

II

STANDARDIZAREA REȚELELOR DE CALCULATOARE

II.1 IEEE 802.3:

ETHERNET, FAST ETHERNET, GIGA ETHERNET

Pe baza metodei CSMA/CD de acces la mediu, cu 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.

Algoritmul CSMA/CD presupune că nodurile rețelei sunt într-o permanentă concurență pentru obținerea dreptului de utilizare a mediului fizic de transmisie. Nodul care ocupă rețeaua la un anumit moment transmite un singur pachet după care este obligat să elibereze canalul. În timp ce unul dintre noduri transmite, toate celelalte sunt în așteptare. Dacă mai multe noduri încearcă să transmită simultan, atunci apare o coliziune între pachete.

În figura II.1 sunt reprezentate grafic două situații specifice, într-o topologie fizică de tip 'magistrală' (*bus*).

Nodurile notate T sunt în starea de transmisie, iar cele notate R recepționează date.

În primul caz (Fig. II.1 - a), un singur nod transmite către toate celelalte noduri ale rețelei (*broadcast*).

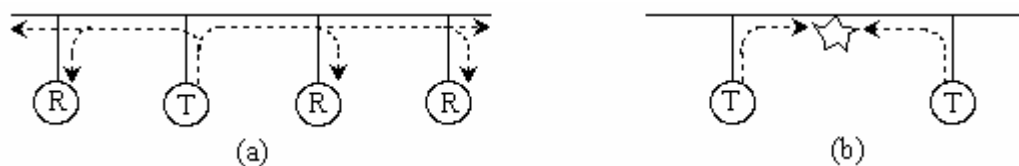


Fig. II.1 (a) Transmisie de tip broadcast; (b) Coliziune în rețea

În cel de al doilea caz (Fig. II.1 - b), se observă apariția unei coliziuni cauzată de transmisii simultane efectuate de două noduri din rețea. Semnalele transmise interferă ceea ce conduce la distorsionarea lor și imposibilitatea recuperării datelor, adică pierderea mesajelor.

În această situație, fiecare nod își oprește procesul de transmisie și trece într-o stare de inactivitate (*back-off*), cu durata stabilită pe baza unui generator de secvență aleatoare (*jamming*). Este important ca duratele acestei stări, pentru nodurile implicate în coliziune să aibă durate diferite astfel încât nodurile să nu încerce retransmisia simultan, ceea ce ar conduce la apariția unei noi coliziuni și eventual propagarea fenomenului la infinit. Durata acestei stări poate fi stabilită proporțional cu adresa nodului ceea ce elimină riscul repetării coliziunii, dar introduce o anumită ierarhie de priorități în rețea, întrucât întotdeauna nodul cu adresă de valoare mai mică va ocupa mai repede canalul de comunicație și va transmite datele înaintea unui nod cu o adresă de valoare mai mare.

Schema de aplicare a metodei CSMA/CD rulează în fiecare nod la nivelul legăturii de date, pe baza diagramei de stări prezentate în figura II.2.

La punerea în funcțiune sau după resetarea nodului, acesta se află în **starea inițială** de testare sau "ascultare" a mediului de transmisie.

Dacă are de transmis date, atunci nodul trece în **starea de așteptare** până când se eliberează canalul și începe **transmisia**. Aceasta poate să decurgă normal, caz în care după finalizarea transmisiei nodul revine în starea inițială, sau este posibil să apară o coliziune ceea ce determină oprirea procesului de transmisie și obligarea nodului la **inactivitate** pentru o anumită perioadă de timp, după care intră din nou în starea de așteptare pentru a retransmite cadrul.

Din starea inițială, este posibil ca un cadru transmis să fie destinat nodului, adică în câmpul adresei de destinație să apară chiar adresa nodului respectiv (MID - "*My Identifier*").

Alte noduri ignoră cadrul respectiv dar nodul cărui îi este adresat îl acceptă și începe recepția. Dacă aceasta decurge normal, la final nodul va reveni în starea inițială.

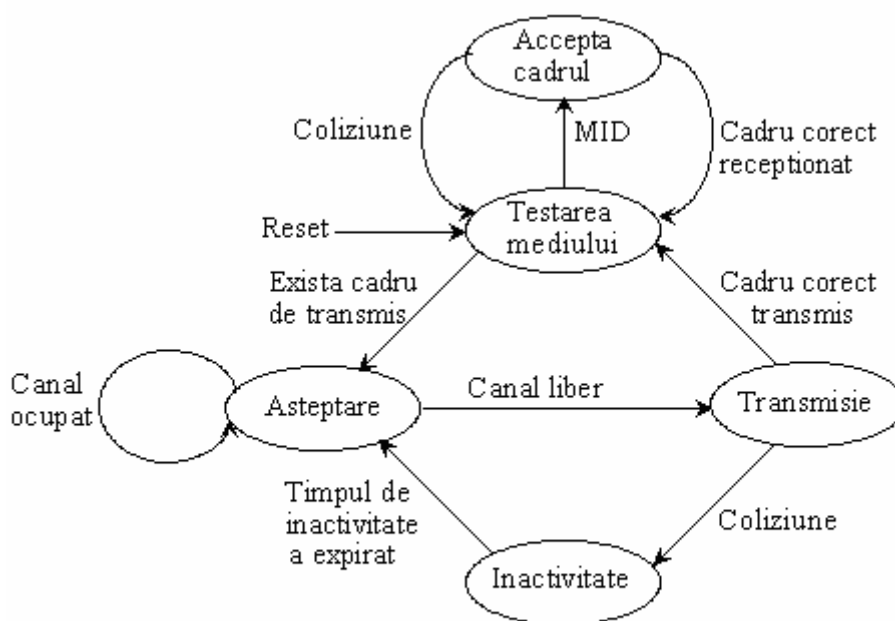


Fig.II.2 Algoritm CSMA/CD

Dacă apar coliziuni pe durata recepției, nu se confirmă recepția cadrului (NAK - *Not Acknowledge*) și nodul trece în starea de ascultare a canalului. Nodul-sursă va retransmite cadrul respectiv.

Standardul **Ethernet II** este echivalent cu standardul IEEE 802.3 cu mici diferențe în formatul cadrului de date (Fig.II.3).

Preambul	Adresa destinației	Adresa sursei	Tipul protocolului	Campul de date	Camp de control al erorilor (FCS)
8 B	6 B	6 B	2 B	46 - 1500 B	4 B

a. Formatul cadrului ETHERNET II

Preambul	Camp de START	Adresa destinației	Adresa sursei	Camp de lungime	Camp de date LLC IEEE 802.2	Camp de control al erorilor (FCS)
7 B	1 B	6 B	6 B	2 B	46 - 1500 B	4 B

b. Formatul cadrului în standard IEEE 802.3

Fig. II.3 Încapsularea datelor în standardele Ethernet și IEEE 802.3

Câmpul 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, mai precis a circuitelor de semnalizare (PLS – *Physical Layer Signaling*), cu datele recepționate.

Similar lucrează cei 7 octeți (B) din preambulul cadrului IEEE 802.3, împreună cu octetul din câmpul de start îndeplinesc același rol.

Câmpul de start (SFD – *Start Frame Delimiter*) conține secvența 1010 1011 și indică începutul cadrului, mai precis al informațiilor conținute de acesta.

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 pentru fiecare produs în parte. Astfel, adresele MAC sunt unice pe întreg mapamondul. Adresa MAC mai este numită adresă fizică sau adresă Ethernet.

Câmpul adresei de destinație (DA – *Destination Address*) precizează stațiile către care se dorește transmiterea cadrului. Poate fi o adresă individuală sau de grup (multicast sau broadcast).

Câmpul adresei sursei (SA – *Source Address*) precizează stația care furnizează cadrul. Câmpul SA nu este interpretat de subnivelul MAC CSMA/CD.

Orice adresă din cadrul Ethernet este specificată pe 48 de biți, fiecare cu o anumită semnificație.

Primul bit transmis este cel mai puțin semnificativ (LSB – *Least Significant Bit*) și este folosit în câmpul DA ca un bit ce desemnează dacă adresa destinației este o adresă individuală sau un grup de adrese (I/G – *Individual/Group*). Valoarea 1 a acestui bit va indica faptul că în câmpul DA apare o adresă de grup, ce identifică una, mai multe sau niciuna din stațiile conectate la rețeaua locală.

În câmpul SA primul bit este inversat față de primul din câmpul DA, fiind setat 0.

Al doilea bit U/L (*Universal/Local*) dintr-un câmp de adresă va fi folosit pentru a face distincția între adresele administrate local sau global. Pentru adresele administrate global bitul este setat la 0. Dacă o adresă este atribuită local valoarea bitului U/L este 1:

Structura câmpului unei adrese MAC este prezentată mai jos :

I/G	U/L	46 biti adresa
-----	-----	----------------

I/G=0 Adresă individuală

I/G=1 Adresă de grup

U/L=0 Adresă administrată global

U/L=1 Adresă administrată local

Toți biții de 1 din câmpul DA reprezintă o adresă de broadcast, corespunzătoare întregului set de stații din rețea. Toate stațiile trebuie să aibă capacitatea de a recunoaște adresa de broadcast.

Câmpurile de adresă din cadrul Ethernet sunt urmate de un câmp de doi octeți, cu două semnificații posibile, în funcție de valoarea conținută:

- **Tipul protocolului** (pentru valori mai mari sau egale cu valoarea zecimală 1536 sau 0x.06.00) este precizat în cadrul Ethernet prin valori hexazecimale prestabilite de IEEE. De exemplu, valoarea 0x.08.00 este atribuită suitei de protocoale TCP/IP iar 0x.81.37 suitei IPX/SPX (*Internetwork Packet eXchange/Sequenced Packet eXchange*).
- **Lungimea câmpului de date** (pentru valori mai mici decât valoarea maximă admisă ca lungime de date) exprimată în octeți.

Similar, în cadrul IEEE 802.3 în câmpul de lungime se specifică lungimea câmpului de date iar în câmpul datelor, se intercalează un antet (*header*) conținând 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 0x.E0 iar pentru TCP/IP este 0x.06. 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 similar standardului Ethernet II suita de protocoale folosită. Identificatorul de organizare complet nul arată că este vorba de un cadru Ethernet.

Câmpul datelor este transparent în sensul că poate să conțină orice secvență de biți fără o interpretare a acestora. Eventual se poate completa cu un subcâmp de prelungire (PAD) pentru a se respecta lungimea minimă impusă.

Deteția erorilor de transmisie din câmpurile precedente (adrese, tip/lungime și date, fără PAD) se realizează cu un cod ciclic (CRC - *Cyclic Redundancy Checking*), pe baza secvenței înscrise în **câmpul de control al erorilor** (FCS - *Frame Check Sequence*).

Polinomul generator al codului CRC este următorul:

$$g(x) = x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1 \quad (1)$$

Acesta poate fi descris prin valoarea zecimală 4374732215, asociată vectorului de coeficienți binari ai polinomului [100000100110000010001110110110111], citați în ordine descrescătoare a puterilor variabilei x.

Cei n biți ai cadrului sunt considerați ca fiind coeficienții unui polinom $p(x)$ de grad $n-1$ (primul bit al câmpului DA corespunde lui x^{n-1} iar ultimul bit al câmpului de date termenului liber). Se înmulțește $p(x)$ cu x^{32} iar apoi se împarte la $g(x)$ producând un rest $r(x)$ de grad mai mic sau egal cu 31. Secvența formată din coeficienții restului $r(x)$ este complementată iar rezultatul este valoarea CRC înscrisă în câmpul FCS.

Standardele Ethernet pot fi aplicate în diverse medii fizice de transmisie rezultând mai multe variante, cu transmisie în banda de bază (BB – *BaseBand*, notată simplu BASE) sau cu modulare și demodulare și transmisie în bandă largă (*Broadband* notată BROAD), la 10 Mbps pe segmente de rețea de maximum 3600 metri (notație:10Broad36).

Notația unui standard Ethernet include pe prima poziție valoarea vitezei de transmisie exprimată în Mbps (*Mega bits per second*), urmată de specificația benzii de transmisie (BASE sau BROAD) și de un simbol asociat mediului de transmisie, lungimii segmentului de cablu exprimate ca multiplu de 100 metri sau lungimii de undă a undei luminoase folosite (Tabel II.1):

T – cablu torsadat (*twisted pair*), ecranat (STP - *Shielded Twisted Pair* sau FTP – *Foiled Twisted Pair*) sau neecranat (UTP – *Unshielded Twisted Pair*);

F – fibră optică (*fiber*);

C – cablu coaxial (*coaxial*);

2 – cablu coaxial subțire cu segmente de lungime maximă 200 m;

5 – cablu coaxial gros cu lungime maximă a segmentului de 500 m;

S – fibră optică cu lungime de undă mică (*short wavelength*);

L – fibră optică cu lungime de undă mare (*long wavelength*).

Tabel II.1 Standarde Ethernet cu transmisie în banda de bază

Standard Ethernet	Viteza (Mbps)	Mediul de transmisie	Lungimea maximă a segmentului (m)
1Base-5	1	Cablu coaxial gros (RG-58)	500
10 Base-T	10	Cablu torsadat cu 4 perechi de fire, neecranat (UTP)	100
10 Base-2	10	Cablu coaxial subțire (RG-8)	200
10 Base-5	10	Cablu coaxial gros (RG-58)	500
10 Base-F	10	Cablu cu 2 fibre optice multimod	500-2000

Observații:

1. 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.
2. În standardul 802.3, cablul coaxial utilizat are impedanța de linie de 50 ohmi.
3. Standardele 10 Base-2 și 10 Base-5 cu conectare pe cablu coaxial se realizează numai cu topologie fizică de tip magistrală (*bus*), cu lungime maximă impusă (925 m, respectiv 2460 m).
4. 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;
 - utilizează cabluri pasive, fără modemuri;
 - nu se folosește jeton de transmisie.
5. Standardul 10 Base-T folosește numai două din cele patru perechi de fire din cablul torsadat ceea ce permite alimentarea pe celelalte două perechi de fire a unor echipamente prin cablul de legătură la rețea (PoE – *Power-over-Ethernet*).
6. Standardul Ethernet 10 Base-F are mai multe versiuni:
 - 10 Base-FL – pentru transmisii full-duplex sau half-duplex, cu segmente de cel mult 2000 m.
 - 10 Base-FP – transmisie half-duplex, cu segmente de lungime maximă de 500 m și topologie fizică de tip „stea”, cu bruieră mediului în cazul apariției unei coliziuni.
 - 10 Base-FB – transmisie half-duplex, cu segmente de lungime maximă de 2000 m, semnalizare în banda de bază.

Lucrând pe principiul CSMA/CD, rețeaua ETHERNET 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.

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 tehnici ADSL (*Asymmetrical Digital Subscriber Line*) care distribuie diferit lățimea benzii de frecvențe pentru transmisie (*up-link*) și recepție (*down-*

link), coduri de linie binare sau ternare 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 II.2).

Tabel II.2 Standarde FastEthernet (100 Mbps)

Standard FastEthernet	Cablul de transmisie	Lungimea maximă a segmentului (m)	Cod de linie binar	Particularități
100 Base-T	CAT 3, 4, 5 UTP (4 fire)	100	Manchester	Suportă transmisie full-duplex; Semnalizări la 25 MHz
100 Base-TX	CAT 5 UTP CAT 1 STP (4 fire)	100	4B5B (125MHz)	Transmisie full-duplex la 100 MHz; Transmisie half-duplex la 200 MHz
100 Base-T4	CAT 3,4,5 UTP (8 fire)	100	8B6T	Nu admite transmisii full-duplex
100 Base-T2	CAT 3,4,5 UTP (4 fire)	100	PAM	Suportă transmisie full-duplex
100 Base-FX	Cablu optic multimod (2 fibre)	2000	RZ unipolar	Transmisie full-duplex la 100 MHz

În standardul 100 Base-TX sau 100 Base-T, se aplică pe subnivelul MAC standardul IEEE 802.3 dar transmisia este de 10 ori mai rapidă decât prin 10 Base-T ceea ce determină o reducere a diametrului maxim al rețelei (viteza și distanța maximă de transmisie cu un anumit nivel minim impus sunt mărimi invers proporționale). În general, plăcile de rețea 100 Base-T sunt notate 10/100 FastEthernet, adică pot fi utilizate la ambele valori ale vitezei de transmisie dar nu simultan. Există și așa-numite echipamente de comunicații duale care pot lucra și la 10 Mbps, și la 100 Mbps (punți, comutatoare, routere). Există hub-uri prin care pot fi interconectați utilizatorii dintr-o subrețea 100 Base-T cu alții care lucrează în rețea

10 Base-T însă apar probleme legate de eventualele erori de depășire a capacității de memorie urmate de pierderea datelor.

În cazul transmisiei pe 4 fire pe cablu torsadat standardele FastEthernet admit folosirea metodei PoE.

În cazul standardelor Fast Ethernet, între nivelul fizic și nivelul legăturii de date se aplică o interfață independentă de mediu (MII – *Medium Independent Interface*) care permite transmisia la 100 Mbps.

Evitarea coliziunilor dintr-o rețea Ethernet 100 Base-T și a întârzierilor de transmisie specifice rețelelor IBM Token-Ring, se realizează în rețelele **100 Base-VG** (IEEE 802.12) echivalente cu 100 Base-TX, 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 100 Base-VG, 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/ gateway) care să realizeze conversia cadrelor dintr-un standard în celălalt. Arhitectura 100 Base-VG este utilă în aplicații multimedia, pentru comunicații în timp real.

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 (peste 1Gbps), care interconectează 8, 16 sau mai multe plăci de rețea, de obicei cu conexiuni 10 Base-T.

Standardul **Gigabit Ethernet** sau **GigaEthernet**, echivalent cu IEEE 802.3z, realizează transmisia la viteze de 1000 Mbps în LAN cu topologie fizică 'star', logică 'bus', (Tabel II.3).

Creșterea vitezei este posibilă printr-o folosire eficientă a benzii de transmisie, cu transmisie pe toate căile din cablu.

De exemplu, în cazul cablului UTP se pot transmite date pe patru fire, pe fiecare cu o viteză de 250 Mbps. Similar, la recepție se folosesc celelalte patru fire disponibile din cablu.

Tabel II.3 Standarde GigaEthernet (1000 Mbps)

Standard GigaEthernet	Cablul de transmisie	Lungime maximă a segmentului (m)	Particularități
1000 Base-T	CAT 5 UTP (8 fire)	100	Nu admite PoE
1000 Base-CX	Cablu coaxial	25	-
1000 Base-SX	Cablu optic multimod (2 fibre)	550	Lungime de undă 830 nm
1000 Base-LX	Cablu de fibră optică	multimod	Lungime de undă 1270 nm
		unimod	

Standardele Gigabit Ethernet folosesc între nivelul fizic și nivelul legăturii de interfață independentă de mediul de transmisie care permite transmisia la 1 Gbps (GMII – *Gigabit Medium Independent Interface*).

În plus, în cadrul nivelului OSI 2 pentru standardele Gigabit este inclus un subnivel de codare a datelor (PCS – *Physical Coding Sublayer*) care aplică algoritmi de codare/decodare 8B10B pe flux serial de date.

În prezent, se studiază posibilitățile de realizare a transmisiei la 10 Gbps, prin tehnologii denumite 10 Gigabit Ethernet și notate simplu 10 G.

Problemele care trebuie rezolvate vizează creșterea vitezei de transmisie în condițiile menținerii distanțelor maxim admise în standardele anterioare.

Standardele GigaEthernet și 10 Giga Ethernet folosesc toate cele 8 fire din cablul UTP ceea ce face imposibilă aplicarea metodei PoE.

Toate standardele de tip Ethernet, indiferent de viteza de transmisie (1 Mbps, 10 Mbps, 100 Mbps, 1 Gbps, 10 Gbps) respectă regula **Ethernet 5-4-3-2-1** care impune folosirea în cablare orizontală a maximum cinci (5) segmente de cablu interconectate prin cel mult patru (4) echipamente de tip repetor, hub sau switch, care utilizează minimum trei (3) adrese, distribuite în maximum două (2) domenii de coliziune și un (1) domeniu de broadcast.

Observație: Toate standardele marcate cu X la sfârșit admit funcția de autonegociere prin care orice dispozitiv care lucrează pe baza unui astfel de standard, poate detecta modurile posibile de funcționare ale dispozitivului cu care comunică în rețea, astfel încât să se determine modurile comune și posibilitățile optime de comunicare.

Funcția de autonegociere este proiectată să asigure compatibilitatea dintre dispozitive care transmit cu viteze diferite (1 Mbps, 10 Mbps, 100 Mbps, 1000 Mbps).

II.2 IEEE 802.5: Token-Ring

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 metodei de acces la mediu cu jeton de transmisie (*token-passing*) și limitarea duratei maxime în care o stație deține jetonul.

Spre deosebire de IEEE 802.3, standardul IEEE 802.5, adoptat în 1985, propune o topologie logică secvențială ("în inel"), una fizică tradițională de tip "inel" (ring) sau "stea" (*star*), 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, în banda de bază, pe cablu simetric torsadat, ecranat sau neecranat (Fig.II.4).

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*).

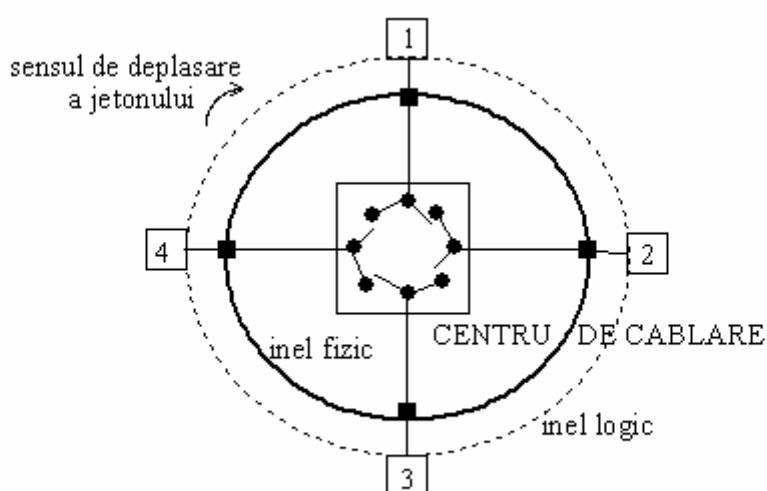


Fig. II.4 Rețea Token-Ring cu centru de cablare

Rețeaua Token-Ring utilizează un inel fizic, ceea ce presupune că transmiterea unui pachet între două noduri neadiacente se face prin intermediul altor noduri.

Coliziunile sunt evitate prin folosirea jetonului de transmisie dar într-o rețea token-ring acesta poate fi 'liber' sau 'ocupat'. Evident, o stație poate transmite date doar dacă primește jetonul liber.

Jetonul este 'ocupat' atunci când precede un pachet de date, urmând a fi eliberat de nodul care a expedit pachetul.

Jetonul liber circulă între stații, pe inelul fizic, în ordinea conectării acestora la inel.

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

Adresa fizică IBM Token-Ring poate fi exprimată pe 2 octeți în cadrul administrării locale a adreselor sau pe 6 octeți dacă administrarea este administrată în mod universal.

Primii doi biți au semnificații speciale (I/G sau RII – *Routing Information Indicator*, U/L) iar următorii 14 biți identifică inelul (*Ring Identifier*).

În adresele de destinație se folosește primul bit cu semnificația I/G.

În cazul unei adrese sursă acest bit are semnificația RII. Dacă ia valoarea „1”, înseamnă că acel cadru conține informații de rutare.

Pentru transmisia broadcast ultimii patru octeți sunt 0x. FF.FF.FF.FF.

De exemplu, adresa C0 00 FF FF FF FF este o adresă de grup de tip broadcast, din inelul 0, cu administrare locală.

Adresa complet nulă 00 00 00 00 00 00 arată faptul că un anumit cadru nu este adresat nici unei stații.

Formatul cadrului stabilit de standardul IEEE 802.5 este prezentat în figura II.5.

SD	AC	FC	Adresa destinației	Adresa sursei	Camp de date (nelimitat)	Suma de control	ED
1B	1B	1B	2B sau 6B	2B sau 6B		4B	1B

Fig. II.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>	Octet de control al cadrului care 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 numai din primii 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 ms, ceea ce corespunde unei lungimi de cadru de 4000 de octeți, la viteza de transmisie de 4 Mbps.

Câmpul SD are structura JK0JK000. Destinația va lua în considerare acest câmp doar dacă toți cei 8 biți sunt recepționați corect.

Octetul AC are structura: PPPJMRRR.

Subcâmpul de 3 biți (PPP) precizează prioritatea jetonului (000 – prioritate minimă; 111 – prioritate maximă).

Bitul J (jeton) ia valoarea „0” în cadrul jetonului și „1” în celelalte cadre.

Bitul M (monitor) previne circulația repetată a unui cadru în inel. Inițial valoarea lui este „0” iar la trecerea prin nodul monitor activ este setat pe „1”. Depistarea unui cadru cu bit monitor „1” conduce la distrugerea acestuia.

Biții de rezervă (RRR) permit unei stații cu prioritate mare să solicite ca următorul jeton să aibă o anumită prioritate, specificată prin acești 3 biți.

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 imposibilitatea transmisiei cadrelor de prioritate inferioară. De aceea, stația care crește prioritatea jetonului la un anumit moment, este obligată să o scadă după ce termină transmisia.

Inițial jetonul circulă liber până când una din stații are mesaj de transmis și devine activă. Să presupunem că stația 1 deține jetonul și trimite un pachet către stația 3. Forma jetonului se modifică pentru a indica starea de 'ocupat' a acestuia pe durata transportării

pachetului. Cadrul transmis de stația 1, conținând jetonul 'ocupat' și datele, ajunge la stația 2. Presupunem că și stația 2 are de transmis date. Întrucât jetonul este ocupat, aceasta va rămâne în așteptare și va realiza doar transferul cadrului de la stația 1 către stația 3. Stația 3 își recunoaște adresa (MID – *My Identifier*) și preia datele dar nu eliberează jetonul ci îl transmite mai departe ca 'ocupat' pe inel împreună cu confirmarea de primire corectă a pachetului (ACK) către stația 1 prin intermediul nodului 4. Stația 1 recepționează pachetul și eliberează jetonul. Jetonul 'liber' ajunge la stația 2 (NID – *Next Identifier*) care va putea transmite. Pe durata transmisiei efectuate de un nod, toate celelalte noduri sunt pasive (*idle*), adică realizează doar transferul pachetului către următorul nod (*forwarding*).

Algoritmul Token-Ring este prezentat în figura II.6.

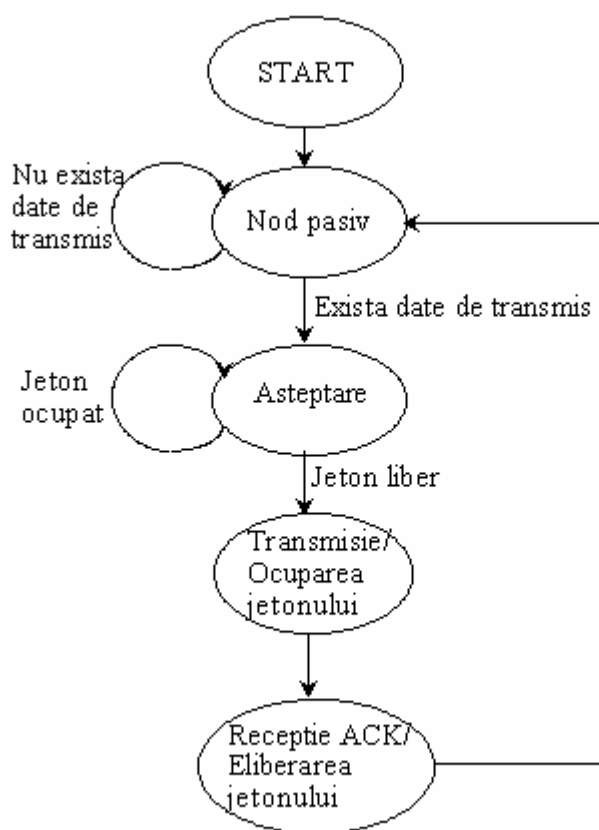


Fig. II.6 Algoritmul Token-Ring

În general, primul calculator activ în inel va deveni stație monitor. Monitorul are rolul de a testa cadrele la erori, unicitatea jetonului, eliminarea cadrelor repetitive.

Cadrele de control 802.5 conțin în câmpul de control un cod hexazecimal care specifică procedura ce trebuie efectuată în rețea (localizarea întreruperilor, testarea adreselor duplicate etc.)

Semnificația biților din **cîmpul de control** este următoarea: FFCCCCCC.

Primii doi biți specifică tipul cadrului (00 – cadru MAC; 01 – cadru LLC; 1x – altă destinație). Biții C de control depind de destinația cadrului.

Câmpul ED are o structură de tipul JK1JK1IE, în care primii 6 biți nu sunt de date dar pe baza lor se validează delimitatorul final. Bitul I (intermediar) are valoarea „1” pentru un cadru intermediar dintr-o transmisie de mai multe cadre. Bitul E de eroare este transmis cu valoarea „0” dar devine „1” atunci când sunt sesizate erori de transmisie.

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 (de circa 59% din viteza luminii c pentru cablu cu conductor metalic și până la 98% din c pe fibră optică unimod, cu miez de sticlă) și **durata jetonului** (t) de 3 octeți, dedusă în funcție de viteza de transmisie a datelor.

Exemplu: Într-o rețea **Token-Ring** implementată cu cablu UTP, la viteza de 4 Mbps, jetonul de 24 de biți este transmis complet pe un inel fizic având lungimea minimă:

$$L_{min} = v \cdot t = 0,59 \cdot 3 \cdot 10^8 \cdot 24 \cdot \frac{1}{4 \cdot 10^6} = 1062 \text{ m}$$

Dezavantajul major al rețelelor Token-Ring îl constituie 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*) care să realizeze mai multe operațiuni de modificare a formatului cadrelor.

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*).

II.3 ISO 9314: FDDI

Arhitectura de rețea cu transmisie pe fibră optică FDDI (*Fiber Distributed Data Interface*) a fost standardizată de ANSI (*American National Standards Institute*) în 1984 (ISO 9314) și a fost propusă în principal pentru interconectarea rețelelor locale sau metropolitane în WAN, printr-o magistrală de date sigură, de mare viteză (*backbone*).

Metoda de acces la mediu este cea cu jeton modificată (*modified token-passing*), topologia logică este secvențială iar din punct de vedere fizic rețeaua constă din două inele separate, cu sensuri inverse de transmisie (Fig. II.7). 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.

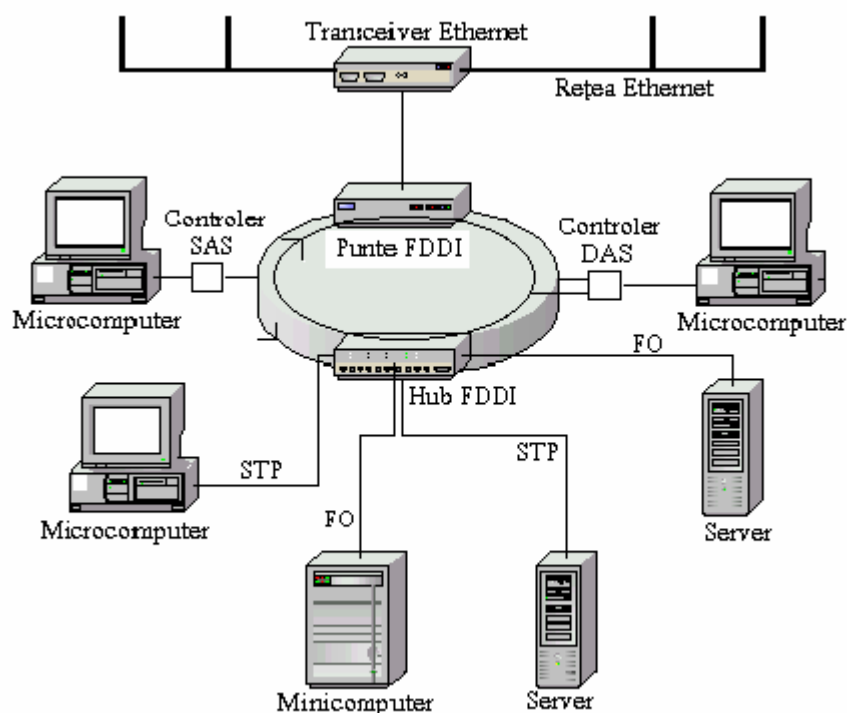


Fig. II. 7 Rețea FDDI

Redundanța inelului dual permite continuarea funcționării rețelei chiar dacă unul dintre inele se întrerupe temporar.

Dacă accidental ambele inele se întrerup în același loc, prin interconectarea lor se poate forma un inel unic cu lungime dublă față de cea a inelelor inițiale.

Un terminal de date poate fi conectat la un singur inel (SAS - *Single-Attachment Station*) sau la ambele inele (DAS - *Dual-Attachment 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 sincron (SDH - *Synchronous Digital Hierarchy*). La fiecare 125 ms 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 ms vor include 1536 canale primare 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 sigură comparativ cu rețelele radio sau cele cu conductor metalic. Lățimea de bandă mare, stabilitatea și redundanța oferite de rețeaua FDDI sunt avantaje incontestabile ale acesteia.

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

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 LAN, 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.

II.4 IEEE 802.11: 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', când între utilizatori distanțele sunt mari și/sau relieful este accidentat, dar și în cazul interconectării unor echipamente mobile în rețea. 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 (plăci de rețea, modemuri și routere pentru transmisii radio, ș.a.).

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" și achiziția 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 prin procedeul de „ascultare” (*listening*).

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 este nul.

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** (1997), compatibil cu 802.3, 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 Mbps, în banda de 2,4 GHz, care nu necesită licență de transmisie:

- 2.412 ~ 2.462GHz (FCC, SUA & Canada) cu 11 canale disponibile
- 2.412~2.4835GHz (TELEC, Japonia) / 14 canale
- 2.412~2.472GHz (ETSI, Europa) / 13 canale

Într-o rețea WLAN, toate stațiile trebuie să folosească același canal radio (în mod implicit, se folosește canalul 6).

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. II.8). Totalitatea terminalelor dintr-o celulă reprezintă **setul de bază** (BSS - *Basic Service Set*) identificat prin SSID (*Service Set Identifier*).

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 (WAP – *Wireless Access Point*).

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*).

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

Există posibilitatea formării unei rețele WLAN ad-hoc (*peer-to-peer*), fără AP, cu echipamente portabile care alcătuiesc un set independent de stații (IBSS - *Independent BSS*).

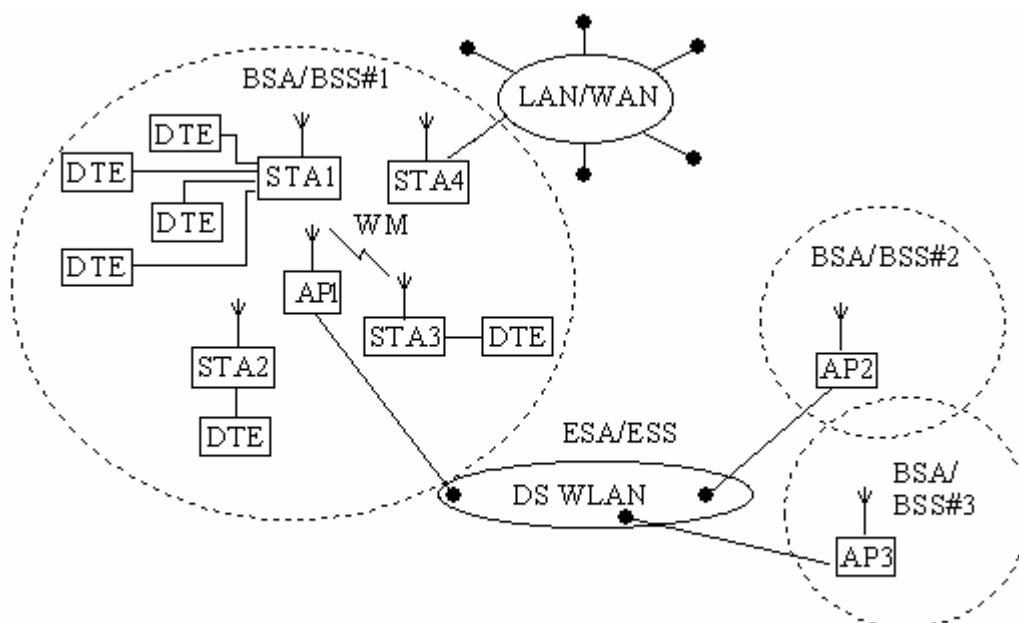


Fig II.8 Arhitectura WLAN

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.

Ulterior, s-au dezvoltat mai multe variante ale acestui standard.

Standardul 802.11 propus inițial este securizat prin metoda WEP (*Wired Equivalent Privacy*) care folosește chei de criptare de 64 biți, 128 biți sau 256 biți, schimbate manual.

Varianta **IEEE 802.11b** (1999), compatibil 802.11, 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), cu putere de transmisie de 16 dBm.

Varianta **IEEE 802.11a** (1999), incompatibilă cu 802.11 și 802.11b, descrie rețelele de comunicație cu transmisie prin undă radio în banda de 5 GHz, la viteze cuprinse între 6 și 54 Mbps, folosind tehnica OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*).

Întrucât foarte multe echipamente existente sunt în standardele 802.11 și 802.11b, în banda de 2,4 GHz, pentru a păstra compatibilitatea cu acestea, s-au dezvoltat noi standarde în această bandă.

Standardul **IEEE 802.11g** (2003), pentru rețele wireless pe 2,4GHz, folosește tehnici OFDM, cu viteze de maximum 54 Mbps și putere de transmisie 16 dBm, fiind compatibil cu varianta 802.11b. În plus, ca metodă de securitate se aplică tehnica WPA (*WiFi Protected Access*) conform standardului 802.11i, cu server RADIUS (*Remote Authentication Dial In User Service*), pe baza protocolului TKIP (*Temporal Key Integrity Protocol*), care schimbă cheia la fiecare 10000 de pachete, spre deosebire de WEP care necesită schimbarea manuală a cheii de criptare. Se lucrează în prezent la elaborarea versiunii 802.11p a standardului de securitate, pentru metoda WPA-PSK (*Pre Shared Key*).

Standardul **802.11g+ (Super G)** permite transmisia la viteze de maximum 108 Mbps. Este compatibil cu standardul 802.11g (la viteze de 54, 48, 36, 24, 18, 12, 9 și 6 Mbps) și cu versiunea 802.11b (pe 11, 5.5, 2 și 1 Mbps). Folosește metoda de acces la mediu CSMA/CA cu confirmarea recepției corecte a pachetelor (ACK).

Se folosesc trei tehnologii super G pentru creșterea vitezei de transmisie:

1. cu gruparea pachetelor (*Packet Bursting*) prin care se include un volum mai mare de date într-un singur pachet.

2. cu compresia datelor urmată de criptare.

3. prin combinarea a două canale radio, pentru o singură conexiune. Se reduce astfel numărul canalelor radio disponibile la 6.

Calitatea transmisiei în rețele WLAN se apreciază fie prin raportul semnal-zgomot (SNR – *Signal to Noise Ratio*) de ordinul 20 dB, fie prin nivelul de semnal în antena de recepție (-89 dBm ...- 68 dBm), fie prin rata de eronare a pachetelor (PER – *Packet Error Rate*) de ordinul 8 %.

Se folosesc diverse tehnici digitale de modulație:

- BPSK (*Binary Phase Shift Keying*) la viteza de 1 Mbps;
- QPSK (*Quaternary Phase Shift Keying*) la 2 Mbps;
- CCK (*Complementary Code Keying*) la 5,5 sau 11 Mbps;
- OFDM la celelalte valori ale vitezei de transmisie.

Sincronizarea comunicației în sistemul WLAN se realizează automat cu așa-numitele pachete „beacon”.

II.5 IEEE 802.15: Tehnologia Bluetooth

Pentru realizarea unei rețele ad-hoc se poate utiliza tehnologia Bluetooth (BTH), conform standardului IEEE 802.15 pentru comunicații radio pe distanțe scurte, în banda de 2,4 GHz, mai precis 2,4 GHz ... 2,4835 GHz, la viteze de transmisie de 720 kbps – 1Mbps.

Denumirea acestui standard a fost dată în onoarea regelui danez Harald Bluetooth, de către compania Ericsson Mobile Communications.

Deși inițial Bluetooth a fost gândit ca un simplu standard pentru comunicații wireless între calculatoare, în prezent acesta permite interconectarea într-o rețea „personală” (PAN - *Personal Area Network*) a unor echipamente diverse de comunicații, aflate într-un spațiu relativ restrâns: calculatoare, telefoane digitale, PDA-uri (*Personal Digital Assistent*), modemuri, pagere, laptop-uri, camere foto și video digitale, faxuri și imprimante. De asemenea, Bluetooth permite realizarea conexiunilor „fără fir” între un calculator și perifericele sale, precum tastatura sau mouse-ul.

Într-o rețea BTH PAN, cu trafic centralizat, un dispozitiv supervizează toate comunicațiile din rețea fiind considerat nod „master”, în timp ce celelalte noduri sunt subordonate acestuia (noduri de tip „slave”) (Fig. II.9).

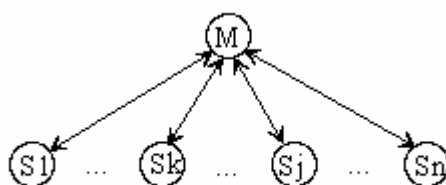


Fig.II.9 Graful unei rețele centralizate.

Nodul central M (*master*) adresează în ordine cererea de transmisie fiecărui nod din rețea (S_j). Dacă acesta are un mesaj de transmis, se realizează transmisia lui din nodul S_j către M și stocarea sa în memorie. Expedierea lui către nodul-destinație se va face atunci când se va stabili comunicația cu nodul respectiv (S_k).

Algoritmul nodului *master* se repetă pe toată durata funcționării rețelei, deservind periodic toate stațiile din rețea (Fig.II.10).

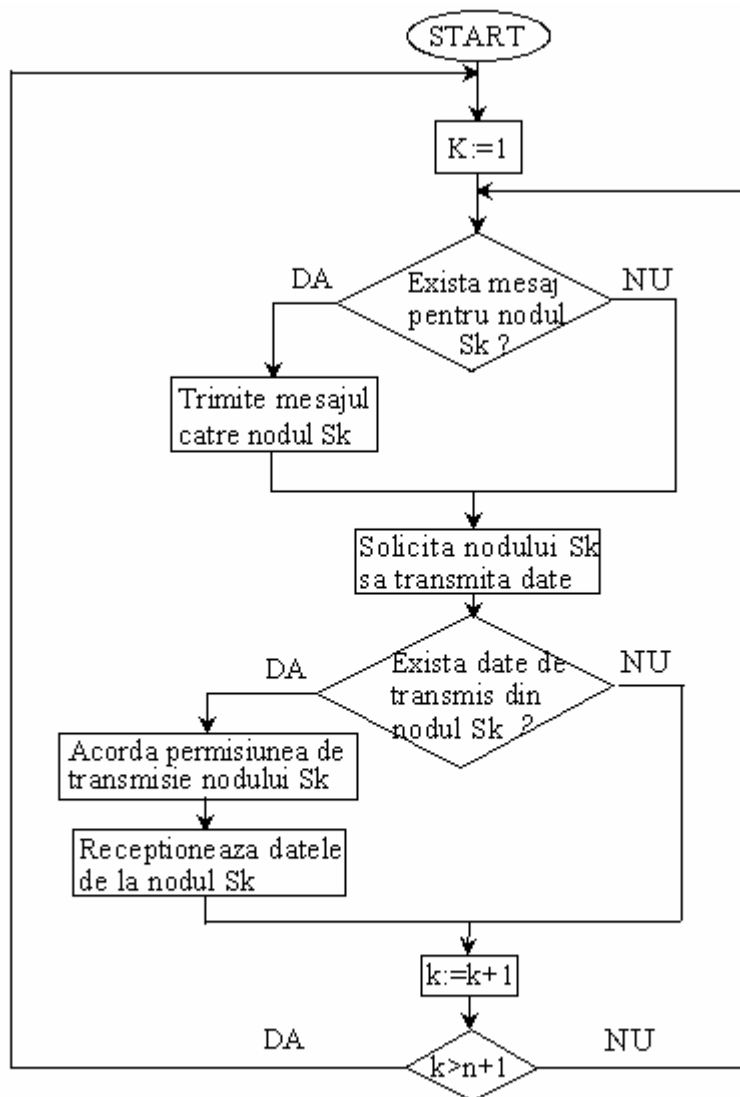


Fig. II.10 Algoritmul nodului MASTER

În cazul apariției unui defect la nivelul nodului central, toate comunicațiile dintre nodurile rețelei sunt afectate. Acest dezavantaj nu apare în rețelele descentralizate, care au astfel o mai mare siguranță și flexibilitate în funcționare.

Un nod *slave* subordonat celui coordonator central, *master*, se găsește în **starea de așteptare** atâta timp cât nu i se trimit pachete și nu este solicitat să transmită.

Nodul devine **activ** în momentul în care se receptionează un cadru dinspre nodul *master*. Se decide dacă acesta reprezintă un mesaj destinat nodului *slave* sau este un cadru de control de tip 'solicitare de transmisie'. Urmează în funcție de caz, fie recepționarea datelor, fie trimiterea către nodul *master* a cererii pentru acordarea permisiunii de transmisie, dacă există date de transmis.

În figura II.11, se prezintă schema logică a algoritmului pentru nodul *slave*. Algoritmul este rulat ciclic până la întreruperea funcționării nodului respectiv. Eventuala blocare a nodului într-una din stări se poate soluționa prin resetarea acestuia și reinițializarea algoritmului.

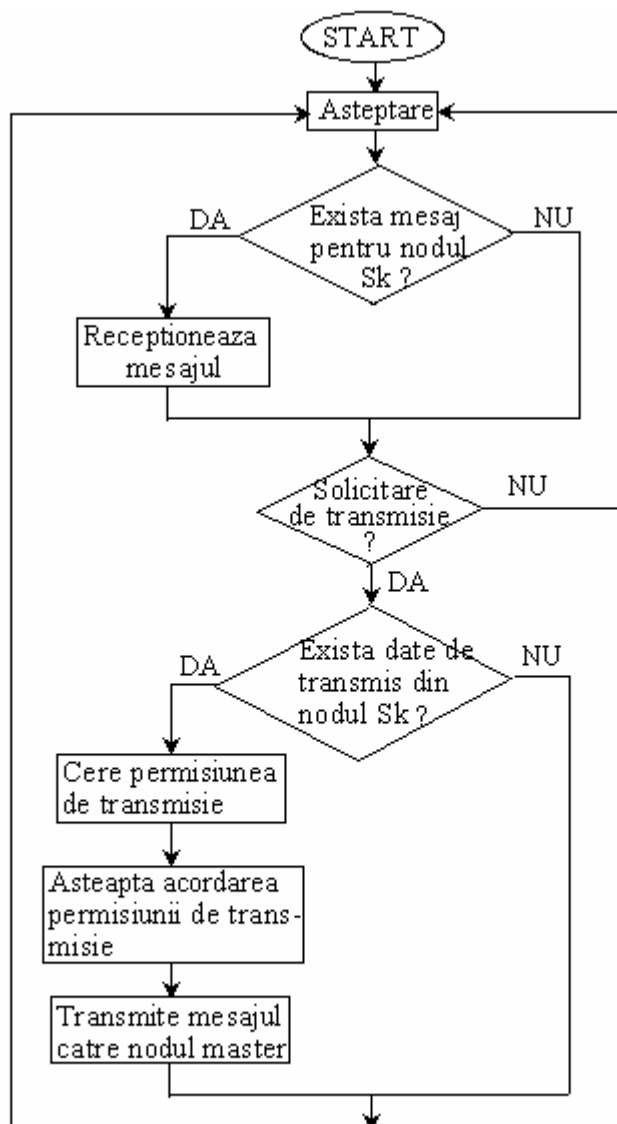


Fig. II.11 Algoritmul nodului SLAVE

Rețeaua ad-hoc formată pe baza tehnologiei Bluetooth se mai numește și „picorețea” (*piconet*) din cauza dimensiunilor sale relativ reduse. Aceste picorețele se pot interconecta prin intermediul nodurilor master într-o rețea cu mai multe noduri.

În figura II.12, este exemplificată interconectarea mai multor rețele de tip BTH. Se observă că în PAN 1 sunt incluse nodurile master ale celorlalte două PAN.

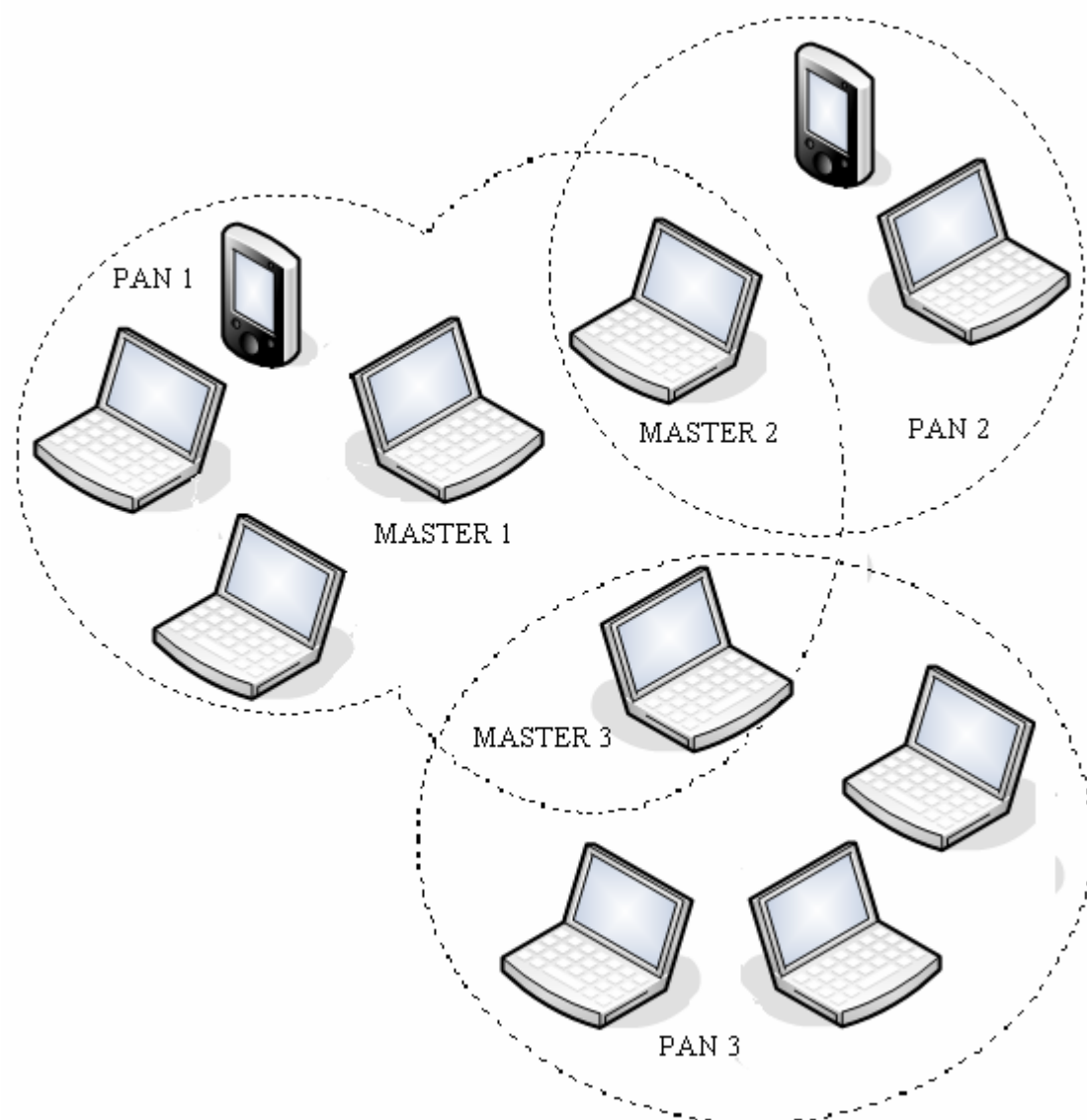


Fig. II.12 Exemplu de interconectare a mai multe BTH PAN

Nodurile master se comportă ca routere wireless pentru rețelele proprii pentru dirijarea pachetelor între rețelele PAN. Distanțele între echipamentele extreme pot fi crescute față de limita maximă permisă de puterea de emisie a fiecărui echipament.

Ca în orice alt sistem de comunicații radio, și în rețeaua Bluetooth apar probleme de **asigurare a securității transmisiei**. În acest scop, se aplică mai multe operații:

- **Autentificare** – prin proceduri de tipul interogare-răspuns se acceptă sau nu stabilirea conexiunii dintre două echipamente, folosindu-se cheia secretă de 128 de biți a fiecăruia (*Bluetooth Link Key*).

- **Criptare** – prin algoritmi de criptare de tip LFSR (*Linear Feedback Shift Register*), cu cheie de criptare generată pe baza cheii secrete pe un număr variabil de biți și cu un identificator al nodului master, se asigură confidențialitatea mesajelor transmise în rețeaua BTH. Se folosesc trei nivele de confidențialitate: *nivel 1* - transmisie fără criptare; *nivel 2* - trafic individual criptat și trafic de broadcast transmis în clar; *nivel 3* - toate comunicațiile criptate.
- **Autorizare** – accesarea anumitor resurse din rețea este permisă după o prealabilă autentificare, pe baza cererii clientului în funcție de drepturile acestuia.

În rețelele Bluetooth, în funcție de aplicațiile rulate, se adoptă unul din cele trei nivele de securitate:

- *Nivel 1* – este permis accesul la resursele rețelei numai pentru dispozitivele sigure, pe bază de cerere de autorizare și autentificare;
- *Nivel 2* - accesul la PAN este permis după o prealabilă autentificare.
- *Nivel 3* - accesul este permis în mod nerestricționat, fără autentificare sau autorizare.

Tehnologia Bluetooth utilizează tehnici de extensie de spectru cu salturi de frecvență (FHSS – *Frequency Hopping Spread Spectrum*), cu 79 de canale, care permit reducerea efectelor interferențelor cu alte emițătoare care lucrează în aceeași bandă de frecvențe.

La fiecare 625 microsecunde se efectuează un salt de frecvență, într-un anumit canal de transmisie.

În funcție de puterea pe care o dezvoltă și de distanța maximă la care pot comunica dispozitivele interconectate prin tehnologia Bluetooth, acestea se împart în trei clase de funcționare:

- Clasa 1: putere mare de emisie de 100 mW, distanță de 100 m.
- Clasa 2: putere medie de emisie de 2.5 mW, distanță de ordinul zecilor de metri.
- Clasa 3: putere mică de 1 mW, distanță de până la 10 metri.

Sincronizarea transmisiei se realizează automat, cu pachete de tip „beacon”.

Avantajele tehnologiei BTH sunt evidente: ușurința de realizare a unei rețele ad-hoc, simplitatea și diversitatea echipamentelor, lipsa cablurilor etc.

II.6 Test-grilă 2

II.1 Standardele Ethernet specifică folosirea unei topologii fizice de tip:

- magistrală (bus)
- inel (ring)
- stea (star)
- plasă (mesh)

II.2 Cadrul Ethernet nu include un câmp cu semnificația:

- adresa sursei
- adresa destinației
- tipul serviciului
- controlul erorilor

II.3 Standardul 10 BASE 5 este destinat transmisiei pe cablu:

- UTP
- coaxial subțire
- coaxial gros
- optic

II.4 Se pot folosi dispozitive PoE în rețele cu standard:

- 10 BASE T
- 100 BASE CX
- 100 BASE TX
- 1000 BASE T

II.5 Conform regulii Ethernet 5-4-3-2-1, numărul maxim admis al domeniilor de broadcast dintr-o rețea locală este:

- 1
- 2
- 3
- 4

II.6 Viteza de transmisie de 100 Mbps este specifică standardelor:

- Ethernet
- FastEthernet

- Giga Ethernet
- FDDI

II.7 În rețelele Token-Ring se folosește un jeton cu lungimea de:

- 8 biți
- 16 biți
- 24 biți
- 32 biți

II.8 Lățimea benzii unui canal primar în sistemul de transmisii sincrone SDH este de:

- 64 kbps
- 2,048 Mbps
- 10 Mbps
- 100 Mbps

II.9 Viteza de 54 Mbps de transmisie a pachetelor în rețele WLAN, în banda de 2,4 GHz, este oferită de standardul :

- IEEE 802.11a
- IEEE 802.11b
- IEEE 802.11g
- IEEE 802.11i

II.10 Tehnologia Bluetooth permite realizarea unor rețele de comunicații:

- centralizate
- descentralizate
- cu cablu UTP
- pe distanțe de ordinul a 1 km