

# VII

## SERVICII ȘI TEHNOLOGII WAN

### VII.1 SCHIMBUL DE CADRE (FRAME RELAY)

**Schimbul de cadre** (FR - *Frame Relay*) este un serviciu de rețea definit pentru comunicații rapide între routerele din WAN, realizate pe subnivelul inferior al nivelului OSI "legătură de date".

FR a fost standardizat de diferite organizații: CCITT(*Comitet Consultativ Internațional de Telefonie et Telegraphy*) devenită ITU (*International Telecommunications Union*), ANSI (*American National Standardisation Institute*), ISO (*International Standards Organisation*) și altele.

Comunicația prin FR dintre routerele din WAN, văzute ca DTE-uri în rețeaua FR, se realizează pe conexiunile de date (DLC - *Data Link Connection*), definite pentru schimb de cadre (Fig. VII.1).

Una dintre legăturile DLC este rezervată pentru transmisia informațiilor de management dintre rutere și rețeaua FR, fiind denumită **interfață locală de management** (LMI - *Local Management Interface*).

Exceptând cadrele transmise prin LMI, toate celelalte sunt încapsulate în vederea transmisiei prin FR.

În antetul cadrului se include un câmp pentru identificatorul legăturii de date (DLCI - *DLC Identifier*) prin care routerul-sursă comunică cu cel de destinație.

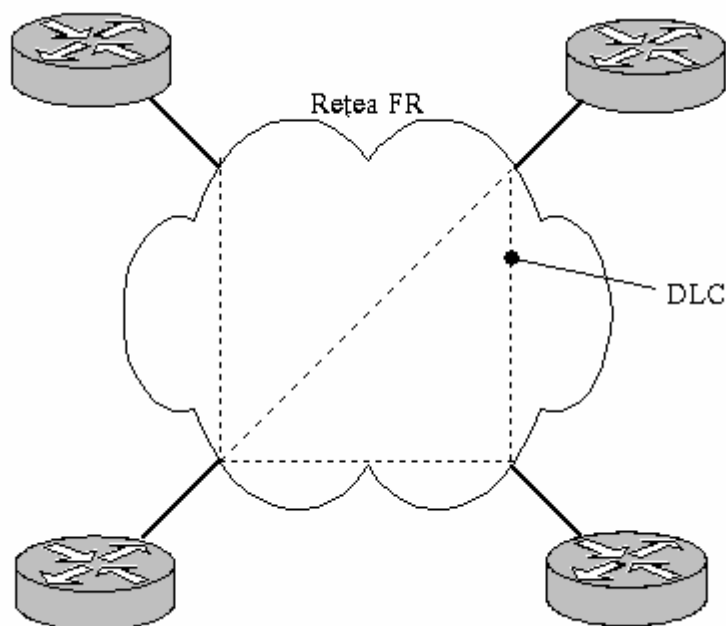


Fig.VII.1 Conexiuni pentru FR

Lungimea acestui câmp depinde de modul de implementare a rețelei FR.

Într-un câmp suplimentar se poate specifica tipul protocolului de rețea utilizat pentru transmisie, în cazul în care comunicația se desfășoară între routere multiprotocol (RFC 1294).

#### **Observații:**

1. Serviciul FR nu efectuează controlul erorilor de transmisie ceea ce permite comunicația la viteze foarte mari.
2. Conexiunile dintre routere prin FR pot fi realizate pe linii sincrone prin intermediul unor interfețe de mare viteză (X.21, V.35), pe linii comutate cu legături ISDN sau în sisteme cu acces multiplu, cu multiplexare în timp (TDM - *Time Division Multiplexing*), conform standardului G.703.
3. Prin configurarea adecvată a rețelei FR, se pot realiza și transmisii de tip broadcast sau multicast.

### **VII.1.1 ÎNCAPSULAREA FRAME RELAY**

S-au propus mai multe standarde pentru încapsularea datelor în rețelele FR.

Aceasta se poate face asemănător specificațiilor protocolului HDLC (*High-level Data Link Control*), în cadre delimitate de caractere speciale (*flags*) care se transmit pe linie și pe durata

pauzelor, cu un câmp de adrese de 2-4 octeți (B - *Byte*) și unul de control (1-2 octeți), urmate de câmpul datelor (Fig.VII.2).

Flag 1B	Câmp de adrese 2B - 4B	Câmp de control 1B - 2B	Câmpul datelor	Flag 1B
------------	---------------------------	----------------------------	----------------	------------

Fig. VII.2 Formatul standard al cadrului HDLC

Standardul referitor la încapsularea FR, definit de IETF (*Internet Engineering Task Force*) în RFC 1490, completează cadrul HDLC cu un câmp de un octet care identifică protocolul de rețea utilizat pentru transmisie (NLPID - *Network Layer Protocol Identifier*) și un câmp suplimentar, cu valori tipice dependente de protocol (Fig. VII.3).

Flag 1B	DLCI 2B - 4B	Tipul cadrului Ethernet 2B	DATE	Flag 1B
------------	-----------------	-------------------------------	------	------------

Fig. VII.4 Formatul cadrului FR-HDLC definit de CISCO

Câteva valori și semnificații ale câmpului NLPID și conținutul câmpului suplimentar sunt prezentate în tabelul VII.1.

**Tabel VII.1**

Valori ale câmpului NLPID și ale celui suplimentar  
din cadrul FR-HDLC conform RFC 1490

Câmp NLPID		Câmp suplimentar	
Valoare înscrisă	Semnificație	Valoare înscrisă	Semnificație
0x.80	Câmpul suplimentar de 5 octeți specifică tipul protocolului în format SNAP ( <i>SubNetwork Access Protocol</i> )	0x.00.00.00.08.06	ARP
		0x.00.00.00.81.37	IPX
		0x.00.08.C2.00.0E	STA
0x.CE	Câmpul suplimentar de 2 octeți specifică tipul cadrului Ethernet, dependent de protocolul de rețea	0x.08.00	IP
		0x.08.06	ARP
		0x.81.37	IPX
0x.CC	Se utilizează pentru transmisie protocolul Internet	nu există	

Formatul cadrului FR-HDLC definit pentru echipamente CISCO (Fig. VII.4) este modificat față de cel definit prin RFC 1490, prin excluderea câmpului de control.

Flag 1B	DLCI 2B - 4B	Tipul cadrului Ethernet 2B	DATE	Flag 1B
------------	-----------------	-------------------------------	------	------------

Fig. VII.4 Formatul cadrului FR-HDLC definit de CISCO

## VII.1.2 IDENTIFICAREA CONEXIUNILOR FRAME RELAY

Într-o rețea FR, pentru fiecare router sunt configurate câteva legături de date (DLC) cu alte routere din rețea.

Comunicația dintre routere se realizează prin schimb de cadre pe una din legăturile active, specificată în fiecare cadru transmis prin identificatorul legăturii (DLCI).

Identificatorii de conexiune au semnificații locale la nivelul fiecărui router.

Rețeaua FR preia cadrul transmis de routerul-sursă, interpretează câmpul DLCI definit de acesta și îl modifică corespunzător routerului-destinație.

Alocarea acestor identificatori (DLCI) se poate face aleator sau sistematic, cu identificarea unică a routerului de destinație (Fig. VII.5).

## VII.1.3 GESTIONAREA REȚELELOR FRAME RELAY

Gestionarea resurselor rețelelor FR se realizează prin transmisia informațiilor de management între fiecare router și rețeaua de comutație FR.

Periodic routerele interoghează rețeaua și primesc prin interfața locală de management (LMI) informații referitoare la legăturile de date (DLC) active, realocate sau nou configurate.

Interfața de management este asociată unei conexiuni de date cu identificator prestabilit. De exemplu, în standardele ANSI și Q.933 se utilizează  $DLCI = 0$ . Conform standardelor consorțiului producătorilor de echipamente, se impune  $DLCI = 1023$ .

Procesul de management se completează prin transmisia periodică a informațiilor referitoare la starea fiecărui router către rețea.

În rețelele FR cu configurare statică a conexiunilor DLC, nu se utilizează LMI. Conexiunile sunt activate sau dezactivate prin comenzi de configurare de tip "adăugare" (*add*) sau de "eliminare" (*remove*).

Routerele sunt informate prin LMI ori de câte ori se activează sau se dezactivează o conexiune DLC din cadrul unei interfețe FR.

Operațiile de activare (*enable*), dezactivare (*disable*) sau de reinițializare (*reset*) a unei legături de date (DLC) se realizează prin comenzi specifice programelor software de configurare, în care se specifică identificatorul de conexiune (DLCI).

#### VII.1.4 INTERFEȚE FRAME RELAY

În rețelele FR, procesele de comunicație se realizează la nivel fizic prin **interfețele fizice FR** (FRI - *Frame Relay Interface*) iar între nivelele OSI superioare, prin **interfețele logice FR** (FRLI - *Frame Relay Logical Interface*), configurate la nivelul celor fizice.

Fiecare FRLI include un subset de conexiuni DLC disponibile la nivelul unei interfețe fizice.

Implicit, FRLI 0 se definește pentru fiecare interfață fizică FR și include toate conexiunile DLC create pe aceasta.

Dacă o interfață FRLI este asociată unei singure conexiuni DLC, atunci ea este creată pe principiul comunicației punct-la-punct (PTP - *Point-To-Point*).

Interfețele FRLI cu conexiuni DLC multiple se configurează ca interfețe cu acces multiplu fără difuzare (NBMA - *Non-Broadcast Multiple Access*).

Când o interfață FR este **dezactivată** (*disable*), procesul LMI este întrerupt și pe toate conexiunile stabilite pe acea interfață se transmite un mesaj de eroare (*fault*). Interfața FR poate fi **reactivată** prin comanda de activare (*enable*).

Reinițializarea unei interfețe FR (*reset*) are ca efect eliminarea tuturor conexiunilor DLC existente în lista de legături de date a interfeței și informarea prin LMI a tuturor routerelor din rețea de pierderea acestor legături. Informațiile referitoare la legăturile DLC configurate anterior procesului de resetare a interfeței sunt stocate în baza de date de management a rețelei FR și se transmit prin LMI către routere atunci când se reactivează interfața.

#### VII.1.5 CONGESTIA REȚELELOR FRAME RELAY

Transmisia datelor pe principiul FR se face în regim normal la viteze foarte mari, ceea ce poate determina supraîncărcarea echipamentelor și apariția congestiilor în trafic. Din acest motiv, activarea serviciului FR se face printr-un mecanism de creștere treptată, controlată a vitezei de transmisie, de la valori foarte mici către valori tot mai mari, cu un anumit factor de creștere ( $k_j$ ).

Este importantă adaptarea vitezei de transmisie în rețeaua FR la viteza de transfer a pachetelor de date de pe nivelele OSI superioare către interfețele FR, pentru a reduce lungimea

"cozilor de așteptare" și pentru a evita depășirea capacității de stocare a bufferelor, urmată de pierderea datelor.

Pe aceste considerente se poate decide scăderea vitezei de transmisie prin FR, cu un anumit factor de descreștere ( $k_d$ ).

Viteza de transmisie a datelor în rețele FR este limitată de:

- lățimea de bandă ( $B$ ) a interfeței FR;
- viteza de comunicație dintre interfața FR și nivelele OSI superioare;
- apariția congestiilor în traficul rețelei FR.

Furnizorul de serviciu FR garantează o anumită viteză medie de transfer a datelor în rețeaua FR, în regim normal de funcționare (CIR - *Committed Information Rate*).

Depășirea vitezei medii (CIR) și transmisia cu o rată mai mare (DIR - *Desired Information Rate*) pot determina aglomerarea rețelei cu cadre, saturarea bufferelor și **congestia** rețelei FR.

În figura VII.6, este reprezentată grafic evoluția vitezei de transmisie într-o rețea FR.

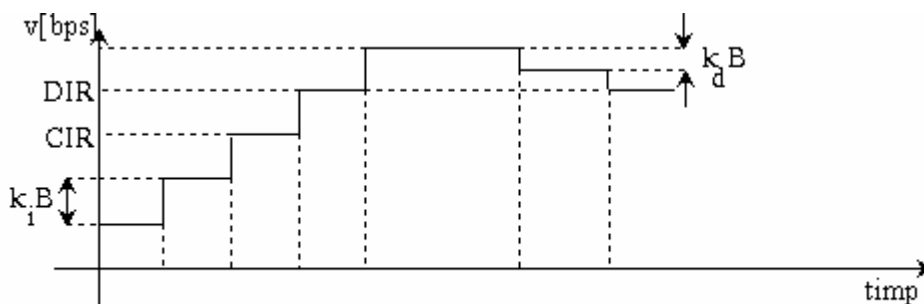


Fig. VII.6 Graficul vitezei de transmisie în rețea FR

La apariția unei congestii de trafic, routerul respectiv este informat prin intermediul interfeței de management a rețelei urmând ca acesta să-și reducă viteza de transmisie a datelor în rețea.

Informarea routerelor se poate face în două moduri:

- prin **mesaje CLLM** (*Consolidated Link Layer Management*) transmise pe conexiunea cu identificator DLCI = 1007 (stabilit prin standardul Q.933), mesaje de avertizare care se transmit în mod repetat până la soluționarea congestiei;
- prin **setarea bitului BECN** (*Backward Explicit Congestion Notification*) inclus în fiecare cadru de date. Routerelor testează acest bit și la detecția unui bit BECN cu valoare logică '1' se ia în considerare iminența producerii unei congestii în rețeaua FR, ceea ce determină limitarea vitezei de

transmisie a routerului la valoarea medie CIR. În continuare, routerul contorizează biții succesivi BECN cu valoare '1' și dacă numărul acestora depășește o valoare maxim admisă (BECNLIMIT), atunci se reduce treptat rata de transmisie, la 0,625 CIR, 0,5 CIR, 0,25 și așa mai departe până la normalizarea traficului. În următoarea perioadă de timp, creșterea vitezei se face treptat, cu un factor de creștere mic, pentru evitarea reapariției congestiei. Dacă riscul de congestie devine nul, se reia transmisia cu viteză medie CIR și chiar DIR.

Evoluția vitezei de transmisie a datelor la nivelul unei interfețe FR, în cazul apariției unei congestii, este reprezentată grafic în figura VII.7.

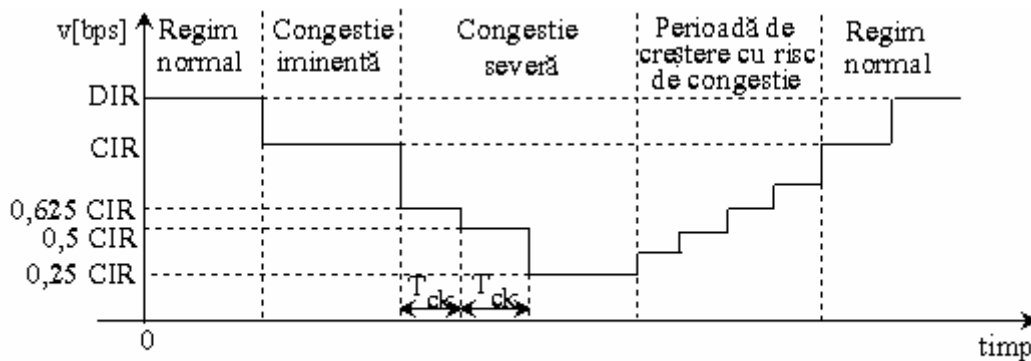


Fig. VII.7 Graficul vitezei de transmisie în caz de congestie într-o rețea FR

#### **Observație:**

Comunicația dintre routere în rețele FR se poate face cu compresie și/sau criptare a datelor (ENCO - *EN*ryption / *CO*mpression). Routerelor negociază aplicarea acestor procedee de transmisie (RFC 1962; RFC 1968) și după aceea se activează conexiunea DLC pentru schimbul de cadre. Dacă routerul-destinație nu are implementat mecanismul de decriptare, legătura DLC cu criptare devine inutilizabilă. Algoritmii de compresie sunt în general incluși în pachetul software aferent routerului. Algoritmii de criptare sunt opționali. În cazul în care nu sunt implementați pe router, se poate utiliza o cartelă de criptare (MAC - *MiniAccelerator Card*).