

## Noi tehnologii de comunicatie WAN: Frame Relay

Lect.dr. Razvan ZOTA

Catedra de Informatica Economica, A.S.E. Bucuresti

*În ultimii ani, în domeniul rețelelor de arie largă au avut loc transformări spectaculoase de tehnologie datorită cerințelor crescânde pentru fiabilitate, viteză de transport și securitate. Multe dintre tehnologiile nou aparute vor fi implementate și în rețelele de arie largă din țara noastră dar pentru acest lucru trebuie cunoscute. În acest sens, acest articol își propune să prezinte o serie dintre caracteristicile Frame Relay, urmând ca în viitor să fie considerate și alte tehnologii noi, precum ATM sau MPLS.*

**Cuvinte cheie:** rețele de calculatoare, rețele WAN, Frame Relay, X.25, tehnologii de comunicare.

### Caracteristici

**C**În principal, Frame Relay este o tehnologie succesoare tehnologiei X.25, care a fost concepută pentru a fi robustă datorită existenței circuitelor analoage, mult prea susceptibile la interferențe și generatoare de erori. Tehnologia X.25 a fost construită pentru a oferi posibilitatea refacerii erorilor și presupunea în principiu corectarea erorilor, secvențialitatea și controlul fluxului.

Odată cu progresul înregistrat în comunicațiile de date, nu mai exista cerințe imperioase de robustețe. De aceea, a fost nevoie de o nouă tehnologie care să poată beneficia de noutățile aparute în comunicații (realizarea conexiunilor prin fibre optice, de exemplu) și creșterea vitezei de procesare.

Tehnologia Frame Relay este similară într-un fel cu X.25 dar lucrează doar la primele două niveluri ale stivei de protocoale OSI. Se elimină astfel corectia erorilor de la nivelul 3. De asemenea, Frame Relay nu se preocupă de secvențialitate, fiind o versiune mai "fluidă", ce profita de avantajele progreselor la nivel de infrastructură. La fel ca și X.25, folosește cadre de lungime variabilă, făcând foarte puțină procesare. Operațiunea care se face este următoarea: se ia un pachet de date care se transmite următorului nod cu o foarte mică întârziere, lucru aflat în beneficiul aplicațiilor

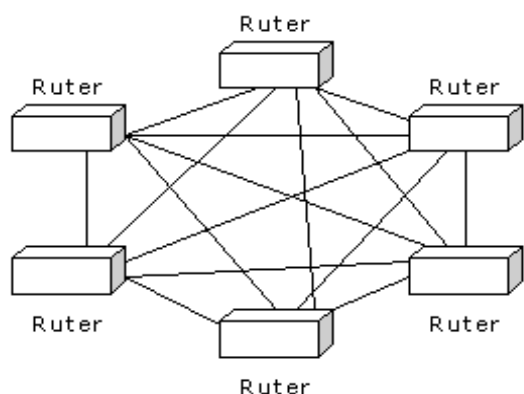
(voce, video etc.) ce depind de aceste întârzieri. Viteza cu care se transmit datele este mult mai mare (deocamdată maximum 45 Mbps).

Tehnologia Frame Relay folosește avantajele statistice ale comutării pachetelor folosind mai eficient lățimea de bandă prin multiplexarea pachetelor individuale în rețeaua WAN. Cadrele de lungime variabilă sunt ideale pentru transmiterea datelor în rețea și formarea fluxurilor de trafic; ruterele Frame Relay pot prelua un cadru Frame Relay pentru a-l transmite mai departe de-a lungul unui circuit virtual.

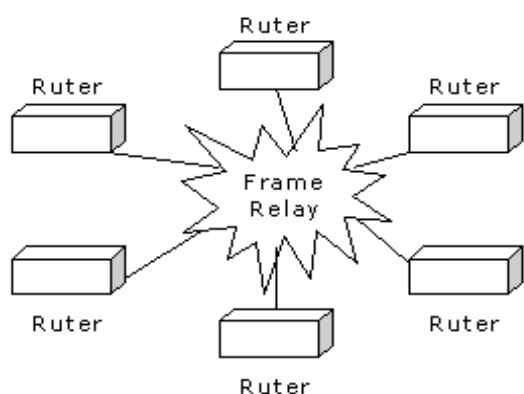
### Avantaje

De la început se impune observația că avantajele implementării tehnologiei Frame Relay pentru un furnizor de servicii (Service Provider - SP) sunt de nivel strategic (au multiple repercursiuni legate de costurile implicate în afacere, de profiturile realizate, de dezvoltarea ulterioară a firmei etc.).

Beneficiile oferite de această tehnologie sunt numeroase, dar putem evidenția trei dintre acestea mai importante: costuri reduse de operare și întreținere a rețelei – costurile sunt avantajoase atât pentru beneficiari cât și pentru furnizorii de servicii; flexibilitate și scalabilitate; ușurința și eficiența cu care este utilizată lățimea de bandă în Frame Relay.



a) Reprezentarea unei rețele clasice



b) Reprezentarea unei rețele Frame Relay

**Fig. 1.** Comparatia dintre o rețea clasică și una Frame Relay

Alte caracteristici includ faptul că Frame Relay este o tehnologie complementară cu ATM și IP, implică o fiabilitate crescută a rețelei permitând gestionarea lățimii de bandă utilizate.

Din figura 1 se observă că pentru a se asigura conexiunea celor 6 noduri la rețea, sunt necesare câte 5 legături CSU/DSU<sup>1</sup> de conexiune pentru fiecare nod pentru a se asigura comunicarea cu celelalte noduri din rețea. În continuare este prezentată imaginea clasică a unei rețele Frame Relay, care oferă avantajul existenței unei

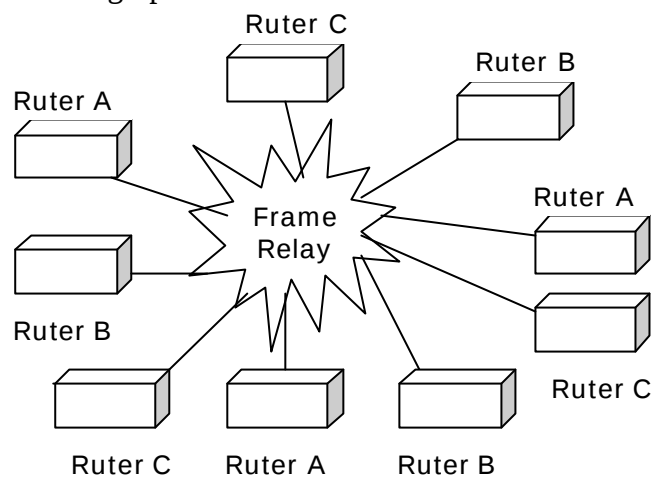
singure legături pentru asigurarea conexiunii cu fiecare nod al rețelei, folosindu-se, de asemenea, un singur port al routerului. Avantajul rețelei este evident prin reducerea complexității rețelei considerată drept exemplu, dar și prin considerarea cazului conectării unui nou nod la rețea: în cazul rețelei clasice, apariția unui nou nod implică crearea (în cazul nostru) a încă 6 legături pentru noul nod, pe când, în cazul rețelei Frame Relay trebuie creată o singură legătură.

O altă caracteristică importantă a tehnologiei Frame Relay este posibilitatea de multiplexare. Multiplexarea se referă practic la două lucruri: pe de o parte, routerul poate identifica diferite protocoale și apoi să le încorporeze într-un singur circuit DLCI sau PVC, folosind procedeul de identificare a protocoalelor numit NLPI (Network Layer Protocol Identification – Identificarea protocolului nivelului rețea);

<sup>1</sup>**CSU (Channel service unit).** Echipament cu interfață digitală ce conectează echipamentul utilizatorului cu locația digitală telefonică. **DSU (Data service unit).** Echipament utilizat în transmisii digitale ce acționează pe post de adaptor a interfeței fizice a unui echipament DTE cu o linie de transmisie precum T1 sau E1. De regulă, aceste două tipuri de echipamente sunt referite în comun ca **CSU/DSU**.

pe de alta parte, putem avea mai multe grupuri de utilizatori atasati la norul rețelei – folosind aceeași rețea fizică, dar având proprii rețele virtuale separate. În concluzie, există două nivele de multiplexare: unul la nivelul protocoalelor folosite în rețea iar celălalt la nivelul grupurilor de

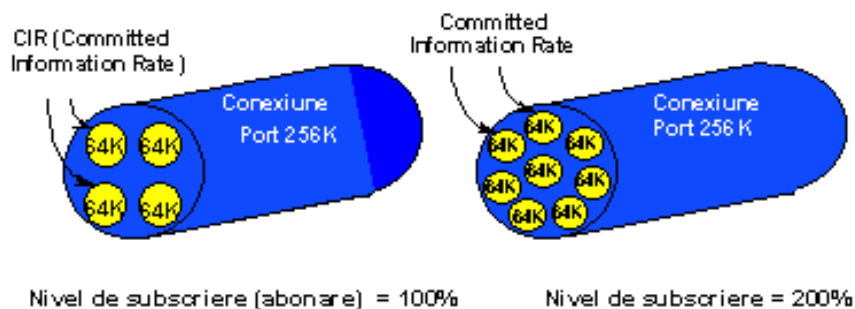
utilizatori ce dețin rețele virtuale separate în cadrul aceleiași rețele fizice. În figura 2, ruterele conectate la rețeaua Frame Relay aparțin la 3 grupuri de utilizatori, grupurile A, B, C, care formează astfel 3 rețele virtuale private distincte una față de alta.



**Fig. 2.** Multiplexarea într-o rețea Frame Relay

În plus, tehnologia Frame Relay folosește alocarea dinamică a lățimii de bandă. Acest lucru presupune folosirea practică a unui procent de 200% din lățimea de bandă alocată. Spre exemplu, pentru o legătură de 256K, în care există 4 conexiuni de 64K, se poate trece de această limită de 64K prin

procedul numit "oversubscribing" – supraabonare (figura 3). Acest lucru se bazează pe natura statistică a datelor: nu toată lumea transmite în același timp, totdeauna. Anumitor circuite li se poate oferi întreaga capacitate a legăturii dacă există această posibilitate.



**Fig. 3.** Reducerea costurilor prin supra-abonarea porturilor

Frame Relay se bazează pe multiplexarea statistică, oferind posibilitatea traficului în rafale, pentru utilizarea mai bună a lățimii de bandă disponibile. Supra-abonarea presupune posibilitatea ca unui singur port (în acest caz de 256 Kbps) să-i fie atribuite mai multe circuite virtuale permanente (circuite PVC) și, ca urmare, o rată de informație transmisibilă (CIR – Committed

Information Rate) mai mare decât viteza totală stabilită a portului. De asemenea, supra-abonarea permite folosirea în comun a capacității portului de către mai multe conexiuni de rețea individuale. Multiplexarea statistică și alocarea dinamică a lățimii de bandă permit aceste lucruri. Deoarece media de utilizare a conexiunii este de 30%, furnizorii de servicii pot

construi rețeaua pe baza acestui trafic mediu și nu luând în considerare momente de vârf ale traficului.

### **Termeni și definiții Frame Relay**

Din punct de vedere arhitectural, tehnologia Frame Relay se compune din patru blocuri de bază (figura 4): Interfața utilizator-rețea (UNI – User to Network Interface); Comutatoarele (Switch-urile) Frame Relay; Trunchiul (trunk); Interfața rețea-rețea (NNI – Network to Network Interface).

Interfața utilizator-rețea acoperă practic cea mai mare parte a definiției pentru rețeaua Frame Relay, identificând modalitatea în care un echipament terminal se poate atașa rețelei.

Switch-urile reprezintă partea centrală a rețelei, care pot fi produse de orice producător de astfel de echipamente. Frame Relay nu ține cont de modalitatea de transmitere a pachetelor de la un nod la altul, fie dacă se folosește ATM sau alta tehnologie, fiind un standard de interfață.

Componenta de interfață rețea-rețea (NNI) este în esență partea ce conectează două rețele împreună, deosebindu-se de UNI prin faptul că este bidirecțională, adică ce se întâmplă într-o parte a rețelei este translatat și transmis de cealaltă parte, pe când UNI este unidirecțională.

Frame Relay reprezintă o tehnologie simplă și matură, bine definită. Cele patru blocuri funcționale au interfețe standard bine definite. Astfel, UNI specifică linia de acces la rețea, iar NNI reprezintă specificația conexiunii la o altă rețea Frame Relay;

De asemenea, tehnologia Frame Relay are risc scăzut; prin încorporarea acestei tehnologii, furnizorii de servicii își pot reduce costurile operaționale, simplifică arhitectura rețelei, crește fiabilitatea și lărgi portofoliul de servicii oferite clienților.

### **Alți termeni ai tehnologiei Frame Relay**

Frame Relay reprezintă, în fapt, o tehnologie de comutare de mare viteză ce oferă un mare debit de date și o latență scăzută.

Debitul mare este oferit prin multiplexarea a mai multe canale logice cunoscute sub numele de circuite virtuale de-a lungul unei singure conexiuni.

Aceste circuite sunt tradiționalele circuite virtuale permanente, dar mai nou au apărut așa numitele circuite virtuale comutate ce reprezintă viitorul în acest domeniu. Circuitele permanente virtuale sunt create și alocate de furnizorul rețelei, asigurând conexiunea între două noduri identice dintr-o rețea Frame Relay. Fiecarui nod îi este asociat un identificator de conexiune numit DLCI (Data Link Connection Identifier), care poate fi altul la fiecare din capete și are o semnificație locală. Pentru a putea fi folosite astfel de circuite nu este nevoie de nici un apel special (de tipul Call Setup), o legătură PVC fiind gata de lucru imediat ce ruterele de la capetele rețelei Frame Relay au inițializat propria interfață Frame Relay. Identificatorul DLCI este un câmp de 10 biți al header-ului pachetului Frame Relay (a fost implementat și un câmp de 4 octeți pentru a oferi o mai mare flexibilitate în alegerea adreselor ce pot fi accesate). În esență, DLCI conține informația necesară unui nod (switch) pentru a ști ce să facă cu ea. Fiecare DLCI are asociat un număr care este asociat unei rute stocate în memorie, deci prin cunoașterea DLCI se știe exact unde va merge pachetul și în ce mod.

Circuitele virtuale comutate sunt dinamice, fiind constituite atunci când este nevoie de acestea. Înainte ca datele să fie transmise pe un astfel de circuit SVC, are loc în rețea un schimb de mesaje de tipul CALL SETUP/CONNECT CONFIRM, acest lucru fiind similar cu modalitatea de efectuare a unui apel telefonic. Se pot apela, de asemenea, diferite puncte terminale din cadrul rețelei Frame Relay. Odată efectuat apelul de setup, circuitul virtual comutat se comportă și este tratat identic cu un circuit virtual permanent.

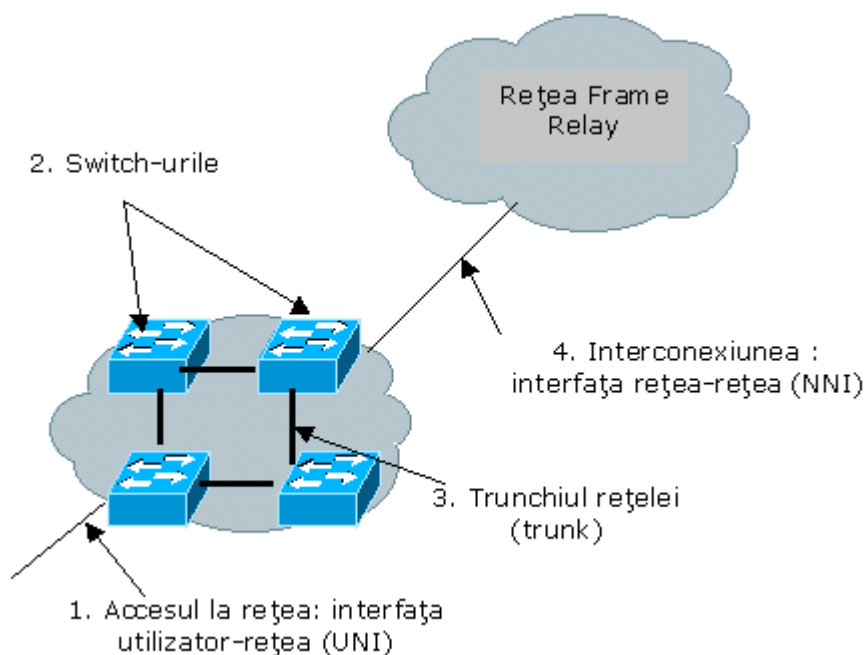
Un alt parametru folosit într-o rețea Frame Relay este rata variabilă de informație (Variable Information Rate - VIR), folosit pentru a determina rata de informație

pentru fiecare circuit virtual. VIR suporta 3 parametri pentru un anumit circuit virtual:

- Committed Information Rate (CIR). Acest parametru reprezinta latimea de banda alocata de un furnizor de servicii pentru un anumit circuit – unui anume utilizator;
- Committed Burst Size (Bc) – reprezinta numarul maxim de biti care pot fi transportati de un circuit virtual într-un anumit interval de timp. Daca acest interval

este de o secunda, atunci Bc este egal cu CIR;

- Excess Burst Size (Be) – reprezinta cantitatea de date pe care o poti alocata peste CIR, deci cu cât platesti mai mult, cu atât ai o astfel de rata mai mare;
- Discard eligible bit (DE) – reprezinta o modalitate de marcare a acelor cadre ce au depasit CIR si Be si care, ca urmare a aparitiei unei congestii în trafic, sunt îndepartate primele.



**Fig. 4.** Cele 4 componente ale unei rețele Frame Relay

În cadrul implementării unui serviciu Frame Relay, este foarte important să se înțeleagă aceste concepte; astfel, trebuie alese cu grijă valorile pentru CIR și Bc, ce conduc la valori ale intervalului de măsurare ale acestor rate, denumit T (Committed Rate Measurement Interval), pentru a acoperi cele mai rele cazuri de supraîncărcare de trafic.

Acești parametri permit fiecărui circuit virtual să fie configurat pentru a i se garanta un flux de trafic minim, dar fiecare circuit virtual poate să folosească la maximum latimea de bandă disponibilă. Pentru a oferi un anumit serviciu mai multor situri aflate la distanță, este deci posibil să se reducă necesarul atât pentru conexiunile

fizice către sediul central cât și pentru lățimea de bandă.

Tehnologia Frame Relay oferă o mică latență prin îndepărtarea tuturor procesărilor de pachete de la switch-uri către rețea. Spre deosebire de rețelele X.25 ce operează la nivelul 3 OSI sau la nivelul de pachete, rețelele Frame Relay operează la nivelul 2 OSI sau la nivelul frame. De asemenea, spre deosebire de switch-urile X.25 ce oferă o detecție și corecție superioară a erorilor, switch-urile Frame Relay nu fac această detecție și corecție, bazându-se pe calitatea înaltă și pe ratele foarte reduse de eroare ale echipamentelor de transmisiune digitală moderne și pe detecția erorilor la capetele transmisiunii la nivele superioare precum TCP.

Frame Relay simplifica arhitectura rețelei prin combinarea mai multor tipuri de trafic într-o singură rețea, ducând la costuri operationale și administrative reduse. De asemenea, natura rețelei Frame Relay face deosebit de simplă crearea sau modificarea circuitelor virtuale, acestea putând fi adăugate fără conectarea de linii suplimentare. Frame Relay este o tehnologie foarte eficientă din punct de vedere al costurilor, deoarece folosește liniile de transmisie în

mod eficient. Ca majoritatea sistemelor de transmisii de date, această tehnologie folosește generarea de cadre de lungime variabilă (ca și la X.25, spre exemplu), de la câțiva octeți până la 1600 de octeți sau chiar mai mult, și este transparentă pentru majoritatea protocoalelor uzual folosite, precum IP, IPX și DECnet. În concluzie, Frame Relay este o tehnologie ideală pentru traficul în rafale LAN spre LAN.

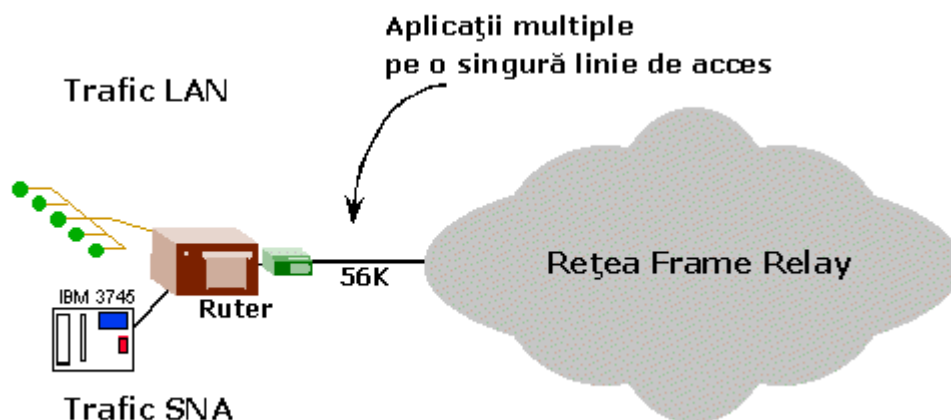


Fig. 5. Arhitectura simplificată de rețea

Datorită faptului că Frame Relay este o tehnologie stabilă, verificată, există o serie largă de echipamente de conectare ale utilizatorilor ce suportă tehnologia Frame Relay (figura 5), în care sunt incluse echipamentele de acces Frame Relay (FRAD – Frame Relay Access Device) și ruterele. De asemenea, există și alte standarde definite ce suportă voce pentru Frame Relay (VoFR – Voice over Frame Relay) și SNA<sup>2</sup> pentru Frame Relay. Astfel, Frame Relay poate suporta mai multe tipuri de trafic în cadrul aceleiași infrastructuri, la costuri operationale și administrative mai

mici, lărgindu-se, în același timp, portofoliul de servicii oferite clienților (figura 6).

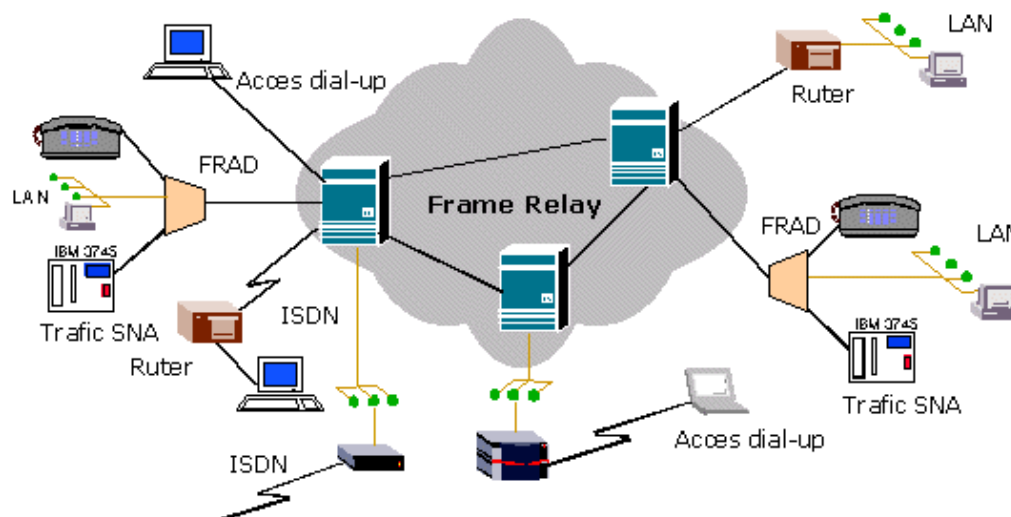
### Circuitele virtuale comutate (SVC) Frame Relay

Circuitele virtuale comutate Frame Relay reprezintă echivalentul circuitelor virtuale comutate ale tehnologiei X.25 pentru utilizatorii Frame Relay. Apelurile pot fi stabilite atunci când este necesar transferul datelor este complet. Parametri precum CIR pot fi ceruți în momentul apelului de set-up permițând implementarea cu adevărat a serviciilor de oferire a lățimii de bandă la cerere. Circuitele SVC reduc, de asemenea, greutatea administrării unui număr mare de circuite PVC, din moment ce aceste circuite pot fi stabilite direct între rutere fără a fi nevoie să fie predefinite în rețeaua Frame Relay. Dintre cele mai importante beneficii ale utilizării circuitelor SVC amintim:

<sup>2</sup> SNA – *Systems Network Architecture* – este o arhitectură complexă, bogată în facilități, dezvoltată de IBM în anii '70. Este compusă tot din 7 nivele ca și modelul OSI, cu anumite modificări. Cele 7 nivele SNA sunt: physical control layer, data link control layer, path control layer, transmission control layer, data flow control layer, presentation services layer, transaction services layer, corespunzătoare, în această ordine, nivelelor modelului OSI.

– *cost redus pentru consumatori*; chiar daca furnizorii de servicii nu au anuntat introducerea pe larg a tarifelor SVC, este foarte probabil ca acestia vor oferi preturi atractive pentru realizarea legaturilor dintre

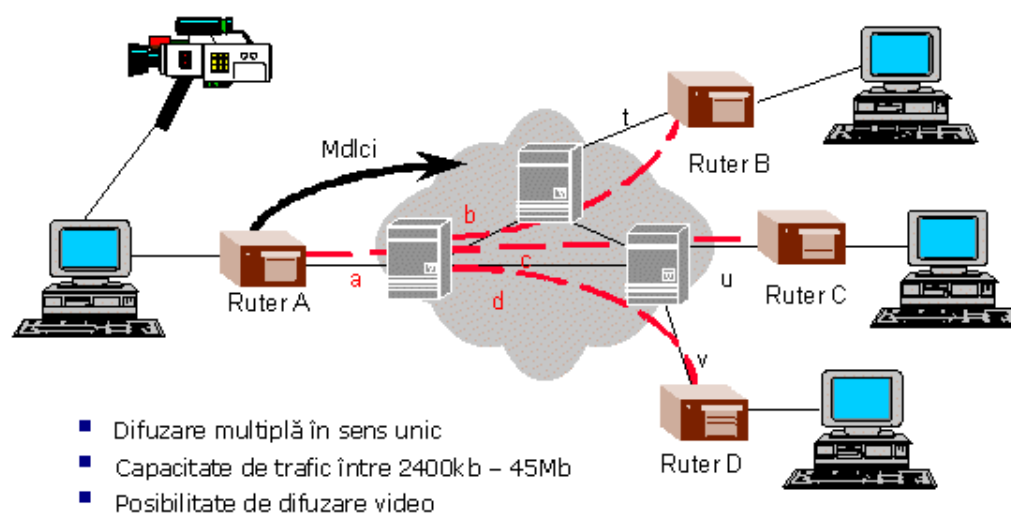
circuitele SVC si PVC în scopul maririi atractivitatii tehnologiei Frame Relay pentru site-uri de dimensiuni mai mici sau pentru utilizatori cu necesitati mai reduse pentru latimea de banda.



**Fig. 6.** Frame Relay ofera aplicatii si servicii diverse

– *mai buna topologie* (este vorba despre o topologie "mesh" completa, în care fiecare punct din retea este conectat cu oricare alt punct al retelei). Deoarece un circuit virtual comutat poate fi stabilit între oricare doua puncte ale retelei, se poate astfel crea o topologie mesh completa în care fiecare punct se afla în legatura cu oricare alt punct din retea. Datorita extra

costurilor ce apar prin definirea circuitelor PVC, modalitatile de tarificare curente au încurajat utilizatorii sa proiecteze topologii de retele stea pentru care tot traficul de la un site la altul este rutat printr-un hub central ce implica cresterea latentei si o legatura în plus. Performantele globale ale retelei pot fi îmbunatatite atunci când este creata o ruta mai directa între doua DLCI.



**Fig. 7.** Difuzarea multipla în Frame Relay

O alta aplicatie deosebit de folositoare a tehnologiei Frame Relay este difuzarea

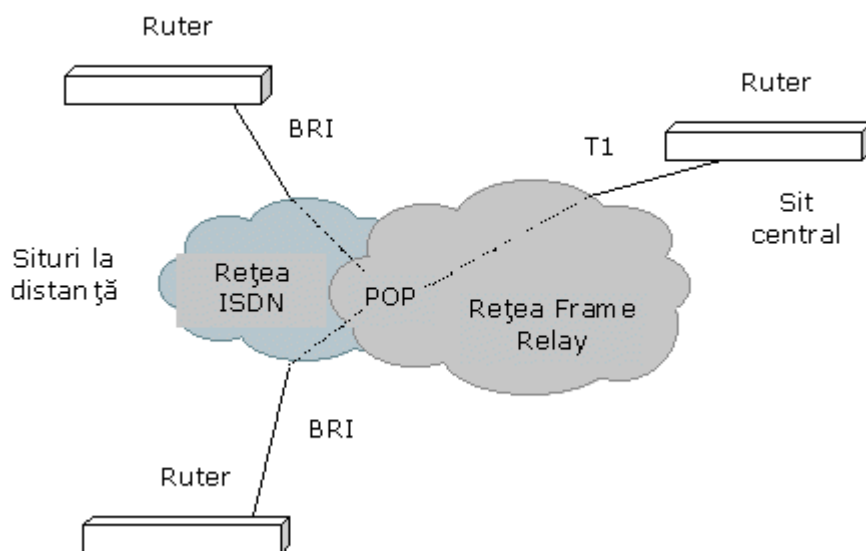
multipla (figura 7). Pe scurt, aceasta ofera posibilitatea trimiterii anumitor informatii

în retea mai multor utilizatori. Atunci când datele ce trebuie trimise au un volum mare sau numărul de utilizatori este mare, acest lucru este dificil de realizat. Frame Relay rezolvă această problemă prin facilitatea de multicasting (difuzare multiplă) care presupune ca pachetul de date este trimis în retea o singură dată, ca apoi acesta să fie transmis tuturor utilizatorilor la care trebuie să ajungă. Există multe domenii aplicative ce necesită acest lucru, de exemplu trimiterea de către o firmă clienților aceleași pachete de date, actualizarea prețurilor la toate punctele de vânzare ale unei companii, actualizarea informațiilor bancare de la sediul central către sucursalele unei bănci, etc.

### Suport și standarde Frame Relay

Standardele Frame Relay sunt următoarele:

- FRF 1.1 – Interfața FR UNI
- FRF 2.1 – Interfața FR NNI
- FRF 3.1 – Încapsularea multiprotocol (PPP cu 1490 FRAD)
- FRF 4 – Circuite virtuale FR SVC
- FRF 5 – Cooperarea la nivel rețea între ATM și Frame Relay
- FRF 6 – Managementul serviciilor pentru clienți în rețeaua Frame Relay
- FRF 7 – Difuzarea multiplă Frame Relay (Multicast FR)
- FRF 8 – Cooperarea la nivel servicii între ATM și Frame Relay
- FRF 9 – Algoritm de compresie (nu este încă implementat)
- FRF 10 – Interfața FR NNI SVC (în curs de implementare)



**Fig. 8.** Conectarea la o rețea Frame Relay a unor site-uri la distanță prin rețea ISDN

Suportul pentru circuite SVC este oferit de mai multă vreme, dar nu au existat echipamente FRAD care să le folosească. Alt lucru demn de luat în seamă este că în centrul rețelei furnizorii de servicii folosesc propriul sistem de taxare, având în vedere că modalitatea de taxare pentru circuite virtuale comutate nu este chiar atât de simplă, necesitând integrarea capacităților de taxare la nivel de backbone de rețea. Noile echipamente FRAD aparute (de la

firmele ACT, Cisco, Motorola) în ultima vreme îmbunătățesc însă situația. Aceste circuite virtuale comutate sunt încă în faza de testare, dar nu va mai trece multă vreme și vor apărea pe linia de producție. Ideea în principiu este simplă. Este vorba despre un număr mare de utilizatori ce folosesc și partajează un număr limitat de resurse, ca în cazul unui sistem telefonic. Ce se poate face, este preluarea unui port logic, asocierea unei adrese E.164 ce reprezintă un

numar de telefon. Astfel, orice punct poate stabili o convorbire cu alt punct din retea folosind acest numar de telefon si comenzi SNMP, generate fie de terminalul respectiv, fie prin management de retea. Echipamentele SVC pot, de asemenea, comunica cu alte echipamente compatibile PVC, oferind trecerea graduala de la PVC la SVC.

Cooperarea la nivel retea Frame Relay-ATM este unul dintre aspectele cele mai importante ale problemei, deoarece ofera scalabilitate în centrul retelei. Deoarece tehnologia Frame Relay este limitata la 45 Mbps pe trunchi de retea, acest trafic poate fi considerat mare fata de tehnologii predecesoare precum X.25, dar nu este totusi o latime de banda foarte mare. De aceea este nevoie de o tehnologie scalabila, ce ofera o latenta scazuta si o latime mare de banda precum ATM. Deci acest standard

de interconectare cu ATM este foarte important, oferind ATM ca mecanism de transport pentru Frame Relay, în mod transparent fata de echipamentele Frame Relay de la capete.

### **Bibliografie**

- Ascend Communications – Configuring IP Routing – Multivoice gateway for the MAX – User's Guide, 1999
- Ascend Communications – Frame Relay Overview, Ascend, 1999
- Cisco Seminar Series – Building Enterprise WANs, Cisco Systems, San Jose, CA, USA, 1998
- Theis T.N. – The future of interconnection technology, IBM Journal of Research and Development, 1999
- [http://www.cisco.com/warp/public/779/1argeent/design/frame\\_relay\\_wan.html](http://www.cisco.com/warp/public/779/1argeent/design/frame_relay_wan.html)