

III

ECHIPAMENTE DE REȚEA

III.1 ASPECTE GENERALE PRIVIND INSTALAREA UNEI REȚELE DE CALCULATOARE

EIA (*Electronics Industries Association*) și TIA (*Telecommunication Industry Association*) au elaborat în comun o serie de standarde, cunoscute ca standarde TIA/EIA, referitoare la proiectarea și instalarea rețelelor de calculatoare. Se iau în considerare elemente specifice acestora:

- cablarea orizontală;
- dulapurile (*rack*) pentru echipamentele de telecomunicații;
- cablarea magistralelor;
- camerele de echipamente;
- ariile de lucru;
- facilitățile de intrare.

Cablarea orizontală (*horizontal cross-connect*) incluzând mediul fizic de comunicație locală, dintre stațiile de lucru, echipamentele de comunicație de tip repetor, hub și dulapurile cu echipamente, este descrisă de **standardul TIA/EIA-568-A**.

Acest standard specifică tipurile și performanțele cablurilor de comunicații și impune existența a minimum două ieșiri în prize pentru fiecare zonă de lucru, dintre care un cablu UTP (*Unshielded Twisted Pair*) iar al doilea poate fi de orice tip. Este permisă realizarea punctelor de tranziție (*Transition Point*), adică a joncțiunilor dintre segmentele de cablu de același tip.

Instalarea echipamentelor unei rețele de calculatoare impune **analiza prealabilă a spațiului** în care aceasta va funcționa (*site survey*):

- distanțe între echipamente (servere, PC-uri, imprimante, hub-uri, switch-uri, bridge-uri, routere etc.);
- condiții de mediu (temperatură, umiditate, coroziune chimică, perturbații externe)
- surse de alimentare disponibile.

După stabilirea tipului și dimensiunilor rețelei, se achiziționează echipamentele, recomandabil de la aceeași firmă producătoare pentru asigurarea compatibilității, dar și pentru simplificarea modului de administrare și de depanare.

Presupunând că au fost instalate în prealabil plăcile de rețea ale echipamentelor, instalarea fizică (*hardware*) a rețelei cuprinde următoarele etape:

- stabilirea locațiilor echipamentelor;
- asigurarea alimentării cu tensiune electrică;
- cablarea;
- punerea în funcțiune.

Prima etapă de instalare a unei rețele constă în stabilirea locațiilor echipamentelor având în vedere gradul de accesibilitate, posibilitățile de alimentare, de cablare și de ventilație, dar și unele precauții legate de posibilele cauze de defectare și de sursele de perturbații existente (motoare electrice, lămpi fluorescente, cabluri de tensiune, sisteme radiante, difuzoare etc.)

Temperatura și umiditatea mediului influențează buna funcționare a echipamentelor. De aceea se impune amplasarea acestora în spații cu condiții normale de temperatură și umiditate, cu o bună ventilație naturală sau artificială, eventual cu sistem de climatizare.

Poziția stabilă a echipamentelor este un alt factor esențial pentru buna lor funcționare. Se recomandă amplasarea lor pe obiecte de mobilier stabile sau fixarea lor în cadre metalice speciale (*rack*), care permit accesul atât la panourile frontale (*front panel*), cât

și la cele din spate, ventilarea spațiului și echilibrarea potențialelor electrice ale carcaselor echipamentelor. Este indicată restricționarea accesului personalului neautorizat în zona rack-urilor pentru a nu se produce întreruperi accidentale ale cablurilor de alimentare sau de rețea.

Distanța dintre echipamente este limitată atât inferior, cât și superior.

Atenuarea proprie a liniilor de transmisie impune limitarea lungimii maxime a segmentelor de cablu. De exemplu, lungimea segmentului de cablu torsadat dintre priza de rețea și PC nu trebuie să depășească 80 m. Pentru a evita interferențele între echipamentele învecinate se impune o lungime minimă de 2,5 m a cablului de legătură cu conductor metalic. În acest sens, unele cabluri sunt marcate pe lungime la distanțe de 2,5m.

Distanța dintre echipamente se poate măsura cu o ruletă sau se poate aproxima relativ simplu: se înmulțește numărul de pași necesari parcurgerii distanței cu 0,6... 0,7 m, apoi se adaugă lungimile porțiunilor de cablu plasate în plan vertical, pe perete.

În cea de a doua etapă de instalare a unei rețele, se impune existența sau instalarea prizelor de alimentare cu tensiune electrică, la rețeaua de 220 V. Se folosesc prize cu împământare. Toate împământările (pentru ecranele cablurilor, carcasa echipamentelor, dulapurilor metalice de telecomunicații etc.) trebuie făcute în conformitate cu standardul TIA/EIA-697.

Se recomandă alimentarea serverelor și a echipamentelor de rețea (hub, switch, bridge, router) de la o sursă de energie electrică neîntreruptibilă (UPS - *Uninterruptible Power Supply*). Nu trebuie depășită capacitatea UPS-ului prin încărcarea acestuia cu prea mulți consumatori.

Segmentele de cablu dintre echipamente pot fi instalate în exterior, pe perete, fixate cu cleme speciale sau plasate în așa-numite "jgheaburi", sau în interiorul peretelui, în tubulatură, terminate cu prize de rețea.

Dacă există în apropiere surse de interferență electromagnetică (EMI - *ElectroMagnetic Interference*), se recomandă utilizarea cablurilor metalice ecranate sau a celor optice.

Instalarea cablurilor se face în zone cu trafic redus (pe marginile încăperilor sau la înălțime, pe pereți) pentru a evita defectarea lor accidentală sau intenționată.

Pentru instalarea cablurilor sunt necesare instrumente de tăiat și de găurit, scară pentru acces la zonele înalte, ciocan, șurubelnițe, dibluri, hold-șuruburi, cleme, jgheaburi, clești speciali pentru montarea conectorilor la capetele cablurilor torsadate (clești de sertizare) etc.

Este importantă testarea fiecărui cablu cu conectorii aferenți folosind aparate speciale de testare (*cable tester*) înainte de a pune în funcțiune rețeaua. Multe defecțiuni în rețelele de calculatoare sunt cauzate de cabluri și de conectorii incorect instalați. Prin testare se verifică schema de conexiuni, respectarea codului culorilor și se depistează eventualele contacte imperfecte sau scurtcircuitate nedorite între firele cablului.

Nu trebuie lăsate capete de cablu fără conectori sau terminatori cu impedanțe adecvate pentru a evita apariția semnalelor reflectate pe linie din cauza dezadaptărilor de impedanță.

Cablurile și echipamentele dintr-o rețea de calculatoare produc ele însele radiații electromagnetice. Pentru minimizarea acestora se recomandă instalarea pe fiecare cablu a unei sarcini magnetice, la mică distanță față de echipament (circa 10 cm).

La punerea în funcțiune, echipamentele electronice trebuie să fie la temperatura camerei sau a mediului ambiant, pentru a evita condensarea vaporilor de apă pe circuitele electrice și producerea unor scurtcircuitate.

Se recomandă ca pentru instalarea componentelor hardware interne ale unui PC, să se deconecteze calculatorul de la priza de alimentare și să se evite descărcările electrostatice în circuite.

După instalarea plăcilor de rețea în fiecare calculator și interconectarea echipamentelor cu cablurile de legătură, se configurează logic rețeaua și se verifică prin soft funcționalitatea ei.

Pentru ca un PC să fie inclus într-o rețea locală (LAN), bazată pe suita de protocoale TCP/IP, sunt necesari următorii pași:

1. instalarea plăcii de rețea;
2. instalarea driverului aferent NIC;
3. conectarea fizică la LAN;
4. configurarea plăcii de rețea;
5. instalarea unui program pentru acces la Internet (*browser*).

În prealabil, este recomandabil să se cunoască resursele generale ale sistemului.

În funcție de tipul rețelei locale la care se va realiza conexiunea, se alege placa de rețea corespunzătoare standardului (Fast Ethernet, Token Ring etc.).

Placa de rețea se conectează la portul fizic specificat în documentație (ISA - *Industry Standard Architecture*, PCI - *Peripheral Component Interconnect*, USB – *Universal Serial Bus* etc.)

Pentru controlul prin software al plăcii de rețea este necesară instalarea unui driver, fie cel dat de firma producătoare, de pe disc-ul (dischetă, CD, DVD) care însoțește cartela, fie unul compatibil din arhivele sistemului de operare (de exemplu, Windows), fie unul disponibil pe WWW. Este posibil ca sistemul să recunoască apariția unei noi componente hardware (PnP – *Plug-and-Play*) și să caute automat driverul cel mai potrivit.

Pentru funcționarea optimă a sistemului este recomandată instalarea unor drivere îmbunătățite (*up-to-date*).

Configurarea PC-ului pentru realizarea conexiunii software în LAN implică:

- alegerea protocolului de comunicație (ex. TCP/IP);
- alocarea unei adrese IP plăcii de rețea;
- stabilirea numelui calculatorului, a domeniului și a serverului.
- atribuirea adresei de rețea a stației;
- stabilirea măștii de rețea;
- cunoașterea adresei porții de rețea (*default gateway*);
- adresa serverului DNS (pentru opțiune DNS activată);
- adresa serverului WINS (dacă opțiunea WINS este activă).

În final, se verifică legătura cu rețeaua.

Navigarea pe web (WWW) este posibilă dacă pe calculatorul conectat la Internet este instalat un program special de navigare (*web browser*), precum *Netscape Navigator* (NN) și *Internet Explorer* (IE), care pot interpreta limbajul HTML folosit pentru scrierea paginilor web. NN este mai simplu de utilizat și ocupă mai puțină memorie decât IE, dar acesta prezintă avantajul că este bine corelat cu programele firmei Microsoft din suita MS Office (Word, Excel, Power Point, Access ș.a.). Căutarea de informații pe web este rapidă și eficientă prin folosirea așa-numitelor 'motoare de căutare'.

Este suficientă conectarea la Internet a unui singur calculator, cu mai multe plăci de rețea, cu o singură adresă reală, urmând ca prin partajarea resurselor (ICS – *Internet Connection Sharing*) să se permită conectarea la Internet, prin rețeaua locală privată, a mai multor calculatoare.

III.2 CABLURI ȘI CONECTORI

Pentru transmisie, pot fi utilizate diverse medii fizice, descrise de lărgime de bandă, atenuare, întârziere, cost, facilități de instalare și de întreținere.

Aceste medii pot fi împărțite în două mari categorii:

- **medii ghidate**, cum ar fi cablurile cu conductoare din cupru și fibrele optice;
- **medii neghidate**, cum ar fi cele „fără fir” (*wireless*) cu transmisie prin unde radio sau în infraroșu.

Informația este transmisă printr-un cablu de telecomunicații variind diverși parametri ai acestuia cum ar fi tensiunea sau intensitatea semnalului electric. Pentru a avea performanțe bune la transmisia de date, cablul electric trebuie să aibă caracteristici electrice optime, adică bandă largă de frecvențe, atenuare și întârziere de transmisie constante și de valori mici, dar și caracteristici mecanice bune, precum flexibilitate, rezistență la tracțiune sau rezistență la temperatură.

UTP (*Unshielded Twisted Pair*) este un cablu torsadat în pereche, neecranat, flexibil, conținând perechi de fire pentru conectarea echipamentelor de rețea.

Prin **fir** se denumește conductorul metalic izolat electric.

O **pereche de fire** este formată din două fire de cupru izolate, având o grosime tipică de 1 mm, iar diametrul firului este de 0,5mm.

Diametrul conductorului se exprimă fie în milimetri, fie în unitatea de măsură americană Gauge (AWG - *American Wire Gauge*). 1 Gauge este a zecea parte dintr-un milimetru. Cablurile utilizate în rețelele de calculatoare au dimensiuni cuprinse între 22 AWG (cablu de tip IBM) și 26 AWG (cablul obișnuit folosit în telefonie).

Firele cablului torsadat sunt răsucite după un anumit pas într-o formă elicoidală prin operația de torsadare (Fig. III.1).



Fig. III.1 Pereche de conductoare izolate electric și torsadate

Torsadarea asigură reducerea efectelor interferențelor de semnal care apar între firele din aceeași pereche, din cauza cuplajelor capacitive și inductive nedorite existente între acestea.

Fiecare pereche de fire este răsucită, cu un pas de torsadare cuprins între 80 și 200 mm, care diferă de la o pereche la alta. În plus, perechile sunt torsadate între ele, cu un pas de 300 mm, pentru reducerea interferențelor dintre ele (*crosstalk*). Perechile sunt învelite într-o manta de protecție mecanică, realizată din material plastic (Fig. III.2).

Trebuie acordată mare atenție la detorsadarea firelor astfel încât lungimea bucății detorsadate să fie cât mai mică, de ordinul a 10 – 15 mm pentru a nu favoriza interferențele dintre firele cablului. În plus, mantaua cablului trebuie fixată în conector pentru a menține rezistența cablului și a evita străpungerea izolației sau ruperea firelor.

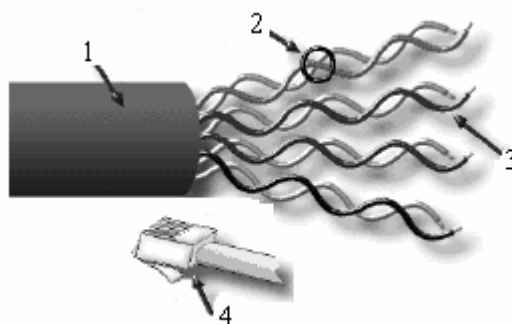


Fig. III.2 Structura cablului UTP

1 – manta; 2 – pereche; 3 – fir de cupru izolat electric; 4 - conector

Mufarea cablului pentru conexiuni într-o rețea de calculatoare se face cu un clește de sertizare (*crimper*), cu conectori RJ-45 (*Registered Jack - 45*), modular, cu 8 pini, cu transmisie serială asincronă (Fig. III.3). În alte cazuri se folosește fie conectorul RJ-11 telefonic cu 4 căi pentru transmisii telefonice, fie RJ-12, cu 6 căi pentru transmisii vocale în rețea ISDN.

Conectorul este prevăzut cu o lamelă exterioară, din material plastic, elastică, prin care se asigură contactul electric ferm al conectorului în portul de intrare.

Izolațiile firelor din cablu sunt de culori diferite, respectând codul culorilor, pentru a permite identificarea perechilor de fire și corespondența lor la capetele cablului.

Un cablu de legătură care are aceeași configurație a pinilor la ambele capete se numește **cablu direct** (*straight*).

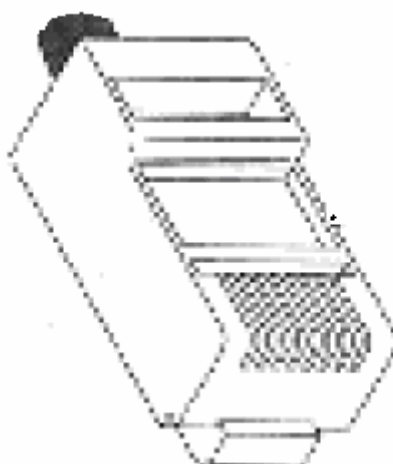


Fig.III.3 Conector modular de tip RJ – 45

Un cablu de legătură care are inversate perechile de transmisie (Tx) și de recepție (Rx) se numește **cablu inversor** (*cross-over*) și conectează pinii de transmisie de la un capăt cu cei de recepție de la celălalt capăt.

Prin cascada unui segment de cablu direct cu unul inversor se obține un tronson de cablu inversor.

Terminația standard a cablului UTP pentru rețele Ethernet este conectorul RJ-45 ('tată', 'mamă'), definit de standardele 568-A și 568-B, are 8 căi grupate în 4 perechi (Fig.III.4).

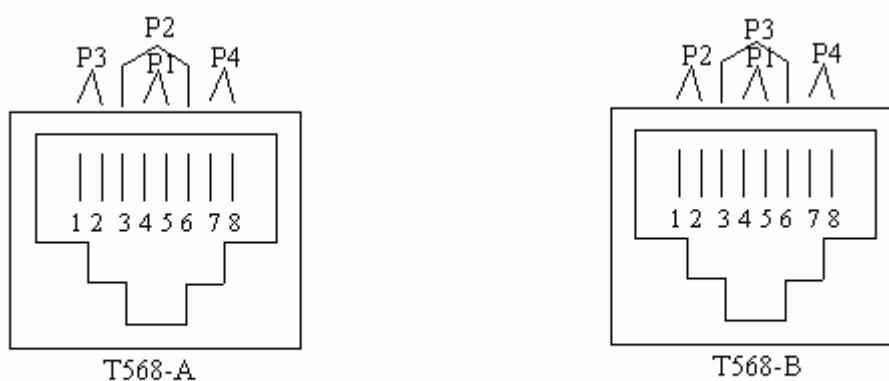


Fig. III.4 Schemele conectorilor RJ-45 (P - pereche)

Codul culorilor pentru cablul UTP în standard T568-A este următorul:

- 1 GW (*Green - White*)
- 2 G (*Green*)
- 3 OW (*Orange - White*)

4	B (<i>Blue</i>)
5	BW (<i>Blue - White</i>)
6	O (<i>Orange</i>)
7	BrW (<i>Brown - White</i>)
8	Br (<i>Brown</i>)

Versiunea T568-B are inversate culorile pe perechile 1-2 și 3-6 față de T568-A.

Pinii pe care se face transmisia și recepția sunt 1,2,3 și 6. Se folosește o pereche de fire pentru transmisie (Tx+ și Tx-) și una pentru recepție (Rx+ și Rx-).

Într-o rețea Ethernet se folosesc trei tipuri de cabluri:

Cablul Ethernet direct (*straight-Ethernet*) are ambele capete sertizate folosind același standard (fie A-A în SUA, fie B-B în Europa). Este folosit atunci când conectăm un PC la un port de switch sau hub.

Cablul Ethernet inversor (*cross-over Ethernet*) se folosește atunci când se conectează direct două PC-uri între ele fără a mai folosi un alt echipament. Ceea ce transmite o stație trebuie să ajungă la cealaltă în pinii de recepție, de aceea se folosește un cablu inversor. Acest cablu inversează practic pinii 1 și 2 cu pinii 3 și 6, adică pinul 1 ajunge în cealaltă parte la pinul 3 și pinul 2 la pinul 6. Acest cablu se realizează respectând la un capăt standardul A și la celălalt standardul B (se inversează perechile portocaliu cu verde).

Cablul de consolă (*rollover*) - Se folosește atunci când dorim să ne conectăm la consola unui router, pe un port de comunicație serială prevăzut cu o mufă RJ-45. Celălalt capăt îl introducem într-un adaptor RJ-45 – DB 9 (sau DB 25) pe care îl folosim la portul serial al calculatorului. Acest tip de cablu are pinii în oglindă, adică pinul 1 ajunge la pinul 8, 2 la 7, 3 cu 6 și așa mai departe.

Un panou (*patch panel*) constă într-un grup de conectori 'mamă' (de exemplu, de tip RJ-45) și un bloc de conexiuni denumit bloc de sertizare (*punch-down block*) care asigură legăturile conectorilor cu căile de comunicație din spatele panoului.

Pentru cablul de legătură la o interfață BRI ISDN (*Basic Rate Interface ISDN*), conectorul RJ-45 utilizează perechile de fire: 3-6 (TX pentru DCE, RX pentru DTE) și 4-5 (RX pentru DCE, TX pentru DTE).

Pentru o interfață PRI ISDN (*Primary Rate Interface ISDN*), conectorul RJ-45 utilizează în DCE doar perechile de fire: 1-2 pentru recepția datelor și 4-5 pentru transmisie.

Pentru testarea unor interfețe fizice, se poate folosi un tester extern de buclă (*loopback plug*) cu conector RJ-45. Semnificațiile pinilor diferă de la o interfață la alta.

Pentru interfețe asincrone se aplică schema de conexiuni dată în figura III.5 (a).

Pentru testarea unei interfețe Ethernet, se aplică schema de conexiuni din figura III.5 (b).

Pentru testarea unei interfețe PRI ISDN, cu conectori RJ-45, se aplică schema de conexiuni din figura III.5 (c).

Testarea interfețelor din echipamentele de comunicație din rețea se poate face și prin soft, cu programele de monitorizare și de testare furnizate de firma producătoare.

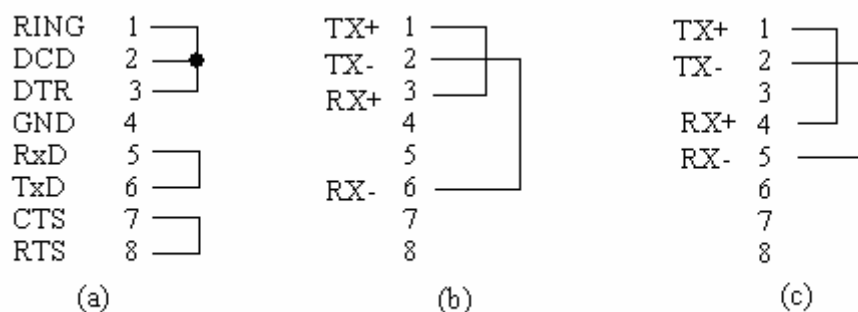


Fig III.5 Scheme de conexiuni pentru testarea interfețelor conector RJ-45

În cazul în care o anumită interfață nu este activă, se poate restarta echipamentul, fie hard, fie soft.

Impedanța caracteristică a perechii de cablu UTP are valoarea tipică de 100 Ohmi.

Diametrul exterior al cablului UTP este de 0,43 cm, dimensiunile sale mici, flexibilitatea sporită și prețul redus constituind avantaje în alegerea acestui cablu pentru rețelele de calculatoare.

Cablul UTP cu 2 sau 3 perechi de fire este folosit în sistemele telefonice fixe.

Cablul UTP necesită folosirea repetoarelor de semnal pentru lungimi mai mari de 100 m, care să compenseze atenuarea proprie a cablului prin refacerea nivelului de semnal.

Cablul de legătură (*patch cord*) dintre o stație de lucru și rack nu trebuie să fie mai lung de 6 metri.

Cablul de legătură dintre priza de rețea și calculator are lungimea maximă admisă de 3 metri.

Cablul UTP nu este protejat față de interferențele electromagnetice și radio externe. Se preferă instalarea separată (nu în același canal de cablu) față de alte cabluri (telefonice sau de alimentare cu energie electrică).

Se utilizează în rețelele Ethernet (10 Base-T), Fast Ethernet (100 Base-T, 100 Base-T2, 100 Base-T4, 100 Base-TX) și Gigabit Ethernet (1000 Base-T).

Sunt definite mai multe categorii de cablu UTP (CAT1, CAT2, CAT3, CAT4, CAT5). Pentru LAN se pot utiliza, în funcție de frecvența maximă de lucru, UTP CAT3 (< 16 MHz), CAT4 (< 20 MHz) și CAT5 (< 100MHz), cea din urmă fiind cea mai utilizată în prezent. Ultimele standarde prevăd și categoriile CAT5e (< 100 MHz), CAT6 (< 250MHz) și CAT7 (< 600MHz). Fiecare categorie superioară de cablu are parametri îmbunătățiți față de categoria inferioară, furnizând și serviciile oferite de aceasta.

Dintre toate categoriile de cabluri UTP, două dintre ele sunt mai folosite: categoria 3 și categoria 5. Începând din 1988 au fost introduse cablurile mai performante CAT 5, similare celor CAT 3, dar cu mai multe răsuciri pe centimetru și cu izolație din teflon, care asigură o calitate mai bună a semnalului transmis la mare distanță. De aceea, CAT 5 UTP poate fi folosit pentru comunicațiile de mare viteză dintre calculatoare.

Sistemul ACS (*Advanced Connectivity System*) al IBM este bazat pe cablu UTP de categoria 5, cu impedanța de 100 Ohmi și cu secțiunea de 24 AWG.

Cablul STP (*Shielded Twisted Pair*) este un cablu torsadat în pereche ecranat (Fig. III.6), conținând 4 perechi de fire. Fiecare pereche este torsadată și ecranată cu o folie metalică (*pair shield*): 1 - manta; 2 – ecran comun; 3 – ecran individual; 4 – pereche; 5 – conector.

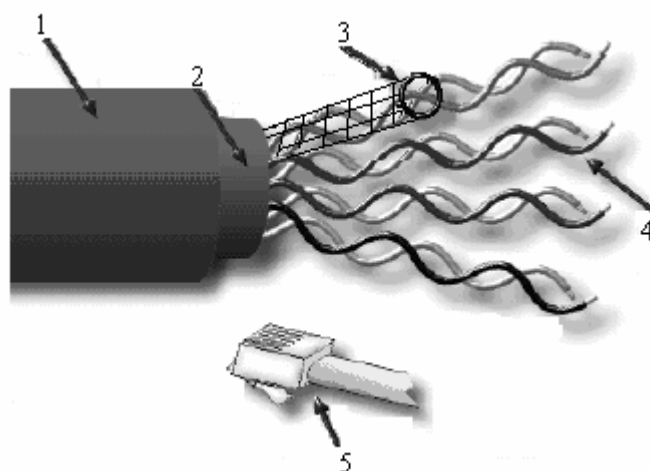


Fig. III.6 Structura cablului STP

Toate perechile sunt ecranate electromagnetic cu un ecran comun, de grup (*overall shield*) de tip folie sau panglică metalică. La exterior, se folosește o manta din material plastic, pentru protecție împotriva factorilor mecanici sau de climă. Acest cablu permite minimizarea efectelor diafoniei dintre perechi și a interferențelor electromagnetice (EMI – *ElectroMagnetic Interference*) sau radio (RFI) din exteriorul cablului și a radiațiilor proprii spre exterior.

Avantajele acestui tip de cablu constau în rezistență mecanică sporită și sensibilitate redusă la EMI și RFI față de UTP, cost mai redus decât cel al cablului coaxial gros și cel al fibrei optice.

Dezavantajele cablului STP constau în dimensiune, greutate și preț mai mari comparativ cu UTP și decât cablul coaxial subțire.

Pentru a fi eficient, ecranul este conectat la planul de masă al aparatului.

O condiție suplimentară pentru cablul STP comparativ cu cel UTP este aceea de a utiliza conectori ecranati.

Impedanța caracteristică a perechii din cablul STP are valoarea tipică de 150 Ohmi.

Capacitatea teoretică a cablului STP este de 50 Mbps, deși câteva implementări merg până la 155 Mbps pe segment de o sută de metri. Rata uzuală de transmisie pe cablu STP este de 16 Mbps, viteza maximă în rețelele Token Ring.

Rețelele Token Ring și Apple Talk folosesc conectori DIN (*Deutsches Institut für Normung eV*) cu configurații și forme diverse (Fig. III.7). Conectorii DIN 41612 (Fig. III.8) sunt folosiți pe scară largă pentru interconectarea echipamentelor din rețea (routere, switch-uri etc.)

Toate tipurile de cabluri STP au caracteristici de atenuare care limitează lungimea cablului la câteva sute de metri de aceea este necesară folosirea repetoarelor de semnal pentru lungimi mai mari de 100 m.

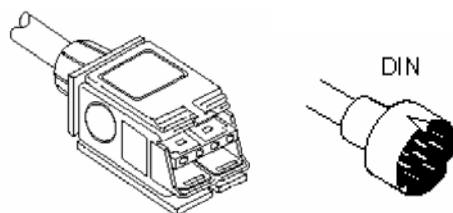


Fig. III.7 Modele de conectori DIN

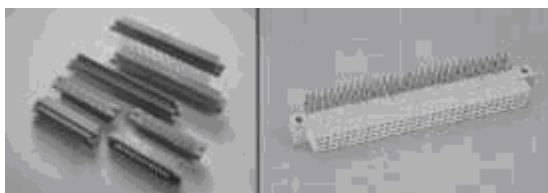


Fig. III.8 Conectori DIN 41612

ScTP (*Screened Twisted Pair*) este un cablu torsadat în pereche, ecranat, conținând patru perechi de fire. Are denumirea echivalentă de cablu FTP (*Foil Twisted Pair*). Este un cablu hibrid între UTP și STP, care nu are ecran pentru fiecare pereche de fire din cablu, dar prezintă ecranul de grup. Ecranul este eficient doar dacă este împământat la ambele capete și nu prezintă discontinuități.

Impedanța caracteristică a unei perechi de cablu ScTP este de 100 sau 120 Ohmi.

Atenuarea specifică a cablului impune utilizarea repetoarelor de semnal pentru transmisii pe distanțe mai mari de 100 m.

Cablul coaxial este alcătuit dintr-un conductor metalic central ("firul cald"), strat izolator, ecran ("masă") și manta (Fig. III.9), eventual și cu armătură pentru condiții speciale de transmisie.

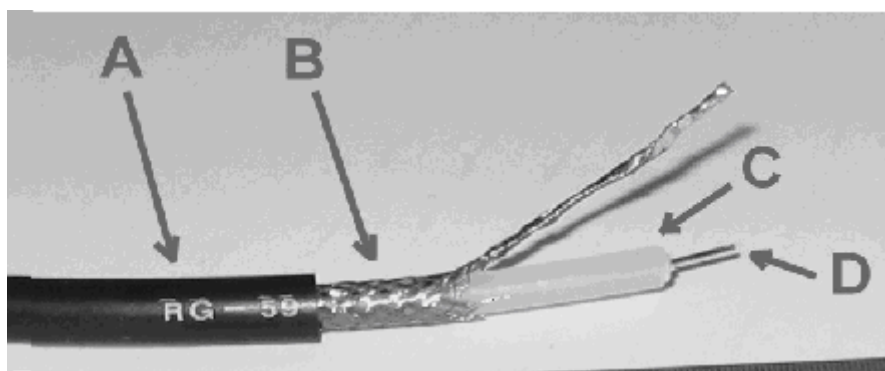


Fig. III. 9 Structura unui cablu coaxial

A – manta; B – ecran; C – izolator; D – conductor central

Cablul coaxial se caracterizează prin diametrul conductorului central (d) și diametrul interior al ecranului (D), exprimate în mm, sau prin raportul acestora d/D (de exemplu: 1,2/3,5; 1,2/4,2; 1,8/6,4).

Cablurile coaxiale sunt utilizate în diverse domenii, întrucât atenuarea proprie pe unitatea de lungime este redusă comparativ cu cablul torsadat, interferențele electromagnetice sunt practic nule și se pot utiliza segmente de cablu cu lungimi mai mari față de UTP (185 m pentru cablul coaxial subțire; 500 m pentru cablul coaxial gros).

Notăția cablurilor coaxiale este *RG-n* (*Radio Guide*) cu semnificația de ghid de undă pentru frecvențele radio (n – reprezintă seria cablului).

În rețelele de calculatoare se folosesc:

- cabluri coaxiale subțiri (*thinnet*), deosebit de ușor, flexibil, ușor de instalat și ieftin, dar care necesită condiții deosebite de împământare: pentru rețele Thin Ethernet 10 Base-2, RG - 58, cu diametru 5 mm și impedanță caracteristică de 50 Ohmi, sau RG – 59, cu diametru 6,15 mm și impedanță caracteristică de 75 Ohmi; în rețelele ARCNET RG – 62, de 6,15 mm și impedanță 92 ohmi.
- cabluri coaxiale groase (*thicknet*), RG-6, de 8,5 mm și 75 de Ohmi, pentru transmisii de date prin modemuri de cablu TV și RG-8, cu diametrul de 10,287 mm și impedanța de 50 Ohmi, mai greu, mai rigid și mai scump, dar de bandă mai largă, care este indicat pentru realizarea magistralei de date (*backbone*) dintr-un LAN Thick Ethernet 10 Base-5.

Datorită grosimii sale, cablul coaxial gros este mai scump și mai greu decât cel subțire. Acesta poate fi instalat cu ușurință în exterior, pe clădiri.

În unele rețele de calculatoare se folosește și așa-numitul cablu biaxial (*Biax*) cu două cabluri coaxiale de 50 ohmi, în aceeași manta.

Pentru cablurile coaxiale se utilizează conectori BNC (*Bayonet Nut Connector*) (Fig. III.10).



Fig. III.10 Conector BNC

Pentru cablurile coaxiale de 50 de ohmi se utilizează conectori tip N, iar pentru cele de 75 de ohmi conectori tip F.

Cablul coaxial poate fi folosit în rețele de calculatoare cu topologie fizică fie de tip „magistrală” folosind conectori de tip T (fig. III.11) sau conectori de tip „vampir”, fie de tip „stea”, cu dispozitive de divizare a fluxului (*splitter*).

Joncțiunea în T necesită tăierea cablului spre deosebire de conectorii „vampir” care doar îl „înțeapă”.

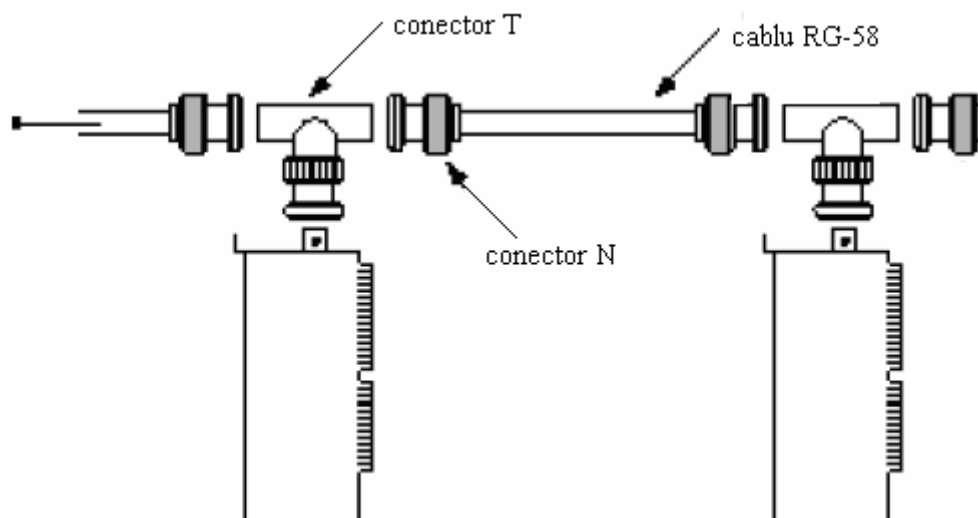


Fig. III.11 Magistrală de transmisie realizată cu cablu coaxial

Pentru interconectarea segmentelor de cablu torsadat cu cele de cablu coaxial sunt necesare elemente speciale fie pasive, fie active denumite Balun, de la tipurile transmisiilor pe cele două cabluri (*Balanced to unbalanced*).

Structura și ecranul cablului coaxial asigură o bună împletire a necesităților de bandă largă de frecvență și de imunitate excelentă la zgomot. Banda de frecvență depinde și de lungimea segmentului de cablu. Pentru cabluri cu lungimi de până la 1 km, este posibilă o viteză de transfer a datelor de 2 Gbps. Pot fi folosite și cabluri mai lungi, dar la rate de transfer mai joase sau folosind periodic amplificatoare de semnal.

Cablurile coaxiale sunt folosite și în sistemele telefonice, dar pe distanțe lungi au fost în mare parte înlocuite de cablurile optice. O aplicație tradițională a cablurilor coaxiale rămâne transmisia semnalului de televiziune.

Cablul optic (OC - *Optical Cable*) este alcătuit din mai multe fibre optice, uni- sau multimod, cu miez transparent (din material plastic sau sticlă), înveliș refractar (*cladding*) cu indice de refracție mai mic decât cel al miezului, manta (*Plastic Shield*), material de umplere (*Kevlar Reinforcing Material*), eventual un fir de inox pentru creșterea rezistenței mecanice, și manta exterioară (*Outer Jacket*) din plastic (Fig. III.12).

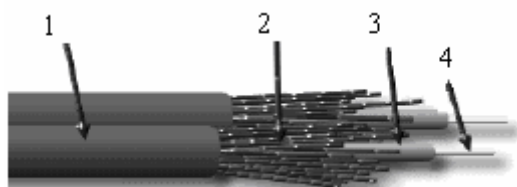


Fig. III.12 Cablu optic dual

1 – manta; 2 – material de umplere ; 3 – înveliș refractar; 4 – miez

Un sistem de transmisie optic este format din trei componente: sursa luminoasă, mediul de transmisie transparent și fotodetectorul.

Prin convenție, un impuls de lumină înseamnă bitul 1, iar absența luminii indică bitul zero (OOK – *On-Off Keying*). Atunci când se interceptează un impuls luminos, fotodetectorul generează un impuls electric. Prin atașarea unei surse de lumină (LED – *Light Emitting Diode* sau diodă LASER – *Light Amplification by Stimulated Emissions of Radiations*) la un capăt al fibrei optice și a unui fotodetector (fotodiodă sau fototranzistor) la celălalt capăt, se obține un sistem unidirecțional de transmisie a datelor care acceptă la intrare semnale electrice, le convertește în impulsuri luminoase, le transmite prin fibră și apoi le reconvertește la ieșire în semnale electrice.

Joncțiunile între segmentele de cablu trebuie realizate perfect centrat și cu axele fibrelor în prelungire pentru a nu avea pierderi de semnal. În acest scop, se folosesc dispozitive denumite optocuploare.

Descrierea cablurilor optice se face asemănător celor coaxiale, prin două numere corespunzătoare valorilor diametrelor miezului și învelișului refractar exprimate în microni (10/125, 50/125, 62,5/125, 100/140).

Pentru rețelele de calculatoare se utilizează cablu optic dual, cu doar două fibre optice, care în funcție de dimensiunile miezului (10 μm ; 50 μm ... 100 μm , 125 μm) pot avea unul sau mai multe moduri de propagare a luminii în interiorul miezului.

Fibrele optice subțiri sunt de tip unimod (SMF – *Single Mode Fiber*) și având o atenuare scăzută, sunt folosite pentru transmisii la distanțe mari fără amplificare (< 5km).

Fibrele optice groase (de exemplu, 62,5/125μm sau 50/100μm) sunt de tip multimod (MMF – *MultiMode Fiber*) cu atenuare mai mare și viteză redusă comparativ cu fibrele unimod, ceea ce limitează lungimea maximă a segmentului de cablu la cel mult 2 km.

Indicele de refracție al fibrei poate fi constant în miez, caz în care poate să apară fenomenul de dispersie modală, sau variabil astfel încât traiectoriile undei luminoase să convergă și dispersia să fie minimizată.

Lungimile de undă folosite pentru transmisie sunt din domeniul 750 – 1600 nm, respectiv 800 - 900 nm pentru prima generație de fibre optice, 1300 nm la cea de a doua generație și 1550 nm la generația a treia. Atenuarea fibrei optice scade odată cu creșterea lungimii de undă, de la circa 3,5 dB/km pentru prima bandă, la 1 dB/km în al doilea caz și sub 0,4 dB/km la a treia generație de fibre optice. Viteza maximă de transmisie a datelor crește de la 150 Mbps în primul caz, la 1 Gbps la generația a doua și 100 Gbps în banda de 1550 nm. Viteza de transfer a datelor pe fibră depinde de timpul de răspuns al fotoreceptorului. De exemplu, dacă timpul de răspuns al unei fotodiode este de o nanosecundă, viteza de transfer a datelor este limitată la 1 Gbps.

Pentru reducerea pierderilor de semnal, joncțiunile cablurilor trebuie realizate cu precizie și protejate cu optocuploare. La capete se montează conectori speciali (SC - *Simplex Connector*, FC – *Fiber Connector*, ST – *Simplex Termination*, LC – *Long Connector*), pentru fibră unimod (SMF) sau multimod (MMF), cu eventuale adaptoare (*Duplex Carrier Housing*) pentru trecerea de la cabluri simplex, cu o fibră, la cele cu două fibre (Fig. III.13).

Conectorii pentru cablurile optice care conectează echipamente identice sunt realizați în varianta **inversoare**, cu încrucișarea firelor (*cross-connection*) astfel încât să se lege ieșirea datelor (TxD - *Data Transmission*) dintr-un echipament cu intrarea de date (RxD - *Data Receiving*) de la celălalt capăt. În documentațiile tehnice ale echipamentelor sunt specificate modurile de realizare a conectorilor pentru DTE (*Data Terminal Equipment*) și DCE (*Data Circuit Equipment*).

Cablurile optice sunt folosite în rețele Ethernet (10 Base F), Fast Ethernet (100 Base F), Giga Ethernet (1000 Base-SX, 1000 Base-LX), Token-Ring și FDDI, pentru topologii fizice de tip „inel” sau „stea”.

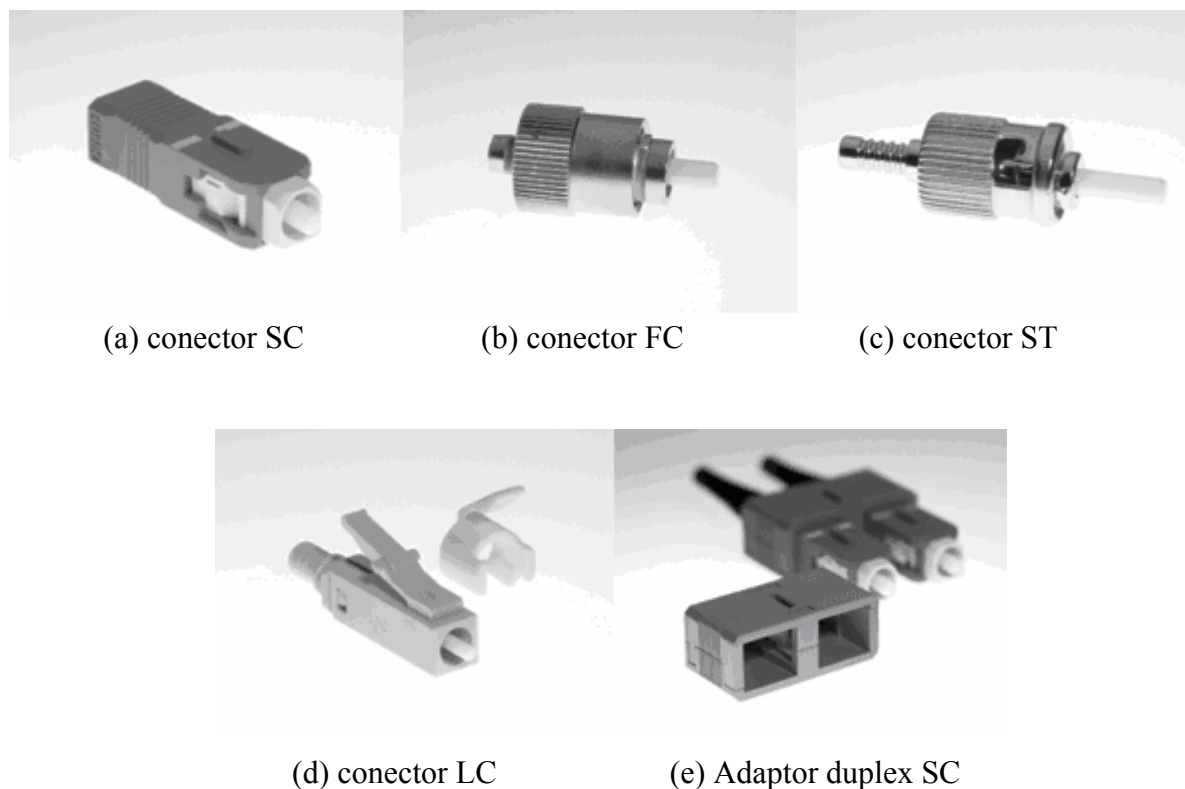


Fig. III. 13 Conectori SC, FC, ST, LC și adaptor duplex pentru cablu optic

Alte tipuri de conectori folosiți pentru echipamentele din rețea sunt conectorii DB-k sau D-k (modular cu $k = 9; 15; 25; 37; 50; 68$ pini, în forma literei D) pentru interfețe conectate fie la cablu torsadat, fie la cablu coaxial gros (Fig. III.14).

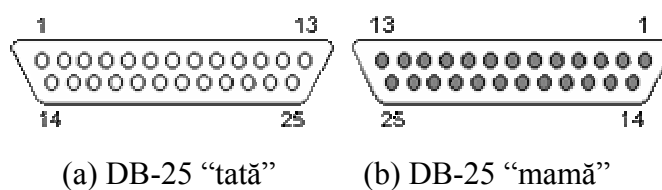


Fig. III.14 Conectori DB-25

Conectorul universal AMPLIMITE 50 cu 50 de căi poate fi folosit pentru diferite interfețe.

În general, legăturile între conectori diferiți sunt realizate pe baza unor diagrame care precizează pinii corespondenți.

Orice conector poate fi asociat cu un anumit tip de magistrală (*bus*) de date. Denumirea unor conectori poate să precizeze și tipul bus-ului de date (de exemplu: D50 SCSI-2).

Prin standardul **SCSI** (*Small Computer System Interface*) se specifică un bus de 8 biți și tact de 5 MHz, respectiv cu viteza de 5 MBps.

SCSI-2 sau **Fast SCSI-2** reprezintă o variantă de standard pentru bus de 8 biți și 10 MHz frecvență de clock, cu 10 MBps viteză de transmisie a datelor.

Wide SCSI-2 este un standard îmbunătățit pentru bus de 16 biți, 5 MHz și 10 MBps.

Fast/Wide SCSI-2 definește un bus de 16 biți, 10 MHz și 20 MBps.

Ultra SCSI-2 standardizează un bus de 32 de biți, 10 MHz și 40 MBps. Se utilizează un canal secundar de transfer.

Wide Ultra2 SCSI sau **Ultra 3 SCSI** lucrează pe 64 de biți la 10 MHz, cu 80 MBps.

Wide Ultra3 SCSI lucrează pe 64 de biți la 20 MHz, cu 160 MBps.

Alte standarde folosite pentru magistralele de date sunt următoarele:

ISA (*Industry Standard Architecture*): 16 biți, 8MBps.

EISA (*Extended ISA*): 32 biți, 33 MBps.

MCA (*Micro Channel Architecture*): 32 biți, 20 MBps.

PCI (*Peripheral Component Interconnect*) v2.0: 64 biți, 264 MBps.

AGP (*Advanced Graphics Card*) de 2x și 4x mai rapid ca PCI (pentru aplicații grafice).

PCMCIA (*Personal Computer Memory Card International Association*) sau simplu *PC Card* v3.0: 32 biți, 20-33 MHz, max. 132 MBps.

Low-Speed USB (*Universal Serial Bus*) sau USB 1.0 lucrează cu 1,5 Mbps sau 183 KBps.

Full-Speed USB (*Universal Serial Bus*) sau USB 1.1 lucrează cu 12 Mbps echivalent cu 1,5 MBps.

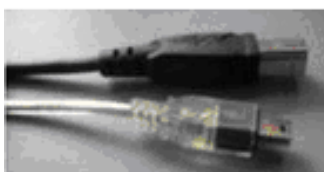
Hi-Speed USB (*Universal Serial Bus*) sau USB 2.0 lucrează cu 480 Mbps sau 57 MBps.

Conectorul USB are 4 pini și se instalează pe cablu torsadat, cu două perechi de fire (Fig. III.15). Pini 1 și 4 sunt de alimentare iar pini 2-3 sunt de date. Conectorul USB este folosit numai în mod semi-duplex, pentru transmisii seriale, pe principiul „primul venit, primul servit”.



Standard-A

(a)



Standard-B

(b)

Fig. III.15 Conectori USB (a) în standard A; (b) în standard B.

Interfața **FireWire** (Fig. III.16), în standard IEEE 1394, dezvoltată pentru transmisii video seriale, are 6 pini și transmite cu 400 Mbps, fiind considerată chiar mai eficientă decât USB 2.0.

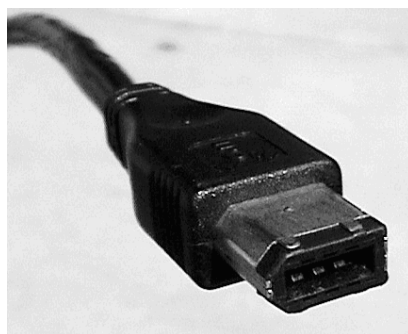


Fig. III.16 Conector FireWire

ATA (*Advanced Technology Attachment*) sau **Parallel ATA**, echivalent **IDE** (*Integrated Digital Electronics*), suportă unul sau două hard-discuri (HDD – *Hard Disk Drive*) dintr-un terminal, cu transmisie a datelor pe 16 biți și modurile 0, 1 și 2 PIO.

ATA-2 sau **Fast ATA**, cunoscut și ca *EIDE (Enhanced IDE)* suportă și modurile PIO 3 și 4 mai rapide, modurile 1 și 2 DMA (*Direct Memory Access*) și transferul datelor în blocuri.

Ultra-ATA sau **Ultra-DMA**, **ATA-33** sau **DMA-33**, suportă modul DMA 3 și lucrează la 33 MBps.

ATA/66, propus de Corporația Quantum și acceptat de Intel, dublează rata de transfer la 66 MBps.

ATA/100 asigură transferul datelor la 100 MBps.

Spre deosebire de ATA cu transferul datelor în mod paralel, versiunea serială **SATA** (*Serial ATA*) folosește minimum 4 conexiuni punct-la-punct și asigură rate de transfer de peste 150 Mbps.

Pentru interconectarea bus-urilor realizate în standarde diferite sunt necesare **adaptoare** (de exemplu, adaptor PCI/SCSI sau USB/PS-2).

III.3 MEDII DE TRANSMISIE „FĂRĂ FIR”

În rețelele 'fără fir' (*wireless*) se analizează condițiile de propagare și de vizibilitate dintre echipamente, se testează condițiile de transmisie din punctul de vedere al interferențelor radio nedorite (RFI - *Radio Frequency Interference*) și al standardelor în vigoare (FCC - *Federal Communications Commission*). Instalarea antenelor de radiofrecvență (RF - *Radio Frequency*) este dificilă întrucât trebuie făcută la înălțime, cu suportți speciali de prindere, adaptați greutateii echipamentelor. Orientarea antenelor de emisie-recepție este importantă pentru a obține un raport semnal-zgomot de transmisie bun (de exemplu, de peste 20 dB). Alegerea locațiilor antenelor se face în funcție de **linia radio de vizibilitate directă** (LoS - *Light of Sight*), definită ca linia aparent dreaptă dintre antena emițătoare și cea de recepție. La distanțe de peste 15 km trebuie luată în considerare și curbura Pământului. De asemenea, este foarte important ca diversele obstacole, fixe (forme de relief, clădiri etc.) sau mobile (vegetație, aparate de zbor ș.a.), să nu blocheze pe mai mult de 40 % zona Fresnel, întrucât acest fapt afectează LoS. Spre deosebire de LoS, **zona Fresnel** este zona în care undele radio emise de antenă se dispersează, sub formă elicoidală, în funcție de lobul principal al caracteristicii de directivitate. Eventualele obstacole care obstrucționează zona

Fresnel reduc nivelul semnalului transmis și raportul semnal/zgomot. De asemenea, prin reflexiile suferite de semnalul util pe diversele obstacole și prin propagarea acestuia pe căi multiple apare fenomenul nedorit de fading.

Dacă transmisia între echipamentele dintr-o încăpere se realizează în infraroșu (IrDA - *Infrared Data Access*) sursele luminoase de mare intensitate pot perturba rețeaua. De aceea, se amplasează dispozitivul de comandă omnidirecțional pe tavanul încăperii, în mijlocul acestuia, astfel încât să aibă o arie maximă de acoperire.

Undele infraroșii și cele milimetrice se folosesc pentru comunicații pe distanțe scurte. Telecomenzile pentru diverse aparate electrocasnice (televizoare, aparate audio, video, de climatizare etc.) sunt proiectate cu transmisie în infraroșu deci pot perturba transmisia datelor în infraroșu. Sursele de unde electromagnetice corespunzătoare acestui domeniu de frecvențe sunt relativ directive, ieftine și ușor de realizat, dar au dezavantajul că nu trec prin obiectele solide și nici nu le ocolesc. Acest fapt devine un avantaj din punctul de vedere al absenței interferențelor dintre sistemele cu transmisie în infraroșu utilizate în încăperi adiacente și din cel al securității de transmisie. În plus, nu este necesară o licență pentru transmisie în infraroșu. Undele infraroșii pot fi utilizate pentru transmisii de date la viteze relativ mari (de ordinul Mbps) între echipamentele situate în aceeași încăpere, interconectate astfel într-un LAN „fără fir”. Comunicațiile în domeniul infraroșu nu pot fi însă folosite în exterior, deoarece soarele însuși emite astfel de radiații.

Transmisia datelor între clădiri învecinate se poate face prin unde luminoase folosind câte o diodă laser și o fotodiodă în fiecare nod de emisie/recepție. În acest mod, comunicațiile se fac punct-la-punct. Această schemă oferă o bandă largă de transmisie, cu costuri relativ reduse. Un dezavantaj al acestei metode este acela că fasciculul laser nu pătrunde prin ploaie sau ceață și este perturbat de eventuale surse de căldură, dar funcționează bine în zilele fără intemperii.

Pentru transmisii pe distanțe mai mari se pot folosi fără licență microundele care sunt ieftine și necesită puteri relativ mici de emisie (de exemplu, 16 dBm, la 2,4 GHz). În acest caz, rețeaua de semnal sunt amplasate la distanțe mari, de ordinul zecilor de kilometri în sistemele de comunicații terestre. Pentru transmisii la distanțe foarte mari (intercontinentale) se pot face și retransmisii ale semnalelor prin sateliții de telecomunicații, care îndeplinesc funcțiile de repetare și redirecționare a acestora.

III.4 ECHIPAMENTE DE NIVEL FIZIC

Scopul nivelului fizic este acela de a transporta informația ca șir de biți de la o mașină la alta.

În orice rețea de calculatoare, sunt folosite echipamente de două tipuri:

1. **pasive** (fără sursă de energie):

- conectori;
- cabluri;
- prize de rețea;
- panouri (*patch panel*);

2. **active** (necesită sursă de alimentare):

- interfețe fizice active;
- calculatoare, imprimante, scanere etc;
- echipamente de transmisie/recepție (*transceiver*);
- repetoare;
- convertoare de mediu;
- hub-uri;
- comutatoare de rețea (*switch*);
- punți de rețea (*bridge*);
- routere.

Interconectarea echipamentelor active se face prin intermediul celor pasive, standardizate de TIA/EIA. Cele mai multe probleme în rețea sunt localizate la nivel fizic și sunt cauzate de defectarea dispozitivelor pasive din rețea (cabluri, conectori, prize, panouri).

Interfața AUI (*Attachment Unit Interface*) cu conector DB-15 poate fi utilizată pentru conectarea unui echipament de rețea fie la un cablu Ethernet, fie la un sistem cu transmisie prin undă radio (*wireless*), prin intermediul unui transmițător/receptor (*transceiver - transmitter/receiver*), având capacitatea de a detecta coliziunile.

Un **echipament de transmisie-recepție** (*transceiver*) este utilizat pentru conectarea la mediul de transmisie (cablu UTP, coaxial, optic etc.) a unui anumit echipament dintr-o rețea locală (calculator, router ș.a.), prin intermediul unor interfețe AUI sau MII (*Media*

Independent Interface). Un transceiver este un echipament multiport care conține etaje de amplificare și convertoare de semnal (de exemplu, semnalul electric poate fi convertit în undă luminoasă și invers folosind diode LASER și fotodiode).

Lungimea unui segment de cablu este limitată din cauza fenomenelor specifice de atenuare și defazare a semnalelor pe liniile de transmisie. Pentru conexiuni la distanțe mai mari decât cea maxim admisă, se utilizează mai multe segmente de cablu interconectate prin intermediul **repetoarelor digitale** care refac forma rectangulară a impulsului de formare a datelor eliminând astfel efectele zgomotelor și distorsiunilor de transmisie, după care amplifică semnalul până la nivelul de referință (Fig. III.17). Există limitări privind numărul maxim de repetitoare care pot fi intercalate între două noduri ale rețelei.

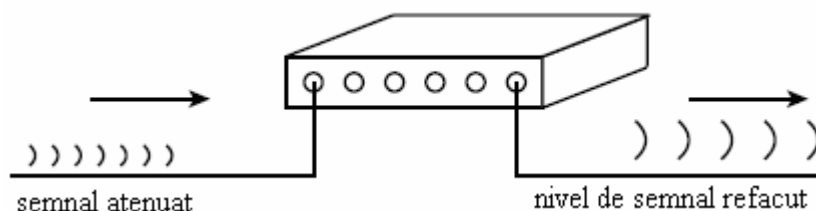


Fig. III.17 Repetor de semnal

Avantajul repetoarelor este că sunt ieftine și simple. De asemenea, deși nu pot conecta rețele cu formate de cadru diferite (de exemplu, Token Ring sau Ethernet), unele repetitoare pot interconecta segmente cu cadre similare, dar cu medii de transmisie diferite.

Un **repetor** este un diport care interconectează segmente de LAN în același standard, cu diverși conectori: 10 Base T (RJ-45), 10 Base 2 (BNC), 10 Base F (ST) sau cu alte medii fizice de transmisie, prin intermediul AUI folosind transceivere. Acesta nu trebuie confundat cu un dispozitiv de conversie între două medii fizice diferite de transmisie, întrucât suplimentar, în repetor, sunt regenerate cadrele de date (de exemplu, Ethernet), în baza unor secvențe de sincronizare și sunt procesate informațiile privind posibilele coliziuni din rețea.

Convertorul de mediu face trecerea de la un tip de mediu la altul, prin conversia semnalului dintr-un format în altul.

Există convertoare pentru interconectarea a diferite tipuri de rețele, cum ar fi:

- rețea Ethernet cu transmisie prin cablu UTP cu una cu cablu coaxial;
- rețea Ethernet cu cablu torsadat cu una cu transmisie pe fibră optică;

- rețea pe fibră optică multimod (MMF) cu una pe fibră optică unimod (SMF);
- rețea de 10 Mbps cu una de 100 Mbps.

Porturile de intrare-ieșire și conectorii aferenți sunt de tipuri diferite, în funcție de mediile fizice de transmisie folosite.

III.4.1 PoE - Power over Ethernet

PoE reprezintă o metodă de transmisie pe același cablu UTP a datelor și a tensiunii continue de alimentare către un echipament de comunicație dintr-o rețea (pentru puteri electrice cu valoare maximă limitată, de exemplu 12 W) în scopul de a nu mai utiliza un cablu de alimentare separat de UTP, în special pentru distanțe mari și poziționare a echipamentelor mai puțin accesibilă. Se simplifică astfel procedura de instalare și se reduce costul rețelei.

PoE poate fi utilizată în rețele Ethernet sau FastEthernet dar nu se folosește pentru standardul Giga Ethernet 1000-Base-T, unde toate cele 4 perechi de fire din cablul UTP Cat 5 sunt utilizate pentru transmisia și recepția datelor.

Adaptorul sau injectorul PoE este prevăzut cu o interfață de intrare a datelor (ETH), un conector de alimentare cu tensiune continuă DC (ex. 48V, 15V) generată eventual de un alimentator din rețeaua de energie electrică de 220V, precum și interfața propriu-zisă de tip PoE: ETHERNET+DC.

Interfața ETH se conectează printr-un cablu UTP relativ scurt la un port de date din echipamentul de comunicație în rețea (hub, switch, router etc.)

Interfața Ethernet+DC se conectează printr-un segment de cablu UTP de maximum 100 de metri, fie direct la interfața Ethernet+DC a echipamentului aflat la distanță, dacă acesta este compatibil cu standardul PoE, fie la cea din echipamentul de separare a datelor și a alimentării (PoE *splitter*). Splitterul și echipamentul de comunicație sunt interconectate prin segmente scurte de cablu de alimentare și de cablu UTP pentru transmisia datelor. În figura III.17 este prezentat, pentru un caz particular de rețea WLAN (*Wireless LAN*), modul de interconectare a echipamentelor locale cu cele aflate la distanță (WAP – *Wireless Access Point*) prin intermediul adaptorului și al splitterului PoE.

Tensiunea de alimentare generată de splitter poate avea diferite valori (5V; 7,5V; 12V) și trebuie pus comutatorul pe poziția corectă, în funcție de caracteristicile echipamentului alimentat.

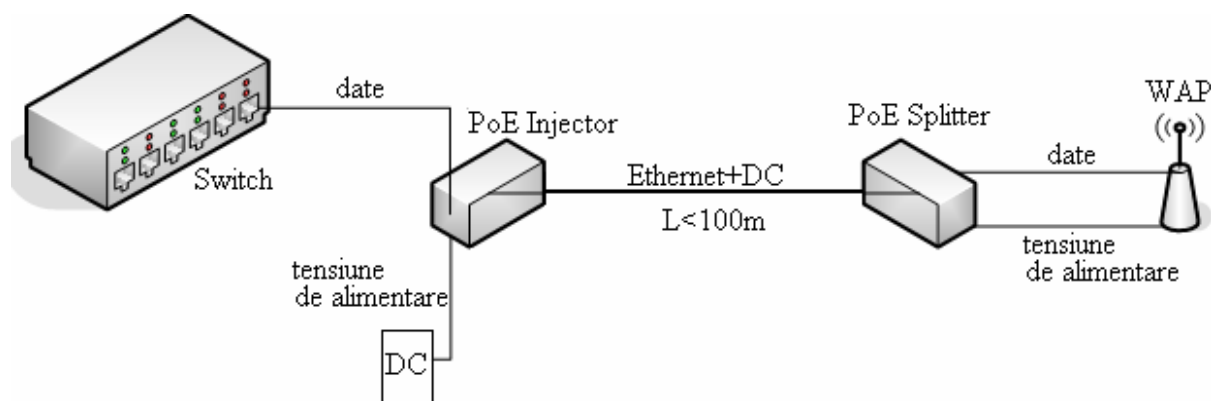


Figura III.17 Exemplu de alimentare prin metoda PoE

III.4.2 INTERFEȚE DE COMUNICAȚIE

Prin **interfață** este desemnat un dispozitiv fizic (*hardware*) sau un modul logic (*software*), prin intermediul căruia se realizează comunicația dintre echipamente și medii fizice sau dintre două procese logice.

Interfața este cea care controlează comunicația și asigură transmisia și recepția datelor în formatul standard adoptat. Datele intră sau ies dintr-un echipament numai prin intermediul unei interfețe. În funcție de nivelele OSI pe care lucrează interfața, aceasta se implementează fizic sau logic.

Implementarea fizică a unei rețele locale impune instalarea pe fiecare calculator a unei interfețe sau **plăci de rețea** (NIC - *Network Interface Card*), internă sau externă, cu programul aferent (*driver*), montarea cablurilor de legătură cu anumiți conectori, realizarea conexiunilor cu unitatea care centralizează traficul, desemnată prin diferiți termeni (MAU – *Media Access Unit*, CU – *Central Unit*, hub, switch, concentrator etc.) și instalarea pe server a sistemului de operare al rețelei (NOS - *Network Operating System*).

În figura III.18, este exemplificat foarte simplu modul de realizare a unui LAN cu un calculator de tip server și un hub. Rețeaua se poate extinde prin utilizarea tuturor porturilor din hub.

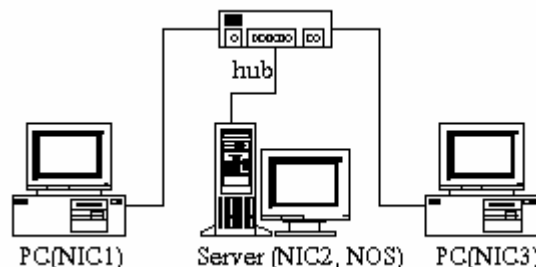


Fig. III.18 Interconectarea calculatoarelor printr-un hub

Interconectarea unui echipament cu mediul fizic de transmisie se face prin intermediul unei **interfețe fizice**, de nivel OSI 1 (*physical interface / L1 interface*), denumită și **port fizic**.

Un echipament de comunicație (hub, switch, bridge, router etc.) are mai multe porturi de intrare-ieșire, deci mai multe interfețe fizice care nu sunt neapărat toate de același tip.

În funcție de modul de comunicație adoptat (sincron/asincron, echilibrat/neequilibrat) se pot utiliza diferite tipuri de interfețe fizice definite prin standarde: RS-232 (V.24), X.21, V35, G.703 etc.

RS-232, standardizată de EIA (*Electronics Industry Association*), specifică toate caracteristicile electrice pentru transmisii seriale de date, sincrone și asincrone, de mică viteză.

EIA a realizat standardul RS-232-C pentru comunicații seriale iar CCITT a adoptat un standard echivalent, numit V.24. Este un standard pentru nivelul fizic de comunicație. Distanța maximă dintre DTE și DCE este de 16,5 m la un debit binar maxim de 19200 bps cu transmisie neechilibrată (se utilizează un singur fir de masă). Se utilizează conectori cu 25 de pini (DB-25) corespunzând la 25 de funcții specifice. RS-232-D se deosebește de RS-232-C prin circuite suplimentare de testare (la distanță sau în buclă locală).

Aceste standarde se pot utiliza pentru transmisii sincrone sau asincrone, pe 2 sau pe 4 fire, pe linii specializate sau în rețeaua telefonică comutată.

Nivelele de semnal sunt de +3V ... +15V pentru valoare logică '1', respectiv -15V ... -3V pentru '0' logic.

Pentru **transmisii asincrone**, sunt utilizați efectiv doar 10 pini (9 pini dacă se folosește un singur contact de masă), minimum 4 pini (cei marcați cu *) (Tabel III.1).

Tabel III.1

Semnificația pinilor conectorilor DB-25 și DB-9 pentru interfața RS-232

DB-25	DB-9	Direcția semnalului	Numele semnalului
1*	-	-	masa de protecție (PG - <i>Protective Ground</i>)
2*	3	DTE-to-DCE	transmisie de date (TxD - <i>Transmitted Data</i>)
3*	2	DCE-to-DTE	recepție date (RxD - <i>Received Data</i>)
4	7	DTE-to-DCE	cerere de emisie (RTS - <i>Request To Send</i>)
5	8	DCE-to-DTE	gata de emisie (CTS - <i>Clear To Send</i>)
6	6	DCE-to-DTE	DCE pregătit pentru transmisie (DSR - <i>Data Set Ready</i>)
7*	5	-	masă de semnal (SG - <i>Signal Ground</i>)
8	1	DCE-to-DTE	deteția purtătoarei (CD - <i>Carrier Detect</i>)
20	4	DTE-to-DCE	terminal de date pregătit (DTR - <i>Data Terminal Ready</i>)
22	9	DCE-to-DTE	indicator de apel (RI - <i>Ring Indicator</i>)

Înainte de apelul propriu-zis apare comunicația dintre fiecare DTE și DCE-ul asociat, fiind activi (ON) pinii DTR și DSR.

Terminalul care solicită apelul activează pinul RTS către modemul propriu. Dacă acesta este pregătit să transmită date, activează pinul CTS.

Modemul apelant transmite o purtătoare de apel pe linie, pe o anumită frecvență, către modemul aflat la distanță

Dacă modemul apelat nu este ocupat sau în buclă de auto-test, atunci acesta, când sesizează prezența purtătoarei pe linie, activează pinii CD și RI.

Dacă terminalul apelat este pregătit să recepționeze datele, în prealabil activează pinii proprii RTS și CTS, după care va răspunde apelului prin transmisia pe linie a unei purtătoare de o anumită frecvență spre terminalul apelant.

Legătura se stabilește dacă nivelul semnalului transmis pe linie se situează peste un anumit prag minim impus.

Urmează transmisia propriu-zisă a datelor între terminale.

Se observă că transmisia semnalelor de control se realizează în modul semiduplex, fiind necesară schimbarea sensului de transmisie pe linie, de mai multe ori în timpul comunicației.

Temporizările între semnalele de control depind de tipul circuitelor interconectate precum și de linia folosită pentru transmisie (de exemplu: timpul de comutare OFF-ON între pinii 4 și 5 este de 400-1000 ms pe linii comutate și de 20-50 ms pe linii închiriate).

Pentru **transmisii sincrone**, se utilizează suplimentar semnale de bază de timp, pe frecvența modem-ului (DCE), la emisie pinul 15, respectiv 17 pentru recepție. Dacă DTE este un port al unui calculator atunci tactul este transmis către DCE pe pinul 24.

Confirmarea sau infirmarea recepției corecte în regim semiduplex se poate face pe un canal auxiliar de mică viteză (tipic 75 bps).

La viteze mai mari de transmisie (48, 56, 64 kbps) se pot aplica standardele CCITT V.35, V.36, V.37, V.90 care prevăd circuite de date echilibrate.

Interfața RS-232-C a fost devansată prin standardul RS-449 care cuprinde **trei standarde**:

RS-423-A, echivalent cu RS-232-C cu transmisie neechilibrată;

RS-422-A cu transmisie echilibrată și fire duble în circuitele principale cu viteze de 10 Mbps la 130 m. (Zona de tranziție între nivelele logice este redusă de la 6 V la 0.4 V cu nivele absolute de maxim 6 V);

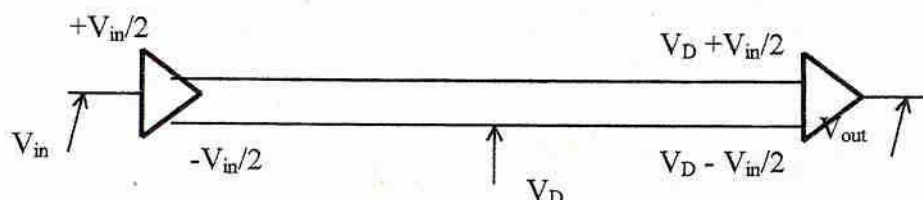
RS-449 pentru specificarea caracteristicilor mecanice, funcționale și procedurale.

Interfața RS-449 utilizează doi conectori de legătură, cu 37 și respectiv 9 pini.

Se utilizează conectori modulari DB9, DB15, D25, DB37, D50.

Complexitatea acestui standard l-au făcut neatractiv pentru producători ceea ce a determinat înlocuirea lui cu RS-530 care lucrează cu un conector universal de 25 pini și prezintă aceleași structuri pentru circuitele de date, control și tact ca la standardele precedente cu diferența că lucrează numai în regim echilibrat, iar ca circuite de test se păstrează cele în buclă locală sau la distanță, precum și modul de test.

Folosirea unei metode de transmisie echilibrate diferențiale (*balanced differential transmission*) duce la scăderea influenței zgomotelor. Figura III.19 ilustrează modul de transmisie echilibrat, arătând că tensiunea de ieșire (de la capătul firului) repetă aproximativ tensiunea de 'intrare', și nu depinde de zgomotul captat de-a lungul cablului (V_D).



$$V_{out} = (V_D + V_{in}/2) - (V_D - V_{in}/2) = V_{in}.$$

Fig. III.19 Principiul transmisiei diferențiale echilibrate

Standardele prezentate nu au posibilitatea de **apel automat**. Pentru comunicațiile în rețea telefonică publică comutată (PSTN - *Public Switched Telephony Network*), s-au dezvoltat standardele RS-366-A și V.25. Folosirea modemurilor inteligente reduce însă atractivitatea acestora.

Pentru transmisii seriale digitale, CCITT a propus standardele X.21 și X.21 bis pentru interfețele fizice utilizate în transmisii sincrone de date de mare viteză (10 Mbps), care lucrează cu un conector cu 15 pini (DB-15) sau universali (AMPLIMITE-50), cu semnale suplimentare de sincronizare de bit și de octet, pe distanțe de maxim 10 m. Costul interfeței X-21 este însă o problemă ceea ce a determinat adoptarea lui X.21 bis cu conector de 25 pini, echivalent cu RS-232-C. Totuși funcțiile speciale suplimentare oferite de standardul X.21 (conectare rapidă, grup închis de utilizatori, redirecționarea apelurilor etc) îl fac atractiv pentru rețelele publice de date.

V.35 propus de CCITT este echivalent cu standardul RS-530 al EIA pentru transmisii seriale, echilibrate sau neechilibrate, de mare viteză (2 Mbps). Utilizează conectori DB-25.

Viteza de transmisie a datelor printr-o interfață RS-232 este de ordinul zecilor de kbps (maximum 38400 bps), în timp ce X.21 și V.35 admit viteze de ordinul Mbps.

Astfel, conexiunile de mare viteză, pe porturile prin care un LAN se conectează la WAN se folosesc interfețe în standard X.21 sau V.35.

G.703 este recomandarea CCITT care definește caracteristicile fizice și electrice ale unei interfețe cu viteze de transmisie de 2048 kbps. Este utilizată în sistemele PRI ISDN (*Primary Rate Interface for Integrated Standard Digital Network*) pentru transmisii simultane voce-date, dar nu numai.

Pentru transmisii ISDN se folosesc interfețele fizice:

bri (BRI - *Basic Rate Interface*) cu două canale B ISDN de date (64 kbps) și unul D (16 kbps) folosit pentru management și controlul legăturii;

pri (PRI - *Primary Rate Interface*) cu 30 de canale B (64 kbps) și unul D extins (64 kbps).

Noțiunea de **port** este utilizată fie pentru a desemna conectorul fizic de legătură dintre un echipament și rețea, fie ca noțiune abstractă prin care se specifică demultiplexarea căilor în cazul transmisiilor pe canale cu acces multiplu.

De exemplu, dacă se transmit datele în sistem TDM (*Time Division Multiplexing*), atunci prin același port Ethernet, respectiv interfață *eth*, pot fi conectați la LAN mai mulți utilizatori, prin interfețe (porturi) logice de tip *ppp*, configurate logic.

Între nivelele superioare ale modelului OSI sunt definite diferite interfețe logice.

Observații:

1. Numeroase detalii privind standardizarea echipamentelor sunt specificate în recomandările RFC (*Request For Comments*) disponibile pe WWW.

2. Monitorizarea stării interfețelor (*up; down*) se face cu programe specifice iar managementul lor se realizează cu diverse MIB-uri (*Management Information Base*), în baza protocoalelor de management de rețea, de exemplu, SNMP (*Simple Network Management Protocol*) descris în RFC 1157.

III.4.3 REPETOARE MULTIPORT (HUB)

Unitatea centrală dintr-o rețea cu topologie fizică de tip 'stea' este denumită **MAU** (*Multistation Access Unit*) pentru o rețea Token-Ring și **hub** pentru alte tipuri de rețele.

Indiferent de denumire, această unitate este la bază un **repetor** digital de semnal, cu mai multe porturi de intrare-ieșire. MAU nu ia nici un fel de decizie logică, ignorând adresele și conținutul mesajelor, realizând doar transferul datelor ca șir de biți de la un port la altul. În terminologia OSI, un hub sau un MAU este un **dispozitiv de nivel fizic** sau de **nivel 1**

(*Physical Layer Device/L1 Device*). Dacă amplifică semnalul, hub-ul este considerat **activ**, în caz contrar fiind vorba de unul **pasiv**.

Hub-ul este nodul central (*master*) dintr-o rețea "în stea" (Fig.III.20).

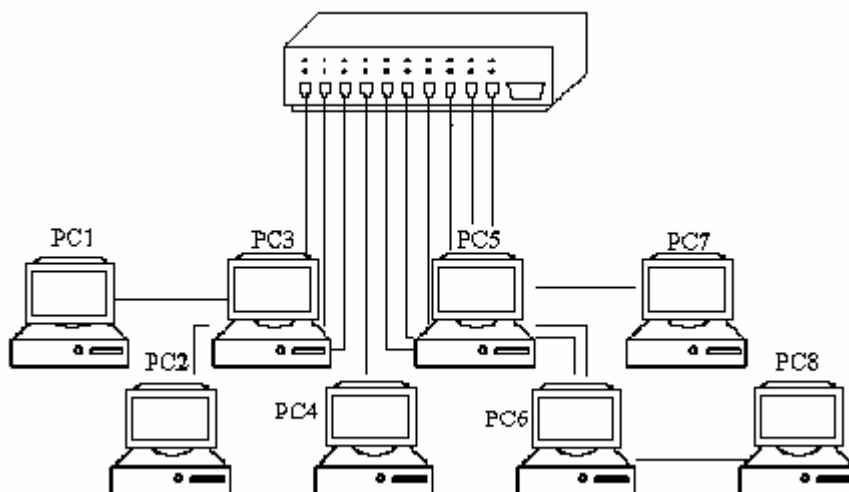


Fig. III.20 Interconectarea calculatoarelor prin hub

Huburile pasive nu conțin componente electronice și nu prelucrează semnalul. Un hub pasiv combină semnalele de pe mai multe porturi de rețea și le retransmite către toate calculatoarele atașate lui.

Huburile active au încorporate componente electronice care pot regenera semnalul cu următoarele avantaje:

- rețeaua este mai robustă (mai puțin sensibilă la erori);
- distanțele dintre dispozitive pot fi mărite.

Aceste avantaje fac ca huburile active să fie folosite cu toate că au un cost mai mare decât huburile pasive.

Arhitectura LAN se poate baza fie pe principiul partajării benzii între toți utilizatorii (*media sharing*) folosind un **hub de partajare** (*Shared-Media Hub*), care lucrează ca un multiplexor TDM și limitează vitezele de transmisie la nivelul fiecărui nod în funcție de standardul adoptat (10 Base-2, 10 Base-T, 100 Base-T, 100 Base-VG, ISO-Ethernet etc), fie pe principiul legăturii punct-la-punct, cu un **hub cu matrice de comutație** (*Switched Hub*) care oferă pe fiecare port, unui singur calculator sau unui grup de calculatoare (segment de LAN), viteza maximă de transmisie. Avantajul arhitecturii cu matrice de comutație este acela

că prin realizarea legăturii fizice dintre noduri, nu apar coliziuni și nu mai este necesară aplicarea unei metode specifice de acces la mediu.

Astfel devine posibilă transmisia duplex între nodurile rețelei rezultând arhitecturile:

1. *Full Duplex Ethernet* (20 Mbps);
2. *Full Duplex Token Ring* (32 Mbps);
3. *Full Duplex FDDI* (200 Mbps).

Din punct de vedere constructiv și funcțional, există trei categorii de hub-uri de partajare:

1. **Hub-urile simple** (*Standalone, Unmanaged* ori *Dumb Hubs*), cu/fără sursă proprie de alimentare, cu un număr fix de porturi, sunt neexpandabile și interconectează echipamentele dintr-o rețea cu arhitectură unică și mediu fizic de transmisie impus. Mai sunt denumite și **repetoare multiport**. Nu necesită configurare la instalare (fiind dispozitive *plug-and-play*).

2. **Hub-urile expandabile** (*Stackable Hubs*) admit folosirea algoritmi software pentru managementul echipamentelor rețelei (MIB) pe baza unui anumit protocol, de exemplu, SNMP. Aceste hub-uri au caracteristicile de bază ale hub-urilor simple (arhitectură unică de rețea, mediu fizic unic), dar pot fi puse în cascadă pentru realizarea unui hub virtual cu număr mare de porturi. Cascadarea hub-urilor este permisă pentru rețelele Ethernet de 10 Mbps (maxim 4 hub-uri, conform **regulii Ethernet 5-4-3-2-1**), dar nu se utilizează în rețelele Fast Ethernet deoarece lungimea maximă a cablului dintre hub-uri ar trebui să fie de 5 metri.

Cascadarea, realizată prin intermediul portului *up-link* utilizat pentru conexiunea cu nodul ierarhic superior, nu trebuie confundată cu stivuirea hub-urilor, unde legătura între acestea se realizează pe porturile pentru cablu UTP.

3. **Hub-urile inteligente** (*Managed Hubs*) sau **concentratoarele modulare**, numite simplu și **concentratoare**, prezintă o structură (*rack*) cu una sau mai multe surse de alimentare redundante, eventual un UPS (*Uninterruptible Power Supply*), o rețea proprie de cabluri de tip 'coloană vertebrală' (*'backbone in a box'*) la care se conectează modulele care leagă segmente de LAN cu arhitecturi diferite (Ethernet, Token Ring, FDDI) și medii fizice diverse. Modulele pot fi introduse în șasiu și în timpul funcționării hub-ului, adică 'la cald' (*hot-swappability*). În aceste hub-uri pot fi incluse și echipamente de interconectare a LAN-urilor pentru realizarea unei rețele de arie largă (bridge, router etc), dar și module de securizare a transmisiei cu funcții specifice de criptare și autentificare.

În funcție de tipul și numărul porturilor din hub, acesta poate fi de tip:

1. **Minihub** - interconectează un număr redus (4; 8) de utilizatori cu UTP. Unul din porturi permite conexiunea directă cu un alt hub sau switch, în vederea cascaderii. Folosește o sursă externă de alimentare (PSU - *Power Supply Unit*), de 230 V (Europa) sau 240 V (UK).

2. **Microhub** - are aceleași caracteristici cu un minihub dar, suplimentar, este prevăzut cu porturi adiționale pentru conexiuni cu BNC sau AUI pentru fibră optică.

3. **Hub multiport** - are un număr mai mare de porturi (12; 24) pentru conexiuni UTP, BNC/AUI și poate fi folosit pentru rețele 10 Base-2 'în stea', cu cablu coaxial subțire. Un astfel de hub este prevăzut cu un modul SNMP și poate fi expandat prin stivuire, până la o limită superioară impusă (de exemplu, maxim 5 sau 6 hub-uri în stivă).

Observații:

1. Toate rețelele implementate cu cablu torsadat sau fibră optică folosesc hub-uri pentru partajarea resurselor sistemului.

2. Pentru o mai eficientă supraveghere a funcționării hub-ului, acesta este prevăzut cu LED-uri de diagnosticare, pentru urmărirea funcționării porturilor și a sursei de alimentare, eventual a legăturii cu rețeaua (*network load*).

3. Există așa-numitele **hub-uri rapide** (*Fast Hubs*) pentru rețele Fast Ethernet de 100Mbps. Utilizarea acestora este justificată în cazul transferului de fișiere de mari dimensiuni, cu o frecvență relativ redusă, dar folosirea lor nu avantajează transferul a foarte multe pachete mici.

4. Există hub-uri duale (*Dual Speed Hub*) care pot interconecta utilizatori de 10 Mbps și 100 Mbps.

5. Alegerea unui anumit tip de hub trebuie făcută în funcție de caracteristicile traficului din rețea. Dacă majoritară este comunicația dintre server și clienți, atunci un hub partajat este suficient. Dacă în rețea există mai multe servere sau comunicațiile dintre clienți predomină, atunci este indicat să se utilizeze un **hub cu matrice de comutare** (*Switched Hub*).

Matricea de **comutare spațială** funcționează similar cu cele din sistemul telefonic (PSTN - *Public Switching Telephone Network*), realizând conexiuni fizice dedicate, sigure, pe durata comunicației între două noduri. Un exemplu de comutator spațial Banyan sincron, în 3 trepte, este prezentat în figura III.21.

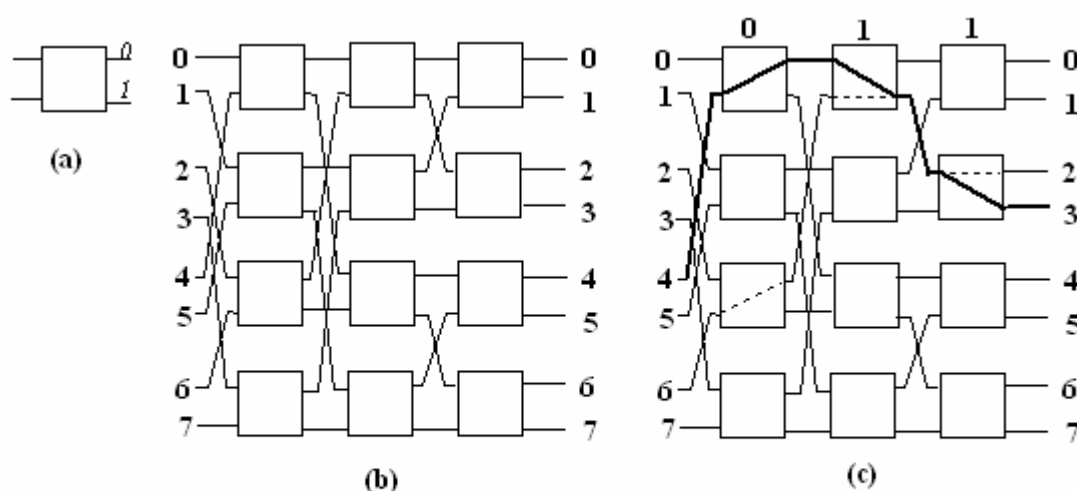


Fig. III.21 (a) Celula de comutare cu doua porturi de intrare si doua de iesire;
 (b) Comutator Banyan cu 8x8 în trei trepte;
 (c) Trasee în comutatorul Banyan.

Comutatorul din figură are 8 linii de intrare și 8 linii de ieșire. Fiecare celulă deplasează datele de pe un port de intrare pe portul de ieșire determinat de bitul de cale (0 sau 1). Bitul de cale cel mai semnificativ este citit primul, urmând apoi ceilalți biți. În figura III.21.b este prezentată calea de transfer a datelor de pe portul 4 de intrare, pentru secvența de cale 011. Se observă pentru transmisii simultane, posibila coliziune dintre această cale și cea definită de secvența 0 1 0 cu intrare pe portul 6, întrucât ambele ies în treapta a doua pe același port.

Această matrice de comutație spațială asigură legături simultane, fără coliziuni, între porturile similare de intrare-ieșire: 0-0 cu secvența de cale 000, 1-1 cu secvența 001, 2-2 cu secvența 010 etc.

Sistemul de comutație spațială diferă de cel de **comutare de mesaje**, specific poștei electronice (*e-mail*), care preia mesajul în întregime, îl stochează în memorie și apoi îl transmite către destinație (*store-and-forward*), calculând o singură rută spre destinație după care toate pachetele din mesaj sunt trimise pe aceeași cale. Ineficiența utilizării legăturilor dedicate precum și capacitatea mare de memorie necesară comutării de mesaje sunt dezavantaje eliminate de **comutarea de pachete** care fragmentează mesajele în pachete mai mici, transmise către destinație pe căi diferite și într-o ordine aleatoare, prin aplicarea algoritmilor de rutare pentru fiecare pachet. Comutarea de circuite este mai rapidă decât comutarea de pachete care se realizează în mod logic, prin algoritmi software.