



# MODELE pentru INTERCONNECTARE

Mihai Scorțaru

**Noțiunea de rețea de calculatoare a apărut în deceniul 8 al secolului XX; dezvoltarea ulterioară a industriei calculatoarelor a dus la modificări importante ale semnificației acestei noțiuni. În acest articol vom încerca să prezentăm câteva noțiuni introductive referitoare la acest subiect.**

## Introducere

La început, prin termenul de rețea de calculatoare se înțelegea conectarea mai multor terminale la un calculator puternic. De obicei, terminalele nu aveau putere de calcul, toate operațiile fiind efectuate de către calculatorul central.

Pe măsură ce importanța stațiilor de lucru a crescut, semnificația noțiunii s-a modificat. Acum, prin rețea de calculatoare se înțelege o mulțime de stații de lucru care au, fiecare, o anumită putere de lucru și o anumită capacitate de memorare, și care sunt conectate între ele.

Principalele caracteristici ale unei rețele de calculatoare se referă la *tipul, localizarea și modul de accesare* al diverselor **resurse partajate**.

În funcție de localizarea componentelor, rețelele de calculatoare pot fi clasificate astfel:

- **rețele locale** (**LAN** - *Local Area Network*) - distanțele între stații sunt, cel mult, de ordinul kilometrilor;
- **rețele metropolitane** (**MAN** - *Metropolitan Area Network*) - distanțele între stații pot ajunge la zeci de kilometri;
- **rețele cu întindere geografică mare** (**WAN** - *Wide Area Network*) - distanțele pot fi de ordinul miilor de kilometri; suprafața acoperită de acest tip de rețele corespunde unei țări sau chiar întregului *Glob*.

## Standarde

Datorită domeniului foarte larg de utilizare al rețelilor de calculatoare apare necesitatea stabilirii unor standarde pentru construirea și funcționarea acestora. Din nefericire, problema standardizării este una foarte delicată datorită evoluției rapide înregistrate în acest domeniu. În prezent există standarde folosite doar de anumite firme care au furni-

zat produse de acest tip la nivel internațional, standarde *de facto*, care sunt folosite de producători, dar nu sunt recunoscute de organizațiile de standardizare, standarde *de jure*, care sunt elaborate de diferite organizații, dar majoritatea au o răspândire mică și tehnologii noi care se află în curs de standardizare și sunt promovate de diverse companii.

Există două mari categorii de organizații de standardizare în domeniul rețelilor de calculatoare: **grupurile** de standardizare și **forumurile** pentru dezvoltarea aplicațiilor industriale.

Cele mai importante grupuri de standardizare sunt **ITU** (*International Telecommunications Union*), **ANSI** (*American National Standards Institute*), **IEEE** (*Institute for Electrical and Electronics Engineers*), **ETSI** (*European Telecommunications Standards Institute*), **Bellcore** (*Bell Communications Research*) și **ISO/IEC** (*International Standards Organization / International Electrotechnical Commission*).

Forumurile cu o influență majoră în standardizare sunt **Frame Relay Forum**, **SMDS Interest Group**, **ATM Forum** și **Internet Engineering Task Force**.

## Comunicația datelor

Unul dintre cele mai importante concepte în domeniul rețelilor de calculatoare este reprezentat de comunicația datelor. Există trei noțiuni importante care se referă la comunicații:

- **date** - reprezintă informațiile propriu-zise;
- **semnale** - sunt purtătoarele datelor;
- **transmisii** - se referă la comunicarea datelor prin propagarea și procesarea semnalelor.



Alți doi termeni importanți sunt *analog* și *digital*. Prin combinarea termenilor se obțin câteva expresii importante:

- **date analogice** - pot avea orice valoare cuprinsă într-un anumit interval;
- **date digitale** - pot avea valori discrete cuprinse într-o mulțime finită;
- **semnale analogice** - unde electromagnetice continue;
- **semnale digitale (discrete)** - sunt secvențe de impulsuri de curent sau tensiune.

Principalele tehnici de transmitere a datelor sunt:

- **transmisia digitală a datelor digitale** - folosește tehnici de codificare a datelor;
- **transmisia digitală a datelor analogice** - semnalul analogic este aproximat printr-un semnal digital;
- **transmisia analogică** - se folosește modularea și demodularea semnalelor care reprezintă informația.

### Transmisia digitală a datelor digitale

Cea mai simplă modalitate pentru reprezentarea datelor binare este folosirea a două niveluri de tensiune. Pentru valoarea 0 se va folosi un nivel scăzut de tensiune, iar pentru valoarea 1 se va folosi un nivel ridicat. Această tehnică poartă denumirea **NRZ (Non Return to Zero)** sau **NRZ-L (Non Return to Zero Level)**.

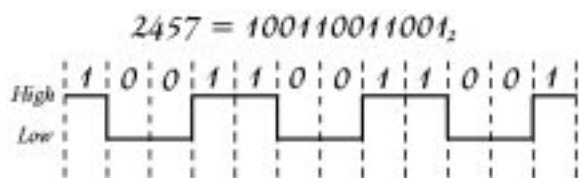


Fig. 1: Codificarea Non Return to Zero

O altă metodă de reprezentare a datelor este **NRZI (No Return to Zero, Invert on Ones)**. Valoarea 1 este codificată prin existența unei tranziții (variație de tensiune) la începutul perioadei de timp corespunzătoare unui bit, iar valoarea 0 este codificată prin inexistența acestei tranziții.

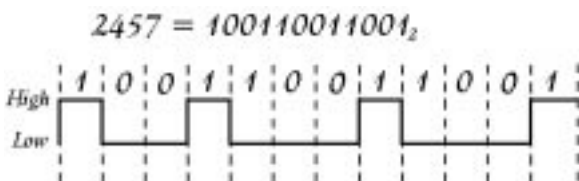


Fig. 2: Codificarea Non Return to Zero, Invert on Ones

O variantă a acestei tehnici este metoda **Manchester**. În acest caz, la mijlocul perioadei corespunzătoare unui bit, există întotdeauna o tranziție. Sensul tranziției indică valoarea corespunzătoare bitului: o creștere de tensiune corespunde valorii 0, iar o scădere de tensiune corespunde valorii 1. Tranziția de la mijlocul perioadei corespunzătoare unui bit poate fi folosită și ca semnal de ceas.

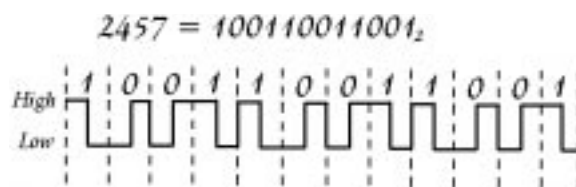


Fig. 3: Codificarea cu metoda Manchester

O combinație a tehnicilor **NRZI** și **Manchester** este metoda **Manchester diferențiat**. Tranziția de la mijlocul perioadei corespunzătoare unui bit este folosită ca semnal de ceas, iar datele sunt indicate de prezența (valoarea 0) sau lipsa (valoarea 1) unei tranziții la începutul perioadei.

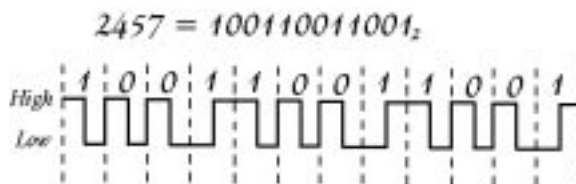


Fig. 4: Codificarea cu metoda Manchester diferențial

### Transmisia analogică a datelor digitale

Această tehnică de transmitere a datelor se bazează pe folosirea unui semnal de frecvență constantă numit purtător de date. Codificarea datelor se realizează prin modificarea unuia dintre cei trei parametri ai semnalului: amplitudine, frecvență și fază.

- codificarea prin amplitudine implică folosirea a două valori diferite pentru amplitudinea semnalului pentru cele două valori binare; tehnica este cunoscută sub denumirea **ASK (Amplitude Shift Keying)**.

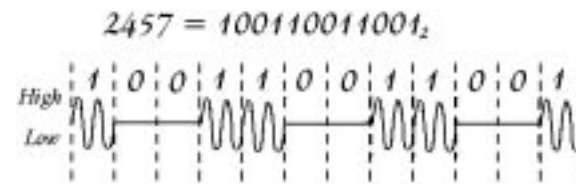


Fig. 5: Codificarea prin modelare în amplitudine

- codificarea prin frecvență implică folosirea a două valori diferite pentru frecvența semnalului pentru cele două valori binare; tehnica este cunoscută sub denumirea **FSK (Frequency Shift Keying)**.

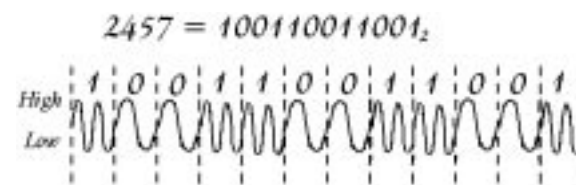


Fig. 6: Codificarea prin modelare în frecvență

- codificarea prin deplasarea fazei implică folosirea unor semnale rafală pentru cele două valori binare; valoarea 0

este codificată printr-un semnal cu aceeași fază cu semnalul anterior, iar valoarea 1 este codificată printr-un semnal cu fază opusă; tehnica este cunoscută sub denumirea **PSK (Phase Shift Keying)**.

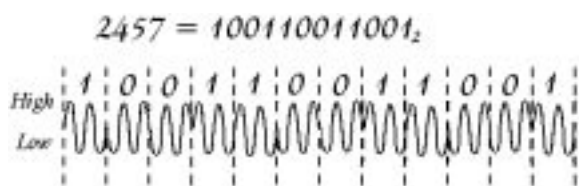


Fig. 7: Codificarea prin modelare în fază

### Transmisia digitală a datelor analogice

Modalitatea digitală de transmitere a datelor analogice se bazează pe teorema eșantionării care indică rata minimă de eșantionare a unui semnal analogic pentru ca acesta să poată fi reconstituit. Potrivit acestei teoreme, această rată este de două ori mai mare decât cea mai semnificativă frecvență a semnalului.

O variantă de codificare este dată de modularea folosind impulsuri de cod. Tehnica poartă denumirea de **PCM (Pulse Control Modulation)**.

Algoritmul de codificare constă în doi pași; inițial semnalul analogic este eșantionat cu o rată mai mare sau egală cu dublul frecvenței semnalului; eșantioanele analogice obținute sunt approximate (cuantificate) folosind una dintre valorile care pot fi reprezentate folosind numărul de biți ales pentru reprezentare.

De exemplu, în cazul unui semnal analogic care are amplitudini cuprinse între 0 și 7 volți, se pot folosi trei biți pentru reprezentare. Astfel, există opt niveluri pentru cuantificare, iar valoarea analogică este aproximată la cel mai apropiat dintre ele.

Calitatea semnalului obținut va fi cu atât mai mare cu cât crește numărul biților folosit pentru reprezentare. Totuși, creșterea numărului de biți duce la creșterea costului transmisiei.

### Interconectarea calculatoarelor

O importanță foarte mare în realizarea interconectării calculatoarelor o au canalele de comunicație. Acestea se bazează pe mediile de transmisie și sunt caracterizate cu ajutorul mai multor parametri, cum ar fi tipul legăturii sau sensul de transfer.

În funcție de tipul legăturii realizate între emițător și receptor, distingem trei categorii de canale de comunicație:

- **canale punct-la-punct:** există un singur emițător și un singur receptor;
- **canale punct-multipunct:** există un singur emițător, dar semnalele pot fi primite de mai mulți receptori;
- **canale cu difuzare (broadcast):** există mai mulți emițători și mai mulți receptori.

În funcție de sensul de transfer al informației, canalele de comunicație pot fi clasificate astfel:

- **canale simplex:** informația este transmisă într-un singur sens la un moment dat;
- **canale semi-duplex (halfduplex - HDX):** datele sunt generate de o singură stație, dar informațiile de control pot fi trimise simultan și de alte stații;
- **canale duplex (fullduplex - FDX):** stațiile pot transmite simultan informații.

O caracteristică importantă a canalelor de comunicație este viteza maximă de transfer. Aceasta depinde de frecvența maximă permisă pe acest canal și, în cazul în care canalul nu este afectat de zgomot (cazul ideal), este dată de teorema lui Nyquist:

$$v = 2 \cdot H \cdot \log_2 N,$$

unde  $H$  este banda de frecvență, iar  $N$  este numărul de niveluri folosit pentru codificarea informației.

În cazul în care pe canal pot apărea erori (cazul real) viteza este dată de teorema lui Shannon:

$$v = H \cdot \log_2(1 + S / N),$$

unde  $H$  este banda de frecvență,  $S$  este puterea semnalului util, iar  $N$  este puterea semnalului de zgomot.

Unitatea de măsură pentru viteza de transfer este **bitul pe secundă** și este notată prin **bps**. Raportul semnal/zgomot este dat, de obicei, prin relația  $20 \cdot \lg S / N$  și se măsoară în **decibeli (db)**.

### Multiplexarea datelor

În cazul în care capacitatea de transmisie a mediului de comunicație depășește necesarul de transmisie a unui singur canal, se folosește o tehnică numită multiplexare. Aceasta constă în transmiterea simultană de către mediu a mai multor semnale (corespunzătoare mai multor canale). Există două modalități de realizare a multiplexării:

- multiplexarea cu divizarea frecvenței (**FDM - Frequency-Division Multiplexing**);
- multiplexarea cu divizarea timpului (**TDM - Time-Division Multiplexing**).

Tehnica **FDM** se bazează pe faptul că gama frecvențelor disponibile depășește gama frecvențelor necesare pentru un singur semnal. Fiecare semnal folosește o anumită gamă de frecvențe; frecvențele purtătoare sunt suficient de depărtate unele de altele pentru ca frecvențele semnalelor (centrate în jurul frecvenței purtătoarelor) să nu se poată suprapune. Semnalele sursă sunt preluate de un multiplexor, sunt modulate pe o anumită gamă de frecvențe, sunt transmise, sunt preluate de un alt multiplexor și sunt demodulate și refăcute.

Tehnica **TDM** se bazează pe faptul că rata maximă de transmisie este superioară ratei de transmisie de care are nevoie un anumit canal. Din aceste motive, pe canalul de comunicație pot fi "întreșute" mai multe semnale. Semnalul nu folosește o anumită gamă de frecvențe, ci folosește pentru un timp scurt întreaga bandă. Pentru realizarea unei astfel de transmisii, semnalele sunt împărțite în mai multe componente numite **feli** sau **bucăți**. Termenul folosit în limba engleză, preluat și de limba română este **slot**.





Întreșerea *slot*-urilor se realizează la nivelul unor blocuri de octeți. Un ciclu de transmise conține câte un *slot* de la fiecare sursă și poartă denumirea de **cadru** (engl. *frame*).

Dacă durata corespunzătoare unui *slot* este fixă, atunci tehnica *TDM* este **sincronă**; în caz contrar ea este **asincronă**.

### Transmisii sincrone și asincrone

Pentru ca schimbul de informații între emițător și receptor să fie corect, este necesar ca receptorul să cunoască exact momentul în care începe primirea unui bit și durata corespunzătoare acestuia.

O modalitate de transmitere a datelor este **transmisia asincronă**, care se bazează pe trimiterea datelor sub forma unor caractere. Un **caracter** este o secvență care conține între cinci și opt biți; dacă se folosește acest tip de transmisie, fiecare caracter este precedat de un **cod de start** (semnal corespunzător valorii 0 cu o durată echivalentă cu cea a unui bit) și este urmat de un **cod de stop** (semnal corespunzător valorii 1 cu o durată ce depinde de sistem; durata poate fi echivalentă cu durata unui bit, a unui bit și jumătate sau a doi biți).

Dacă nu transmite informații, emițătorul generează în continuu coduri de stop. Receptorul identifică începerea transmisiei unui caracter atunci când apare o tranziție de la valoarea 1 la valoarea 0. Este foarte important ca receptorul să cunoască durata corespunzătoare unui bit; marja de eroare admisă este de 1%. Acest tip de transmisie se numește **asincronă** deoarece caracterele pot fi transmise independent unul de altul, cu rate diferite de transmisie.

Pentru a elimina încărcarea suplimentară a liniilor cu secvențe de start și stop, a fost introdusă transmisia sincronă. În acest caz nu se lucrează cu caractere, ci cu **blocuri** de biți. Datorită lipsei secvențelor de start și stop, este evidentă necesitatea de sincronizare între emițător și receptor. Pentru aceasta se folosește o linie de transmisie suplimentară pentru semnalul de ceas.

Un nivel suplimentar de sincronizare este necesar datorită faptului că emițătorul trebuie să determine cu exactitate începutul și sfârșitul fiecărui bloc. Din acest motiv, fiecare bloc va conține un câmp de început (numit preambul) a cărui structură este dată de un șablon și un câmp de sfârșit (numit postambul) cu o structură dată tot de un șablon. Structura care conține preambulul, informațiile propriu-zise și postambulul poartă denumirea de **cadru**.

### Modelul ISO/OSI

În anul 1977, *Organizația Internațională pentru Standardizare* a lansat proiectul *OSI* (*Open System Interconnection*). Acesta a devenit un standard care propunea un model de referință pentru interconectarea sistemelor deschise, documentul principal fiind *ISO 7498*.

Arhitectura de referință este concepută în așa fel încât să permită conectarea oricăror două sisteme prin intermediul unor interfețe referință. Prin intermediul acestora sunt realizate legăturile între sisteme. Comportarea siste-

mului se bazează pe un model de referință, un model abstract folosit pentru construirea sistemelor capabile de a comunica între ele. Modelul de referință *ISO/OSI* este unul abstract, orientat pe conexiune, sistemele fiind considerate baza comunicațiilor.

### Elementele modelului

Așa cum am spus, baza comunicațiilor este **sistemul**. Acesta constă din unul sau mai multe calculatoare, împreună cu *software*-ul aferent, terminalele, perifericele și aplicațiile aflate în execuție.

Un al doilea element important este **entitatea aplicație**. Aceasta este o componentă a unei aplicații aferentă unuia dintre nivelurile arhitecturale ale sistemului. Se poate defini cooperarea dintre entități din cadrul aceluiași nivel, din cadrul a două niveluri adiacente sau din cadrul unor niveluri pereche (același nivel în două sisteme diferite). O entitate poate fi definită ca fiind un obiect capabil de a schimba informații.

Un rol foarte important în cadrul acestui model îl are **conexiunea**, folosită pentru a realiza legăturile între entitățile cooperante.

O ultimă componentă este **mediul de interconectare** care reprezintă modelul mediului fizic folosit pentru realizarea comunicării.

### Funcții

Pentru realizarea unor sisteme distribuite (cum este cazul rețelelor de calculatoare) trebuie definite diferite funcții complexe. Modelul *ISO/OSI* privește aceste funcții ca fiind o mulțime structurată, folosindu-se în acest scop **tehnica stratificării**. Un sistem este format din subsisteme care sunt grupate pe **niveluri ierarhice** (*straturi*). Specificarea interconectărilor implică folosirea a două tipuri de relații. Prima categorie constă în relațiile definite între nivelurile pereche; ele sunt realizate *"pe orizontală"*. A doua categorie constă în relațiile definite între nivelurile adiacente; acestea sunt realizate *"pe verticală"*.

Acest model propune o arhitectură formată din șapte niveluri. Puteți vedea în figura următoare o reprezentare schematică a acesteia.

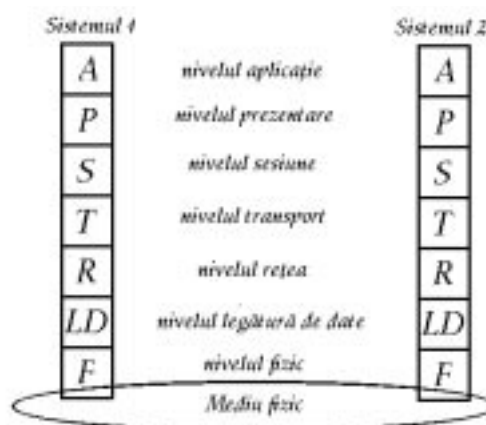


Fig. 8: Modelul arhitectural ISO/OSI



## Nivelul aplicație

Acest nivel conține programele care permit utilizatorului să folosească rețeaua. El cuprinde o serie de protocoale standard folosite pentru a rezolva problemele de incompatibilitate apărute datorită unor implementări diferite ale aceluiași tip de aplicație.

## Nivelul prezentare

Acest nivel oferă servicii de transformare asupra datelor. Se operează la nivel sintactic și semantic asupra informațiilor transmise. La acest nivel se oferă servicii de compresie și codificare a datelor.

## Nivelul sesiune

Acest nivel se ocupă cu organizarea dialogului între aplicațiile care comunică în rețea. Sunt oferite funcții pentru transferul datelor, controlul dialogului, sincronizare etc.

## Nivelul transport

Acest nivel realizează legătura între nivelurile superioare (care sunt independente de modul în care se realizează comunicația) și nivelurile superioare (care depind de tehnologia folosită pentru realizarea comunicației). La acest nivel se realizează transferul informațiilor schimbate la nivelul sesiune; principalele funcții ale acestui nivel sunt fragmentarea datelor, transferul lor la nivelul inferior și realizarea controlului erorilor și al fluxului de date.

## Nivelul rețea

Acest nivel realizează transferul datelor printr-o rețea de comunicație. Sunt formate pachetele de date care sunt dirijate în rețea; la acest nivel poate fi realizată și interconectarea rețelilor.

## Nivelul legătură de date

Acest nivel furnizează nivelului superior o linie de date fără erori de transmisie. Sunt formate unități de date numite cadre a căror trimitere este gestionată prin controlul fluxului și al erorilor.

## Nivelul fizic

Acest nivel oferă interfața fizică între echipamente și specifică regulile de transmitere a biților prin canalele de comunicație. La acest nivel sunt prezente interfețele mecanice, electrice, procedurale și funcționale care sunt folosite pentru realizarea transferului informațiilor folosind mediul de transmisie existent.

## Structura nivelurilor

Nivelurile arhitecturale ale modelului de referință ISO/OSI sunt compuse din trei categorii de elemente:

- **entitățile** sunt unitățile funcționale ale nivelului care participă la realizarea funcțiilor acestuia;
- **protocoalele** sunt folosite pentru a controla cooperarea entităților;
- serviciile descriu funcțiile nivelului.

Relațiile între niveluri sunt descrise sub forma unei cereri a unui strat inferior (**utilizator de servicii**) către stratul superior adiacent (**furnizor de servicii**). Interacțiunea dintre cele două niveluri este realizată prin intermediul unei primitive abstracte de serviciu (**ASP - Abstract Service Primitive**). O astfel de primitivă constă, din punct de vedere sintactic, din inițiala stratului OSI la care se face referire, denumirea colectivă a grupului de primitive din care face parte și numele primitivei. Pentru a nu se crea confuzii, cele trei componente pot fi separate prin delimitatori ('-' sau '.'). Un exemplu de primitivă este: T-Connect.req. Aceasta este o cerere de stabilire a conexiunii la nivelul transport.

Utilizatorii de servicii emit întotdeauna primitive de tipul *request* sau *response*, în timp ce furnizorii emit primitive de tipul *indication* sau *confirmation*.

Interfețele dintre două niveluri adiacente folosesc pentru realizarea transferului de informații așa-numitele **puncte de acces la servicii (SAP - Service Access Points)**.

Specificarea serviciilor unui nivel este dată de descrierea primitivelor aferente stratului. Această specificare este una conceptuală, ea descriind doar efectul primitivei care trebuie să fie independent de interfețele cu straturile adiacente.

Transferul datelor este realizat prin intermediul **unității de date a protocolului (PDU - Protocol Data Unit)**. Această unitate este gestionată în cadrul nivelului și este transmisă nivelului pereche. Practic, această transmisie pe orizontală este realizată printr-o serie de transmisii pe verticală. Fiecare nivel al emițătorului va adăuga la această unitate informații de control proprii. Datele ajung la nivelul fizic de unde sunt transmise către receptor sub forma unui flux de biți. În cadrul sistemului receptor, informațiile parcurg traseul de la nivelul fizic la nivelul aplicație. Fiecare nivel elimină informația de control inserată de nivelul pereche și trimite structura de date obținută către nivelul adiacent superior.

## Protocoale

Prin protocolul aferent unui strat se înțelege setul de reguli sintactice și semantice prin intermediul cărora se realizează schimbul de informații între entitățile stratului, astfel încât funcțiile aferente nivelului respectiv să poată fi realizate.

Regulile sintactice descriu formatele mesajelor prin intermediul cărora comunică entitățile. Regulile semantice prezintă conținutul care descrie funcționalitatea stratului respectiv.

Fiecare protocol este caracterizat cu ajutorul unor parametri *cantitativi* și *calitativi*.

**Parametrii cantitativi** se referă la lungimea unităților de date, dimensiunile mesajelor, cadrelor sau pachetelor, duratele fazelor de conectare, transfer de date, deconectare etc.

**Parametrii calitativi** se referă la comportarea corectă (lipsa erorilor logice sau funcționale) a protocolului.



Descrierea unui protocol implică prezentarea serviciilor furnizate straturii adiacent superior și a celor solicitate straturii adiacent inferior.

### Alte modele de referință

Înainte de elaborarea modelului *OSI* existau mai multe modele arhitecturale care erau foarte diferite unele de altele. Datorită diferențelor esențiale era greu de realizat o conectare a unor echipamente care făceau parte din familii diferite.

Cele mai răspândite modele sunt *DNA*, *SNA* și *DPA*. Acesta din urmă este cunoscut și sub denumirea *TCP/IP*, denumire care provine de la numele straturilor aflate la mijlocul ierarhiei de niveluri.

În imaginea următoare puteți vedea o prezentare comparativă a celor patru modele: *OSI*, *DNA*, *SNA* și *DPA*.

<i>OSI</i>	<i>DPA</i>	<i>SNA</i>	<i>DNA</i>
aplicație	proces	funcții	utilizator
prezentare	aplicație	gestionare	aplicații
sesiune		servicii	de rețea
transport	TCP, UDP	control	servicii
rețea	Internet	flux date	rețea
legătură de date	IP+ICMP	control	transport
	Acces la	transmisie	dirijare
	rețea LLC	control	
		cale	
fizic	fizic	legătură date	legătură date
		SDLC	DDCMP
		fizic	fizic

Fig. 9: Modelele arhitecturale *OSI*, *DPA*, *SNA* și *DNA*

### Modelul IEEE 802

În ultimii ani s-a observat o tendință de folosire a recomandărilor *OSI* pentru nivelurile superioare ale arhitecturilor. Diferențele apar, în special, la nivelul *fizic* și la nivelul *legăturii de date*. O posibilă ierarhie generală a unui model pentru rețele pune în evidență existența unui nivel fizic care cuprinde aspectele referitoare la comunicația pe un mediu fizic existent și a două subniveluri corespunzătoare nivelului legăturii de date. Primul dintre acestea este *controlul accesului la mediu* (*MAC - Medium Acces Control*) și depinde de modul de acces la mediul de transmisie. Cel de-al doilea este *controlul legăturii logice* (*LLC - Logical Level Control*) și realizează interfața cu nivelurile superioare.

#### Prezentare generală

Pentru proiectul *IEEE 802* au existat șase comitete de standardizare:

- 802.1: probleme legate de interfața cu nivelurile superioare și cu gestionarea rețelei locale;
- 802.2: definirea controlului legăturii logice;
- 802.3: elaborarea standardului *CSMA/CD* (*Carrier Sense, Multiple Access, Collision Detection*);
- 802.4: elaborarea standardului pentru rețelele *Token Bus*;
- 802.5: elaborarea standardului pentru rețelele *Token Ring*;

- 802.6: elaborarea standardului pentru rețelele metropolitane de tip *DQDB* (*Distributed Queue, Dual Bus*).

Ulterior, au apărut alte opt comitete:

- 802.7: avizarea problemelor rețelilor de bandă largă;
- 802.8: avizarea problemelor rețelilor optice;
- 802.9: grupul pentru rețele cu servicii integrate (cu integrarea datelor și a vocii);
- 802.10: securitatea rețelilor;
- 802.11: grupul pentru rețele nebazate pe fir;
- 802.12: grupul pentru rețele de mare viteză de tip *100baseVG*;
- 802.13: grupul pentru rețele de mare viteză de tip *100baseX*;
- 802.14: standardizarea transportului datelor în rețele bazate pe cablu TV tradițional.

#### IEEE 802.1

Acest comitet s-a ocupat cu standardizarea specificațiilor generale ale proiectului *IEEE 802*. Se introduce ideea ca rețelele să furnizeze o interfață unificată către nivelul rețea. Pentru aceasta, nivelul legăturii de date este împărțit în cele două subniveluri amintite anterior: subnivelul controlului legăturii logice și subnivelul controlului accesului la mediu. Primul dintre acestea realizează interfața către nivelul arhitectural superior și este descris în standardul *IEEE 802.2*.

#### IEEE 802.2

Acest comitet a stabilit standardul pentru subnivelul controlului legăturii logice (*LLC*), descriind atât serviciile furnizate de acest nivel, cât și protocolul care le implementează. Există trei tipuri de servicii:

- **LLC Type 1:** nu este bazat pe conexiune, nu folosește achitarea și este foarte rapid;
- **LLC Type 2:** este bazat pe conexiune și folosește achitarea;
- **LLC Type 3:** nu este bazat pe conexiune, dar folosește achitarea.

O rețea de calculatoare poate oferi unul sau mai multe servicii. O posibilă clasificare folosind acest criteriu ar putea fi:

- **rețea de clasa I:** servicii LLC Type 1;
- **rețea de clasa a II-a:** servicii LLC Type 1 și LLC Type 2;
- **rețea de clasa a III-a:** servicii LLC Type 1 și LLC Type 3;
- **rețea de clasa a IV-a:** servicii LLC Type 1, LLC Type 2 și LLC Type 3.

Unitatea de date *LLC-PDU* cuprinde patru câmpuri: **Adresa Destinație** (un octet), **Adresa Sursă** (un octet), **Control** (unul sau doi octeți) și **Informație** (număr variabil de octeți).

Câmpul *Control* identifică trei tipuri de unități de date:

- **I-PDU:** unități care conțin date propriu-zise;
- **S-PDU:** unități care conțin date de control;
- **U-PDU:** unități care conțin date necesare pentru inițieri sau diagnosticări.



Deoarece există o gamă diversă de protocoale care pot fi folosite la nivelurile superioare, protocolul *LLC* folosește un **punct de acces la servicii** (*SAP - Service Access Point*) numit *LLC-SPA*. Acesta apare în câmpul de adrese al unității de date *LLC-PDU* și este folosit pentru adresarea folosită de *LLC* pentru a face diferența între protocoalele de nivel superior utilizate.

### Controlul accesului la mediu

Subnivelul *MAC* este specific fiecărui tip de rețea și are funcția de gestionare a partajării mediului de transmisie între sistemele care formează rețeaua. Există mai multe metode de acces la mediu, bazate pe diferite principii.

Fiecare tip de rețea are formată propriu pentru unitățile de date ale protocolului *MAC*. Totuși, există anumite câmpuri comune; oricare *MAC-PDU* trebuie să conțină câmpurile din *DSAP*, *SSAP*, *Info* și *FCS*.

Câmpurile *DSAP* și *SSAP* indică adresa destinație și adresa sursă a transferului. Câmpul *Info* conține datele propriu-zise care trebuie transferate. Aceste date sunt cele primite de la subnivelul de control al legăturii logice, deci au formatul *LLC-PDU*. Câmpul *FCS* (*Frame Control Sequence*) conține 32 de biți și este folosit pentru controlul erorilor de transmisie.

Secvența de control este dată de polinomul generator aferent codului ciclic redundant (*CRC - Cyclic Redundancy Check*). Se pornește cu un polinom ai cărui coeficienți sunt dați de valorile biților corespunzători câmpurilor verificate. Secvența *FCS* este dată de restul împărțirii acestui polinom la un polinom standard. Standardul *IEEE 802* folosește următorul polinom:

$$CRC_{32} = X^{32} + X^{26} + X^{25} + X^{22} + X^{16} + X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^8 + X^7 + X^5 + X^4 + X^2 + X + 1.$$

### Adresarea MAC

Adresele *MAC* au o lungime de șase octeți, sunt înscrise în memoria *ROM* a plăcii de rețea și sunt stabilite la nivel mondial de către *IEEE*. Ulterior, ele pot fi modificate prin *software*, folosindu-se un *buffer* care conține noua adresă.

Primii trei octeți identifică producătorul plăcii de rețea sau organizația care a proiectat acel tip de rețea. Acest câmp poartă denumirea *OUI* (*Organization Unique Identifier*). Ceilalți trei octeți sunt compleți de producător și reprezintă un număr de ordine.

Primii doi biți transmiși (*I/G* și *U/L*) au o importanță specială.

Bitul *I/G* (*Individual/Grup*) arată tipul destinației: o singură stație (valoarea 0 - *Individual*) sau un grup de stații (valoarea 1 - *Grup*).

Bitul *U/L* (*Universal/Local*) arată dacă adresa a fost atribuită oficial de *IEEE* (valoarea 0 - *Universal*) sau a fost atribuită local (valoarea 1 - *Local*).

### Rețele locale de calculatoare

O posibilă definiție a rețelilor locale de calculatoare (*LAN - Local Area Networks*) ar putea fi următoarea:

### Definiție

O rețea locală de calculatoare este un sistem care permite unor aparate independente să comunice între ele, în cadrul unui spațiu limitat, utilizând pentru comunicație canale fizice sigure, de mare viteză.

### Aparate independente

Această noțiune indică orice aparat (sistem) care este conectat la rețea și schimbă date cu celelalte sisteme aflate în aceeași rețea.

### Zonă limitată

Acest termen indică faptul că elementele componente ale rețelei se află la o distanță relativ mică unele de altele.

### Canale sigure, de mare viteză

Dorința utilizatorilor de a avea condiții de lucru optime, implică folosirea unor medii de transmisie cu viteze cât mai mari. Acestea trebuie să aibă o calitate ridicată, ceea ce duce la o rată mică a erorilor.

### Caracteristicile LAN-urilor

Una dintre cele mai importante caracteristici a unei astfel de rețele este **flexibilitatea**. Aceasta permite utilizarea rețelei în aplicații diverse deoarece ea poate conține echipamente diverse. Un rol important îl are **siguranța**, care este dată de o tehnologie bine pusă la punct. **Modularitatea** oferă posibilitatea integrării în rețea a unor echipamente diverse; acestea sunt conectate prin intermediul unor plăci de interfațare (*NIC - Network Interface Card*). **Expandabilitatea** unei rețele se referă la faptul că se poate crește complexitatea acesteia, în funcție de necesitățile utilizatorilor. Este preferabilă interconectarea mai multor rețele în locul dezvoltării unei singure rețele cu o complexitate ridicată. Administrarea și gestionarea unei rețele locale este relativ simplă.

### Topologiile rețelilor

Noțiunea de topologie a unei rețele se referă la modul în care sunt realizate legăturile de comunicație între stațiile care formează rețeaua. Cele mai cunoscute topologii folosite sunt prezentate în figura alăturată.

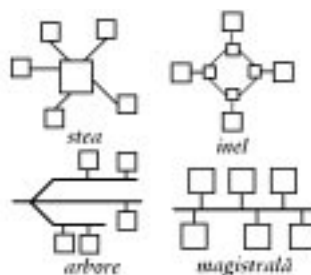


Fig. 10: Topologii de rețele locale

### În numărul următor...

Luna viitoare vom continua prezentarea rețelilor de calculatoare cu descrierea mediilor de transmisie folosite și a modalităților de cablare a unei rețele.

Mihai Scorțaru este redactor-șef adjunct al *GInfol*. Poate fi contactat prin e-mail la adresa [skortzy@yahoo.com](mailto:skortzy@yahoo.com).