

ATENȚIONARE!

Conținutul acestei platforme de instruire a fost elaborat în cadrul proiectului „Dezvoltarea resurselor umane în educație pentru administrarea rețelelor de calculatoare din școlile românești prin dezvoltarea și susținerea de programe care să sprijine noi profesii în educație, în contextul procesului de reconversie a profesorilor și atingerea masei critice de stabilizare a acestora în școli, precum și orientarea lor către domenii cerute pe piața muncii”. Conținutul platformei este destinat în exclusivitate pentru activități de instruire a membrilor grupului țintă eligibil în proiect.

Utilizarea conținutului în scopuri comerciale sau de către persoane neautorizate nu este permisă.

Copierea, totală sau parțială, a conținutului de instruire al acestei platforme de către utilizatori autorizați este permisă numai cu indicarea sursei de preluare (platforma de instruire eadmin.cpi.ro).

Pentru orice probleme, nelămuriri, sugestii, informații legate de aspectele de mai sus vă rugăm să utilizați adresa de email: proiect.eadmin@cpi.ro

Acest material a fost elaborat de o echipă de experți din S.C. Centrul de Pregătire în Informatică S.A., partener de implementare a proiectului POSDRU /3/1.3/S/5, compusă din:

- Mihaela Tudose
- Veronica Iuga
- Lidia Băjenaru
- Rodica Majaru

1. Noțiuni fundamentale despre rețele de calculatoare, servicii și conectivitate

Noțiuni fundamentale despre rețele de calculatoare

Tehnologia care a marcat lumea secolului al XX-lea a fost cu siguranță cea legată de colectarea, prelucrarea și distribuirea informației. Instalarea rețelilor de telefonie, invenția radioului și a televiziunii, folosirea calculatoarelor, toate sunt borne ale evoluției tehnologice începute în secolul trecut. Ca urmare a progresului tehnologic, aceste domenii converg; pe măsură ce posibilitățile de colectare, prelucrare și distribuire a informației cresc, cresc și cererile pentru prelucrări din ce în ce mai sofisticate.

Întrepătrunderea dintre calculatoare și telecomunicații a stat la baza constituirii și folosirii rețelilor de calculatoare.

O rețea de calculatoare se compune dintr-un grup de calculatoare autonome, interconectate, care pot comunica între ele cu scopul de a transmite și de a primi date. Calculatoarele pot partaja o serie de resurse, atât hard cât și soft (de exemplu: hard-discuri, aplicații, structuri de date sau imprimante).

Pentru clasificarea rețelilor de calculatoare nu există încă un set de criterii unanim acceptate. Două dintre criterii sunt însă considerate cele mai importante în clasificarea rețelilor: tehnologia de transmisie și scara la care operează.

Tipuri de rețele

În funcție de tehnologia de transmisie a datelor, rețelele pot fi clasificate în două categorii:

1. rețele cu difuzare de mesaje
2. rețele punct la punct

Rețelele cu difuzare se bazează pe existența unui mediu comun la care au acces toate dispozitivele, a unui singur canal de comunicații, partajat de toate mașinile (calculatoarele) din rețea. Orice mașină poate transmite mesaje (numite și pachete de date) care sunt primite de toate mașinile din rețea. Pachetul de date este însoțit de o informație specifică prin care se poate identifica destinatarul, respectiv mașina căreia îi este adresat pachetul. La recepționarea unui pachet de date din rețea, mașina verifică adresa care-l însoțește și dacă îi este adresat îl reține și-l prelucrează; dacă nu, îl ignoră. Pachetul de date poate fi însoțit de o adresă specială considerată validă (corectă) pentru orice mașină din rețea, astfel încât mesajul va fi captat și prelucrat de toate mașinile interconectate.

Rețelele punct la punct dispun de numeroase conexiuni între perechi de mașini individuale. Un pachet de date care pleacă de la o mașină sursă ar putea să treacă prin mai multe mașini intermediare pentru a ajunge la destinație. Este posibil de asemenea, ca un pachet de date să poată ajunge la destinație pe mai multe rute posibile, așa încât, în astfel de cazuri, este necesar un algoritm de dirijare a pachetelor pe o rută optimă.

În general, pentru rețelele de mică întindere se adoptă modelul rețelelor cu difuzare de mesaje; pentru cele de largă acoperire modelul cel mai des folosit este punct la punct; există bineînțeles și excepții.

În funcție de scara la care operează rețeaua, există trei tipuri principale de rețele de calculatoare:

1. rețele locale (**Local Area Network - LAN**);
2. rețele metropolitane (**Metropolitan Area Network - MAN**);
3. rețele de largă întindere (**Wide Area Network - WAN**).

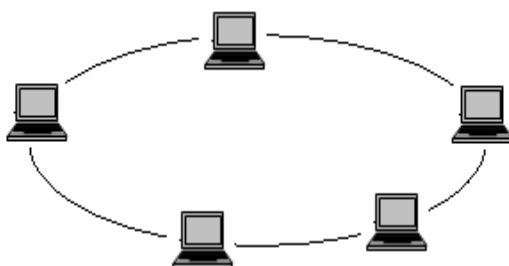
Rețelele locale (**Local Area Network - LAN**), denumite în general LAN-uri, sunt rețele private, aflate de regulă într-o singură clădire. Scopul acestor rețele este conectarea calculatoarelor și a echipamentelor în vederea partajării resurselor și pentru schimbul de informații. Rețelele LAN se diferențiază față de alte tipuri de rețele prin (1) mărime, (2) tehnologie de transmitere și (3) topologie.

LAN-urile utilizează frecvent ca tehnologie de transmisie difuzarea de pachete pe un singur cablu la care sunt atașate toate mașinile. LAN-urile tradiționale funcționează la viteze cuprinse între 10 și 100 Mbps¹ (mega biți pe secundă), au întâzieri mici și produc foarte puține erori. LAN-urile mai noi pot lucra la viteze de 10 Gbps. În cazul LAN-urilor cu difuzare sunt posibile mai multe topologii.



Topologia magistrală (bus) este cea în care mașinile sunt conectate la aceeași magistrală sau **cablu liniar**. În fiecare moment de timp cel mult una dintre ele

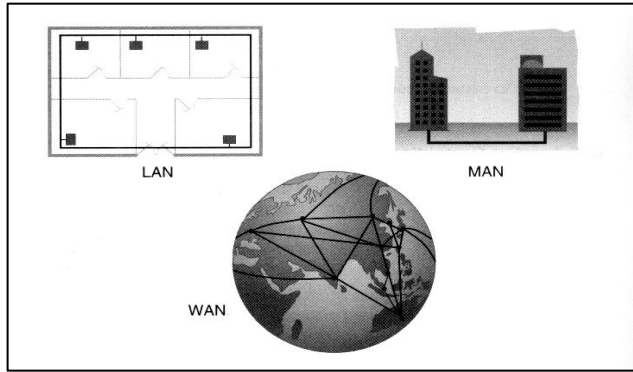
poate transmite (difuza) date. Când se întâmplă ca două sau mai multe mașini să încerce să transmită simultan atunci intervine un mecanism de arbitrar. Dacă pachetele intră în coliziune atunci fiecare dintre calculatoarele implicate așteaptă un timp aleatoriu și încearcă din nou.



Al doilea tip de rețea cu difuzare este cea care folosește **topologia inel (ring)**. Un nod al rețelei se conectează la alte două formând un inel. Datele trec de la un nod la altul, în așa fel încât fiecare pachet de date va parcurge inelul până ce ajunge la destinatar.

¹ 1Mbps reprezintă aprox. 1 000 000 de biți pe secundă. 1Gbps este egal cu aprox. 1000 Mbps

Rețelele metropolitane (*Metropolitan Area Network- MAN*) servesc un oraș întreg.



Rețelele de largă întindere (*Wide Area Network-WAN*) sunt rețele ce acoperă arii geografice întinse, chiar de dimensiunea unui continent.

Rețelele fără fir nu sunt neapărat o invenție recentă. Încă din 1901 Guglielmo Marconi a realizat o legătură între un vapor și un punct de pe coastă folosind telegraful fără fir și

codul Morse. Sistemele radio actuale au performanțe mult mai bune, dar fundamental ideea este aceeași. Tehnologiile fără fir pot fi utilizate la: (1) conectarea componentelor unui sistem, (2) construirea LAN-urilor fără fir, (3) construirea WAN-urilor fără fir.

Conectarea componentelor unui sistem se referă numai la componentele unui calculator care pot fi conectate folosind unde radio cu rază mică de acțiune. Monitorul, tastatura, *mouse-ul*, imprimanta se pot conecta la unitatea centrală prin cabluri fără fir, prin conexiuni *Bluetooth*. Tot prin *Bluetooth* pot fi conectate camera digitală, căștile, *scanner-e*, prin simpla poziționare a echipamentelor în aria de acoperire a rețelei.

Următoarea categorie o reprezintă rețelele locale fără fir. Acestea sunt sisteme în care fiecare calculator dispune de un modem radio și o antenă cu care poate comunica cu alte calculatoare dotate similar. De multe ori există o antenă – stație de bază – prin care comunică toate componentele rețelei fără fir. Dacă sistemele sunt suficient de apropiate calculatoarele pot comunica unul cu celălalt într-o configurație punct la punct. Rețelele locale fără fir devin din ce în ce mai utilizate și se pretează ori de câte ori instalarea unei rețele *Ethernet* este considerată prea complicată: în clădiri vechi unde nu se pot instala cabluri și în încăperile unde au loc conferințe.

A treia categorie se referă la rețelele fără fir răspândite pe arii geografice largi (*Wide Area Network*.) Rețeaua radio utilizată de telefonia mobilă este un exemplu de sistem fără fir care folosește unde ultracurte. Generația a treia, aflată acum în funcțiune, este digitală și este utilizată atât pentru voce cât și pentru date.

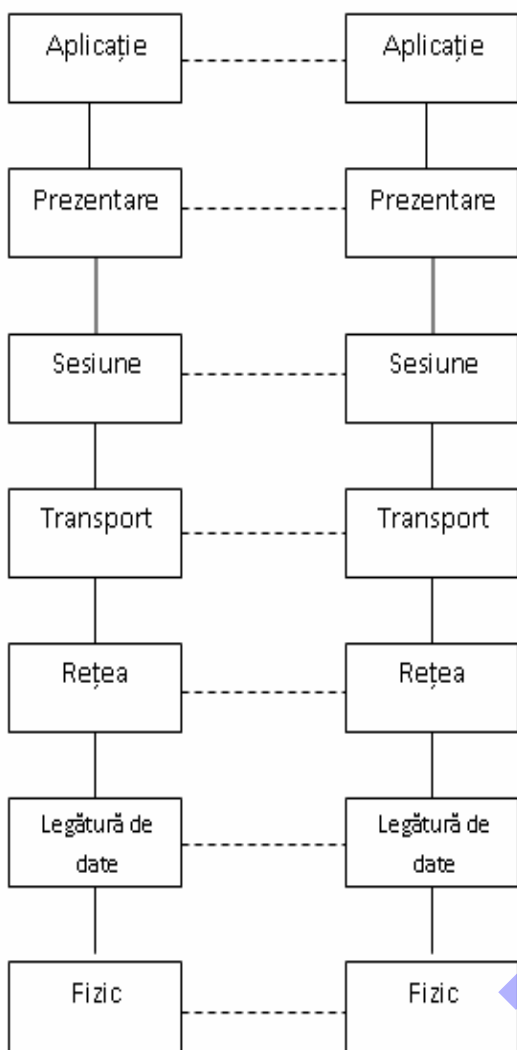
Inter-rețelele (*internet*) sunt colecții de rețele interconectate. O inter-rețea se obține prin legarea a două rețele diferite. Legarea a două LAN-uri formează o inter-rețea. Conectarea rețelelor se obține folosind mașini numite *gateway* (poartă). Pentru că în lume există multe rețele cu echipamente și *software* foarte diferite, aceste *gateway-uri* asigură conversiile necesare, atât în termeni de *hardware* cât și de *software*. Termenul de *internet* (inter-rețea) va fi folosit în continuare cu sens diferit față de Internet (un *internet* special). Internet este rețeaua mondială al cărei nume va fi scris întotdeauna cu majusculă.

Modele de referință

În proiectarea primelor rețele de calculatoare erau foarte importante echipamentele, în timp ce programele erau trecute oarecum cu vederea sau, în cel mai bun caz, erau plasate în plan secund. În momentul de față situația este diferită: programele de rețea au devenit foarte bine structurate. Pentru a reduce complexitatea proiectării, protocoalele de rețea sunt organizate sub forma straturilor sau a nivelurilor, fiecare **strat** sau **nivel** fiind construit peste cel situat dedesubt. Numărul de niveluri, numele fiecărui nivel, conținutul și funcția variază de la un model la altul. Între două niveluri adiacente există o interfață ce definește operațiile și serviciile oferite de nivelul inferior către cel superior. Nivelul n de pe o mașină conversează cu nivelul n de pe altă mașină. Regulile și convențiile utilizate în conversație poartă numele de **protocolul** nivelului n . O mulțime de niveluri și protocoale este numită **arhitectură**. Specificația unei arhitecturi conține informații care permit unui proiectant să scrie programele sau să construiască echipamentele asociate fiecărui nivel. Detaliile de implementare și specificațiile interfețelor nu fac parte din arhitectură. Lista protocoalelor unei arhitecturi, câte un protocol pentru fiecare nivel, formează **stiva protocoalelor**. Un **serviciu** este un set de operații pe care un nivel le furnizează nivelului de deasupra sa. Serviciul definește ce operații poate nivelul să realizeze dar nu specifică modul în care sunt implementate aceste operații. Prin contrast, un **protocol** este setul de reguli care guvernează formatul și semnificația cadrelor, pachetelor sau a mesajelor schimbate între ele de entitățile pereche ale aceluiași nivel.



Modelul de referință OSI se bazează pe o propunere dezvoltată de Organizația Internațională Standardizare (*International Standards Organization* – *ISO*) și este primul pas în încercarea de standardizare a protocoalelor folosite pe diferite niveluri. *OSI* este acronimul pentru *Open Systems Interconnection*, în traducere Interconectarea Sistemelor Deschise. Sistemul deschis se referă în acest caz la deschiderea către comunicarea cu alte sisteme, de același fel sau diferite.



Nivelul fizic tratează transmiterea biților prin canalul de comunicații.

Nivelul legătura de date este responsabil de accesul la mediul de comunicații și obligă emițătorul să descompună datele în cadre și să le transmită secvențial.

Dacă serviciul este sigur, receptorul confirmă fiecare cadru prin trimiterea înapoi a unui cadru de confirmare.

Nivelul rețea se ocupă de controlul funcționării rețelei (subrețelei), problema majoră fiind determinarea modului în care pachetele vor fi dirijate către destinație.

Nivelul transport acceptă date de la nivelul sesiune, le descompune, le transferă nivelului rețea și se asigură că toate fragmentele sosesc corect la celălalt capăt.

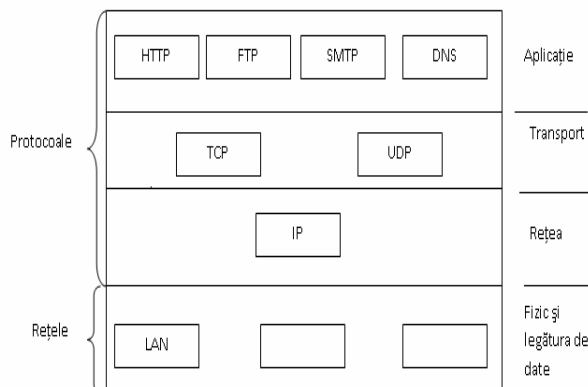
Nivelul sesiune permite utilizatorilor de la mașini diferite (atât hardware cât și din punctul de vedere al sistemelor de operare folosite) să stabilească sesiuni între ei.

Nivelul prezentare se ocupă de reprezentarea datelor și tratează sintaxa și semantica informațiilor transmise, inclusiv în situația în care mașini diferite folosesc reprezentări diferite ale datelor.

La **nivelul aplicație** se găsesc cele mai frecvent utilizate protocoale, ca de ex. HTTP (*HyperText Transfer Protocol*), cel care stă la baza serviciului *www (World Wide Web)*. Acesta este nivelul la care funcționează aplicațiile și serviciile din rețea.

Modelul de referință TCP/IP este cel care stă la baza majorității rețelelor actuale și a rețelei Internet.

Nivelul transport este situat deasupra nivelului rețea, numit și internet. TCP (*Transmission Control Protocol*) este un protocol sigur, orientat pe conexiuni și care permite ca un flux de octeți trimiși de la o mașină să ajungă fără erori la o altă mașină din inter-rețea (internet).



Protocolul împarte fluxul de octeți în mesaje și transmite fiecare mesaj la nivelul rețea (internet). La destinație mesajele sunt reasamblate. UDP (*User Datagram Protocol*) este un protocol nesigur, fără conexiuni, destinat aplicațiilor care folosesc propria lor secvențializare a datelor, deci nu pe cea de la TCP.

Modelul TCP nu conține nivelurile sesiune și prezentare. Nivelul aplicație se află chiar deasupra nivelului transport. Aici se găsesc protocoalele de nivel înalt.

Modele funcționale pentru rețelele de calculatoare

Dezvoltarea rețelelor de calculatoare s-a produs în timp, începând cu anii 1950 și a parcurs o serie de etape semnificative pentru modul de evoluție al conceptelor în raport cu dezvoltarea tehnică. Soluțiile alese pentru realizarea rețelelor de calculatoare au condus la conturarea unor modele conceptuale specifice. Tehnologiile de rețea s-au dezvoltat în jurul cerințelor impuse de următoarele modele: centralizat, distribuit, și colaborativ.

Modelul centralizat este legat de începuturile utilizării calculatoarelor. Începând din anii '50 organizațiile au început să folosească calculatoarele în scopul gestionării informației. Datorită nivelului de dezvoltare al tehnologiei la acel moment, calculatoarele erau foarte mari și foarte scumpe.

Calculatoarele centrale, numite *mainframe*-uri, erau utilizate la stocarea și organizarea datelor. Oamenii introduceau datele pe *mainframe*-uri folosind dispozitive locale numite terminale. Un terminal încorporează un dispozitiv de intrare (tastatura) și *hardware* de comunicație, în așa fel încât un *mainframe* să poată servi cereri de la mai multe terminale. Aceste conexiuni la distanță între terminale și *mainframe*-uri nu implică existența unei rețele de calculatoare. În modelul centralizat *mainframe*-ul furnizează toate serviciile de stocare de date și de prelucrare a lor, în timp ce terminalele reprezintă simple dispozitive de intrare/ieșire.

Rețelele au apărut atunci când organizațiile au dorit realizarea comunicării între *mainframe*-uri.

Pe măsură ce industria calculatoarelor s-a maturizat, persoane individuale își asumă controlul total asupra propriilor calculatoare. Din această putere crescândă a calculatoarelor a rezultat un nou model - modelul distribuit.

Acest model mută sarcinile de prelucrare de la un calculator central (*mainframe*) către mai multe calculatoare autonome. În competiția cu modelul centralizat, modelul distribuit utilizează rețelele de calculatoare pentru partajarea informațiilor, resurselor și serviciilor între diferite calculatoare. Acest model capătă în ultima perioadă o importanță din ce în ce mai mare. Filozofia acestui model presupune partajarea capacităților de procesare între membrii rețelei. Spre deosebire de simpla partajare a datelor, acest model propune utilizarea a două sau mai multe computere în scopul realizării unei anumite sarcini de procesare.

În zilele noastre rețelele de calculatoare includ calculatoare și sisteme de operare asociate tuturor celor trei modele discutate mai sus.

Rețele peer – to - peer

Rețelele *peer-to-peer* (*P2P, egal la egal*) sunt cunoscute și sub numele de grupuri de lucru (*workgroups*). Într-o rețea *peer-to-peer* toate calculatoarele care o compun sunt - principial vorbind - egale între ele: pot oferi acces la resurse care au fost făcute disponibile în rețea și – în egală măsură – pot cere acces la resurse aflate la distanță, în rețea. Resursele disponibile în rețea sunt în general fișiere și imprimante.

Client - server

Rețelele client – server sunt acele rețele unde apar serverele, componente care servesc cereri provenite de la clienți. De cele mai multe ori clienții și serverele operează pe mașini diferite: unele sunt configurate ca servere altele sunt clienți. Pe mașina care îndeplinește rolul de server rulează un program de tip server care face ca resursele acestuia să fie disponibile (partajate) în rețea. Clienții nu-și partajează resursele: ei cer acces la resursele aflate la server. Clienții sunt cei care inițiază sesiuni de comunicații cu serverele și care așteaptă răspunsurile ce le sunt destinate.

Iată în continuare câteva tipuri de servere:

- **Server de fișiere** – controlează accesul la structurile de date organizate sub formă de fișiere. Clienții pot cere acces la fișiere dar serverul oferă accesul doar dacă cererea este corect formulată și dacă clientul are suficiente drepturi și/sau permisiuni.
- **Server de tipărire (*printing*)** - destinat gestionării resurselor de tipărire (imprimante), controlează cererile de tipărire provenite de la clienți.
- **Server de aplicații** - specializat pentru a pune la dispoziția clienților componenta server a aplicațiilor de tip client/server, precum și date corespunzătoare.
- **Server pentru baze de date** - stochează centralizat cantități mari de informații organizate în baze de date. Utilizatorii pot interoga de la distanță baza de date în vederea obținerii informațiilor de care au nevoie.
- **Server de poștă electronică (*e-mail*)** - gestionează cutiile poștale ale utilizatorilor și asigură distribuirea mesajelor electronice de la expeditor la destinatari. Destinatarii sunt identificați prin adresa de *e-mail*.
- **Server de fax** - legat la o linie telefonică; acceptă documente pe care le transformă în fax-uri și pe care le transmite către destinatari. În același timp, printr-o procedură asemănătoare, acceptă fax-uri din exterior pe care le transformă în documente.

Interconectarea calculatoarelor. Adaptoare pentru rețea

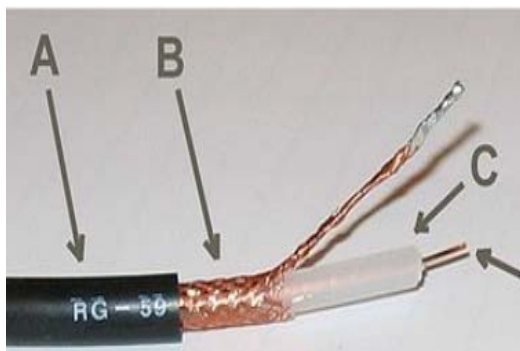


Pentru a realiza comunicarea între calculatoare este necesar să fie asigurate condițiile *hardware* și *software* cerute de transferul de date de la o mașină la alta. În consecință, fiecare calculator participant în rețea va dispune de un adaptor de rețea care să asigure aranjarea informațiilor în formatul corespunzător transmiterii în rețea. Transportul datelor se va face printr-un mediu de comunicație.

Placa de rețea, adaptorul de rețea, adaptorul LAN sunt numele sub care sunt cunoscute aceste componente *hardware*. Ele fac posibilă comunicarea în rețea. Nivelurile OSI acoperite de acest echipament sunt nivelurile 1 și 2, respectiv nivelul fizic și legătura de date. Calculatoarele pot fi conectate fie prin cabluri, fie prin medii fără fir (*wireless*).

Deși există și alte tehnologii, *Ethernet* este tehnologia cea mai răspândită. Fiecare placă de rețea *Ethernet* dispune de un număr serial pe 48 de biți, numită adresa MAC (*Media Access Control*), înscrisă în memoria ROM a plăcii de rețea. Fiecare calculator dintr-o rețea *Ethernet* trebuie să fie echipat cu o placă de rețea unic identificabilă prin adresa MAC. Oricare două plăci de rețea nu vor putea avea aceeași adresă MAC, pentru că fabricanților li s-au alocat blocuri de adrese din care asignează, în mod unic, fiecărei plăci o adresă.

Placa de rețea conține circuitele electronice necesare comunicării folosind un anumit **standard** pentru nivelurile 1 și 2, nivelul fizic și legătura de date. *Ethernet* este unul dintre aceste standarde. Placa sau adaptorul de rețea reprezintă interfața fizică dintre calculator și mediul de transmisie. Aici are loc conversia în biți a semnalelor electrice recepționate din mediul de transmisie precum și gruparea logică a șirurilor de biți în pachete. În vederea transmiterii unui pachet prin mediul de comunicații va avea loc operația inversă: pachetul va fi transformat într-o înșiruire de biți care vor fi transmiși prin mediul de comunicații.



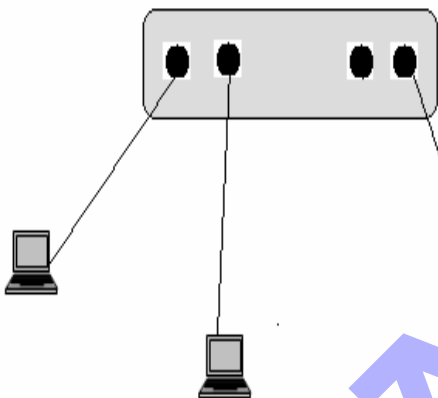
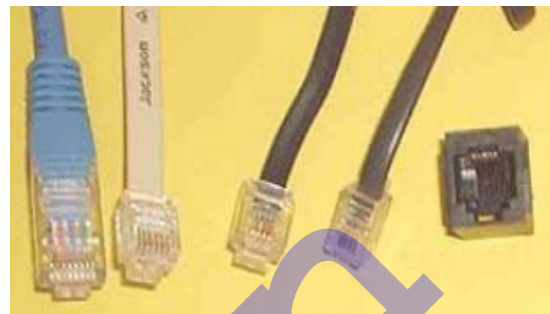
La începuturile sale, *Ethernet* s-a bazat pe calculatoare care comunicau între ele printr-un cablu coaxial, numit și mediu de transmisie prin difuzare (*broadcast*).

Analogiile cu sistemele radio păreau atunci evidente și de aici și numele de *eter*, respectiv *Ethernet*.



Între timp *Ethernet*-ul a evoluat și a devenit o tehnologie de rețea complexă folosită în majoritatea LAN-urilor. Cablul coaxial a fost înlocuit cu legături punct la punct în care apar concentratoarele (*hub*). Au fost reduse costurile de instalare, a crescut fiabilitatea. Cablurile coaxiale au fost înlocuite cu perechile de cabluri răsucite (*twisted pair*) care conectează calculatorul la *hub*.

Hub sau repetor este echipamentul multiport unde sunt concentrate conexiunile prin cablurile bifilare răsucite (*twisted pair*).



În jurul concentratorului se dezvoltă o topologie de tip stea. **Topologia stea (*star*)** a devenit cea mai comună dintre soluțiile actuale de conectare a calculatoarelor. În forma ei cea mai simplă, rețeaua de tip stea se compune dintr-un echipament central (concentrator, *hub*, repetor) către care vin și de unde pleacă mesajele. Topologia stea face ca rețelele să devină fiabile: rețeaua în întregul ei nu este pusă în pericol dacă nu funcționează comunicația dintre un nod și concentrator.

Protocoale de comunicații. Protocolul TCP/IP

Un protocol este un set de reguli ce guvernează comunicarea dintre calculatoarele unei rețele. Este o convenție sau un standard care asigură conectarea, comunicația și transferul datelor între calculatoare. Setul de reguli al protocolului se referă la sintaxă, semantică și sincronizarea comunicației. Protocoalele pot fi implementate prin *hardware*, *software* sau o combinație a lor. La nivelul cel mai de jos, un protocol definește comportamentul conexiunii *hardware*. Protocoalele folosite în rețea sunt grupate mai multe împreună într-o stivă de protocoale, care indică astfel combinația specifică de protocoale ce lucrează împreună.

Prin comparație, modelul de referință (vezi modelul OSI sau modelul TCP) este o arhitectură *software* care prezintă fiecare nivel și serviciul pe care îl oferă nivelului următor. Modelul OSI este folosit pentru a conceptualiza o stivă de protocoale și entitățile pereche.

Iată o listă a unora dintre cele mai cunoscute protocoale:

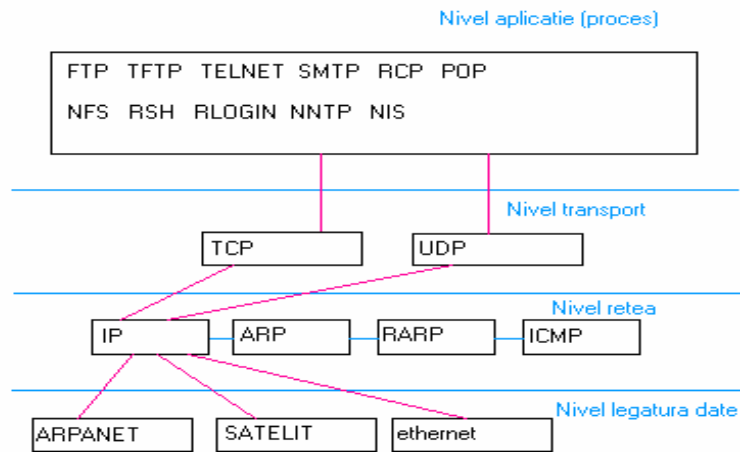
1. [IP](#) - *Internet Protocol*
2. [UDP](#) - *User Datagram Protocol*
3. [TCP](#) - *Transmission Control Protocol*
4. [DHCP](#) - *Dynamic Host Configuration Protocol*
5. [HTTP](#) - *Hypertext Transfer Protocol*
6. [FTP](#) - *File Transfer Protocol*
7. [Telnet](#) - *Telnet Remote Protocol*
8. [POP3](#) - *Post Office Protocol 3*
9. [SMTP](#) - *Simple Mail Transfer Protocol*
10. [IMAP](#) - *Internet Message Access Protocol*

TCP/IP (*Transfer Control Protocol / Internet Protocol*), a apărut întâi în mediile Unix, motiv pentru care istoria sa se împletește cu istoria rețelelor Unix. Prima aplicație Unix de rețea a fost "bătrânul" UUCP (*Unix to Unix Copy*), un program de copiere de fișiere de la un sistem *Unix* la altul (1976-1978). Pe la sfârșitul anilor '60 și începutul anilor '70, DARPA (*Defense Advanced Research Projects Agency*) din departamentul apărării al SUA sponsoriza dezvoltarea rețelei ARPANET, ce includea instituții militare, universități și centre de cercetare.

În 1980 DARPA lansează un proiect pentru dezvoltarea familiei de protocoale TCP/IP; numele exact la familiei de protocoale fiind atunci "*DARPA Internet protocol suite*". Noul protocol va fi implementat sub *Unix-BSD* pe calculatoare VAX. În '83 se lansează Unix BSD 4.2 care avea integrată prima versiune de TCP/IP, ceea ce a determinat o creștere a rețelei. În '86 DARPA împarte ARPANET în două rețele distincte: ARPANET (pentru cercetare experimentală) și MILNET pentru scopuri militare. Cercetarea inițiată de DARPA a condus în final la interconectarea mai multor rețele individuale. Acest ansamblu aparea în exterior ca fiind o singură rețea mare, o inter-rețea, în limba engleză *internetwork*, care a primit numele de **INTERNET**. Practic, actualmente toate calculatoarele cuplate la Internet folosesc familia de protocoale TCP/IP.

Structura pachetului TCP/IP

Stiva protocoalelor TCP/IP conține o parte relativ stabilă: nivelul rețea și nivelul transport. În ceea ce privește nivelul aplicație, lucrurile se diversifică: **aplicațiile standard** sunt mereu extinse și se adaugă altele noi. Nivelul legătură de date aparține mai puțin TCP/IP și mai mult driverelor și plăcilor de rețea, acestea fiind primele componente care trebuie înlocuite la schimbarea tehnologiei de transmisie.



Nivelul legătură de date

Tehnologia de comunicație evoluează extrem de rapid, introducând tipuri de legături cu viteze din ce în ce mai mari. În același timp, vechile legături sunt încă funcționale și probabil vor mai fi multă vreme. În consecință la acest nivel vom întâlni :

- linii telefonice lucrând la 57.6 Kbs
- fibre optice de 1.544Mbs
- conexiuni *ethernet* la 10Mbs sau *fastethernet* la 100Mbs, 1Gbs
- legături seriale RS 232 la viteze 1200 bps si 56000bps
- linii asincrone prin SLIP (Serial Line Internet Protocol)
- legături PPP (Point to Point Protocol) care permit folosirea conexiunilor seriale sincrone sau asincrone;
- legături prin satelit, radio, laser.

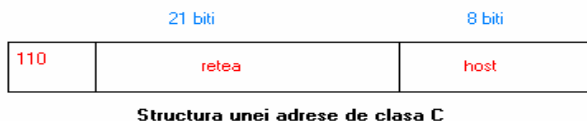
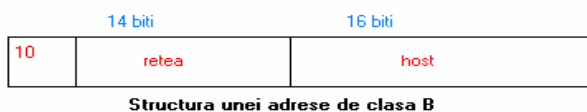
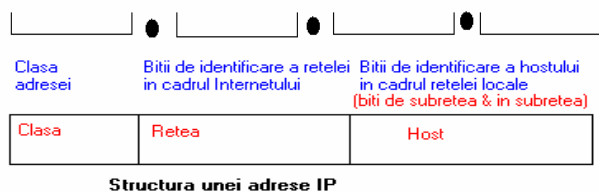
Nivelul rețea

IP (*Internet Protocol*) asigură transmiterea nefiabilă a pachetelor prin intermediul unor adrese unice, specifice fiecărui nod din rețea, numite adrese *internet*. Caracteristica esențială a IP este că fiecare pachet este tratat ca o entitate independentă, fără legături cu alte pachete. Entitățile de transmisie IP se numesc pachete sau *datagrama IP*. Componenta IP este intermediarul între cadrele de la nivelul legăturii de date și mesajul nivelului transport.

Nivelul rețea realizează livrarea datelor utilizând un serviciu fără conexiune. Spunem că este fără conexiune pentru că nivelul consideră că fiecare datagramă este independentă față de celelalte. Orice asociere între datagrama diferite trebuie să fie tratată de nivelurile superioare. Fiind independente una de cealaltă, fiecare datagramă IP care circulă în rețea conține adresa calculatorului sursă și a celui de destinație. Se spune despre protocolul IP că este nefiabil pentru că nu garantează nici livrarea datagramelor la destinație și nici corectitudinea conținutului livrat de datagrama. Verificarea completă a corectitudinii datelor este asigurată de nivelurile superioare ale stivei de protocoale. Este sarcina protocolului de transport (TCP) să detecteze erorile și să efectueze o retransmisie dacă situația o impune.

Adrese IP și clase de adrese

O adresă IP se compune dintr-un șir de 32 de biți care identifică rețeaua și stația (calculatorul, *host*, dispozitiv) din rețeaua respectivă. Forma în care sunt folosite adresele IP nu este însă cea binară. Adresele IP folosesc reprezentarea decimală a patru octeți separați prin trei puncte.



În vederea găsirii unei reguli pentru interpretarea adreselor IP au fost folosite întâi clasele de adrese. Există trei clase principale de adrese: A, B și C. Clasa D este rezervată pentru *multicast*, iar cea de-a cincea clasă, E, este folosită de aplicații deosebite. Pentru fiecare clasă de adrese funcționează câte o regulă pentru regăsirea în corpul adresei IP a identificatorului rețelei și a identificatorului stației din rețea.

O adresă IP de rețea este adresa pentru care toți biții de stație sunt 0.

O adresă IP de difuzare (*broadcast*) este adresa pentru care toți biții de stație sunt 1. Un pachet destinat unei astfel de adrese va ajunge la toate stațiile din aceeași rețea.

Clasa A a fost proiectată pentru a satisface cerințele rețelelor de mari dimensiuni. Identificatorul rețelei ocupă primul octet, din care primul bit este deja specificat; identificatorul stației (*host*) ocupă trei octeți. Sunt identificate 126 de rețele distincte și în jur de 16,7 milioane de stații în fiecare rețea. În clasa A nu sunt incluse adresele de rețea 0.0.0.0 și 127.0.0.0.

Câmpul de rețea pentru **clasa B** cuprinde primii doi octeți, din care primii doi biți sunt deja fixați. Rămân disponibili pentru identificarea rețelei 14 biți, adică 16.384 de rețele. Pe fiecare rețea se pot afla 65.533 de stații.

Clasa C alocă 3 octeți pentru identificarea rețelei și numai un octet pentru identificatorul stației. Primii trei biți din primul octet sunt deja ocupați. Numărul rețelelor din clasă C depășește 2 milioane. În fiecare rețea din clasa C nu pot exista decât cel mult 254 de calculatoare.

Valoarea primului octet este deosebit de importantă în reprezentarea cu clase adreselor IP:

- Valori între 1 și 126 indică adrese din clasa A
- Valori între 128 și 191 indică adrese din clasa B
- Valori între 192 și 223 indică adrese din clasa C
- Valori între 224 și 239 indică adrese din clasa D
- Valori între 240 și 255 indică adrese rezervate din clasa E

Gruparea adreselor în clase predefinite și fixarea cu această ocazie a valorii câtorva biți au condus la ocuparea neeficientă a spațiului de adrese și la epuizarea rapidă a adreselor inițial neocupate, nealocate. Așa se face, că în 1985 a fost introdus un nivel ierarhic în formatul de adresare IP. Adresele IP au în continuare 32 de biți, dar în afara câmpurilor pentru identificarea rețelei și a stației, apare un câmp nou: **masca de subrețea**. Prin folosirea măștii de subrețea a apărut distincția între adresarea care ține cont numai de clase și noul tip de adresare în care nu se mai folosesc clase (adresare *classless*, fără clase). Adresarea *classless* a căpătat între timp un loc central în noua arhitectură a Internetului. Masca de subrețea (numită între timp chiar masca de rețea) însoțește fiecare adresă IP asociată unui adaptor de rețea și permite definirea de spații de adresă de lungimi diferite față de cele de lungime fixă din clasele A, B și C. Consecința cea mai importantă o reprezintă posibilitatea împărțirii unei clase de adrese în mai multe rețele distincte, de dimensiuni variabile, ceea ce conduce la utilizarea mult mai eficientă a spațiului total de adrese.

Soluția radicală față de obstacolele mai noi și mai vechi ale adreselor IP ar putea fi rescrierea pe alte baze a protocolului IP. Noul protocol, IPv6, are deja câțiva ani de testare dar nu a devenit atât de popular cum se spera la începutul anilor '90. Vechiul protocol IPv4, însoțit de rezolvarea *classless* care se preconiza a fi doar provizorie, se dovedește o soluție pe termen lung.

Masca de rețea este un șir de 32 de biți care, în conjuncție logică (ȘI logic) cu o adresă IP, separă adresa de rețea prin anularea biților de stație. Fiecare bit din masca de rețea are valoarea binară 1 în pozițiile ce corespund identicatorului rețelei și valoarea 0 acolo unde se află identicatorul stației din rețea. Prin similitudine cu adresele IP, cea mai des folosită reprezentarea a măștii de rețea este cea decimală.

Iată în continuare câteva exemple de măști de rețea:

255.0.0.0

255.255.0.0

255.255.255.0

O altă reprezentare a măștilor de rețea este cea dată numărul care indică câți biți sunt folosiți într-o adresă IP pentru identificarea rețelei. De exemplu, adresa IP 10.10.3.1/8, arată că numai 8 biți din adresă sunt folosiți pentru identificarea rețelei. Cu alte cuvinte, adresa rețelei este 10.0.0.0 și nodul (stația, *host*) 10.10.3.1 este o componentă a acestei rețelei. Masca de rețea este în acest caz 255.0.0.0.

Conectivitate

Rețelele de calculatoare diferă între ele în funcție de tehnologiile *hardware* și *software* folosite pentru interconectarea echipamentelor individuale la rețea.

Ethernet desemnează o familie de tehnologii pentru rețele LAN bazate pe transmiterea cadrelor. Ethernet definește un număr de standarde de comunicații, cablare și semnalizare aparținând nivelurilor fizic și legătură de date din modelul OSI. Pentru rețele cablate, Ethernet este standardizat ca IEEE² 802.3. Cea mai folosită soluție de cablare este versiunea „*twisted pair*” (cablu cu două fire răsucite) a *Ethernet*. Standardele folosite cel mai des sunt 10BASE-T, 100Base-TX și 1000Base-T (*Gigabit Ethernet*) care asigură viteze de transmitere de 10Mbps, 100Mbps și 1000Mbps (1Gbps). Aceste trei standarde folosesc același tip de conector, iar implementările care asigură viteze mai mari pot să suporte și echipamente de viteză mai mică. Cu alte cuvinte, echipamente și tehnologii mai vechi pot lucra împreună cu cele de generație nouă. Conectorul folosit poartă numele de RJ45. Cablurile cele mai folosite sunt construite din patru perechi de cabluri bifilare răsucite („*twisted pair*”). Standardele 10BASE-T, 100Base-TX și 1000Base-T suportă comunicații „*full-duplex*” și „*half-duplex*”. În conformitate cu aceste standarde lungimea maxim admisă a cablului este de 100 m.

Numele standardelor derivă din caracteristicile mediului de comunicații. Numărul asociat numelui standardului face referire la viteza maximă teoretică exprimată în megabiți pe secundă. Specificația BASE este abrevierea pentru „*baseband*”, ceea ce înseamnă că fiecare semnal deține controlul complet asupra cablului, deci nu există nicio posibilitate de partajare a cablului prin modulare de frecvență. Litera T indică tipul cablului și anume „*twisted pair*”.

Cablurile de perechi răsucite au fost folosite de primul serviciu de telefonie, cel inventat de Alexander Graham Bell, în 1881. Standardele 10BASE-T, 100Base-TX și 1000Base-T folosesc cabluri UTP („*unshielded twisted pair*” – pereche răsucită neecranată).



Cablu UTP

Cablu bifilar torsadat și conector
Standardul 10BASE-T

² Institute of Electrical and Electronics Engineers

Tehnologia *wireless* (fără fir) folosește ca mediu de comunicații undele radio. Avantajele rețelelor fără fir sunt creșterea mobilității echipamentelor și eliminarea costurilor legate de cablare. Dezavantajele țin și ele tot de mediul de comunicații: partajarea mediului între mai multe echipamente, distanța limitată dintre dispozitivele care comunică, interferența cu alte dispozitive care utilizează aceeași frecvență.

Standardul IEEE 802.11 descrie protocoalele de comunicație *wireless* aflate la nivelurile fizic și nivelul MAC (*Media Access Control*) din nivelul legătură de date al modelului OSI. Standardul a fost elaborat în anii 1990, prima lui versiune fiind definitivată în 1997. Între timp au apărut versiuni noi, iar cea din 1997 nu mai este folosită. Cele mai utilizate versiuni ale standardului 802.11 sunt 802.11a , 802.11b și 802.11g. IEEE lucrează în prezent la versiunea 802.11n care, deși nu este definitivată este deja implementată de unii furnizori de echipamente.



logo-ul Wi-Fi

Wi-Fi este numele comercial pentru tehnologiile care au la bază standardele de comunicații IEEE 802.11 utilizate în rețelele locale fără fir. Suportul Wi-Fi este oferit de dispozitivele *hardware* și de cele mai multe dintre sistemele de operare folosite pentru calculatoare personale, telefoane mobile, console de jocuri.

Wi-Fi se referă de asemenea la certificarea de către *Wi-Fi Alliance*³. Produsele care primesc certificarea Wi-Fi au fost testate și găsite ca interoperabile cu alte produse certificate. Calificativul *Wi-Fi Certified* (certificat Wi-Fi) este o garanție a interoperabilității.

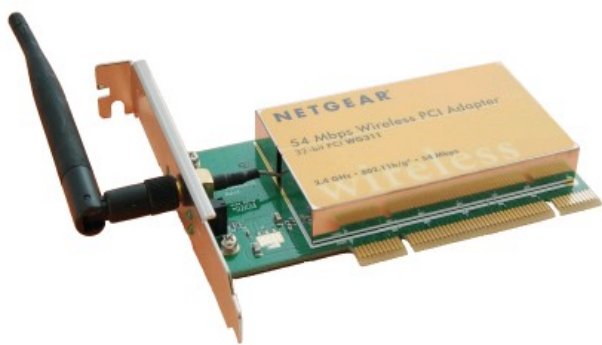
Pentru ca două echipamente să poată comunica, trebuie să folosească aceeași frecvență, deci același canal.

Nume protocol	Frecvența medie de comunicație	Rata maximă de transfer	Distanța maximă la care se poate realiza comunicarea (interior/exterior)
802.11a	5 GHz	54 Mbit/s	15 m /30m
802.11b	2.4 GHz	11 Mbit/s	45m/90m
802.11g	2.4 GHz	54 Mbit/s	45m/90m
802.11n	5 GHz si/sau 2.4 GHz	600 Mbit/s	70m/250m

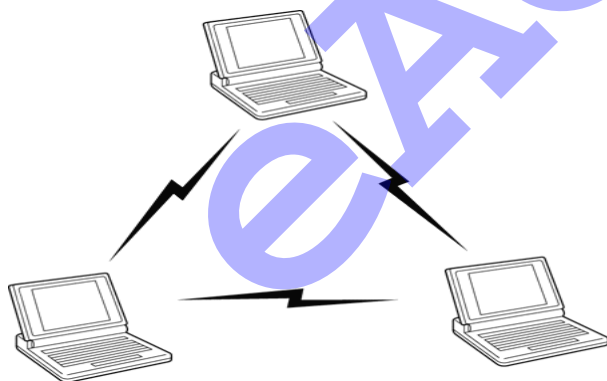
³ Wi-Fi Alliance este asociația internațională nonprofit a furnizorilor de produse conforme standardului 802.11.

O limitare importantă a rețelelor Wi-Fi o constituie aria de acoperire. Ea depinde mult de caracteristicile antenelor dispozitivelor și de topografia particulară a zonei pe care urmărește rețeaua să o acopere. Plantele absorb radiațiile electromagnetice și astfel instalarea unei rețele într-o zonă împădurită (cum ar fi un parc) limitează aria de acoperire a acesteia. Pereții de beton, ferestrele termopan sau blocurile metalice reflectă puternic undele radio. Instalarea unei rețele într-o clădire aduce cu sine limitarea numărului de camere ce poate fi acoperit de o singură celulă. Aria de acoperire este mai restrânsă în cazul folosirii benzii de 5 GHz în locul celei de 2,4 GHz.

În vederea conectării *wireless* pot fi folosite plăci de rețea dotate cu antene externe sau adaptoare ce conțin o interfață USB și o antenă radio internă.

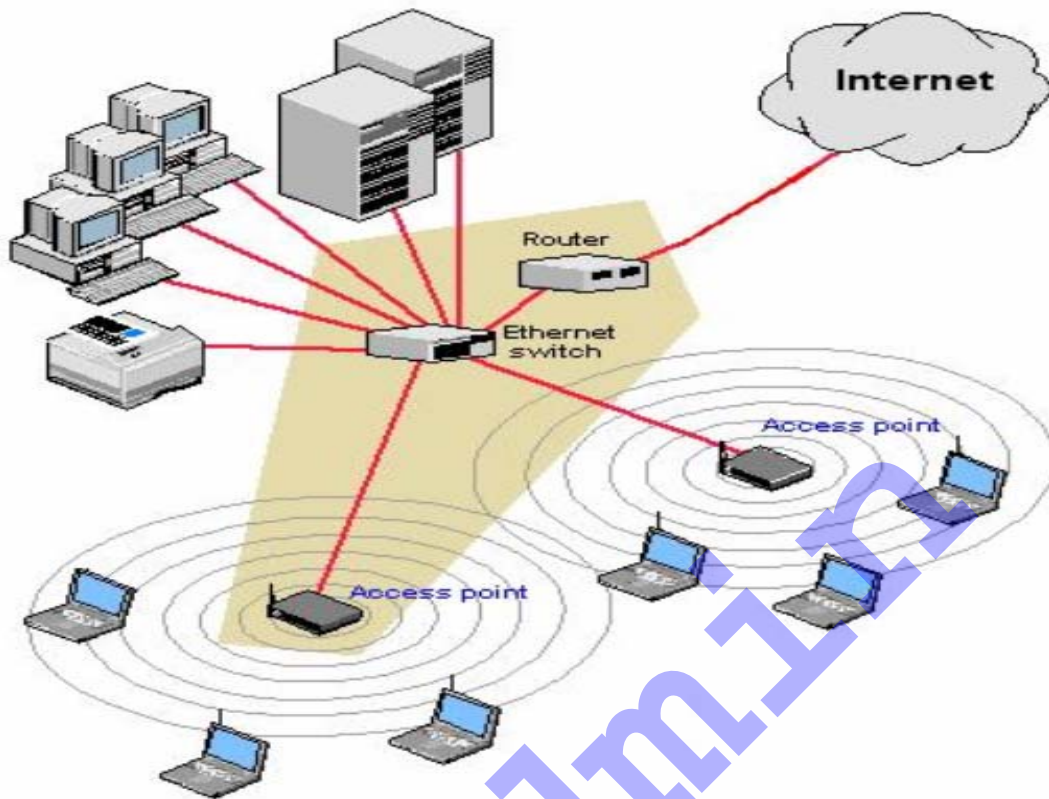


Sunt posibile două tipuri de rețele fără fir: *ad-hoc* și de tip infrastructură.



Rețelele *ad-hoc* sunt rețele în model egal la egal. Fiecare calculator poate comunica direct cu toate celelalte și pot astfel partaja fișiere și imprimante.

Rețelele de tip infrastructură sunt rețele în care calculatoarele comunică cu un dispozitiv central care poartă numele de punct de acces (*access point*, prescurtat AP sau WAP- *wireless access point*). Dispozitivul central AP are rolul de a conecta rețeaua fără fir la o rețea locală cablată (LAN).



Rețele wireless conectate la o rețea LAN cablată



În imaginea alăturată este prezentat un laptop care se conectează la un *Access Point* (dispozitivul cu antene din dreapta) folosind un *PC card wireless*.

Fiecare punct de acces are definită o distanță maximă în cadrul căreia poate fi menținută o conexiune fără fir între calculatorul client și punctul de acces. Distanța reală diferă în funcție de mediu. Producătorul menționează de obicei atât distanța din interior cât și distanța din exterior, pentru a da o indicație rezonabilă despre performanțele garantate. Dacă o singură zonă este prea mare pentru a fi acoperită de un singur punct de acces, pot fi folosite mai multe puncte de acces sau repetoare fără fir.

Toate rețelele folosesc echipamente de interconectare pentru a lega între ele diferitele noduri. Aceste echipamente sunt: adaptoarele de rețea, concentratoarele (*hub-uri*), punți (*bridge*), *switch-uri*, *rutere* (router) și porți (*gateway*).

Echipamente de interconectare

Adaptorul de rețea (placa de rețea, interfața de rețea) este o componentă *hardware* a calculatorului, proiectată pentru a asigura comunicația prin rețea. Această componentă realizează accesul fizic la mediul de comunicații al rețelei și oferă un sistem de adresare prin așa numita adresă MAC.

Repetorul este un echipament electronic care primește un semnal, îl „curăță” de zgomotul care a interferat cu semnalul util, îl regenerează și retransmite, în așa fel încât semnalul să acopere o distanță mai mare fără să sufere degradări, distorsionări. Pentru configurațiile *Ethernet* prin cablu cu perechi răsucite este nevoie de repetitoare dacă cablul trebuie să acopere o distanță mai mare de 100 m.

Concentratoarele (*hub*-uri) conțin mai multe porturi. Când un pachet ajunge la un port el este copiat nemodificat la toate porturile concentratorului pentru a fi transmis mai departe. Pachetul ajunge la toate dispozitivele conectate. Destinatarul pachetului este cunoscut prin câmpul de adresă al pachetului. În situații în care un calculator îl găsește propria adresă în câmpul de adresă atunci va reține și va prelucra pachetul. Altfel îl va ignora.

Punțile (*bridge*) conectează mai multe segmente de rețea⁴ la nivelul 2 (legătură de date) al modelului OSI. *Bridge*-urile „învață” la ce adresă MAC se ajunge printr-un anumit port. O dată ce puntea a construit o asocieră între un port și o adresă MAC, va trimite mai departe pachetele numai la portul asociat adresei.

Switch-urile sunt dispozitive care transmit și filtrează datagramele nivelului 2 (din modelul OSI) între porturile la care sunt conectate cabluri, pe baza adresei MAC înscrisă în pachetul transmis. Un *switch* are mai multe porturi și asigură construirea unei topologii stea pentru dispozitivele conectate sau conexiuni în cascadă, dacă se folosesc mai multe *switch*-uri. Trebuie să remarcăm folosirea – oarecum abuzivă - în scop de marketing a acestui nume pentru echipamente care includ rutere și punți.

Un **ruter** (*router*) este un dispozitiv de rețea care transmite pachete între rețele folosind antetul construit conform protocolului și tabele cu rutele și destinațiile cunoscute. Rutele aleg cea mai bună cale, rută care va fi parcursă pentru livrarea unui pachet. Rutele lucrează la nivelul 3 al modelului OSI, respectiv nivelul internet al modelului TCP/IP.

O **poartă** (*gateway*) este un nod al rețelei echipat în așa fel încât să asigure interfațarea dintre rețele cu arhitecturi și tehnologii diferite. Un echipament *gateway* conține translatoare de protocoale, translatoare de semnal și alte componente care împreună asigură interconectarea rețelelor ce folosesc tehnologii și protocoale diferite.

⁴ Segmentul de rețea este o porțiune dintr-o rețea de calculatoare unde fiecare echipament comunică folosind același nivel fizic.

Rețeaua Internet

Rețeaua Internet este un sistem global de rețele de calculatoare interconectate și care folosesc stiva de protocoale TCP/IP. Este o rețea formată din rețele private și publice, din mediul academic, de afaceri și guvernamental, rețele legate între ele prin cele mai variate tehnologii, în care ruterele sunt echipamentele principale. Internetul vehiculează o imensă cantitate de informații. Cele mai multe sunt documentele de tipul „*hypertext*” legate între ele și accesibile prin *World Wide Web (www)* și mesaje transmise prin poșta electronică (*e-mail*).

Mediile de transmisie tradiționale, cum sunt liniile telefonice și serviciile radio și TV, se redefinesc folosind servicii din Internet. Astfel funcționează *Voice over Internet Protocol (VoIP)* și *IPTV*. Publicațiile obișnuite au căpătat formă nouă, cum sunt *site-urile Web*, *blog-urile* și fluxurile *web feeds*. Tot Internetul a impus și formele actuale de comunicare instant, de tipul *instant messaging*, forumuri, rețelele de socializare.

Originile rețelei Internet trebuie căutate în anii 1960 când proiecte demarate în Statele Unite ale Americii aveau nevoie de rețele de calculatoare robuste, distribuite, fiabile, tolerante la erori. Internetul nu este administrat centralizat, nici în privința tehnologiilor de rețea folosite, nici în privința utilizării și a politicilor de acces. Fiecare componentă a rețelei Internet folosește propriile standarde. Pentru anul 2009 se estimează că un sfert din populația Terrei folosea serviciile rețelei Internet.

Internet și *World Wide Web*, deși sunt termeni folosiți adesea în vorbirea curentă pentru a desemna același lucru, se referă la lucruri deosebite. Rețeaua Internet este un sistem global de comunicații. Este o infrastructură hardware și software care asigură conectivitatea dintre calculatoare. *WWW* sau *Web* este unul dintre **serviciile** care folosesc rețeaua Internet. *WWW* este o colecție de documente și de alte resurse interconectate, legate între ele prin hiperlegături (*hyperlink*) și adrese *URL (Uniform Resource Location)*. Rețeaua Internet se consideră a fi un nume propriu din care cauză se scrie cu majusculă.

Servicii

Știința calculatoarelor folosește des și pe arie largă termenul de *server* pentru a desemna o soluție *hardware* și *software* proiectată pentru a oferi servicii clienților. Atunci când este folosit singur, termenul indică un computer pe care rulează un sistem de operare de tip *server*, dar se referă și la orice componentă *software* sau la orice *hardware* dedicat, capabil să ofere servicii. Definiția unanim acceptată numește server orice proces care partajează o resursă pentru unul sau mai multe procese client. Pentru ilustrare exemplul clasic este cel al serverului de fișiere: simpla existență a unor fișiere pe o mașină nu o transformă în server de fișiere. Mecanismul prin care fișierele sunt partajate între mai mulți clienți prin intermediul sistemului de operare face însă ca mașina să devină un server de fișiere. Similar putem considera și o aplicație *web server*. Componenta software pentru un *server web* se poate executa pe orice computer, fie el *laptop*, sau *Personal Computer*. În aceste situații *laptopul* și calculatorul personal îndeplinesc rolul de *server web*.

În sens *hardware*, cuvântul *server* face referire la un model constructiv de calculatoare proiectate pentru a permite execuția aplicațiilor folosite în rețea. În acest model funcționează relații client - server, unde anumite mașini, numite gazde, pun la dispoziție sau partajează informații. Ele sunt mașinile server. Clienții sunt cei care cer acces la informațiile partajate de server. Un server dedicat dispune de caracteristici constructive adecvate acestui mod de lucru: unul sau mai multe procesoare de viteză mare, memorie RAM în cantitate mare și cu performanțe deosebite, unul sau mai multe hard discuri de capacitate mare.

Sistemele de operare moderne, cum sunt sistemele **Microsoft Windows** și distribuțiile **Linux**, sunt proiectate pornind de la arhitectura client – server. Sub controlul acestor sisteme de operare rulează în fundal (*background*) programe numite servicii sau *daemons*. Programele pot sta în așteptare până ce un client cere acces la datele pe care le poate oferi serviciul.

Propunere de temă practică

1. Calculatorul pe care îl folosiți în sala de curs este conectat la rețea? Puteți identifica rețeaua din care face parte? Completați tabelul de mai jos cu informațiile pe care le identificați.

Interconectare	mediu de comunicații topologie adaptor de rețea Arhitectură
Comunicare	protocol de comunicații adresă
Utilizator	Persoana care folosește calculatorul. Pentru a avea acces la resurse va trebui să deschidă o sesiune de lucru (logon) și să se autentifice ca utilizator cunoscut în rețea. Va putea cere – probabil – acces la orice resursă, dar va primi acces numai în limita privilegiilor (restricțiilor) .
Resurse locale	Dosare (<i>folder-e</i>), fișiere, aplicații, imprimante aflate (instalate) la calculatorul folosit de utilizator.
Resurse aflate la distanță și disponibile prin rețea	Resurse aflate (fizic) la un alt calculator decât cel local dar oferite utilizatorilor aflați la distanță

2. Identificați adresa IP folosită de interfața de rețea a calculatorului dumneavoastră. Arătați din ce clasă face parte și care este identificatorul de rețea și cel al calculatorului (*host*). Câte adrese IP pot fi alocate unei interfețe de rețea?
3. Pentru conexiunea la rețea pe care o folosiți identificați componentele din modelul OSI și stiva de protocoale TCP/IP.
4. Care sunt protocoalele de nivel aplicație pe care le folosiți cel mai des?

Notați răspunsurile și rețineți logica obținerii lor!

Ce ați învățat în acest modul?

- ✓ Să identificați componentele *hardware* și *software* care asigură conectivitatea în rețea și interoperabilitatea dintre rețele.
- ✓ Să interpretați modelele de referință OSI și TCP/IP care stau la baza funcționării rețelelor.
- ✓ Să identificați relația client / server în rețea și rolul serviciilor.
- ✓ Să explicați rolul încapsulării datelor.
- ✓ Ce sunt și cum se construiesc adresele IP (IPv4).
- ✓ Ce sunt clasele de adrese și cum funcționează masca de rețea.

eAdmin