de IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*). IEEE ratifică cablurile UTP în conformitate cu performanța lor. Cablurile sunt plasate în categorii conform abilității lor de a transporta date având lățimi de bandă mai mari. De exemplu, cablurile de Categoria 5 (Cat5) se utilizează de obicei în rețelele FastEthernet la 100Mbps (100Base-TX). Alte categorii sunt Categoria 5 îmbunătățită (Cat5e) și Categoria 6 (Cat 6).

Cablurile din categoriile mai mari sunt proiectate și construite pentru rate de transfer mai mari. Odată cu dezvoltarea și adoptarea tehnologiilor Gigabit Ethernet, Cat5 este acum tipul de cablu minim acceptat și Cat6 este tipul de cablu recomandat pentru instalările în clădirile noi.

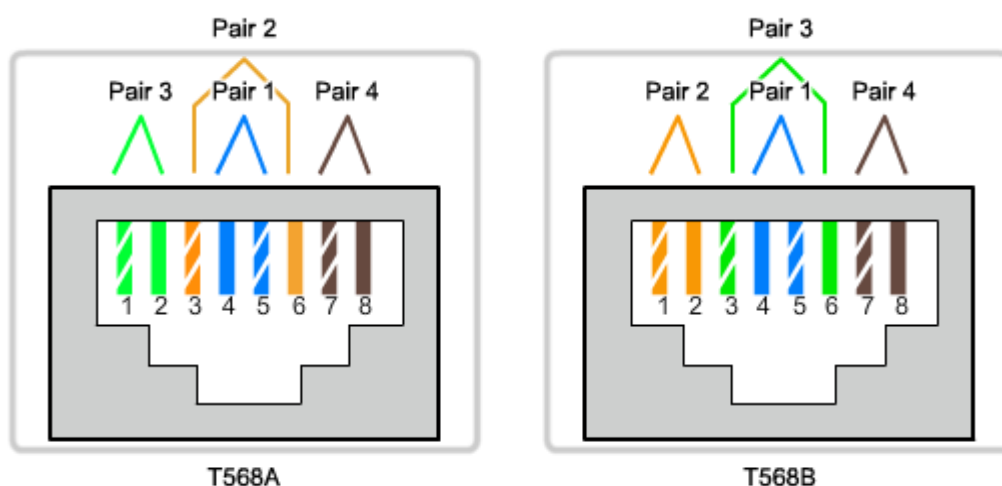
Instalarea cablurilor mai ieftine dar de categorie mai mică este o potențială risipă și o lipsă de planificare. Dacă decizia ulterioară este de a se adopta tehnologii LAN mai rapide, este posibil să fie necesară înlocuirea completă a cablurilor instalate.

Tipuri de cabluri UTP

Cablul UTP terminat cu conector RJ-45 este cel mai obișnuit mediu de cupru utilizat pentru interconectarea echipamentelor de rețea, cum ar fi computerele, cu echipamentele intermediare, cum ar fi ruter-ele și switch-urile.

Diversele situații întâlnite pot necesita utilizarea anumitor convenții pentru a conecta cablurile UTP. Aceasta înseamnă că firele individuale din cabluri trebuie să fie conectate în ordine diferită la pinii conectorilor RJ-45. Principalele tipuri de cabluri UTP sunt:

- Ethernet *Straight-through* – ambele capete T568A sau T568B; Este utilizat pentru conectarea unei gazde la un echipament de rețea cum ar fi hub sau switch.
- Ethernet *Crossover* – un capăt T568A și celălalt capăt T568B; Este utilizat pentru a conecta între ele două gazde sau două echipamente intermediare de același fel (switch la switch sau ruter la ruter)
- *Rollover* – standard proprietar Cisco; este utilizat pentru a conecta un port serial al unei stații de lucru la portul de consolă al unui ruter, folosind un adaptor.



Utilizarea incorectă a cablurilor *crossover* și *straight-through* nu deteriorează echipamentul dar nu se va putea comunica în rețea. Aceasta este o eroare obișnuită în laborator și verificarea corectitudinii conectărilor ar trebui să fie primul pas în cazul depanărilor în situația în care nu se realizează conectare.

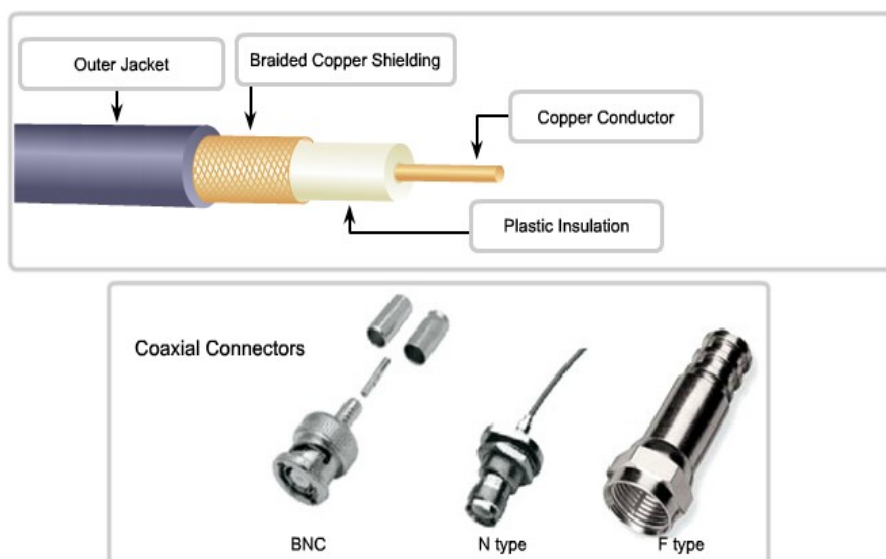
8.3.4. Alte medii de cupru

Mai sunt utilizate două tipuri de cabluri de cupru:

1. coaxial
2. STP (Shielded Twisted-Pair)

Cablul coaxial

Cablul coaxial constă dintr-un conductor de cupru înconjurat de un strat de izolator flexibil, ca în figură.



Peste materialul izolator este prezentă o plasă de cupru sau o folie metalică care acționează ca al doilea fir în circuitul electric și ca un ecran pentru conductorul interior. Acest al doilea strat sau ecran reduce și interferențele electromagnetice din exterior. Peste ecran se află învelișul cablului.

Toate elementele cablului coaxial înconjoară conductorul central. Deoarece sunt pe aceeași axă, se numește **coaxial** sau, pe scurt, **coax**.

Utilizarea cablului coaxial

Designul cablului coaxial a fost adaptat în diverse scopuri. Coax este un tip de cablu important, utilizat în tehnologiile wireless, pentru a atașa antena la echipamentul wireless și pentru tehnologiile de acces la cablu. Cablul coaxial transportă energia RF (radio frecvență) între antene și echipamentele radio.

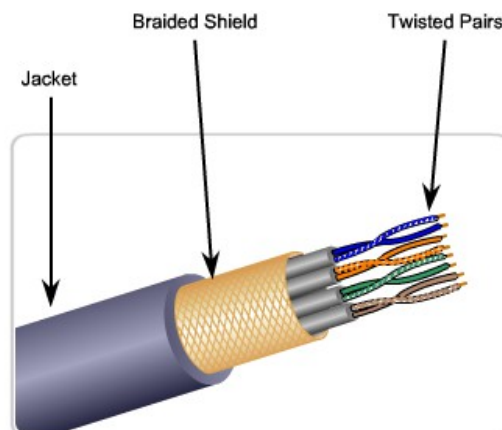
Coax este și cel mai utilizat mediu pentru transportul semnalelor radio de mare frecvență, în special semnalele de televiziune. Cablurile tradiționale de televiziune, transmit exclusiv într-o singură direcție, și sunt cabluri coaxiale.

Cablurilor furnizorilor de servicii convertesc sistemele unidirecționale în sisteme bi-direcționale pentru a oferi clienților conectivitate Internet. Pentru a furniza aceste servicii, porțiuni de cablu coaxial și elementele de amplificare sunt înlocuite cu cabluri cu fibră optică. Totuși conexiunea finală la locația clientului și cablarea din interiorul locuinței se realizează cu cabluri coaxiale. Utilizarea combinată a fibrei și a cablurilor coaxiale este numită **hibrid fibră coax** (HFC).

În trecut, cablurile coaxiale au fost utilizate în instalările Ethernet. Astăzi UTP oferă la costuri mai mici lățimi de bandă mai mari decât cablul coaxial și l-a înlocuit ca standard pentru toate instalările Ethernet.

Cablul STP (Shielded Twisted-Pair)

Un alt tip de cablu utilizat în rețele este cablul torsadat ecranat (STP). Așa cum se poate vedea în figură, STP utilizează patru perechi de fire care sunt împachetate într-o plasă sau folie metalică.



Cablul STP ecranează toate perechile de fire din cablu precum și fiecare pereche separat. STP oferă o mai bună protecție împotriva zgomotului decât cablurile UTP, totuși, la un preț semnificativ mai mare.

Timp de mulți ani, STP a fost structura de cablare utilizată pentru rețelele Token Ring. Cu scăderea utilizării acestei topologii, a scăzut și cerința pentru acest tip de cablu. Noul standard Ethernet la 10 Gbps cere utilizarea cablurilor STP. Aceasta ar putea duce la o creștere a interesului în acest tip de cabluri.

8.3.5. Siguranța mediilor de cupru

Riscuri electrice

O posibilă problemă cu mediile de cupru este că acestea pot conduce electricitatea în moduri mai puțin dorite. Aceasta ar putea supune personalul și echipamentele la o gamă de riscuri electrice.

Un echipament de rețea defect poate conduce curent la șasiu sau la alt echipament de rețea. În plus, cablurile rețelei pot prezenta niveluri de tensiune nedorite atunci când sunt utilizate pentru a conecta echipamentele care au surse de alimentare cu diferite potențiale de împământare. Astfel de situații sunt posibile atunci când cablurile de cupru sunt utilizate pentru a conecta rețele din clădiri diferite sau de pe etaje diferite din clădiri care utilizează diverse facilități de alimentare. În cele din urmă, cablurile de cupru pot conduce tensiunile generate de fulgere către echipamentele de rețea.

Rezultatul tensiunilor și curenților nedoriti pot include defectarea echipamentelor de rețea și a computerelor sau rănirea personalului. Este importantă instalarea corespunzătoare și în conformitate cu specificațiile, pentru a se evita situațiile potențial periculoase și dăunătoare.

Riscuri de incendiu

Izolarea cablurilor și învelișurile pot fi inflamabile sau pot produce fum toxic atunci când sunt încălzite sau incendiate. Autoritățile sau organizațiile din construcții pot stipula standarde de siguranță în ceea ce privește instalațiile de cabluri și hardware.

8.3.6. Fibra optică

Cablurile cu fibră optică utilizează fie fibre de sticlă fie fibre de plastic pentru a ghida impulsurile luminoase de la sursă la destinație. Biții sunt codificați ca impulsuri de lumină. Utilizarea fibrei optice permite rate de transfer foarte bune, pe distanțe foarte mari. Majoritatea standardelor pentru transmisiile pe fibră optică până la acest moment nu s-au apropiat încă de lățimea de bandă potențială a acestui mediu.

Fibra comparată cu cablurile de cupru

Dat fiind faptul că fibrele optice nu au conductori electrici, înseamnă că acestea sunt imune la interferențele electromagnetice și nu vor conduce la curenți nedorți datorită problemelor de împământare. Deoarece fibrele optice sunt mai subțiri decât cablurile de cupru și au o pierdere destul de mică de semnal, ele pot fi operate pe lungimi mult mai mari decât cablurile de cupru, fără a fi nevoie de regenerarea semnalului. Unele standarde permit lungimi de mai mulți km.

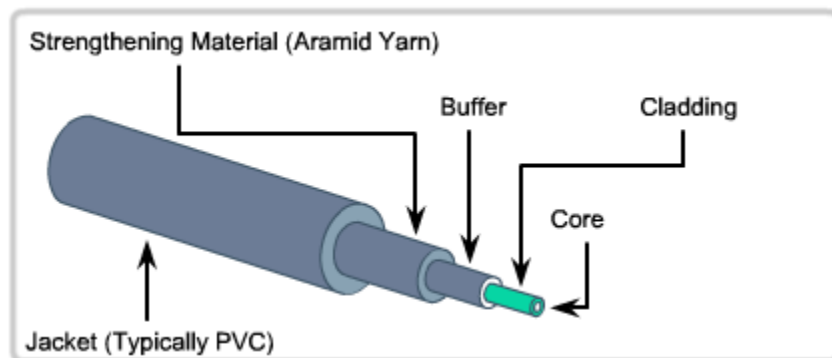
Problemele de implementare a fibrelor optice includ:

- sunt mai scumpe decât mediile de cupru pe aceeași distanță (dar la o capacitate mai mare)
- sunt necesare aptitudini și echipamente diferite pentru a termina o fibră optică sau a îmbina/lipi două fibre
- trebuie manipulate mult mai atent decât mediile de cupru

În prezent, fibrele optice sunt utilizate în special ca *backbone* pentru conexiunile punct-la-punct cu trafic mare între facilitățile de distribuție de date sau ca interconexiuni între clădirile campusurilor. Deoarece nu conduc electricitate și au o pierdere mică de semnal sunt potrivite pentru aceste utilizări.

Construcția cablului

Cablurile de fibră optică constau dintr-un înveliș de PVC și o serie de materiale de întărire (aramid – un polimer foarte rezistent, asemănător nailonului) care înconjoară fibra optică și un înveliș acoperitor (*cladding*). Rolul acoperirii este acela de a preveni pierderile de lumină din fibră (reflexie totală). Deoarece lumina poate călători doar într-un singur sens, sunt necesare două fibre optice pentru operații *full-duplex*.



Cablurile de atașare (*patch cables*) pentru fibra optică împachetează împreună două fibre optice și le termină cu o pereche de conectori standard. Unii conectori de fibră acceptă atât transmiterea cât și recepția.

Generarea și detectarea semnalului optic

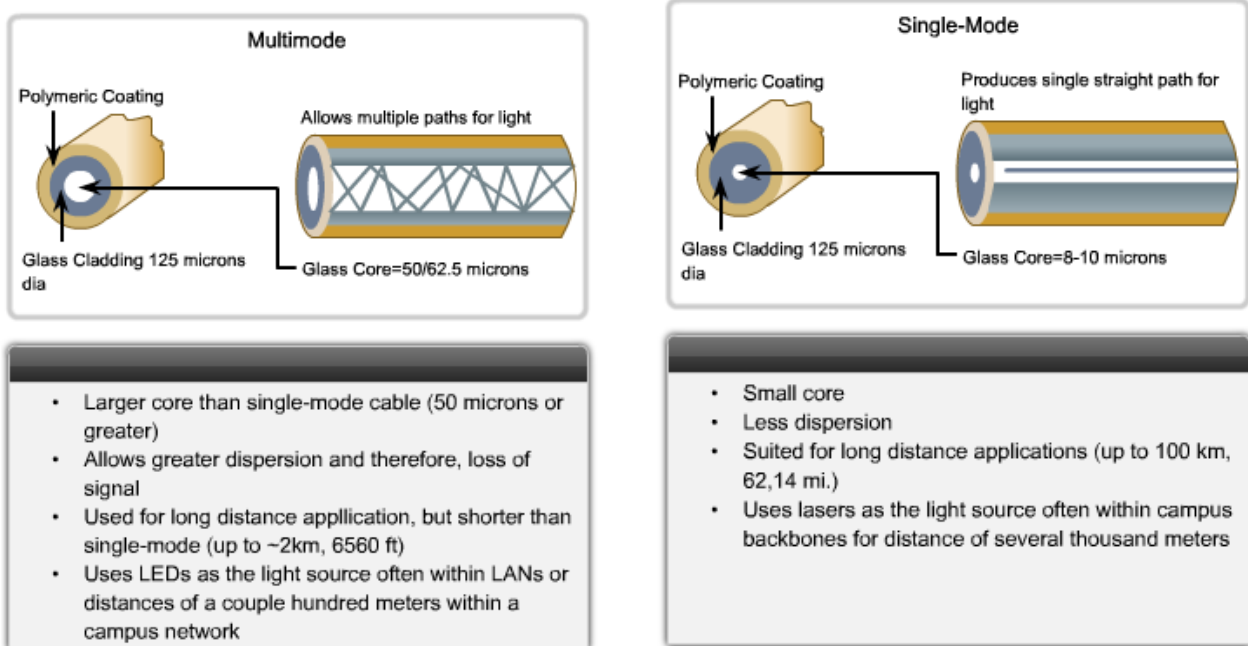
Fie laserul fie LED-ul generează impulsurile luminoase care reprezintă datele transmise pe mediu. Echipamente cu semi-conductori (fotodiode) detectează impulsurile luminoase și le convertesc apoi în semnal electric pentru a se reconstitui cadrele de date.

Fibra optică *single-mode* și fibra optică *monomode*

Cablurile de fibră optică se pot clasifica în mare în două categorii: *single-mode* și *multimode*.

Fibrele optice *single-mode* transportă o singură rază de lumină, emisă de obicei de un laser. Deoarece lumina laserului este unidirecțională și merge prin centrul fibrei, acest tip de cablu poate transmite impulsuri optice la mare distanță.

Fibra optică multimod obișnuită utilizează LED ca sursă de lumină și nu transportă o singură lungime de undă coerentă. În schimb, lumina unui led intră în fibra optică multimod cu unghiuri diferite. Din această cauză, diferitele raze de lumină pot călători în timp diferit către destinație transformând impulsul la recepție într-o pată (blur). Acest efect este cunoscut sub numele de **dispersie modală**.



Fibrele optice *multimode* și sursele de lumină bazate pe LED sunt mai ieftine decât fibra *single-mode* și sursa sa bazată pe laser.

8.3.7. Mediul *wireless*

Mediul *wireless* transportă semnale electromagnetice cu frecvențe radio și microunde. Ca mediu de rețea, *wireless* nu este restricționat la conductori sau trasee cum sunt fibra optică și cablurile de cupru.

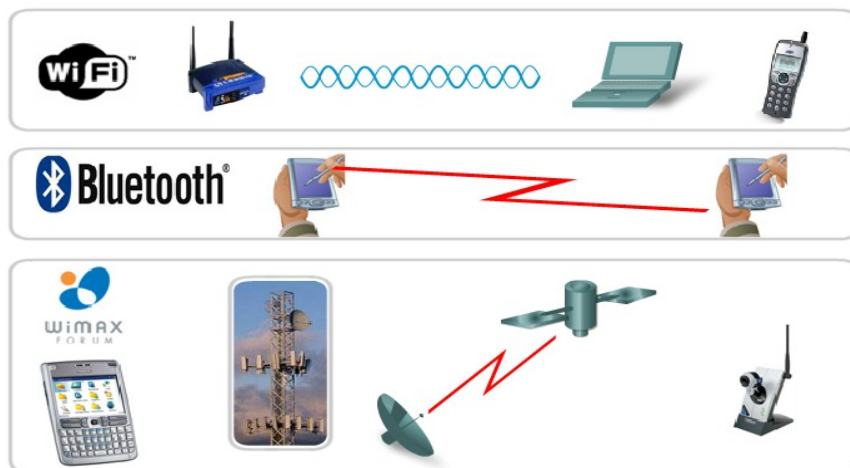
Tehnologiile de comunicații de date *wireless* merg bine în câmp deschis. Totuși, în anumite condiții, anumite materiale de construcții folosite în clădiri și alte structuri sau forma terenului vor limita acoperirea. În plus, acest mediu este susceptibil la interferențe și poate fi afectat de echipamente uzuale ca telefoanele fără fir, anumite tipuri de lămpi cu neon, cuptoare cu microunde și altele.

Mai mult, deoarece comunicația *wireless* nu necesită acces la un tip de mediu, echipamentele și utilizatorii care nu sunt autorizați în rețea pot obține acces la transmisiile de date. Așadar, securitatea rețelei este foarte importantă în acest caz.

Tipuri de rețele wireless

Standardele industriale și IEEE de telecomunicații pentru comunicațiile de date *wireless* acoperă atât Nivelul Legătură de date cât și Nivelul Fizic. Patru standarde uzuale se aplică la comunicațiile de date *wireless*:

- standardul IEEE **802.11** – cunoscut de obicei sub numele de WiFi, este pentru o tehnologie de rețea locală fără fir (*Wireless LAN - WLAN*) care utilizează un sistem ne-determinist de acces bazat pe competiție CSMA/CA (*Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance*)
- Standardul IEEE **802.15** - standardul WPAN (*Wireless Personal Area Network*) cunoscut de obicei sub numele de Bluetooth, utilizează un proces de împerechere a echipamentelor pentru a comunica pe distanțe de la 1 până la 100 m (de obicei, mai puțin de 10 m).
- Standardul IEEE **802.16** – cunoscut de obicei sub numele de WiMax (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*), utilizează o topologie punct-la-punct pentru a furniza acces la rețeaua fără fir de bandă largă.
- GSM (*Global System for Mobile Communications*) – include specificații pentru Nivelul Fizic care permit implementarea protocolului GPRS de Nivel 2 (*General Packet Radio Service*) și alte protocoale mai noi (3G sau 4G) pentru a furniza transport de date pe rețelele de telefonie mobilă.



Alte tehnologii wireless cum ar fi comunicațiile prin satelit furnizează conectivitate la rețeaua de date pentru locații fără alte mijloace de conectare. Protocoale cum ar fi GPRS permit ca datele să fie transferate pe legăturile dintre stațiile de la sol și sateliți.

În fiecare din aceste exemple, specificațiile Nivelului Fizic sunt aplicate pentru: codificarea datelor

pentru semnal radio, frecvența și puterea transmisiunilor, recepția semnalului și parametrii de decodificare, proiectarea și construcția antenei.

Rețeaua locală fără fir – WLAN (*Wireless LAN*)

O implementare cunoscută a rețelelor de date fără fir este cea care permite conectare la o rețea locală. În general, un WLAN necesită următoarele echipamente de rețea:

- punct de acces *wireless* (AP) – concentrează semnalul *wireless* de la utilizatori și se conectează prin cablu de cupru la o infrastructură de rețea cu fir (cum ar fi Ethernet)
- plăci de rețea fără fir (*wireless NIC*) – permite conectarea fără fir a fiecărei gazde din rețea

Pe măsură ce tehnologia s-a dezvoltat, au apărut mai multe standarde WLAN bazate pe Ethernet. Trebuie avută grijă atunci când se cumpără echipamente *wireless* pentru a se asigura compatibilitatea și interoperabilitatea.

Standardele includ:

IEEE 802.11a – operează la o bandă de frecvențe de 5 GHz și oferă viteze de până la 54 Mbps. Deoarece acest standard operează la frecvențe mai mari are o acoperire mai mică și este mai puțin eficient în a trece prin structurile clădirilor. Echipamentele care operează sub acest standard nu sunt compatibile cu standardele 802.11b și g, descrise mai jos.

IEEE 802.11b – operează în banda de frecvențe 2.4 GHz și oferă viteze până la 11 Mbps. Echipamentele ce operează sub acest standard au o rază mai mare de acoperire și pot penetra mai bine structurile clădirilor.

IEEE 802.11g – operează la frecvența de 2.4 GHz și oferă viteze de până la 54 Mbps. Echipamentele operează cu aceleași frecvențe radio ca 802.11b și acoperă o zonă la fel de mare ca 802.11a.

IEEE 802.11n – operează atât în banda de frecvențe de 5 GHz cât și în banda 2.4 GHz crescând rata de transfer până la 600 Mbps cu o rază de acoperire de până la 70 m

IEEE 802.11ac – operează în banda de frecvențe de 5 GHz cu rate de transfer de la 433 Mbps până la câțiva Gbps și cu o acoperire de până la 35 m în interior.

Beneficiilor rețelelor de date fără fir sunt evidente: reducerea costurilor de cablare și mobilitatea gazdelor. Totuși, administratorii de rețea trebuie să dezvolte și să aplice politici serioase de securitate pentru a proteja rețeaua de accesul neautorizat și de distrugeri.

Aceste standarde și implementări WLAN vor fi descrise în detaliu în alte cursuri Cisco.

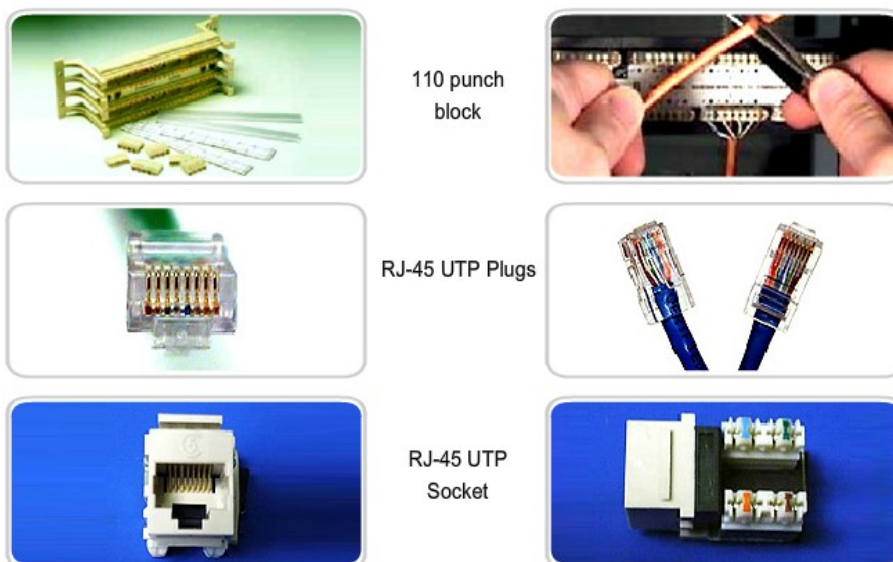
8.3.2. Conectori la mediu

Conectorii mediilor bazate pe cupru

Diferite standarde de Nivel Fizic specifică utilizarea conectorilor. Aceste standarde menționează dimensiunile conectorilor și proprietățile electrice ale fiecărei implementări în care sunt implicați

aceștia.

Deși unii conectori pot arăta la fel, ei pot fi legați la fire în mod diferit conform specificațiilor Nivelului Fizic pentru care sunt proiectați. Standardul ISO 8877 specifică conectorul RJ-45 utilizat într-o gamă de specificații de Nivel Fizic, una din ele fiind Ethernet. O altă specificație Eia/TIA 568 descrie modul în care se folosește codul culorilor pentru pinii cablurilor Ethernet *straight-through* și *crossover*.



Deși se pot cumpăra multe tipuri de cabluri având conectorii deja atașați, în unele situații, mai ales în instalarea rețelelor locale, terminarea mediilor de cupru se poate face la fața locului.

Terminarea corectă a conectorilor

De fiecare dată când cablurile de cupru sunt terminate, există posibilitatea de pierdere a semnalului sau de introducere a zgomotului în circuitul de comunicații de date. Atunci când sunt terminate incorect, cablurile devin surse potențiale pentru degradare performanței la Nivelul Fizic. **Este esențial ca aceste cabluri să fie corect terminate corect pentru a asigura performanța optimă cu tehnologiile curente și viitoare.**

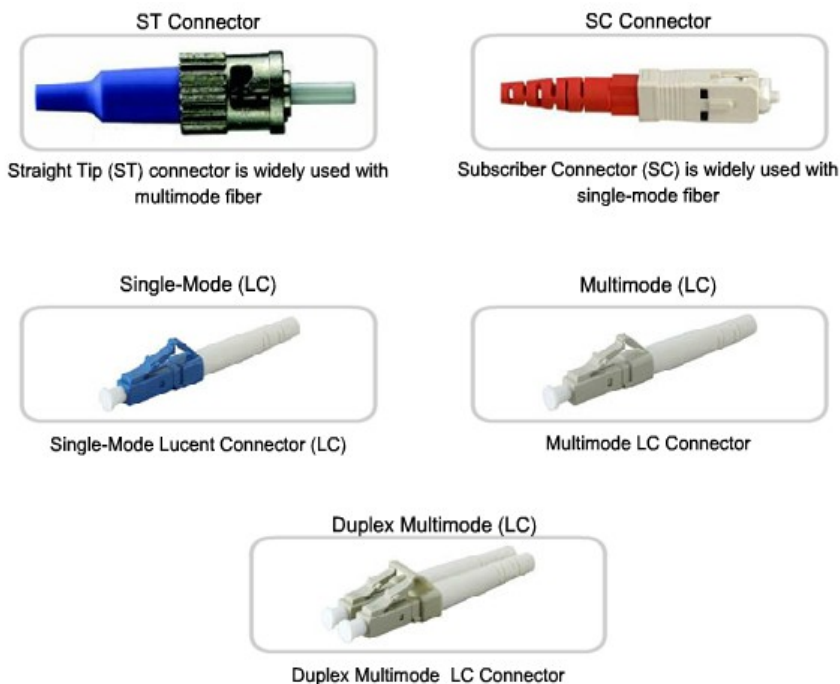
În unele cazuri, de exemplu în anumite tehnologii WAN, dacă cablurile nu sunt corect terminate cu conectori RJ-45 pot apărea niveluri de tensiune dăunătoare între echipamentele interconectate. Acest tip de problemă poate apărea în general, atunci când un cablu configurat pentru o tehnologie de Nivel Fizic dar este utilizat pentru o altă tehnologie.

Conectori pentru fibra optică

Conectorii pentru fibra optică sunt de mai multe tipuri:

- ***Straight-Tip (ST)*** – marcă înregistrată a AT&T, în formă de baionetă, folosit pentru fibra optică *multimode*.
- ***Subscriber Connector (SC)*** - un conector care utilizează un mecanism *push-pull* pentru a asigura inserția corectă. Acest conector este foarte utilizat pe fibrele optice *single-mode*.
- ***Lucent Connector (LC)*** – un conector mic ce a devenit popular în utilizarea pentru fibrele

single-mode deși suportă și fibre *multimode*.



Terminare și lipirea cablurilor cu fibră optică necesită o instruire și echipamente speciale. Terminarea incorectă a unei fibre optice va duce la diminuarea distanței pe care poate fi transmis semnalul sau chiar la întreruperea completă a acestuia.

Cele mai obișnuite erori întâlnite la terminarea fibrelor optice sunt:

- nealiniere- mediul nu este aliniat precis atunci când se lipește
- breșă la capăt – mediul nu se atinge complet la lipirea conexiunii
- terminare la capăt – capătul mediului nu este bine lustruit sau este murdar

Este recomandat să se utilizeze un Reflectometru (OTDR – *Optical Time Domain Reflectometer*) pentru a se testa un segment de fibră optică. Acest echipament injectează un impuls de test în cablu și măsoară dispersia și reflexia luminii în funcție de timp. Apoi va calcula distanța la care se găsește problema față de capătul fibrei.

Un test pe teren se poate face foarte ușor luminând cu lanterna la un capăt al fibrei și verificând dacă lumina este vizibilă la celălalt capăt. Deși nu asigură că performanțele fibrei sunt conforme, poate fi o metodă necostisitoare de verificare a fibrelor rupte.

8.4. Rezumat

8.4.0. Rezumat și recapitulare

Nivelul 1 al modelului OSI este responsabil cu interconectarea fizică a echipamentelor. Standardele acestui nivel definesc caracteristicile electrice, optice sau ale frecvențelor radio reprezentând biții care alcătuiesc cadrele de la Nivelul Legătură de date ce trebuie transmise. Valorile biților sunt reprezentate ca impulsuri electrice, impulsuri luminoase sau unde radio.

Protocoalele de Nivel Fizic codifică biții ce trebuie transmiși și apoi decodificați la destinație.

Standardele la acest nivel sunt responsabile și de descrierea caracteristicilor fizice, electrice și mecanice ale mediului fizic și ale conectorilor utilizați.

Mediile și protocoalele de Nivel Fizic au diferite capacități de transport a datelor. Lățimea de bandă brută este limita superioară teoretică a transmisiilor de biți. Debitul și rata de transfer sunt măsuri diferite ale transferului de date observat într-o anumită perioadă de timp.