

# Laborator 2

## 1. Dispozitive aflate în rețea (continuare)

### 1.1. Placa de rețea

Placa de rețea<sup>1</sup> reprezintă dispozitivul care permite transmiterea de informație spre și dinspre o rețea locală. Ea este o placă pe care se află circuite integrate; se instalează pe placa de bază a calculatorului, folosind un slot de extensie (pentru arhitecturile actuale de tip desktop, slot PCI<sup>2</sup>, ISA<sup>3</sup> sau CNR<sup>4</sup>). Exemplu: placă Ethernet (cele mai răspândite), placă TokenRing sau FDDI<sup>5</sup> (pentru rețea pe cablu optic), în funcție de topologia fizică a rețelei. Mai nou, pe plăcile de bază a PC-urilor se poate găsi direct integrată placa de rețea, cea mai populară configurație fiind pentru o rețea Ethernet/Fast Ethernet/Gigabit Ethernet.

Placa de rețea comunică cu mediul de rețea în mod serial (biții se transmit unul câte unul), iar cu calculatorul în mod paralel (mai mulți biți simultan). Pentru funcționarea fiecărei plăci este nevoie de asignarea unui IRQ<sup>6</sup>, prin intermediul căruia un periferic poate informa UCP de apariția unui eveniment. Pentru comunicare este necesară și asignarea unei adrese de I/O - o locație de memorie folosită pentru transferul de informație spre/dinspre placa de rețea. În sistemele de operare moderne, existând suport integrat pentru lucrul cu rețeaua și suport Plug and Play, asignarea de IRQ și configurarea adresei I/O se face automat.

Alegerea unei plăci de rețea este o decizie care se bazează pe trei aspecte:

1. tipul de rețea la care se va face conexiunea (Ethernet, TokenRing, FDDI)
2. tipul de conector disponibil în calculator (ISA, PCI, CNR)
3. tipul de conector pentru mediul de transmisie folosit (de exemplu pentru rețele Ethernet se poate folosi cablu coaxial subțire – conector BNC sau cablu UTP/ScTP/STP – conector RJ45)

În figura de mai jos este prezentată o placă de rețea la care se poate conecta un cablu de tip Twisted Pair, folosind o mufă RJ-45.

---

<sup>1</sup>NIC (Network Interface Card), LAN Adapter, Network Adapter

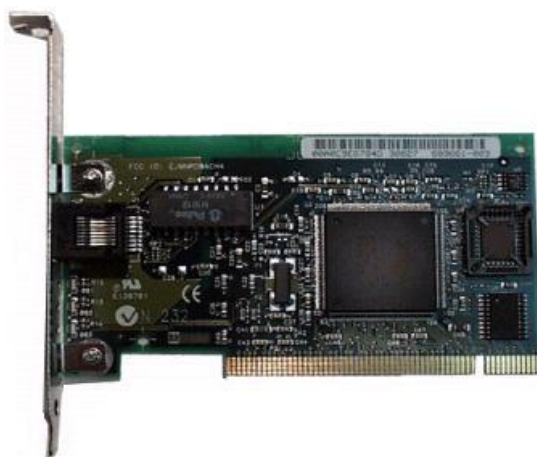
<sup>2</sup>Industry Standard Architecture – o magistrală lentă, ce permite conectarea de plăci de extensie; din ce în ce mai rar întâlnite

<sup>3</sup> Peripheral Component Interconnect – magistrală pe 32 de biți, relativ rapidă, utilizată și în arhitecturi diferite de cele de tip PC

<sup>4</sup> Communications and Networking Riser – conector dedicat pentru comunicare pe rețea, dar în general specific anumitor plăci de bază

<sup>5</sup>Fiber Distributed Data Interface

<sup>6</sup>Interrupt Request Line



**Figura 1. Placă de rețea**

Pentru calculatoarele portabile se folosește un slot de extensie numit PCMCIA; funcțional, ele sunt echivalente cu sloturile ISA/PCI din sistemele desktop. La aceste sloturi se atașează plăci de rețea de dimensiunea unor cărți de credit. De asemenea proliferază dispozitive care permit conectarea fără fir la rețele.

Se impun de asemenea și plăci de rețea externe, folosind conectare prin port USB. Acestea pot fi fie wireless, fie pentru mediu de cupru.

Placa de rețea este un dispozitiv aflat la nivelul 2 al modelului OSI (legătură de date), deoarece fiecare are atașată o adresă unică – adresă MAC (Media Access Control). Adresa de MAC are 48 de biți lungime: primii 24 de biți corespund producătorului plăcii de rețea, restul de 24 sunt asigurați de către producător pentru fiecare placă produsă. Această adresă este folosită pentru semnalarea sursei și a destinației unui mesaj într-o rețea (pe lângă adresa IP). O placă de rețea recepționează toate frame-urile care se transmit pe rețea (cu condiția să nu se facă filtrare prin switch sau bridge); prin compararea adresei destinație cu propria adresă, poate să decidă luarea în considerare a frame-ului (și trecerea lui la nivel superior) sau ignorare (în cazul în care nu i se adresează). Mai trebuie spus că un astfel de dispozitiv poate fi setat în mod “de promiscuitate”, astfel încât să ia în considerare (să transmită nivelelor superioare) și a frame-urilor care nu îi sunt adresate.

Determinarea adresei MAC a plăcii de rețea se face în Windows prin comanda:

```
getmac
```

## **1.2. Transceiver**

În unele cazuri, tipul de conector de care prezintă pe o interfață este diferit de tipul conector cerut pentru mediul folosit. De exemplu, un router are un conector de tip AUI (Attachement Unit Interface), dar cablurile folosite sunt UTP. În acest caz este necesară folosirea unui așa-numit *transceiver* (transmitter/receiver), care transformă semnalul într-unul care poate fi folosit pe cablul UTP. Un transceiver poate fi folosit atât pentru transformarea tipului de interfață (ex: AUI <--> RJ-45), cât și pentru transformarea tipului de semnal (de exemplu convertește din semnal de tip optic în semnal electric). De obicei transformă o interfață AUI către una RJ-45, coaxial sau de fibră optică.



Figura 2 Transceiver AUI - RJ45

### 1.3. Repetitor

Pentru orice mediu de transmisie este valabil faptul că puterea unui semnal trimis se atenuează o dată cu distanța parcursă. De exemplu, pentru cablul UTP Cat 5 distanța maximă admisă este de 100m, dincolo de această lungime nu se mai garantează funcționarea corectă. Pentru a permite includerea calculatoarelor aflate la distanțe mai mari este necesară folosirea unui dispozitiv care să refacă semnalul. Este în mod evident o componentă activă a rețelei (consumă curent electric pentru a putea reface semnalul). Într-o rețea Ethernet 10BASE-T cu lățimea de bandă de 10Mbps, se aplică așa-numita regulă “5-4-3-2-1”: se pot folosi maxim *cinci* segmente continue de cablu, interconectate prin *patru* repetitoare, maxim *trei* dintre aceste segmente putând fi populate cu calculatoare, *două* segmente fiind libere; ca rezultat se obține *un* singur domeniu de coliziune (vezi mai jos).

Motivul pentru care nu este indicată încălcarea acestor indicații este simplu: peste aceste dimensiuni apare fenomenul de “coliziune întârziată”, atunci când o coliziune este semnalată după transmiterea primilor 64 de biți; în acest caz placa de rețea nu va mai retransmite cadrul distrus de coliziune.

Lucrand doar cu componenta fizică a purtătoare de semnal, un repetitor este de nivel 1 (fizic).

### 1.4. Hub

Hub-ul este un repetitor multiport: semnalul recepționat pe unul din porturi este refăcut și transmis pe toate celelalte porturi, fără discernământ. Dacă două calculatoare se decid să transmită în același timp, va apărea o coliziune în interiorul lui și pachetele respective vor fi distruse; acest fapt va fi resimțit de către toate dispozitivele conectate la hub. Întrucât are de a face doar cu componenta fizică a semnalului, este un dispozitiv de nivel 1 (fizic).

Hub-urile sunt de 3 feluri:

- Pasive: servesc ca puncte de realizare a unei conexiuni. Nu îmbunătățesc sau schimbă semnalul în nici un fel. Nu necesită energie electrică pentru alimentare.
- Active – necesită alimentare externă pentru a reface semnalul (au funcția de amplificator).

- Inteligente – hub-uri active care include un microprocesor cu abilități de diagnoză. Utile în situații în care apar probleme.



Figura 3 Hub

### 1.5. Bridge<sup>7</sup>

Bridge-ul are două porturi prin care se conectează la două cabluri de rețea. Diferența între un bridge și un repetor este că el ajunge să își construiască în timp o tabelă de rutare cu adresele MAC ale dispozitivelor aflate în rețea, precum și cu porturile corespunzătoare.

Un bridge operează după următoarea politică, atunci când primește un pachet:

- Dacă destinația se află de aceeași parte cu sursa, atunci nu va transmite mai departe frame-ul, acțiune numită *filtrare*
- Dacă destinația se află în alt segment decât sursa, atunci va lăsa pachetul să treacă – *înaintarea* frame-ului.
- Dacă nu se află în nici una din situațiile de mai sus, atunci va transmite mai departe pachetul – *flooding*.

Pentru a putea înțelege utilitatea bridge-urilor în raport cu hub-urile, introducem conceptul de *domeniu de coliziune*. Un domeniu de coliziune apare atunci când mai multe dispozitive împart același mediu de transmisie. Un repetor sau un hub măresc *domeniile* de coliziune, deoarece ele retransmit semnalul produs de un dispozitiv. În cazul în care un domeniu de coliziune este prea mare (conține prea multe dispozitive atașate) comunicarea se îngreunează. Mărirea *numărului* de domenii de coliziune se numește *segmentare* și se poate realiza prin intermediul unui bridge sau switch (vezi secțiunea următoare). Acestea realizează filtrarea traficului, astfel încât calculatoarele aflate într-un domeniu de coliziune să poată comunica între ele nestânjenite de activitatea de pe alte domenii de coliziune. Una din abilitățile pe care trebuie să le deprindă un administrator de rețea este determinarea domeniilor de coliziune și micșorarea dimensiunilor lor.

Un bridge va afla (după o anumită perioadă, după ce mai multe pachete de la calculatoarele de pe rețea ajung la el) în care parte se află un dispozitiv de rețea. În urma acestei învățări, un mesaj transmis în rețea de către un dispozitiv către un alt dispozitiv aflat de aceeași parte a bridge-ului nu este transmis mai departe în momentul în care ajunge la bridge, întrucât pe baza tabelii interne acesta determină că o transmitere mai departe este inutilă. Ca atare, traficul se reduce substanțial. S-a ajuns astfel la o segmentare a rețelei, obținându-se două segmente de rețea. Comunicația de pe fiecare segment nu afectează celălalt segment. Trebuie menționat faptul că un mesaj de tip broadcast (mesaj adresat tuturor dispozitivelor de pe rețea) este totuși transmis mai

<sup>7</sup> Tradus: punte, dar mai rar folosit

departe. În cazul în care acest mesaj este trimis în mod repetat, bridge-ul este ineficient (pachetul se transmite pe toate segmentele de rețea); acest fenomen este numit *broadcast storm* și duce la gâtuirea rețelei.

Un exemplu de tabelă construită de un bridge este dat în Figura 6.

Are nevoie de energie pentru a putea funcționa (este o componentă activă); deoarece se folosește de adresele MAC, este un dispozitiv de nivel 2. Este din ce în ce mai rar folosit, în favoarea switch-ului.

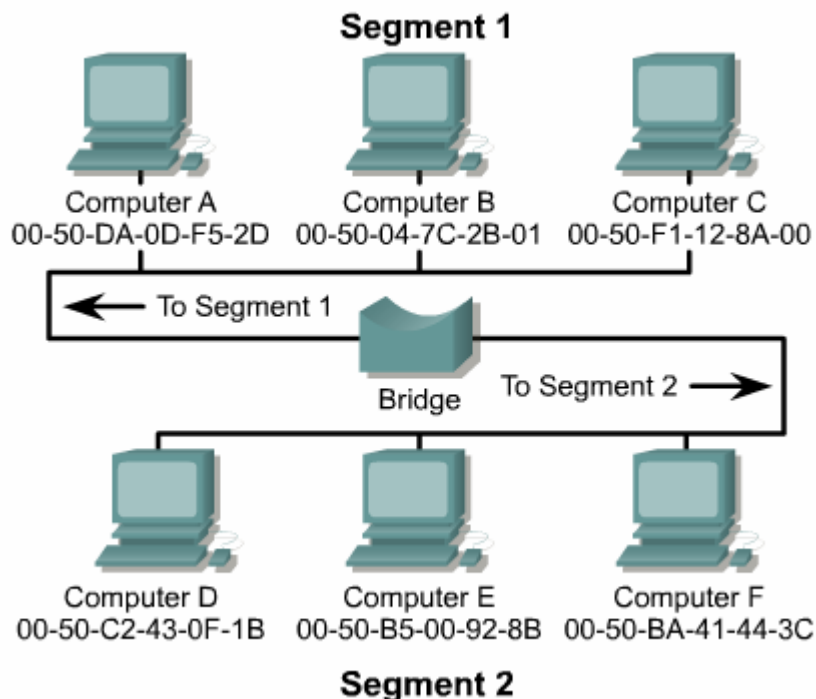


Figura 4 Segmentarea indusă de un bridge

### 1.6. Switch<sup>8</sup>

Switch-ul este un bridge multiport. Este mai eficient decât un bridge, permite desfășurarea de conversații între perechi de calculatoare folosind aproape întreaga capacitate a lățimii de bandă. De asemenea el trimite mesajele de tip broadcast pe toate porturile, motiv pentru care este ineficient în cazul în care se transmit în mod masiv mesaje de broadcast (broadcast storm). Este un dispozitiv activ de nivel 2. De remarcă că un switch combină cele mai bune calități ale unui hub și ale unui bridge: concentrarea (structura multiport) și filtrarea.

De cele mai multe ori, un switch conține memorie utilizată pentru stocarea frame-urilor (pachetelor) sosite, în cazul în care pe aceleași porturi se dorește transmiterea mai multor frame-uri. Dacă coada se umple, atunci frame-urile care sosesc în continuare vor fi pierdute. Coada de așteptare poate să fie:

- globală (pentru toate porturile de pe switch), caz destul de ineficient, deoarece dacă în coadă avem un frame pentru portul 1 și unul pentru portul 2, transmiterea lor se va face în ordinea 1, 2, când de fapt acest lucru s-ar putea face în paralel
- asociată fiecărui port, caz în care nu apar întârzieri de transmitere datorate activității pe alte porturi.

<sup>8</sup> Tradus: comutator, dar mai rar folosit



Figura 5 Cisco 2900 Series Switch

Interface	MAC Address
E0	0260.8c01.1111
E0	0260.ec01.2222
E1	0260.ec01.3333
E1	0260.8c01.4444

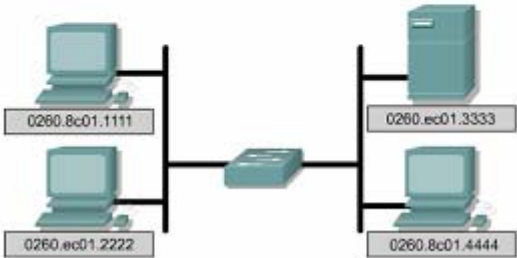


Figura 6 Segmentare indusă de un bridge

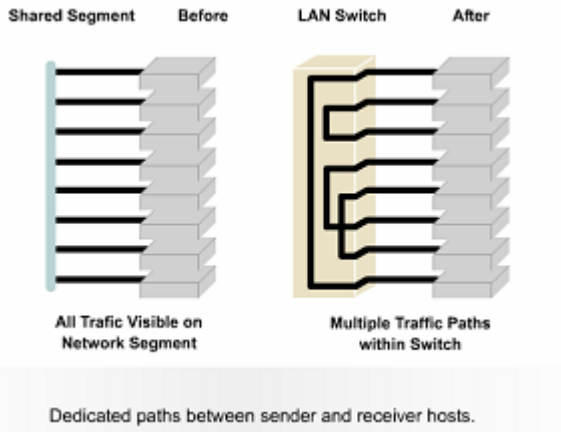


Figura 7 Comunicarea pe perechi ca rezultat al folosirii unui switch, comparată cu utilizarea unui hub.

## 1.7. Router

Un router este un sistem de calcul care are ca scop legarea unor rețele între ele. Rutarea se face pe baza adreselor de tip IP, motiv pentru care el se află la nivelul 3 (network - rețea) al modelului OSI. Pentru a putea trimite eficient un pachet de date către destinație, este nevoie să cunoască "topologia" rețelei de comunicație. Acest lucru este realizat prin intermediul protocoalelor de rutare (routing protocol – a nu se confunda cu routed protocols=protocoalele rutabile=protocoale prin intermediul cărora comunicația se poate face mai departe de o rețea locală). Routerele schimbă permanent între ele informații despre topologia rețelei. Sunt dispozitive care dispun de sistem de operare propriu, prin intermediul căruia pot fi configurate; dispun de algoritmi prin care se ajunge la construirea unei tabel de rutare în memoria internă.

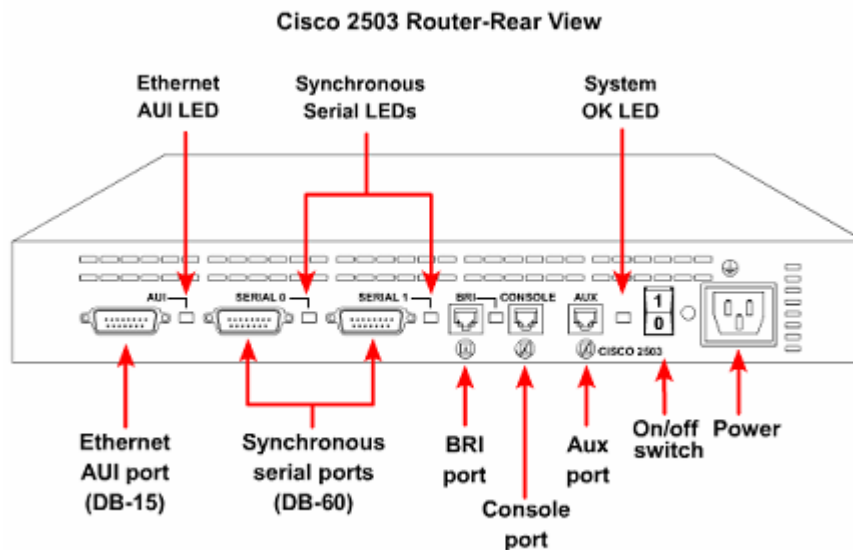


Figura 8. Router - interfețe

## 2. Cablarea LAN-ului

Fiecare mediu de rețea are propriile avantaje și dezavantaje. Comparățiile între diferitele variante iau în calcul: distanța maximă pentru care nu este nevoie de folosirea unui repetor, costul, ușurința de instalare, susceptibilitatea la interferențe. În cele ce urmează ne vom referi la Ethernet, cea mai utilizată tehnologie de LAN, precizată de specificațiile IEEE 802.3. Menționăm că aceste specificații sunt au suferit diferite extinderi: 802.3u (Fast Ethernet = 100Mbps), 802.3z (Gigabit Ethernet over Fiber = 1000 Mbps pe fibra optică), 802.3ab (Gigabit Ethernet over UTP = 1000 Mbps pe cablu UTP). La ora actuală sunt folosite pe larg topologiile Ethernet, Fast Ethernet pentru end-useri, pe când Gigabit Ethernet se folosește pentru a efectua comunicarea între servere.

Standardele sunt seturi de reguli sau proceduri care sunt fie larg folosite, fie oficial specificate și care servesc ca model de referință. Aceste standarde sunt date de către organizații și comisii guvernamentale. În domeniul rețelelor de calculatoare, următoarele grupuri au stabilit standarde: IEEE<sup>9</sup>, UL<sup>10</sup>, EIA<sup>11</sup>, TIA<sup>12</sup>. Ultimele două

<sup>9</sup>Institute of Electrical and Electronics Engineers

<sup>10</sup>Underwriters Laboratories

<sup>11</sup>Electronic Industries Alliance

<sup>12</sup>Telecommunications Industry Association

organizații unite au un impact mare asupra domeniului. Pe lângă aceste standarde, se aplică și cele locale referitoare la construcții, siguranță, prevenirea incendiilor.

Dintre toate organizațiile menționate, la ora actuală EIA/TIA are cel mai puternic impact asupra standardelor mediului de rețea pentru (Fast) Ethernet, prin standardul EIA/TIA 568.

Tabelul de mai jos conține detaliile pentru diferite implementări Ethernet:

	Mediu	Lungime maximă cablu continuu	Topologie	Conector
10BASE2	Cablu coaxial subțire de 50 de ohmi	185m	Magistrală	BNC
10BASE5	Cablu coaxial gros de 50 de ohmi	500m	Magistrală	AUI (Attachement Unit Interface)
10BASE-T	EIA/TIA cat 3,4,5 UTP (2 perechi)	100m	Stea	RJ-45
100BASE-TX	EIA/TIA cat 5 UTP, 2 perechi	100m	Stea	RJ-45
100BASE-FX	62.5/125 $\mu$ fibră multimode	400m	Stea	ST sau SC
1000BASE-CX	STP	25m	Stea	RJ-45
1000BASE-T	EIA/TIA cat. 5 UTP, 4 perechi	100m	Stea	RJ-45
1000BASE-SX	62.5/50 $\mu$ fibră multimode	275m pt 62.5 $\mu$ 550m pt 50 $\mu$	Stea	SC
1000BASE-LX	62.5/50 $\mu$ multimod sau 9 $\mu$ single mode	440m 62.5 $\mu$ 550m 50 $\mu$ 3-10 Km single mode	Stea	SC sau ST (vezi lab. 1)

În cele ce urmează vom descrie modul în care se face mufarea pentru cablurile UTP. După cum s-a spus mai sus, un cablu UTP constă în 4 perechi de fire, în fiecare pereche firele fiind răsucite pentru a diminua problemele de zgomot. Mufele folosite la capete sunt RJ-45 (RJ = Registered Jack), o componentă de tip tată. Perechea mufa – priză de perete este reprezentată mai jos.

Înainte de aceasta, este nevoie să spunem că semnalul transmis de un dispozitiv trebuie să ajungă în partea de recepție a celorlalte dispozitive. Cu alte cuvinte, avem nevoie de o inversiune a firelor de transmisie cu cele de recepție sau, mai general, de un număr impar de inversiuni. Dacă două dispozitive se cuplează direct prin intermediul unui cablu de rețea, atunci acesta trebuie să aibă o inversiune (vezi mai jos pentru realizare). Un dispozitiv de tip hub sau switch realizează în interior această inversiune, deci cablurile de la dispozitive la aceste concentratoare sunt neînversate. Pentru cablurile de tip UTP se aplică standardele T568A și T568B. Aceste standarde specifică dispunerea firelor folosind codurile de culori (cele 8 fire sunt colorate diferit): WO=alb-portocaliu, O=portocaliu, WG=alb-verde, G=verde, WB=alb-albastru, B=albastru, WBr=alb-marou, Br=marou.





Figura 9 Mufă și priză RJ-45

**Standardul T568A** specifică culorile după cum urmează: WG, G, WO, B, WB, O, WBr, Br. **Standardul T568B** are ordinea culorilor astfel: WO, O, WG, B, WB, G, WBr, Br (firul 1 se inversează cu firul 3 și 2 cu 6, relativ la standardul anterior). În cazul în care se dorește realizarea unui cablu neinvertat (cablu Straight-Through), la ambele capete se face mufarea folosind un același standard. În cazul în care se dorește realizarea unui cablu inversor (crossover) (de ex. pentru conectarea directă a două calculatoare), un cap se mufează T568A, celălalt T568B. De remarcat faptul că de obicei, în hub-uri și switch-uri, un port marginal poate fi folosit ca inversor sau direct, printr-un comutator.

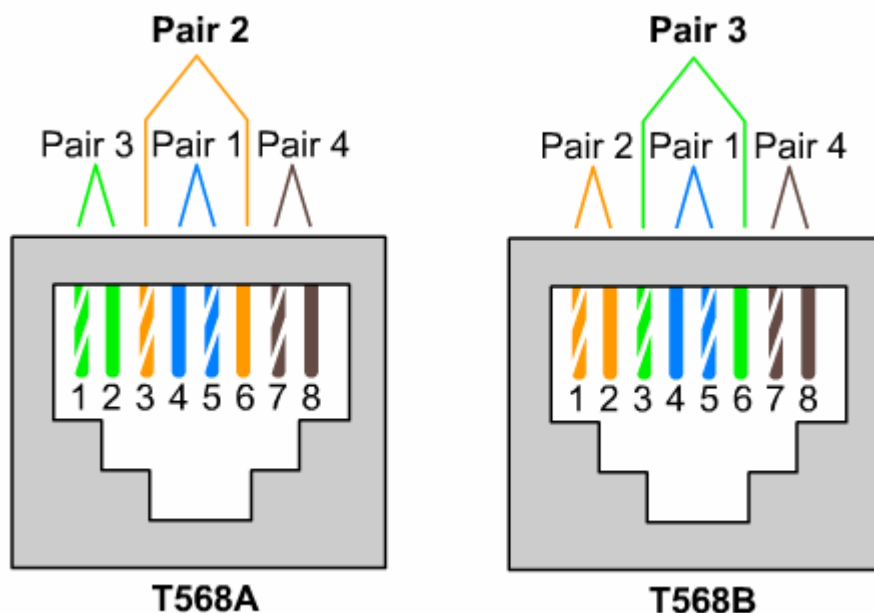


Figura 1. Mufările pentru standardele T56bA și T568B, pentru cablurile UTP.

În general, se folosește un cablu straight-through pentru a lega:

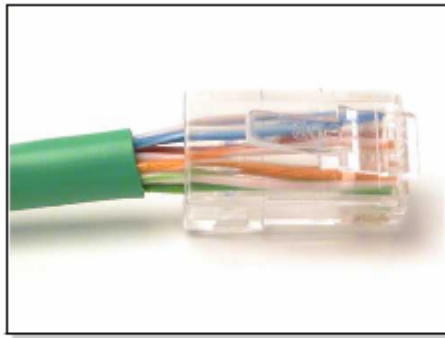
- Switch de router
- Switch de PC
- Hub de PC

În general, se folosește un cablu de tip cross-over pentru următoarele situații:

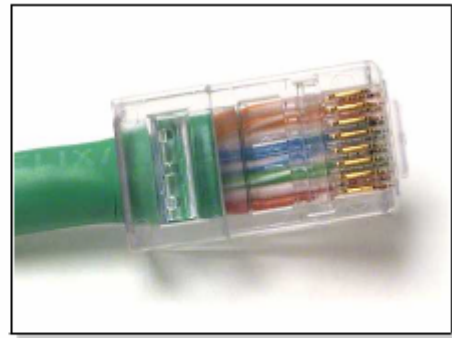
- Switch de switch
- Switch de hub
- Hub de hub
- Router de router
- PC de PC
- Router de PC

Ca regulă generală trebuie însă respectat principiul numărului impar de inversiuni existent între 2 PC-uri sau routere.

După ce se face mufarea, se testează calitatea cu un tester de cablu.



**Conectare defectuasă - firele nu mai sunt răsucite pentru o lungime prea mare.**



**Conectare bună - firele sunt de-răsucite doar pentru porțiunea necesară mufării.**

**Figura 10. Mufare corectă și mufare defectuoasă.**

**Design**-ul unei rețele se face după niște reguli extrem de precise; cablarea trebuie să fie rezultatul unei serii de pași bine planificați.

Primul pas ar fi strângerea de date despre organizația pentru care se desfășoară acest serviciu (resurse de calcul, resurse umane, constrângeri, destinația rețelei, numărul de oameni care o vor folosi, etc), inclusiv schimb de informații cu cei care vor folosi această rețea. Acestea vor fi folosite la calcularea unui buget necesar. Se propune o soluție, care este ciclată într-un proces de redefinire-adăugare de specificații-reconsiderare-selectarea celei mai viabile alternative, până când se ajunge la o soluție convenabilă. Pe parcursul instalării se cere ținerea unei documentații stricte asupra topologiei fizice-logice, dispozitive conectate, dispunerea lor în rețea, trasee de cabluri, etc. Pentru mai multe detalii, vezi <http://www.siemon.com/standards/homepages.html> sau standardul de cablare EIA/TIA-569-A, care prevede explicit standarde pentru cablarea pe orizontală, backbone, spațiul destinat concentrării de echipament de rețea, etc.