



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2009 00659

(22) Data de depozit: 27.08.2009

(41) Data publicării cererii:  
30.08.2011 BOPI nr. 8/2011

(71) Solicitant:  
• UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN  
CLUJ-NAPOCA,  
STR. CONSTANTIN DAICOVICIU NR. 15,  
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO

(72) Inventatori:  
• PECULEA ADRIAN LUCIAN,  
STR. ILIE MACELARU NR.9,  
CLUJ NAPOCA, CJ, RO;

• IANCU BOGDAN,  
STR. FABRICII DE ZAHĂR NR.11, AP.5,  
CLUJ NAPOCA, CJ, RO;  
• DĂDĂRLAT VASILE TEODOR,  
STR. VASILE LUPU NR.20, CLUJ NAPOCA,  
CJ, RO

(74) Mandatar:  
CABINET DE PROPRIETATE  
INDUSTRIALĂ CIUPAN CORNEL -  
STR. MESTECENILOR NR. 6, BL. 9E, AP. 2,  
CLUJ NAPOCA, JUDEȚUL CLUJ

(54) METODĂ DE ALOCARE DINAMICĂ A LĂȚIMII DE BANDĂ ȘI  
CADRU DE LUCRU PENTRU TRANSMITEREA ÎN TIMP REAL  
A INFORMAȚIILOR ÎN REȚELE DE CALCULATOARE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă de alocare dinamică a lățimii de bandă și la un cadru de lucru pentru transmiterea în timp real a informațiilor în rețele de calculatoare, cu garantarea calității serviciilor capăt-la-capăt, prin controlul admisiei și reconfigurarea autoadaptivă a lățimii de bandă. Metoda conform invenției constă din împărțirea fiecărei linii fizice (5) în două secțiuni: o primă secțiune, ce reprezintă o linie garantată (6) și care garantează fiecărei clase și fiecărui trunchi o lățime de bandă minimă, iar a doua secțiune o reprezintă o linie comună (7), care poate fi utilizată de toate trunchiurile, în funcție de necesarul acestora de lățime de bandă. Cadru de lucru deservește niște rețele (1) ale unor utilizatori și definește două tipuri de rutere: rutere de graniță (2) și rutere de interior (3), precum și niște entități (4) de control al lățimilor de bandă comune, în care ruterele de graniță (2), conectate la rețelele (1) utilizatorilor, determină lățimea de bandă necesară fiecărui flux de intrare, iau decizia de admitere sau respingere pentru fiecare flux de intrare, reconfigurează dinamic lățimile de bandă atribuite trunchiurilor, mapează fluxurile la clasele de trafic corespunzătoare și transmit pachetele aparținând fluxurilor admise în rețea, în care ruterele de interior (3) recunosc clasele de trafic și furnizează diferențierea serviciului bazată pe clasă, și în care entitățile (4) de control monitorizează și actualizează utilizarea lățimilor de bandă comune, și acceptă sau resping cererile de lățime de bandă adițională, pentru trunchiuri primite de la ruterele de graniță (2).

Revendicări: 4  
Figuri: 15

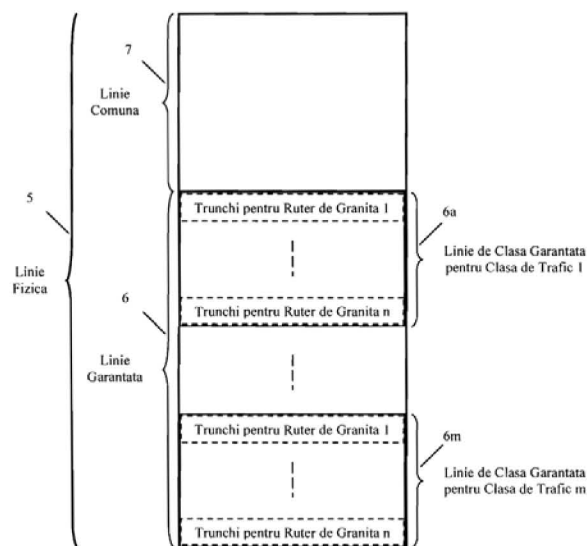


Fig. 2

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



bf

## Metodă de alocare dinamică a lăţimii de bandă şi cadru de lucru pentru transmiterea în timp real a informaţiilor în reţele de calculatoare

Invenţia se referă la o metodă de alocare dinamică a lăţimii de bandă şi la un cadru de lucru pentru transmiterea în timp real a informaţiilor în reţele de calculatoare, cu garantarea capăt-la-capăt a calităţii serviciilor prin controlul admisiei şi reconfigurarea auto-adaptivă a lăţimii de bandă.

Pentru furnizarea unor servicii similare se cunosc mai multe cadre de lucru fiecare prezentând anumite dezavantaje. Dintre acestea putem numi Serviciile Integrate, Serviciile Diferenţiate şi On-Demand QoS Path.

Serviciile Integrate [1] furnizează garanţii QoS capăt-la-capăt fluxurilor individuale prin menţinerea stării şi rezervarea lăţimii de bandă pentru fiecare flux la nivelul ruterelor aflate pe calea dintre sursă şi destinaţie. Încărcarea suplimentară introdusă de procesarea rezervării lăţimii de bandă per-flux şi menţinerea stării per-flux la nivelul fiecărui ruter este semnificativă şi creşte odată cu reţeaua. Din acest motiv Serviciile Integrate prezintă probleme de scalabilitate.

Serviciile Diferenţiate [1] grupează fluxurile în clase de trafic la graniţa reţelei. Ruterile interioare înaintează fiecare pachet în funcţie de comportamentul “per-hop” (per-ruter) asociat clasei de trafic a pachetului. Datorită agregării fluxurilor şi lipsei controlului admisiei Serviciile Diferenţiate nu furnizează garanţii QoS capăt-la-capăt fluxurilor individuale.

On-Demand QoS Path (ODP) [2] furnizează garanţii QoS capăt-la-capăt fluxurilor individuale introducând o încărcare suplimentară mult mai redusă decât în cazul Serviciilor Integrate şi menţinând scalabilitatea comparabilă cu cea a Serviciilor Diferenţiate. ODP exercită controlul admisiei per flux şi rezervarea lăţimii de bandă capăt-la-capăt la graniţa reţelei. În interiorul reţelei ODP diferenţiază clasele de trafic că şi în cazul Serviciilor Diferenţiate. Principalul dezavantaj al ODP-ului este că ajustarea lăţimii de bandă este doar locală clasei de trafic şi nu permite redistribuţia lăţimii de bandă între clase. Provisioned Link-urile care nu sunt utilizate sau care prezintă o utilizare redusă nu pot pune lăţimea de bandă liberă la dispoziţia altor Provisioned Link-uri, lăţimea de bandă liberă rămânând neutilizată. Deasemenea, acest cadru de lucru nu include determinarea lăţimii de bandă necesară fiecărui flux de intrare.

Problema tehnică pe care o rezolva invenţia de faţă este de a crea o metodă şi un cadru de lucru care să îmbunătăţească transferul informaţiilor în reţele de calculatoare, respectând parametrii de transfer prestabiliţi şi asigurând o mai bună utilizare a lăţimii de bandă şi un procent de admisie a fluxurilor mai mare.

Metoda de alocare dinamică a lăţimii de bandă, conform invenţiei, constă în împărţirea fiecărei linii fizice în două secţiuni, o prima secţiune, Linia Garantată, garantează fiecărei clase şi fiecărui trunchi, lăţimea de bandă minimă, iar a doua secţiune, Linia Comună, oferă o lăţime de bandă comună care poate fi utilizată de către toate trunchiurile în funcţie de necesarul acestora de lăţime de bandă.

Cadru de lucru pentru transmiterea în timp real a informaţiilor în reţele de calculatoare, conform invenţiei, constă în modificarea şi extinderea cadrului de lucru ODP pentru garantarea calităţii serviciilor “capăt-la-capăt” prin controlul admisiei şi reconfigurarea auto-adaptivă a lăţimii de bandă, care permite redistribuţia lăţimii de bandă între clase prin aplicarea metodei de alocare dinamică a lăţimii de bandă şi prin includerea funcţionalităţilor care să permită determinarea mai exactă a lăţimii de bandă necesară fiecărui flux de intrare şi a lăţimii de bandă de eliberat.

Metoda de alocare dinamică a lăţimii de bandă constă în împărţirea fiecărei linii fizice în două secţiuni. Prima secţiune a liniei fizice o reprezintă Linia Garantată (LG) care asigură fiecărei clase şi fiecărui trunchi lăţimea de bandă minimă, care poate fi şi nulă. A doua secţiune constituie Linia Comună (LC) a cărei lăţime de bandă poate fi utilizată de către toate trunchiurile, în funcţie de necesarul acestora de lăţime de bandă, indiferent de clasa de trafic din care fac parte sau de ruterul de graniţă de care aparţin. Astfel, trunchiurile pot dobândi o lăţime de bandă adiţională fără a fi condiţionate de lăţimea de bandă disponibilă a clasei din care fac parte, lăţimea de bandă atribuită trunchiurilor fiind ajustată dinamic în funcţie de modificările traficului în reţea.

Din linia garantată (LG) se garantează o lăţime de bandă minimă pentru oricare trunchi, iar linia comună (LC) constituie o rezervă din care se poate

1

OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MARCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. <u>a 200900659</u>
Data depozit <u>27-08-2009</u>



unor algoritmi implementați în cadrul de lucru. Dacă lățimea de bandă necesară a unui trunchi depășește un prag superior, trunchiul va dobândi lățime de bandă suplimentară din LC. Când lățimea de bandă utilizată a unui trunchi coboară sub un prag inferior și o parte din (sau toată) lățimea de bandă dobândită nu mai este necesară, trunchiul o va elibera astfel încât alte trunchiuri o vor putea folosi. Ajustarea lățimii de bandă a trunchiurilor prezintă un caracter dinamic, în funcție de modificările traficului în rețea și se realizează la nivelul LC-urilor de care aparțin. Metoda permite o mai bună folosire a lățimii de bandă și reducerea numărului de fluxuri respinse.

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției, în legătură cu figurile 1,..., 15, care reprezintă:

- Figura 1 Elementele cadrului de lucru propus
- Figura 2 Organizarea lățimii de bandă în cadrul de lucru propus
- Figura 3 Arhitectura cadrului de lucru propus
- Figura 4 Tabela de clasificare și rezervare
- Figura 5 Tabela de fluxuri
- Figura 6 Tabela de corespondență între tabela de rutare și tabela de VIP-uri
- Figura 7 Tabela de VIP-uri
- Figura 8 Tabela de trunchiuri
- Figura 9 Controlul admisiei și dobândirea resurselor adiționale
- Figura 10 Eliberarea resurselor dobândite
- Figura 11 Tabela de lățimi de bandă comune
- Figura 12 Formatul mesajelor CerereRT/EliberareRT/ConfirmareRT
- Figura 13 Dobândirea lățimii de bandă adițională pentru trunchiuri
- Figura 14 Eliberarea lățimii de bandă neutilizată a trunchiurilor
- Figura 15 Controlul resurselor comune

Cadrul de lucru propus (figura 1) deservește rețelele utilizatorilor 1 și definește două tipuri de rutere, de graniță 2, de interior 3, și entități de control lățimi de bandă comune 4.

Ruterele de graniță 2, conectate la rețelele utilizatorilor 1 deservite de către cadrul de lucru, determină lățimea de bandă necesară fiecărui flux de intrare, iau decizia de admitere sau respingere pentru fiecare flux de intrare, reconfigurează dinamic lățimile de bandă asignate trunchiurilor, mapează fluxurile la clasele de trafic corespunzătoare și transmit pachetele aparținând fluxurilor admise în rețea.

Ruterele de interior 3, conectate la rutere de graniță sau rutere de interior, recunosc clasele de trafic și furnizează diferențierea serviciului bazată pe clasă.

Entitățile de control lățimi de bandă comune 4 monitorizează și actualizează utilizarea lățimilor de bandă comune și acceptă sau resping cererile de lățime de bandă adițională pentru trunchiuri primite de la ruterele de graniță.

Lățimea de bandă este organizată ierarhic. Fiecare linie fizică 5 este împărțită în două secțiuni așa cum este prezentat în figura 2. O primă secțiune, Linia Garantată 6, garantează lățimea de bandă minimă, care poate fi și 0, fiecărei clase și fiecărui trunchi. A doua secțiune, Linia Comună 7, oferă o lățime de bandă comună care poate fi utilizată de către toate trunchiurile în funcție de necesarul acestora de lățime de bandă, indiferent de clasă de trafic din care fac parte sau ruterul de graniță de care aparțin. Astfel, trunchiurile pot dobândi lățime de bandă adițională fără a fi condiționate de lățimea de bandă disponibilă a clasei din care fac parte. Prima secțiune este împărțită static în mai multe Linii de Clasă Garantate (LCG-uri), notate în figura 2 cu 6a, ..., 6m. Fiecare LCG este rezervată unei clase de trafic existând o mapare unu la unu între clasele de trafic suportate de către legătura fizică și LCG-uri. Fiecare LCG este împărțit în mai multe trunchiuri, fiecare trunchi fiind dedicat unui ruter de graniță. Un trunchi aparținând unui LCG suportă fluxurile aparținând clasei de trafic corespunzătoare LCG-ului considerat care provin de la ruterul de graniță caruia îi este dedicat indiferent de destinație. Un ruter de graniță urmărește lățimea de bandă disponibilă a trunchiurilor care îi sunt asignate și realizează controlul admisiei local, fără a semnaliza „hop-cu-hop” prin rețea. Un

27-08-2009

Virtual IP Path (VIP) este o cale de la un ruter de graniță sursă la un ruter de graniță destinație pentru o anumita clasă de trafic, fiind o concâtenare de trunchiuri aparținând ruterului de graniță sursă peste o cale sursă-destinație.

Lățimea de bandă asignată trunchiurilor are o valoare minimă garantată care poate fi și 0 și, folosindu-se Linia Comună, este ajustată dinamic în funcție de modificările traficului în rețea.

În funcție de entitățile de rețea care mențin informațiile de utilizare și iau deciziile de reconfigurare a lățimilor de bandă (entitățile de control lățimi de bandă comune) există trei abordări posibile: Control Centralizat, Asistat de Ruter și Graniță-la-Graniță.

Arhitectura cadrului de lucru este prezentată în figura 3 și este compusă din două entități: ruter de graniță și entitate de control lățimi de bandă comune. Ruterul de graniță determină lățimea de bandă necesară fiecărui flux de intrare, ia decizia de admitere sau respingere pentru fiecare flux de intrare, rezervă lățimea de bandă necesară fiecărui flux admis, reconfigurează dinamic lățimile de bandă asignate trunchiurilor și clasifică pachetele aparținând fluxurilor admise în rețea. Entitatea de control lățimi de bandă comune monitorizează și actualizează utilizarea lățimilor de bandă comune și acceptă sau respinge cererile de lățime de bandă adițională pentru trunchiuri, primite de la ruterele de graniță. Comunicarea între cele două entități se realizează printr-un set de mesaje predefinite.

Ruterul de graniță este compus din două planuri: plan monitorizare resurse locale 8 și plan management fluxuri și control resurse locale 9. Planul de monitorizare resurse locale 8 este compus din următoarele tabele: tabela de clasificare și rezervare 10 care realizează o corespondență între tipurile fluxuri, elementele care le identifică, clasă de trafic corespunzătoare, lățimea de bandă necesară acestora și lățimea de bandă maxima necesară oricărui flux din respectiva clasă de trafic, tabela de fluxuri 11 care memorează toate fluxurile admise la un moment dat de către ruterul de graniță, fluxuri pentru care există rezervare, precum și timpul ultimului pachet din fiecare flux, tabela de corespondență între tabela de rutare 12 și tabela de VIP-uri 13 care permite determinarea VIP-ului corespunzător pachetelor, tabela de VIP-uri care memorează toate VIP-urile care pornesc de la ruterul de graniță având ca destinație toate celelalte rutere de graniță și tabela de trunchiuri 14 care memorează lățimea de bandă rezervată, utilizarea lățimii de bandă și lățimea de bandă minimă rezervată pentru toate trunchiurile aparținând ruterului de graniță. Planul de management fluxuri și control resurse locale 9 preia pachetele de la selectorul de trafic și le livrează procesului de rutare fiind compus din următoarele blocuri: memorare timp recepție pachet 15 care citește timpul de recepție al fiecărui pachet, identificare flux 16 care determină și identifică apartenența pachetelor la fluxurile admise, memorate în tabela de fluxuri, actualizare tabela de fluxuri 17 care actualizează timpul recepției ultimului pachet din fiecare flux din tabela de fluxuri, control admisie și dobândire resurse adiționale 18 care admite fluxurile pentru care există suficiente resurse și respinge fluxurile atunci când nu există suficientă lățime de bandă pentru a fi deservite, dobândește lățime de bandă adițională pentru trunchiuri, rezervă lățimea de bandă necesară fluxurilor admise și înserează fluxurile admise în tabela de fluxuri și clasificare pachet 19 care identifică pachetele în funcție de criteriile din tabela de clasificare și rezervare și realizează marcarea acestora corespunzător criteriilor de identificare. A doua sarcină a acestui plan este de a determina fluxurile admise terminate și de a elibera resursele dobândite utilizate pentru respectivele fluxuri. Următoarele blocuri realizează această sarcină: ceasul 20 generează perioada de timp la care are loc eliberarea resurselor dobândite și eliberare resurse dobândite 21 care determină fluxurile admise terminate și eliberează resursele dobândite rezervate pentru respectivele fluxuri.

Entitatea de control lățimi de bandă comune este compusă din două planuri: plan monitorizare resurse comune 22 și plan control resurse comune 23. Planul de monitorizare resurse comune 22 este format din tabela de lățimi de bandă comune 24 care memorează rezervarea și utilizarea lățimii de bandă comună a LC-urilor. Planul de control resurse comune 23 este format din blocul control resurse comune 25 care actualizează tabela de lățimi de bandă comune și decide dacă cererile de lățime de bandă adițională pentru trunchiuri primite de la ruterele de graniță pot fi acceptate sau nu.

O tabelă de clasificare și rezervare 10, a unui ruter de graniță, realizează o corespondență între tipurile fluxuri, elementele care le identifică, clasă de trafic corespunzătoare și lățimea de bandă necesară acestora. Tipurile de fluxuri sunt împărțite în funcție de identificatorul protocolului, portul

sursă și portul destinație. După cum se poate observa și din figura 4, o intrare în această tabelă conține: identificatorul timpului de flux 26, identificatorul protocolului 27, portul sursă 28, portul destinație 29, clasă de trafic (CT) 30, cantitatea de lățime de bandă (LB) necesară a fi rezervată respectivului flux 31 și cantitatea de lățime de bandă maximă necesară a fi rezervată pentru oricare flux aparținând clasei de trafic corespunzătoare 32.

O tabelă de fluxuri 11 memorează toate fluxurile admise la un moment dat de către ruterul de graniță, fluxuri pentru care există rezervare, precum și lățimea de bandă rezervată acestor fluxuri și timpul ultimului pachet din fiecare flux. Identificarea fluxurilor este realizată după cele cinci câmpuri care identifică unic un flux: adresa IP sursă, adresa IP destinație, identificatorul protocolului, portul sursă și portul destinație. După cum este prezentat și în figura 5, o intrare în aceasta tabelă conține: identificatorul fluxului 33, adresa IP sursă 34, adresa IP destinație 35, identificatorul protocolului 36, portul sursă 37, portul destinație 38 și timpul sosirii ultimului pachet din flux 39.

O tabelă de corespondență între tabela de rutare și tabela de VIP-uri 12 permite determinarea VIP-ului corespunzător fluxurilor și asigură independența cadrului de lucru față de procesul de rutare. După cum este ilustrat și în figura 6, o intrare în această tabelă conține: adresa destinație 40, masca de rețea 41, clasă de trafic 42 și identificatorul VIP-ului corespunzător 43.

O tabela de VIP-uri a unui ruter de graniță memorează toate VIP-urile care pornesc de la respectivul ruter de graniță având ca destinație toate celelalte rutere de graniță. După cum se poate observa și din figura 7, o intrare în această tabelă conține: identificatorul VIP-ului 44, identificatorul ruterului de graniță destinație 45, și lista de trunchiuri care formează VIP-ul 46.

O tabelă de trunchiuri a unui ruter de graniță memorează lățimea de bandă rezervată, utilizarea lățimii de bandă și lățimea de bandă minimă rezervată pentru toate trunchiurile aparținând respectivului ruter de graniță. După cum este ilustrat în figura 8, o intrare în această tabelă conține: identificatorul trunchiului 47, cantitatea de lățime de bandă rezervată 48, cantitatea de lățime de bandă utilizată 49 și cantitatea de lățime de bandă minimă care trebuie rezervată pentru respectivul trunchi 50. La initializare, lățimea de bandă rezervată fiecărui trunchi va avea valoarea lățimii de bandă minime care trebuie rezervată pentru respectivul trunchi.

Controlul admisiei este realizat la sosirea primului pachet dintr-un flux nou, de către ruterul de graniță sursă. Modulul control admisie și dobândire resurse adiționale memorează pachetul în memoria de fluxuri neadmise și determină dacă mai există în această memorie pachete aparținând aceluiași flux. Dacă nu mai există astfel de pachete, determină din tabela de clasificare și rezervare lățimea de bandă necesară fluxului și clasă de trafic, determină din tabela de corespondență între tabela de rutare și tabela de VIP-uri VIP-ul corespunzător fluxului și extrage din tabela de VIP-uri trunchiurile care aparțin VIP-ului determinat. Apoi, pentru trunchiurile care dețin suficientă lățime de bandă disponibilă, rezervă lățimea de bandă necesară fluxului actualizând câmpul LB utilizată. Condiția că trunchiul să dețină suficientă lățime de bandă disponibilă este:

$$LB\_rezervata \geq LB\_utilizata + LB\_necesara$$

unde  $LB\_rezervată$  și  $LB\_utilizată$  sunt cantitățile de lățime de bandă rezervată și respectiv utilizată pentru respectivul trunchi și  $LB\_necesară$  este lățimea de bandă necesară fluxului.

Actualizarea câmpului  $LB\_utilizată$  se face astfel:

$$LB\_utilizata = LB\_utilizata + LB\_necesara$$

Dacă VIP-ul are suficientă lățime de bandă pentru a suporta fluxul de intrare, controlul admisiei acceptă fluxul. Dacă există trunchiuri care nu au suficientă lățime de bandă disponibilă, modulul control admisie și dobândire resurse adiționale încearcă să mărească lățimea de bandă rezervată respectivelor trunchiuri transmițând în acest sens o cerere entităților de control a lățimilor de bandă comune. Dacă cererea este admisă, lățimea de bandă rezervată trunchiurilor este marită actualizând câmpul LB rezervată, astfel încât și acestea vor deține suficientă lățime de bandă disponibilă pentru a suporta fluxul de intrare. Pentru aceste trunchiuri modulul control admisie și dobândire resurse adiționale rezervă lățimea de bandă necesară fluxului actualizând câmpul LB utilizată. □i în acest caz controlul admisiei acceptă fluxul. După acceptarea unui flux, acesta este inserat în tabela de fluxuri și pachetele aparținând respectivului flux, memorate în memoria de fluxuri neadmise, vor fi transmise



modulului actualizare tabela de fluxuri pentru restul prelucrărilor și transmisie. Dacă cererea de marire a lățimii de bandă rezervată adresată entităților de control a lățimilor de bandă comune este respinsă, fluxul este respins, rezervele efectuate asupra trunchiurilor care dețineau suficientă lățime de bandă disponibilă sunt anulate prin actualizarea câmpului LB utilizată și pachetele aparținând respectivului flux, memorate în memoria de fluxuri neadmise, sunt eliminate. După cum se poate observa și din figura 9, modulul control admisie și dobândire resurse adiționale 18 este compus din următoarele blocuri: memorie fluxuri neadmise 51, memorare pachet și determinare prim pachet flux 52, determinare lățime de bandă necesară și clasă de trafic 53, determinare VIP 54, determinare trunchiuri 55, rezervare trunchiuri 56, dobândire lățime de bandă adițională pentru trunchiuri 57, eliberare rezervare trunchiuri 58, eliberare pachete flux respins 59, inserare flux în tabela de fluxuri 60 și transmitere pachete flux admis 61.

Un flux este considerat terminat după o perioadă de inactivitate care depășește o valoare predefinită. Fiecare ruter de graniță, folosind modulul de eliberare resurse dobândite, inspectează periodic propria tabelă de fluxuri pentru a identifica fluxurile terminate și, urmare a terminării fluxurilor, eliberează corespunzător lățimile de bandă. Condiția ca un flux să fie terminat este:

$$t_{curent} - t_{pachet} > t_{predefinit}$$

unde  $t_{curent}$  este timpul curent,  $t_{pachet}$  este timpul ultimului pachet din flux, memorat în tabela de fluxuri, și  $t_{predefinit}$  este timpul predefinit de inactivitate după care un flux este considerat terminat.

Dacă există fluxuri terminate, se determină din tabela de clasificare și rezervare lățimea de bandă rezervată respectivelor fluxuri, memorata în câmpul LB necesară, precum și clasă de trafic corespunzătoare acestora și se elimină fluxurile din tabela de fluxuri. Apoi, modulul de eliberare resurse dobândite, determină din tabela de corespondență între tabela de rutare și tabela de VIP-uri VIP-urile corespunzătoare fluxurilor și extrage din tabela de VIP-uri trunchiurile care aparțin VIP-urilor determinate. După aceea, eliberează lățimea de bandă rezervată pentru respectivele fluxuri actualizând câmpul LB utilizată din tabela de trunchiuri pentru fiecare trunchi aparținând VIP-urilor corespunzătoare fluxurilor. Actualizarea câmpului LB utilizată se face astfel:

$$LB_{utilizata} = LB_{utilizata} - LB_{necesara}$$

Deasemenea, extrage din tabela de clasificare și rezervare cantitatea de lățime de bandă maximă necesară a fi rezervată pentru oricare flux aparținând claselor de trafic corespunzătoare trunchiurilor și verifică dacă utilizarea trunchiurilor este sub pragul inferior predeterminat. Condiția ca utilizarea unui trunchi să fie sub pragul inferior predeterminat este:

$$LB_{rezervata} > LB_{utilizata} + n \times LB_{maxima\_necesara\_CT}$$

unde  $LB_{maxima\_necesara\_CT}$  este cantitatea de lățime de bandă maximă necesară a fi rezervată pentru oricare flux aparținând clasei de trafic corespunzătoare respectivului trunchi și  $n$  este un parametru predefinit având o valoare mai mare sau egală cu 1.

Totodată, se extrage din tabela de trunchiuri cantitatea de lățime de bandă minimă care trebuie rezervată respectivelor trunchiuri și se verifică dacă trunchiurile au lățime de bandă adițională dobândită din linia comună. Condiția că un trunchi să aibă lățime de bandă adițională dobândită din linia comună este:

$$LB_{rezervata} > LB_{minima\_rezervata\_trunchi}$$

unde  $LB_{minima\_rezervata\_trunchi}$  este cantitatea de lățime de bandă minimă care trebuie rezervată pentru respectivul trunchi.

Dacă există trunchiuri a caror utilizare este sub pragul inferior predeterminat și respectivele trunchiuri au lățime de bandă adițională dobândită din linia comună, modulul de eliberare resurse dobândite, în limita lățimii de bandă adițională dobândită, calculează lățimea de bandă pe care o va elibera din lățimea de bandă rezervată a respectivelor trunchiuri. Diminuarea lățimii de bandă rezervată trunchiurilor este însoțită și de eliberarea corespunzătoare a resurselor spre lățimile de bandă comune. După cum se poate observa și din figura 10, modulul de eliberare resurse dobândite 21 este compus din următoarele blocuri: identificare fluxuri terminate 62, determinare lățime de bandă

necesară și clasă de trafic 63, eliminare fluxuri terminate 64, determinare VIP 65, determinare trunchiuri 66, actualizare lățime de bandă utilizată trunchiuri 67, calcul utilizare trunchiuri 68 și eliberare lățime de bandă neutilizată a trunchiurilor 69.

Cadrul de lucru propus ajustează dinamic cantitatea de lățime de bandă asignată trunchiurilor, cu scopul adaptării la schimbările de trafic din rețea. Un ruter de graniță sursă poate cere lățime de bandă suplimentară pentru trunchiuri sau poate elibera lățime de bandă nefolosită de către trunchiuri în funcție de utilizarea lățimii de bandă a trunchiurilor. Ajustarea lățimii de bandă este realizată în limita lățimii de bandă a Liniei Comune. Această ajustare permite tuturor trunchiurilor, indiferent de clasă de trafic din care fac parte sau ruterul de graniță de care aparțin, să împartă lățimea de bandă pusă la dispoziție de LC. Procesul de reconfigurare a trunchiurilor în acest cadru de lucru implică controlul tabelii de lățimi de bandă comune, eliberarea lățimii de bandă neutilizată a trunchiurilor și dobândirea lățimii de bandă adițională pentru trunchiuri.

O tabelă de lățimi de bandă comune 24 memorează utilizarea lățimii de bandă comună a LC-urilor din rețea. După cum este prezentat și în figura 11, o intrare în această tabelă conține: identificatorul LC-ului 70, cantitatea de lățime de bandă comună (LBC) rezervată 71 și cantitatea de lățime de bandă comună utilizată 72 pentru respectivul LC.

În funcție de entitățile de control lățimi de bandă comune, sunt propuse trei abordări: Control Centralizat, Asistat de Ruter și Graniță-la-Graniță. În abordarea Control Centralizat tabela de lățimi de bandă comune este controlată de către un server de management de rețea (SMR) și tabela de lățimi de bandă comune memorează utilizarea lățimii de bandă a tuturor LC-urilor din rețea. În abordarea Asistat de Ruter fiecare ruter interior din rețea controlează o tabelă de lățimi de bandă comune și fiecare astfel de tabelă memorează utilizarea lățimii de bandă a LC-urilor aparținând tuturor legăturilor fizice direct conectate la respectivul ruter interior. În abordarea Graniță-la-Graniță fiecare ruter de graniță controlează o tabelă de lățimi de bandă comune și o astfel de tabelă memorează utilizarea lățimii de bandă pentru toate LC-urile din rețea.

Fiecare ruter de graniță sursă examinează periodic propria tabela de fluxuri și determină dacă și care fluxuri s-au terminat. În cazul în care există fluxuri terminate actualizează tabela de fluxuri și tabela de trunchiuri. După aceea, examinează tabela de trunchiuri și obține utilizarea lățimii de bandă a trunchiurilor proprii. Dacă există trunchiuri a caror utilizare a lățimii de bandă este sub pragul inferior predeterminat și trunchiurile respective au lățime de bandă adițională dobândită din linia comună, ruterul de graniță sursă calculează lățimea de bandă pe care o va elibera din lățimea de bandă rezervată a respectivelor trunchiuri, ajustează lățimea de bandă eliberată a trunchiurilor în limita lățimii de bandă adițională dobândită, actualizează corespunzător propria tabela de trunchiuri și transmite un mesaj de control entităților de control lățimi de bandă comune pentru eliberarea corespunzătoare a lățimilor de bandă comune utilizate. Ajustarea lățimii de bandă pentru un trunchi se realizează doar în limita lățimii de bandă adițională dobândită. Algoritmul care descrie actualizarea lățimii de bandă rezervată a trunchiurilor este următorul:

1. Dacă  $LB\_rezervata > LB\_utilizata + n \times LB\_maxima\_necesara\_CT$  și  $LB\_rezervata > LB\_minima\_rezervata\_trunchi$ 
  - 1.1.  $LB\_eliberata = LB\_rezervata - LB\_utilizata - n \times LB\_maxima\_necesara\_CT$
  - 1.2. Dacă  $LB\_minima\_rezervata\_trunchi > LB\_rezervata - LB\_eliberata$ 
    - 1.2.1.  $LB\_eliberata = LB\_rezervata - LB\_minima\_rezervata\_trunchi$
  - 1.3.  $LB\_rezervata = LB\_rezervata - LB\_eliberata$

Când un flux nou sosește la un ruter de graniță, acesta determină lățimea de bandă necesară și clasă de trafic pentru respectivul flux, determină VIP-ul corespunzător fluxului și extrage din tabela de VIP-uri trunchiurile care aparțin VIP-ului determinat. Apoi, pentru trunchiurile care dețin suficientă lățime de bandă disponibilă, rezervă lățimea de bandă necesară fluxului actualizând câmpul LB utilizată. Dacă există trunchiuri care nu au suficientă lățime de bandă disponibilă, modulul control admisie și dobândire resurse adiționale calculează pentru fiecare dintre acestea lățimea de bandă

adițională care trebuie dobândită și încearcă să mărească lățimea de bandă rezervată respectivelor trunchiuri transmițând în acest sens o cerere entităților de control a lățimilor de bandă comune. Lățimea de bandă adițională cerută se calculează după formula:

$$LB\_ceruta = LB\_necesara$$

La primirea mesajelor de confirmare de la entitățile de control lățimi de bandă comune, ruterul de graniță sursă examinează aceste mesaje și, în cazul în care cererea de lățime de bandă suplimentară a fost acceptată, mărește corespunzător lățimea de bandă rezervată a trunchiurilor astfel încât și acestea vor deține suficientă lățime de bandă disponibilă pentru a suporta fluxul de intrare. Actualizarea lățimii de bandă rezervată a trunchiurilor se face după formula:

$$LB\_rezervata = LB\_rezervata + LB\_ceruta$$

Reconfigurarea trunchiurilor este întotdeauna inițiată de un ruter de graniță sursă folosindu-se un mecanism bazat pe praguri și valori calculate.

Mesajele de control folosite în ajustarea lățimii de bandă a trunchiurilor sunt: Cerere Reconfigurare Trunchi (CerereRT), Eliberare Reconfigurare Trunchi (EliberareRT) și Confirmare Reconfigurare Trunchi (ConfirmareRT). După cum este prezentat și în figura 12, formatul acestor trei mesaje este identic și conține următoarele câmpuri: tipul mesajului 73 (CerereRT, EliberareRT și ConfirmareRT), identificatorul mesajului 74, identificatorul ruterului de graniță sursă 75, identificatorul ruterului de graniță destinație 76, identificatorul VIP-ului folosit de către mesajul de control 77, lungimea mesajului 78 și o serie de perechi (ID trunchi, LB\_cerută sau LB\_eliberata) 79 care precizează cantitatea de lățime de bandă cerută sau eliberată pentru trunchiul identificat în câmpul pereche ID Trunchi.

Pentru reconfigurarea lățimii de bandă a trunchiurilor, ruterele de graniță sursă identifică trunchiurile care necesită reconfigurarea lățimii de bandă și determină cantitatea de lățime de bandă de asignat sau de eliberat. Apoi, ruterele de graniță sursă transmit mesaje pentru a dobândi lățime de bandă adițională pentru trunchiuri (CerereRT) sau pentru a elibera lățime de bandă neutilizată a trunchiurilor (EliberareRT). Aceste mesaje sunt transmise entităților de control lățimi de bandă comune.

Mesajele CerereRT, EliberareRT și ConfirmareRT sunt folosite deasemenea pentru actualizarea tabelor de lățimi de bandă comune și a tabelor de trunchiuri. În abordarea Control Centralizat, pentru a dobândi lățime de bandă adițională pentru trunchiuri, ruterele de graniță sursă transmit mesaje CerereRT SMR-ului care controlează tabela de lățimi de bandă comune. La primirea acestor mesaje, SMR-ul ia deciziile de reconfigurare a lățimilor de bandă, actualizează propria tabela de lățimi de bandă comune și răspunde mesajelor CerereRT cu mesaje ConfirmareRT. Aceste mesaje de răspuns sunt folosite de către ruterele de graniță pentru actualizarea tabelor de trunchiuri. Pentru eliberarea lățimii de bandă neutilizată a trunchiurilor, ruterele de graniță sursă actualizează propriile tabele de trunchiuri și transmit mesaje EliberareRT SMR-ului care controlează tabela de lățimi de bandă comune. La primirea acestor mesaje, SMR-ul actualizează propria tabela de lățimi de bandă comune.

În abordarea Asistat de Ruter, la sosirea unui nou flux, ruterul de graniță sursă transmite un mesaj CerereRT ruterele de interior aflate de-a lungul VIP-ului asignat fluxului de intrare nou sosit. La primirea mesajului CerereRT, ruterele de interior iau deciziile de reconfigurare a lățimilor de bandă, actualizează propriile tabele de lățimi de bandă comune și răspund mesajului CerereRT cu câte un mesaj ConfirmareRT. Deoarece este posibil că unele rutere de interior să poată asigura lățimea de bandă cerută în mesajul CerereRT, iar altele să nu poată asigura lățimea de bandă cerută în mesajul CerereRT, ruterul de graniță sursă inițiator așteaptă să recepționeze câte un mesaj ConfirmareRT de la fiecare ruter de interior înainte de a actualiza propria tabela de trunchiuri. După recepționarea tuturor mesajelor ConfirmareRT, ruterul de graniță inițiator determină dacă cererea sa de reconfigurare a lățimilor de bandă a fost admisă. Dacă cererea a fost admisă, ruterul de graniță inițiator actualizează propria tabela de trunchiuri și transmite un mesaj CompletareRT ruterele de interior aflate de-a lungul VIP-ului asignat fluxului de intrare nou sosit. La primirea mesajului CompletareRT, ruterele de interior actualizează propriile tabele de lățimi de bandă comune. Dacă cererea a fost respinsă, ruterul



de graniță inițiator transmite un mesaj AnulareRT ruterelor de interior aflate de-a lungul VIP-ului asigurat fluxului de intrare nou sosit. La primirea mesajului AnulareRT, ruterele de interior actualizează propriile tabele de lățimi de bandă comune. Mesajele CompletareRT și AnulareRT sunt mesaje de control având același format cu cel al mesajelor CerereRT, EliberareRT și ConfirmareRT. Pentru eliberarea lățimii de bandă neutilizată a trunchiurilor, un ruter de graniță sursă actualizează propria tabelă de trunchiuri și transmite în broadcast un mesaj EliberareRT tuturor ruterelor de interior din rețea. La primirea unui mesaj EliberareRT, ruterele de interior din rețea actualizează propriile tabele de lățimi de bandă comune.

În abordarea Graniță-la-Graniță, pentru a dobândi lățime de bandă adițională pentru trunchiuri, un ruter de graniță transmite în broadcast un mesaj CerereRT celorlalte rutere de graniță. La primirea mesajului CerereRT, fiecare ruter de graniță ia deciziile de reconfigurare a lățimilor de bandă, actualizează propria tabelă de lățimi de bandă comune și răspunde mesajului CerereRT cu un mesaj ConfirmareRT. Deoarece este posibil că mai multe rutere de graniță sursă să concureze pentru lățime de bandă la nivelul aceluiași LC-uri, ruterul de graniță sursă inițiator așteaptă să recepționeze câte un mesaj ConfirmareRT de la fiecare ruter de graniță înainte de a actualiza propria tabelă de trunchiuri. După recepționarea tuturor mesajelor ConfirmareRT, ruterul de graniță inițiator determină dacă cererea să de reconfigurare a lățimilor de bandă a fost admisă. Dacă cererea a fost admisă, ruterul de graniță inițiator actualizează propria tabelă de trunchiuri și transmite în broadcast un mesaj CompletareRT tuturor ruterelor de graniță. Dacă cererea a fost respinsă, ruterul de graniță inițiator transmite în broadcast un mesaj AnulareRT tuturor ruterelor de graniță. Mesajele CompletareRT și AnulareRT permit sincronizarea tabelelor de lățimi de bandă comune controlate la nivelul ruterelor de graniță. La primirea acestor mesaje entitățile de control lățimi de bandă comune aflate la nivelul ruterelor de graniță actualizează propriile tabele de lățimi de bandă comune. Pentru eliberarea lățimii de bandă neutilizată a trunchiurilor, un ruter de graniță sursă actualizează propria tabelă de trunchiuri și transmite în broadcast un mesaj EliberareRT tuturor ruterelor de graniță. La primirea mesajului EliberareRT, fiecare ruter de graniță actualizează propria tabelă de lățimi de bandă comune.

Modulul dobândire lățime de bandă adițională pentru trunchiuri, prezentat în figura 13, este compus din următoarele blocuri: calcul lățimi de bandă cerute 80, generare, memorare și transmitere CerereRT 81, memorie mesaje 82, recepție și memorare ConfirmareRT 83, verificare recepție toate mesajele ConfirmareRT 84, analiza mesaje ConfirmareRT 85, creștere lățime de bandă rezervată trunchiuri 86, generare și transmitere mesaj CompletareRT 87, generare și transmitere mesaj AnulareRT 88 și eliberare memorie mesaje 89.

După cum se poate observa și din figura 14, modulul eliberare lățime de bandă neutilizată a trunchiurilor este compus din următoarele blocuri: calcul lățimi de bandă eliberate 90, scădere lățime de bandă rezervată trunchiuri 91 și generare și transmitere EliberareRT 92.

Modulul control resurse comune, prezentat în figura 15, este compus din următoarele blocuri: recepție și verificare tip mesaj 93, analiza mesaj CerereRT 94, creștere lățime de bandă utilizată linii comune 95, generare, memorare și transmitere ConfirmareRT 96, memorie mesaje ConfirmareRT 97, analiza mesaj CompletareRT 98, regăsire mesaj ConfirmareRT 99, eliberare memorie mesaje ConfirmareRT 100, analiza mesaj AnulareRT 101, regăsire și analiza mesaj ConfirmareRT 102, scădere lățime de bandă utilizată linii comune 103, analiză mesaj EliberareRT 104 și actualizare lățime de bandă utilizată linii comune 105.

Prin aplicarea invenției se obțin următoarele avantaje:

- creșterea volumului de informații transmise prin rețea;
- eficientizarea utilizării lățimii de bandă;
- creșterea procentului de fluxuri admise prin rețea;
- realizarea unui cadru de lucru suplu, flexibil și eficient.

Bibliografie:

1. Z. Wang, *Internet QoS: Architectures and Mechanisms for Quality of Service*, Morgan Kaufmann, San Francisco, 2001.
2. Mei Yang; Yan Huang; Kim, J.; Meejeong Lee; Suda, T.; Daisuke, M. – *An End-to-End QoS Framework With On-Demand Bandwidth Reconfiguration*, [www.ieeeinfocom.org/2004/Papers/42\\_4.PDF](http://www.ieeeinfocom.org/2004/Papers/42_4.PDF), 2004



*Ciupan*

## REVENDICARI

1. Metoda de alocare dinamică a lăţimii de bandă pentru transmiterea în timp real a informaţiilor în reţele de calculatoare constând în alocarea cantităţii de lăţimii de bandă pentru realizarea unor legături capăt-la-capăt între diferite rutere ale unei reţele de calculatoare în vederea transmiterii unor informaţii sub forma unor trunchiuri, **caracterizată prin aceea că**, fiecare linie fizică (5) este împărţită în două secţiuni, prima secţiune formează o linie garantată (6) din care se asigură fiecărei clase şi fiecărui trunchi o latime de bandă minimă garantată prin liniile de clasă garantată (6a, ..., 6m), iar a doua secţiune formează o linie comună (7) a cărei lăţime de bandă poate fi utilizată de către toate trunchiurile, în funcţie de necesarul acestora de lăţime de bandă, indiferent de clasă de trafic din care fac parte sau de ruterul de graniţă de care aparţin, trunchiurile pot dobândi o lăţime de bandă adiţională fără a fi condiţionate de lăţimea de bandă disponibilă a clasei din care fac parte, lăţimea de bandă atribuită trunchiurilor fiind ajustată dinamic în funcţie de modificările traficului în reţea.
2. Cadru de lucru pentru transmiterea în timp real a informaţiilor în reţele de calculatoare pentru garantarea capăt-la-capăt a calităţii serviciilor prin controlul admisiei şi reconfigurarea auto-adaptivă a lăţimii de bandă alcătuit din reţelele utilizatorilor (1), rutere de graniţă (2), rutere de interior (3), entităţi de control lăţimi de bandă comune (4), **caracterizat prin aceea că**, ajustează dinamic cantitatea de lăţime de bandă atribuita trunchiurilor oferind posibilitatea unui ruter de graniţă sursă să solicite lăţime de bandă suplimentară şi să elibereze lăţime de bandă nefolosita de către trunchiuri în funcţie de cantitatea de lăţime de bandă necesară respectiv utilizată de către trunchiuri, ajustarea lăţimii de bandă realizându-se din lăţimea de bandă a liniei comune (7) printr-un proces dinamic de reconfigurare prin actualizarea tabelii de lăţimi de bandă comune; ruterele de graniţă sursă identifică trunchiurile care necesită reconfigurarea lăţimii de bandă şi determină cantitatea de lăţime de bandă de atribuit sau de eliberat, după care transmit mesaje, entităţilor de control lăţimi de bandă comune, pentru a dobândi lăţime de bandă adiţională pentru trunchiuri (CerereRT) sau pentru a elibera lăţime de bandă neutilizată a trunchiurilor (EliberareRT).
3. Cadru de lucru pentru transmiterea în timp real a informaţiilor în reţele de calculatoare conform revendicării 2, **caracterizat prin aceea că**, pentru a permite determinarea mai exactă a lăţimii de bandă necesară oricăror tipuri de fluxuri de intrare în reţea, s-a extins funcţionalitatea ruterele de graniţă definite în cadrul de lucru ODP prin definirea funcţionalităţii de determinare a lăţimii de bandă necesară fiecărui flux de intrare, inclusă în blocul determinare lăţime de bandă necesară şi clasă de trafic (53) care obţine informaţiile din câmpul LB necesară (31) definit în tabela de clasificare şi rezervare (10).
4. Cadru de lucru pentru transmiterea în timp real a informaţiilor în reţele de calculatoare conform revendicării 2, **caracterizat prin aceea că**, pentru a asigura o lăţime de bandă minimă rezervată fiecărui trunchi şi pentru a reduce numărul de mesaje de control din reţea, s-a extins funcţionalitatea ruterele de graniţă definite în cadrul de lucru ODP prin definirea următoarelor două funcţionalitati incluse în blocul eliberare resurse dobândite (21): limitarea eliberării lăţimii de bandă rezervată a trunchiurilor astfel încat fiecare trunchi să aiba asigurată o lăţime de bandă minimă rezervată egală cu valoarea specificată în câmpul LB minimă rezervată trunchi (50) din tabela de trunchiuri (14) şi asigurarea unei valori minime a lăţimii de bandă disponibilă a trunchiurilor, astfel încat fiecare trunchi să permită admisia unui număr minim prestabilit de fluxuri, fără necesitatea dobândirii de lăţime de bandă adiţională, prin condiţionarea valorii lăţimii de bandă eliberată de valoarea LB maximă necesară CT (32) din tabela de clasificare şi rezervare (10) şi de un parametru predefinit având o valoare maximă sau egală cu 1.

28

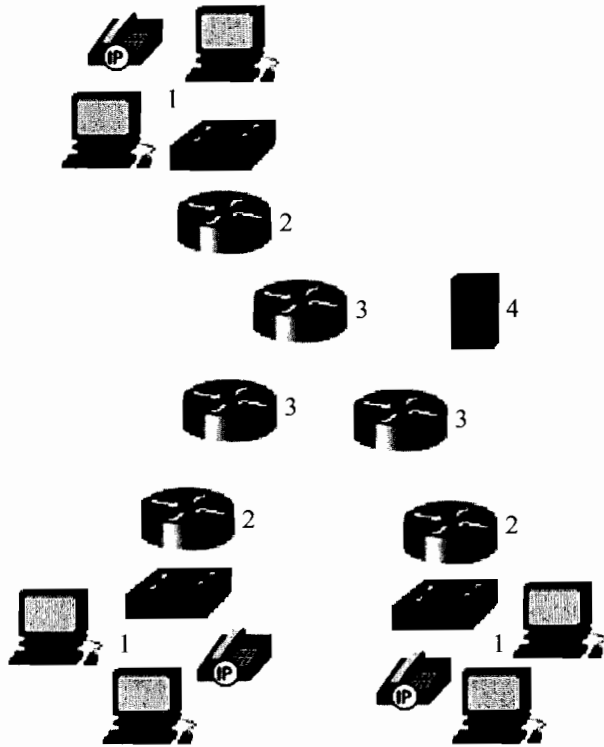


Figura 1

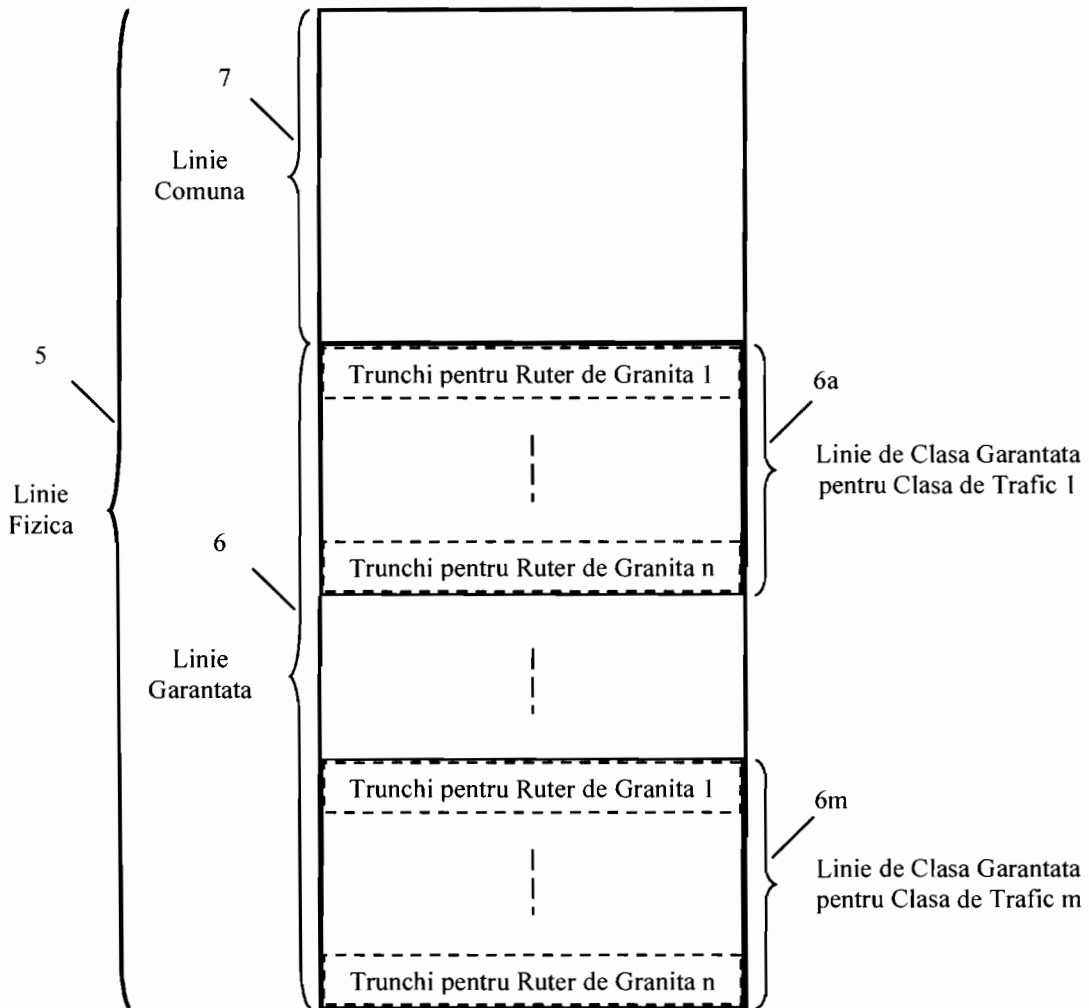
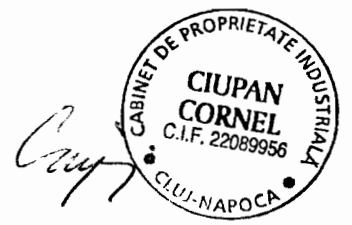


Figura 2



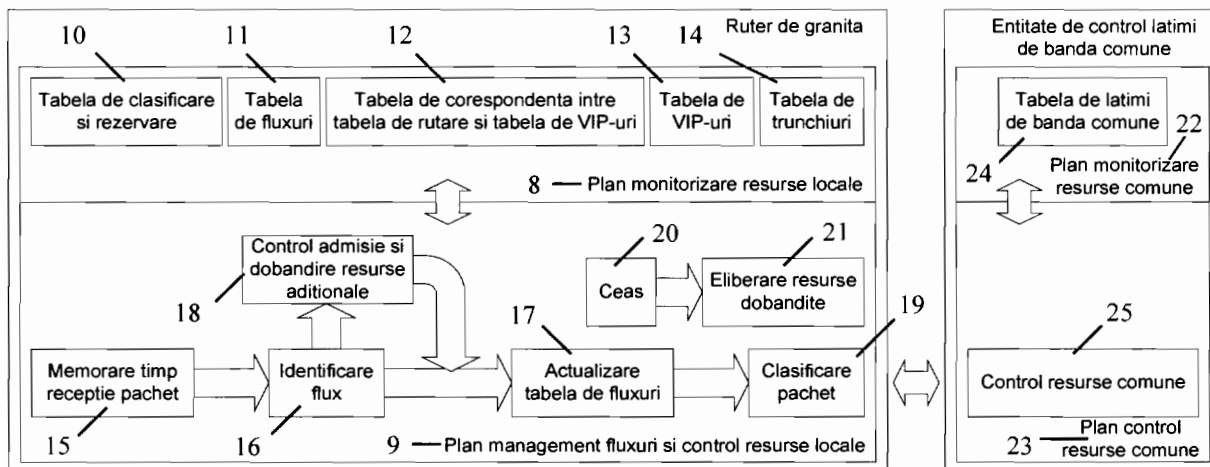


Figura 3

ID tip flux	ID protocol	Port sursă	Port destinație	CT	LB necesară	LB maxima necesară CT
26	27	28	29	30	31	32

Figura 4

ID Flux	Adresa IP sursă	Adresa IP destinație	ID protocol	Port sursă	Port destinație	Timp pachet
33	34	35	36	37	38	39

Figura 5

Adresa destinație	Masca de rețea	CT	VIP ID
40	41	42	43

Figura 6

ID VIP	Ruter de graniță destinație	Lista de trunchiuri
44	45	46

Figura 7

ID Trunchi	LB rezervată	LB utilizată	LB minimă rezervată trunchi
47	48	49	50

Figura 8



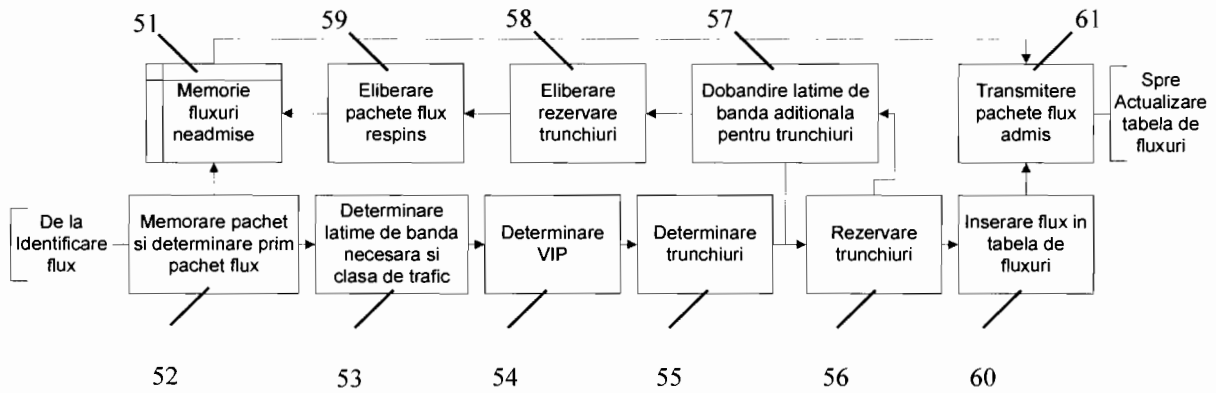


Figura 9

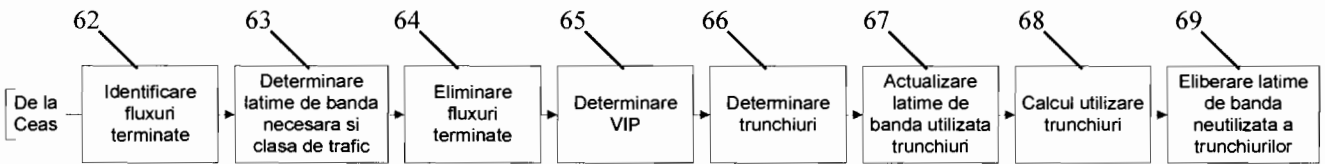


Figura 10

LC ID	LBC rezervată	LBC utilizată
70	71	72

Figura 11

Tip mesaj	ID mesaj	ID ruter de graniță sursă	ID ruter de graniță destinație	VIP ID	Lungime	ID Trunchi, LB_cerută/ LB_eliberata	...
73	74	75	76	77	78	79	

Figura 12

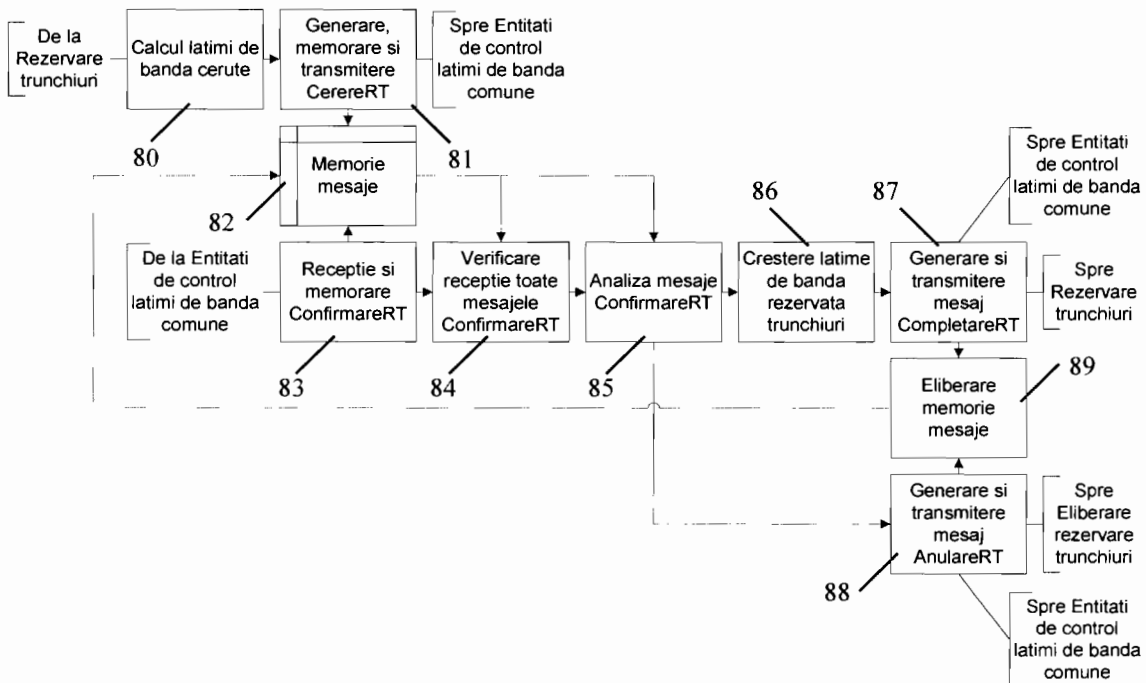


Figura 13

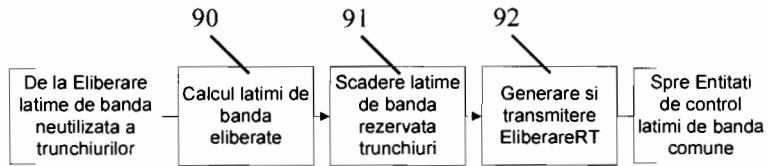


Figura 14

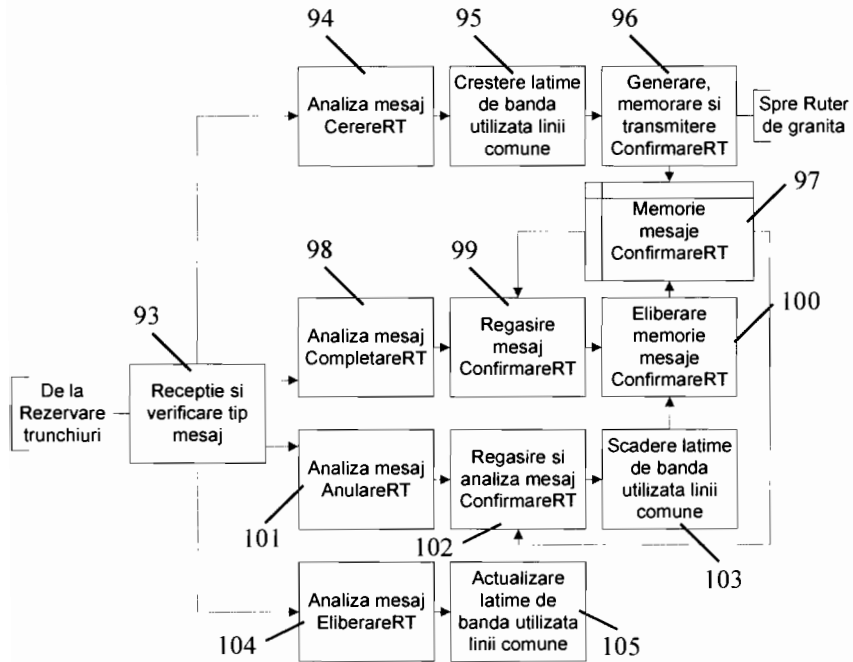


Figura 15 Controlul resurselor comune

