UNIVERSITATEA TEHNICĂ CLUJ-NAPOCA

DEPARTAMENTUL ELECTROTEHNICĂ ŞI MĂSURĂRI

Cursul 1 CONSIDERAȚII GENERALE ASUPRA SISTEMELOR DE COMUNICAȚII DE DATE. MODELE DE REFERINȚĂ.

Introducere curs	În acest curs sunt prezentate următoarele: • Problematica rețelelor de comunicație. • Arhitectura unei rețele. • Modele de referință.
Obiective curs	• Definirea termenilor utilizați cu privire la rețelele de comunicație; • Detalierea arhitecturii unei rețele de comunicație; • Prezentarea modelului TCP/IP, modelului OSI şi a modelului generalizat
Durată medie de studiu individual	Durata medie de studiu individual: 100 minute. Acest interval de timp presupune parcurgerea continutului cursului şi rezolvarea testelor de autoevaluare

Cuprins:

1.1. Problematica rețelelor de comunicație

Dezvoltarea rețelelor de comunicație digitală a făcut posibilă dezvoltarea unei palete largi de aplicații, între care cele mai importante şi cu implicații spectaculoase sunt:

- sistemele de telecomunicație;
- rețele de calculatoare şi de transfer de date;
- echipamente de automatizări industriale şi casnice, distribuite;
- sisteme de automatizare, utilizate în construcția autovehiculelor;
- sisteme de monitorizare de la distanță.

Toate acestea au în comun o noțiune cuprinzătoare, a cărei dimensiune şi formă este în continuă schimbare. Dacă în momentul apariției şi dezvoltării domeniilor prezentate anterior soluțiile tehnice şi tehnologice erau diferite şi nu se prevedeau, într-un viitor apropiat (în acel moment) soluții comune, în prezent direcțiile în care se dezvoltă soluțiile moderne adoptate sunt convergente.

Pentru a înţelege complexitatea şi implicaţiile transferului informaţiei, în reţelele de comunicaţie digitală, este necesar să fie cunoscuţi principalii termeni utilizaţi în acest domeniu [1].

Terminal, staţie, maşină – element de comunicaţie individual, numit de obicei echipament terminal de date **DTE** *(Data Terminal Equipment)*, aflat la dispoziţia unui utilizator, în scopul procesării datelor sau al accesării resurselor de reţea.

Echipament de comunicaţie – element de comunicaţie individual, prin intermediul căruia se poate conecta la o reţea, un echipament terminal de date. În nomenclatorul de termeni consacraţi în acest domeniu, acest tip de echipament se numeşte **DCE** - *Data Circuit terminating Equipment,* adică echipament de închidere a circuitului de comunicaţie.

Reţea - ansamblu de unităţi de procesare digitală a informaţiei (care pot fi calculatoare, interfeţe de măsurare, sau periferice cum sunt imprimantele etc.), numite generic terminale, având capacitatea de a se conecta cu alte echipamente care fac posibilă comunicaţia, numite generic echipamente de comunicaţie, conectate între ele printr-un mediu fizic, împreună cu componente *software* care asigură funcţionarea lor. Comunicaţia între aceste dispozitive se face pe baza unui set de norme comune, numite protocoale.

Acces la mediul de transmisie – metodă prin care se determină când este posibilă utilizarea, de către un terminal, a mediului de transmisie şi implicit când îi este permisă transmisia de informaţii. Metoda este materializată printr-o componentă de control numită **MAC** *(Media Access Control* – control al accesului la mediul de transmisie), funcţie furnizată de o familie de componente reunite într-o mulţime numită „nivel legătură”. Cele mai cunoscute metode de acces la mediu sunt împărţite în două categorii, **deterministe** şi **nedeterministe**.

Metode deterministe.

Această categorie poate fi împărţită în altele două, prima numită **„cu acces simetric”**, din care face parte tehnologia ***Token Ring***, iar cea de a doua, numită **„cu acces asimetric”, sau** de tip **„stăpân-sclav”**.

Pentru cele din categoria accesului **simetric** *(Token Ring)* utilizarea mediului, de către un echipament terminal, este permisă pe baza unui **consemn de acces** *(Token* – indiciu, însemn) emis **ciclic** *(Ring* – inel) de o componentă, care poate să fie unul dintre terminale sau un echipament de comunicaţie. Acesta are rolul de a iniţiator şi supraveghetor al transmisiilor, astfel încât fiecărui terminal din reţea să i se permită accesul periodic şi limitat la mediul de transmisie. Adoptând această metodă de acces, firma IBM a dezvoltat tehnologia ***IBM Token Ring***, mai puţin folosită în ultimul timp datorită capacităţii reduse de transfer a datelor, în comparaţie cu alte tipuri de tehnologii, cum este Ethernet.

O metodă **determinist asimetrică**, de tip **„stăpân-sclav”**, presupune existenţa unui singur terminal care are dreptul să **interogheze** pe rând celelalte staţii din reţea, acestea din urmă având dreptul doar să răspundă la interogări. Terminalele de tip **„sclav”**, care au date pregătite pentru transmisie, aşteaptă să le vină rândul la interogarea iniţiată ciclic, sau după o anumită regulă bine stabilită, de terminalul **„stăpân”**.

Tehnologiile folosite la reţelele industriale de automatizare, bazate pe interfaţa serială EIA 485, folosesc metode de acces deterministe. Unele dintre acestea, între care se află şi tehnologia **ProfiBus**, în funcţie de modurile de operare, utilizează ambele metode deterministe de acces, **Token-Ring** şi **„stăpân-sclav”**.

Metode nedeterministe.

Aceste metode nedeterministe permit oricărui terminal să transmită date prin mediul de propagare, în mod egal, în cazul în care acesta nu este ocupat de transmisii efectuate de alte dispozitive din reţea. Datorită vitezei finite de propagare a semnalelor prin mediul de transmisie, există riscul ca două sau mai multe dispozitive terminale să transmită date simultan, ceea ce duce la apariţia fenomenului de **coliziune**.

Prezenţa coliziunilor, într-o reţea de comunicaţii, este nedorită şi trebuie evitată, dar nu poate fi eliminată. De aceea, metodele nedeterministe trebuie să conţină mecanisme eficiente de detectare a coliziunilor şi algoritmi pentru reducerea riscului de apariţie a acestora.

Termenul folosit pentru una dintre metodele nedeterministe, de acces la mediu, este **CSMA/CD** *(Carrier Sense Multiple Access/ Collision Detection* – acces multiplu bazat pe identificarea purtătoarei şi detectarea coliziunii).

Tehnologia cea mai cunoscută şi des utilizată pentru construirea interfețelor pentru rețelele locale, care foloseşte **CSMA/CD**, este **Ethernet** şi varianta sa **IEEE 802.3** [1].

Lărgimea de banda – noțiune care poate avea mai multe înțelesuri, în funcție de domeniul în care se utilizează.

Pentru comunicațiile digitale, lărgimea de bandă reprezintă o măsură a capacității sistemului de a transfera date, de la un echipament la altul. Dacă se referă la componentele de nivel fizic, când se vorbeşte despre lărgimea de banda, aceasta se referă la rata de transfer a biților *(Bit Rate)*, iar dacă se referă la transferul date la nivelul aplicației, se vorbeşte despre lărgimea de bandă efectivă, sau rata de transfer a octeților (kB/s sau MB/s).

Adresarea – alocarea unui element de identificare unică a fiecărui terminal, sau nod, dintr-o rețea. Adresa se poate folosi pentru mai multe scopuri: identificarea sursei, destinației şi determinare a căii de parcurs a unui mesaj, de filtrare a accesului, iar în cazul rețelelor industriale, de identificare a unor servicii sau tipuri de mesaje.

Semnale – În cazul componentelor *hardware*, datele sunt materializate prin semnale electrice, de tensiune, curent sau unde electro-magnetice, care sunt transferate prin diferite medii de propagare, sau de transmisie. Datele sunt exprimate prin variații ale acestor mărimi între anumite nivele, bine stabilite.

Codarea – proces prin care datele numerice sunt traduse dintr-un format în altul pentru a poate fi mai uşor grupate şi transferate, în rețea. Codurile sunt definite printr-un set de convenții, reprezentate, de cele mai multe ori, în tabele de conversie. **Decodarea** este procesul invers, prin care un şir de coduri, aparent fără semnificație, sunt transformate în mesaje care pot fi înțelese.

Modulația – proces complex de combinare a unui semnal electric purtător, cu parametrii de frecvență, amplitudine sau fază constanți, cu semnale a căror parametri sunt variabili în timp, prin care datele sunt transferate cu ajutorul variației de amplitudine, fază sau frecvență.

Multiplexare – capacitate a unui sistem de a transfera **simultan**, în rețea, mai multe mesaje sau şiruri de date, schimbate între diferite surse şi destinații. Mesajele sunt transferate utilizând aceleaşi componente de nivel fizic. Multiplexarea se poate face prin mai multe metode de divizare în timp **TDM** *(Time Division Multiplexing)*, în frecvență **FDM** *(Frequency Division Multiplexing)* sau prin codare diferită **CDM** *(Code Division Multiplexing)*.

Mesaj – unitate fundamentală de informație, indivizibilă care se transferă între terminale, de-a lungul unei rețele.

Protocoale – ansamblu de convenții pe baza cărora se poate face schimbul de mesaje, astfel încât să nu existe situații de interpretare echivocă.

Serviciu – reprezintă o funcție, sau operație, prin care o componentă de la un anumit nivel o furnizează unei alte componente aflată la un nivel superior adiacent.

Flux de date – volum de informații transferate între terminale, care poate avea loc într-un sens, sau în ambele sensuri [1].

Simplex, Duplex (Half, sau Full Duplex) – reprezintă modul în care datele pot fi transferate:

- **Simplex** - doar într-un singur sens;

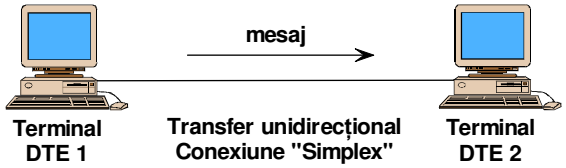

Fig. 1.1. Flux de date "Simplex".

• **Half Duplex -** succesiv în ambele sensuri, o data într-un sens, iar apoi în celălalt sens;

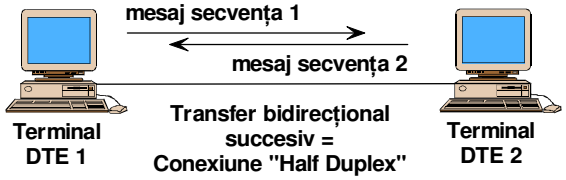

Fig. 1.1. Flux de date "Half Duplex".

• **Full Duplex** - simultan în ambele sensuri.

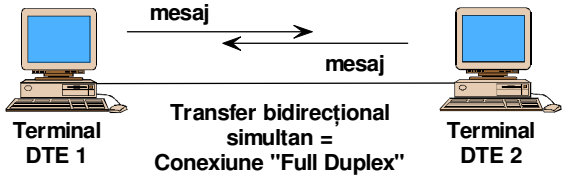

Fig. 1.2. Flux de date "Full Duplex".

Mod de transmisie – modul în care un terminal sursă transmite un mesaj spre unul, sau mai multe terminale destinație. Se cunosc trei moduri de transmisie [1, 3]:

• **Unicast** – un terminal transmite un mesaj doar spre un singur terminal destinație;

• **Multicast** – un terminal transmite acelaşi mesaj spre mai multe terminale destinație, dar nu spre toate;

• **Broadcast** – un terminal transmite acelaşi mesaj spre toate celelalte terminale din rețeaua din care face parte.

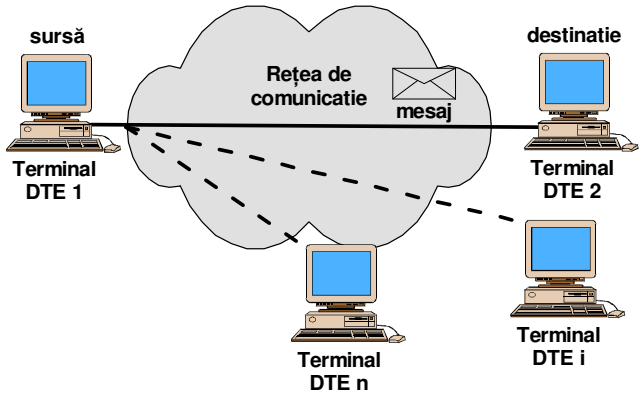

Fig. 1.3. Modul de transmisie "Unicast".

Controlul Erorilor – mecanism foarte important care trebuie să asigure patru funcții: prevenirea, detectarea, corecția şi izolarea informației eronate sau degradate în timpul transmisiei. **Prevenirea** erorilor se poate face prin măsuri riguroase de precauție luate în timpul proiectării şi realizării circuitelor, alegerea unor metode de eşantionare a semnalelor, potrivite scopului, orice poate conduce la diminuarea riscului de degradare sau pierdere a informației [1, 3].

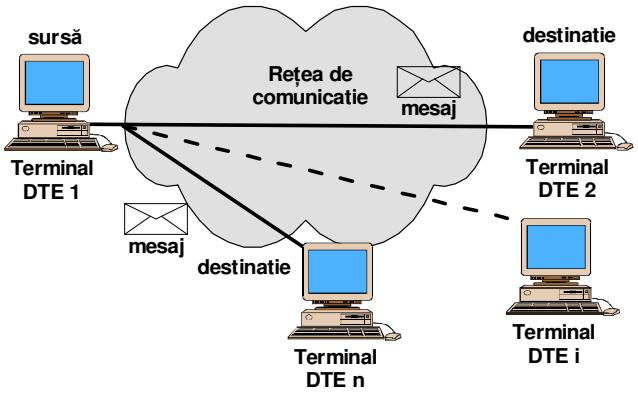

Fig. 1.4. Modul de transmisie "Multicast".

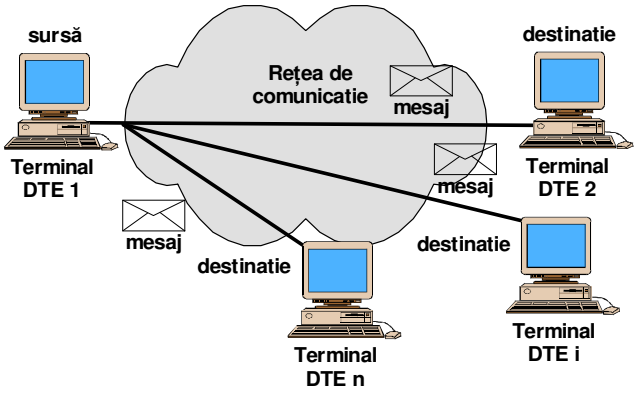

Fig. 1.5. Modul de transmisie "Broadcast".

Tehnicile de **verificare** a integrității informației sunt dependente de protocol şi se bazează, în general, pe metode de paritate sau pe **calcularea** şi **verificarea ciclică** cu coduri redundante **CRC** *(Cyclic Redundancy Check)*. Secvențele de verificare sunt calculate de o componentă de pe terminalul sursă şi sunt cuprinse în mesajele transmise, acestea urmând să fie recalculate şi verificate la destinație, folosind acelaşi algoritm.

1.2. Arhitectura (topologia) unei rețele

Arhitectura (topologia) unei rețele este forma de reprezentare a aşezării în spațiu a echipamentelor, de interconectare la nivel fizic, sau logic. Cele mai cunoscute topologii sunt: de tip magistrală *(bus)*, arbore, stea (sau stea extinsă) şi inel. Forma de reprezentare poate să fie diferită, la aceeaşi rețea, dacă este analizată din mai multe puncte de vedere (în funcție de nivelele la care se face analiza). Topologia unei rețele se numeşte şi planul care reprezintă modul în care sunt conectate între ele dispozitivele.

LAN şi WAN. Pentru a înțelege funcționarea şi structura protocoalelor de rețea, trebuie înțeles mai întâi modul de organizare a rețe-lelor. Diapozitivele se pot afla în aceeaşi încăpere, pot fi distribuite într-o clădire sau pot fi răspândite pe o arie geografică întinsă [1].

Dacă terminalele şi echipamentele de comunicație sunt localizate în aceeaşi locație, într-o încăpere sau corp de clădire, spunem că avem o rețea locală **LAN** *(Local Area Network)*. De obicei, dispozitivele care aparțin unei rețele locale sunt conectate între ele folosind aceeaşi soluție tehnologică, la o privire superficială folosesc acelaşi tip de cablu.

Dacă însă acestea sunt distribuite pe o arie mai mare, în mai multe clădiri sau oraşe, spunem că avem de-a face cu rețele cu arie de întindere mare **WAN** *(Wide Area Network)*. O astfel de rețea este compusă din două sau mai multe rețele locale (LAN) conectate între ele prin sisteme de

comunicaţie la distanţă, diferite de cele folosite pentru conectarea echipamentelor în reţelele locale. Aceste sisteme utilizează circuite prin linii telefonice, sau circuite rapide dedicate transmisiilor digitale şi formează ceea ce se numeşte „coloana centrală" *(Backbone* - coloana vertebrală) a unei reţele. La o anumită scară de analiză, chiar şi aceste reţele **WAN** pot să fie tratate ca un singur „obiect", dar cu structură şi caracteristici complexe.

Interconectarea reţelelor - capacitatea unui sistem de a permite comunicaţia între două, sau mai multe terminale, operând cu platforme *hardware* şi *software* diferite, aparţinând de reţele diferite, sau care transferă informaţii de tipuri diferite. Astfel, de-a lungul drumului parcurs de un mesaj, între sursă şi destinaţie, pot exista diferite soluţii tehnologice (Ethernet, fibre optice, linii telefonice etc.) care impun conversia mesajelor, în formate specifice. Cu toate acestea, informaţia trebuie să fie transferată la destinaţie, sub formă de mesaje, fără să se altereze [1, 3].

Sisteme închise şi sisteme deschise.

La început, odată cu apariţia primelor sisteme de interconectare a echipamentelor digitale, fiecare producător a dezvoltat propriile soluţii tehnologice, cele mai multe dintre ele secrete şi incompatibile cu ale altor producători. Beneficiarii, care optau pentru un anumit furnizor, rămâneau dependenţi de produsele *hardware* sau *software* ale acestuia. În acel moment, acest lucru era considerat un avantaj datorită faptului că fiecare producător îşi putea menţinea un segment de piaţă, iar pe de altă parte, clienţii aveau o anumită încredere în firmă şi că produsele ei sunt bine împerecheate [1].

Mai târziu însă, această mentalitate nu a permis creşterea, prin liberă concurenţă, a performanţelor produselor pentru reţea. Pe de altă parte, clienţii doreau să achiziţioneze acele echipamente care să le satisfacă cel mai bine necesităţile, fără să ţină seama de firma producătoare. Pentru aceasta, trebuia ca noile echipamente să fie compatibile cu cele pe care le aveau deja, sau pe care doreau să le achiziţioneze, în acel moment. S-a ajuns la situaţii în care firmele producătoare trebuiau să aleagă între a pierde clienţi, sau a accepta condiţiile impuse de aceştia.

Cu timpul, se renunţă la mentalitatea prin care protocoalele, ce asigură transferul datelor între echipamente, să fie secrete, sau insuficient documentate. Toate aceste neajunsuri, alături de o cerere masivă şi în continuă creştere, de opţiuni de interconectare, fac să apară principiul **„sistemelor deschise"**. Acest nou „curent de idei" s-a numit „deschis", în contrast cu vechiul sistem de opinii, considerat „închis".

Un astfel de exemplu este oferit de firma **DEC** *(Digital Equipment Corporation)* care a renunţat la un sistem de operare propriu (numit VMS) şi adoptă **UNIX**, un sistem de operare considerat deschis. Rezultatul a fost peste aşteptări, pe lângă faptul că nu au pierdut din clienţii avuţi până atunci, dar au reuşit chiar să depăşească volumul vânzărilor de echipamente, avut înainte [1].

Noţiunea de „sistem deschis".

Se cunosc multe definiţii, dar este greu de a enunţa una simplă, concisă şi clară. Pentru cei mai mulţi dintre utilizatori, un sistem deschis este acela pentru care arhitectura sa nu este secretă. Descrierea lui este publicată, sau este accesibilă, pentru oricine vrea să construiască produse, *hardware* sau *software*, destinate acestuia. Această definiţie este valabilă atât pentru produsele *hardware* cât şi pentru cele *software*. Atunci când există mai mulţi producători, pentru o anumită componentă, beneficiarii pot să aleagă varianta cea mai convenabilă. Aceasta a fost unul dintre principalele criterii ale apariţiei sistemelor deschise şi a condus la renunţarea la soluţiile proprii, fiecărui producător *(Proprietary Solutios)*.

Sistemele de operare **UNIX** oferă cel mai reprezentativ exemplu de platformă *software* deschisă, care rezistă pe piaţă de mai bine de 30 de ani. Acesta a fost disponibil sub formă de cod sursă, aproape de la început şi pentru oricine doreşte să-l folosească, înţeleagă sau modifice. În aceste condiţii, sistemul poate fi transferat şi adaptat pentru aproape orice platformă *hardware*. Creşterea popularităţii sistemului de operare **UNIX** a dus, pe de o parte, la producerea unor versiuni comerciale ale acestuia, cum sunt **BSD**, **Solaris** etc., sau cu distribuire gratuită, aşa cum este **Linux**, **FreeBSD**, **MiniX** etc [1].

Utilizarea pe scară largă, a acestor sisteme de operare, a dus şi la producerea unor componente *hardware*, concepute ca sisteme deschise. În acest fel un utilizator poate să construiască echipamente şi structuri de rețea, care să conțină diferite soluții *hardware*, mai bine adaptate unor scopuri propuse. Sistemele deschise, concepute inițial pentru a deservi rețele mari, guvernamentale sau educaționale, au ajuns să fie o soluție potrivită şi pentru aplicații, utilizate în rețele mici.

Noțiunea de rețea, ca sistem deschis *(Open System Networking),* are mai multe înțelesuri, în funcție de modul de abordare a problemei. O astfel de rețea foloseşte un protocol care aparține unui sistem de operare deschis, bine documentat.

Un protocol, conceput în spiritul acestui principiu şi adoptat de sistemele de operare **UNIX**, este **TCP/IP** *(Transmission Control Protocol /Internet Protocol)*, standardele care îl definesc fiind publicate şi pot fi cunoscute de cei interesați.

Pe de altă parte, această noțiune se referă şi la funcționarea propriu zisă a unei astfel de rețele, atât din punctul de vedere al componentelor *hardware* cât şi al celor *software*. Acest tip de rețea a permis dezvoltarea unor servicii, fără care nu se mai poate imagina viața în ziua de azi. Cele mai populare exemple sunt aplicațiile de transfer ale fişierelor **FTP** *(File Transfer Protocol)*, poşta electronică şi conectarea, de la distanță *(Remote Access)*, la o resursă de rețea.

- **FTP** asigură distribuirea fişierelor, de-a lungul unei rețele, mult mai repede decât orice sistem de transport imaginat înainte de apariția acestuia.
- **Poşta electronică** permite trimiterea cu viteză mare a mesajelor în întreaga lume. În Internet se transferă un număr mare de mesaje destinate celor mai diverse tipuri de activități şi interese, la prețul cel mai mic.
- **Conectarea de la distanță**, la o resursă de rețea, permite utilizatorilor să se conecteze, din diferite locații, indiferent de sistemele de operare folosite. Mai mult decât atât, un utilizator poate să ruleze programe care nu îi sunt accesibile, decât pe calculatoarele de la distanță.

Este unanimă părerea că toate acestea s-ar fi dezvoltat mai greu, în absența unui concept de sistem deschis, materializat prin sisteme de operare din familia **UNIX,** care utilizează pentru comunicația de date, suita de protocoale **TCP/IP** [1].

1.3. Modele de referință.

Împărțirea pe nivele.

Modelele de referință se folosesc pentru împărțirea „sarcinilor", legate de transferul datelor în rețea, în condițiile impuse de problemele prezentate la începutul acestui curs. În paralel cu evoluția noțiunii de sistem deschis, sau folosit diferite modele pentru separarea funcțiunilor necesare funcționării unei rețele de transfer de date [1, 3].

Se presupune că trebuie conceput un program care să asigure funcționarea unei rețele locale. Dacă toate terminalele ar fi de acelaşi tip, poate că sarcina nu ar fi foarte grea, dar dacă rețeaua este compusă din terminale diferite, acest lucru ar fi aproape imposibil de îndeplinit. Soluția este de a împărți tema, în probleme mai mici care să fie rezolvate specific pentru fiecare situație în parte. Pentru aceasta, problemele trebuie grupate, după rolul lor în funcționarea rețelei, iar apoi să fie ferm definite condițiile şi relațiile dintre ele. Fiecare grup, care îndeplineşte o funcție bine determinată, defineşte un anumit nivel *(Layer)*, aşezat într-o reprezentare stratificată. Datorită complexității mari a acestor sisteme, pot exista şi situații în care anumite funcțiuni se intersectează sau se repetă, dar principiul separării sarcinilor, este în general respectat.

1.3.1. Modelul TCP/IP.

Suita de protocoale **TCP/IP** a fost concepută şi s-a dezvoltat, utilizând principiul prezentat mai sus. Acesta presupune împărțirea funcțiunilor în 4 grupe, alezate în tot atâtea nivele, aşa cum se poate vedea în **figura 1.7.**

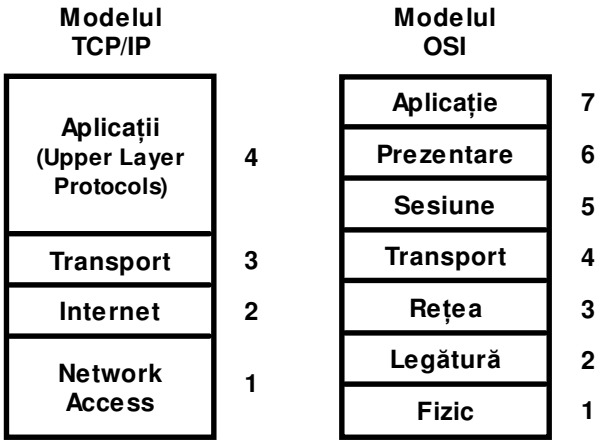

Fig. 1.6. Modelul de referinţă **TCP/IP**.

Notă: Funcţiunile acestor nivele sunt identice cu cele ale modelului de referinţă **OSI**, prezentat în paragraful următor. În nivelele ***Network Access*** (nivel de acces la componentele fizice ale reţelei) şi ***Upper Layer Protocols*** (protocoale de nivel superior) sunt grupate mai multe funcţiuni elementare, care în modelul **OSI** sunt aşezate în nivele separate [1, 3, 4].

1.3.2. Modelul de referinţă ISO-OSI.

Odată cu dezvoltarea soluţiilor tehnologice, care au făcut posibilă comunicaţia în reţelele digitale, a fost necesară despărţirea unor funcţiuni, în mai multe grupe.

Pornind de la modelul oferit de suita de protocoale **TCP/IP, ISO** *(International Organization for Standardization)* adoptă prin documentul **ISO 7498**, începând cu 12 octombrie 1979, un model abstract de repartizare a funcţiunilor într-o reţea, propus şi dezvoltat de **ANSI** *(American National Standards Institute)* cu doi ani înainte.

Acest model a fost denumit de **Charles W. Bachman**, un specialist cu reputaţie în teoria structurilor de date, **OSI** *(Open Systems Interconnection* – sistem deschis de interconectare) [1, 3].

Acest model de împărţire s-a impus ca o referinţă pentru conceperea şi dezvoltarea protocoalelor de comunicaţie moderne. Deşi la această oră, au apărut unele excepţii şi completări, valoare sa didactică şi de coordonare se păstrează în continuare. Buna cunoaştere şi însuşire a funcţiunilor nivelelor propuse în acest model, uşurează mult înţelegerea funcţionării reţelelor digitale de comunicaţie şi a protocoalelor lor.

Modelul **OSI**, obţinut prin completarea modelului **TCP/IP** cu unele detalii suplimentare, propune împărţirea funcţiunilor în 7 grupe, numite **nivele** *(Layers)*, aşa cum se poate vedea în **figura 1.8**.

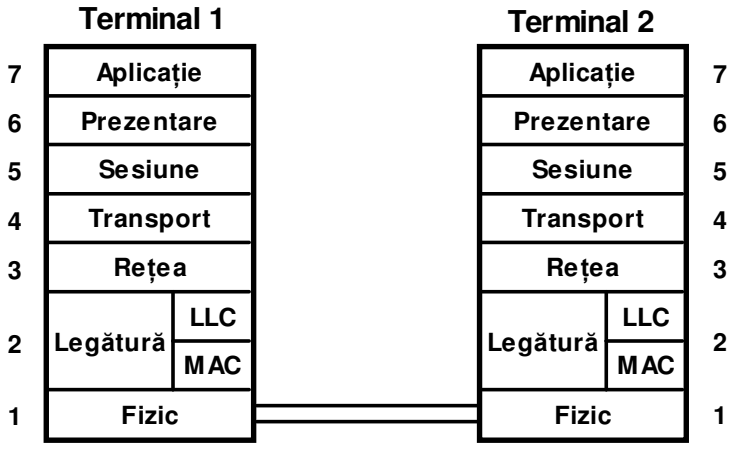

Fig. 1.7. Modelul de referinţă OSI.

Transferul datelor între două terminale (Terminal 1 şi Terminal 2), interconectate printr-un mediu fizic de transmisie, presupune parcurgerea nivelelor, în modul următor: în cazul terminalului sursă, informația se transferă de la nivelul „Aplicație" spre nivelul „Fizic", iar în a celui destinație, dinspre nivelul „Fizic" spre cel de „Aplicație" [1, 2, 3].

Denumirea nivelelor şi rolul lor funcțional.

Nivelul OSI 7 - Aplicație.

Nivelul **„Aplicație"** este interfața care oferă servicii de comunicație pentru aplicațiile care sunt surse, sau destinații de date.

În cazul aplicațiilor distribuite, cum sunt cele de tip **client/server**, nivelul aplicație reprezintă capetele lanțului, între care circulă informația. Exemple de componente ale nivelului **OSI 7** (aplicație) sunt clienții de **poştă electronică** (Outlook sau Eudora), aplicațiile care permit **navigarea** prin paginile de **WEB** (Internet Explorer sau Netscape), sau banala aplicație **Telnet**, care ne permite conectarea unui terminal la un altul, aflat la distanță.

La acest nivel, informația se transferă sub formă de **„fişiere"**, asemănător cu transferul coletelor prin mesagerie, sau **„şiruri continue"** *(streaming)* asemănător cu transmisiile programelor de radiodifuziune.

Nivelul OSI 6 – Prezentare.

Sarcina nivelului **„Prezentare"** este de a converti datele dintr-un format, dependent de platforma pe care operează aplicația sursă, într-un format standard, care să poată străbate nivelele inferioare, fără să fie afectate de platforma sursă, destinație sau rută. Aceste formate se numesc adesea formate, sau reprezentări, **canonice**.

Formatele simple (ASCII sau EBCDIC) au fost înlocuite cu limbaje specifice de reprezentare, care sunt folosite pe toate platformele utilizate azi în rețea. Aceste limbaje sunt numite, în documentația de referință OSI, *"Common Network Programming Language"*- limbaje de programare în rețea, comune. Dacă totuşi există situații în care formatul anumitor date nu este canonic, componente ale nivelului **OSI 6** le transformă într-un format specific, cerut de aplicație.

Nivelul OSI 5 – Sesiune.

Nivelul **„Sesiune"** se ocupă cu **inițierea**, **sincronizarea** şi **încheierea** unei **sesiuni** de rețea, între două procese care aparțin nivelului **OSI 7 - "Aplicație"**. Acest nivel conține componentele care coordonează comunicația între aplicații, astfel încât fiecare sesiune să fie identificată unic, să permită controlul accesului la resursele de rețea şi a modului în care se transferă informațiile.

Funcționarea nivelului **„Sesiune"** se poate asemăna cu modul de stabilire a condițiilor în care trebuie să țină o conferință, deschiderea, prezentarea „ordinii de zi" şi a regulilor de dialogare, desfăşurarea discuțiilor şi încheierea sa, în mod civilizat.

Nivelul OSI 4 – Transport.

Nivelul **„Transport"** a fost conceput pentru a asigura un transfer al datelor între două terminale, pe cât posibil lipsit de erori, astfel încât datele recepționate să fie identice cu cele trimise.

Datorită faptului că dimensiunea unor informații, care trebuie transferate prin rețea este mare, nivelul OSI 4 – Transport trebuie să se ocupe şi de împărțirea în secvențe a acestora, numerotarea lor şi controlul succesiunii transmiterii acestora. Deoarece capacitatea de prelucrare a informațiilor, de către cele două terminale, poate să fie diferită, acest nivel trebuie să asigure şi controlul fluxului de date, prin mecanisme de reglaj adaptiv.

În caz de erori, sau pierdere de secvențe, nivelul „Transport" trebuie să ceară retransmiterea secvențelor pierdute şi refacerea corectă a informației, la destinație. Toate aceste funcțiuni sunt posibile doar dacă, la acest nivel, se construiesc, pe durata transmisiei, conexiuni virtuale.

La acest nivel, informația se transferă sub formă de **„segmente"**, transmise succesiv prin circuitul virtual stabili între sursă şi destinație, în mod asemănător cu secvențele din cinematografie.

Nivelul OSI 3 – Reţea.

Nivelul **„Reţea”** conţine componentele care asigură determinarea celei mai potrivite căi, pe care trebuie să o urmeze pachetele de date, între terminalul sursă şi cel destinaţie.

Aceasta se poate face doar folosind un mod de adresare ierarhic, care să conţină adresa reţelei şi a terminalului în cadrul acesteia. Protocoalele care utilizează acest mod de adresare şi oferă informaţii necesare operaţiilor de rutare, se numesc **„protocoale rutabile”**.

Alegerea celei mai bune căi, se face prin analizarea informaţiilor transmise odată cu datele utile, de către componente speciale care se ocupă de rutare, numite **„protocoale de rutare”**. Acestea operează pe **rutere** şi decid ruta, folosind informaţii despre conexiunile adiacente, schimbate sub forma tabelelor de rutare.

La acest nivel, informaţia se transferă sub formă de **„pachete”**, transmise succesiv în reţea, în mod asemănător cu circulaţia autovehiculelor pe o autostradă.

Nivelul OSI 2 – Legătură.

Nivelul **„Legătură”** (de date), conform cu modelul OSI, este o componentă intermediară între nivelul **OSI 3 - Reţea** şi nivelul **OSI 1 – Fizic**, pe care îl controlează.

Nivelul **„Legătură”** are două componente majore: subnivelul **MAC** *(Media Access Control* – controlul accesului la mediul de transmisie) şi subnivelul **LLC** *(Logical Link Control* – controlul logic al legăturii).

Subnivelul MAC are rolul să asigure un acces unic, lipsit de concurenţă, al terminalelor care transferă date, la mediul de transmisie, bazat pe metodele de acces prezentate în paragraful 2.1.

Pentru a permite controlul accesului la mediul de transmisie, sub-nivelul **MAC** asociază fiecărui dispozitiv sau fiecărei interfeţe din reţea **NIC** *(Network Interface Controller* – interfaţă de reţea), o adresă unică numită **adresă MAC** [3].

În cazul tehnologiilor utilizate în reţelele de calculatoare, această adresă este formată din 48 sau 64 biţi (MAC-48, EUI-48 sau 64, EUI - *Extended Unique Identifier)*.

Aceasta se mai întâlneşte şi sub numele de **adresă *hardware*** (impropriu numită de utilizatorii mai puţin avizaţi, adresă fizică), fiind identificată printr-un grup de **6 octeţi** exprimaţi în forma hexazecimală (câte doi digiţi), separaţi prin semnul „-” sau „:”. Un exemplu de scriere, utilizat de majoritatea sistemelor de operare, poate să arate astfel:

00:A0:D2:A4:91:73 sau 00-A0-D2-A4-91-73.

Formatul adresei MAC.

Standardul **IEEE 802** propune, pentru adresarea interfeţelor de reţea, 48 biţi împărţiţi în două câmpuri:

OUI *(Organizationally Unique Identifier)* - primii trei octeţi (24 biţi) reprezintă identificator unic al producătorului interfeţei de reţea), fiind gestionat şi distribuit de către **IEEE**

NICUI *(Network Interface Controller Unique Identifier)* – următorii trei (în cazul MAC-48 şi EUI-48) sau cinci (în cazul EUI-64) reprezintă identificatorul interfeţei, alocat de producător.

Formatul complet al adresei **MAC** se poate vedea în **figura 1.9**.

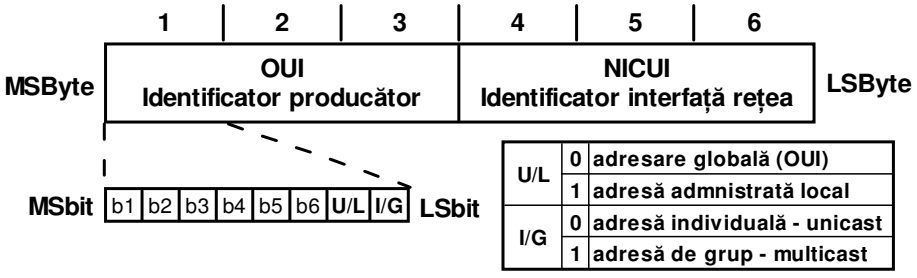

Fig. 1.8. Formatul adresei MAC-48.

Această adresă este înscrisă în memoria ROM a interfeței şi o identifică unic în lume (identificare globală), cu excepția cazului în care ea este definită în mod administrativ (identificare locală). În acest din urmă caz, se renunță la **OUI**, iar biții 7 şi 8 au următoarea semnificație:

U/L – adresare **U**niversală sau **L**ocală. În cazul adresării universale **U/L = 0** ;i se foloseşte adresa **MAC** înscrisă în memoria **ROM** a interfeței, iar în cazul adresării locale **U/L = 1**, adresa interfeței este definită de către administratorul de rețea.

I/G – adresă **I**ndividuală sau de **G**rup. În cazul adresării individuale **I/G = 0**, un mesaj transmis în rețea este acceptat doar de către interfața care are adresa identică cu adresa destinație înscrisă în mesaj, iar dacă **I/G = 1**, un singur mesaj transmis în rețea va fi accepta de mai multe interfețe aparținând unui grup specificat prin adresa de grup. Adresare în grup se poate face doar în cazul alocării administrative locale a adreselor. O adresă specială de grup, utilizată atât pentru adresarea globală cât şi pentru cea locală, este adresa de *broadcast*, pentru care toți cei 48 sau 64 biți sunt **1**. Mesajele care se transmit în rețea, cu adresă destinație de *broadcast*, vor fi acceptate de toate interfețele.

Sub-nivelul LLC.

LLC *(Logical Link Control)* reprezintă totalitatea componentelor care asigură controlul nivelului **„Legătură”**, fiind o interfață logică între nivelul **„Rețea”** şi **„Fizic”**. Protocoalele care operează la acest nivel permit accesul mai multor servicii de la nivelul superior, printr-un proces multiplexare, la aceeaşi interfață de rețea.

În acelaşi timp, **LLC** permite detectarea şi corectarea eventualelor erori, care pot să apară datorită transmisiei semnalelor prin mediul fizic, dar nu se ocupă cu erorile datorate pierderii sau degradării pachetelor de date. Corectarea celor din urmă este sarcina exclusivă a nivelul **OSI 4 - Transport**.

La acest nivel, informația se transferă sub formă de **„cadre”** cu date *(Data Frames)*, transmise succesiv în rețea, de mai multe terminale.

Nivelul OSI 1 – Fizic.

Nivelul **„Fizic”** se află la baza stivei modelului de referință **OSI** şi conține totalitatea componentelor mecanice, electrice sau electromagnetice necesare transmisiei semnalelor prin conductoarele electrice, fibra optică, sau circuitele de radiofrecvență, utilizate ca medii de propagare.

La acest nivel informația se transferă sub formă de semnale electrice, sau electromagnetice, rolul componentelor fiind doar să asigure transferul acestora, fără degradări semnificative în prezența perturbațiilor.

Atât modelul de referință **OSI** cât şi modelul **TCP/IP** folosesc mulți termeni comuni, standardizați printr-o serie de documente specifice. Din păcate, modelul **OSI** este doar formal, iar o parte dintre termeni nu au utilitate practică. Suita **TCP/IP** fiind o entitate reală, folosită pentru comunicațiile de date pe o scară din ce în ce mai largă, a impus terminologia sa specifică. Pentru a nu ieşi în afara cadrului teoretic, de prezentare a subiectului, trebuie găsită o soluție de echilibru în formularea termenilor. Deoarece dezvoltarea acestui domeniu s-a făcut, de-a lungul timpului, pe mai multe căi paralele, există un număr de termeni diferiți care se suprapun şi pot duce la unele confuzii.

1.3.3. Modelul generalizat.

Deoarece dezvoltarea tehnologiilor de comunicație impune apariția unor funcții suplimentare, modelul de referință OSI trebuie completat şi generalizat, notarea relativă a nivelelor cu N, N+1, N+2 etc., fiind utilizată şi pentru a defini relația dintre două nivele adiacente, oarecare. Motivul pentru care s-a adoptat o astfel de notație este pur practic, pentru a simplifica notațiile în prezentarea unui nivel şi a legăturilor sale cu cele adiacente, N+1 pentru nivelul aflat deasupra şi N-1 pentru cel aflat dedesubt [1].

Dacă nivelul **OSI 4 - Transport** este notat cu **N**, nivelului **OSI 1 - Fizic** îi corespunde **N-3** , nivelului **OSI 3 - Reţea** îi corespunde **N-1**, iar nivelul **OSI 6 - Prezentare** îi corespunde **N+2**, **figura 1.8** . Pentru modelul de referinţă **OSI**, **N** poate să ia una dintre valorile cuprinse între **1** şi **7**.

Terminologie specifică modelului generalizat.

Pentru a putea analiza legăturile între două nivele adiacente, într-un mod general în absenţa unor componente reale, concrete, este nevoie de introducerea unor termeni suplimentari [1].

Subsisteme - totalitatea componentelor corespunzătoare aceluiaşi nivel OSI, aflate pe terminalele care aparţin unei reţele. Astfel toate componentele de la nivelul OSI 7, care operează pe terminale diferite din reţea, reprezintă **subsistemul aplicaţie**, iar toate componentele corespunzătoare nivelului OSI 3, pe cel al **subsistemului reţea.**

Entităţi – părţile componente ale unui anumit nivel. Dacă luăm de exemplu nivelul **OSI 4 Transport**, acesta are componente care se ocupă de verificarea integrităţii datelor, conţinute în segmente, iar altele care gestionează retransmiterea celor care au sosit alterate, sau nu au sosit deloc. Componentele active la un moment dat, care execută rutine specifice funcţiilor de la un anumit nivel, se numesc **entităţi active**.

Funcţiile nivelului N.

După modelul OSI, orice nivel oferă un set de "lucrări" nivelului superior. Astfel, entitatea de la nivelul N+1 beneficiază de un set de servicii oferite de entitatea de la nivelul N. De exemplu, aplicaţiile aflate la nivelul **OSI 7** au nevoie de o formă de prezentare a datelor care să le permită să se "înţeleagă", indiferent de platforma *hardware* sau *software* folosită de terminale. Pentru aceasta apelează la serviciile nivelului **OSI 6.**

Servicii de nivel N - Întregul set de facilităţi, sau lucrări, oferite de componentele de la nivelul N, entităţii de la nivelul N+1. Cu alte cuvinte, serviciile reprezintă totalitatea funcţiunilor de la nivelul N, oferite nivelului imediat superior (N+1).

În etapa de dezvoltare a modelului OSI s-a dorit ca sarcinile implicate în procesul de transfer al datelor să fie asociate la nivele diferite, astfel încât rolul fiecărui nivel să fie bine definit şi independent de a celorlalte.

Definirea serviciilor a fost dezvoltată oficial pornind de la nivelul **OSI 1 - Fizic**, spre **OSI 7 - Aplicaţie**. Avantajul acestui mod de abordare este acela că proiectarea nivelului N+1 se face pornind de la funcţiile nivelului N, evitându-se situaţia în care două funcţiuni să îndeplinească aceeaşi sarcină în două nivele diferite.

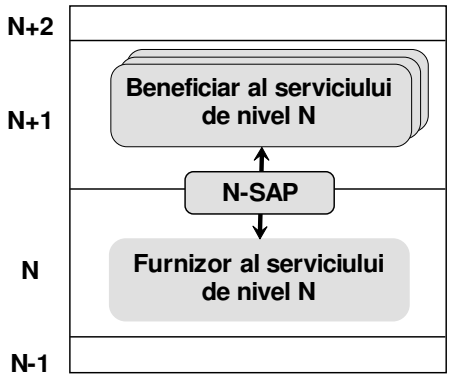

Fig. 1. 9. Relaţia dintre furnizorul unui serviciu de la nivelul N şi beneficiarii acestuia, de la nivelul N+1.

Beneficiar al unui serviciu de nivel N - componentă de la nivelul (N+1), care utilizează un serviciu furnizat de nivelul inferior (N).

Furnizor al unui serviciu de nivel N - set de entități care sunt implicate în furnizarea serviciilor de nivel (N), componentelor de la nivelul (N+1).

N-SAP Punct de acces la un serviciu de nivel N *(N Service Access Point)* - locul unde un serviciu de nivel (N) este oferit unei entități de la nivelul (N+1), de către un furnizor de servicii de la nivelul (N), așa cum se poate vedea în **figura 1.10**.

Datele serviciului de la nivelul (N) este reprezentat prin pachetul de date, schimbat la N-SAP.

N-SDU Unitățile de date ale serviciului de la nivelul N *(N Service Data Unit)* sunt unitățile individuale ale datelor schimbate la **N-SAP** (datele serviciului de nivel N sunt compuse din mai multe N-SDU).

N-PDU Unitățile de date ale protocolului de la nivelul N *(N Protocol Data Unit)* – unitățile individuale ale datelor schimbate între două servicii ale aceluiași nivel, operând pe terminale diferite (sursă și destinație).

Aceşti termeni se pot vedea în **figura 1.8**.

Încapsulare - adăugarea de informații de control *(PCI - Protocol Control Information)* corespunzătoare nivelului (N), la o unitate de date provenită de la nivelul (N+1). Informațiile de control conțin detalii de adresare, de verificare sau control al erorilor şi funcții de control ale protocolului.

Cozi de aşteptare şi conexiuni.

Comunicația între două componente, corespunzătoare aceluiași nivel, se desfăşoară în trei etape distincte, şi anume [1, 2]:

- stabilirea conexiunii;
- transferul datelor;
- închiderea conexiunii.

Aceasta se poate face numai prin intermediul cozilor de aşteptare, aflate la nivelele inferioare. Fiecare serviciu de la nivelul (N) este prevăzut cu două cozi, câte una pentru fiecare direcție şi sens, spre şi dinspre furnizorul de servicii de la nivelul (N-1). Pentru a face posibilă interacțiunea şi transferul simultan al datelor, în cele două puncte de acces la serviciile de la nivelul N, este nevoie de două cozi [1].

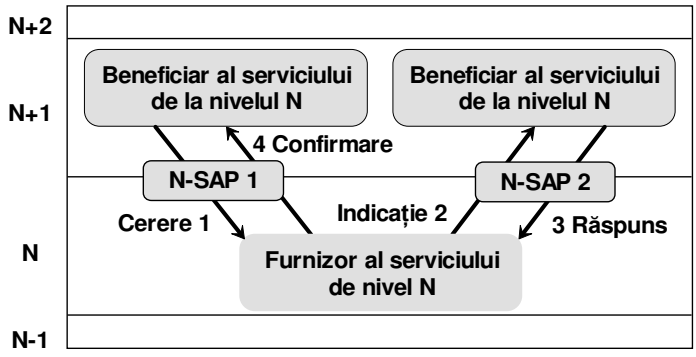

Fig. 1.10. Stabilirea unei conexiuni virtuale între două componente pereche, de la acelaşi nivel.

Serviciile primare (S*ervice Primitives*), definite ca blocuri de date, sau indicatoare de stare, care se aşează şi se recuperează din cozi, de către beneficiarul (clientul) unui serviciu.

O **cerere primară** (*Request Primitive*) are loc atunci când un beneficiar al unui serviciu face o cerere spre o coadă, prin intermediul unui punct de acces la serviciul de la nivelul (N) (N-SAP), pentru a i se permite comunicația cu un alt serviciu.

Indicaţia primară *(Indication Primitive)* este trimisă de furnizorul de servicii de la nivelul (N), beneficiarului de la nivelul (N+1), pentru a-i confirma acceptarea cererii de acces la acel serviciu.

Răspunsul primar *(Response Primitive)* este trimis de către componenta receptoare, serviciului de la nivelul inferior, pentru a confirma acceptarea cererii de comunicaţie.

Confirmarea primară *(Confirmation Primitive)* este trimisă de către un serviciu, beneficiarului de la nivelul superior, pentru a-i confirma că s-a stabilit un circuit de comunicaţie între componentele, de la acelaşi nivel, corespunzătoare celor două terminale.

Comunicaţii cu şi fără conexiune.

În reţelele de comunicaţie digitală, transferul datelor se poate face cu, sau fără, negocierea anumitor parametri, cu sau fără confirmarea recepţiei corecte a datelor, de către terminalul destinaţie. În funcţie de complexitatea funcţiilor, sau de condiţiile impuse de un anumit serviciu, transferul datelor se poate face în mai multe moduri [1, 2, 3].

În funcţie de modul în care sunt utilizate mesajele primare, schimbate între componentele de la acelaşi nivel, sau de la nivele adiacente, există două moduri în care se poate stabili transferul de informaţii.

Comunicaţii bazate pe conexiune.

O sesiune de **comunicaţie bazată pe conexiune** are loc atunci când două componente, care comunică, sunt beneficiare ale unor servicii stabilite prin mesaje de negociere şi confirmare a parametrilor de comunicaţie.

Comunicaţii fără conexiune.

O sesiune de **comunicaţie fără conexiune**, are loc atunci când datele sunt transmise spre destinaţie fără să existe, în prealabil, o fază de negociere a unor parametri de comunicaţie, între două servicii ale aceluiaşi nivel, operând pe terminale diferite. În această situaţie, unităţile de date trebuie să conţină în informaţiile de control, tot ce este necesar pentru ca la destinaţie, datele să poată fi procesate corect.

Fragmentarea datelor.

Datorită complexităţii şi varietăţii mari în care se prezintă informaţia, aceasta nu poate fi manevrată aşa cum o furnizează aplicaţia de la nivelul **OSI 7**, ci trebuie împărţită în bucăţi, cu dimensiune potrivită transferului eficient prin reţea. Aceste "bucăţi", împreună cu procesul de împărţire specific, au denumiri diferite în funcţie de nivelul la care are loc împărţirea. Termenii folosiţi, mai des, sunt următorii [1]:

Segmentarea este operaţia de împărţire a unei unităţi de serviciu de la nivelul (N) (N-SDU) în mai multe unităţi de date ale protocolului de la nivelul (N) (N-PDU).

Reasamblarea este operaţia de combinare a unor unităţi de date ale protocolului de la nivelul (N) (N-PDU) intr-o unitate de serviciu de la nivelul (N) (N-SDU). Este operaţia inversă segmentării (**fig. 1.12**).

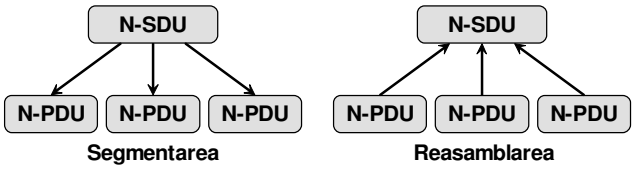

Fig. 1.11. Reprezentarea procesului de segmentare şi reasamblare.

Gruparea *(Blocking)* este operaţia de combinare a unor unităţi de serviciu (N-SDU), care pot proveni de la servicii diferite, într-o unitate de protocol (PDU) mai mare, dintr-un nivel de la care provine unitatea de serviciu (**fig. 1.13**).

Degruparea *(Deblocking)* este operația de împărțire a unei unități de date de protocol (PDU), în mai multe unități de date de serviciu (SDU), de la același nivel(**fig. 1.13**) .

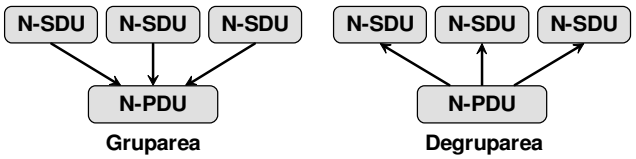

Fig. 1.12. Reprezentarea procesului de grupare și degrupare.

Concatenarea este operația, care are loc, la un anumit nivel, de combinare a unor unități de date de protocol (PDU), de la nivelul superior următor, într-o unitate de serviciu (SDU). Operația este asemănătoare cu **gruparea**, dar are loc la frontiera dintre două nivele (**fig. 1.14**).

Separarea este operația inversă **concatenării**, prin care la un nivel se împarte o unitate de date de serviciu (SDU) în mai multe unități de date de protocol (PDU), pentru nivelul superior următor. Operația este asemănătoare cu **degruparea,** cu diferența că are loc la frontiera dintre două nivele (**fig. 1.14**).

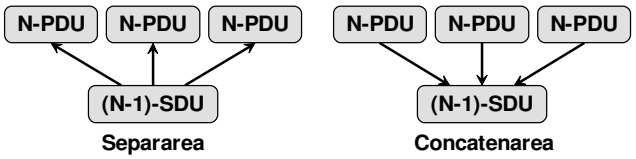

Fig. 1.13. Reprezentarea procesului de separare și concatenare.

Multiplexarea are loc atunci când mai multe conexiuni, de la nivelul (N) trebuie să fie servite de o singură conexiune de la nivelul inferior (N-1), de exemplu, atunci când mai multe servicii de la nivelul „**Prezentare”** trebuie să fie rezolvate de o singură conexiune de la nivelul **„Sesiune”** (**fig. 1.15**).

Demultiplexarea este operația inversă **multiplexării** și se folosește atunci când o conexiune este împărțită în mai multe conexiuni ale nivelul imediat superior (**fig. 1.15**).

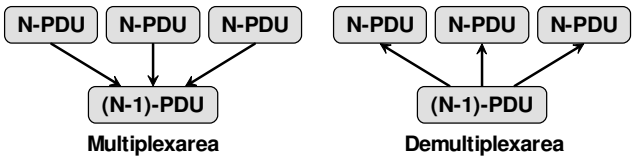

Fig. 1.14. Reprezentarea procesului de multiplexare și demultiplexare.

Despicarea *(Splitting)* are loc când o singură conexiune este servită de mai multe conexiuni, de la nivelul imediat inferior, de exemplu, atunci când se folosesc mai multe legături de date, pentru o singură conexiune de rețea.

Recombinarea este operația inversă despicării, care are loc atunci când mai multe conexiuni sunt combinate într-una singură, destinată nivelului imediat superior.

Multiplexarea și **despicarea**, împreună cu perechile lor complementare, se comportă diferit în funcție de nivelul la care se folosesc, fiind foarte importante în procesele de transfer care au loc într-o rețea.

Procesul de încapsulare şi decapsulare. Antetul unui protocol.

Informaţiile de control ale unui protocol **PCI** *(Protocol Control Information)* se ataşează, în faţa datelor care trebuie trimise, sub forma unui bloc special numit **antet** *(Header)*.

Antetele se folosesc atât la trimiterea datelor între două nivele operând pe acelaşi terminal, cât şi între nivele de acelaşi rang, operând pe terminale diferite. Antetele sunt standardizate şi au fost dezvoltate în baza unor reglementări, convenite între părţile interesate.

Când o datagramă, cu antet al unui protocol de la nivelul (N) este trimisă protocolului de la nivelul inferior, acesta adaugă în faţa datagramei propriul antet de protocol.

Astfel, un mesaj care porneşte de la nivelul **OSI 7 - Aplicaţie**, pe măsură ce parcurge nivelele inferioare se "îmbogăţeşte" cu mai multe seturi de informaţii de control, pentru fiecare protocol utilizat, aşa cum se poate vedea în **figura 1.16**.

Operaţia de adăugare a informaţiilor însoţitoare (antet şi trenă, identificator de sfârşit, dacă este cazul) se numeşte „**încapsulare**”, iar operaţia inversă acesteia „**decapsulare**”.

Aceste informaţii, înscrise în „**antetul**” şi „**trena**” protocolului, sunt folosite la destinaţie pentru manipularea datelor, când acestea parcurg nivelele în sens invers.

La fiecare nivel, informaţiile de control sunt interpretate, datele fiind apoi "dezbrăcate" de acestea, prin **decapsulare** şi transferate nivelului superior.

Este uşor de imaginat acest proces dacă ne gândim la bulb de ceapă. În interiorul fiecărei foi se găsesc datele de la nivelul superior. Pe măsură ce acestea trec de la un nivel la cel inferior, conform modelului OSI, este adăugată o nouă foaie.

Când datele ajung să parcurgă nivelele în sens invers, sau ajung la destinaţie, fiecare nivel desface datagrama din învelişul ei şi îl trimite la nivelul superior. Când se ajunge la nivelul **OSI 7 - Aplicaţie** rămâne doar "miezul" cu datele utile.

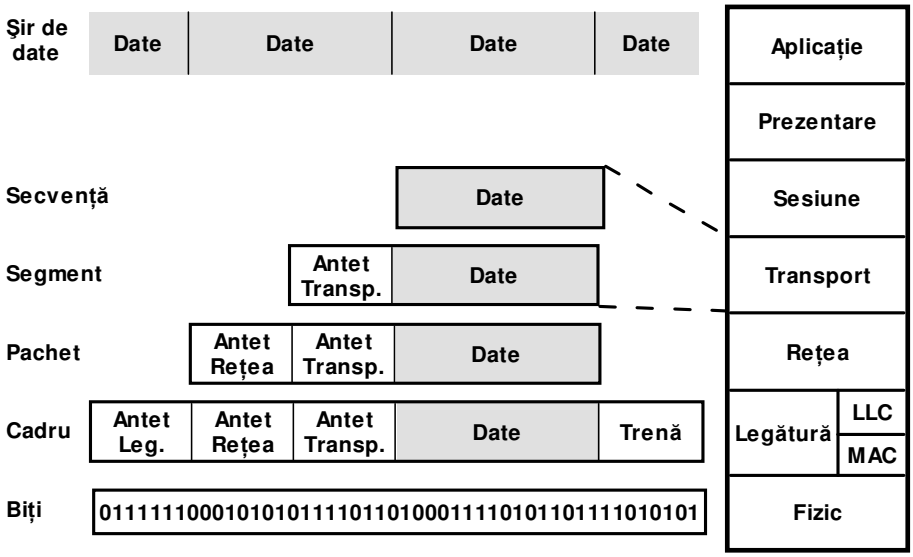

Fig. 1.15. Reprezentarea procesului de segmentare şi încapsulare a datelor.

Aceste procese sunt necesare deoarece fiecare nivel are nevoie de informaţii diferite, ca să poată procesa corect datagrama, făcând mai uşoară sarcina de control şi transfer a datelor, spre nivelul superior.

Modelul de referinţă OSI asociază fiecărui serviciu, corespunzător unui nivel, câte un protocol de comunicaţie specific.

TESTE DE AUTOEVALUARE

I. Alege□i varianta de răspuns corectă:

1. Alocarea unui element de identificare unică a fiecărui terminal, sau nod, dintr-o rețea se nume□te:
   a) codare;
   b) adresare;
   c) multiplexare.
2. Nivelul 5 din cadrul unei re□ele se nume□te:
   a) sesiune;
   b) transport;
   c) prezentare;
   d) legătură.
3. Operația care are loc, la un anumit nivel, prin combinarea unor unități de date de protocol (PDU), de la nivelul superior următor, într-o unitate de serviciu (SDU), se nume□te:
   a) grupare;
   b) separare;
   c) degrupare;
   d) concatenare.

II. Alege□i răspunsul corect:

1. Modelul **OSI**, obținut prin completarea modelului **TCP/IP** cu unele detalii suplimentare, propune împărțirea funcțiunilor în cadrul unei re□ele în 7 grupe (nivele).
   □ adevărat □ fals
2. Subnivelele **MAC** şi **LLC** sunt componente ale nivelului Fizic.
   □ adevărat □ fals
3. Serviciile de nivel N reprezintă întregul set de facilități, sau lucrări, oferite de componentele de la nivelul N nivelului imediat superior (N+1):
   □ adevărat □ fals

RĂSPUNSURI

I. Varianta de răspuns corectă:

1. b
2. a
3. d

II. Răspunsul corect:
1. adevărat
2. fals
3. adevărat

Bibliografie

1. **Parker, T**., *Teach Yourself TCP/IP in 14 Days - Second Edition*, Sams Publishing, 1996.
2. **Parker, T.**, *Linux System Administrator's Survival Guide*, Sams Publishing, 1997
3. http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito_doc/introint.htm
4. http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito_doc/osi_prot.htm