

**Universitatea Politehnica Bucuresti**

**Facultatea de Electronica, Telecomunicatii si Tehnologia Informatiei**

**Proiect RC**  
***Retele MPLS***

**Student: Dimache Ionut**

**Master ELM**

**Bucuresti,**

**2012**

# Contents

1. Cum funcționează MPLS.....	3
2. Noduri in rețelele MPLS.....	4
3. Etichetele MPLS.....	4
3.1 Frame mode .....	5
3.2 Cell mode(modul celula).....	7
4. Arhitectura MPLS.....	8
4.1 Planul de control .....	8
4.2 Planul de date.....	10
5. Elementele MPLS.....	11
5.1 Comutator de Etichete (Label Switch Router) - LSR.....	11
5.2 Cale cu comutatie de etichete ( Label Switched Path)- LSP .....	12
6. Label Distribution Protocol.....	13

## 1.Cum funcționează MPLS

MPLS lucrează prin etichetarea pachetelor cu un identificator (etichetă) pentru a fi identificată o cale numită LSP (Label Switching Path). Atunci când este primit un pachet, ruterul folosește această etichetă pentru a identifica un LSP. După aceasta el va căuta în propriul tabel de îndrumare pentru a determina calea prin care să îndrume pachetul și eticheta care va fi folosită în cadrul următorului nod. Vechea etichetă este înlocuită cu cea nouă și pachetul este trimis către următoarea destinație. În rețelele MPLS etichetele fac regulile de trimitere a pachetelor. Se folosește o etichetă diferită pentru fiecare nod, și această etichetă este aleasă de către ruterul sau switch-ul care realizează operația de îndrumare a pachetului. Acest lucru ne permite să folosim motoare de rutare foarte simple și rapide, deoarece ruterul poate selecta eticheta astfel încât să minimizeze procesarea. Ruterile de intrare (marginale) ale rețelei MPLS folosesc adresa de destinație a pachetelor pentru a determina care va fi LSP-ul folosit. În interiorul rețelei, ruterile MPLS folosesc numai etichetele LSP pentru a îndruma pachetele către ruterul de ieșire.

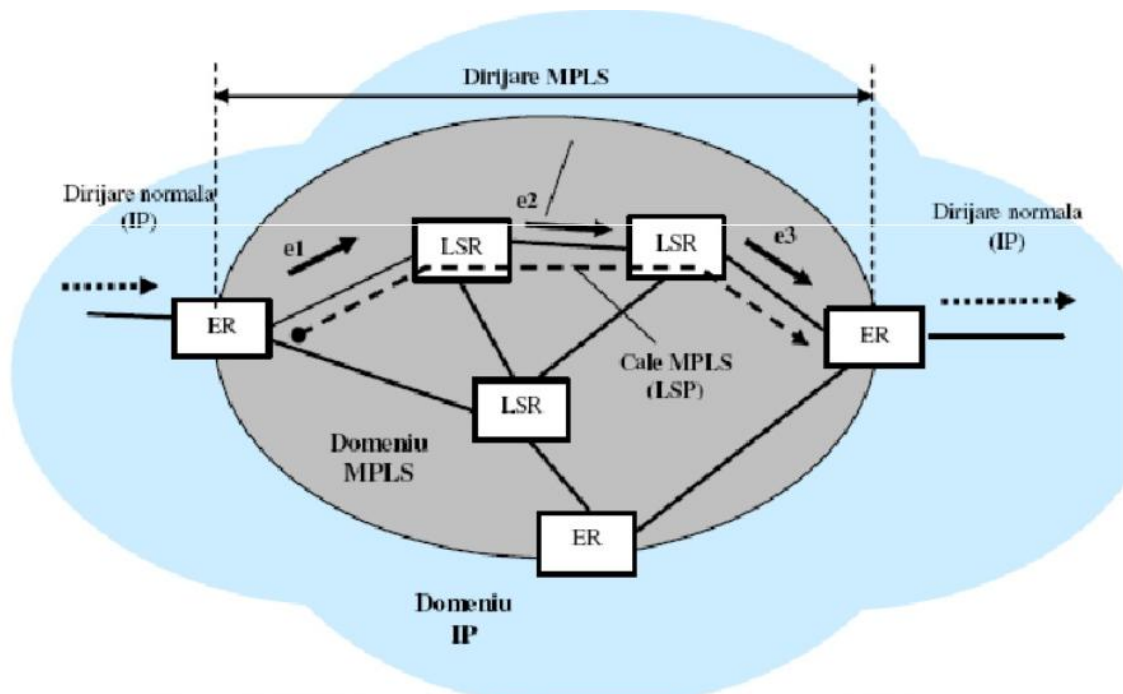


Fig 1.1. Dirijarea pachetelor într-un domeniu MPLS

ER – (“**E**dge**R**outer”)

-ruter de frontiera al domeniului MPLS LSR – (“**L**abel **S**witch **R**outer”)

- comutator de etichete/ruter intern domeniului MPLS LSP

(„**L**abel **S**witched **P**ath”)-cale cu comutație de etichete MPLS Există astfel o serie de avantaje față de mecanismele din rețelele obișnuite:

- Trimiterea pachetelor poate fi executată de switch, care face verificarea etichetei și înlocuirea ei, dar nu face analiza pachetelor pe nivele OSI superioare.

- Switch-urile ATM fac funcții asemănătoare prin comutarea de celule bazate pe valorile VCI/VPI găsite în header-urile celulelor ATM. Dacă valoarea VCI/VPI este înlocuită cu etichete, atunci switch-urile ATM pot trimite celule în rețeaua ATM folosindu-se de valoarea etichetelor.

•Switch-ul ATM trebuie să fie controlat de un element de control bazat pe tehnologia IP, numit LSC (Label Switch Controller) și care este elementul principal în integrarea tehnologiei IP cu tehnologia ATM folosind tehnologia MPLS.

•Asignarea pachet-etichetă se face la intrarea pachetului în rețeaua MPLS.

•Router-ul de intrare poate folosi orice informație pe care o are despre pachet, cum ar fi portul sau interfața de intrare, chiar dacă informația nu poate fi obținută din header-ul care descrie nivelul rețea. Același pachet este marcat diferit dacă el intră în rețea prin routere diferite. Astfel deciziile de trimitere a pachetelor care depind de routerul de intrare se fac mai ușor. Acest lucru nu poate fi făcut în rețelele obișnuite deoarece informația care descrie routerul care a trimis pachetul nu este cuprinsă în pachet. Pachetele care sosesc pe interfețe diferite vor avea etichete diferite. Acest mecanism de etichetare stă la baza funcționalității rețelelor MPLS.

•Rețelele cu control de trafic forțează pachetele să urmeze o anumită cale, alegându-se calea cea mai liberă. De obicei această cale este prestabilită când pachetele intra în rețea, și mai rar aceste căi sunt stabilite de algoritmi de rutare dinamici. În tehnologia MPLS etichetele pot fi folosite ca reprezentări pentru diferite route, astfel nu este nevoie de informație de rutare suplimentară în pachet.

•Clasa de servicii pentru un pachet este determinată de nodul MPLS prin care intră pachetul. Astfel acest nod poate aplica pachetelor diferite politici de priorizare a pachetelor. Nodurile următoare pot aplica pachetelor diferite politici specifice nodului respectiv numite PHBs (per-hop behaviors).

## 2. Noduri în rețelele MPLS

În rețelele MPLS există 3 tipuri de noduri: -Noduri de intrare (Ingress Label Edge Router) – au rolul de a clasifica fiecare pachet în clase de echivalență (FEC). Pentru fiecare clasă de echivalență se face o asocierie către un NHLFE. Acest NHLFE conține informații despre ce trebuie făcut cu aceste pachete, care este eticheta de ieșire, și care este următorul nod. Corespondența între FEC și NHLFE se numește FTN (FEC to NHLFE)

- Noduri intermediare (Label Switch Router) – Au de făcut comutarea etichetelor.

Pentru o etichetă de intrare se consultă tabelul ILM și se află ce NHLFE trebuie folosit. Se consultă apoi NHLFE-ul indicat și se obține următoarea etichetă și următorul nod din cale

- Noduri de ieșire (Egress Label Edge Router)

Elimină eticheta din vârful stivei și dirijează pachetul conform informațiilor rămase (de regulă conform tabelului de rutare IP). Și acest nod conține un LIB, dar mai conține și o tabelă de rutare IP validă. [RFC3031] Prelucrările făcute în aceste noduri sunt prezentate în figura următoare

## 3. Etichetele MPLS

Etichetele sunt o parte integrală a “Multiprotocol Label Switching”. Eticheta permite decuplarea rutării de dirijare, permițând astfel să se realizeze unele lucruri. MPLS poate opera în două moduri:

-Frame mode (modul cadru)

-Cell mode (modul celulă)

### 3.1 Frame mode

Frame mode este termenul folosit atunci când se dirijează un pachet cu o etichetă atașată pachetului în fața antetului de Layer 3 (de exemplu: antetul IP). O etichetă este valoarea atașată pachetului care spune rețelei unde pachetul ar trebui să ajungă. Eticheta are 20 biți, ceea ce înseamnă că pot fi  $2^{20}$  posibile valori ale etichetei. Un pachet poate avea multiple etichete, carate în ceea ce se numește: stivă de etichete. O stivă de etichete este un set de una sau mai multe etichete per pachet. La fiecare hop într-o rețea, este luată în considerare numai cea mai de sus etichetă. Eticheta pe care un LSR o folosește pentru a dirija pachetul în planul de date este eticheta asignată și distribuită în planul de control. Când etichetele sunt plasate într-un pachet, valoarea etichetei în sine de 20 de biți este codată cu niște elemente adiționale de informație care asistă în dirijarea pachetului etichetat prin (în) rețea. În continuare este prezentată structura acestui antet, precum și câmpurile sale.

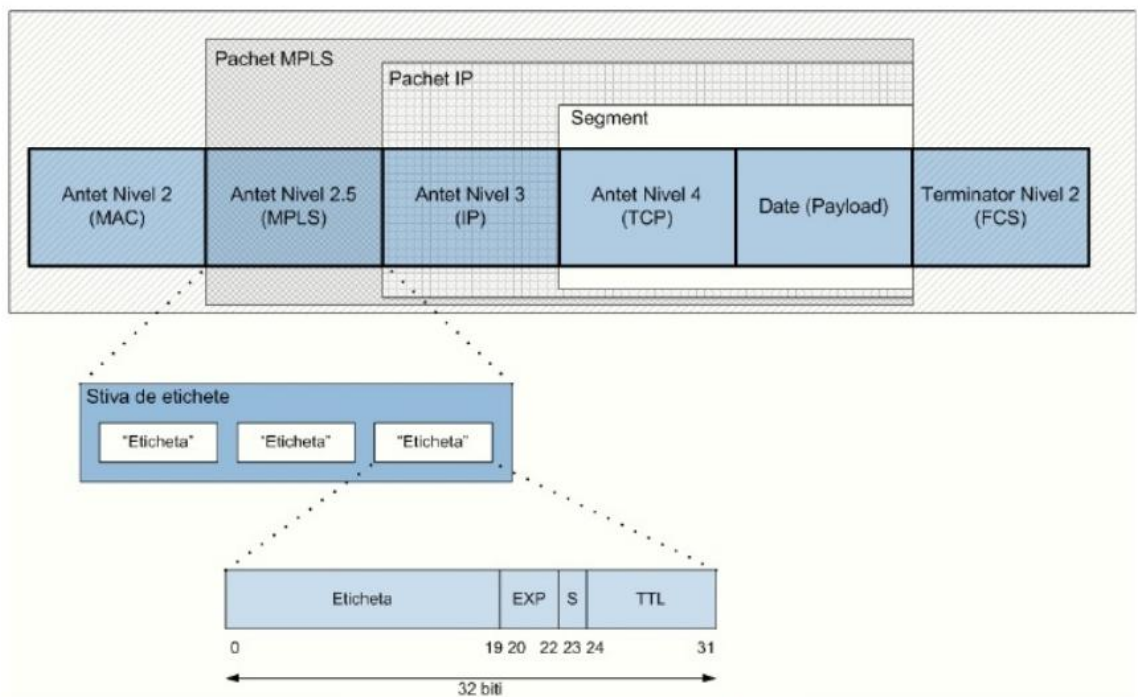


Figura 3.1.1 Structura antetului MPLS

ETICHETA=20 biți

EXP=Experimental, 3 biți

S=Baza stivei (Bottom of stack), 1 bit

TTL=Timpul de viață (Time to live), 8 biți

Eticheta MPLS și cu antetul acesteia este ilustrată mai sus, în Figura 2.2.4. Ea este formată din următoarele câmpuri:

- \_ Eticheta propriu-zisă, care are dimensiunea de 20 biți.
- \_ Câmpul EXP (Experimental) se folosește pentru a indica Clasa de Servicii (CoS) și are dimensiunea de 3 biți. Aceasta înseamnă că se pot folosi simultan maxim  $2^3 = 8$  clase de servicii.

\_ Câmpul S (baza stivei de etichete) are dimensiunea de 1 bit și este folosit pentru a indica dacă eticheta curentă este ultima, prin eliminare rezultând un pachet nativ IP, sau dimpotrivă, subeticheta curentă se mai găsesc alte etichete.

\_ Câmpul TTL (Time to Live, Timp de Viață) are dimensiunea de 8 biți și se folosește pentru evitarea apariției buclelor.

### **Eticheta Stivă**

Bitul de stivă implementează stiva de etichete MPLS, în cazul în care unui pachet IP i se atașează mai mult de o etichetă. Bitul de stivă este setat la "1" pentru a indica stivă goală și la "0" pentru celelalte situații. În eticheta MPLS, vârful stivei apare chiar după header-ul nivelului Legătura de date, iar sfârșitul stivei chiar înainte de header-ul nivelului Rețea. Trimiterea de pachete este făcută ținând seama de eticheta din vârful stivei. Rutarea IP unicast nu folosește etichete stivuite, dar MPLS VPN (Virtual Private Network) și controlul și managementul traficului folosesc etichetele stivuite.

### **TTL**

În rutarea IP tradițională, fiecare pachet poartă cu el o valoare numită "timp de viață" în antetul său. De fiecare dată când un pachet trece printr-un router, valoarea sa TTL este decrementată cu o unitate; dacă TTL ajunge la 0 înainte ca pachetul să ajungă la destinație, pachetul va fi eliminat. Acest lucru asigură un anumit nivel de protecție împotriva buclelor de rutare care pot exista datorită configurărilor greșite, sau datorită erorilor sau convergenței slabe a algoritmilor de rutare. TTL este câteodată folosit pentru alte funcții, cum ar fi comanda "traceroute" sau multicast scoping. Acest lucru implică faptul că avem două probleme legate de TTL:

1. TTL ca o modalitate de a suprima buclele;
2. TTL ca modalitate de a realiza alte funcții, cum ar fi limitarea utilizării unui pachet.

Când un pachet traversează un LSP, el ar trebui să iasă din acesta cu aceeași valoare TTL pe care ar fi avut-o dacă ar fi traversat aceeași secvență de rutere, însă ruterele să nu fi fost comutatoare de etichete. Dacă pachetul traversează o ierarhie de LSP-uri, numărul total de LSP-uri traversate va fi reflectat în valoarea TTL atunci când pachetul va ieși din această ierarhie de LSP-uri.

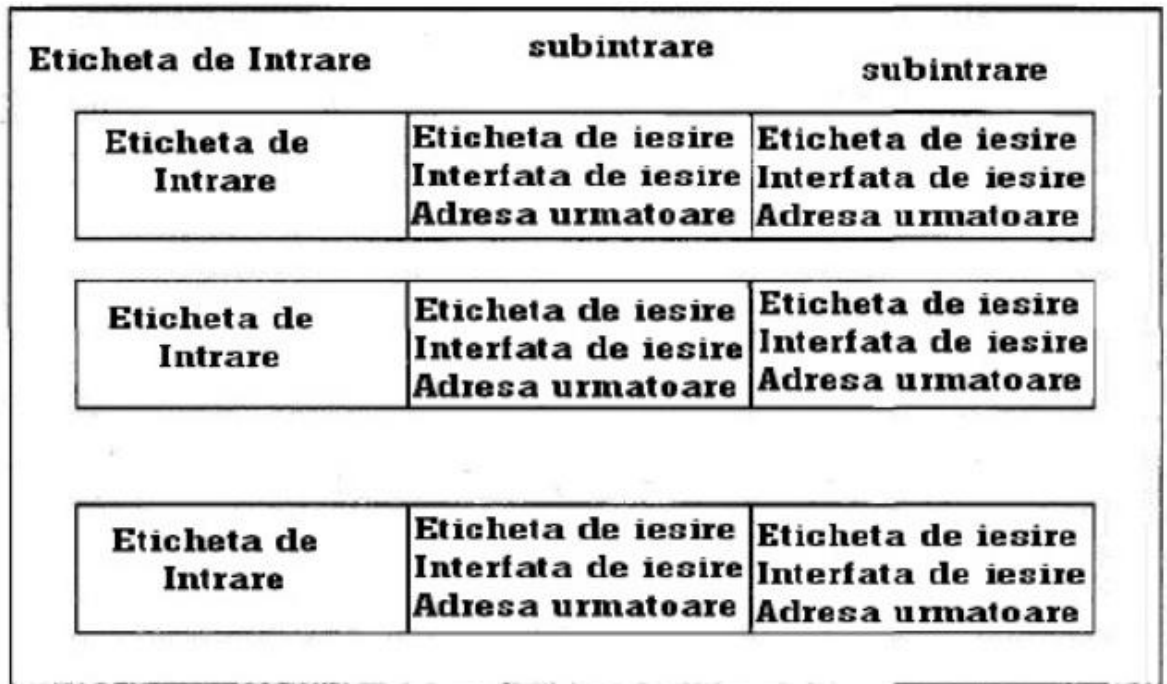


Fig 3.1.2 Structura LFIB

Așa cum se observă în figură, fiecare intrare este alcătuită dintr-o etichetă de intrare și una sau mai multe subintrări. LFIB este indexat de valoarea conținută în eticheta de intrare. Fiecare subintrare este alcătuită din o etichetă de ieșire, o interfața de ieșire, și adresa nodului următor. Trimiterea de pachete multicast necesită subintrări cu multiple etichete de ieșire, deoarece un pachet ce intră pe o interfața trebuie să iasă pe mai multe interfețe de ieșire.

Pe lângă eticheta de ieșire, interfața de ieșire, și informația despre nodul următor, o intrare în tabela de trimitere a pachetelor poate cuprinde informații referitoare la resursele ce pot fi folosite de pachet, cum ar fi coada de ieșire în care ar trebui plasat pachetul. Un nod MPLS poate avea o singură tabelă de trimitere a pachetelor, o tabelă pe fiecare interfață, sau o combinație dintre cele două.

### 3.2 Cell mode(modul celula)

Cell mode este un termen folosit atunci când rețeaua conține ATM LSRs care folosesc MPLS în planul de control pentru a schimba informația din câmpul VPI/VCI, în locul semnalării ATM. În cell mode, eticheta este codată în câmpul celulei VPI/VCI (Figura 2.2.6). După schimbul etichetei este realizat în planul de control, în planul de date (dirijare), router-ul de intrare segmentează pachetul în celule ATM, aplică valoarea VPI/VCI corespunzătoare care a fost schimbată în planul de control și transmite celulele. În mijlocul rețelei MPLS, ATM LSR se comportă ca niște comutatoare ATM normale. La ieșirea din rețeaua MPLS, router-ul de ieșire reassemblează celulele într-un pachet. Cell mode se mai numește Label-Controlled ATM (LC-ATM). MPLS TE nu este suportat în cell mode pe routerele Cisco. Denumirea de Comutație de Etichete Multiprotocol provine din faptul că această tehnologie poate fi folosită în conjuncție cu mai multe protocoale, precum ATM, SONET, SDH, etc. Pentru a putea funcționa la fel cu fiecare din aceste protocoale, a fost

necesar sa se stabileasca în ce mod va fi încapsulata eticheta MPLS în cadrele cu o structura deja stabilita. Aceasta încapsulare se realizeaza ca în Figura 2.2.6.

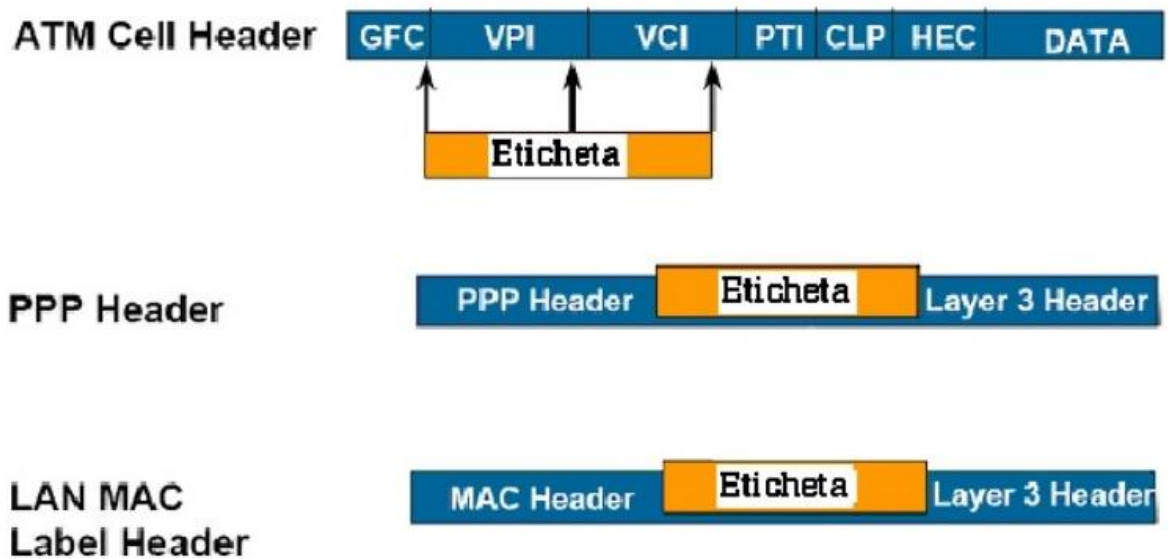


Figura 3.2.1 Asezarea etichetei in celula ATM si pachetul Ethernet

Dupa câte se poate observa din figura, în cazul ATM, eticheta înlocuieste perechea VPI-VCI. În cazul în care se foloseste PPP (SONET sau SDH) eticheta se interpune între antetul PPP si antetul nivelului retea. În mod similar la antetul LAN MAC, eticheta se interpune între antetul MAC si antetul nivelului retea, acest lucru se numeste adaugarea antetului. Când operam în “frame-mode” (modul cadru) MPLS vom avea întotdeauna adaugarea de antet. Acest lucru este aplicabil si când se conecteaza routere peste ATM PVCs si se realizeaza MPLS în mediul clasic IP-peste-ATM.

## 4. Arhitectura MPLS

MPLS este alcatuit din doua mari componente:

- planul de control
- planul de date

### 4.1 Planul de control

Planul de control MPLS este responsabil de popularea și menținerea informației din LFIB. Toate nodurile MPLS trebuie să ruleze un protocol de rutare IP pentru a schimba informație IP de rutare cu toate celelalte noduri MPLS din rețea. Nodurile ATM ce pot trimite pachete MPLS lucrează cu un LSC (Label Switch Controller) pentru a putea participa la acest schimb de informație.

Protocoalele de rutare OSPF (Open Shortest Path First) sau IS-IS (Intermediate System to Intermediate System), pot fi o alegere pentru protocoale de distribuire. În routerele convenționale, tabela de rutare IP este folosită pentru a construi FSC (Fast Switching Cache) sau FIB (Forwarding Information Base). În rețelele MPLS, tabele de rutare IP furnizează informație în rețeaua destinație pentru atribuirea etichetelor.



Protocolul de rutare OSPF inundă cu informație rutere care nu sunt neapăratadiacente, în timp ce distribuirea de etichete cu ajutorul protocolului LDP se face doar la routerele adiacente. Acest lucru face evidentă alegerea unui protocol special de distribuție a informațiilor despre etichete. Planul de control construiește o tabelă de rutare (RIB-Baza de rutare a informației) pe baza protocoalelor de rutare.

Planul de control folosește un protocol de schimbare a etichetei pentru a crea și menține etichetele interne, și pentru a schimba aceste etichete cu alte echipamente. Protocoalele de schimbare a etichetei includ MPLS LDP sau TDP, BGP (folosit de MPLS VPN) și RSVP (folosit de MPLS TE pentru a realiza schimbul de etichete).

Planul de control construiește de asemenea două tabele de dirijare: FIB de la informații din RIB, și LFIB (Label Forwarding Information Base) ce se bazează pe protocolul de schimbare a etichetei și RIB. Tabela LFIB include valoarea etichetelor și asocierea cu interfețele de ieșire pentru fiecare prefix al rețelei.

Etichetele schimbate cu nodurile MPLS adiacente sunt folosite la construirea LFIB. MPLS folosește o metodă de trimitere a pachetelor bazată pe schimbarea etichetelor care poate fi combinată cu o serie de diferite module de control. Fiecare modul de control este responsabil pentru distribuirea și asignarea de etichete, precum și de menținerea altor informații.

### **Module de control MPLS**

Modulele de control MPLS includ:

Modulul de rutare Unicast

Modulul de rutare Multicast

Modulul de control al traficului

Modulul de VPN (Virtual Private Network)

Modulul de QoS (Quality of Service)

### **Modulul de rutare Unicast**

Acest modul construiește tabelă FEC folosind IGP (Interior Gateway Protocol). Tabelă de rutare IP este folosită pentru a schimba informația despre etichete cu nodurile adiacente. Această schimbare de informație se face cu ajutorul protocolului LDP.

### **Modulul de rutare Multicast**

Acest modul construiește tabelă FEC folosind un protocol de rutare numit PIM (Protocol Independent Multicast). Tabelă de rutare multicast este folosită pentru a schimba informații despre etichete cu nodurile alăturate pentru subrețele din tabelă de rutare multicast.

### **Modul de control al traficului.**

Modulul de control al traficului lasă explicit ca anumite LSP (Label Switched Path) să fie create în rețea din motive de control al traficului. Folosește definiția de tunel MPLS și folosește o extensie a protocolului de rutare OSPF pentru a construi tabelă FEC. Schimbul de etichete este făcut cu ajutorul protocolului RSVP (Resource Reservation Protocol) sau CR-LDP (Constraint-based Routing LDP) care este o extensie a protocolului LDP

## **Modulului VPN ( Virtual Private Network )**

Acest modul este folosit pentru tabelele VPN de rutare si pentru asocierile FEC, in cazul VPN-urilor implementate prin etichete stivuite

## **Modulul de QoS**

Acest modul construiește tabela FEC folosind protocoale de rutare IGP cum ar fi: OSPF, IS-IS, etc. Tabela de rutare IP este folosită pentru schimbul de etichete între nodurile MPLS adiacente.

## **4.2 Planul de date**

Planul de date este o simpla masina de dirijare ce este independenta de protocolul de rutare sau protocolul pentru schimbarea etichetei folosit. Planul de date dirijeaza pachetele pe interfața corespunzătoare pe baza informațiilor din tabelele LFIB și FIB.

Switchurile de etichete folosesc un algoritm de trimitere bazat pe înlocuirea de etichete. Nodurile MPLS care folosesc tabele LFIB, extrag valorile etichetei din câmpurile eticheta al pachetelor care au sosit și folosesc aceasta valoare ca index în LFIB. După ce a găsit o intrare în tabelă nodul MPLS înlocuiește eticheta din pachet cu eticheta de ieșire din subintrarea corespunzătoare, trimite pachetul prin interfața specificată către nodul următor specificat în subintrare. Dacă subintrarea specifică și o coadă de ieșire, atunci nodul MPLS plasează pachetul în coada specificată. Dacă nodul MPLS folosește multiple tabele LFIB pentru fiecare interfață a sa, el va folosi trimiterea pachetului mai departe. În rețelele conventionale pentru trimiterea pachetelor se folosesc mai multe tipuri de algoritmi în funcție de tipul pachetelor, unicast, multicast și pachete unicast cu bitii Type of Service (ToS) setați. În tehnologia MPLS se folosește o singură metodă de trimitere a pachetelor și anume cea bazată pe înlocuirea de etichete.

Un nod MPLS poate obține toată informația de care are nevoie pentru a trimite un pachet precum și rezervarea de resurse necesare pentru el folosind o singură memorie de acces. Acest lucru duce la o marire a vitezei de trimitere a pachetelor. MPLS poate de asemenea să transporte alte protocoale de nivel 3, cum ar fi IPv6, IPX sau AppleTalk.

## 5. Elementele MPLS

Principalele elemente MPLS sunt:

- Comutator de Etichete (Label Switched Router ) –LSR
- Cale cu comutație de etichete (Label Switched Path ) –LSP
- Protocol pentru distribuția etichetelor (Label Distribution Protocol) –LDP,CR-LDP,RSVP,BGP.

### 5.1 Comutator de Etichete (Label Switch Router) - LSR

LSR este un echipament care implementează componentele de trimitere și controlMPLS. LSR-ul trimite un pachet bazându-se pe valoarea unei etichete încapsulate în pachet. De asemenea, LSR-ul poate trimite pachete de Layer 3. LSR-urile sunt routere ce pot prelucra pachete MPLS sau switch-uri ATM care folosesc etichete pentru a trimite trafic. LSR-urile bazate pe pachete, pot fi ușor construite prin încărcarea unui modul software într-un router obișnuit. LSR-urile ATM/MPLS sunt construite folosind switch-urile ATM, cu software MPLS integrat sau prin adăugarea facilității MPLS folosind un LSC(Label Switch Controler) extern. Un pas important în comutarea de etichete, este comunicarea între LSR-uri pentru stabilirea etichetelor pe care le vor folosi pentru a trimite pachete. Ele cad de acord folosind protocolul Label Distribution Protocol (LDP)sau extensii ale lui cum ar fi: PIM, BGP, RSVP, sau CR-LDP. LSR-urile de nod de rețeaMPLS, sunt localizate în locațiile de prezenta POP (Point of Presence) sau la granițarețelei MPLS și aplică etichete sau stive de etichete pachetelor. Atribuirea de pachete sau pregătirea etichetelor pentru pachete este denumită acțiune „push”. LSR-urile de nod de asemenea fac înlăturarea etichetelor în punctele de ieșire din rețeaua MPLS, acțiune care se mai numește acțiune „pop”. LSR-urile de nod de rețea pot de asemenea trimite pachete IP normale. Acțiunile care pot fi întreprinse de un LSR sunt enumerate în continuare.

<i>Acțiunea asupra etichetelor</i>	<i>Descriere</i>
Pop	înlătura eticheta din vârful stivei si trimite câmpul de date rămas ca un pachet IP neetichetat
Push	înlocuiește eticheta din vârful stivei cu un set de etichete
Swap	înlocuiește eticheta din vârful stivei cu alta valoare

Fig 5.1.1 Acțiunile ce pot fi întreprinse de un LSR

#### Operațiile LSR bazate pe pachete

MPLS folosește noțiunea de trimitere de pachete bazate pe etichete pentru a transporta pachete de Layer 3 peste o rețea bazată pe rutare. Operațiile de baza ale unui LSR sunt figurate în desenul următor:

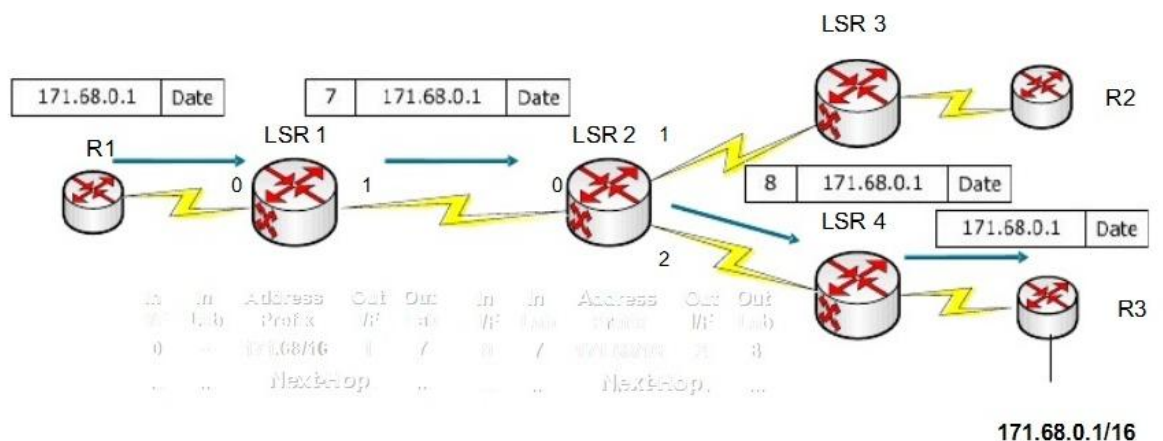


Fig 5.1.2 Operatii de baza LSR

LSR1 funcționează ca un router LSR de nod de rețea. El aplică etichete inițiale pachetului după ce face o verificare convențională a header-ului IP și determină FEC-ul pentru acel pachet.

Parametrii cum ar fi: interfața de intrare, în cazul unei VPN (Virtual Private Network) sau o cale predeterminată de trimitere a pachetului, pot de asemenea determina alegerea unui anume FEC. Această alegere a FEC-ului este realizată o singură dată la intrarea în rețeaua MPLS. După ce pachetul este etichetat, LSR-ul următor trimite pachetul folosind doar eticheta.

LSR-urile, de regulă, înlocuiesc eticheta unui pachet venit cu o nouă valoare pe care o trimit mai departe. La ieșirea din rețea, LSR4 face o căutare în tabela lui internă, extrage eticheta, și face o căutare de Layer 3 pentru a găsi următoarea destinație trimițând pachetul către aceasta.

## 5.2 Cale cu comutatie de etichete ( Label Switched Path)- LSP

LSP-ul este o conexiune configurată între două LSR-uri în care tehnica de comutare de etichete este folosită pentru a trimite pachetele. Un LSP este o cale specifică de trafic printr-o rețea MPLS. LSP-urile sunt furnizate folosind LDP-ul, RSVP-TE (Resource Reservation Protocol with Traffic Engineering), CR-LDP (Constraint-Based Routed LDP) sau extensii ale protocoalelor de rutare cum ar fi BGP. RSVP-TE rulează peste protocolul UDP, și CR-LDP rulează peste protocolul TCP. Între cele două protocoale nu există mare diferență, totuși protocolul RSVP-TE este mai indicat pentru interoperabilitatea cu rețelele IP.

LSP-ul poate fi considerat ca o cale printre mai multe LSR-uri în care pachetele aparțin unui anumit FEC. Este posibil ca într-o rețea MPLS să avem diferite LSP-uri la diferite nivele ale etichetelor pentru un pachet care își atinge destinația. LSP-urile sunt unidirecționale. Aceasta înseamnă că un pachet se poate întoarce pe căi diferite. În figura următoare, LSR1 și LSR6 sunt LSR-uri de nod, și LSR2, LSR3, LSR4 și LSR5 sunt LSR-uri de backbone. Pentru a putea trimite etichetele, LSR1 și LSR6 lucrează la nivel de „border gateway” și LSR2, LSR3, LSR4 și LSR5 lucrează la nivel de „interior gateway”. Acest desen figurează două LSP-uri: un LSP de nivel 1 capăt la capăt de la LSR1 la LSR6, și un LSP de nivel 2 între LSR4 și LSR5. Pentru a putea construi un LSP, LSR-ul folosește protocoale de rutare și rutele învățate de la aceste protocoale.

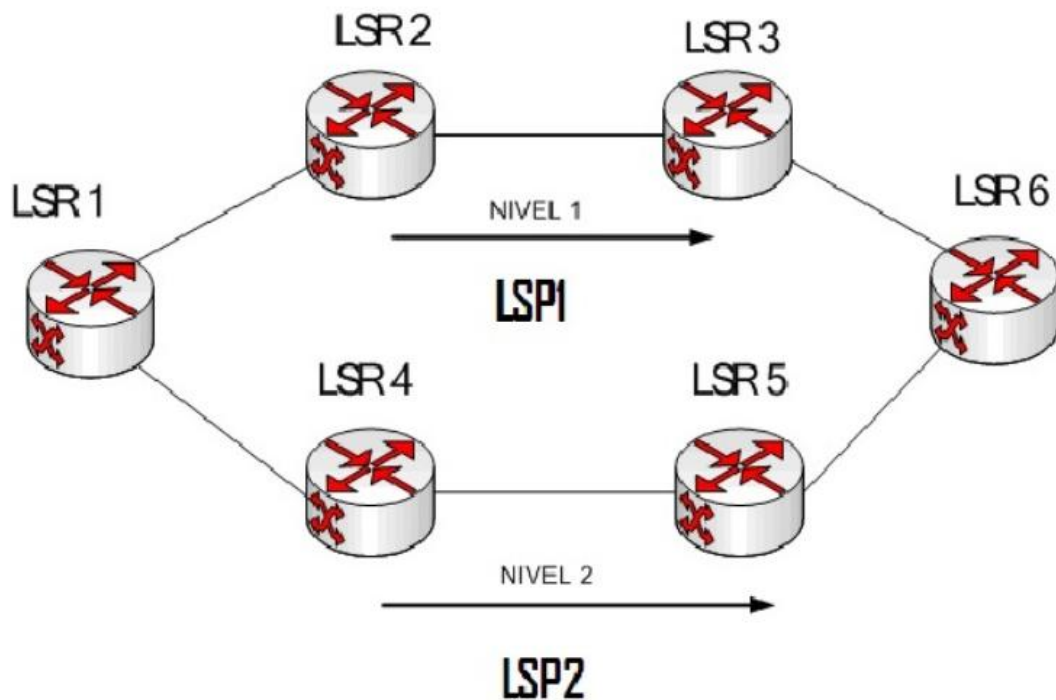


Figura 5.2.1 Stabilirea unui LSP

## 6. Label Distribution Protocol

Label Distribution Protocol este un protocol definit în RFC 3036. În acest document sunt specificate mesajele comunicate între noduri, precum și formatul acestor mesaje.

O sesiune LDP începe prin descoperirea vecinilor. Astfel toate nodurile trimit pachete de tip Hello la o adresă multicast. Doar vecinii direcți vor răspunde și astfel se va stabili o sesiune TCP între 2 vecini. Prin intermediul acestei sesiuni, cei doi vecini își comunică parametrii doriti.

După inițierea sesiunii, partenerii trimit un mesaj de tip Initialization prin care stabilesc modul de funcționare (cum ar fi dacă se folosește detecția buclilor, sau distribuția etichetelor nesolicitate). Dacă parametrii sunt acceptați începe distribuția etichetelor prin mesaje care fac o corespondență de genul: "pentru a ajunge la destinația X folosește eticheta Y". Nodurile își comunică pe rând destinațiile cunoscute și etichetele ce vor trebui folosite pentru a ajunge la destinație.

Dacă o etichetă propusă nu este acceptată (cel mai probabil deoarece este deja folosită și nodul nu suportă modul de lucru cu spațiu de etichete pe interfață), se răspunde cu un mesaj Notification. Astfel, cei doi vecini negociază ce etichete vor folosi pentru anumite destinații și la finalul negocierii își completează tabela de dirijare.

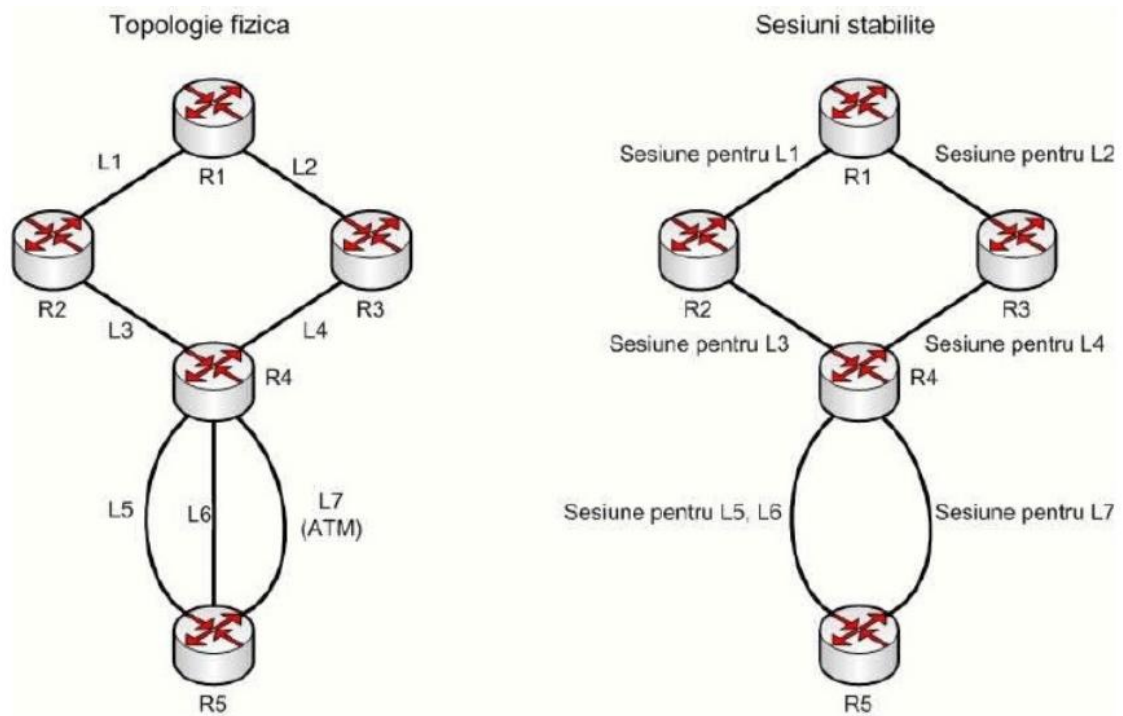


Figura 6.1 Stabilirea sesiunilor LSP între vecini

Conexiunea TCP între cei 2 vecini este mentinuta permanent si periodic se trimit mesaje de tipul KeepAlive. Mesajele initiale de tip Hello sunt trimise prin UDP si au un rol similar cu mesajele KeepAlive. Diferenta este ca mesajele Hello indica faptul ca un link între vecini este activ, pe când mesajele KeepAlive indica faptul ca un vecin este activ. Acest lucru este evident când exista mai multe linkuri între 2 vecini; astfel se vor primi mai multe pachete Hello, dar un singur KeepAlive. Solutia aceasta ajuta LDP sa fie mai scalabil în retelele mari. [RIBL][RFC3036][MPLS-TE].

Distributia etichetelor se poate face în doua moduri:

- Downstream on Demand.
- Downstream Unsolicited

Modul Downstream on Demand presupune construirea caili LSP când apare necesitatea de a trimite trafic prin acel LSP. Nodul de intrare în rețeaua MPLS primește trafic corespunzător unui FEC nou. Entitatea LDP va cere o eticheta nodului din aval. Nodul din aval face și el o cerere de eticheta următorului nod și nu trimite nimic înapoi nodului de intrare până nu primește un răspuns. Procesul continuă până când penultimul nod cere eticheta nodului de ieșire. După ce se întâmplă acest lucru, etichetele sunt alocate începând de la nodul de ieșire până la nodul de intrare, de unde și numele *downstream-on-demand*.

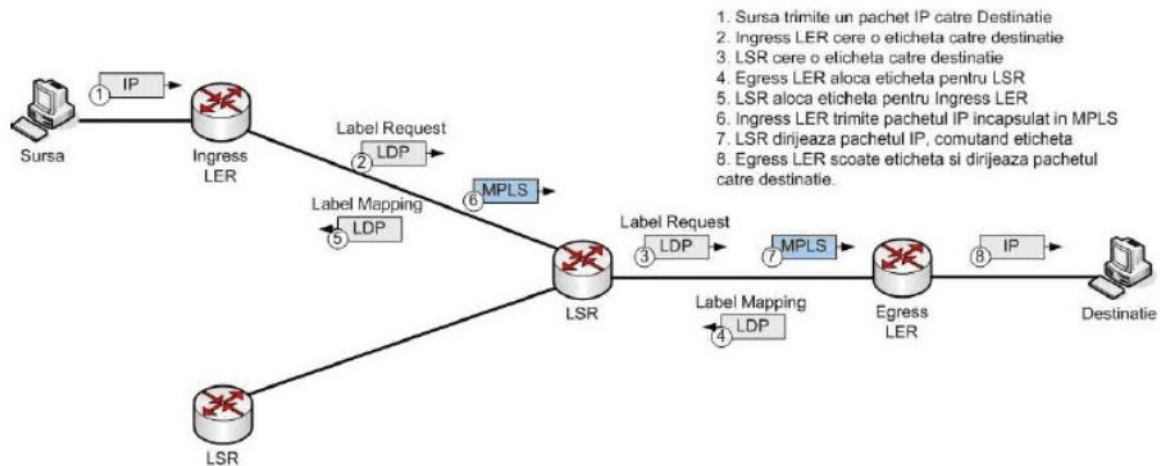


Figura 6.2 Modul de lucru Downstream on Demand

În modul de lucru Downstream Unsolicited un ruter propune etichete pentru toate prefixele IP cunoscute, către toți vecinii, fie ca au cerut etichete, fie ca nu.

Deoarece etichetele propuse nu sunt folosite efectiv în dirijarea pachetelor în mod implicit, nu este greșit să se trimită etichete tuturor vecinilor, chiar dacă acei vecini nu folosesc acest ruter ca următorul nod. LDP nu este un protocol de rutare; el depinde de un protocol de rutare pentru a elimina buclele (deși are și mecanisme de detecție și prevenire a buclelor, folosibile în rețele ATM).

Ca o particularitate LDP preia o parte din funcțiile MPLS în anumite cazuri. De exemplu, în rețelele ATM, celulele MPLS nu au câmpul TTL.

La intrarea în domeniul MPLS-ATM nodul de intrare decrementează TTL-ul pachetelor cu mai multe unități conform numărului de noduri pe care trebuie să le traverseze. Semnalizarea legată de numărul de noduri se face prin pachete LDP.

De asemenea, pentru evitarea buclelor în rețelele ATM se folosesc câmpuri speciale din pachetele LDP pentru a stoca lista de noduri traversate.