

1. Internet, Intranet, Extranet

1.1. Concepte Internet

1.1.1. Definiție și concepte de bază

Internetul este un termen nou, intrat deja în vocabularul de zi cu zi. Unii autori chiar abordează subiecte legate de "sindromul Internet" sau dependența de Internet. Nu vom analiza aici aspecte sociale în conexiune cu acest termen ci vom încerca să clarificăm definiția acestuia, având în vedere că până și mulți utilizatori împătimiti ai Internetului nu știu să facă deosebirea între Internet și Web sau între serviciul de poștă electronică și cel de transfer de fișiere.

Trebuie remarcat că nu se poate da o definiție completă a termenului de Internet în câteva rânduri. Având însă câteva noțiuni de bază și o serie de caracteristici bine lămurite, ne putem face o privire de ansamblu asupra conceptului de Internet.

În primul rând, Internetul este o rețea de calculatoare (de fapt, o *rețea de rețele*) la nivel mondial prin intermediul cărora sunt interconectate milioane de echipamente de calcul (aici sunt incluse și calculatoarele personale) din întreaga lume. O rețea de calculatoare reprezintă o *colecție de calculatoare interconectate* între ele, adică sunt capabile să schimbe informație între ele [Tanenbaum, 1996].

Pe de altă parte, Internetul este denumirea celei mai vaste grupări de surse de informație din lume. Rețeaua Internet este extinsă la întreaga planetă și cuprinde o cantitate imensă de resurse fizice, logice, informaționale.

Printre echipamentele interconectate se găsesc: calculatoare personale, stații de lucru Unix, servere de Web sau de e-mail, laptop-uri, pagere, telefoane mobile etc. De curând au fost conectate la Internet și dispozitive electrocasnice, cum ar fi frigiderul sau cuptorul cu microunde. Se prevede că în viitor multe dintre echipamentele electrocasnice vor dispune de conexiune Internet. Toate aceste echipamente sunt denumite sisteme gazdă (*hosts* sau *end systems*). Aplicațiile Internet care ne sunt tuturor foarte familiare (poșta electronică sau Web-ul) sunt aplicații de rețea ce rulează pe aceste sisteme gazdă.

Pentru a comunica între ele, sistemele gazdă folosesc *protocele* pentru controlul transmiterii, recepției și corecției informațiilor care circulă prin Internet. Dintre aceste protocele, TCP (Transmission Control Protocol) și IP (Internet Protocol) sunt cele mai importante. De asemenea, pentru asigurarea conexiunii, sistemele gazdă folosesc legături de comunicație ce constau din diverse tipuri de cabluri, printre care cablu coaxial, torsadat, fibră optică sau pot fi conexiuni fără fir, prin unde radio, de exemplu. Una dintre caracteristicile importante ale acestor legături este viteza teoretică de transfer a datelor care este denumită lățime de bandă (*bandwidth*) și care se exprimă în biți sau multipli ai acestora pe secundă ($1 \text{ Mb/s} \approx 1000 \text{ biți/s}$).

Sistemele gazdă nu sunt interconectate direct între ele, ci prin intermediul unor dispozitive intermediare denumite rutere. Pe scurt, un ruter este un dispozitiv care preia informația ce ajunge la el prin intermediul uneia dintre legăturile (de intrare) de comunicație și o trimite mai departe pe o altă legătură (de ieșire). Formatul informațiilor care sunt recepționate și transmise mai

departe între rutere și sistemele gazdă sunt precizate de protocolul IP. Drumul pe care îl parcurg informațiile de la transmițător la receptor poartă numele de *rută* (*route* sau *path*) în rețea.

Modalitatea de stabilire a unei conexiuni în Internet (pentru a putea transmite informații de la un transmițător la un receptor) se bazează pe o tehnică denumită *comutare de pachete*, care permite mai multor sisteme să comunice pe o rută (sau o porțiune dintr-o rută) Internet, în același timp. Topologia Internetului (structura sistemelor conectate la Internet) este ierarhizată în modul următor: la bază sunt sistemele gazdă conectate la un ISP (Internet Service Provider - Furnizor de Servicii Internet) local prin intermediul unor rețele de acces, furnizorii locali sunt conectați la niște furnizori naționali sau internaționali, iar aceștia din urmă sunt conectați împreună la cel mai înalt nivel din această ierarhie.

Trebuie remarcat faptul că pot fi adăugate noi componente sau niveluri (noi rețele sau noi rețele de rețele) în această topologie ierarhică într-o manieră foarte simplă, așa cum ai adăuga noi piese într-un joc de Lego [Kurose 2001]. Internetul a crescut în ultimii ani și continuă să crească într-un ritm exponențial: de exemplu, dacă în prima jumătate a lui 1996 au fost adăugate aproximativ 3.000.000 de host-uri (*sisteme gazdă*) [Network 1996], în prima jumătate a lui 2001 au apărut 16.000.000 de noi host-uri conectate la Internet [Network 2001].

Această rețea uriașă nu ar fi s-ar fi putut crea dacă nu ar fi fost realizate, testate și implementate o serie de standarde. Dacă în faza incipientă a rețelelor de calculatoare (anii 1970) era imposibil să interconectezi computere provenite de la diverși producători datorită incompatibilității protocoalelor folosite, treptat s-a ajuns la concluzia că trebuie folosite standarde generalizate de comunicație pentru a putea interconecta diverse echipamente provenite de la diverși producători. Astfel au luat ființă standardele deschise (*open-standard*) și necesitatea conectivității indiferent de platformă (*cross-platform*). Aceste standarde sunt dezvoltate de organisme internaționale specializate, precum IETF (Internet Engineering Task Force) ale cărui documente poartă denumirea de documente RFC (Request For Comments). După cum reiese și din denumirea originală (cereri pentru observații, comentarii), RFC-urile au apărut pentru a rezolva problemele arhitecturale ale predecesorilor Internetului.

Documentele RFC au evoluat astfel încât acum sunt adevărate standarde, documente tehnice și detaliate, care cuprind definiții de protocoale cum ar fi TCP, IP, SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) sau HTTP (Hyper Text Transfer Protocol). La ora actuală există peste 2000 de documente RFC. Copii ale documentelor RFC sunt găzduite de numeroase site-uri Web. Una dintre aceste locații este la Institutul de Științe ale Informației (ISI - Information Sciences Institute - <http://www.rfc-editor.org>). Internetul este un domeniu *public*, care cuprinde, după cum am mai spus, o varietate de rețele publice ale unor companii private, instituții educaționale sau guvernamentale. Există însă și rețele asemănătoare *private*, ale căror calculatoare gazdă nu sunt accesibile din afara rețelei respective. O astfel de rețea se numește *Intranet* și de regulă folosește aceleași tehnologii ca cele folosite în Internet.

1.1.2. Scurt istoric al Internetului

Funcționarea Internetului se bazează pe protocolul TCP/IP, care este o colecție de protocoale dintre care cele mai importante sunt TCP și IP, de unde provine și denumirea de TCP/IP. De multe ori întâlnim denumirea de stivă de

protocoale TCP/IP (TCP/IP Protocol Stack). Pentru a înțelege funcționarea unei rețele bazată pe TCP/IP trebuie să cunoaștem o serie de considerente care au stat la baza nașterii rețelei Internet și a stivei de protocoale TCP/IP.

Dacă la începuturile dezvoltării sistemelor de calcul comerciale (sfârșitul anilor '60, începutul anilor '70) companiile foloseau arhitecturi și protocoale proprietare, treptat s-a ajuns la nevoia de a achiziționa echipamente provenite de la mai mulți producători. Aceste echipamente trebuiau interconectate și făcute să lucreze împreună pe baza aceluiași standarde și protocoale.

Utilizarea computerelor în programul agenției americane de stat **ARPA** (Advanced Research Projects Agency) din cadrul Departamentului de Apărare (DoD – Department of Defense) al SUA a condus la elaborarea coordonării dezvoltării unei rețele independente de producător pentru a conecta marile centre de cercetare. Necesitatea unei astfel de rețele a fost prima prioritate a acestui program, având în vedere că, inițial, fiecare centru de cercetare folosea tehnologii proprietare. Anul 1968 a marcat începutul elaborării unei rețele bazate pe *comutare de pachete*, care mai târziu a devenit rețeaua **Arpanet**.

Rețeaua Arpanet a fost prima rețea de calculatoare de arie largă (WAN – Wide Area Network) din lume, concepută să permită unor pachete de date să fie rutate în rețea ca entități de sine stătătoare. Aceasta a reprezentat o revoluție în domeniu, deoarece rețelele anterioare se bazau pe *comutarea de circuite*, adică stabilirea de conexiuni dedicate între două locații. Mai mult, Arpanet oferea pentru prima dată posibilitatea interconectării mai multor locații într-o topologie neregulată, permițând datelor să circule între oricare dintre aceste locații pe diverse rute. Conceptul de bază era următorul: dacă una din locații era distrusă (eventual bombardată într-un război – să nu uităm că era vorba despre un proiect militar), acest lucru nu afecta comunicațiile dintre celelalte locații care făceau parte din rețea.

În același timp și alți furnizori de servicii de rețea au început să dezvolte conexiuni cu locații din rețeaua Arpanet, ceea ce a dus treptat la apariția termenului de **Internet**. În anii următori tot mai multe organizații au fost adăugate în Arpanet, în paralel cu dezvoltarea altor rețele și tehnologii de rețea, precum Ethernet.

Toate aceste dezvoltări ulterioare au condus la concluzia că este nevoie de o serie de protocoale de rețea care să opereze la un nivel superior celui fizic, astfel încât să se permită schimbul de informații între diverse rețele fizice. Aceste protocoale trebuiau implementate în software deasupra oricărei topologii de rețea, indiferent că era vorba despre o rețea de arie largă WAN cu comutare de pachete (Arpanet) sau o rețea locală LAN (Local Area Network) Ethernet sau Token Ring.

1.1.3. Definiția unui protocol de rețea

Unul din termenii cei mai folosiți atunci când este vorba de o rețea de calculatoare sau de Internet este termenul de "protocol". Vom prezenta în continuare o definiție și câteva exemple pentru a putea identifica un protocol.

Probabil că cea mai bună modalitate de a înțelege noțiunea de protocol este aceea de a considera pentru început o serie de analogii cu intercomunicarea din lumea umană. Să considerăm exemplul în care întrebăm pe cineva unde se află o anumită stradă (**Figura 1.1**).

Regulile intercomunicării umane (protocolul uman) sunt reprezentate de mesajele pe care le trimitem și de acțiunile specifice pe care le întreprindem corespunzătoare răspunsului primit de la interlocutor sau producerii altor evenimente. Mesajele transmise și cele recepționate joacă un rol fundamental în cazul protocoalelor umane; dacă o persoană are obiceiuri diferite sau folosește un limbaj străin altei persoane, atunci protocoalele diferite nu vor permite intercomunicarea între respectivele persoane. Același lucru este valabil și în cazul comunicării între entitățile dintr-o rețea de calculatoare. Pentru a putea comunica, respectivele entități trebuie să folosească (să ruleze) același protocol de rețea.

Un protocol de rețea este asemănător unui protocol uman, excepție făcând obiectele comunicării: în loc să avem de-a face cu oameni, avem de-a face cu componente hardware sau software ale rețelei. Toate activitățile dintr-o rețea de calculatoare (deci și din Internet) sunt bazate pe funcționarea unui anumit set de protocoale. De exemplu, comunicarea dintre două calculatoare în rețea se face prin protocoale implementate în hardware la nivelul plăcii de rețea pentru controlul fluxurilor de biți transmiși prin intermediul suportului fizic; protocoalele de control al congestiilor controlează viteza de transmitere a datelor între un transmițător și un receptor iar protocoalele de poștă electronică guvernează modalitatea de transmitere și de recepție a mesajelor de tip e-mail.

În figura 1.1 este prezentat cazul în care un calculator face o cerere unui server Web, se primește un răspuns afirmativ de conexiune din partea serverului și apoi calculatorul folosește un mesaj de tip "GET" pentru a recepționa pagina respectivă. În cele din urmă, serverul returnează conținutul fișierului către calculatorul care a lansat cererea.

Ca urmare a analogiei cu comportamentul uman, putem da următoarea definiție a protocolului: *un protocol definește formatul și ordinea mesajelor schimbate între două sau mai multe entități ce comunică între ele, precum și acțiunile ce sunt întreprinse odată cu transmiterea sau recepția unui mesaj sau a unui alt eveniment.*

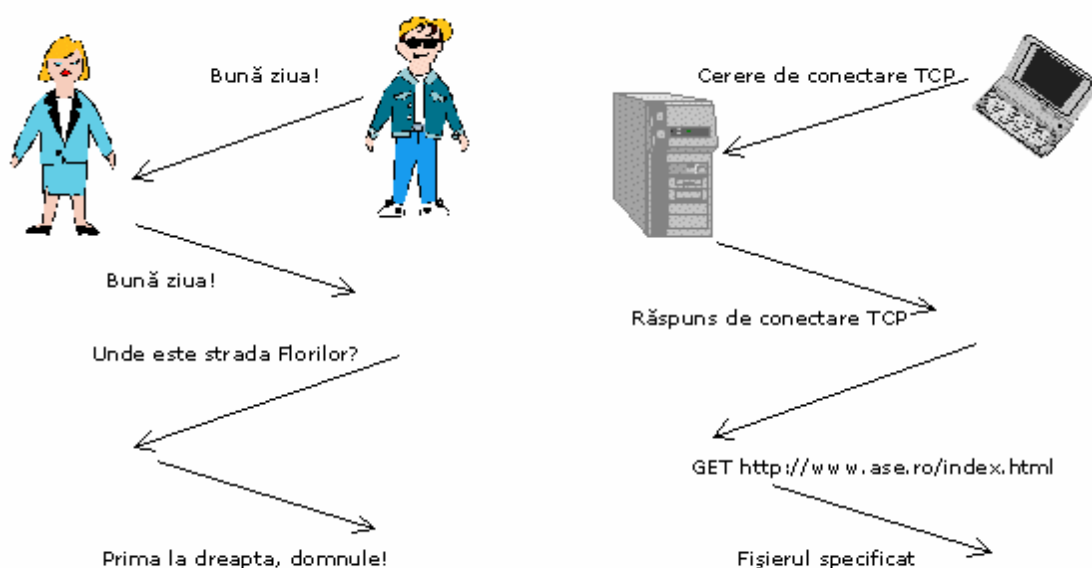
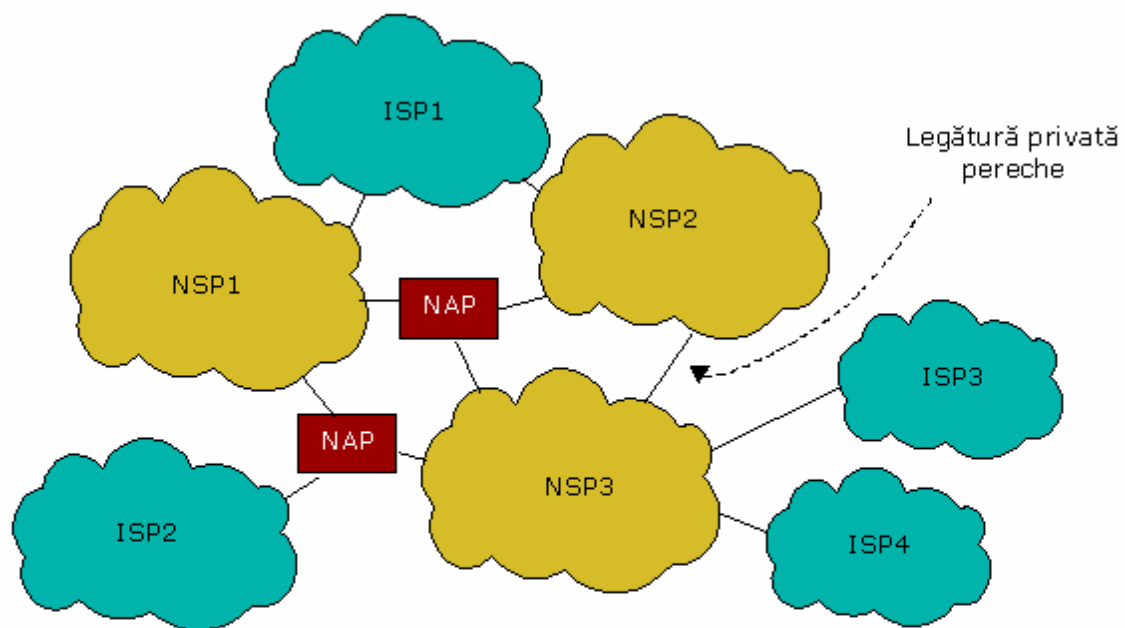


Figura 1.1 Analogie între un protocol uman și un protocol de rețea

1.1.4. Apariția protocolului TCP/IP

Nașterea Internetului a dus în 1973 la începutul dezvoltării stivei de protocoale TCP/IP, care se dorea a fi o colecție de protocoale de rețea implementate în software, care să permită *oricărui* sistem să se conecteze cu *orice* alt sistem, folosind *orice topologie* de rețea. Cinci ani mai târziu, în 1978, era gata versiunea 4 IP, adică aceeași versiunea folosită și în prezent. Imediat după aceea au început să apară o serie de semnale pozitive în legătură cu recunoașterea TCP/IP: Universitatea Berkeley din California a încorporat stiva de protocoale TCP/IP în versiunea proprie de UNIX-FreeBSD (distribuită gratis) ce avea să devină cel mai folosit sistem de operare în comunitățile academice și de cercetare.

Introducerea la scară largă a suitei de protocoale TCP/IP a produs o serie de schimbări majore în lumea rețelelor de calculatoare. În primul rând, topologia de bază a unei rețele era concentrată pe un nod central, în care fiecare sistem atașat trimitea datele unui nod central (pe post de dispecer) pentru a fi procesate. Cu alte cuvinte, utilizatorii din rețea nu aveau independență în lucru, orice procesare, tipărire la imprimantă, etc. trebuind să treacă pe la nodul central.



ISP Internet Service Provider – Furnizor de servicii Internet
NSP Network Service Provider – Furnizor de servicii de rețea
NAP Network Access Point – Punct de acces la rețea

Figura 1.2 Arhitectura generală a Internetului

Odată cu introducerea TCP/IP s-a introdus "descentralizarea", astfel încât fiecare echipament din rețea era tratat independent, fără a mai depinde de un nod central. Această nouă concepție arhitecturală a permis partajarea aplicațiilor și a resurselor la scară largă, având în vedere că un model centralizat *top-down* nu mai era viabil în cazul existenței a milioane de echipamente larg răspândite. În plus, acest model oferea siguranță în exploatare în cazul "căderii" unei componente din rețea, în contrast cu modelul centralizat în care toată funcționarea se oprea în cazul "căderii" nodului central.

1.2. Arhitectura Internetului

De-a lungul timpului, Arpanet a evoluat într-o "rețea de rețele", folosind TCP/IP și conectând între ele diverse organizații comerciale, educaționale, politice etc. A rezultat astfel o structură generală destul de neregulată a Internetului (**Figura 1.2**). În rețeaua Internet există, ca entități importante:

- Furnizorii de servicii Internet care asigură clienților acces la Internet - **ISP**;
- Furnizorii de servicii de rețea, care asigură conexiunile între furnizorii de acces la Internet din întreaga lume - **NSP** (*Network Service Provider* sau *Backbone Provider*);

În figură se mai pot observa așa numitele **NAP** (*Network Access Points*) care reprezintă punctele de acces la rețea.

Astăzi se tinde spre o arhitectură mai structurată, organizată ierarhic ca un arbore (Figura 1.3).

La primul nivel din arbore se află câțiva furnizori de servicii care oferă majoritatea serviciilor de interconectare la nivelul unei țări sau la nivel mondial, care se numesc furnizori naționali. Majoritatea acestor firme sunt mari companii de telecomunicații specializate în rețele de scară largă.

Pe următorul nivel în arbore găsim furnizorii de acces Internet sau de servicii Internet (întâlniți uneori și sub denumirea de **IAPs** – *Internet Access Providers*) pe care îi denumim furnizori regionali. Aceștia oferă acces la nivel unei localități sau regiuni geografice restrânse, având servicii de conexiune la viteze mai reduse decât furnizorii naționali.

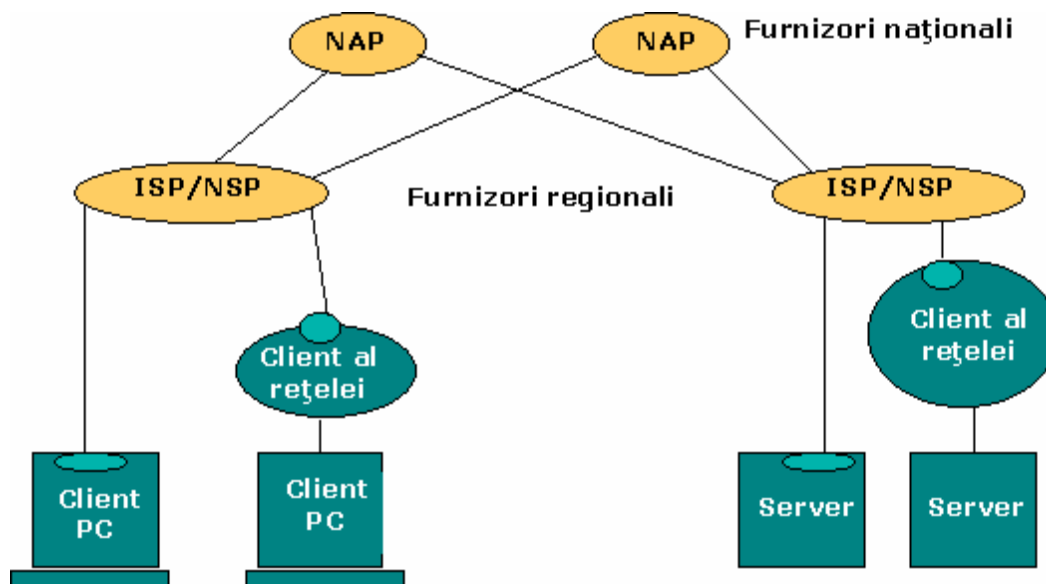


Figura 1.3 Structura ierarhică a Internetului

Următorul nivel îl constituie clienții rețelei (fie ei clienți PC sau servere) ce sunt conectați prin intermediul unui furnizor de servicii Internet la un punct de acces la rețea, de unde se face legătura spre întreaga rețea Internet.

Punctele de acces la rețea sunt, de regulă, bazate pe tehnologie ATM și FDDI; în Statele Unite cele mai cunoscute astfel de companii sunt: PacBell, Sprint, MAE-East și MAE-West.

1.3. Componente ale Internetului

1.3.1. Sisteme gazdă, servere și clienți

Computerele folosite în rețelele de calculatoare sunt denumite, de regulă, calculatoare gazdă sau sisteme terminale. Denumirea de calculator gazdă provine de la faptul că acesta găzduiește programe de nivel aplicație (program de e-mail, navigator Web, program de Chat etc.). Denumirea de sisteme terminale provine de la faptul că ele se află la "marginea" Internetului (Figura 1.4). Calculatoarele gazdă se împart în două categorii: *clienți* și *servere*. Clienții sunt reprezentați de calculatoare PC sau stații de lucru, în timp ce serverele sunt calculatoare mai puternice care au de obicei funcționalități specifice: pot fi servere de baze de date, servere de mail sau servere de Web etc. Majoritatea rețelelor de calculatoare folosesc *modelul client/server*. Conform acestui model, un program client ce rulează pe un sistem terminal cere și primește informații de la un program server ce rulează pe alt sistem terminal. Cele mai multe aplicații Internet (Web, e-mail, ftp, telnet) folosesc acest model; datorită faptului că un program client rulează pe un calculator și programul server rulează alt calculator, aceste aplicații se mai numesc și *aplicații distribuite*.

Dacă cele mai multe sisteme terminale sunt formate din calculatoare personale, stații de lucru și servere, în ultimul timp au apărut din ce în ce mai multe echipamente conectate la Internet ca sisteme terminale (camere digitale, sisteme WebTV, etc.) [Dertouzous 1999].

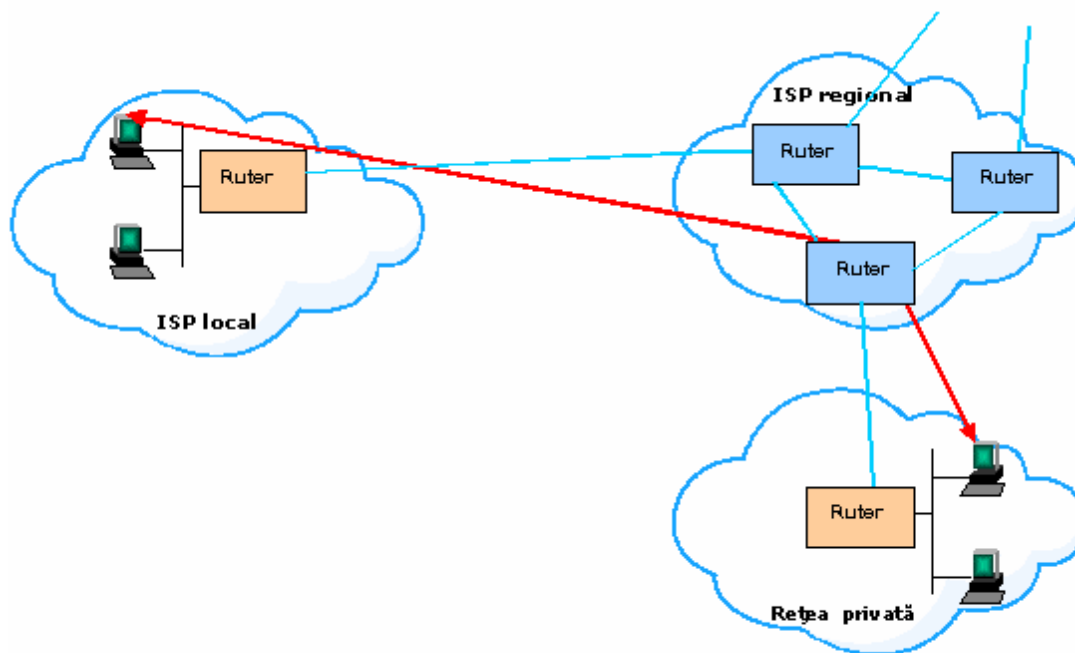


Figura 1.4 Componente ale Internetului

1.3.2. Servicii de conexiune

Sistemele terminale aflate în rețea comunică între ele și fac schimb de informații conform unui protocol de comunicație. Serverele, ruterele, legăturile fizice și alte componente ale Internetului oferă mijloacele pentru transportul acestor mesaje între aplicațiile sistemelor terminale. Serviciile de conexiune oferite se împart în două tipuri: servicii neorientate pe conexiune (*connectionless*) și servicii orientate pe conexiune (*connection-oriented*).

Serviciile orientate pe conexiune

Într-un astfel de serviciu, programele client și server trimit pachete de control unul altuia înainte de a trimite pachetele cu date. Acest procedeu se numește "strângere de mână" (*handshaking*) și are rolul de a atenționa atât clientul cât și serverul că urmează să aibă loc schimbul de date.

O dată încheiată procedura de *handshaking*, se stabilește o conexiune între cele două sisteme terminale. Serviciul orientat pe conexiune din Internet oferă și alte facilități cum sunt: transferul sigur al datelor, controlul fluxului sau controlul congestiilor.

Transferul *sigur* al datelor (*reliable data transfer*) înseamnă faptul că o aplicație se poate baza pe conexiune pentru a transmite datele fără erori și în ordinea corectă. Siguranța transmisiei datelor în Internet se face prin utilizarea confirmărilor și a retransmisiilor.

Controlul fluxului este folosit pentru a ne asigura de faptul că nici una dintre părțile implicate în conexiune nu-și aglomerează "interlocutorul" trimițând mai multe date decât acesta este capabil să recepționeze în unitatea de timp. Într-adevăr, o aplicație de la unul dintre capetele conexiunii poate să nu fie în stare să proceseze informația la fel de repede așa cum ea sosește, existând riscul supra-încărcării. Serviciul de control al fluxului forțează sistemul ce transmite datele să reducă viteza de transmitere ori de câte ori apare riscul supra-încărcării.

Serviciul de *control al congestiilor* previne intrarea într-o situație de blocaj. Când un ruter devine congestionat, dimensiunea memoriilor sale tampon poate fi depășită și se produc pierderi de pachete. În astfel de situații, dacă fiecare dintre sistemele pereche ce comunică continuă să trimită pachete în rețea, are loc un blocaj și astfel puține dintre aceste pachete vor mai ajunge la destinație. Se poate evita această problemă obligând sistemele terminale să-și reducă ratele de transfer în astfel de perioade de congestie. Sistemele terminale sunt atenționate de existența congestiilor atunci când nu mai primesc confirmări pentru pachetele pe care le-au trimis la destinație.

Serviciul orientat pe conexiune din Internetul este **TCP**, definit inițial în documentul RFC 793. Caracteristicile TCP includ transferul sigur de date, controlul fluxului și controlul congestiilor.

Serviciile neorientate pe conexiune

Într-un astfel de serviciu nu există procedura de *handshaking*. Având în vedere că nu mai există procedura inițială de stabilire a conexiunii, înseamnă că datele pot fi transmise mai rapid. Cum nu există nici confirmări de primire a pachetelor, înseamnă că cel care trimite datele nu este niciodată sigur că acestea au ajuns la destinație. Acest tip de serviciu nu asigură nici controlul fluxului, nici controlul congestiilor. Serviciul neorientat pe conexiune din Internet poartă numele de **UDP** (User Datagram Protocol) și este definit în documentul RFC 768.

Printre aplicațiile Internet ce folosesc serviciul TCP se numără: *TELNET* – conectare la distanță, *SMTP* – poștă electronică, *FTP* – transfer de fișiere, *HTTP* – World Wide Web. Exemple de aplicații Internet care folosesc UDP sunt: *Internet phone*, *audio-la-cerere* (audio-on-demand) și *video conferința*.

1.4. Tipuri de comunicații

Comunicația într-o rețea de calculatoare este realizată, de regulă, folosindu-se unul dintre cele două concepte de bază: *comutarea pe bază de circuite* sau *comutarea pe bază de pachete*.

Diferența esențială între aceste două abordări este următoarea: în rețelele bazate pe comutare de circuite, resursele necesare de-a lungul unei rute din rețea pentru comunicația dintre sistemele terminale sunt *rezervate* pe toată durata sesiunii de comunicație, în timp ce în rețelele bazate pe comutare de pachete, acestea nu sunt rezervate. În acest ultim caz, sistemele solicită resurse atunci când au nevoie de ele, de aceea pot fi introduse într-o coadă de așteptare pentru a avea acces la resurse.

Rețelele telefonice clasice sunt exemple de rețele bazate pe comutare de circuite. Înainte ca cineva să trimită informația (voce sau fax) folosind rețeaua telefonică, aceasta trebuie să stabilească într-o primă fază o conexiune între expeditor și destinatar, conexiune care se numește *circuit*. Atunci când acest circuit este creat, se rezervă o rată de transmisie constantă pe toată durata conexiunii. Această rezervare permite expeditorului să trimită date destinatarului la o viteză constantă *garantată*.

Spre deosebire de rețeaua telefonică clasică, rețeaua Internet este, în principal, bazată pe comutare de pachete. Ca și în cazul comutării de circuite, informațiile sunt transmise de-a lungul unor legături de comunicație. În cazul comutării de pachete, pachetele de date sunt transmise în rețea fără rezervarea prealabilă a unei lățimi de bandă și fără a se stabili o viteză *garantată* de transfer. Dacă una din legături este congestionată din cauza altor pachete de date care trebuie transmise pe aceeași rută în același timp, atunci pachetele de date trebuie să aștepte într-o memorie tampon la capătul liniei de transmisiune și în acest caz va apărea o întârziere în transmiterea pachetelor de date. Internetul „face” tot posibilul pentru transportul datelor la destinație în cele mai bune condițiuni, dar nu oferă nici un fel de garanție că acest lucru se va întâmpla. Acest sistem de transport de date se numește transport *best effort*.

Trebuie să remarcăm faptul că nu toate rețelele de telecomunicații pot fi clasificate drept rețele bazate numai pe comutare de circuite sau numai pe comutare de pachete. Spre exemplu, într-o rețea ATM o conexiune poate să facă o rezervare a resurselor și totuși trebuie să aștepte în cazul apariției unei congestii.

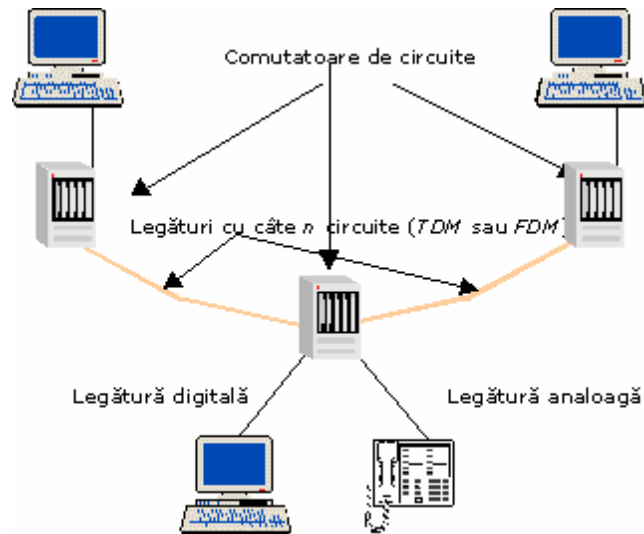


Figura 1.5 Rețea bazată pe comutare de circuite

1.4.1. Comutare de circuite

În Figura 1.5, cele trei comutatoare de circuite sunt interconectate prin intermediul a două legături; fiecare dintre acestea folosește n circuite, astfel încât fiecare legătură de comunicație poate avea n comunicații simultane. Sistemele terminale sunt direct conectate la unul dintre aceste comutatoare iar unele pot avea acces *analog* la comutatoare iar altele acces *digital*. În cazul accesului analog, este necesar un modem pentru acces. Atunci când două sisteme vor să comunice între ele, rețeaua stabilește un *circuit dedicat capăt-la-capăt* (end-to-end) între cele două sisteme terminale (sunt posibile totuși și comunicații între mai multe sisteme terminale – apelurile gen *conferință*). Fiecare legătură având n circuite, fiecare circuit dedicat capăt-la-capăt va primi o cotă de $1/n$ din lățimea de bandă totală pe durata comunicației.

Un circuit din cadrul unei legături de comunicație este implementat folosindu-se fie multiplexarea prin *divizarea frecvenței* (FDM – *Frequency Division Multiplexing*), fie multiplexarea prin *divizarea timpului* (TDM – *Time Division Multiplexing*). În cazul multiplexării FDM, spectrul de frecvență al unei legături este împărțit între conexiunile stabilite de-a lungul legăturii. În rețelele telefonice, această bandă de frecvență are de regulă mărimea de 4 KHz. Lățimea de bandă se mai numește *bandwidth*. Stațiile de radio FM folosesc de asemenea, tehnica FDM pentru a partaja spectrul de frecvență al microundelor.

Tendința actuală în telefonie este de a înlocui tehnica FDM cu tehnica TDM. În cazul tehnicii TDM timpul este divizat în cadre de durată fixă și fiecare astfel de cadru este divizat într-un număr fix de cuante de timp. Atunci când rețeaua stabilește o conexiune de-a lungul unei legături de comunicație, aceasta dedică o cantă de timp din fiecare cadru conexiunii. Aceste cuante de timp sunt dedicate pentru uzul exclusiv al acelei conexiuni, iar o cantă de timp (pentru fiecare cadru) este disponibilă pentru transmiterea datelor.

Figura 1.6 prezintă un exemplu de multiplexare FDM: domeniul de frecvență este împărțit într-un număr fix de circuite, fiecare având o lățime de bandă de 4 KHz.

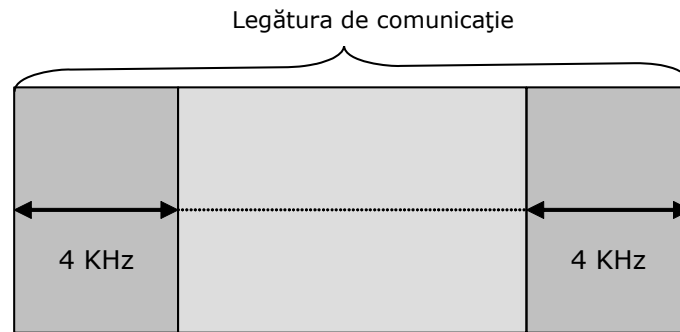


Figura 1.6 Multiplexare prin divizarea frecvenței (FDM)

În cazul multiplexării prin divizarea timpului (Figura 1.7), domeniul timp este împărțit în 5 circuite, fiecare circuit având dedicată o cuantă de timp pentru fiecare cadru (*frame*) TDM. Toate cuantele care au același număr sunt dedicate unei anumite perechi emițător-receptor.

Rata de transmisie în acest caz se obține înmulțind rata transmisiei unui cadru cu numărul de biți dintr-o cuantă TDM. De exemplu, dacă legătura permite o transmisie la o rată de 4000 de cadre pe secundă și fiecare cuantă are 8 biți, atunci rata transmisiei este de 32.000 (32 Kbps) de biți pe secundă (în telecomunicații 1Kb \approx 1000 biți).

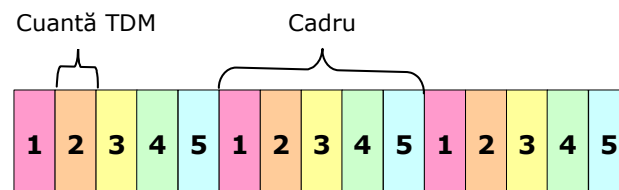


Figura 1.7 Multiplexare prin divizarea timpului (TDM)

1.4.2. Comutare de pachete

Protocoalele care stau la baza comunicației dintre aplicații folosesc, de regulă, schimbul de *mesaje*. Mesajele conțin informații ce se pot referi la controlul conexiunii sau pot conține date efective, precum fișiere text, Postscript, pagini Web sau orice alt tip de fișiere. În rețelele bazate pe comutare de pachete sursa care trimite informațiile le divizează în fragmente mai mici de date, numite *pachete*. Aceste pachete sunt trimise de la sursă către destinație folosind o legătură de comunicație și niște dispozitive care controlează drumul pe care o iau aceste pachete, care se numesc *rutere*. Această operație de coordonare a pachetelor pe drumul de la sursă la destinație poartă numele de *rutare*.

Majoritatea ruterelor folosesc o transmisie de tipul *store-and-forward* (*stochează-și-trimite mai departe*) la intrări; ruterul trebuie să recepționeze întregul pachet înainte de a-l direcționa pe următoarea legătură. Această modalitate de transmisie creează o întârziere la fiecare intrare a unei legături de-a lungul unei *route*. Tehnologiile moderne de comunicație nu mai folosesc acest tip de transmisie *store-and-forward*, făcând posibilă începerea direcționării pachetelor de date înainte de a fi recepționate în întregime.

Dispozitivele de rutare dispun de mai multe memorii tampon (*buffers*), o memorie *buffer* de intrare și o memorie *buffer* de ieșire. Memoria de ieșire joacă un rol deosebit de important în comutarea pachetelor. Dacă un pachet ce tocmai a fost primit trebuie retransmis de-a lungul unei legături și această legătură este

ocupată cu transmisia altui pachet, acest pachet trebuie să fie stocat în memoria de ieșire. Apare astfel o altă întârziere datorată cozii de așteptare din memoria de ieșire. Aceste întârzieri sunt variabile și depind de nivelul aglomerării rețelei la un moment dat. Deoarece memoria are o dimensiune limitată, un pachet ce sosește poate găsi această memorie ocupată cu stocarea altor pachete sosite anterior; în acest caz avem de-a face cu o *pierdere de pachete*.

Să considerăm cazul unei rețele obișnuite bazate pe comutare de pachete (Figura 1.8). Presupunem că sistemele terminale X și Y trimit pachete de date sistemului terminal Z. Inițial, pachetele sunt trimise de-a lungul legăturii de 100 Mbps Ethernet până la primul comutator, care le direcționează pe legătura de tip T1 (1,544 Mbps). Dacă această legătură nu este aglomerată, pachetele sunt trimise într-o coadă de așteptare în memoria de ieșire înainte de a fi transmise mai departe. Secvența de pachete trimise de sistemele terminale X și Y nu are nici o regulă de aranjare; ordonarea lor în coada de așteptare se face la întâmplare. Un astfel de tip de multiplexare se numește *multiplexare statistică (statistical multiplexing)*. Tehnologii relativ recente precum *Frame Relay* sau *ATM* folosesc acest tip de tehnică de multiplexare.

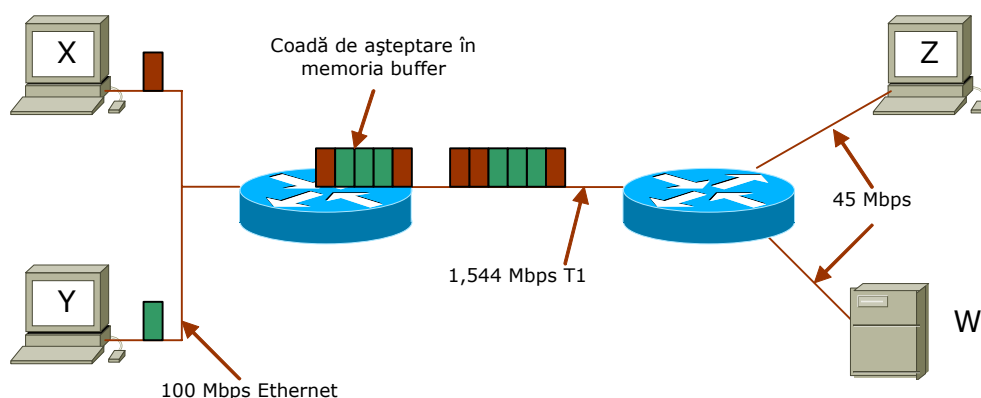


Figura 1.8 Rețea bazată pe comutare de pachete

Având o imagine asupra tehnologiilor bazate atât pe comutarea de circuite cât și pe comutarea de pachete, să încercăm să facem o comparație între acestea. Susținătorii comutării de circuite au argumentat deseori alegerea lor prin faptul că tehnologiile bazate pe comutare de pachete nu ar fi potrivite pentru aplicații în timp real (apeluri telefonice sau apeluri în regim de videoconferință) datorită întârzierilor variabile și imprevizibile. Susținătorii comutării de pachete argumentează că această tehnologie oferă o serie de avantaje, precum:

- O mai bună partajare a lățimii de bandă;
- Este mai simplă, mai eficientă și mai puțin costisitoare.

Să considerăm exemplul în care o legătură de comunicație de 2 Mbps este partajată între 10 utilizatori. În perioadele de activitate rata de transfer pentru fiecare utilizator este de $2 \text{ Mbps}/10=200 \text{ Kbps}$. Presupunem că perioadele de activitate reprezintă 10% din timpul total al conexiunii. În cazul comutării de circuite, rata de 200 Kbps trebuie asigurată și *rezervată* pentru fiecare utilizator pe toată durata conexiunii. În acest mod se asigură acces pentru *exact* 10 utilizatori simultan. În cazul comutării de pachete, dacă se consideră cazul a 35 de utilizatori simultan, probabilitatea ca să existe 10 sau mai mulți utilizatori activi este mai mică de 0,0017. În cazul contrar, în care există 10 sau mai puțini utilizatori activi (cu o probabilitate de 0,9983), rata totală de transfer este cel

mult egală cu 2Mbps, adică rata maximă de transfer a legăturii de comunicație. În acest caz, pachetele de date sunt trimise în rețea fără întârzieri, ca și în cazul comutării de circuite.

În cazul în care există mai mult de 10 utilizatori activi, atunci rata combinată de transfer va depăși capacitatea legăturii și astfel coada de așteptare din memoria de ieșire va crește. Deoarece probabilitatea existenței a mai mult de 10 utilizatori simultani este foarte mică, comutarea de pachete are aproape întotdeauna aceleași performanțe ca și comutarea de circuite, dar în condițiile unui număr de utilizatori de 3,5 ori mai mare [Kurose 2001].

Soluțiile tehnologice actuale adoptă ambele variante de comutare, dar este clară tendința în telecomunicații de migrare spre comutarea de pachete. Multe din companiile telefonice (bazate pe comutare de circuite) existente azi au început să migreze încet dar sigur spre comutarea de pachete.

1.4.3. Comutare de mesaje

Unele dintre rețelele bazate pe comutare de pachete realizează însă o comutare de mesaje – în acest caz sursa care trimite informațiile nu divide mesajul în segmente; se spune că avem de-a face cu o *comutare de mesaje*, care este un caz particular al comutării de pachete. În Figura 1.9 este prezentată o rețea bazată pe comutare de mesaje – se observă că mesajul rămâne nemodificat pe durata traversării rețelei. În cazul comutatoarelor *store-and-forward* trebuie să se recepționeze întregul mesaj înainte de a-l transmite mai departe în rețea.

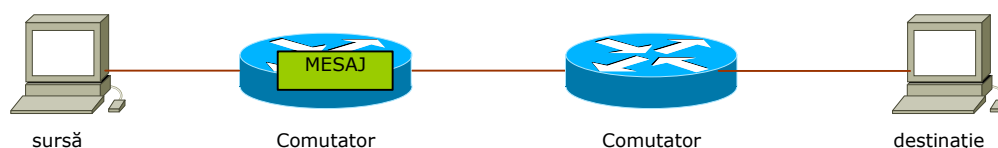


Figura 1.9 Rețea cu comutare de mesaje

În cazul comutării de pachete (Figura 1.10), mesajul original este, de exemplu, divizat în 6 pachete, dintre care primele două au ajuns la destinație, al doilea și al treilea sunt pe drum în rețea iar ultimele două nici nu au plecat încă de la sursă. Un avantaj principal al comutării de pachete (cu mesaje segmentate în pachete) este acela că întârzierile sunt mult mai mici decât în cazul comutării de mesaje. Dar, comutarea de pachete are un dezavantaj datorat faptului că fiecare pachet trebuie să aibă, pe lângă informația inițială și o informație de control. Această informație se numește *header* și este inclusă în orice pachet sau mesaj transmis în rețea. Având în vedere faptul că dimensiunea *header-ului* este aproximativ aceeași atât în cazul unui pachet cât și în cazul unui mesaj, rezultă că în cazul comutării de pachete există mai multă informație suplimentară de control (sunt mai multe pachete).

Un alt avantaj al comutării de pachete este acela al introducerii unor biți de control al erorilor în pachetele de date. Atunci când un comutator detectează o eroare într-un pachet, de regulă acest pachet se aruncă și el trebuie retransmis. În cazul în care un mesaj este greșit, atunci întregul mesaj trebuie retransmis, iar un mesaj poate conține mii de pachete. Avantajul divizării mesajului în mai multe pachete este deci acela că atunci doar pachetele greșite vor trebui retransmise.

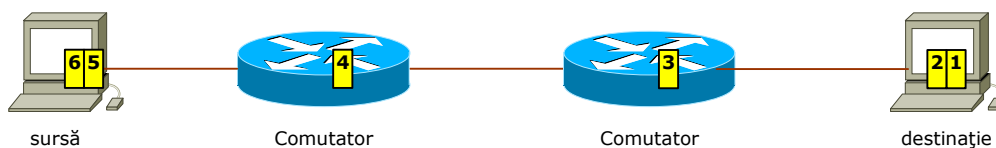


Figura 1.10 Rețea cu comutare de pachete

1.5. Rutarea în rețele

Rețelele bazate pe comutare de pachete se pot clasifica în două mari categorii: rețele ce folosesc *datagrame* și rețele ce folosesc *circuite virtuale*. Diferența de bază între aceste două tipuri de rețele este aceea că primul tip *directionează (rutează)* pachetele în rețea pe baza adresei sistemului terminal destinație, pe când cel de-al doilea tip de rețea realizează această direcționare pe baza numărului unui circuit virtual. Pe scurt, o *datagramă* (sau *pachet*) reprezintă "unitatea de măsură" a datelor trimise într-o transmisie la nivelul rețea fără a se stabili anterior un circuit virtual. Datagrama IP este unitatea fundamentală a informației transmise în Internet. Exemple de tehnologii ce folosesc circuitele virtuale sunt X.25, *Frame Relay*, *ATM*.

1.5.1. Rețele ce folosesc datagrame

Din multe puncte de vedere, rețelele ce folosesc datagramele funcționează asemănător cu serviciile poștale. Scrisorile trimise la o anumită adresă conțin informații precum numele destinatarului, numele și numărul străzii, codul poștal, orașul, județul, țara etc. Serviciile poștale țin cont de adresa de pe plic pentru a direcționa scrisoarea către destinație.

Într-o rețea bazată pe datagrame, aspectele sunt similare: fiecare pachet traversează rețeaua conținând în header-ul său adresa destinației, această adresă având o structură ierarhică asemănătoare cu adresa poștală. În momentul în care un comutator recepționează un pachet din rețea, pe baza unei *tabele de rutare* (ce conține adrese de destinații) face o alegere către o conexiune de ieșire. Spre deosebire de rețelele ce folosesc circuite virtuale, rețelele bazate pe datagrame nu stochează informații de stare a conexiunii în comutatoarele folosite pentru rutare. Din acest motiv, rețelele cu circuite virtuale cresc în complexitate dar au avantajul de a oferi o mai mare varietate de servicii de rețea.

1.5.2. Rețele ce folosesc circuite virtuale

Un *circuit virtual (CV)* este alcătuit din:

- Un drum (format din conexiuni de rețea și comutatoare) între sursă și destinație;
- Un număr al circuitului (un număr diferit pentru fiecare rută a drumului)
- Intrări într-o tabelă de translatare a numărului circuitului virtual pentru fiecare comutator de-a lungul drumului în rețea.

Odată stabilit un circuit virtual între o sursă și o destinație, pachetele pot fi trimise împreună cu numărul respectiv al circuitului virtual. Deoarece un CV are un număr diferit pe fiecare legătură, comutatorul intermediar de pachete trebuie să înlocuiască acest număr (pentru fiecare pachet ce traversează rețeaua) cu unul nou. Noul număr al circuitului virtual se obține din tabela de translatare a numerelor circuitelor virtuale.

În **Figura 1.11** presupunem că sistemul terminal X necesită un circuit virtual pentru a comunica cu sistemul Y. Dacă rețeaua alege ruta X-C1-C2-Y, atribuind numerele 11, 22 și 33 corespunzătoare celor trei legături din această rută. Atunci când pachetul pleacă de la A are numărul de circuit virtual 11, când pleacă din C1 are numărul 22 și când pleacă din C2 va avea numărul 33. Numerele atașate conexiunilor comutatorului C1 din desen sunt *numerele interfețelor*. Stabilirea numărului circuitului virtual la plecarea pachetului din comutator se face pe baza tabelii de translatare a numerelor circuitelor virtuale. Un exemplu de astfel de tabelă avem în Figura 1.12.

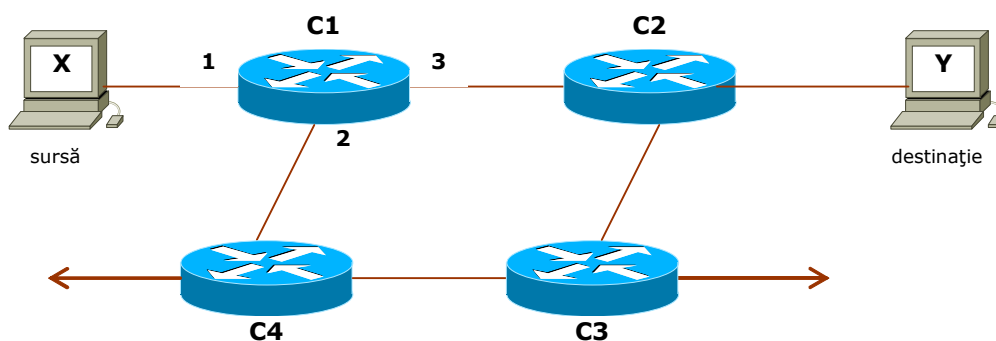


Figura 1.11 Circuite virtuale în rețea

Având în vedere conceptele prezentate, putem spune că o rețea de telecomunicații poate fi în primă fază bazată pe comutare de pachete sau pe comutare de circuite. O conexiune într-o rețea cu comutare de circuite poate folosi fie multiplexare FDM, fie TDM, pe când rețelele cu comutare de pachete pot fi rețele ce folosesc circuite virtuale sau rețele ce folosesc datagrame.

O rețea ce utilizează datagrame poate oferi servicii bazate pe conexiune pentru unele aplicații și servicii neorientate pe conexiune pentru alte aplicații. Internetul oferă ambele tipuri de servicii, pe când rețelele ce folosesc circuite virtuale (X.25, Frame Relay, ATM) sunt orientate pe conexiune.

Interfața de intrare	Nr. CV de intrare	Interfața de ieșire	Nr. CV de ieșire
1	11	3	22
2	78	1	45
3	2	23	19
...
...

Figura 1.12 Exemplu de tabelă de translatare a numerelor circuitelor virtuale

1.6. Sistemele Intranet

Sistemele Intranet inaugurează generația sistemelor informatice orientate nu numai pe funcții, ci, mai degrabă, pe organizarea întreprinderii. Intranet poate fi definit ca o implementare a tehnologiei Internet în cadrul unei organizații de întreprindere sau ca Web particular. Cu alte cuvinte, Intranet permite utilizarea totală sau parțială a tehnologiilor și infrastructurilor Internet pentru transmiterea și prelucrarea fluxurilor de informație interne ale unui grup de utilizatori. Grupul se poate limita la nivelul unei întreprinderi sau poate include clienții, furnizorii sau partenerii săi. Intranet este realizat astfel încât livrarea resurselor informaționale voluminoase ale unei organizații devine transparentă pentru fiecare utilizator individual, cu un consum minim de timp și efort. Intranet se comportă ca Web intern, care permite accesarea unei mari cantități de informații de firmă stocate pe servere.

Intranet utilizează rețele locale, protocoale de comunicație TCP/IP, servicii Internet (Web, e-mail, FTP, news etc.), software personalizat și instrumente pentru consultarea bazelor de date. Deoarece Intranet este realizat pe baza protocoalelor Internet standardizate, el poate fi rapid actualizat.

1.6.1. Concepte Intranet

Termenul de Intranet apare în presă în 1995, iar în conceperea acestui sistem s-a preluat experiența de la *Mainframe Computing*, *Desktop Computing* și *Network Computing*.

Multe din tehnologiile care permit realizarea unui Intranet își au originile în Internet și Web. Serviciul Web permite transferul și vizualizarea documentelor între clienți și server-e, în mod transparent, utilizând aproape orice tip de calculator și protocoale standard implementate în multe platforme hardware și software. Integrarea serverelor Web cu bazele de date și cu aplicațiile distribuite pe platforme independente a creat premisele realizării rețelelor Intranet.

Conceptul de Intranet se bazează pe următoarele *elemente*:

- tehnologia Internet utilizată într-o organizație, pentru a facilita comunicarea și accesul la informații;
- mecanism integrat pentru utilizatori, procese și informații din cadrul unei întreprinderi sau organizații;
- corporația rețea informațională.

Intranet aduce noutăți conceptuale, propunând un model tehnocratic de organizare a comunicațiilor interumane, păstrând tehnologiile existente, pe care le integrează într-o formă ușor accesibilă utilizatorilor. Ușurința în utilizare, interfețele prietenoase și faptul că permite folosirea tehnologiilor deja implementate au avut un rol major în răspândirea lui cu o viteză impresionantă, mai ales în lumea corporațiilor mari.

Între conceptele de Intranet și Internet există multe asemănări dar și deosebiri. Principalele asemănări sunt: arhitecturi asemănătoare, ambele funcționează pe baza modelului client-server și au la bază serviciul Web. Elementele prin care se deosebesc sunt:

- Internet-ul este zona informațiilor publice, iar Intranet-ul zona informațiilor private;
- Intranet-ul are o securitate mai accentuată și acces restrictiv, bazat pe parole sau alte modalități de autentificare;

- Intranet-ul suportă modalități de difuzare și partajare a datelor, de lucru în echipă, în colaborare;
- Relația utilizatorilor cu bazele de date este mult mai apropiată la Intranet decât la Internet;
- În Intranet rolul stațiilor de lucru este mult diminuat, o parte din datele prelucrate migrând de pe stațiile de lucru pe servere;
- În Intranet controlul aplicațiilor și al mediilor de operare se face mai mult prin servere decât prin stațiile de lucru, ambele comunicând în rețea prin protocoalele standard;
- În Intranet utilizatorii au acces flexibil la date, deși aplicațiile, interfețele utilizator și datele sunt sub controlul departamentului IT (Information Technology);
- viteza de operare în Intranet este mult mai mare decât în Internet.

De asemenea, trebuie făcută distincția între conceptul de rețea locală de calculatoare și Intranet. Deși ambele se bazează pe aceleași medii și protocoale de comunicație, Intranet se diferențiază prin serviciile pe care le oferă. Orice Intranet este construit peste o rețea locală de calculatoare și peste serviciile pe care aceasta le oferă, dar nu orice rețea de calculatoare este un Intranet. Scopurile principale ale unei rețele de calculatoare sunt partajarea resurselor fizice și logice și controlul accesului la acestea. În cadrul unui Intranet, deși se pune în continuare accentul pe controlul accesului la resurse, scopul principal este oferirea unui acces facil și crearea unui mediu propice de comunicare între diferitele comunități ale unei întreprinderi sau organizații. Resursele în cadrul unei rețele de calculatoare sunt dispersate în toată rețeaua, cu focalizare în jurul serverelor. În cadrul unui Intranet, resursele sunt concentrate înspre partea care oferă serviciile și informațiile din bazele de date. Localizarea resurselor în cadrul unei rețele de calculatoare trebuie să fie făcută individual de către fiecare utilizator în parte. Responsabilitatea localizării cade în sarcina utilizatorului final, fapt care este diametral opus Intranet-ului, în care localizarea este indicată, de regulă, prin hiperlegături de creatorul documentelor. Existența motoarelor de căutare face posibilă identificarea informației după cuvinte cheie și combinarea căutărilor, lucru irealizabil într-o rețea "normală" de calculatoare.

Intranet constituie calea sigură, rapidă și ușor de utilizat pentru comunicarea inter-departamentală, accesul la orice tip de informație realizându-se printr-o interfață comună oricăror platforme software și hardware, numită navigator (*browser*). Dimensiunea Intranet variază de la organizație la organizație, în funcție de numărul de utilizatori, politica de proiectare și implementare peste vechile sisteme, orientările acesteia. În Intranet toate calculatoarele cooperează, indiferent dacă sunt stații de lucru, servere de baze de date sau servere de aplicații, obținându-se un sistem de care beneficiază întreaga întreprindere.

1.6.2. Modele de referință și componente Intranet

Modelul de referință pentru Intranet este alcătuit din următoarele componente (Figura 1.13).

Mecanismele, care conlucrează pentru satisfacerea nevoilor utilizatorilor de informație, reprezentate prin: instrumente de utilizare, instrumente de căutare, sisteme suport, instrumente Web pentru dezvoltare și publicare, manageri de medii, pagini de referință comune, sisteme de publicare, depozite de informații.

Serviciile, care reflectă cerințele și nevoile companiei, fiind specifice acestora: consultanța, informațiile privind proiectarea, managementul serverelor și documentelor, monitorizarea și planificarea, instruirea, ajutorul on-line.

Informațiile partajabile: procedurile, politicile companiei, salariile angajaților, manualele software, ajutorul on-line, documentația, orarul instruirilor, materialele pentru cursurile de instruire, scrisorile, hărțile, numerele de telefon, starea proiectelor, lista prețurilor, cataloagele, presa, programările, rapoartele, informațiile despre clienți și despre furnizori.

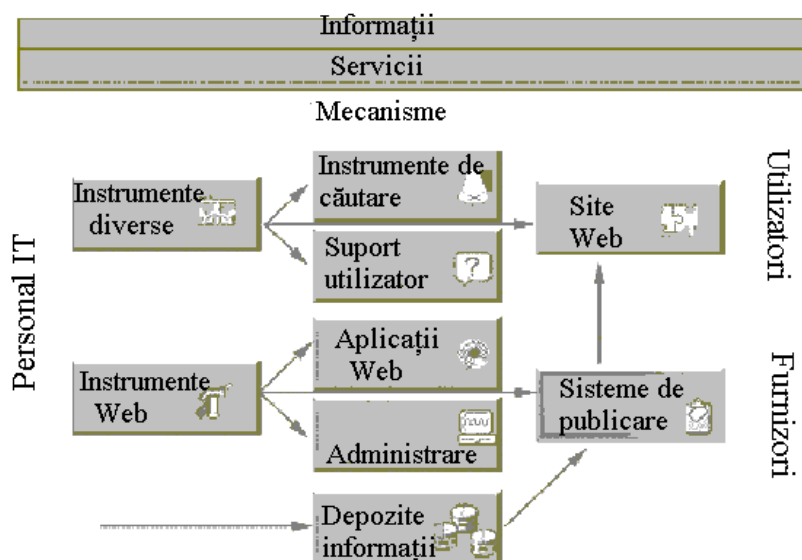


Figura 1.13 Modelul de referință pentru Intranet

Componentele care stau la baza alcătuirii unui Intranet sunt (Figura 1.14):

- rețea de calculatoare, cu toate componentele sale: mediul fizic de comunicare între diversele sisteme de calcul ale întreprinderii, echipamentele de interconectare a diferitelor subrețele, suitele de protocoale care asigură comunicarea între entitățile rețelei;
- programele care implementează serviciile de bază Intranet;
- aplicațiile care implementează serviciile Intranet;
- aplicațiile care permit lucrul în cooperare.

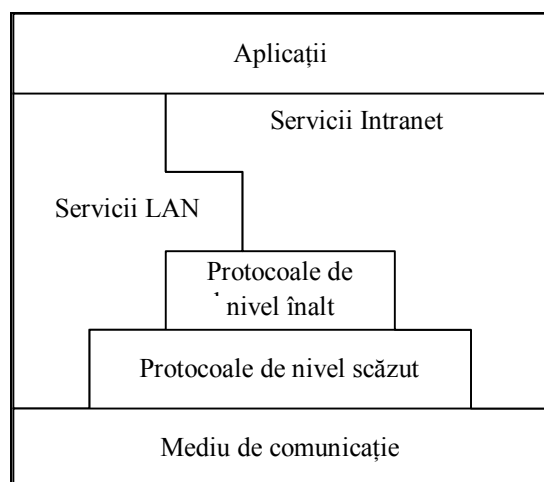


Figura 1.14 Model structural Intranet

1.6.3. Arhitectura Intranet

Arhitectura unui Intranet poate fi analizată prin intermediul unităților funcționale (Figura 1.15), care oferă unei rețele de calculatoare caracteristica de Intranet:

- *Utilizatorii*, cei pentru care este constituit sistemul Intranet și care pot avea rol pasiv (în cazul în care sunt doar cititori sau consumatori de informație) sau activ (în cazul în care contribuie la producerea de informație și administrarea ei).
- *Serviciile*, care oferă prin intermediul unor metode facile accesul la informație.
- *Bazele de date*, unde se stochează informațiile de diverse tipuri și care sunt vehiculate în Intranet.
- *Zidul de protecție*, care delimitează sistemul Intranet de lumea exterioară (Internet), creând o zonă de securitate sporită. Această zonă este indispensabilă pentru a putea oferi angajaților informații cu caracter secret.
- *Middleware*, liantul care leagă toate componentele pentru a crea conexiuni între utilizatori, servicii și informație.

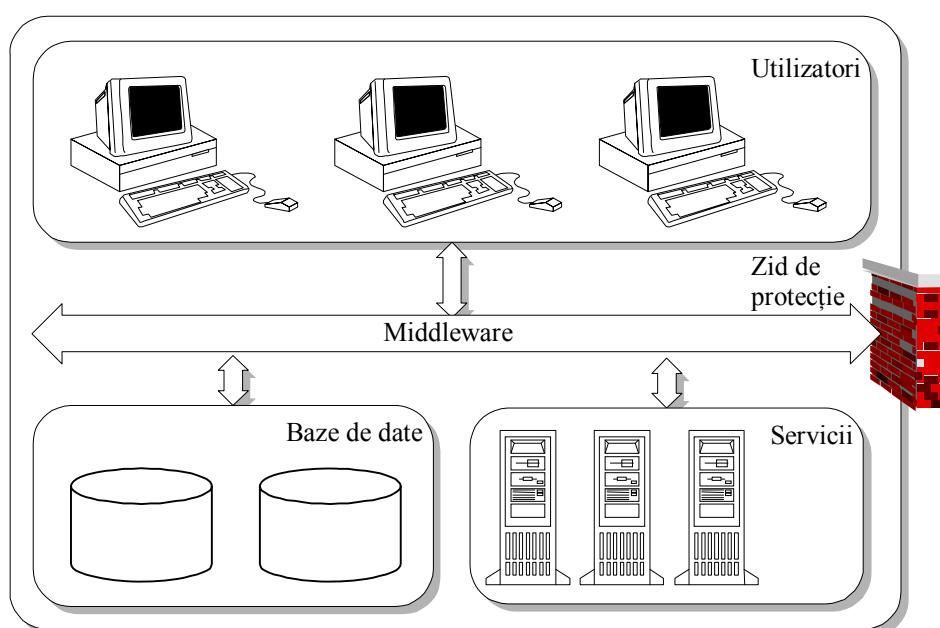


Figura 1.15 Organizarea funcțională a unui Intranet

Arhitectura Intranet poate fi analizată și prin prisma serviciilor destinate utilizatorilor finali și echipelor informatice. Astfel, unul din primele studii asupra Intranet-ului, realizat de firma de consulting *Forrester Research*, propune divizarea serviciilor în *opt niveluri* (Figura 1.16):

Serviciile de acces la informații și aplicații
Serviciile pentru dezvoltarea aplicațiilor
Serviciile de anuar
Serviciile de comunicație și lucru în comun
Serviciile pentru partajarea informației
Serviciile de securitate
Serviciile de administrare
Serviciile de transport

Figura 1.16 Arhitectura serviciilor Intranet

1.7. Servicii de bază în Intranet/Internet

Serviciile din cadrul sistemelor Internet și Intranet au ca principală sarcină accesul ușor la documente.

1.7.1. Serviciul de nume (DNS - Domain Name Service)

Principalul rol al sistemului DNS este transformarea directă, respectiv inversă, între adresa IP a unui nod și numele său simbolic. Transformarea folosește baze de date distribuite în Internet/Intranet, în care se descriu asocierile între adresele IP și numele simbolice. Utilizarea numelor simbolice, în aplicațiile Internet/Intranet pentru identificarea calculatoarelor, asigură toleranța la defecte, echilibrarea încărcării, virtualizarea serviciilor și independența față de domeniul curent. În mod tradițional, o interfață de rețea are atribuită o singură adresă IP. Serviciul DNS permite folosirea de pseudonime (alias-uri), putându-se defini pentru un calculator un nume canonic și o suită de pseudonime ale acestuia. De exemplu, este mai ușor de gestionat numele server-ului Web al ASE București (www.ase.ro) decât adresa sa numerică (82.208.184.12). De asemenea, în cazul în care se modifică adresa numerică, se poate folosi același nume simbolic.

O altă facilitare oferită de sistemul DNS constă în definirea unui nod agent poștal (*mail exchanger*) prin care se pot utiliza, în cadrul domeniului local, adrese de poștă electronică de forma *utilizator@domeniu.ro*, care nu includ numele unui anumit calculator destinație. Această facilitare permite definirea mai multor agenți poștali, fiecare având asociată o prioritate, conducând la o bună toleranță la defecte.

Pentru a se putea gestiona rapid o cantitate mare de informații, cu grad ridicat de fluiditate, sistemul numelor de domenii este organizat ierarhic (Figura 1.17).

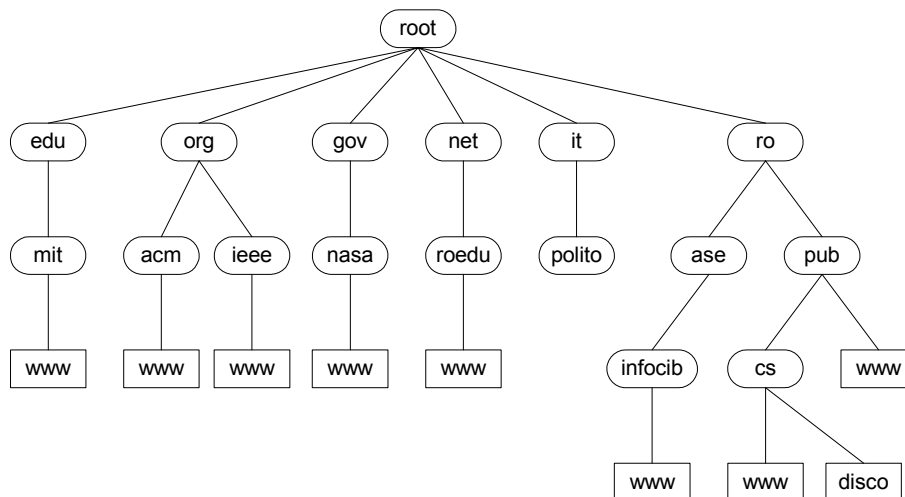


Figura 1.17 Exemplu de ierarhie a numelor de domenii

La rândul său, fiecare domeniu are unul sau mai multe subdomenii, iar "frunzele" arborelui sunt calculatoarele individuale. În cadrul unui Intranet organizarea pe domenii ține cont în special de organizarea instituției și, într-un grad mai redus, de organizarea rețelei instituției, un domeniu putând fi echivalentul unui departament, al unui sediu, al unei întreprinderi sau chiar al unei țări.

Pentru a putea realiza gestiunea distribuită, spațiul de nume DNS este împărțit în zone care nu se suprapun. O zonă poate conține informația despre unul sau mai multe domenii, în funcție de modul în care a fost gândită administrarea. Fiecare zonă conține o parte a arborelui prezentat mai sus, precum și numele serverelor care dețin informația "autoritară", de referință, despre respectiva zonă. În mod normal, fiecare zonă are un server primar, care își citește baza de date din fișierele de configurare și unul sau mai multe servere secundare, care preiau periodic informația despre zonă de la serverul primar.

În mediile Unix există o singură implementare a serviciului DNS, derivată din BIND (Berkeley Internet Name Daemon). Implementarea include suport pentru toate facilitățile, standardizate prin RFC 1034 și RFC 1035. Pentru platformele Windows, firma Microsoft a implementat o versiune de DNS, conformă cu RFC 1034 și RFC 1035, necesară pentru transformarea unui server Windows NT/2000/2003 într-un server de nume al unei zone.

În general, marea majoritate a sistemelor de operare conțin un set de rutine de bibliotecă, numite generic *resolver*, care au rolul de a formula cererile către serverele DNS și de a "descifra" răspunsul primit de la acestea. Rutinele pot fi accesate de orice program care dorește să afle o corespondență între un nume simbolic și o adresă IP. Specificarea protocoalelor de comunicare prin intermediul unor standarde face posibilă operarea clienților și serverelor în medii eterogene. Astfel, un client Windows poate folosi serviciile oferite de un server DNS de pe o platformă Unix.

Alte servicii similare DNS-ului sunt:

- *WINS* (Windows Internet Name System) este un sistem propriu al rețelelor Microsoft, de aflare a adreselor de nivel rețea, folosind protocoale de comunicare diferite de cele ale DNS. Într-o rețea TCP/IP, orice client Windows poate fi configurat să folosească și serviciul DNS, pentru rezolvarea asocierilor între numele simbolic și adresa IP.

- NDS (Novell Directory Services), prin care rețelele bazate pe Novell Netware folosesc structura generică de directoare pentru rezolvarea conversiilor din adrese simbolice de servere Netware în adrese de nivel rețea (IP sau IPX).

1.7.2. Serviciul Web (WWW - World Wide Web)

Serviciul WWW (World Wide Web) este, probabil, cel care a condus la acceptarea pe scară largă a Internet-ului și la dezvoltarea sistemelor de tip Intranet. În principiu, cele două componente importante ale acestui serviciu sunt clientul (sau programul de navigare, browser) și server-ul WWW (sau Web).

Programul de navigare oferă o interfață de utilizator simplă, motiv pentru care este ușor de utilizat. Legăturile spre alte documente sunt marcate special, iar pentru citirea documentului trebuie făcută doar o selecție cu mouse-ul. Tipurile de documente care pot fi prezentate de către un program de navigare nu cunosc practic limite. Există totuși un set de tipuri de documente "standard", recunoscute implicit de către programul de navigare, care pot fi extinse prin noi module, așa-numitele „*plug-in*”. Acestea sunt programe care permit navigatorului să trateze documente de tipuri necunoscute în mod implicit (Figura 1.18).

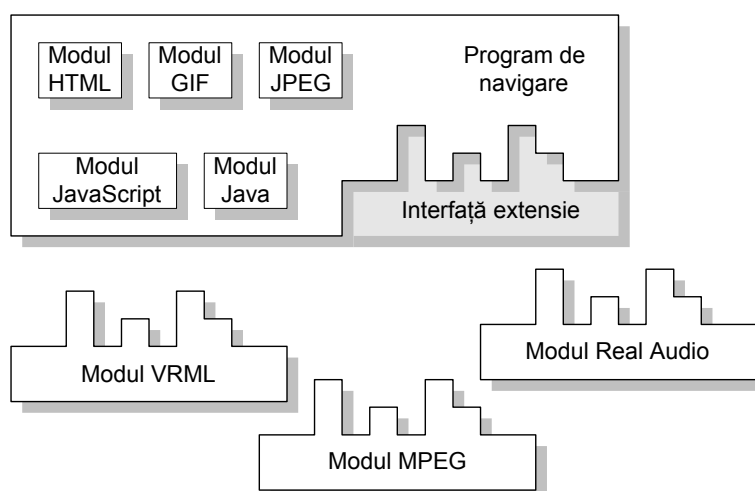


Figura 1.18 Extindere a programelor de navigare prin module de tratare a noilor tipuri de informații (*plug-in*)

Serverul WWW este un program care tratează cereri de documente și întoarce clientului conținutul documentului solicitat. Cererile pot avea și forme speciale, caz în care server-ul WWW lansează în execuție anumite programe (sau componente software) care generează dinamic conținutul unui document. În acest caz, termenul de server Web este înlocuit prin termenul de server de aplicații, deoarece face legătura între programul de navigare și aplicațiile care trebuie lansate în vederea producerii documentului cerut. Practic, posibilitatea de a lansa în execuție un program folosind interfața unui program de navigare și un server de aplicații a dus la apariția conceptului de "three-tier computing" și a pus bazele Intranetului.

Un rol important în dialogul între navigator și serverul Web îl are comunicarea tipului de document. Astfel, pe baza informațiilor existente în fișierele de configurare sau a celor primite de la aplicațiile lansate în execuție, serverul Web va trimite clientului un șir de caractere care indică tipul documentului. Pe baza tipului recepționat, programul de navigare va afișa documentul (în cazul în care are un format recunoscut implicit), va lansa în execuție un *plug-in* (dacă are un format recunoscut de *plug-in*-urile înregistrate)

sau va întreba utilizatorul care este acțiunea care se dorește (de exemplu, salvarea documentului ca un fișier local).

Cel mai folosit mod de specificare a tipului conținutului a fost preluat din sistemul de poștă electronică și se numește MIME (Multipurpose Internet Mail Extensions, standard definit pe parcursul mai multor documente RFC: 2045, 2046, 2047, 2048 și 2049). Dezvoltat inițial pentru a permite introducerea în cadrul mesajelor de poștă electronică a unor noi tipuri de informații, pe lângă cele clasice de tip text, standardul MIME a fost preluat și de Web prin protocolul HTTP (Hyper Text Transfer Protocol). Din acest motiv, tipurile documentelor sunt cunoscute și sub numele de tipuri MIME. Identificatorul de tip este definit ca fiind compus dintr-un tip și un subtip, cele două componente fiind separate printr-un caracter „/”.

Tip/subtip MIME	Tipul informației asociate
text/plain	Informație de tip text care nu necesită interpretări speciale
text/html	Document care conține o pagină HTML
image/gif	Document de tip imagine codificată conform standardului GIF
image/jpeg	Document de tip imagine codificată conform standardului JPEG
application/octet-stream	Fișier binar, cu tip nespecificat, care trebuie tratat ca un șir de octeți
video/mpeg	Film codificat conform standardului MPEG

Prin folosirea tipurilor MIME este posibilă decuplarea conținutului fișierelor de extensia acestora, mecanismul oferind în acest fel o mare flexibilitate. Folosirea extensivă a tipurilor MIME se recomandă pentru rețele cu un bun control atât al clienților, cât și al serverului, deci pentru rețelele de tip Intranet.

Documentele Web sunt descrise într-un limbaj cu "marcaje", numit HTML (Hyper Text Markup Language), standardizat de World Wide Web Consortium (W3C - www.w3c.org). Tipul MIME asociat documentelor Web este text/html, iar extensiile preferate sunt .htm sau .html. Principalele acțiuni pe care le permite limbajul HTML sunt:

- schimbarea atributelor diferitelor zone de text prin îngroșare, scriere înclinată (italică), subliniere, caractere de mașină de scris, font sau culoare;
- structurarea logică a documentului în secțiuni;
- posibilitatea definirii de liste ordonate sau neordonate;
- definirea tabelelor și a proprietăților acestora;
- schimbarea modurilor de aliniere a textului;
- definirea de zone de introducere de date, incluzând câmpuri de editare text, meniuri, liste, butoane radio sau de bifare;
- descrierea modului în care sunt incluse imagini în cadrul documentului;
- definirea de legături către alte documente sau părți ale documentelor.

Fiecare document Web are ca identificator o adresă, codificată sub forma unui URL (Uniform Resource Locator). O adresă simplă (ca de exemplu <http://www.ase.ro/ase-2005/index.asp>) permite identificarea cu ușurință a următoarelor componente URL:

- protocolul de transmisie a documentelor (implicit este HTTP), urmat de separatorul //;
- numele server-ului pe care este stocat documentul;

- numărul portului TCP pe care este disponibil server-ul Web (implicit portul 80);
- calea care trebuie urmată din rădăcina sistemului de documente a server-ului Web pentru a ajunge la document.

Unele componente URL sunt opționale, fiind furnizate fie de server (de exemplu, numele implicit al documentului care descrie structura unui catalog de documente), fie de programul de navigare (protocolul sau portul, dar și serverul și calea, ambele relative la documentul curent).

Protocolul HTTP a fost definit inițial pentru transferul documentelor de la server-ul Web la client, dar flexibilitatea lui îi permite utilizarea și în alte situații: transferul de fișiere binare, accesul la baze de date, comunicarea între diferite entități ale rețelei.

Cele mai cunoscute programe server Web sunt Apache pentru platformele Unix și IIS (Internet Information Server) pentru platformele Windows NT/2000/XP/2003/7.

1.7.3. Poștă electronică (e-mail)

Serviciul de poștă electronică (e-mail - electronic mail) a stat la baza dezvoltării Internetului, datorită caracteristicii sale de a permite trimiterea de documente electronice între utilizatorii conectați la rețea. Funcționarea serviciului de poștă electronică poate fi considerată asincronă, în sensul că emițătorul și receptorul nu trebuie să fie simultan conectați pentru ca mesajul să ajungă de la sursă la destinație.

Arhitectura serviciului de poștă electronică are următoarele componente principale (Figura 1.19):

- agentul utilizator (UA - User Agent), care este, de obicei, un program cu care utilizatorul își citește și trimite poșta electronică;
- serverul de poștă electronică (cutia poștală), care constituie locul în care ajunge poșta electronică și din care agentul utilizator preia poșta;
- agenții de transfer poștal (MTA - Mail Transfer Agent), care preiau mesajele de la UA și le retransmit prin rețea către cutia poștală a destinatarului.

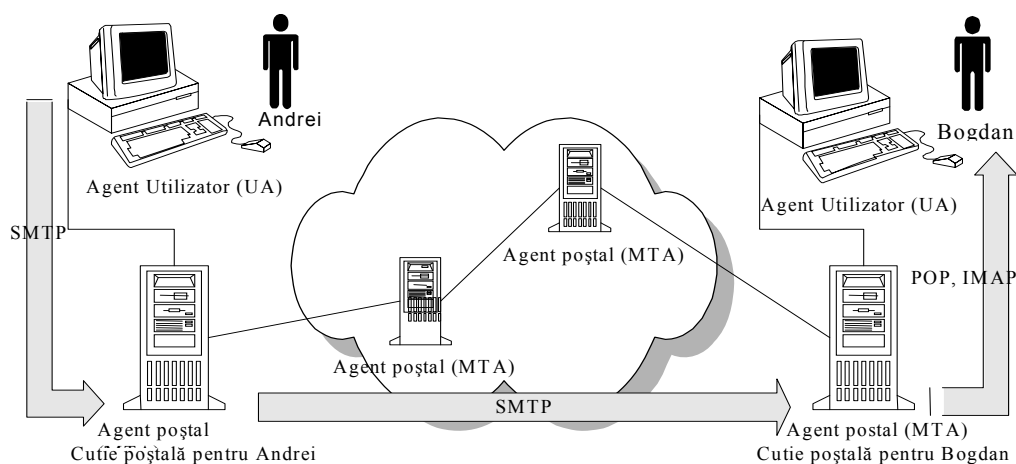


Figura 1.19 Modalitatea de transmisie a poștei electronice și protocoalele utilizate

La terminarea compunerii unei scrisori, agentul utilizator o plasează într-o coadă prelucrată de agentul de transfer care o trimite apoi tuturor destinatarilor. Pentru a trimite scrisoarea unui destinatar, agentul de transfer acționează ca un client și contactează serverul mașinii de la distanță în care se află cutia poștală a destinatarului. Clientul stabilește o legătură TCP cu serverul și îi trimite mesajul,

în conformitate cu protocolul SMTP (Simple Mail Transfer Protocol). Serverul primește mesajul și plasează copia scrisorii în cutia corespunzătoare destinatarului. Programul de transfer este optimizat să trateze împreună toți destinatarii ("recipientii") situați într-o aceeași mașină la distanță.

Importanța sistemului de poștă electronică a fost sesizată de multe firme producătoare de software, care au propus diferite sisteme, fiecare cu protocoale particulare de comunicare între diversele entități implicate. Din păcate, aceste protocoale sunt proprietatea firmelor și nu sunt compatibile între ele. Pentru a permite comunicarea între utilizatori ai diferitelor sisteme de poștă electronică s-au introdus *porți de poștă electronică*. Ele realizează conversia între formatele de mesaje proprietare și permit, astfel, transmiterea mesajelor dintr-un sistem în altul.

Unul dintre cele mai importante protocoale de comunicație între MTA-uri este SMTP, definit în RFC 821. Acesta este folosit atât pentru comunicarea între agenții de transport al poștei, cât și pentru transmisia mesajului de la agentul utilizator către serverul local de transmisie a poștei electronice care, în mod uzual, este același cu serverul care menține cutiile poștale.

Agentul utilizator își poate prelua poșta electronică din cutia poștală prin intermediul unor protocoale specializate. Unul dintre ele se numește POP (Post Office Protocol, definit în RFC 1225), iar versiunea sa cea mai utilizată se numește POP3. El permite descărcarea poștei de pe server-ul central, iar modelul de lucru implementat este decuplat (off-line). Modelul de funcționare a protocolului POP presupune existența a două cutii poștale, una pentru recepție (cea de pe server) și una de lucru (gestionată de agentul utilizator, pe stația locală).

Server-ul POP3 lucrează pe calculatorul pe care se află cutia poștală. Clientul POP3 se execută pe calculatorul utilizatorului (Figura 1.20).

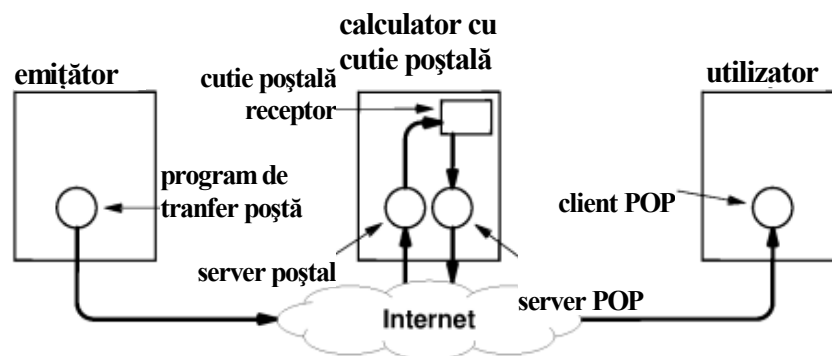


Figura 1.20 Accesul cutiei poștale prin POP3

Pentru a se înlătura unele dintre deficiențele constatate în POP3, se poate folosi protocolul IMAP (Interactive Mail Access Protocol, definit în RFC 1064). Acesta permite ca agentul utilizator să lucreze cu copii temporare ale mesajelor, toată gestiunea mesajelor fiind menținută pe server. Modul de gestiune folosit de produsele bazate pe IMAP este cuplat (on-line), această abordare fiind comodă pentru utilizatorii care nu au un punct fix de lucru.

Ambele protocoale (POP3 și IMAP) au două mari deficiențe: autentificarea se face pe baza unei parole care circulă în clar prin rețea și mesajele aduse de la server sunt transferate în clar.

Există două variante de bază pentru transferul în siguranță al mesajelor: criptarea mesajului și criptarea canalului de comunicație. Fiecare dintre ele are

avantajele proprii, dar cea mai bună soluție este combinarea celor două moduri de criptare.

Soluția de criptare a canalului (protocol de tip SSL – Secure Sockets Layer) rezolvă ambele probleme ale sistemelor de poștă (autentificare și transferul în siguranță). Dar, singurul client de poștă electronică folosit pe scară largă care este capabil să stabilească conexiuni SSL este Netscape Messenger, și numai când accesează o cutie poștală de tip IMAP.

Criptarea mesajului lasă deschisă problema autentificării la cutia poștală, dar rezolvă atât problema transferului sigur al mesajului, cât și pe cea a verificării identității emițătorului. Mecanismele criptografice, oferite gratuit în pachete software de tip PGP sau OpenPG, garantează confidențialitatea și autentificarea emițătorului mesajului.

Prin facilitatea de atașare a documentelor la un mesaj de poștă electronică este posibilă transmiterea unui fișier binar, nu numai text, de la emițător către destinatar. Pentru o transmisie corectă și o identificare ușoară a tipului documentului atașat, transferul se face conform standardului MIME. Astfel, documentele binare sunt codificate conform standardului BASE64, care specifică transformarea unei secvențe de trei caractere pe opt biți într-o succesiune de patru caractere imprimabile (litere, cifre, semne de punctuație), reprezentate pe șase biți. Tipul documentului atașat este indicat în antetul mesajului de poștă electronică, folosindu-se codificarea bazată pe tipurile MIME. Tipul documentului permite programelor de poștă electronică să lanseze în execuție programul care "știe" să vizualizeze documentul atașat recepționat.

1.7.4. Serviciul transfer de fișiere (FTP - File Transfer Protocol)

În principiu, serviciul asigură transferul fișierelor de orice tip (binare sau text) între două calculatoare din Internet/Intranet. Serviciul se bazează pe protocolul FTP. Deși există noțiunea de client și server FTP, transferul poate fi făcut în orice sens, cu condiția existenței drepturilor de scriere pe sistemul în care se dorește aducerea de documente.

Spre deosebire de Web, care a fost creat pentru a pune la dispoziție unui public larg informația, serviciul FTP este bazat pe un sistem de autentificare a utilizatorilor. O categorie aparte de servere FTP o constituie cele publice (care oferă FTP „anonim”). În mod normal, pentru a accesa documentele de pe un server FTP, un utilizator trebuie să dețină un nume de cont și o parolă validă pentru serverul respectiv. În cazul serverelor publice, există un cont special, numit *anonymous* (sau *ftp*), care nu este protejat prin parolă "severă" și pentru care majoritatea serverelor cer introducerea ca "parolă" a adresei de poștă electronică a utilizatorului client.

Deoarece programele de navigare implementează nativ și protocolul FTP, pentru un utilizator final este destul de greu de făcut diferența între un server FTP public și un server Web. Cu toate acestea, există unele limitări fundamentale privind accesul la documentele existente pe un server FTP. Cea mai importantă diferență constă în faptul că asocierea între tipul documentului și conținutul său nu este dată de către server, ci se stabilește pe baza extensiei fișierului accesat. Din acest motiv, administratorul unui server FTP trebuie să se asigure că toate fișierele au extensii conforme cu conținutul lor și cu cele mai folosite extensii în mod uzual.

Serviciul FTP poate crea probleme datorită unor aspecte care țin de modul în care a fost proiectat protocolul. Cea mai importantă dintre ele este aceea că, atunci când se realizează autentificarea utilizatorului, parola este transmisă în

clar prin rețea, permițând oricărui utilizator local care are acces la un program de monitorizare a rețelei să o afle. Din acest motiv, transferul de informații prin FTP se va efectua doar în zone în care se știe că nu este posibilă monitorizarea rețelelor de către orice utilizator. O altă posibilitate este folosirea de clienți sau servere modificate, astfel încât transferul să se realizeze prin canale sigure (de exemplu, folosind SSL).

O soluție recomandată de conectare din exteriorul Intranet-ului la un server FTP din interior este bazată pe routere NAT și clienți mobili care pot crea canale sigure până la routerul NAT.

1.8. Web - suport pentru aplicații distribuite

Web-ul poate fi folosit drept suport al aplicațiilor distribuite în Internet/Intranet, fiind intermediar între utilizator și aplicația sa. Programul de navigare (browser) asigură interfața cu utilizatorul, în timp ce serverul Web mijlocește comunicarea cu programul de aplicație (Figura 1.21).

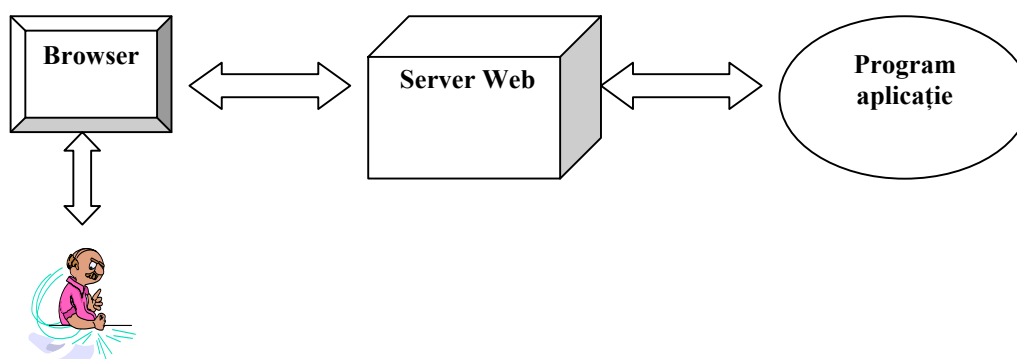


Figura 1.21 Arhitectura aplicațiilor Web

Utilizarea Web-ului presupune o extindere a funcționării sale de bază, sub următoarele aspecte:

- să fie posibilă transmiterea de informații în ambele sensuri, între programul de navigare și server;
- să fie posibilă lansarea de către server a unui program de aplicație și apoi comunicarea dintre server și acest program;
- rezultatele programului de aplicație să poată fi transmise în formatul documentelor Web, pentru a fi afișate de browser pe ecranul utilizatorului.

1.8.1. Formulare Web

Formularele reprezintă cele mai simple documente HTML care circulă între un browser și serverul Web, în ambele sensuri. Ele includ elemente (câmpuri) care permit utilizatorilor să introducă informații de tip text, să facă selecții într-o listă de alternative sau să comande transmiterea spre Web a informațiilor introduse (Figura 1.22). Aceste elemente nu existau în versiunea HTML 1.0, ele fiind prezente începând cu versiunea HTML 2.0. Formularele sunt utile în aplicații de căutare a documentelor Web (în care utilizatorul trebuie să specifice cuvintele cheie de căutare), în aplicații care solicită completarea unor fișe de înregistrare a utilizatorilor, precum și în alte aplicații similare, în care interacțiunea utilizatorului cu programul de aplicație este relativ limitată (utilizatorul comunică datele de intrare pentru programul său și așteaptă apoi primirea rezultatelor).

Formularele (Figura 1.23) permit o interacțiune limitată a utilizatorilor cu serverele Web. Ele includ elemente de introducere a unor texte, de selecție dintr-o listă de alternative, de activare a unor zone de imagini sensibile (de exemplu, clickable maps - hărți active).

Element HTML	Parametri	Semnificație
<INPUT>, TYPE='text'	NAME, SIZE, MAXLENGTH	câmp de intrare
<TEXT AREA>	NAME, COLS, ROWS, WRAP	zonă de editare
<INPUT>, TYPE='radio'	NAME, VALUE	buton radio
<INPUT>, TYPE='checkbox'	NAME, CHECKED	casetă de selecție
<INPUT>, TYPE='password'	NAME, SIZE, MAXLENGTH	câmp de parolă
<INPUT>,TYPE='reset', 'submit'		buton de acțiune
<INPUT>, TYPE='image'	NAME, ALIGN, SRC	hartă (imagine) activă
<INPUT>, TYPE='hidden'	NAME,	element ascuns
<SELECT>	NAME, OPTION, MULTIPLE	listă de selecție

Figura 1.22 Elemente ale limbajului HTML

Un formular este cuprins între marcasele <FORM> și </FORM>, între care poate fi utilizat orice marcaj obișnuit. Textele care nu sunt cuprinse între marcase sunt afișate. Elementele HTML ale unui formular pot fi elemente de introducere și de selecție. Primele includ câmpuri de intrare pentru texte, parole (conținutul câmpului nu este afișat) sau texte mai voluminoase (TEXT AREA). Pentru selecție se pot folosi butoane radio (se poate alege o singură valoare dintr-un set posibil de valori), casete de selecție (care pot fi marcate sau nemarcate, permițând introducerea unor valori booleene), liste de selecție (cu o semantică asemănătoare butoanelor radio). Majoritatea marcajelor (cu excepția celor de resetare - 'reset' și de activare - 'submit') au un parametru NAME și o valoare introdusă de utilizator în câmpul corespunzător. Când formularul este transmis server-ului Web, după completare, datele sunt împachetate în forma unei liste de perechi *nume=valoare*, fiecare pereche conținând numele unui element de formular și valoarea asociată lui de către utilizator.

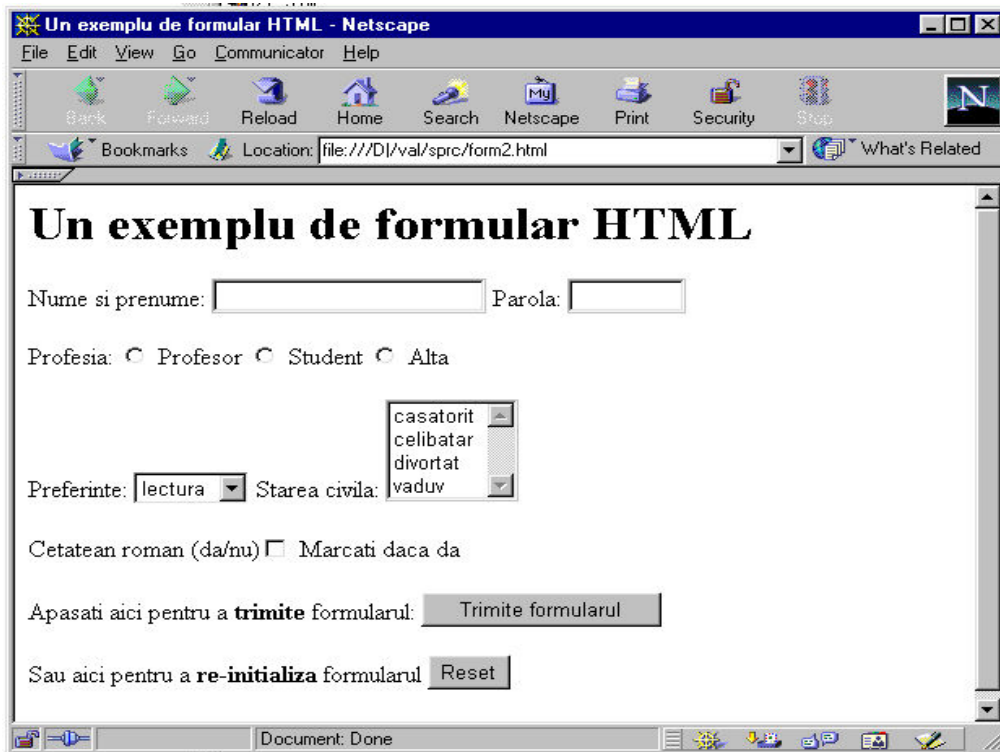


Figura 1.23 Imaginea unui formular HTML

O hartă activă (clickable map) reprezintă un mecanism de interacțiune rapidă. Ea este o imagine ce conține zone sensibile la activarea mouse-ului. În momentul activării mouse-ului, poziția sa este preluată de programul de navigare și este transmisă serverului împreună cu formularul.

Un element "ascuns" (hidden) nu este afișat de browser și nu este folosit ca element de introducere. El are un rol important în menținerea stării într-o sesiune Web. Modelul de funcționare a Web este unul fără stări: serverul afișează documentele așa cum sunt cerute de browser, fără să "țină minte" ordinea de afișare sau identitatea paginilor aflate la diverși clienți. Navigarea înainte și înapoi prin paginile de Web este realizată prin mecanisme puse în funcțiune de browser. Ca urmare, o aplicație trebuie să gestioneze prin mijloace proprii informațiile de stare de care are nevoie de-a lungul unei sesiuni Web. Elementele ascunse reprezintă un mecanism posibil. Ele pot încorpora informații de stare inserate de aplicație, rămân în formularul afișat de Web pentru completare de către utilizator și se întorc aplicației o dată cu informația introdusă în formular. În felul acesta, aplicația poate utiliza informația de stare pentru a interpreta corect și a trata corespunzător informația introdusă în formular.