

III

STANDARDE DE REȚELE LOCALE

III.1 Standarde ETHERNET. Standardul IEEE 802.3

Folosind metoda CSMA/CD de acces la mediu, având o topologie logică de tip *broadcast* și una fizică de tip "magistrală" (*bus*) sau "stea" (*star*), corporațiile Intel, Xerox și Digital au dezvoltat standardele Ethernet I, în 1981, și Ethernet II, în 1982.

Ethernet II este echivalent cu standardul IEEE 802.3 cu mici diferențe în formatul cadrului de date (Fig.III.1).

Preambul 8 octeți	Adresa destinație 6 octeți	Adresa sursă 6 octeți	Tipul protocolului 2 octeți	Câmpul de date 46 - 1500 octeți	Câmp de control a erorilor (FCS) 4 octeți
----------------------	----------------------------------	-----------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	---

a. Formatul cadrului ETHERNET II

Preambul 7 octeți	Câmp de START 1 octet	Adresa destinație 6 octeți	Adresa sursă 6 octeți	Câmp de lungime 2 octeți	Câmp de date LLC IEEE 802.2 46 - 1500 octeți	Câmp de control a erorilor (FCS) 4 octeți
----------------------	-----------------------------	----------------------------------	-----------------------------	--------------------------------	--	---

b. Formatul cadrului în standard IEEE 802.3

Fig. III.1 Încapsularea datelor în standardele Ethernet și IEEE 802.3

Cadrul de început Ethernet sau preambulul de 8 octeți are rolul de a anunța prezența datelor în rețea și de a asigura sincronizarea plăcii de rețea cu datele recepționate. Similar lucrează cei 8 octeți din preambulul și câmpul de start al cadrului IEEE 802.3.

Adresele sursă și destinație sunt adrese MAC de 6 octeți, stocate în memoria ROM a fiecărei plăci de rețea Ethernet. Primii 3 octeți sunt atribuiți de IEEE (*Institute of Electrical and Electronic Engineers*) pentru identificarea producătorului iar ceilalți 3 octeți sunt stabiliți chiar de către acesta. Astfel adresele MAC sunt unice pe întreg globul.

Tipul protocolului este precizat în cadrul Ethernet prin valori hexazecimale prestabilite de IEEE. De exemplu, 08.00H este atribuit suitei de protocoale TCP/IP iar 81.37H pentru protocolul IPX (*Internetwork Packet eXchange*).

Similar, în cadrul IEEE 802.3 în câmpul de lungime se specifică lungimea câmpului de date.

În câmpul datelor, se intercalează în antet (*header*) codul SAP (*Service Access Point*) de un octet care specifică tipul protocolului folosit la transmisie conform standardului IEEE 802.2 (NetWare 802.2). De exemplu, codul SAP pentru protocol Novell este E0H iar pentru TCP/IP este 06H. Pentru a facilita compatibilitatea tuturor protocoalelor IEEE 802, s-a introdus protocolul SNAP (*SubNetwork Access Protocol*) care impune folosirea unui antet de 5 octeți. Primii trei octeți (DSAP - *Destination SAP*; SSAP - *Source SAP*; Control) alcătuiesc **identificatorul de organizare** iar ultimii doi corespund așa-numitului câmp **EtherType** de 2 octeți, a cărui valoare precizează protocolul folosit. Astfel, TCP/IP corespunde valorii EtherType 08.00H. Identificatorul de organizare complet nul arată că este vorba de un cadru Ethernet.

Detecția erorilor de transmisie din câmpurile precedente (adrese, tip și date) se realizează pe baza unui cod ciclic (CRC - *Cyclic Redundancy Checking*), în câmpul final (FCS - *Frame Check Sequence*).

Standardele Ethernet pot fi aplicate în diverse medii fizice de transmisie rezultând mai multe variante, cu transmisie în banda de bază (BB - *BaseBand*) (Tabel III.1) sau cu modulare și demodulare, cum ar fi 10 Broad 36 la 10 Mbps, pe segmente de rețea de maximum 3600 metri.

Observație

Limitarea impusă lungimii maxime a unui **segment** de rețea (porțiunea de cablu cuprinsă între două componente sau noduri adiacente) este determinată de fenomenul de atenuare specific mediului fizic de transmisie și încărcării capacitive produse de linie. În standardul 802.3, cablul coaxial utilizat are impedanța lineică de 50 ohmi.

Standardul 10 Base-T este practic cel mai utilizat datorită avantajelor sale evidente: protocol de comunicație simplu; stațiile pot fi conectate la rețea în timpul funcționării acesteia; se utilizează cabluri pasive, fără modemuri; nu se folosește jeton de transmisie.

Arhitectura 10 Base-T admite un diametru al rețelei de 2500 m și maximum 4 repetitoare sau hub-uri între oricare două noduri terminale din rețea. Lucrând pe principiul CSMA/CD, rețeaua admite apariția coliziunilor între pachete cu înștiințarea stațiilor ale căror pachete nu au fost transmise la destinație pentru a se proceda la retransmisia lor. Fiecare stație așteaptă această posibilă notificare de coliziune pe un interval de timp corespunzător la maxim 512 biți transmiși.

Tabel III.1

Standarde Ethernet cu transmisie în banda de bază

Standard	Viteză de transmisie (Mbps)	Mediu de transmisie	Lungime maximă a segmentului (m)	Număr maxim de noduri și segmente
1Base5 (StarLAN)	1	Cablu simetric torsadat neecranat (UTP - <i>Unshielded Twisted Pair</i>) Conector RJ45	500	100
10Base2	10	Cablu coaxial subțire (RG - 8) Conector BNC	185	30
10Base5 (StarLAN10)	10	Cablu coaxial gros (RG - 58) Conector BNC	500	100
10BaseT	10	Cablu UTP Conector RJ45	100	1024
10BaseF	10	Cablu de fibră optică multimod	1000	1024

În 1995, pentru creșterea vitezei de transmisie folosind aceleași medii fizice, a apărut standardul "Ethernet rapid" (*Fast Ethernet*), echivalent cu IEEE 802.3u, notație mai puțin folosită. Acesta are la bază coduri de linie binare sau ternare (tehnici ADSL - *Asymmetrical Digital Subscriber Line*), aplicate la viteze de clock mai mari, care modelează spectrul de frecvențe al datelor și facilitează sincronizarea sistemului, astfel încât rata de transmisie crește la 100 Mbps cu menținerea lungimii maxime a segmentelor de cablu (Tabel III.2).

Standardul 100BaseTX sau 100BaseT aplică pe subnivelul MAC standardul IEEE 802.3 dar transmite de 10 ori mai rapid decât 10BaseT ceea ce determină o reducere a diametrului maxim al rețelei la 210 m. În general, plăcile de rețea 100BaseT sunt notate 10/100 Ethernet, adică pot fi utilizate la ambele valori ale vitezei de transmisie dar nu simultan. Există și echipamente de comunicații care pot lucra și la 10 Mbps, și la 100Mbps (punți, comutatoare, routere). Există

hub-uri la care pot fi conectați utilizatori dintr-o subrețea 100BaseT cu alții care lucrează în rețea 10BaseT însă apar probleme legate de eventualele erori de depășire a capacității de memorie urmate de pierderea datelor.

Tabel III.2

Standarde Fast Ethernet de 100 Mbps

Standard	Mediu de transmisie	Lungime maximă a segmentului (m)	Cod de linie	Observație
100Base-T4	CAT 3; 4; 5 UTP (8 fire)	100	Manchester (BIF-L)	Semnalizări la 25 MHz.
100Base-TX	CAT 5 UTP (4 fire) CAT 1 STP (<i>Shielded Twisted Pair</i>) (4 fire)	100	4B5B (125 Mhz)	Transmisie full duplex la 100 Mbps; half-duplex la 200 Mbps.
100Base-FX	Cablu de fibră optică multimod (2 fire)	2000	RZ	Full duplex la 100Mbps la mare distanță

Evitarea coliziunilor dintr-o rețea Ethernet 100BaseT și a întârzierilor de transmisie specifice rețelelor IBM Token-Ring, se realizează în rețelele **100BaseVG** (IEEE 802.12) echivalente cu 100BaseTX, prin modificarea metodei de acces la mediu. În loc de CSMA/CD se aplică metoda de acces la mediu la cerere, pe bază de priorități (DPMA - *Demand Priority Media Access*), prin protocolul DPP (*Demand Priority Protocol*). Accesarea se face prin apelarea succesivă a stațiilor de către hub (schema *round-robin polling*), cu posibilitatea modificării dinamice a valorilor de prioritate pentru a se evita monopolizarea rețelei de către un număr redus de terminale. Într-o rețea 100BaseVG, se pot transmite cadre în standarde diferite (802.3 sau 802.5), dar nu simultan în aceeași rețea. Pentru interconectarea a două rețele în standarde diferite sunt necesare echipamente de comunicație (routere VG) care să realizeze conversia cadrelor dintr-un standard în celălalt. Arhitectura 100BaseVG este utilă în aplicații multimedia.

Pentru creșterea numărului de utilizatori dintr-un LAN 802.3 și a vitezei de transmisie, se poate realiza o **rețea 802.3 comutată** folosind un comutator (*switch*) cu un modul de bază (*backplane*) de mare viteză (>1Gbps), care interconectează 8, 16 sau mai multe plăci de rețea, de obicei cu conexiuni 10BaseT.

În prezent, se utilizează și standardul **Gigabit Ethernet** sau **GigaEthernet**, echivalent cu IEEE 802.3z, pentru LAN cu topologie fizică 'star', logică 'bus', 1000 MBps, în variantele:

1. 1000 Base CX - LAN în cablu coaxial dual de maxim 25 de metri.
2. 1000 Base T - LAN cu CAT 5 UTP, segment de 100m.

3. 1000 Base SX - LAN, pe fibră optică multimod (830 nm), segmente de cablu de 550m.
4. 1000 Base LX - LAN fie pe fibră optică multimod, pe segmente de cel mult 550 metri lungime, fie pe fibră optică unimod cu lungime a segmentelor de până la 5 km. Transmisia se face pe lungimea de undă de 1270 nm.

III.2 Standardul IEEE 802.4. Rețea Token-Bus

Dezavantajul major al standardului 802.3 este acela că, neavând stabilite priorități, există riscul ca o stație să aștepte la infinit eliberarea liniei și să nu poată transmite date, deci cazul cel mai defavorabil este nelimitat în timp. Acest fapt este nepermis pentru aplicațiile în timp real și pentru procesele de automatizare.

S-a propus atunci folosirea unei topologii logice de tip 'inel' care limitează durata maximă a intervalului în care o stație nu poate transmite. Nu s-a adoptat topologia fizică de 'inel' deoarece există riscul blocării rețelei prin întreruperea cablului de transmisie.

Standardul IEEE 802.4 (1985), descrie un LAN cu topologie fizică "liniară" (*bus*) sau "arbore" (*tree*), topologie logică "în inel" (*logical ring*) și acces la mediu cu cerere pentru acordarea permisiunii de transmisie (metoda *Token Passing*), rețeaua fiind denumită "**token-bus**" adică LAN cu jeton pe magistrală (Fig.III.2). Ordinea numerotării stațiilor este aleatoare, acestea fiind conectate la magistrala de date (*data bus*) în rețea cu difuzare. În general, se utilizează cablu coaxial de 75 ohmi, datele fiind modulate CPFSK (*Continuous Phase Frequency Shift Keying*) sau PSK (*Phase Shift Keying*) coerent, precodat duobinar. Datele pot fi transmise la viteze de 1, 5 sau 10 Mbps.

În cazul particular prezentat în figura III.2, stația 6 nu este inclusă în inelul logic în momentul în care intră în funcțiune rețeaua.

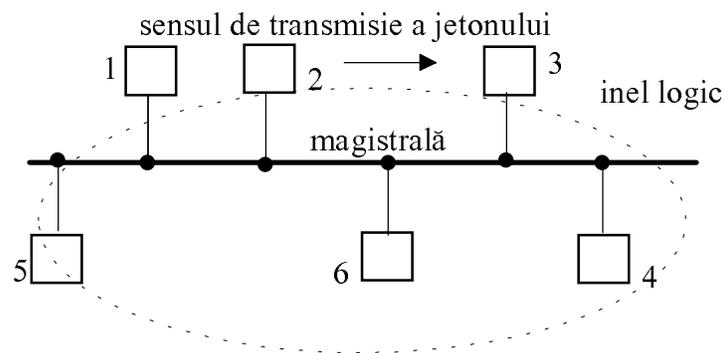


Fig.III.2 Rețea Token-bus

Protocolul MAC prevede posibilitatea includerii și excluderii stațiilor din inelul logic, prin procedeul de "învățare" (*learning*) bazat pe citirea adreselor sursă și destinație din antetele mesajelor transmise.

În fapt, inelul logic constă într-o listă de adrese pe baza cărora se acordă stațiilor permisiunea de transmisie, marcată de cadrul special denumit **jeton** (*token*).

Standardul IEEE 802.4 este mai complicat și totodată incompatibil la nivel fizic cu IEEE 802.3.

Preambul ≥ 1 octet	Câmp de start 1 octet	Câmp de control 1 octet	Adresa destinație 2 sau 6 B	Adresa sursă 2 sau 6B	Câmp de date 0 - 8182B	Sumă de control 4 octeți	Câmp de delimitare 1 octet
-----------------------	--------------------------	----------------------------	--------------------------------	--------------------------	---------------------------	-----------------------------	-------------------------------

Fig. III.3 Cadrul IEEE 802.4

Formatul cadrului în standard 802.4 este prezentat în figura III.3, cu specificarea lungimii câmpurilor componente în octeți (B - *Bytes*).

Câmpul de control diferențiază cadrele de date de cele de control. În **cadrele de date**, acesta conține fie prioritatea cadrului cu valori de 0 (prioritate minimă), 2, 4 sau 6 (prioritate maximă), fie indicatorul privind recepția corectă sau incorectă a datelor. În **cadrele de control**, acest câmp specifică tipul cadrului (Tabel III.3). Spre deosebire de IEEE 802.4, în standardul IEEE 802.3 nu există cadre de control.

Observație

Nu este exclusă varianta jetoanelor multiple. Pentru evitarea coliziunilor, dacă o stație sesizează că și altă stație deține jetonul, atunci renunță la propriul jeton. Dacă, accidental, nu mai există nici un jeton, se va reinițializa inelul logic (vezi Anexa A). Acest principiu de soluționare a coliziunilor se aplică și în sistemele *wireless*, cu transmisie radio.

Avantajele acestui standard constau în:

- ◆ utilizarea cablurilor de înaltă fiabilitate;
- ◆ dispune de un sistem de priorități;
- ◆ garantează utilizarea fracțiunii alocate de bandă pentru prioritățile mari (de exemplu, voce digitizată);
- ◆ poate suporta mai multe canale pe cabluri de bandă largă cu transmisie TDM (*Time Division Multiplexing*).

Tabel III.3

Câmpul de control din cadrul de control IEEE 802.4

Valoarea înscrisă în câmpul de control	Procedura efectuată	
	Denumire	Semnificație
00H	<i>Claim_token</i>	Se cere jetonul pentru inițializarea inelului logic.
01H	<i>Solicit_succesor_1</i>	Deținătorul jetonului permite altor stații să intre în inel.
02H	<i>Solicit_succesor_2</i>	Dacă nu se identifică primul succesor, deținătorul jetonului rulează protocolul standard de tratare a conflictelor pentru a reface inelul.
03H	<i>Who_follows</i>	Dacă succesorul nu este activ, se caută un nou succesor, pentru a elimina stația căzută din inel
04H	<i>Resolve_contention</i>	Deținătorul jetonului rulează un algoritm de arbitraj în cazul unui conflict în rețea.
08H	<i>Token</i>	Se transmite jetonul stației cu adresa specificată în cadru.
0AH	<i>Set_succesor</i>	În momentul ieșirii din inel, o stație C cu predecesorul P și succesorul S, transmite lui P adresa noului său succesor, S.

Totuși acest standard complex are și o serie de **dezavantaje**:

- ◆ nu poate fi implementat pe fibră optică;
- ◆ necesită modemi și amplificatoare de bandă largă;
- ◆ întârzierile de transmisie pot fi relativ mari.

III.3 Standardul IEEE 802.5. Rețea Token-Ring

Spre deosebire de IEEE 802.3, standardul IEEE 802.5, adoptat în 1985, nu specifică viteza de transmisie a datelor. Având o topologie logică secvențială ("în inel"), una fizică tradițională de tip "inel" (*ring*), dar mai folosită fiind cea de tip "stea" (*star*), cu acces la mediu prin metoda jetonului (*token passing*), arhitectura de rețea propusă de IBM și denumită **Token-Ring** poate lucra la viteze de 1, 4 sau 16 Mbps, pe cablu simetric torsadat (Fig.III.4), cu formatul cadrului transmis stabilit de standardul IEEE 802.5 (Fig.III.5).

Pentru a se evita situațiile de întrerupere a inelului și de blocare totală a rețelei, toate stațiile pot fi conectate prin relee, la un **centru de cablare** (*wiring center*), în topologie fizică de tip 'stea', rezultând un **inel cu configurație de stea** (*star-shaped ring* sau *star-ring*).

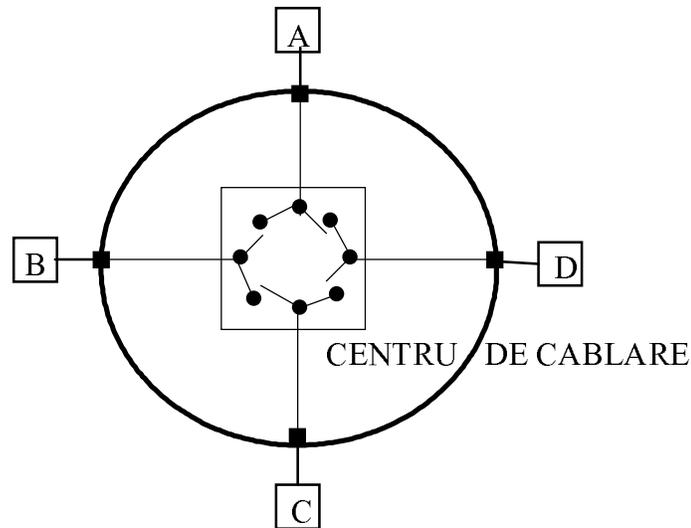


Fig. III.4 Rețea Token-Ring cu centru de cablare

Supravegherea funcționării inelului fizic se face printr-o **stație de monitorizare** (*monitor station*) care de fapt, poate fi oricare stație din rețea.

SD	AC	FC	Adresa destinației	Adresa sursei	Câmp de date (nelimitat)	Sumă de control	ED
1B	1B	1B	6 B	6B		4B	1B

Fig. III.5 Cadrul IEEE 802.5

Semnificațiile notațiilor folosite în cadrul IEEE 802.5 sunt următoarele:

SD - <i>Starting Delimiter</i>	Delimitator de început de cadru
AC - <i>Access Control</i>	Controlul accesului
FC - <i>Frame Control</i>	Specifică tipul cadrului (de date sau de control)
ED - <i>Ending Delimiter</i>	Delimitator de sfârșit de cadru
FS - <i>Frame Status</i>	Octet de stare a cadrului, specificată prin biții A și C: A=0; C=0: destinația nu este găsită; A=1; C=0: destinația există, dar nu acceptă cadrul; A=1; C=1: destinația există și copie cadrul.

Jetonul este un cadru format din trei octeți: SD, AC și ED. Jetonul circulă permanent în rețea până ce este preluat de una din stații care va transmite cadre de date. Durata maximă alocată pentru transmisia și păstrarea jetonului (*token-holding time*) este tipic de 10 msec, ceea ce corespunde unei lungimi de cadru de 5000 de octeți, la viteza de transmisie de 4 Mbps.

Octetul AC conține un câmp care precizează prioritatea jetonului. Pentru transmisia unui cadru cu gradul de prioritate n se așteaptă apariția unui jeton de prioritate mai mică sau egală cu n .

Jetonul poate fi rezervat pentru următoarea transmisie de stațiile cu prioritate egală sau mai mare decât n . Se observă posibilitatea creșterii nelimitate a priorității ceea ce ar conduce la netransmisia cadrelor de prioritate inferioară. De aceea, stația care crește prioritatea jetonului la un anumit moment, este obligată să o scadă după ce termină transmisia.

Cadrul de control 802.5 conține un **câmp de control** care specifică procedura ce trebuie efectuată (Tabel III.4).

Tabel III.4

Câmpul de control în cadrul de control IEEE 802.5

Valoarea înscrisă în câmpul de control	Procedura efectuată	
	Denumire	Semnificație
00H	<i>Duplicate Address Test</i>	Testează adresele stațiilor pentru a sesiza posibila lor coincidență.
02H	<i>Beacon (Baliză)</i>	Localizează întreruperile din inel.
03H	<i>Claim_token</i>	Stația cere jetonul pentru a deveni 'monitor'.
04H	<i>Purge</i>	Elimină cadrele care se propagă la infinit.
05H	<i>Active monitor present</i>	Cadru emis periodic de stația 'monitor'.
06H	<i>Standby monitor present</i>	Cadru emis de o stație care poate deveni stație 'monitor'.

O chestiune specifică rețelelor 'în inel' o constituie **lungimea fizică minimă a inelului** (L_{min}) care se determină ca produsul dintre **viteza de propagare** (v) specifică mediului (circa 59% din viteza luminii c pentru cablu cu conductor metalic, până la 98% din c pe fibră optică multi-mod, cu miez de sticlă) și **durata jetonului** (t) de 3 octeți, dedusă în funcție de rata de transmisie a datelor.

Exemplu: Într-o rețea **Token-Ring** implementată cu cablu UTP, la viteza de 1 Mbps:

$$L_{min} = t \cdot v = 24 \cdot \frac{1}{10^6} \cdot 0,59 \cdot 3 \cdot 10^8 = 4248 \text{ m}$$

Prin conexiunile PP, standardul 802.5 utilizează tehnologii simple, digitale și orice mediu de transmisie. Prin utilizarea centrelor de cablaj, se detectează și se elimină automat blocajele cauzate de defecțiunile de cablu. Dezavantajul major este dat de costul ridicat al plăcilor de rețea utilizate pentru acest standard.

Alegerea unui anumit standard 802 pentru o rețea locală depinde de mai mulți factori: performanțe, costuri și condiții locale privind instalarea.

Interconectarea rețelelor locale cu standarde 802 diferite, incompatibile, constituie o problemă rezolvată prin utilizarea așa-numitelor **punți transparente** (*promiscuous bridge*) denumite și **punți cu arbore de acoperire** adiacent tuturor LAN-urilor sau a **punților cu dirijare de la sursă** (*source routing*).

Incompatibilitatea standardelor IEEE 802.x derivă printre altele din lungimea diferită a cadrelor, din existența sau nu a gradelor de prioritați precum și din modul de numerotare a biților dintr-un octet. În standardul IEEE 802.3, cel mai semnificativ bit (MSB - *Most Significant Bit*) al octetului este primul bit din stânga, în timp ce în standardul 802.5 este primul din dreapta. Translarea cadrelor dintr-un standard în altul va impune inversarea ordinii biților din fiecare octet (*Bit-Order Reversal*).

Pentru a transmite pachete între LAN-uri de tip 802.x, puntea va realiza mai multe operațiuni de modificare a formatului cadrelor (Tabel III.5).

Tabel III.5

Operații necesare pentru interconectarea a două LAN-uri

în standarde 802.n (n=3; 4; 5)

		LAN destinație		
		802.3 (CSMA/CD)	802.4 (Token-Bus)	802.5 (Token-Ring)
LAN sursă	802.3	-	b; f; g.	b; c; f; g; i;
	802.4	a; b; c; e; g; j.	j	a; b; c; g; i; j; p.
	802.5	a; b; d; e; g; i; s.	b; d; g; i; p; s.	d; s.

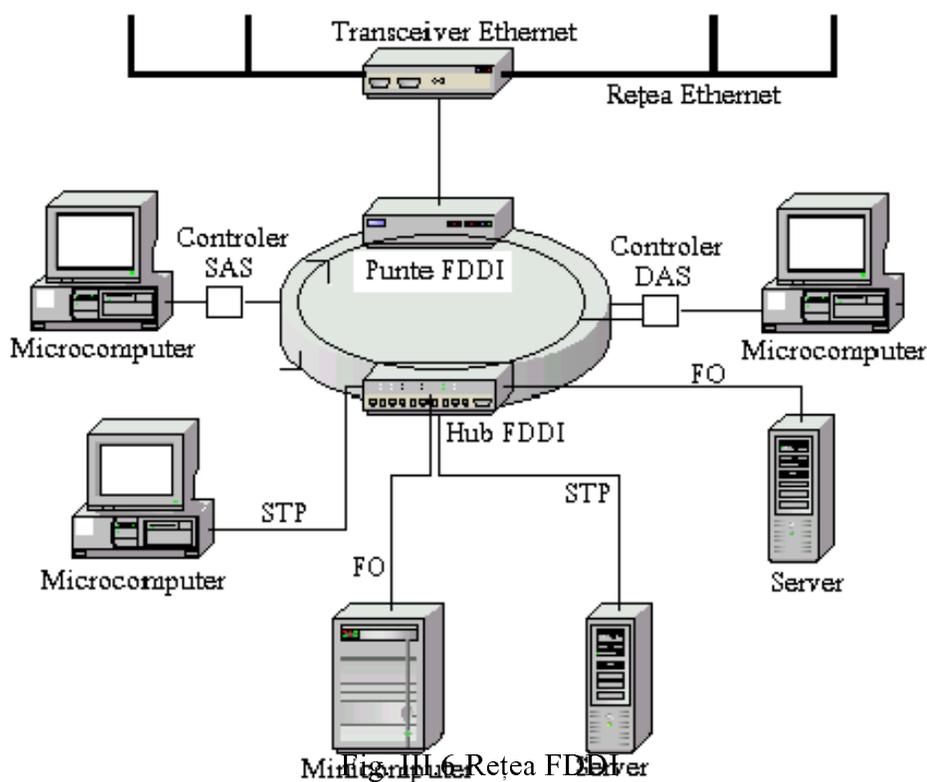
Notatii:

- a - alertarea destinației de apariția unui cadru prea lung;
- b - recalcularea sumei de control (*checksum*);
- c - soluționarea congestiilor;
- d - drenarea inelului, prin eliminarea cadrelor neexpediate în timp util;
- e - eliminarea prioritații;
- f - generarea prioritații fictive;
- g - reformatarea cadrului;
- i - inversarea ordinii biților;
- j - transferarea jetonului;
- p - copierea prioritații;
- s - setarea biților A și C din octetul de stare.

III.4 FDDI

Arhitectura de rețea FDDI (*Fiber Distributed Data Interface*) a fost standardizată de ANSI (*American National Standards Institute*) în 1984 (ISO 9314).

Metoda de acces la mediu este cea cu jeton modificată (*modified token-passing*), topologia logică este secvențială iar fizic rețeaua constă din două inele separate cu sensuri inverse de transmisie (Fig. III.6). Aceasta este de fapt o rețea Token-Ring implementată cu fibră optică multimod (MMF - *MultiMode Fiber*), lucrând la viteza de 100 Mbps, pe distanțe de cel mult 200 km, cu maximum 500 de stații și segmente de cablu de maximum 2 km lungime.



Redundanța inelului dual permite continuarea funcționării rețelei chiar dacă unul din inele se întrerupe temporar. Dacă accidental ambele inele se întrerup în același loc, prin interconectarea lor se poate forma un inel unic cu lungimea dublă față de cea a inelelor inițiale.

Un terminal de date poate fi conectat la un singur inel (SAS - *Single-Attachement Station*) sau la ambele inele (DAS - *Dual-Attachement Station*).

Cadrele de date uzuale, având formatul asemănător cu cel din standardul 802.5, se transmit la cerere, în mod asincron.

FDDI permite transmisia unor cadre speciale sincrone în sistem SDH (*Synchronous Digital Hierarchy*). La fiecare 125 μ sec se transmite un cadru sincron care conține până la 96 de canale primare de 64 kbps, adică include fie patru canale T1 (24 de căi primare) de 1,544 Mbps, fie trei canale E1 (32 de căi) de 2,048 Mbps.

Astfel, 16 cadre sincrone transmise la fiecare 125 μ sec vor include 1536 canale PCM și vor utiliza 98,304 Mbps din cei 100 Mbps disponibili în rețeaua FDDI. În general, restul de bandă neutilizată pentru transmisii sincrone se alocă la cerere, pe baza unui sistem de priorități, pentru transmisiile asincrone.

Rețeaua este imună la interferențe electromagnetice (EMI- *ElectroMagnetic Interference*) și radio (RFI - *Radio Frequency Interference*), fiind mai sigure comparativ cu rețelele radio sau cele cu conductor metalic.

Un LAN FDDI poate fi interconectat ușor cu o rețea Ethernet printr-o punte specială. De asemenea, prin FDDI se pot transmite cadre ISDN (*Integrated Services Digital Network*) de date și voce, standardizate de CCITT (*International Consultative Committee for Telegraphy and Telephony*).

Lățimea de bandă mare, stabilitatea și redundanța oferite de rețeaua FDDI sunt avantaje incontestabile astfel încât aceasta poate fi utilizată ca o 'coloană vertebrală' (*backbone*) de interconectare a mai multor LAN-uri (Ethernet, Token-Bus sau Token-Ring). De asemenea, folosind concentratoare (*hub-uri*) FDDI, se pot grupa mai multe calculatoare (maxim 20) care să dispună fiecare de o lățime de bandă mult mai mare decât în rețelele cu conductor metalic. O altă variantă de utilizare a arhitecturii și tehnologiei FDDI ar fi interconectarea rețelelor Ethernet cu servere și terminale care necesită lățimi mai mari de bandă (aplicații multimedia, transmisii în timp real etc).

Echipamentele pentru FDDI au costuri relativ mari astfel că în unele aplicații, care necesită viteze de 100 Mbps, se preferă utilizarea rețelelor Ethernet rapide.

Rețelele FDDI sunt mult prea complicate, cu multe echipamente de comunicații (repetoare, concentratoare, punți, routere) iar administrarea lor este dificilă.

Reducerea costurilor este posibilă prin utilizarea în locul fibrelor optice a conductoarelor din cupru ceea ce determină reducerea lungimii maxime admise a segmentelor de rețea de la 2 km la 100 m, la viteze de 100 Mbps. Se obține așa-numita interfață de date CDDI (*Copper Distributed Data Interface*) care respectă standardele ANSI referitoare la FDDI, cu excepția mediului fizic de transmisie și a limitărilor impuse de acesta.

Este dificil de declarat care este cea mai bună arhitectură de rețea pentru o anumită aplicație. Doar printr-o analiză pe baza modelului sus-jos (*top-down*) se poate decide care este arhitectura optimă de rețea într-un caz specific.

III.5 ISO-ETHERNET

Pentru aplicații care trebuie să ruleze în timp real (voce, video, multimedia), o alternativă la 100BaseVG o constituie arhitectura de rețea **Iso-Ethernet** (*Isochronous Ethernet Integrated Services*), descrisă în standardul IEEE 802.9.

Deși nu lucrează la viteze la fel de mari (100 Mbps) ca 100BaseVG, Iso-Ethernet are avantajul că, similar cu standardele ISDN (*Integrated Services Digital Network*) definite pentru rețele de arie largă (WAN), acesta oferă într-o bandă de 16,144 Mbps, o combinație dinamică de servicii specifice:

- un **canal P ISDN** de 10 Mbps pentru trafic Ethernet, compatibil cu 10BaseT.

- un **canal C ISDN** de 6,144 Mbps pentru aplicații în timp real, divizat în maximum 96 de **canale B ISDN** de 64 kbps pentru transmisii multimedia și eventual un **canal D ISDN** de 16 kbps utilizat pentru semnalizări, controlul comutării, transfer de pachete la viteze mici.

Canalul C utilizează același semnal de tact de 8 kHz ca cel folosit în aplicațiile ISDN comerciale în rețelele de arie largă, pentru transmisii la mare distanță. De aici, provine și termenul de **Isochronous** (**Iso** = același; **chronous** = clock).

Într-o rețea Iso-Ethernet, se utilizează pentru interconectarea echipamentelor câte două perechi de cabluri torsadate ecranate (Cat 3/5 STP).

Rețelele Iso-Ethernet au trei moduri specifice de operare:

1. Modul **10BaseT** utilizează doar canalul P pentru conexiuni Ethernet.
2. Modul de **servicii multiple** folosește canalele P și C pentru transmisii video și multimedia.
3. Modul **isocron** împarte banda de 16,144 Mbps în 248 de canale PCM primare de 64 kbps pe care se transmite în timp real semnal vocal sau video.

Includerea rețelei Iso-Ethernet într-o rețea ISDN se face prin intermediul unui hub specializat denumit **unitate de atașare** (AU - *Attachment Unit*) prevăzut cu un port (interfață) de conectare la WAN-ul ISDN.

Un terminal prevăzut cu o placă de rețea (NIC) pentru Iso-Ethernet se numește **echipament terminal cu servicii integrate** (ISTE - *Integrated Services Terminal Equipment*).

Nu toate plăcile de rețea și hub-urile Ethernet trebuie înlocuite pentru trafic isocron, numai cele ale terminalelor care necesită transmisii speciale în timp real (voce, video, multimedia). Orice AU este prevăzută și cu porturi Ethernet pentru conexiuni clasice 10 Base T.

Distanța între interfața WAN și orice terminal din rețeaua locală Iso-Ethernet este de maximum 100 metri.

III.6 STANDARDUL IEEE 802.11. REȚEA WLAN

Transmisia prin undă radio, în spațiu liber, fără fir, este avantajoasă în multe situații în care nu este instalată o rețea de comunicații 'cu fir' sau când între utilizatori distanțele sunt mari și/sau relieful este accidentat. De asemenea, necesitatea asigurării comunicațiilor mobile la nivelul diverselor vehicule (autovehicule, avioane, vapoare) aflate în mișcare, a impus dezvoltarea unui standard pentru rețelele de comunicații 'fără fir' (*wireless*).

Rețelele locale fără fir (WLAN - *Wireless Local Area Network*) sunt descrise în standardul IEEE 802.11.

Transmisia informației digitizate se face prin spațiul liber, prin așa-numitul mediu fizic 'fără fir' (WM - *Wireless Medium*), prin intermediul echipamentelor radio de emisie/recepție și a radioreleelor digitale, precum și a unor echipamente de comunicații specializate (modemuri și routere pentru transmisii radio).

WM este un canal de comunicații cu acces multiplu, pentru care modul de acces la mediu se bazează pe metoda CSMA/CA pentru evitarea coliziunilor. Spre deosebire de metoda CSMA/CD care prevedea testarea mediului fizic înaintea transmisiei, în comunicațiile fără fir este posibil ca o stație să nu detecteze transmisia efectuată de o altă stație din rețea și nici apariția unei coliziuni.

Se aplică două procedee pentru determinarea stării de "liber" sau "ocupat" a mediului de transmisie:

1. **Detecția fizică de purtătoare** (semnal purtător modulat sau nemodulat; semnale de control: RTS - *Request to Send*, CTS - *Clear to Send*). Detecția de semnal se efectuează la nivelul fizic al fiecărui echipament terminal din rețea.

2. **Detecția virtuală a purtătoarei** bazată pe un algoritm de predicție a traficului în rețea, rulat pentru generarea **vectorului de alocare a rețelei** (NAV - *Network Allocation Vector*).

Mediul se consideră "liber" dacă nu se detectează nici un semnal și NAV = 0.

Pentru evitarea pierderii informațiilor în cazul apariției unor coliziuni nedepistate, este necesară confirmarea recepției corecte a cadrelor de către stația de destinație (ACK - *Acknowledge*).

Transmisia efectivă a datelor este precedată de operații de testare a mediului, sincronizare și autentificare.

Standardul **IEEE 802.11** prevede ca transmisia la distanță să se efectueze fie prin undă **radio**, cu extensie de spectru cu salturi de frecvență (FHSS - *Frequency Hopping Spread Spectrum*) sau cu secvență directă (DSSS - *Direct Sequence Spread Spectrum*), fie în **infraroșu** (IR - *InfraRed*), la viteze de transmisie de ordinul 1, 2, 3 Mbps în banda de 2,4 GHz.

Varianta **IEEE 802.11a** descrie rețelele locale de comunicație cu transmisie radio în banda de 5 GHz, la viteze cuprinse între 6 și 54 Mbps, folosind tehnica OFDM (*Orthogonal Frequency Duplexing Method*).

Varianta **IEEE 802.11b** se referă la rețelele de comunicații digitale 'fără fir', cu transmisie în banda de 2,4 GHz, cu viteze de 5,5 Mbps (duplex) și 11 Mbps (semi-duplex), cu salturi de frecvență (FHSS).

Rețelele de comunicație 'fără fir' pot fi interconectate cu cele cu transmisie pe cablu.

În general, stațiile de lucru sunt grupate în **celule**, delimitate spațial sau geografic, în funcție de aria de acoperire (BSA - *Basic Service Area*) a echipamentelor radio de emisie/recepție (Fig. III.7). Totalitatea terminalelor dintr-o celulă reprezintă **setul de bază** (BSS - *Basic Service Set*).

Fiecare stație sau rețea locală fixă inclusă într-o celulă WLAN trebuie să dispună de un **adaptor** (STA - *Station Adapter*) care să realizeze comunicația radio.

Accesul din exterior la o celulă se face la nivelul **punctului de acces** (AP - *Access Point*), adică al hub-ului radio (*wireless*).

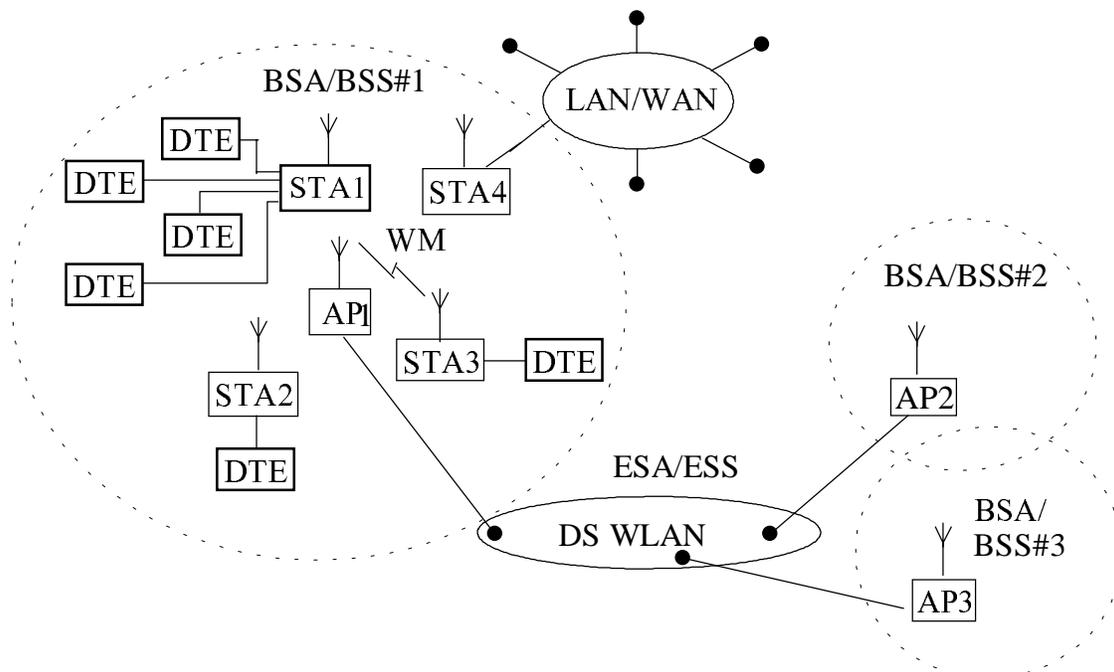


Fig.III.7 Arhitectură WLAN

Există posibilitatea formării unei rețele WLAN ad-hoc, fără AP, cu echipamente portabile care alcătuiesc un set independent de stații (IBSS - *Independent BSS*). Comunicațiile între celulele aceluiași sistem se realizează prin intermediul **sistemului de distribuție** (DS - *Distribution System*).

Celulele pot fi fie disjuncte, fie suprapuse parțial sau total. Pentru un sistem cu mai multe celule se definește aria extinsă de acoperire (ESA - *Extended Service Area*), care include setul extins de stații terminale (ESS - *Extended Service Set*).

O modalitate aparte de comunicații de date 'fără fir' este oferită de sistemele de telefonie mobilă, cu separarea celulelor adiacente în frecvență, ceea ce elimină problemele generate de interferențe nedorite și coliziuni.

Toate sistemele de comunicații prin undă radio, indiferent de aplicație (transmisii de date, voce, semnal audio-video), sunt afectate de fenomenul de fading cauzat de propagarea semnalului pe căi multiple și interferențele dintre semnalul util și replicile reflectate de obstacole fixe sau mobile ale acestuia, fiind necesară utilizarea unor tehnici de codare performante pentru detecția și corecția erorilor de transmisie.

III.7 ANALIZA STANDARDELOR LAN PE BAZA MODELULUI OSI

În figura III.8, se observă pe ce nivele ale modelului OSI lucrează câteva din standardele elaborate pentru rețelele locale de calculatoare, precum și unele protocoale din suitele TCP/IP și IPX/SPX. Nivelele OSI superioare sunt implementate software.

4	NIVEL TRANSPORT		TCP, SPX						
3	NIVEL REȚEA		IP, IPX						
2	LEGĂTURĂ DE DATE	LLC	IEEE 802.2						
		MAC	IEEE 802.3 ETHERNET FAST ETHERNET	IEEE 802.4 TOKEN BUS	IEEE 802.5 TOKEN RING	IEEE 802.9 ISO ETHERNET	IEEE 802.11 WLAN	IEEE 802.12 100 BASE VG	ISO 9314 FDDI
1	NIVEL FIZIC								

Fig. III.8 Standarde și protocoale de comunicații pentru LAN