

MEDII ȘI ECHIPAMENTE PENTRU TRANSMISIUNEA DATELOR





CUPRINS

- Unități de măsură a informației
- Conexiune prin linie telefonică
 - Dial-up
 - ISDN (*Integrated Services Digital Network*)
 - DSL (*Digital Subscriber Line*)
- Conexiune prin cablu TV
- Conexiune prin rețeaua electrică
- Conexiune prin rețeaua locală LAN (*Local Area Network*)
- Conexiune Wi-Fi
- Conexiune Wireless Broadband
- Conexiune satelit
- Conexiune prin sistemul de telefonie mobilă
- Alte tehnologii pentru interconectarea dispozitivelor electronice

Unități de măsură a informației

bit (notat cu "b") - unitatea de bază în măsurarea informației reprezentată sub formă de cifră binară, 0 sau 1 (un bit de informație);

octet (sau *byte*, notat cu "B") - un grup de 8 biți;

biți pe secundă (mărime notată cu "bit/s" sau "bps") - numărul de biți procesați/transferăți pe unitatea de timp.

$$1 \text{ B} = 8 \text{ b}$$

$$1 \text{ Bps} = 8 \text{ bps}$$

Prefixe zecimale și binare

Prefixe zecimale			Prefixe binare		
Nume	Simbol	Valoare	Nume	Simbol	Valoare
kilo	k	10^3	kibi	Ki	$2^{10} = 1.024$
mega	M	10^6	mebi	Mi	$2^{20} = 1.024^2 = 1.048.576$
giga	G	10^9	gibi	Gi	$2^{30} = 1.024^3 = 1.073.741.824$
tera	T	10^{12}	tebi	Ti	2^{40}
peta	P	10^{15}	pebi	Pi	2^{50}
exa	E	10^{18}	exbi	Ei	2^{60}
zetta	Z	10^{21}	zebi	Zi	2^{70}
yotta	Y	10^{24}	yobi	Yi	2^{80}



Conexiunea dial-up

- folosește infrastructura și facilitățile liniilor comutate analogice dintr-o rețea telefonică fixă
- folosită încă în zone în care accesul Internet broadband (cablu TV sau DSL) nu s-a implementat (zone rurale, densitate redusă a populației, costuri mari pentru infrastructură, profit redus pentru ISP)
- latență mare (>300 ms) - greu sau imposibil de utilizat servicii actuale precum videoconferințe, streaming media sau jocuri online
- tehnologiile ADSL pe linii telefonice sau modem-urile pe cablu TV aduc o creștere a ratelor de transfer de 10-200 ori față de conexiunea dial-up

Modem dial-up

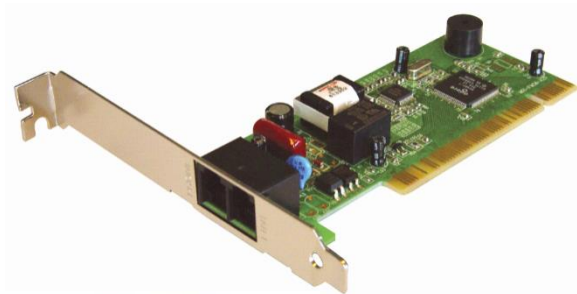
- dispozitiv electronic folosit pentru codarea și respectiv decodarea pachetelor IP (Internet Protocol) și a altor informații de control folosind semnalul analogic de pe liniile telefonice.
- 1962 / 300 bps (AT&T)
- cele mai multe includ și funcții de fax (fax-modem)

An	Rată transfer
1983	1.200 bps
1989	2.400 bps
1990	9.600 bps
1991	14,4 kbps
1994	28,8 kbps
1996	56 kbps downstreams, 33,6 kbps upstreams
1999	56 kbps downstreams, 48 kbps upstreams

Modem dial-up

Pentru sisteme desktop:

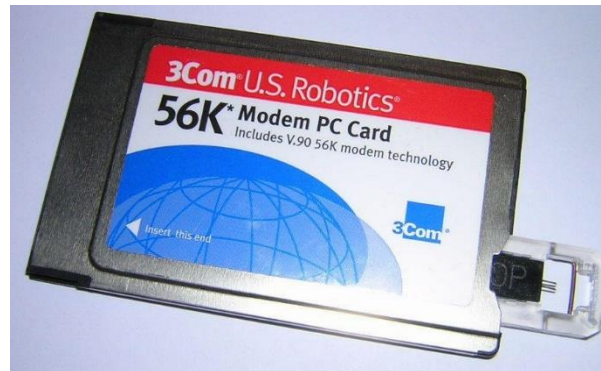
- interne - plăci montate pe ISA sau PCI
 - "modem soft" (Winmodem) - variantă economică în care o parte din hardware este eliminată, iar funcțiile elementelor lipsă sunt preluate de software (platforma Windows).
- externe - se conectează la un port serial al calculatorului printr-un cablu.



Modem dial-up

Pentru sisteme mobile:

- interne (built-in, integrate în sistem);
- externe, sub forma unei plăci (card) PCMCIA care se atașează printr-un conector special

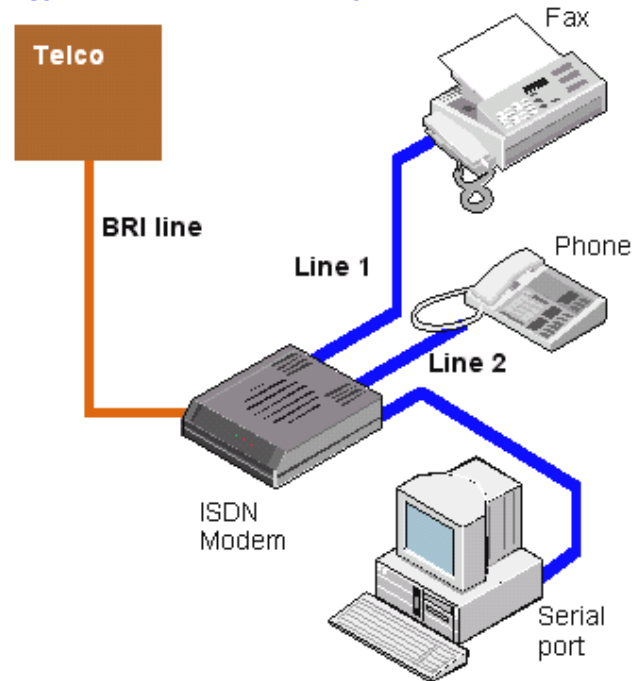


ISDN (Integrated Services Digital Network)

- 1986 / serviciu care permite transmiterea simultană, în format digital, atât a vocii, cât și a datelor, video sau pentru alte servicii, prin intermediul aceleiași legături de fire din cupru.
- îmbunătățire considerabilă a calității și vitezei de transfer a datelor în comparație cu modem-urile dial-up și sistemele analogice.
- rate de transfer de 64 kbps sau 128 kbps (pentru upload și download).
- datorită prețului relativ ridicat pentru acest tip de conexiune, dar și apariției unor noi tehnologii, cu viteze de lucru superioare și prețuri mici, serviciile de tip ISDN nu mai sunt de actualitate pentru publicul larg

Modem ISDN

Typical ISDN SOHO Hookup





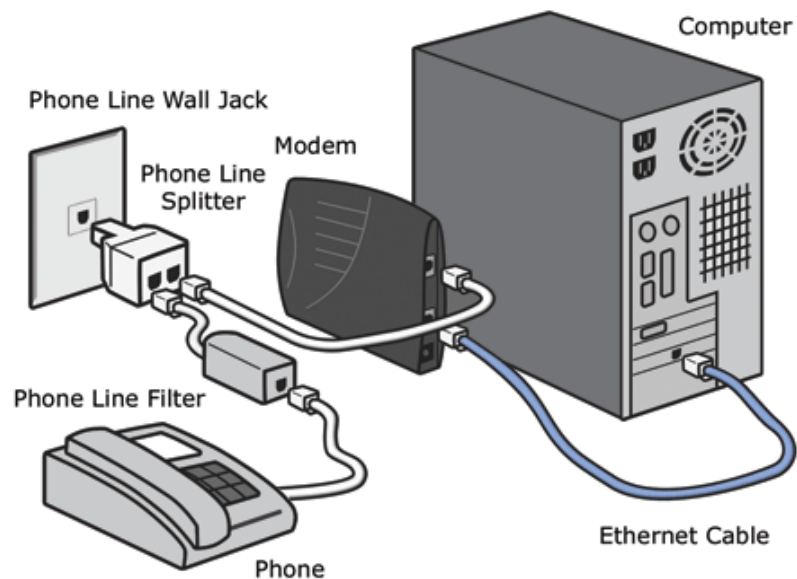
DSL (Digital Subscriber Line)

- permite transmiterea digitală a informațiilor pe liniile telefonice la viteze net superioare tehnologiei ISDN
- folosește banda de frecvențe înalte și nu afectează funcționarea simultană a serviciului de voce
- rate de transfer tipice: 256 kbps - 40 Mbps downstream (depind de tipul de tehnologie DSL, calitatea liniilor și nivelul de implementare a serviciilor)

Tehnologii DSL

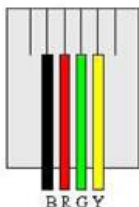
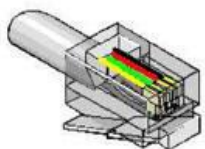
- **ADSL** (*Asymmetric DSL*) - transmiterea asimetrică a datelor
 - cea mai mare parte a canalului este utilizat pentru transmiterea informației către utilizator (*download*) și o mică parte pentru a primi informații de la acesta (*upload*).
 - poate fi furnizat pe distanțe mici (sub 4 km față de punctul de centrala telefonică sau 8 km dacă permite tipul de cablu utilizat)
 - ADSL2+ permite 26 Mbps/3 Mbps
- **SDSL** (*Symmetric DSL*) - banda este împărțită simetric între download și upload
 - distanța maximă de conectare: 3 km
 - viteza de download/upload: 1,5 Mbps/1,5 Mbps
- **HDSL** (*High Bitrate DSL*)
- **VDSL/VHDSL** (*Very High Bitrate DSL*) (2001)
 - rate ridicate pentru HDTV, VoIP sau acces Internet de mare viteză
 - valori tipice pentru rata de transfer: 13-52 Mbps download / 2-3 Mbps upload.
- **G.Lite** (*DSL Lite*)
 - 1,5-6 Mbps download/128-384 kbps upload

Modem DSL



Structura cablului telefonic și a conectorului

Registered Jack	Conector	Utilizare
RJ9	4P4C (4 poziții, 4 contacte)	conector receptor-telefon
RJ11	6P2C (6 poziții, 2 contacte)	1 linie telefonică
RJ14	6P4C (6 poziții, 4 contacte)	2 linii telefonice
RJ25	6P6C (6 poziții, 6 contacte)	3 linii telefonice

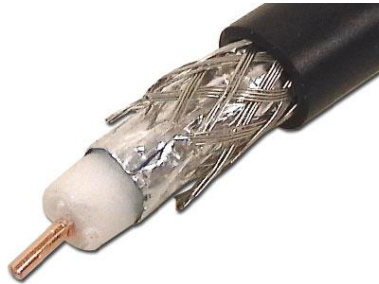




Conexiune prin cablu TV

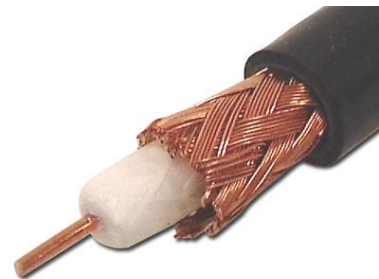
- Este utilizată infrastructura televiziunii prin cablu (CATV)
- Mediul de transmisiune: cablul coaxial (75Ω)
- Banda este împărțită între utilizatori: cca. 100 Mbps (download) / 384 kbps-20Mbps (upload) în funcție de țară, locație și specificul utilizatorului - casnic sau business.

Modem CATV. Structura cablului și a conectorului



RG-6/U (*radio guide / general utility use*)

- Impedanță: 75Ω
- Cel mai utilizat astăzi în domeniul casnic pentru televiziune, satelit și modem pe cablu TV
- protecție dublă la interferențe



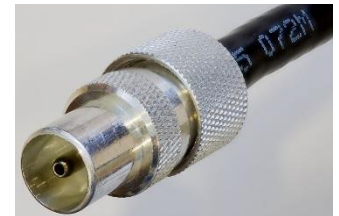
RG-59/U

- Impedanță: 75Ω
- Utilizat (în trecut) la televiziune cu circuit închis; poate fi folosit pentru semnale video HD pe distanțe scurte
- protecție simplă la interferențe.



conector F (uzual în afara Europei)

conector Belling-Lee (în Europa)



Conexiune prin rețeaua electrică

- BPL (Broadband over Power Lines) utilizează pentru conexiune la Internet rețeaua de distribuție a energiei electrice
- Rata de transfer a datelor este echivalentă unei conexiuni prin cablu TV sau DSL (500 kbps - 3 Mbps)



Modem BPL

Conexiune prin LAN (*Local Area Network*)

- Conexiune permanentă la Internet
- Rate de transfer ridicate, de ordinul zeci-sute Mbps
- Întindere pe suprafețe relativ mici (zeci sau sute de metri, la nivel de birou, clădire sau locuință)

- Cel mai folosit standard este Ethernet (1985): scindarea unui flux de date în pachete individuale denumite cadre (*frames*) care conțin adresele sursă și destinație, precum și informații de control care permit detecția și retransmiterea datelor eronate sau lipsă

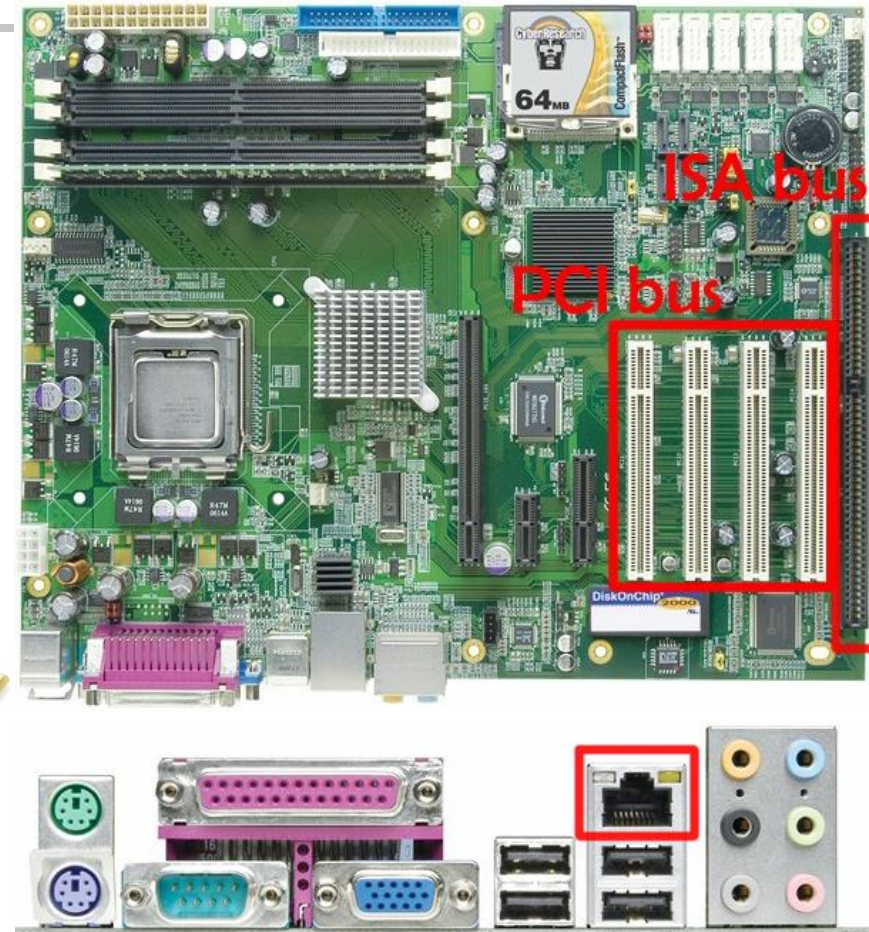
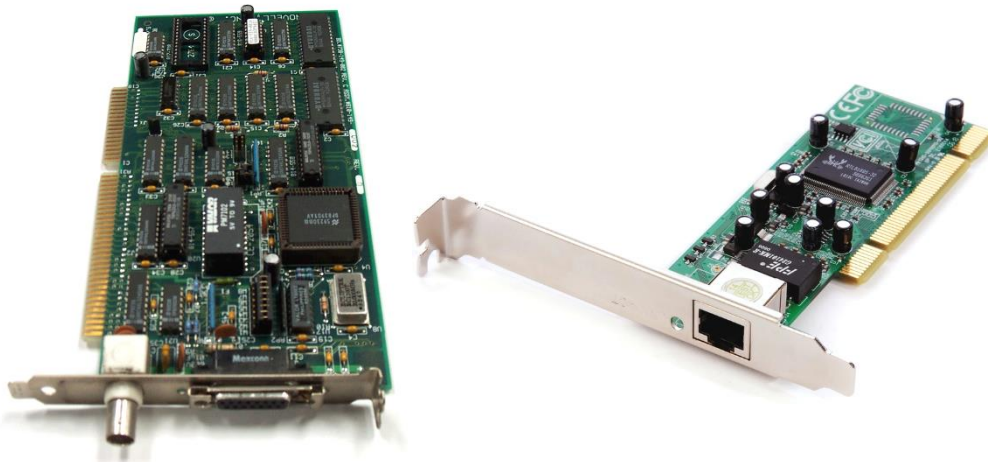
- Adaptor de rețea - *Network Adapter* sau NIC (*Network Interface Card*) - componentă hardware care conectează un sistem de calcul, un periferic sau alt echipament la o rețea de calculatoare

- Transmisia datelor într-o rețea LAN se poate realiza prin:
 - cabluri coaxiale;
 - cabluri torsadate;
 - fibră optică - în general pentru *backbone* ("coloana vertebrală" a rețelei);
 - unde radio (Wireless LAN).

Adaptor de rețea

■ placă de extensie cu circuite imprimate, conectată pe magistralele:

- ISA (*Industry Standard Architecture*)
- VLB (*VESA Local Bus*)
- PCI (*Peripheral Component Interconnect*)
- PCIe (*PCI Express*)



Adaptor de rețea

- placă de tip PCMCIA (*Personal Computer Memory Card International Association*) - pentru sisteme de calcul mobile



- dispozitiv conectat extern la portul USB (*Universal Serial Bus*)

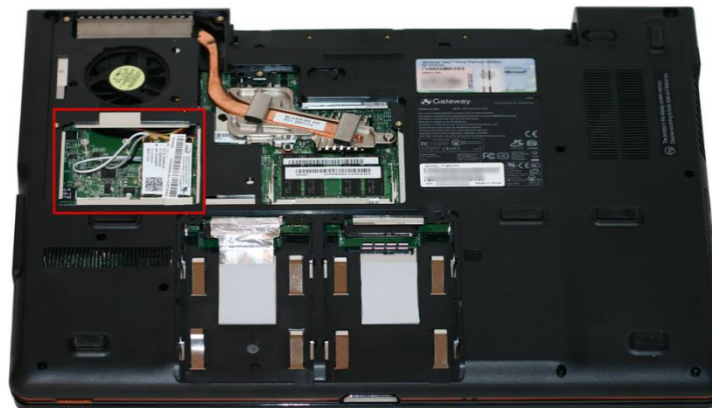


Adaptor de rețea

- integrat pe placa de bază (*on-board*) a unui sistem de tip desktop sau laptop



- sistemele mobile moderne au în general posibilitatea de a se conecta fără fir folosind o placă de rețea wireless, integrată.



Cablu coaxial RG-8

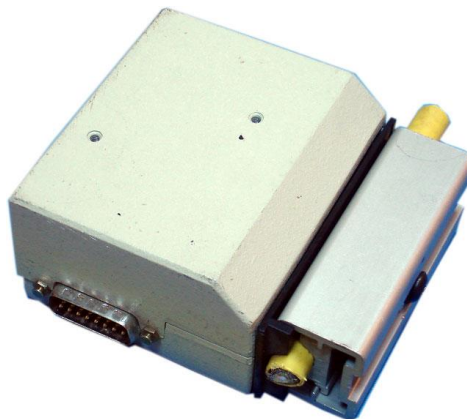
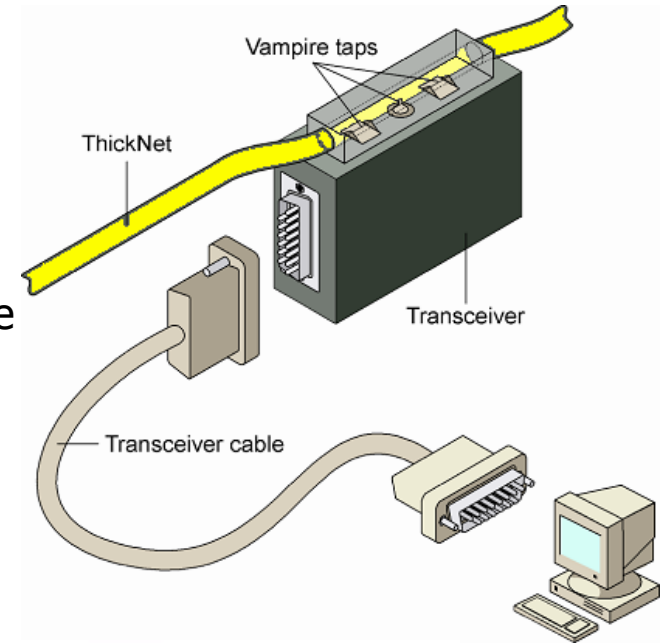
10BASE5 (*Thicknet*) - tehnologie Ethernet lansată în 1981, care folosește cablu coaxial gros (RG-8) cu diametrul de 9,5 mm și impedanța de 50 Ω

- rată de transfer de 10 Mbps
- lungimea maximă a unui segment de rețea este de 500 metri
- numărul maxim de noduri pe segment este de 100
- terminator rezistiv de 50 Ω la capete pentru a împiedica eventualele reflexii ale semnalului.



Cablu coaxial RG-8

- un transceiver (MAU - *Medium Attachment Unit*) este conectat fizic la cablul coaxial printr-o conexiune tip vampir
- legătura cu placa de rețea a calculatorului se face printr-un cablu AUI (*Attachment Unit Interface*).



Cablu coaxial RG-58

10BASE2 (*Thinnet*) - folosește cablu coaxial subțire (RG-58) la o rată de transfer de maxim 10 Mbps

- Tehnologie Ethernet dominantă pe piață în a doua parte a anilor '80;
- Lungimea maximă a unui segment este de 185 metri;
- Numărul maxim de noduri pe un segment este de 30.

Avantaje:

- costuri reduse;
- nu necesită utilizarea de echipamente specializate pentru introducerea unui nod nou;
- cablare ușor de realizat (un singur fir, conectat la cel mai apropiat calculator).

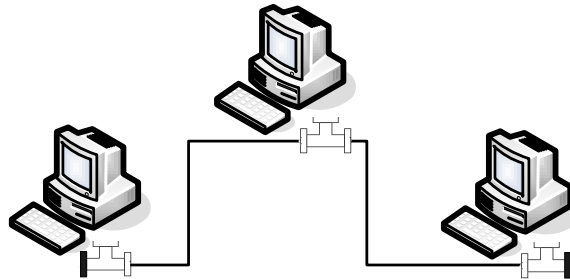


Dezavantaje:

- dificultăți în identificarea unui scurtcircuit sau a contactelor imperfecte;
- vulnerabilitate la întreruperi (accidentale sau atacuri rău intenționate) datorită multiplelor conexiuni de cablu;
- întreruperea totală a serviciului la extinderea rețelei;
- rată de transfer limitată la 10 Mbps;
- nu se mai oferă suport pentru acest mediu de transmisie (lipsa conectorului pe plăcile de rețea utilizate în prezent).

Cablu coaxial RG-58

- Conexiunea la placa de rețea a calculatorului se realizează printr-un conector în formă de T
- Fiecare fragment de cablu care unește două noduri ale rețelei are în extremități câte un conector tip BNC (*Bayonet Neill-Concelman*)
- Terminator rezistiv de 50 Ω la capete



Cablu torsadat

- **10BASE-T** (1990), **100BASE-T** (*Fast Ethernet* - 1995) - mediul fizic de transmitere a semnalului este cablul torsadat (T - *Twisted Pair Cable*) care conține 8 fire de cupru izolate, organizate în 4 perechi de culori diferite. Cablul torsadat suportă rate de transfer de 10 Mbps și 100 Mbps. Pentru conectare se utilizează la ambele capete același model de conectori de tip RJ-45, iar lungimea maximă a unui segment este în jur de 100 metri.
- **1000BASE-T** (*Gigabit Ethernet*) este următorul standard Ethernet care a mărit rata de transfer la 1.000 Mbps (1999) pentru transmisia pe cabluri torsadate UTP (*Unshielded Twisted Pair*) categoriile 5, 5e și 6.
- **10 Gigabit Ethernet** (*10GE*, *10GbE* sau *10 GigE*) este cel mai rapid dintre standardele Ethernet (de 10 ori mai rapid ca Gigabit Ethernet) și a fost anunțat pentru prima dată în 2003.
- Următoarele standarde Ethernet aflate în dezvoltare sunt **40 Gigabit Ethernet** (40GbE) și **100 Gigabit Ethernet** (100GbE) - 2010.

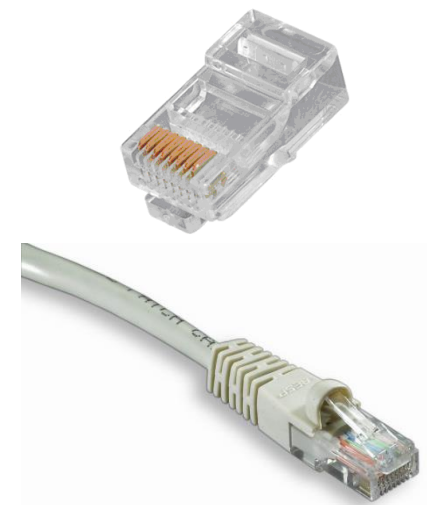
Cablu torsadat

Cele mai utilizate tipuri de cabluri torsadate:

- **Cat5** pentru Ethernet 100BASE-T & 1000BASE-T, utilizat curent în rețelele LAN
- **Cat 5e** (*Enhanced Cat5*), similar cu Cat5, dar cu specificații mai stricte și performanțe superioare
- **Cat 6** - pentru Gigabit Ethernet, compatibil cu Cat5 / Cat 5e; lungimi mai mici

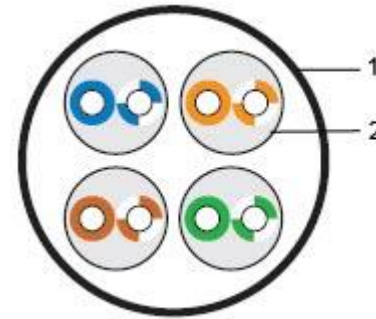
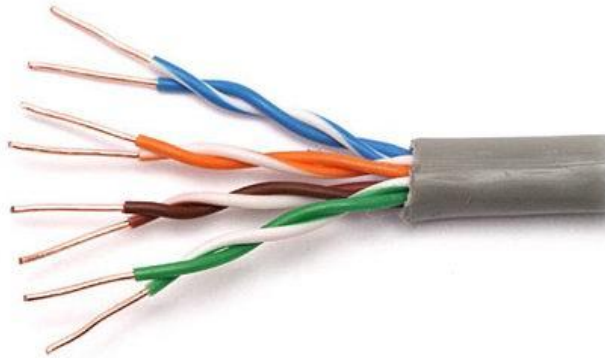
Cablul Category 5 (Cat5) este format din **4 perechi de conductori** izolați între ei și răsuciți câte unul în jurul perechii sale pentru anularea interferențelor electromagnetice externe.

Registered Jack	Conector	Utilizare
RJ45	8P8C (8 poziții, 8 contacte)	Ethernet cablu torsadat



Cablu torsadat

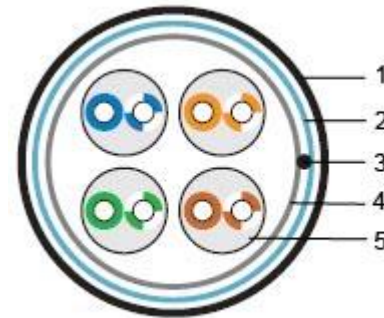
UTP (*Unshielded Twisted Pair*) - cablu torsadat neecranat - este cel mai întâlnit tip de cablu torsadat, fiind folosit în rețelele de calculatoare, în telefonie sau la camere video de supraveghere.



- 1 - cămașă
- 2 - pereche cabluri

Cablu torsadat

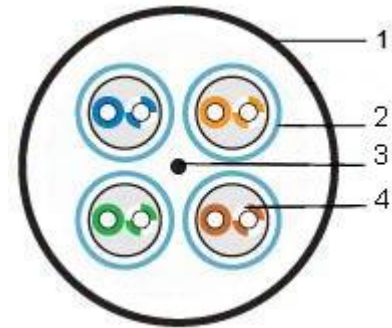
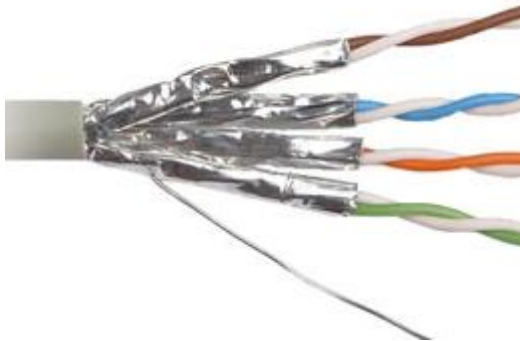
Sctp sau **FTP** (*Screened Twisted Pair* sau *Foiled Twisted Pair*) - cablu torsadat în care cele 8 fire sunt ecranate cu o folie (*Foil*) exterioară împotriva interferențelor, care are și rol de împământare.



- 1 - cămașă
- 2 - folie
- 3 - împământare
- 4 - folie protectivă subțire
- 5 - pereche cabluri

Cablu torsadat

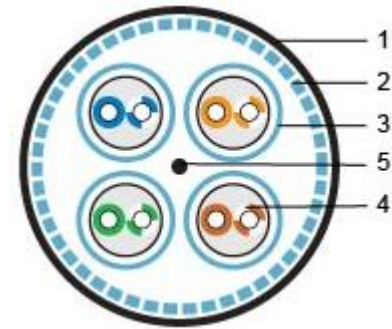
STP (*Shielded Twisted Pair*) - cablu torsadat ecranat în care fiecare pereche este învelită individual într-o folie de ecranare. Oferă o protecție superioară la interferențe, însă un preț ridicat și o flexibilitate scăzută.



- 1 - cămașă
- 2 - folie
- 3 - împământare
- 4 - pereche cabluri

Cablu torsadat

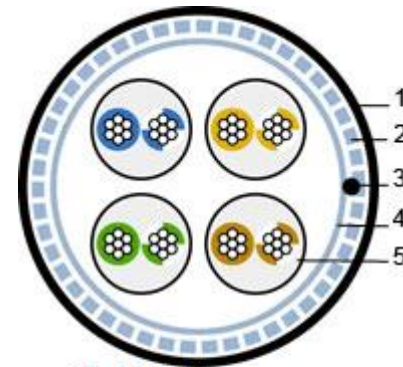
S/STP sau **S/FTP** (*Screened Shielded Twisted Pair / Screened Foiled Twisted Pair*) - atât perechile individuale, cât și întreg cablul torsadat, sunt ecranate: perechile într-o folie, iar întreg cablul într-o tresă metalică



- 1 - cămașă
- 2 - tresă metalică
- 3 - folie
- 4 - pereche cabluri
- 5 - împământare

Cablu torsadat

SFTP (*Shielded Foiled Twisted Pair*) - ecranat cu folie și tresă metalică, este folosit pentru exterior, fiind foarte rezistent mecanic și bine protejat la interferențe electromagnetice.



- 1 - cămașă
- 2 - tresă metalică
- 3 - împământare
- 4 - folie
- 5 - pereche cabluri

Fibră optică

- mediu fizic format din fibre de sticlă sau plastic care transportă lumina prin fenomenul **reflexiei totale** (se comportă ca un ghid de undă în care are loc propagarea orientată a unui fascicul de unde optice).

Single-Mode

- miez subțire ($<10 \mu\text{m}$)
- necesită echipamente și metode de interconectare costisitoare
- permite conexiuni la mare distanță (circa 60 km)
- asigură conexiuni cu performanță ridicată

Multi-Mode

- miez mai gros ($>50 \mu\text{m}$)
- mediu mai ieftin (conectorii și echipamentele au un cost scăzut)
- se folosește pe distanțe scurte (până la 600 metri)

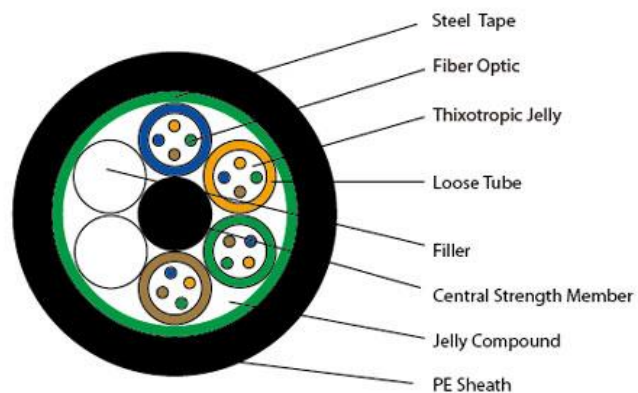
Avantaje:

- viteze de transfer mai mari decât ale altor medii, pe distanțe mari
- pierderi de semnal și întârzieri reduse
- imunitate la interferențe electromagnetice
- inaccesibilă la scanări și interceptări ilegale

Dezavantaj:

- procedeu complex de conectare la capete, tăiere și lipire (necesită utilizarea unor dispozitive și conectori speciali)

Fibră optică



Convertor fibră optică – UTP
(*Media Converter*)

Conexiune Wi-Fi

- tehnologii care garantează interoperabilitatea între diverse dispozitive fără fir (*wireless*) - sisteme de calcul, laptop-uri, PDA-uri, smartphone-uri, console de jocuri și alte dispozitive periferice
- necesită suport hardware (plăci de rețea, routere, telefoane mobile etc.) și software - prin sistemele de operare și aplicațiile utilizate (drivere sau aplicații dedicate)

Dispozitive utilizate pentru comunicația într-o rețea Wi-Fi:

- interfețe de rețea integrate:
 - onboard
 - plăci de extensie PCI și PCMCIA (în general pentru sisteme mobile)
 - dispozitive USB
- puncte de acces: **WAP** (*Wireless Access Point*) - echipament care permite conectarea dispozitivelor wireless la o rețea de comunicații, de obicei cablată
 - private (de obicei în rețele wireless de mici dimensiuni, la birou sau casnic)
 - publice (*Hotspot*): permit utilizarea gratuită sau comercială a rețelei Internet, fiind amplasate în locuri publice (parcuri, biblioteci, cafenele, aeroporturi, hoteluri, universități)





WLAN (Wireless LAN)

- rețea locală fără fir formată din două sau mai multe sisteme de calcul sau alte dispozitive (de exemplu, imprimante) care comunică între ele într-o arie limitată, la viteze comparabile cu cele ale rețelelor Ethernet pe cablu.
- versiunea inițială 802.11a (1999) - rată de transfer maximă de 54 Mbps.
- 802.11b (octombrie 1999) și 802.11g (iunie 2003) - rată maximă de 11 Mbps, respectiv 54 Mbps, și o distanță de circa 34 metri
- 802.11n (2009) - rate de transfer de 600 Mbps și o rază de acțiune de circa 70 metri.

Avantaje:

- accesarea facilă a resurselor Internet fără a depinde de cabluri;
- mobilitate maximă (în aria deservită de hotspot);
- eficiența (un hotspot poate servi un număr mare de clienți simultan).

Dezavantaje:

- raza de acoperire de câteva zeci de metri;
- rata de transfer a datelor să fie mai mică decât la rețelele Ethernet pe cablu;
- interferențele cu alte dispozitive care lucrează în zona respectivă (cuptoare cu microunde, dispozitive Bluetooth sau telefoane fără fir).



WLAN (Wireless LAN)

Securitatea datelor

- accesul neautorizat prin intermediul undelor radio este mai ușor de realizat decât în cazul conexiunilor prin cablu

Soluții:

- **filtrarea adreselor MAC** (*Media Access Control*) - limitarea accesului unui sistem de calcul folosindu-se adresa fizică a plăcii de rețea;
- **ascunderea SSID** (*Service Set Identifier*) - numele public al rețelei poate fi ascuns (făcut invizibil);
- **implementarea unor algoritmi de criptare a datelor:**
 - WEP (*Wired Equivalent Privacy*) - 1997-2001
 - avea la bază algoritmul de criptare simetrică RC4
 - a fost înlocuit de WPA deoarece nu oferea condiții elementare de securitate.
 - WPA, WPA2 (*Wi-Fi Protected Access*) - elaborate în perioada 2003-2004 - au îmbunătățit tehnicile de criptare prin:
 - adăugarea unui mecanism de schimbare a cheii de criptare în timpul sesiunii de lucru, mecanism denumit TKIP (*Temporary Key Integrity Protocol*);
 - înlocuirea totală a algoritmului RC4 cu AES (*Advanced Encryption Standard*), un algoritm cu o securitate ridicată.

Conexiune Wireless Broadband

- rate de transfer între 128 kbps și 1 Mbps, comparabile cu conexiunile terestre prin cablu de tip ADSL sau modem CATV
- se extinde rețeaua Internet în zone rurale sau unde nu sunt disponibile legături terestre care să ofere viteze optime, prin intermediul unor antene montate în locuri cu vizibilitate maximă
- ambele capete al legăturii radio trebuie de regulă să fie direct vizibile între ele (*direct line of sight*) pentru a beneficia de performanțele maxime oferite de acest tip de conexiune.



Conexiune satelit

- este utilizată în zonele unde legăturile terestre nu sunt disponibile din cauza costurilor ridicate de implementare.
- necesită o antenă cu un receptor, un transmițător și un IDU (*InDoor Unit*) care realizează comunicația cu sistemul de calcul.

Avantaje:

- adăugare rapidă a noi puncte de acces;
- instalare rapidă a echipamentului la clienți cu infrastructură limitată;
- disponibilitate 99,9% (superioară față de rețelele terestre);
- lățimi de bandă care permit rate mari de transfer;
- independența de rețelele terestre și infrastructură.

Dezavantaj: costul foarte ridicat

- variantă: realizarea unei legături mixte satelit-terestre (acolo unde este posibil)



Conexiune prin sistemul de telefonie mobilă

■ **GPRS** (*General Packet Radio Service*)

- serviciu pentru date mobile disponibil utilizatorilor de telefonie mobilă GSM (*Global System for Mobile*) atât în sistemul 2G (la rate de 56 - 114 kbit/s), cât și în 3G (până la 14,4 Mbit/s la download).
- permite aplicații Internet pentru dispozitive inteligente (telefoane mobile, PDA, smartphoane, tablete) folosind protocolul WAP (*Wireless Application Protocol*).

■ **UMTS** (*Universal Mobile Telecommunications System*)

- tehnologie prezentă în a 3-a generație de rețele de comunicații mobile.
- viteza de transmisie a datelor poate atinge 384 kbit/s, iar în varianta cu HSDPA (*High Speed Downlink Packet Access*), chiar 7,2 Mbit/s.

■ **HSPA** (*High Speed Packet Access*)

- reunește protocoalele HSDPA (*High Speed Downlink Packet Access*) și HSUPA (*High Speed Uplink Packet Access*) pentru a extinde și îmbunătăți performanțele rețelelor de comunicații mobile 3G care folosesc protocolul W-CDMA (*Wideband Code Division Multiple Access*).

■ **WiMAX** (*Worldwide Interoperability for Microwave Access, 2007*)

- standard care permite rate de transfer de 144 Mbit/s down, 35 Mbit/s up
- a fost extins în 2011 până la 1Gbit/s pentru stații fixe.

■ **LTE** (*Long Term Evolution, 2009*)

- tehnologie din a 4-a generație de rețele de telecomunicații mobile (4G)
- rate de transfer de 100 Mbit/s down (360 Mbit/s cu tehnologia MIMO - *multiple-input and multiple-output*), respectiv 50 Mbit/s up.

Conexiune prin sistemul de telefonie mobilă

- Modem-uri *mobile broadband* (modem-uri care utilizează un sistem de telefonie mobilă)
 - interne, integrate în computere portabile, tablete sau alte dispozitive;
 - externe:
 - carduri ce se atașează computerului printr-un slot de tip PCMCIA / ExpressCard;
 - dispozitive conectate prin portul USB.
- Funcționează cu o cartelă SIM (*Subscriber Identification Module*)
- Pot avea facilități suplimentare:
 - slot pentru memorie microSD
 - conector pentru antenă suplimentară
 - funcție de router (partajarea conexiunii Internet cu alte dispozitive mobile aflate în apropiere).



Alte tehnologii pentru interconectarea dispozitivelor electronice

- port serial (RS-232) - modem, mouse, UPS, administrare/monitorizare echipamente de rețea, instrumente științifice de măsură

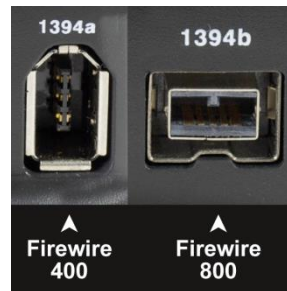


- port paralel ("*printer port*") - proiectat pentru conectarea diferitelor periferice (în special imprimante)

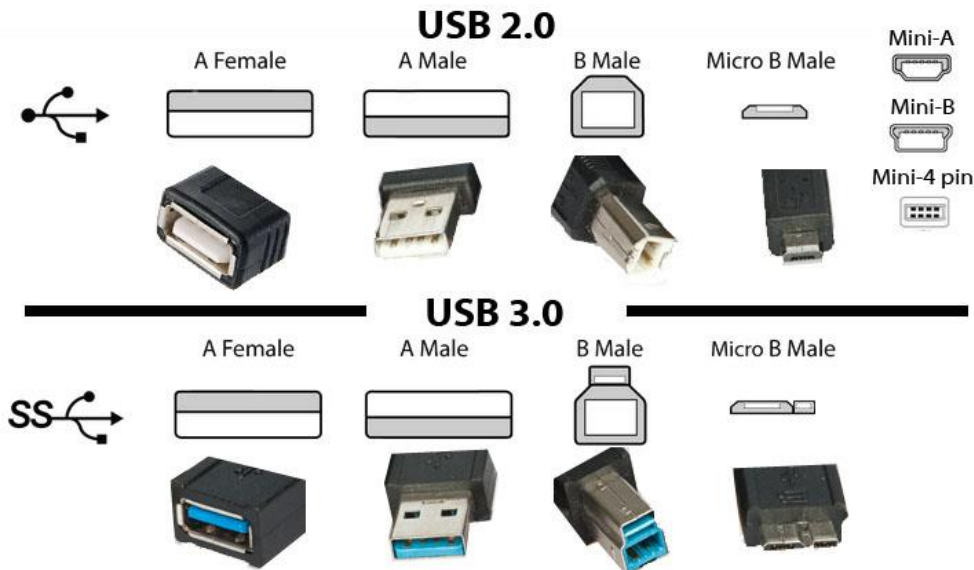


Alte tehnologii pentru interconectarea dispozitivelor electronice

- FireWire (IEEE 1394) - interfață pentru bus serial de mare viteză; Apple; distanță maximă 4,5 metri



- USB (Universal Serial Bus)





WPAN (Wireless Personal Area Network) – standard IEEE 802.15

■ **Bluetooth**

- standard IEEE 802.15.1 (comunicații prin unde radio);
- protocol pentru transferul de date pe distanțe mici (cca 10 m) între echipamente fixe și mobile - tastaturi, căști audio, mouse, controllere jocuri;
- Banda de frecvențe: 2,4 GHz; Rată de transfer maximă: 24 Mbps.

■ **IrDA** (*Infrared Data Association*)

- standard pentru transferul de date pe distanțe foarte scurte folosind raze infraroșii (comunicații optice);
- cele două dispozitive trebuie să aibă vizibilitate directă unul față de celălalt;
- Rată de transfer maximă: 4 Mbps; Distanța standard: max. 1 m.

■ **WUSB** (*Wireless USB*)

- elimină conexiunea prin cablu între un calculator și diverse echipamente periferice;
- Banda de frecvențe: 3,1 - 10,6 GHz; Rată de transfer maximă: 53 - 480 Mbps; Distanța: 3 - 10 m.

■ **NFC** (*Near Field Communication*)

- set de protocoale wireless pentru distanțe foarte mici (< 10 cm);
- Banda de frecvențe: 13,56 MHz; Rată de transfer: 106 - 424 kbps.



Cască Bluetooth



IrDA Adapter



Wireless USB Audio/Video Kit



Near Field Communication