

8. INTERCONECTAREA REȚELELOR CU COMUTATOARE. PROTOCOLUL ARBORELUI DE ACOPERIRE

8.1. PUNȚI ȘI COMUTATOARE TRANSPARENTE (IEEE 802.1D)

Comutatoarele sunt echipamente de interconectare de subnivel MAC. La momentul propunerii primei variante de standard (anii '80) echipamentele de interconectare care funcționau la subnivel MAC erau punțile (bridge), dar în ultimii ani comutatoarele au înlocuit punțile, datorită performanțelor mult mai ridicate. Astfel, la nivel funcțional MAC, un comutator este o punte cu mai multe porturi (o punte are în principiu, doar două porturi). Deși punțile au fost eliminate de comutatoare, terminologia din standard, precum și toate funcțiile similare au păstrat termenii folosiți în contextul punților (Bridge).

Prin definiție, o punte transparentă are următoarele funcții:

- nu produce modificări cadrelor pe care le redirectează;
- învățarea adreselor MAC prin ascultare (learning by listening). Aceste adrese sunt învățate de către comutator pe baza câmpului de adresă MAC sursă al cadrelor recepționate pe fiecare port, iar informația este stocată în tabela de adrese. Astfel, adresele sunt asociate portului pe care au fost recepționate cadrele MAC, iar comutatorul va presupune în continuare că stațiile cu aceste adrese MAC sunt disponibile pe porturile asociate;
- retransmite fiecare cadru de difuzare (broadcast) pe toate porturile sale, cu excepția portului pe care l-a primit;
- dacă adresa MAC (unicast) a sistemului destinație nu este cunoscută, atunci retransmite cadrul pe toate porturile sale, cu excepția portului pe care l-a primit. Această procedură se numește inundare (flooding).

8.2. PROTOCOLUL ARBORELUI DE ACOPERIRE (STP - SPANNING TREE PROTOCOL)

8.2.1. Funcționarea STP

Într-o rețea Ethernet extinsă se pot exista căi multiple de propagare între două sau mai multe sisteme, ceea ce determină scăderea eficienței rețelei. Existența a două sau mai multe căi paralele de propagare determină închiderea unei bucle de propagare a cadrelor MAC. Problemele legate de blocarea nedorită a cadrelor “unicast” de inundare, dar și de creștere în avalanșă a cadrelor de difuzare (fenomen denumit “broadcast storm”) sunt determinate de existența buclelor de propagare.

Funcția protocolului STP (Spanning Tree Protocol, IEEE 802.1D) este tocmai aceea de a întrerupe la nivel logic buclele de propagare, fără a elimina redundanța de nivel fizic. De altfel, redundanța fizică este dorită în cele mai multe rețele de telecomunicații, dar în cazul Ethernet propagarea trebuie să se facă numai pe o singură cale, la un moment dat. Soluția adoptată în IEEE

802.1D este să se găsească un așa numit “arbore de acoperire” folosind un algoritm care lucrează distribuit, doar în nodurile active la nivelul legătură de date (comutatoare).

Fiecare comutator are un identificator unic format dintr-o parte mai semnificativă ce poate fi configurată și o parte mai puțin semnificativă ce asigură unicitatea identificatorului și este chiar adresa MAC a comutatorului. Comutatorul cu identificatorul cel mai mic este ales ca fiind nodul rădăcină al arborelui (Root Bridge). Algoritmul ST este folosit apoi pentru a realiza la nivelul legătură de date, arborele de căi optime ce ajung în nodul rădăcină de la fiecare nod al rețelei. Selecția căii optime se bazează pe un criteriu de cost. Astfel, fiecare comutator alege un singur port optim către rădăcină (Root Port), cel de cost minim, dintre porturile sale active (aflate în starea Designated Port). Excepție de la această regulă face comutatorul rădăcină care nu are nevoie de Root Port și care are toate porturile în starea Designated Port.

Ca regulă, o buclă este întotdeauna întreruptă la nivelul a două comutatoare secundare (care nu sunt Root Bridge), care au fiecare cel puțin câte două căi către rădăcină și care sunt conectate între ele (direct, la nivelul legătură de date) printr-o altă legătură. Pentru fiecare segment, mai întâi se alege dintre cele două comutatoare secundare un comutator Designated Bridge, care va fi plasat pe scara ierarhică din ST mai aproape de rădăcină decât celălalt comutator. Astfel, selecția căii optime către rădăcină și întreruperea efectivă a buclei prin închiderea de porturi, vor fi realizate de către comutatorul care nu a fost ales Designated Bridge. Întreruperea buclei se va realiza prin întreruperea legăturii dintre cele două comutatoare secundare prin blocarea portului care aparține comutatorului care nu a fost ales Designated Bridge. Astfel, portul care aparține comutatorului Designated Bridge rămâne deschis (în starea Designated Port sau “forwarding”), iar portul care aparține celui alt comutator secundar este blocat (în starea Non-Designated Port).

Modul de lucru distribuit al STP este implementat prin transmiterea de către fiecare comutator, la intervale regulate de timp, a unor pachete BPDU (Bridge Protocol Data Unit) către nodurile vecine, care conțin următoarele informații:

- Care este nodul rădăcină, specificat prin identificatorul său Root ID;
- Costul căii optime până la rădăcină de la comutatorul curent (costul minim);
- Identificatorul comutatorului ce a emis BPDU, Bridge ID;
- Identificatorul portului pe care este emis BPDU, Port ID;
- Valori ale contoarelor de timp utilizate pentru controlul convergenței arborelui.

Pachetele BPDU sunt transmise în cadrele MAC folosind o adresă de destinație unică de tip multicast.

În prima etapă a algoritmului ST, fiecare comutator va transmite un BPDU în care specifică Bridge ID Root (pentru rădăcină) cu aceeași valoare ca propriul Bridge ID. Prin urmare, la inițializare fiecare comutator pleacă din starea de rădăcină a arborelui. Astfel, costul pe care îl anunță, al legăturii optime către rădăcină, este zero.

La primirea unui astfel de pachet, un comutator compară informațiile din pachetul primit cu valorile pe care le are deja memorate pentru a stabili rolul pe care îl va avea în topologia STP. La

primirea unui BPDU de la un comutator vecin, fiecare comutator verifică mai întâi relația dintre propriu Bridge ID Root și cel anunțat de vecin. În cazul în care identificatorul rădăcinii este mai bun decât cel memorat anterior se trece la calcularea costului căii noi către rădăcină prin adunarea la valoarea costului anunțat de vecin a costului portului local pe care a fost primit acest BPDU. Dacă ceea ce știa el ca fiind valoarea costului minim către rădăcină este mai mare decât suma dintre costul raportat în BPDU și costul portului pe care a fost primit BPDU, atunci ajustează costul său minim către rădăcină corespunzător și presupune că cel mai scurt drum către rădăcină este prin portul pe unde tocmai a primit pachetul BPDU.

Așa cum a fost prezentat anterior, se consideră că arborele STP este stabil (la convergență) atunci când a fost ales un comutator rădăcină (Root ID) și fiecare comutator a ales un Root Port, Designated Bridge și unul sau mai multe mai multe Designated Port.

De obicei decizia de blocare a unui port se ia atunci când costul căii de la acest port până la rădăcină este mai mare decât al altei căi disponibile. Totuși sunt situații când decizia nu se poate lua numai pe baza costurilor. Astfel, este posibil ca pornind de la un anumit comutator, din punct de vedere al costului, să existe două căi de costuri egale până la rădăcină. În astfel de situații, se alege întotdeauna calea care include comutatorul văzut către rădăcină, cu Bridge ID minim. Uneori, un comutator este legat prin mai multe porturi la același LAN. Dacă se întâlnesc situații în care costurile sunt identice se alege portul cu identificatorul (Port ID) mai mic, deoarece Bridge ID al primului comutator văzut spre rădăcină are aceeași valoare. Din acest motiv, pachetele BPDU conțin și identificatorul comutatorului emitent, precum și identificatorul portului pe care a fost emis. Prin urmare, decizia se ia folosind în ordine aceste trei criterii până unul dintre ele este satisfăcut: costul căii, Bridge ID emițător și Port ID. Identificatorul de port este util în cazul în care se formează o buclă între două comutatoare vecine (cea mai mică buclă posibilă). Atunci când un port este blocat nu redirecționează cadre de informație pentru utilizatori, dar transmite și recepționează în continuare cadrele care conțin BPDU. Astfel, deși portul nu este activ pentru traficul de date, comutatorul monitorizează parametrii STP pentru căile determinate pe acest port. Prin urmare, în cazul în care se întrerupe calea optimă către rădăcină (cea care condus la blocarea acestui port) este necesară reactivarea acestui port, deoarece noua cale optimă îl include.

Atunci când apare o modificare de topologie, ca urmare a schimbării stării unui port sau a unei legături, comutatorul rădăcină trimite în tot arborele un mesaj de anunțare a modificării topologiei. Această procedură permite ajustarea informației despre căile optime memorate în celelalte comutatoare active din rețea. Astfel, acestea recalculează costurile și verifică parametrii STP numai pentru noile căi anunțate.

În cazul în care comutatoarele permit formarea de rețele LAN virtuale (VLAN), atunci se poate activa separat câte o instanță de protocol STP pentru fiecare VLAN. Astfel, pentru fiecare VLAN se va alege o rădăcină și se efectuează în paralel și independent operațiile STP. În cazul în care se utilizează câte o instanță de protocol pentru fiecare VLAN, protocolul poartă numele de PVST (Per VLAN STP).

8.2.2. Parametrii STP

Deoarece valoarea Bridge ID determină poziția comutatorului în ierarhia STP, identificatorul trebuie să îndeplinească două condiții:

- unicitatea – nu pot exista două comutatoare care să ocupe aceeași poziție în arbore;

- scalabilitatea – uneori poziția în arbore trebuie să poată fi stabilită manual de către administrator și deci, acesta trebuie să poată modifica valoarea Bridge ID.

La o primă analiză se pare că cele două condiții se exclud reciproc, deoarece unicitatea presupune, de cele mai multe ori, o alocare statică a valorilor adreselor. Totuși, în cazul STP problema s-a rezolvat prin împărțirea în două a cuvântului de reprezentare pentru valoarea Bridge ID. Astfel, biții cei mai semnificativi ai Bridge ID (primii 2 octeți) constituie câmpul de prioritate care poate fi modificat de către administrator. În mod implicit (fără intervenția administratorului) acest câmp de prioritate este fixat la valoarea 32768 (8000H), care reprezintă în zecimal valoarea de la jumătatea intervalului posibil de reprezentat cu doi octeți. Biții cei mai puțin semnificativi (ultimii 6 octeți) sunt reprezentați de o adresă MAC a comutatorului (unică pentru fiecare VLAN). Astfel, unicitatea Bridge ID este asigurată de adresa MAC din partea mai puțin semnificativă, deoarece adresele MAC sunt unice (IEEE), iar scalabilitatea este asigurată de câmpul de prioritate. Fără intervenția administratorului toate comutatoarele au priorități egale, iar decizia rădăcinii se va face doar pe baza adresei MAC din Bridge ID (cea mai mică adresă MAC va determina Root Bridge). Administratorul poate stabili un mecanism de priorități în formarea topologiei STP prin acordarea de valori pentru Bridge ID sub cea implicită.

Stările în care se poate afla un port la nivelul legătură de date, dintr-un comutator pe care este activă instanța STP sunt următoarele:

- *Blocare* (Blocking, non-Designated Port) – un port aflat în această stare nu poate redirecta cadrele de informație pentru utilizatori; totuși, portul urmărește pachetele BPDU recepționează pentru a identifica comutatorul rădăcină;
- *Ascultare* (Listening) – un port trece în starea de ascultare numai după ce algoritmul STP a determinat arborele optim, din pachetele BPDU recepționate. În acest moment, portul poate transmite și recepționa pachete BPDU. Dacă portul transmite pachete BPDU înseamnă că acesta se pregătește să participe la topologia activă STP și informează comutatoarele vecine despre acest lucru. Valoarea implicită a timpului în care un port se află în starea de ascultare (forward delay) este de 15 s;
- *Învățare* (Learning) – portul aflat în starea aceasta se pregătește să devină activ pentru traficul de informație (să treacă în starea de redirectare) prin învățarea adreselor MAC. Valoarea implicită a timpului în care un port se află în starea de învățare (forward delay) este tot de 15 s;
- *Redirectare* (Forwarding) – portul face parte din topologia activă STP, redirectează cadre de informație și transmite/recepționează pachete BPDU;
- *Inactivare* (Disabled) – portul nu face parte din topologia activă STP, astfel nu redirectează cadre de informație și nici nu transmite/recepționează pachete BPDU.

Contoarele de timp sunt folosite pentru actualizarea informației arborelui STP. Astfel, contoarele de timp sunt utilizate pentru a stabili după cât timp trebuie să comute un port dintr-o stare în alta. De asemenea, STP folosește temporizatoarele pentru a determina gradul de disponibilitate pentru formarea arborelui STP al comutatoarelor vecine, precum și timpul maxim de păstrare a adreselor

MAC din tabelele de adrese (cele învățate dinamic). Semnificațiile valorilor de timp asociate acestor contoare sunt următoarele:

- *Hello time* – intervalul dintre emisiile a două pachete BPDU successive. Valoarea implicită este de 2 s;
- *Maximum Age Time* – intervalul de timp în care trebuie să se afle un comutator (receptor al acestui BPDU) în starea de blocare înainte de a trece în starea de ascultare. Valoarea implicită este de 20 s;
- *Forward delay* – intervalul de timp în care trebuie să se afle un comutator (receptor al acestui BPDU) în starea de ascultare înainte de a trece în starea de învățare și în starea de învățare înainte de a trece în starea de redirectare. Valoarea implicită este de 15 s.

Valorile implicite ale acestor contoare sunt indicate pentru o gamă largă de configurații și scenarii de funcționare. Totuși, aceste valori pot fi modificate pentru a determina o funcționare optimă într-un caz particular. Pe de altă parte, fixarea unor valori neadecvate ale acestor valori de timp poate conduce la instabilitatea rețelei.

Costul utilizat de ST se determină la nivelul fiecărui comutator, calculat independent la cele două capete ale unei legături și depinde numai de debitul maxim al portului respectiv. Deoarece decizia se ia pe baza minimului, costul unui port se află într-o relație de ordine inversă și neliniară față de debitul portului (exprimat în Mb/s). În tabelul 8.1 sunt prezentate corespondențele dintre debitul portului și costul STP, pentru două variante de protocol.

D(Mb/s)	Cost (IEEE, versiunea nouă)	Cost (IEEE, versiunea veche)
10000	2	1
1000	4	1
100	19	10
10	100	100

Tab. 8.1. Relația dintre debitul portului și costul STP.

8.2.3. Exemplu de rețea cu STP

În continuare, se va considera o configurație de rețea LAN - Ethernet extinsă. Această rețea extinsă este reprezentată în figura 2 și este formată din patru rețele LAN cu topologie de tip stea, cu următoarele noduri de interconectare:

- LAN 1 – comutatorul SW 1 cu porturi 100 BASE T (Fast Ethernet);
- LAN 2 – comutatorul SW 2 cu porturi 1000 BASE T (Gigabit Ethernet);
- LAN 3 – comutatorul SW 3 cu porturi 10 BASE T (Ethernet);
- LAN 4 – repetorul multiport HUB cu porturi 1000 BASE T (Gigabit Ethernet).

Aceste rețele LAN sunt compuse din stații de lucru, servere și alte tipuri de terminale, așa cum se poate observa în Fig. 8.1. În cadrul acestei configurații s-a folosit notația " i / j " pentru a identifica portul j din cadrul comutatorului i .

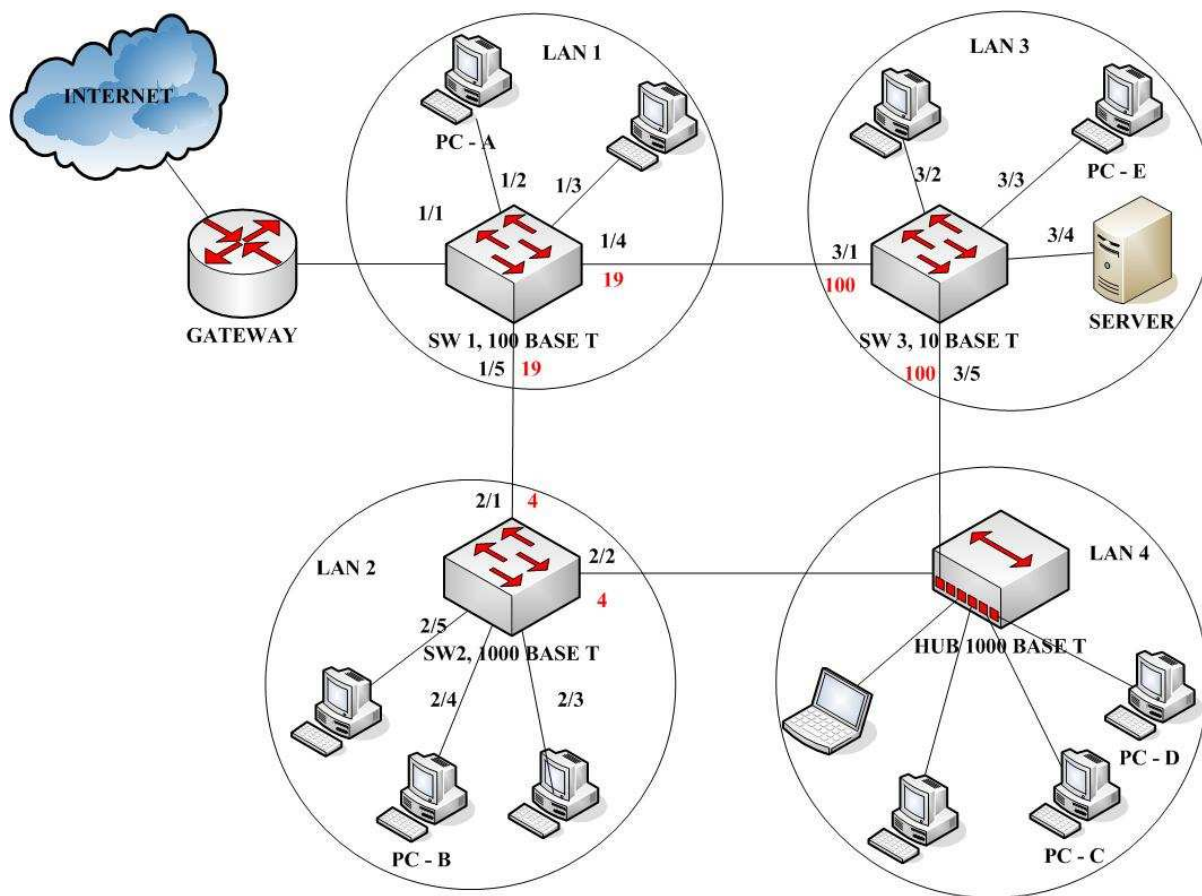


Fig. 8.1. Exemplu de LAN Ethernet extins, cu o buclă.

În rețeaua LAN extinsă din Fig. 8.1 există o buclă închisă de legăturile directe dintre cele 3 comutatoare și HUB. Astfel, dacă o stație oarecare PC-A, din LAN 1, emite un cadru care are ca destinație o stație PC-C din LAN4, există două căi posibile de transmisie: prima cale este formată de secvența nodurilor SW1 – SW3 – HUB, iar a doua cale este formată de SW1 – SW2 – HUB. Ținând cont de faptul că HUB-ul nu participă la formarea arborelui STP, deoarece nu lucrează la nivelul legătură de date, atunci conform notațiilor făcute mai sus pentru porturi rezultă următoarea pereche de căi paralele de la PC-A la PC-C: $1/4 - 3/1 - 3/5$ și $1/5 - 2/1 - 2/2$.

Să presupunem că identificatorii comutatoarelor (Bridge ID) au valorile aflate în aceeași relație de ordine ca și numerele comutatoarelor, $BID_{SW1} < BID_{SW2} < BID_{SW3}$.

Costurile legăturilor dintre comutatoare sunt trecute cu roșu în Fig. 8.1, valorile fiind asociate cu debitul maxim de pe fiecare port, conform tabelului 8.1. Pentru a simplifica analiza, presupunem că aceste costuri sunt implicite, iar administratorul nu a modificat nici prioritățile porturilor. Prin urmare,

pentru fiecare comutator, un port cu un identificator mai mic are o prioritate mai mare. De asemenea, presupunem că toate cele trei comutatoare au deja activată instanța de protocol STP.

La pornire, fiecare comutator învață adresele stațiilor active pe porturile sale. Se va presupune că toate terminalele conectate la noduri sunt active.

În exemplul din Fig. 8.1 nod rădăcină este ales SW1, deoarece are Bridge ID minim. Toate porturile comutatorului SW1 sunt active, în starea de Designated Port (Forwarding). Celelalte 2 comutatoare vor calcula costurile căilor către rădăcina SW1 și unul dintre acestea va dezactiva un port, pentru a întrerupe bucla.

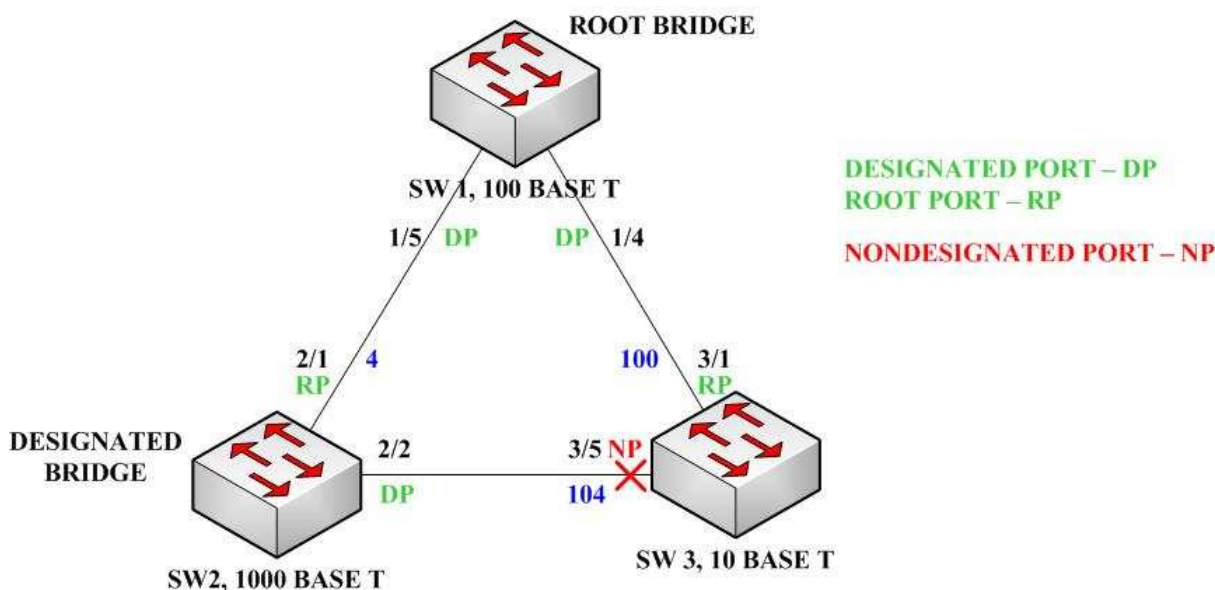


Fig. 8.2. Arborele de acoperire (STP) pentru rețeaua din Fig. 8.1.

Concomitent cu aceste calcule, se desemnează la fiecare dintre comutatoare următoarele: Root Port (câte unul pentru comutatoarele SW2 și SW3), Designated Port (câte unul pentru fiecare legătură comună) și Nondesignated (Blocking) Port (câte unul pentru fiecare legătură comună, aici fiind celălalt port de pe legătura 2/2 – 3/5). Astfel, la SW2 portul 2/1 este Root Port cu costul 4 către portul 1/5, iar la SW3 portul 3/1 este Root Port cu costul 100 către portul 1/4. Pe segmentul 2/2 – 3/5 se alege Designated Bridge comutatorul SW2, deoarece are un identificator mai mic decât comutatorul SW3, aflat la celălalt capăt al legăturii. Astfel, portul 2/2 trece în starea Designated Port, iar decizia de blocare se va lua la nivelul comutatorului SW3. Deoarece portul 2/2 rămâne deschis, atunci costul căii până la rădăcină, determinat pentru portul 3/5 este 104. Astfel, comutatorul SW3 descoperă două căi către rădăcina SW1, una de la portul 3/5 via SW2 de cost 104, iar cealaltă de la portul 3/1 direct către rădăcină, de cost 100. Deoarece se alege calea de cost minim, portul 3/5 este blocat (devine Nondesignated Port) și astfel arborele STP final este reprezentat în Fig. 8.2.

În continuare, să presupunem că administratorul modifică costul portului 3/1 de la SW3 cu valoarea 104. Astfel, la nivelul comutatorului SW3 decizia de blocare nu se mai poate lua pe baza costului căilor până la rădăcină, deoarece acestea au costuri egale. Conform algoritmului ST, în cazul în

care costurile sunt egale, decizia se va lua pe baza valorii minime a Bridge ID corespunzătoare comutatoarelor emițătoare de BPDU. În cazul rețelei din Fig. 8.1, cele două căi văzute de SW3 până la rădăcină au același cost 104, iar calea optimă către rădăcina SW1 este cea directă, de la portul 3/1, deoarece calea de la portul 3/5 se realizează via SW2 care are un Bridge ID mai mare decât cel al SW1. Astfel, ca și în cazul precedent, portul 3/5 este blocat (devine Nondesignated Port) și arborele STP final este același (vezi Fig. 8.2), cu observația făcută asupra costurilor.

Fig. 8.3. Exemplu de LAN Ethernet extins, cu două bucle.

Buclele formate de legături paralele, de costuri egale, dintre două comutatoare pot fi întrerupte numai pe baza identificatorilor de port, deoarece și Bridge ID emițător este același. În cazul exemplului din Fig. 8.3, la nivelul comutatorului SW2 se văd două căi spre rădăcina SW1, ambele de cost 4, cu același Bridge ID pentru comutatorului emițător (aici chiar rădăcina SW1) și prin urmare, singura modalitate de a alege un Root Port la SW2 este pe baza Port ID minim pentru porturile de la SW1 care

emit: porturile 1/5 și 1/6. Considerând că identificatorii Port ID au aceeași prioritate, atunci portul care va fi închis este 2/6, deoarece are la celălalt capăt un Port ID (1/6) mai mare decât pe cealaltă legătură. În paralel, bucla mare se întrerupe prin închiderea portului 3/1 datorită costului mare (de valoare 105). În acest caz, arborele STP final este reprezentat în Fig. 8.4.

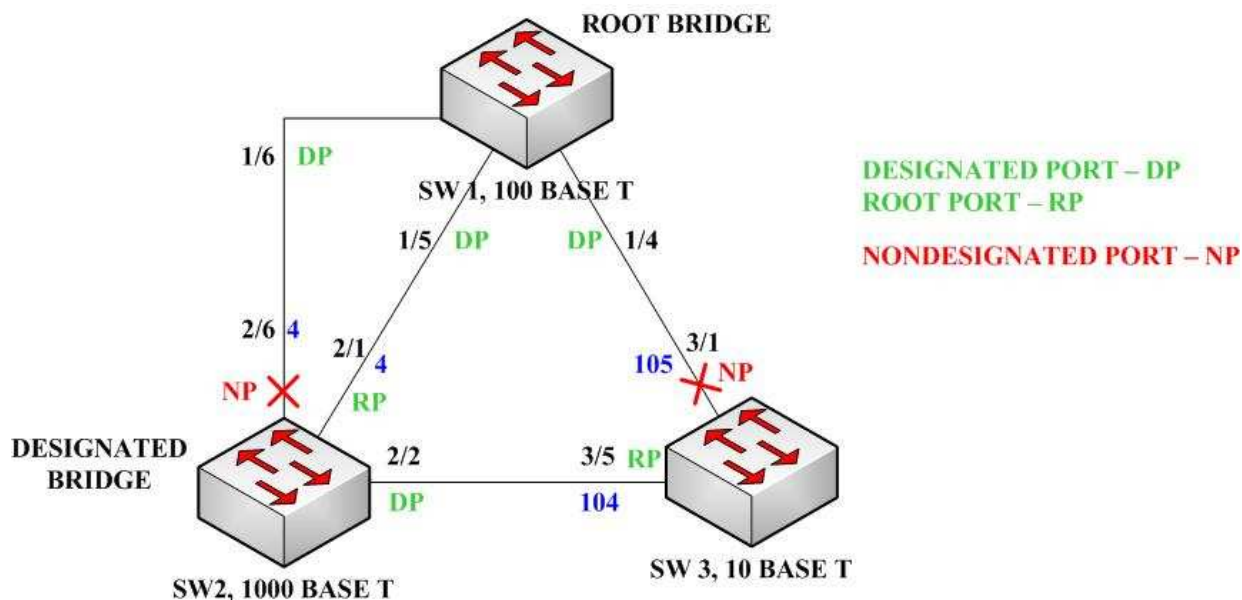
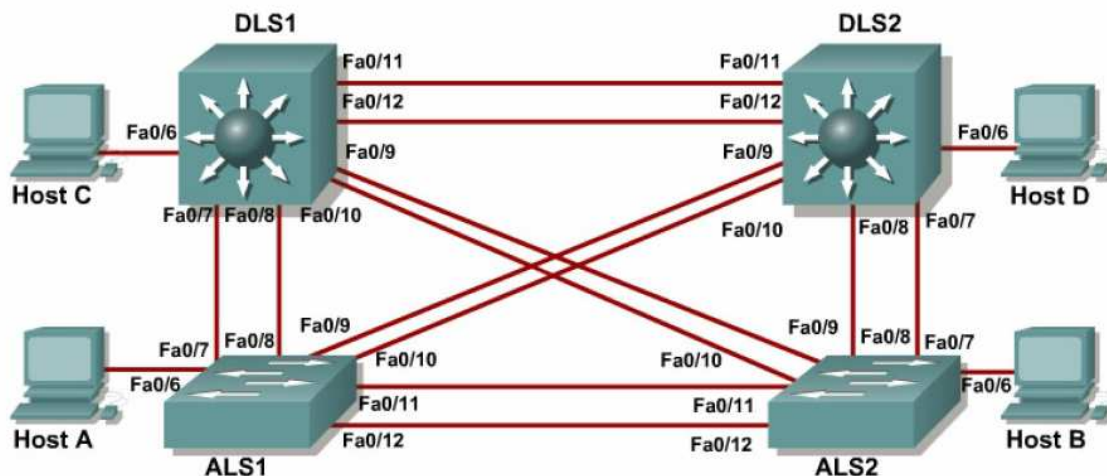


Fig. 8.4. Arborele de acoperire (STP) pentru rețeaua din Fig. 8.3.

8.3. LUCRAREA EXPERIMENTALĂ

Exercițiul 1. Studiul comportamentului protocolului Spanning-Tree (STP)



Scopul acestui exercitiu este studierea comportamentului initial al protocolului Spanning Tree. Se considera 4 switch-uri cu legaturi redundante intre ele, aflate intr-o topologie stratificata: zona de access (access layer: ALS1 si ALS2) care realizeaza conexiunile directe cu host-urile (computere,

servere etc) si zona de distributie (distribution layer: DLS1 si DLS2) care agrega conexiunile mai multor switch-uri de acces si ofera redundanta. Datorita posibilitatii crearii unor bucle de comutatie, STP-ul elimina logic aceste bucle. Vezi studia ce face spanning tree-ul si de ce.

Se realizeaza configuratiile de baza pe cele 4 switch-uri:

```
Switch>enable
Switch#configure terminal
Switch(config)#hostname DLS1
DLS1(config)#enable secret CIC
DLS1(config)#line console 0
DLS1(config-line)#password STP
DLS1(config-line)#login
```

```
Switch#configure terminal
Switch(config)#hostname DLS2
DLS2(config)#enable secret CIC
DLS2(config)#line console 0
DLS2(config-line)#password STP
DLS2(config-line)#login
```

```
Switch>enable
Switch#configure terminal
Switch(config)#hostname ALS1
ALS1(config)#enable secret CIC
ALS1(config)#line console 0
ALS1(config-line)#password STP
ALS1(config-line)#login
```

```
Switch>enable
Switch#configure terminal
Switch(config)#hostname ALS2
ALS2(config)#enable secret CIC
ALS2(config)#line console 0
ALS2(config-line)#password STP
ALS2(config-line)#login
```

Dupa interconectarea switch-urilor, acestea detecteaza link-urile redundante si spanning tree-ul este initiat.

In mod normal STP-ul ruleaza pe toate porturile. Cand un nou link devine activ, portul trece prin toate stările listening, learning si forwarding inainte de a deveni activ. In aceasta perioada switch-ul determina daca este conectat cu un alt switch sau cu un host.

Daca un alt switch este detectat, cele doua switch-uri incep crearea unui arbore de acoperire. Unul dintre switch-uri este ales ca radacina a acestui arbore (root), apoi, pe baza unui algoritm se stabilesc link-urile care vor fi pastrate active si care vor fi inchise (dpdv logic), daca exista link-uri multiple.

Observati led-urile de pe switch-uri si verificati status-ul link-urilor. O lumina verde semnifica un link activ, in timp ce una portocalie unul inactiv.

Nota: Rezultatele acestui exercitiu pot varia. Operarea STP-ului este bazata pe adresele MAC ale switch-urilor.

Verificati spanning tree-ul prin comanda show spanning-tree pe fiecare dintre switch-uri:

```
DLS1#sh spanning-tree
```

```
VLAN0001
```

```
Spanning tree enabled protocol ieee
```

```
Root ID      Priority      32769
```

```
Address      0001.9734.9214
```

```
Cost         19
```

```
Port         11(FastEthernet0/11)
```

```
Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
```

```
Bridge ID    Priority      32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
```

```
Address      0002.4AA7.D4AC
```

```
Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
```

```
Aging Time   20
```

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
-----------	------	-----	------	----------	------

Fa0/6	Desg	FWD	19	128.6	P2p
-------	------	-----	----	-------	-----

Fa0/7	Desg	FWD	19	128.7	P2p
-------	------	-----	----	-------	-----

Fa0/8	Desg	FWD	19	128.8	P2p
-------	------	-----	----	-------	-----

Fa0/9	Desg	FWD	19	128.9	P2p
-------	------	-----	----	-------	-----

Fa0/10	Desg	FWD	19	128.10	P2p
--------	------	-----	----	--------	-----

Fa0/11	Root	FWD	19	128.11	P2p
--------	------	-----	----	--------	-----

Fa0/12	Altn	BLK	19	128.12	P2p
--------	------	-----	----	--------	-----

```
DLS2#sh spanning-tree
```

```
VLAN0001
```

```
Spanning tree enabled protocol ieee
```

```
Root ID      Priority      32769
```

```
Address      0001.9734.9214
```

```
This bridge is the root
```

```
Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
```

```
Bridge ID    Priority      32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
```

```
Address      0001.9734.9214
```

```
Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
```

```
Aging Time   20
```

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
-----------	------	-----	------	----------	------

Fa0/6	Desg	FWD	19	128.6	P2p
-------	------	-----	----	-------	-----

Fa0/7	Desg	FWD	19	128.7	P2p
-------	------	-----	----	-------	-----

Fa0/8	Desg	FWD	19	128.8	P2p
-------	------	-----	----	-------	-----

Fa0/9	Desg	FWD	19	128.9	P2p
-------	------	-----	----	-------	-----

Fa0/10	Desg	FWD	19	128.10	P2p
--------	------	-----	----	--------	-----

Fa0/11	Desg	FWD	19	128.11	P2p
--------	------	-----	----	--------	-----

Fa0/12	Desg	FWD	19	128.12	P2p
--------	------	-----	----	--------	-----

```
ALS1#sh spanning-tree
```

```
VLAN0001
```

```
Spanning tree enabled protocol ieee
```

```
Root ID      Priority      32769
```

```
Address      0001.9734.9214
```

```
Cost         19
```

```
Port         9(FastEthernet0/9)
```

```
Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
```

```
Bridge ID Priority 32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
Address 00E0.8F4C.3E70
Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
Aging Time 20
```

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Fa0/6	Desg	FWD	19	128.6	P2p
Fa0/7	Altn	BLK	19	128.7	P2p
Fa0/8	Altn	BLK	19	128.8	P2p
Fa0/9	Root	FWD	19	128.9	P2p
Fa0/10	Altn	BLK	19	128.10	P2p
Fa0/11	Altn	BLK	19	128.11	P2p
Fa0/12	Altn	BLK	19	128.12	P2p

```
ALS2#sh spanning-tree
```

```
VLAN0001
```

```
Spanning tree enabled protocol ieee
```

```
Root ID Priority 32769
Address 0001.9734.9214
Cost 19
Port 7(FastEthernet0/7)
Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
```

```
Bridge ID Priority 32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
Address 0060.47CC.BA9A
Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
Aging Time 20
```

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Fa0/6	Desg	FWD	19	128.6	P2p
Fa0/7	Root	FWD	19	128.7	P2p
Fa0/8	Altn	BLK	19	128.8	P2p
Fa0/9	Altn	BLK	19	128.9	P2p
Fa0/10	Altn	BLK	19	128.10	P2p
Fa0/11	Desg	FWD	19	128.11	P2p
Fa0/12	Desg	FWD	19	128.12	P2p

Observati ca intre doua switch-uri adiacente unul dintre cele doua porturi este in blocare. Starea de blocare poate aparea atat la switch-urile de distributie, cat si la cele de acces. Daca toate porturile au setarile implicite, portul cu numar de interfata mai mare va fi cel aflat in blocare. Portul se afla in starea de blocare pentru ca au fost detectate doua link-uri intre aceleasi doua switch-uri. Ar rezulta o bucla de comutatie si de aceea switch-ul dezactiveaza logic unul dintre porturi.

Nota: Rezultatul vostru poate diferi deoarece toate switch-urile au prioritatea default (32769), deci selectie root bridge-ului se va baza doar pe cea mai mica adresa MAC. In concluzie, captura de mai jos poate diferi de ceea ce veti obtine deoarece s-a lucrat cu un set diferit de switch-uri.

```
DLS2#sh spanning-tree
VLAN0001
```

```

Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID    Priority      32769
           Address      0001.9734.9214
           This bridge is the root
           Hello Time  2 sec    Max Age 20 sec    Forward Delay 15 sec

Bridge ID  Priority      32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
           Address      0001.9734.9214
           Hello Time  2 sec    Max Age 20 sec    Forward Delay 15 sec
           Aging Time  20

```

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
-----	-----	---	-----	-----	-----
Fa0/6	Desg	FWD	19	128.6	P2p
Fa0/7	Desg	FWD	19	128.7	P2p
Fa0/8	Desg	FWD	19	128.8	P2p
Fa0/9	Desg	FWD	19	128.9	P2p
Fa0/10	Desg	FWD	19	128.10	P2p
Fa0/11	Desg	FWD	19	128.11	P2p
Fa0/12	Desg	FWD	19	128.12	P2p

Intrebari:

1. Care switch a fost ales radacina a spanning tree-ului?
2. Cum poate fi acesta identificat?
3. De ce a fost ales acesta ca radacina?
4. Din ce cauza unul dintre cele 2 porturi ce apartin unui aceluasi link se afla in starea de blocare in timp ce celalat nu?
5. Din ce cauza unul dintre link-urile redundante a fost blocat, iar celalalt nu?

In acest exercitiu a fost observat modul de operare implicit al spanning tree-ului. Din moment ce nu au fost specificate prioritatile switch-urilor (bridge priority), switch-ul cu cea mai mica adresa MAC a fost ales ca radacina (root bridge), iar pentru ca nu au fost modificate prioritatile link-urilor, link-ul cu cel mai mic cost a ramas activ. In cazul in care costurile ar fi fost egale, diferentierea s-ar fi facut pe baza celui mai mic port (ca numar al interfetei).

Incercati acum sa vizualizati cum ar arata topologia daca root bridge-ul ar disparea. Retineti ca switch-ul cu cea mai mica adresa MAC devine noua radacina.

Inchideti toate interfetele de pe root bridge si folositi comanda *show spanning-tree* pe celelalte switch-uri. S-a modificat topologia logica asa cum va asteptati?

Exercitiul 2. Modificarea comportamentului implicit al STP-ului

In topologia prezentata switch-ul DLS2 a fost ales ca radacina. Acum vom configura alte 2 switch-uri ca radacina primara (primary root) si ca radacina secundara (secondary root) – gata sa ia locul celei primare in cazul in care aceasta devine indisponibila. Vom face schimbari astfel incat DLS1 sa devina noul root bridge, iar ALS1 noul secondary root bridge. Faceti la fel si pe topologia voastra, indiferent de switch-ul care a fost initial root bridge.

Din modul privilegiat (*Switch#*) intrati in modul de configurare globala (*configure terminal*) apoi introduceti comanda *spanning-tree vlan <numar_vlan> root <primary|secondary>*:

Schimbati DLS1 ca root bridge:

User Access Verification

Password:

DLS1>enable

Password:

DLS1#configure terminal

Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.

DLS1(config)#spanning-tree vlan 1 root primary

Apoi schimbati ALS1 ca secondary root:

User Access Verification

Password:

ALS1>en

Password:

ALS1#conf t

Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.

ALS1(config)#spanning-tree vlan 1 root secondary

Puteti observa modificare status-urilor cu ajutorul comenzii *show spanning-tree*:

DLS1#sh spanning-tree

VLAN0001

Spanning tree enabled protocol ieee

Root ID Priority 24577

Address 0002.4AA7.D4AC

This bridge is the root

Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec

Bridge ID Priority 24577 (priority 24576 sys-id-ext 1)

Address 0002.4AA7.D4AC

Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec

Aging Time 20

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
-----	----	---	-----	-----	-----
Fa0/6	Desg	FWD	19	128.6	P2p
Fa0/7	Desg	FWD	19	128.7	P2p
Fa0/8	Desg	FWD	19	128.8	P2p
Fa0/9	Desg	FWD	19	128.9	P2p
Fa0/10	Desg	FWD	19	128.10	P2p
Fa0/11	Desg	FWD	19	128.11	P2p
Fa0/12	Desg	FWD	19	128.12	P2p

Daca veti privi in configuratia (*show running-configuration*) celor 2 switch-uri pe care le-ati facut radacini vezi vedea o comanda diferita fata de cea pe care ati introdus-o mai devreme. Asta este deoarece *spanning-tree vlan <numar_vlan> root* introduce o prioritate pe acel VLAN in mod automat. Prioritatea unui VLAN poate fi un numar intre 0 si 61440 in incremente de 4096. Daca vreti sa setati manual aceasta prioritate folositi comanda *spanning-tree vlan <numar_vlan> priority <numar>*.

DLS1#sh run

```
Building configuration...
```

```
Current configuration : 969 bytes
```

```
!  
version 12.1  
no service password-encryption  
!  
hostname DLS1  
!  
enable secret 5 $1$mERr$9cTjUIEqNGurQiFU.ZeCi1  
!  
!  
spanning-tree vlan 1 priority 24576
```

```
ALS1#sh run
```

```
Building configuration...
```

```
Current configuration : 969 bytes
```

```
!  
version 12.1  
no service password-encryption  
!  
hostname ALS1  
!  
enable secret 5 $1$mERr$9cTjUIEqNGurQiFU.ZeCi1  
!  
!  
spanning-tree vlan 1 priority 28672
```

Spanning tree-ul permite modificarea priorităților porturilor pentru a determina porturile care vor forwarda traficul și cele care îl vor bloca. Spre exemplu, pentru a alege ce port devine root-ul pe un switch non-root când avem de-a face cu cai redundante către root, switch-ul va ține cont mai întâi de prioritățile porturilor. Dacă costul porturilor sunt egale, prioritățile sunt la fel, egale, switch-ul va alege portul cu cel mai mic număr de interfață. Pe legătura dintre DLS1 și DLS2, în mod normal portul activ este fa0/11 datorită numărului mai mic al interfeței, iar portul fa0/12 va fi în blocking deoarece este mai mare. Cele două porturi au costuri egale deoarece au aceeași viteză (vom modifica acest parametru mai târziu). Puteti verifica acest lucru utilizand comanda *show spanning-tree* pe un switch non-root, cum este DLS2:

```
DLS2#sh span
```

```
VLAN0001
```

```
Spanning tree enabled protocol ieee
```

```
Root ID      Priority      24577  
Address      0002.4AA7.D4AC  
Cost         19  
Port         11(FastEthernet0/11)  
Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
```

```
Bridge ID    Priority      32769  (priority 32768 sys-id-ext 1)  
Address      0001.9734.9214  
Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec  
Aging Time   20
```

```
Interface      Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
```

Fa0/6	Desg	FWD	19	128.6	P2p
Fa0/7	Desg	FWD	19	128.7	P2p
Fa0/8	Desg	FWD	19	128.8	P2p
Fa0/9	Altn	BLK	19	128.9	P2p
Fa0/10	Altn	BLK	19	128.10	P2p
Fa0/11	Root	FWD	19	128.11	P2p
Fa0/12	Altn	BLK	19	128.12	P2p

Drept comparatie, acesta este rezultatul unui *show spanning-tree* de pe DLS1. Vedeti cum toate porturile sunt in forwarding deoarece acesta este root switch-ul:

```
DLS1#sh span
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
    Root ID      Priority      24577
                Address        0002.4AA7.D4AC
                This bridge is the root
                Hello Time    2 sec    Max Age 20 sec    Forward Delay 15 sec

    Bridge ID    Priority      24577 (priority 24576 sys-id-ext 1)
                Address        0002.4AA7.D4AC
                Hello Time    2 sec    Max Age 20 sec    Forward Delay 15 sec
                Aging Time    20
```

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Fa0/6	Desg	FWD	19	128.6	P2p
Fa0/7	Desg	FWD	19	128.7	P2p
Fa0/8	Desg	FWD	19	128.8	P2p
Fa0/9	Desg	FWD	19	128.9	P2p
Fa0/10	Desg	FWD	19	128.10	P2p
Fa0/11	Desg	FWD	19	128.11	P2p
Fa0/12	Desg	FWD	19	128.12	P2p

Prioritatile porturilor variaza de la 0 la 240 in incremente de 16. Prioritatea default este 128, iar o prioritate mai mica este preferata. Daca vrem sa-l facem portul fa0/12 de pe DLS2 root port, iar fa0/11 sa blocheze, atunci ii vom schimba prioritatea pe DLS1 cu ajutorul comenzii de interfata *spanning-tree port-priority <priority>* :

```
DLS1#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
DLS1(config)#int fa0/12
DLS1(config-if)#spanning-tree vlan 1 port-priority 112
```

!! Poate fi nevoie de un restart in Packet Tracer.

Acum, sa vedem ce port blocheaza pe DLS2:

```
DLS2#sh span
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
    Root ID      Priority      24577
```



```

Address      0002.4AA7.D4AC
Cost         19
Port         12 (FastEthernet0/12)
Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

```

```

Bridge ID   Priority    32769  (priority 32768 sys-id-ext 1)
Address     0001.9734.9214
Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
Aging Time  20

```

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Fa0/6	Desg	FWD	19	128.6	P2p
Fa0/7	Desg	FWD	19	128.7	P2p
Fa0/8	Desg	FWD	19	128.8	P2p
Fa0/9	Altn	BLK	19	128.9	P2p
Fa0/10	Altn	BLK	19	128.10	P2p
Fa0/11	Altn	BLK	19	128.11	P2p
Fa0/12	Root	FWD	19	128.12	P2p

Cu toate ca root port-ul s-a schimbat, prioritatile porturilor nu au facut-o. Pe DLS1, puteti vedea ca prioritatile porturilor s-au schimbat cu toate ca toate porturile sunt in continuare in forwarding (deoarece acesta este root bridge-ul):

```

DLS1#sh span
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    24577
             Address     0002.4AA7.D4AC
             This bridge is the root
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID   Priority    24577  (priority 24576 sys-id-ext 1)
  Address     0002.4AA7.D4AC
  Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
  Aging Time  20

```

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Fa0/6	Desg	FWD	19	128.6	P2p
Fa0/7	Desg	FWD	19	128.7	P2p
Fa0/8	Desg	FWD	19	128.8	P2p
Fa0/9	Desg	FWD	19	128.9	P2p
Fa0/10	Desg	FWD	19	128.10	P2p
Fa0/11	Desg	FWD	19	128.11	P2p
Fa0/12	Desg	FWD	19	112.12	P2p

Pe baza output-ului de deasupra, cum isi da seama DLS2 ce port sa seteze ca root port, fara sa fi schimbat prioritatile porturilor pe DLS2?

O alta optiune a spanning tree-ului este portfast-ul. Acesta permite trecerea peste starile normale ale spanning tree-ului si punerea unui port in forwarding imediat cum este pornit. Acest lucru este foarte util cand conectam host-uri la un switch, ele putand astfel sa comunice pe VLAN-ul asociat imediat, fara sa mai astepte dupa spanning tree. Nu exista pericolul sa se creeze o bucla atat timp cand nu conectam doua switch-uri intre ele. Un client care foloseste DHCP-ul la start-up beneficiaza de pe

urma portfast-ului deoarece cererile catre serverul de DHCP ar putea pur si simplu sa fie ignorate daca portul nu s-ar afla in starea corespunzatoare a spanning tree-ului.

Portfast-ul functioneaza doar pentru porturile aflate intr-un alt mod decat cel de trunking si o atentie suplimentara trebuie acordata, pentru a se evita crearea de bucle. Pentru a demonstra diferenta pe care portfast-ul o aduce, luati una dintre conexiunile dintre un switch si un host si puneti-o in modul access. Inchideti portul respectiv cu comanda *shutdown*, apoi pornit portul cu *no shutdown*. Veti vedea portul trecand prin toate starile spanning tree-ului inainte ca sa devina activ.

Exemplul este facut pentru un host legat de ALS1, portul fa0/6. Urmariti ce se intampla cand portul este pornit (la inceput, toate porturile Ethernet sunt inchise). Setati modul portului ca fiind access:

```
ALS1#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
ALS1(config)#interface fa0/6
ALS1(config-if)#switchport mode access
ALS1(config-if)#shutdown
ALS1(config-if)#no shutdown
```

Puteti cronometra cat timp petrece portul pana devine functional (forwarding).

Acum inchideti din nou portul pentru exercitiul urmator. Activati portfast-ul prin comanda de nivel interfata *spanning-tree portfast*. Switch-ul avertizeaza asupra posibilitatii de a crea bucle:

```
ALS1(config-if)#spanning-tree portfast
%Warning: portfast should only be enabled on ports connected to a single
host. Connecting hubs, concentrators, switches, bridges, etc... to this
interface when portfast is enabled, can cause temporary bridging loops.
Use with CAUTION
```

```
%Portfast has been configured on FastEthernet0/6 but will only
have effect when the interface is in a non-trunking mode.
```

Acum porniti portul cu *no shutdown*.

Vedeti diferenta ca timp?

De ce activarea portfast-ului pe linii redundante nu ar fi o idee buna?

O alta metoda de a manipula care port devine root este modificarea costului unui port. Costul initial al unui port Gigabit Ethernet este 4, pentru Fast Ethernet este 19, iar pentru 10baseT Ethernet este 100. Costul mai mic este cel preferat.

Pentru acest exercitiu vom modifica costul porturilor fa0/9 si fa0/12 de pe DLS1 si ALS2 schimbând viteza lor. Sa ne uitam intai la costurile curente printr-un *show spanning-tree*:

```
DLS1#sh span
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    24577
             Address     0002.4AA7.D4AC
             This bridge is the root
             Hello Time  2 sec    Max Age 20 sec    Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    24577  (priority 24576 sys-id-ext 1)
             Address     0002.4AA7.D4AC
             Hello Time  2 sec    Max Age 20 sec    Forward Delay 15 sec
             Aging Time  20
```

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Fa0/6	Desg	FWD	19	128.6	P2p
Fa0/7	Desg	FWD	19	128.7	P2p
Fa0/8	Desg	FWD	19	128.8	P2p
Fa0/9	Desg	LSN	19	128.9	P2p
Fa0/10	Desg	FWD	19	128.10	P2p
Fa0/11	Desg	FWD	19	128.11	P2p
Fa0/12	Desg	FWD	19	112.12	P2p

ALS2#sh span

VLAN0001

Spanning tree enabled protocol ieee

Root ID Priority 24577
 Address 0002.4AA7.D4AC
 Cost 19
 Port 9(FastEthernet0/9)
 Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec

Bridge ID Priority 32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
 Address 0060.47CC.BA9A
 Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
 Aging Time 20

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Fa0/10	Altn	BLK	19	128.10	P2p
Fa0/11	Altn	BLK	19	128.11	P2p
Fa0/12	Altn	BLK	19	128.12	P2p
Fa0/6	Desg	FWD	19	128.6	P2p
Fa0/7	Altn	BLK	19	128.7	P2p
Fa0/8	Altn	BLK	19	128.8	P2p
Fa0/9	Root	FWD	19	128.9	P2p

Acum schimbam vitezele pe ambele switch-uri:

DLS1#conf t

Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.

DLS1(config)#int fa0/9

DLS1(config-if)#speed 10

ALS2#conf t

Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.

ALS2(config)#int fa0/9

ALS2(config-if)#speed ?

10 Force 10 Mbps operation

100 Force 100 Mbps operation

auto Enable AUTO speed configuration

ALS2(config-if)#speed 10

Verificati schimbarea cu *show spanning-tree*:

DLS1#sh spanning-tree

VLAN0001

Spanning tree enabled protocol ieee

```

Root ID      Priority      24577
Address      0002.4AA7.D4AC
This bridge is the root
Hello Time   2 sec   Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec

```

```

Bridge ID    Priority      24577   (priority 24576 sys-id-ext 1)
Address      0002.4AA7.D4AC
Hello Time   2 sec   Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec
Aging Time   20

```

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Fa0/6	Desg	FWD	19	128.6	P2p
Fa0/7	Desg	FWD	19	128.7	P2p
Fa0/8	Desg	FWD	19	128.8	P2p
Fa0/9	Desg	FWD	100	128.9	P2p
Fa0/10	Desg	FWD	19	128.10	P2p
Fa0/11	Desg	FWD	19	128.11	P2p
Fa0/12	Desg	FWD	19	112.12	P2p

ALS2#sh span

VLAN0001

Spanning tree enabled protocol ieee

```

Root ID      Priority      24577
Address      0002.4AA7.D4AC
Cost         19
Port         10(FastEthernet0/10)
Hello Time   2 sec   Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec

```

```

Bridge ID    Priority      32769   (priority 32768 sys-id-ext 1)
Address      0060.47CC.BA9A
Hello Time   2 sec   Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec
Aging Time   20

```

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Fa0/6	Desg	FWD	19	128.6	P2p
Fa0/7	Altn	BLK	19	128.7	P2p
Fa0/8	Altn	BLK	19	128.8	P2p
Fa0/9	Altn	BLK	100	128.9	P2p
Fa0/10	Root	FWD	19	128.10	P2p
Fa0/11	Altn	BLK	19	128.11	P2p
Fa0/12	Altn	BLK	19	128.12	P2p

Observati modificarea blocking/forwarding dintre fa0/9 si fa0/10.

Exercitiul 3. Comportamentul STP per VLAN

Scopul acestui exercitiu este sa observati modul de functionare al instantelor spanning tree-ului per VLAN. Spre final vezi invata cum sa schimbatii modul de functionare al spanning tree-ului de la cel normal la cel rapid.

Incepeti prin stergerea configuratiei de startup si prin restart-ul switchurilor. Dupa reload atasati-le denumiri switchurilor (hostname) si configurati porturile de la fa0/7 la fa0/12 sa fie trunk-uri.

Intrucat ISL este singura incapsulare de trunking suportata in Packet Tracer 5, nu este nevoie sa specificati explicit modul de trunking, dar setarea portului ca trunk este in continuare necesara.

```
Switchname#erase startup-config
```

Pentru a restarta echipamentele salvati intai configuratia din Packet Tracer apoi da-ti click pe “Power Cycle Devices” si “Ok”.

```
DLS1#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
DLS1(config)#interface range f0/7 - 12
DLS1(config-if-range)#switchport mode trunk
```

Acum configurati toate switchurile in modul VTP transparent, iar domeniul VTP setati-l CIC. Adaugati VLANurile 10 si 20 pe toate switchurile, apoi urmariti rezultatul cu ajutorul comenzii *show vlan brief*:

```
DLS1#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
DLS1(config)#vtp mode transparent
Setting device to VTP TRANSPARENT mode.
DLS1(config)#vtp domain CIC
Changing VTP domain name from NULL to CIC
DLS1(config)#vlan 10
DLS1(config-vlan)#exit
DLS1(config)#vlan 20
DLS1(config-vlan)#exit
```

```
DLS1#show vlan brief
```

VLAN	Name	Status	Ports
1	default	active	Fa0/1, Fa0/2, Fa0/3, Fa0/4 Fa0/5, Fa0/6, Fa0/13, Fa0/14 Fa0/15, Fa0/16, Fa0/17, Fa0/18 Fa0/19, Fa0/20, Fa0/21, Fa0/22 Fa0/23, Fa0/24
10	VLAN0010	active	
20	VLAN0020	active	
1002	fddi-default	active	
1003	token-ring-default	active	
1004	fddinet-default	active	
1005	trnet-default	active	

Daca veti incerca sa monitorizati spanning tree-ul prin show spanning-tree pe oricare din cele patru switchuri veti remarca ca in loc de un singur VLAN, vor aparea mai multe.

```
DLS1#show spanning-tree
VLAN0001
Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID      Priority    32769
Address      0001.9734.9214
Cost         19
Port         11(FastEthernet0/11)
Hello Time    2 sec    Max Age 20 sec    Forward Delay 15 sec
```

```

Bridge ID  Priority      32769  (priority 32768 sys-id-ext 1)
           Address      0002.4AA7.D4AC
           Hello Time   2 sec   Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec
           Aging Time   20

```

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Fa0/6	Desg	FWD	19	128.6	P2p
Fa0/7	Desg	FWD	19	128.7	P2p
Fa0/8	Desg	FWD	19	128.8	P2p
Fa0/9	Desg	FWD	19	128.9	P2p
Fa0/10	Desg	FWD	19	128.10	P2p
Fa0/11	Root	FWD	19	128.11	P2p
Fa0/12	Altn	BLK	19	128.12	P2p

VLAN0010

```

Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID    Priority      32778
           Address      0002.4AA7.D4AC
           This bridge is the root
           Hello Time   2 sec   Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec

```

```

Bridge ID  Priority      32778  (priority 32768 sys-id-ext 10)
           Address      0002.4AA7.D4AC
           Hello Time   2 sec   Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec
           Aging Time   20

```

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Fa0/7	Desg	FWD	19	128.7	P2p
Fa0/8	Desg	FWD	19	128.8	P2p
Fa0/9	Desg	FWD	19	128.9	P2p
Fa0/10	Desg	FWD	19	128.10	P2p
Fa0/11	Desg	FWD	19	128.11	P2p
Fa0/12	Desg	FWD	19	128.12	P2p

VLAN0020

```

Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID    Priority      32788
           Address      0002.4AA7.D4AC
           This bridge is the root
           Hello Time   2 sec   Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec

```

```

Bridge ID  Priority      32788  (priority 32768 sys-id-ext 20)
           Address      0002.4AA7.D4AC
           Hello Time   2 sec   Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec
           Aging Time   20

```

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Fa0/7	Desg	FWD	19	128.7	P2p
Fa0/8	Desg	FWD	19	128.8	P2p
Fa0/9	Desg	FWD	19	128.9	P2p
Fa0/10	Desg	FWD	19	128.10	P2p
Fa0/11	Desg	FWD	19	128.11	P2p
Fa0/12	Desg	FWD	19	128.12	P2p

Puteti remarca ca toate porturile au un comportament identic pentru fiecare VLAN relative la spanning tree. Acest lucru se datoreaza comportamentului implicit al spanning tree-ului. Acest lucru

este insa modificabil pentru fiecare VLAN in parte. Astfel, il vom face pe DLS1 root switch-ul pentru VLANul 10, iar pe DLS1 pentru VLANul 20. Prioritatea pentru fiecare VLAN poate fi schimbata cu *spanning-tree vlan <numar> priority <numar>*:

```
DLS1#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
DLS1(config)#spanning-tree vlan 10 priority 4096
```

Configurati DLS2 in mod similar pentru VLANul 20. Daca veti privi apoi rezultatele comenzii *show spanning-tree* pe cele patru switchuri veti observa ca starile porturilor si root switchurile variaza in functie de VLAN.

```
DLS1#show spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32769
             Address     0001.9734.9214
             Cost        19
             Port        11(FastEthernet0/11)
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
             Address     0002.4AA7.D4AC
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
             Aging Time  20
```

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Fa0/6	Desg	FWD	19	128.6	P2p
Fa0/7	Desg	FWD	19	128.7	P2p
Fa0/8	Desg	FWD	19	128.8	P2p
Fa0/9	Desg	FWD	19	128.9	P2p
Fa0/10	Desg	FWD	19	128.10	P2p
Fa0/11	Root	FWD	19	128.11	P2p
Fa0/12	Altn	BLK	19	128.12	P2p

```
VLAN0010
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    4106
             Address     0002.4AA7.D4AC
             This bridge is the root
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    4106 (priority 4096 sys-id-ext 10)
             Address     0002.4AA7.D4AC
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
             Aging Time  20
```

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Fa0/7	Desg	FWD	19	128.7	P2p
Fa0/8	Desg	FWD	19	128.8	P2p
Fa0/9	Desg	FWD	19	128.9	P2p
Fa0/10	Desg	FWD	19	128.10	P2p
Fa0/11	Desg	FWD	19	128.11	P2p
Fa0/12	Desg	FWD	19	128.12	P2p

```
VLAN0020
```

```
Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID      Priority      32788
             Address       0002.4AA7.D4AC
             This bridge is the root
             Hello Time  2 sec   Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec
```

```
Bridge ID    Priority      32788 (priority 32768 sys-id-ext 20)
             Address       0002.4AA7.D4AC
             Hello Time  2 sec   Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec
             Aging Time  20
```

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type

Fa0/7	Desg	FWD	19	128.7	P2p
Fa0/8	Desg	FWD	19	128.8	P2p
Fa0/9	Desg	FWD	19	128.9	P2p
Fa0/10	Desg	FWD	19	128.10	P2p
Fa0/11	Desg	FWD	19	128.11	P2p
Fa0/12	Desg	FWD	19	128.12	P2p

DLS2#show spanning-tree

VLAN0001

```
Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID      Priority      32769
             Address       0001.9734.9214
             This bridge is the root
             Hello Time  2 sec   Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec
```

```
Bridge ID    Priority      32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
             Address       0001.9734.9214
             Hello Time  2 sec   Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec
             Aging Time  20
```

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type

Fa0/9	Desg	FWD	19	128.9	P2p
Fa0/10	Desg	FWD	19	128.10	P2p
Fa0/11	Desg	FWD	19	128.11	P2p
Fa0/12	Desg	FWD	19	128.12	P2p
Fa0/6	Desg	FWD	19	128.6	P2p
Fa0/7	Desg	FWD	19	128.7	P2p
Fa0/8	Desg	FWD	19	128.8	P2p

VLAN0010

```
Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID      Priority      4106
             Address       0002.4AA7.D4AC
             Cost           19
             Port          11(FastEthernet0/11)
             Hello Time  2 sec   Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec
```

```
Bridge ID    Priority      32778 (priority 32768 sys-id-ext 10)
             Address       0001.9734.9214
             Hello Time  2 sec   Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec
             Aging Time  20
```

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type

Fa0/9	Desg FWD 19	128.9	P2p
Fa0/10	Desg FWD 19	128.10	P2p
Fa0/11	Root FWD 19	128.11	P2p
Fa0/12	Altn BLK 19	128.12	P2p
Fa0/7	Desg FWD 19	128.7	P2p
Fa0/8	Desg FWD 19	128.8	P2p

VLAN0020

Spanning tree enabled protocol ieee

Root ID Priority 4116
Address 0001.9734.9214

This bridge is the root

Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec

Bridge ID Priority 4116 (priority 4096 sys-id-ext 20)

Address 0001.9734.9214

Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec

Aging Time 20

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Fa0/9	Desg	FWD	19	128.9	P2p
Fa0/10	Desg	FWD	19	128.10	P2p
Fa0/11	Desg	FWD	19	128.11	P2p
Fa0/12	Desg	FWD	19	128.12	P2p
Fa0/7	Desg	FWD	19	128.7	P2p
Fa0/8	Desg	FWD	19	128.8	P2p

In aceeași manieră puteți verifica și ALS1, și ALS2.

În afara de modul implicit al spanning tree-ului, PVST (per-VLAN spanning tree) mai există și alte moduri. Unul dintre ele este RSTP (rapid spanning tree protocol), care reduce considerabil intervalul de timp dintre momentul în care portul este pornit până când ajunge în starea de forwarding, prevenind în continuare buclele. Pentru a schimba modul de lucru în rapid spanning tree, folosiți comanda de configurare globală *spanning-tree mode rapid-pvst*. Configurați astfel cele patru switchuri. Pe durata tranzițiilor, rapid spanning tree se comportă ca un spanning tree normal dacă celălalt capăt al link-ului stie doar spanning tree normal.

DLS1#conf t

Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.

DLS1(config)#spanning-tree mode ?

pvst Per-Vlan spanning tree mode

rapid-pvst Per-Vlan rapid spanning tree mode

DLS1(config)#spanning-tree mode rapid-pvst

După ce ați configurat toate cele patru switchuri verificați configurația cu *show spanning-tree*:

DLS1#show spanning-tree

DLS1#sh spanning-tree

VLAN0001

Spanning tree enabled protocol rstp

Root ID Priority 32769

Address 0001.9734.9214

Cost 19

Port 11(FastEthernet0/11)

Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec

```

Bridge ID  Priority      32769  (priority 32768 sys-id-ext 1)
           Address      0002.4AA7.D4AC
           Hello Time   2 sec   Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec
           Aging Time   20

```

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Fa0/6	Desg	FWD	19	128.6	P2p
Fa0/7	Desg	FWD	19	128.7	P2p
Fa0/8	Desg	FWD	19	128.8	P2p
Fa0/9	Desg	FWD	19	128.9	P2p
Fa0/10	Desg	FWD	19	128.10	P2p
Fa0/11	Root	FWD	19	128.11	P2p
Fa0/12	Altn	BLK	19	128.12	P2p

VLAN0010

Spanning tree enabled protocol rstp

```

Root ID    Priority      4106
           Address      0002.4AA7.D4AC
           This bridge is the root
           Hello Time   2 sec   Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec

```

```

Bridge ID  Priority      4106  (priority 4096 sys-id-ext 10)
           Address      0002.4AA7.D4AC
           Hello Time   2 sec   Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec
           Aging Time   20

```

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Fa0/7	Desg	FWD	19	128.7	P2p
Fa0/8	Desg	FWD	19	128.8	P2p
Fa0/9	Desg	FWD	19	128.9	P2p
Fa0/10	Desg	FWD	19	128.10	P2p
Fa0/11	Desg	FWD	19	128.11	P2p
Fa0/12	Desg	FWD	19	128.12	P2p

VLAN0020

Spanning tree enabled protocol rstp

```

Root ID    Priority      4116
           Address      0001.9734.9214
           Cost          19
           Port          11(FastEthernet0/11)
           Hello Time   2 sec   Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec

```

```

Bridge ID  Priority      32788  (priority 32768 sys-id-ext 20)
           Address      0002.4AA7.D4AC
           Hello Time   2 sec   Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec
           Aging Time   20

```

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Fa0/7	Desg	FWD	19	128.7	P2p
Fa0/8	Desg	FWD	19	128.8	P2p
Fa0/9	Desg	FWD	19	128.9	P2p
Fa0/10	Desg	FWD	19	128.10	P2p
Fa0/11	Root	FWD	19	128.11	P2p
Fa0/12	Altn	BLK	19	128.12	P2p

Exercitii:

1. Pe fiecare switch adaugati VLANurile 50, 60, 70, 80, 90 and 100. Configurati ALS1 sa fie root-ul pentru VLANurile 50, 60 si 70, iar ALS2 sa fie root-ul pentru VLANurile 80, 90 si 100. Configurati root-urile cu **o singura comanda** pe fiecare switch!
2. Schimbati prioritatea porturilor pe VLANul 20 pentru linkul fa0/12 dintre DLS1 si DLS2 la valoarea 16. Unde apar modificarile (pe ce switch)?