



STP

Capitolul 7



Întrebările zilei

- ① Cum putem avea redundanță în LAN?
- ② Cum putem evita buclele la nivelul legătură de date?



Redundanță în LAN



Redundanță

- Redundanța se poate implementa la niveluri diferite
 - La nivel de link (2 uplink-uri)
 - La nivel de dispozitiv de nivel 2 (multiple căi prin bucle fizice nivel 2)
 - La nivel de dispozitiv de nivel 3 (multiple gateway-uri – HSRP, VRRP)

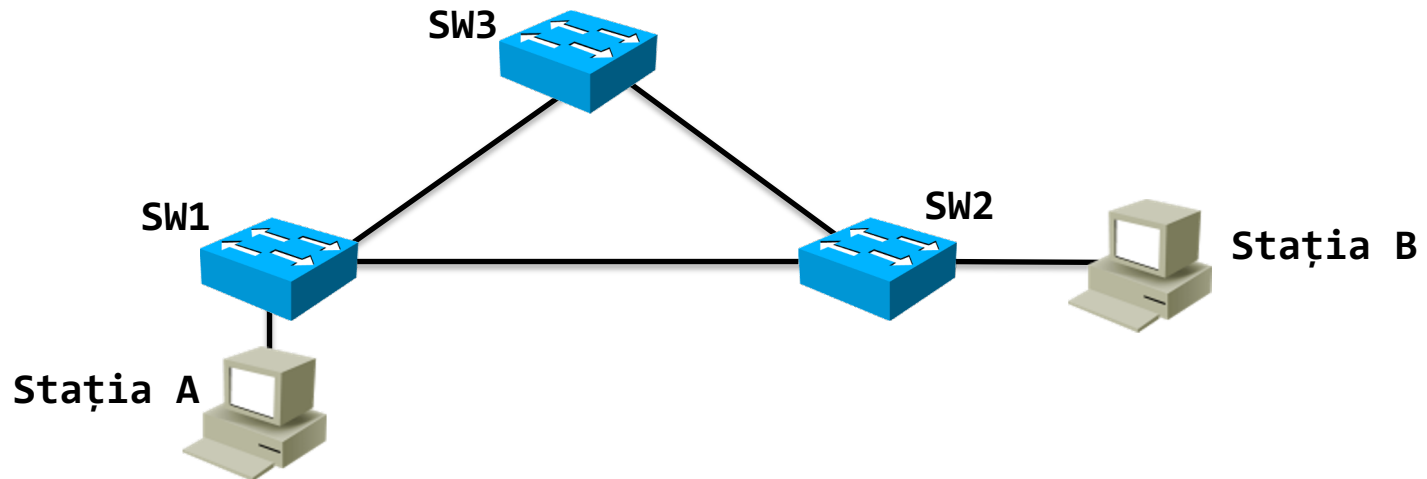


Redundanță – niv. 2

- ⊕ Eficiență sporită (backup links, load balancing)
- ⊖ Buclele pot cauza efecte nedorite în LAN
 - Broadcast storm
 - Unknown Unicast



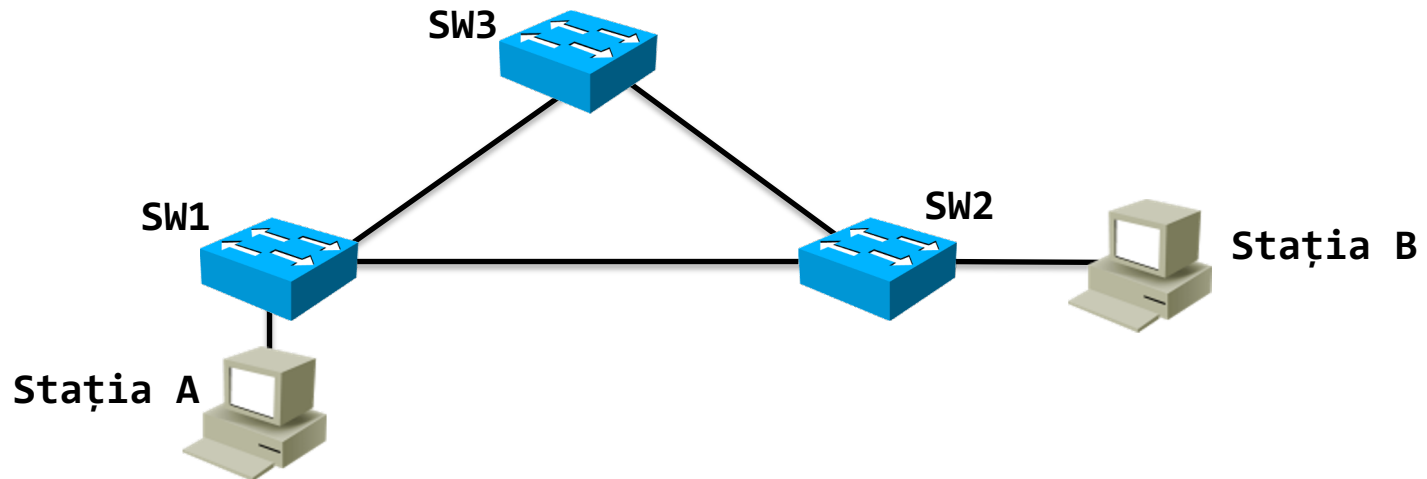
Broadcast storm



- Stația A trimite un broadcast în LAN
- Va ajunge la Stația B?



Broadcast storm



- Stația A trimite un broadcast în LAN
- Va ajunge la Stația B?
 - Da, de o infinitate de ori



STP



STP

- Spanning Tree Protocol
- Specificat în standardul **802.1d**
- Operează pe o rețea de switch-uri
- Elimină buclele din rețea prin închiderea unor porturi
- Algoritmul STP poartă numele de **STA** (Spanning Tree Algorithm)
- Operație similară cu determinarea arborelui de acoperire pe un graf



Rolurile switch-urilor

- În terminologia STP, switch-ul poartă numele de bridge
- Există două roluri pentru switch-uri:
 - **Root bridge** – rădăcina arborelui de switch-uri
 - **Non-root bridge** – toate celelalte switch-uri



Rolurile porturilor

- Există trei roluri pentru porturi:
 - ▲ **Designated port** – trimite și primește trafic de date
 - **Root port** – trimite și primește trafic de date reprezintă calea cea mai eficientă spre root bridge
 - **Blocked port** – nu trimite și nu primește trafic de date
- Pe o legătură, există următoarele două perechi de roluri:
 - **Designated – Root:**
 - Dacă legătura face parte din arborele de acoperire
 - **Designated – Blocked:**
 - Dacă legătura nu face parte din arborele de acoperire



Costurile legăturilor

- Costul unei muchii din graful STA este dependent de lățimea de bandă a legăturii respective
- RSTP 802.1w (2004) vs. STP 802.1D (1998)

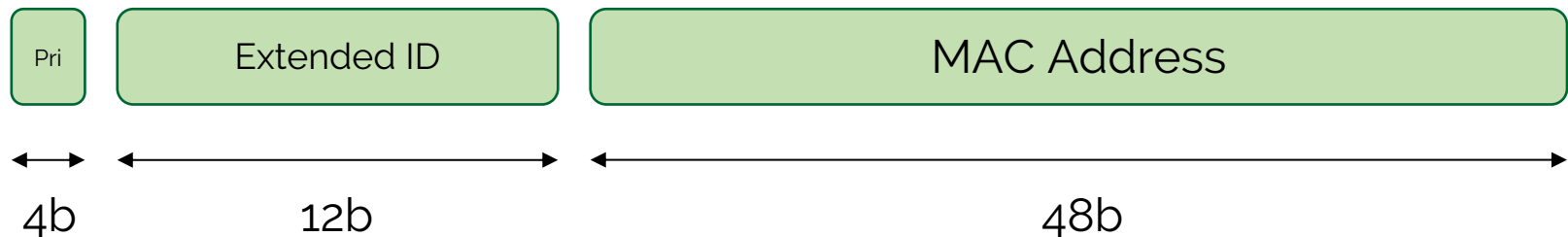
Lățime de bandă	Cost
10 Mbps	2,000,000
100 Mbps	200,000
1 Gbps	20,000
10 Gbps	2,000

Lățime de bandă	Cost
10 Mbps	100
100 Mbps	19
1 Gbps	4
10 Gbps	2



Bridge ID

- Fiecare switch are un ID unic (BID)
- Valoare pe **64 biți**
 - 4 biți **prioritatea** + 12 biți **Extended ID (VLAN)**
 - 48 biți **adresa MAC**
- Prioritatea este implicit 32768
- Switch-ul cu BID-ul cel mai mic va deveni **root bridge**





BPDU

- Mesajele folosite de STP pentru a comunica informații între bridge-uri
- Transmise o dată la 2 secunde pe toate porturile
- Informații transmise:
 - root bridge ID
 - cost până la root bridge
 - bridge ID
 - port ID
- Observație: **blocked ports** încă primesc BPDU-uri



BPDU

- Mesaje trimise între switch-uri
 - Bridge Protocol Data Unit (BPDU)
 - trimise la fiecare 2 secunde
 - multicast spre 01:80:C2:00:00:00

1 Byte	1 Byte	1 Byte	8 Bytes	4 Bytes	8 Bytes	2 Bytes	2 Bytes	2 Bytes	2 Bytes	2 Bytes
Version	Message Type	Flags	Root ID	Cost to bridge	Bridge ID	Port ID	Message Age	Max Age	Hello Time	Forward Delay



STA



Pașii STA

1. Alegerea **root bridge**



2. Alegerea unui **root port** pe fiecare bridge (cu excepția root bridge)



3. Alegerea **designated ports**



4. Alegerea și închiderea **blocked ports**





Alegerea Root Bridge

- Bridge-urile trimit BPDU-uri până când toate cunosc cel mai mic BID din rețeaua de bridge-uri
- Bridge-ul cu ID-ul minim devine Root Bridge
- Cine ar deveni root bridge în fiecare din situațiile următoare?

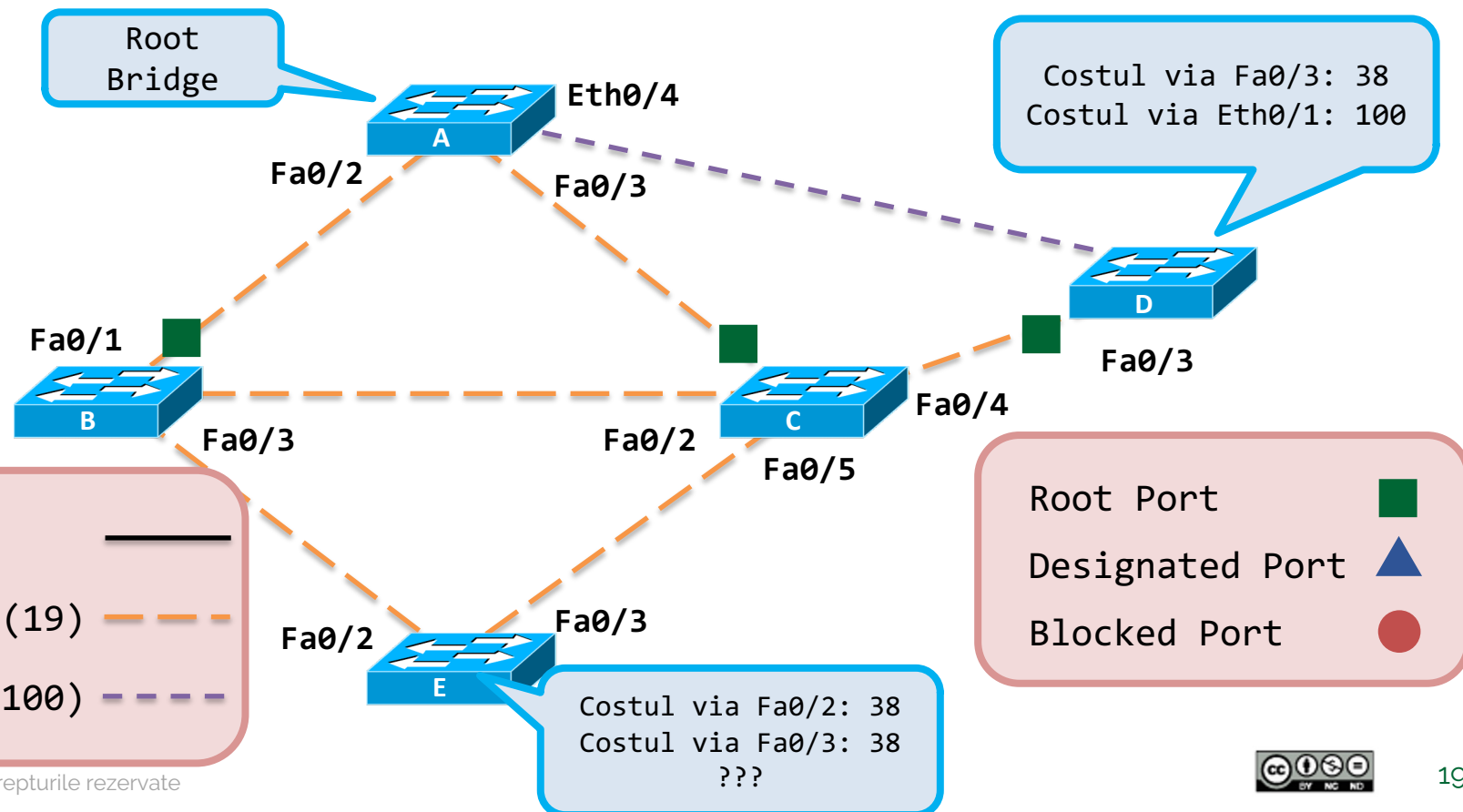
Nume	Prioritate	MAC
A	32768	00E0.A3C9.6AB8
B	32768	0001.97DA.86E8
C	32768	00D0.BCoC.844D
D	32768	0003.E496.C80E

Nume	Prioritate	MAC
A	16384	00E0.A3C9.6AB8
B	32768	0001.97DA.86E8
C	8192	00D0.BCoC.844D
D	16384	0003.E496.C80E
E	8192	0060.2F07.EB2B
F	8192	0060.7058.DoA5



Alegerea Root Ports (1)

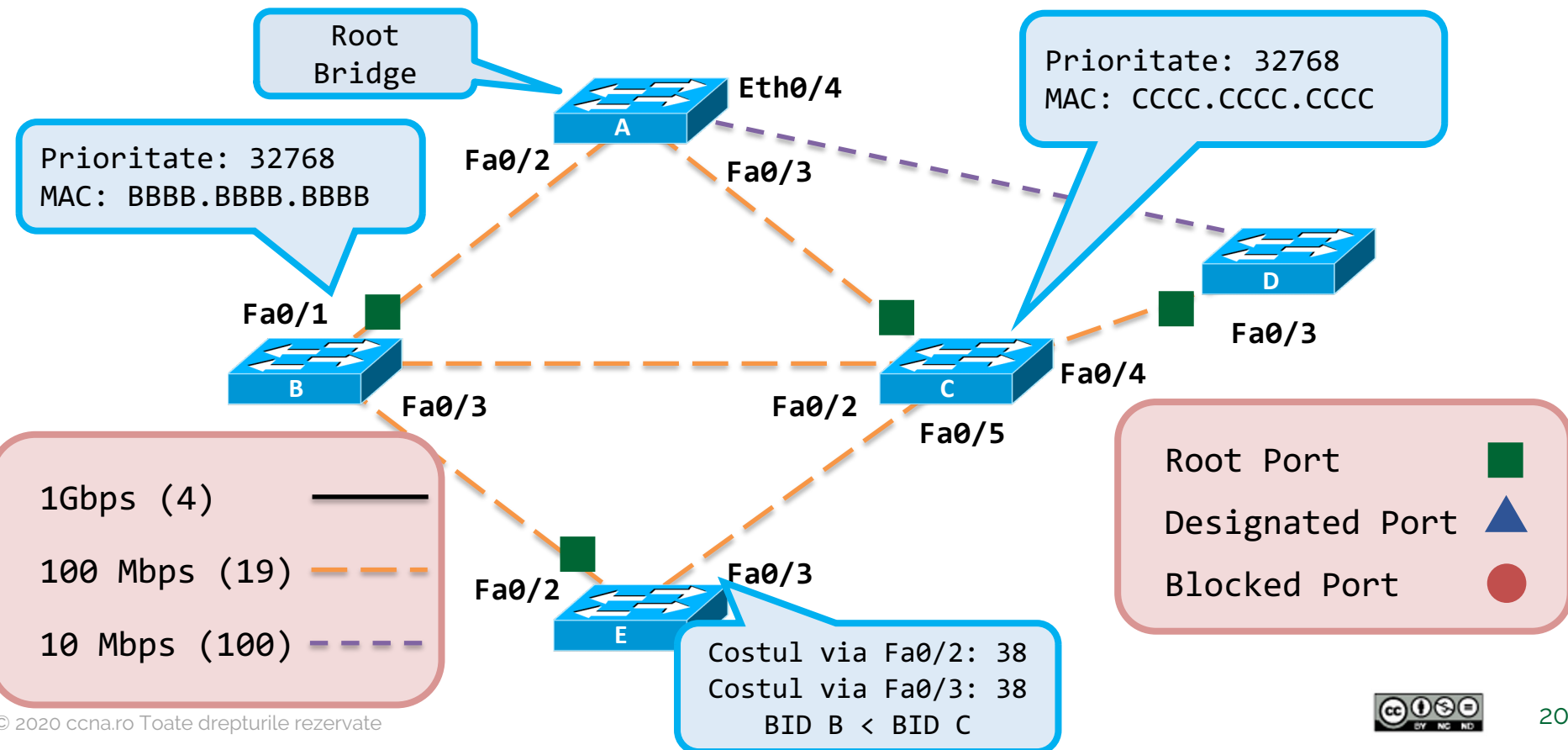
- Fiecare switch non-root trebuie să aibă un root port





Alegerea Root Ports (2)

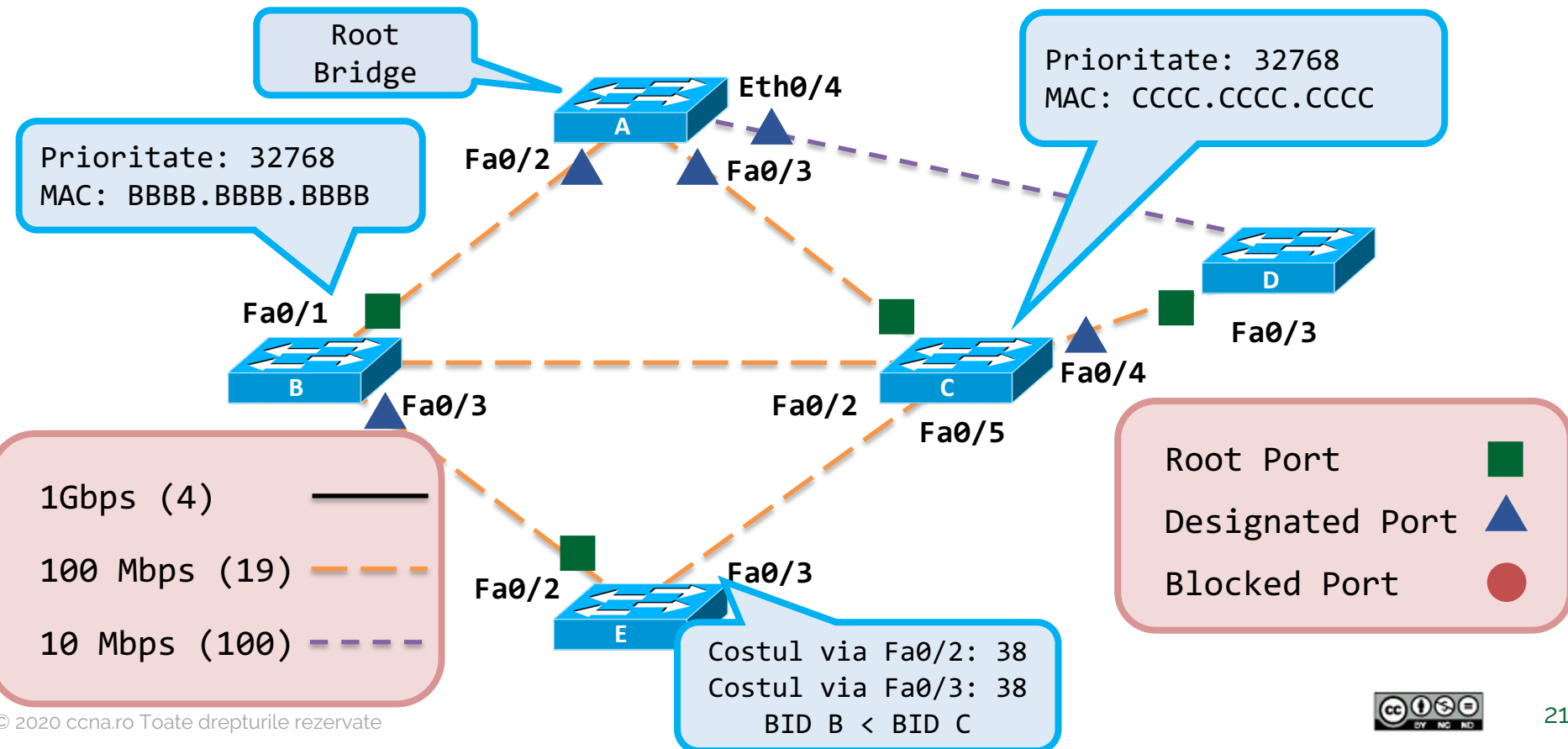
- Sw-E va decide Root Port pe baza BID-ului vecinului





Designated Ports

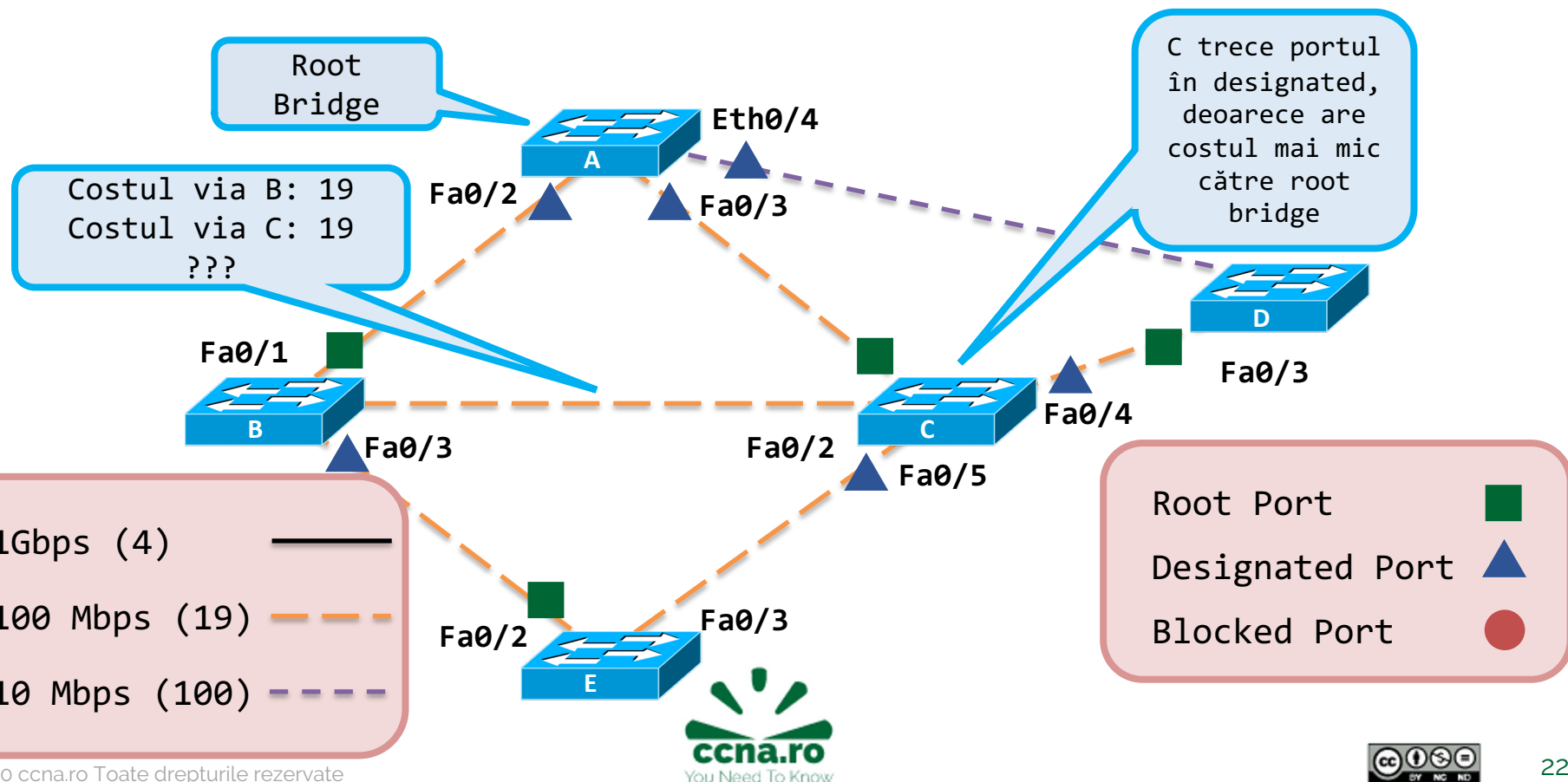
- Un Root Port este cuplat pe link cu un designated port
- Un Root Bridge are numai root ports





Designated Ports (2)

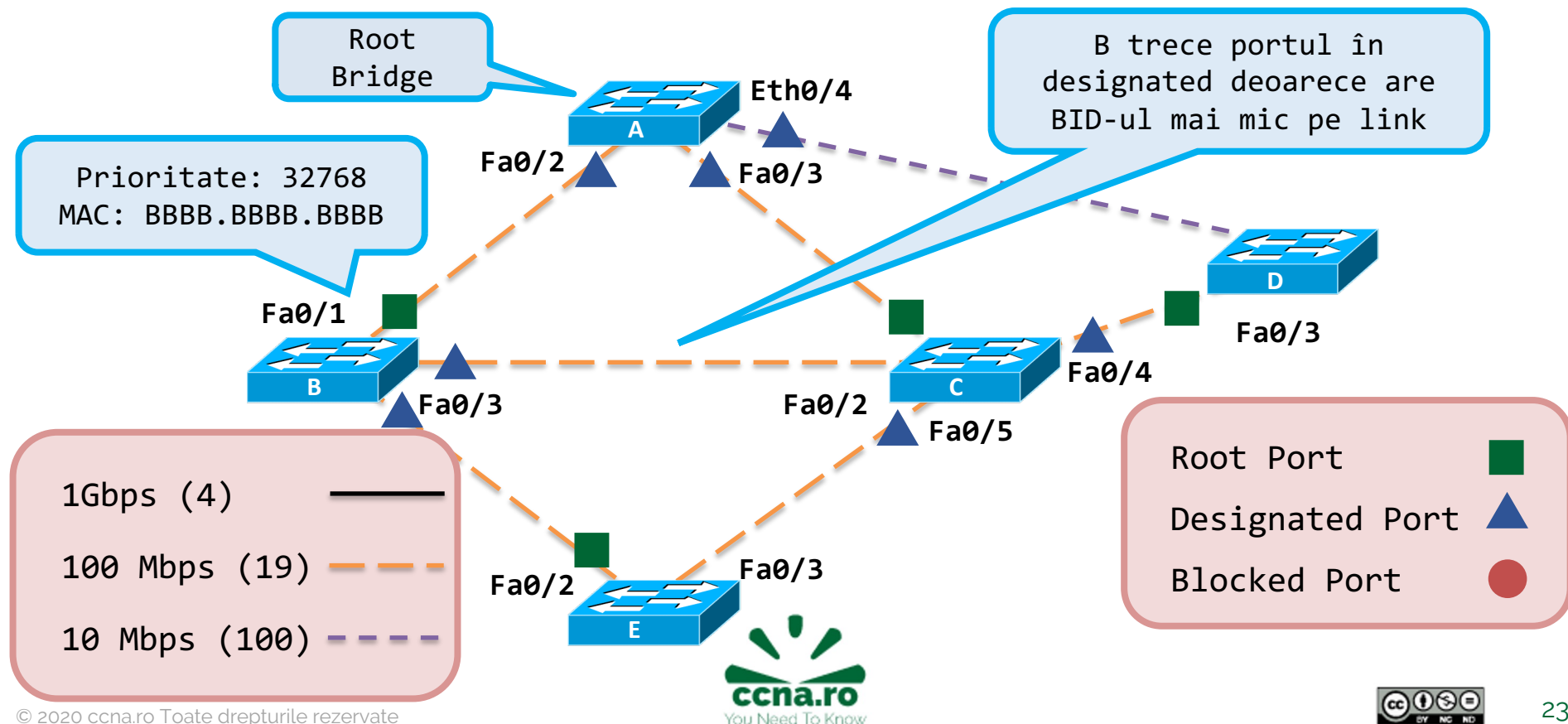
- Pe fiecare legătură trebuie să existe un designated port





Designated Ports (3)

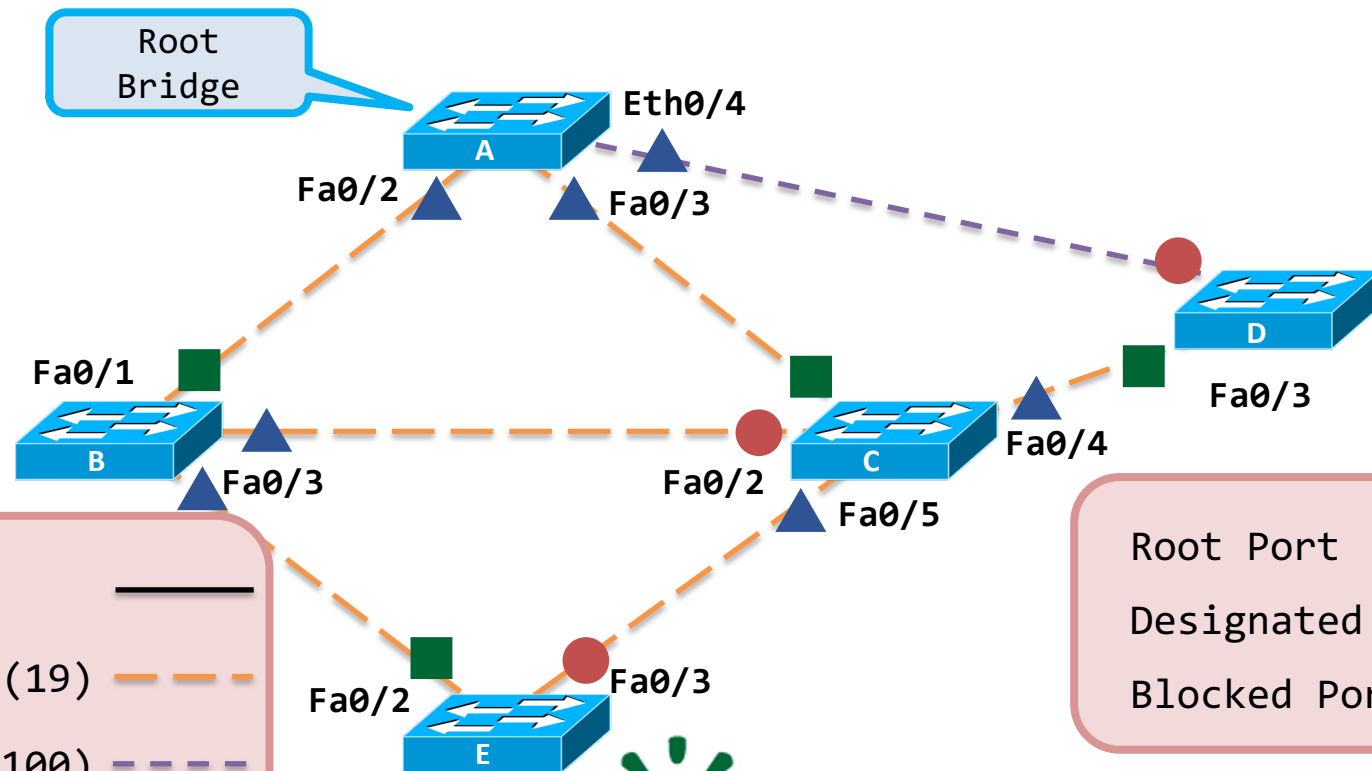
- Pe fiecare legătură trebuie să existe un designated port





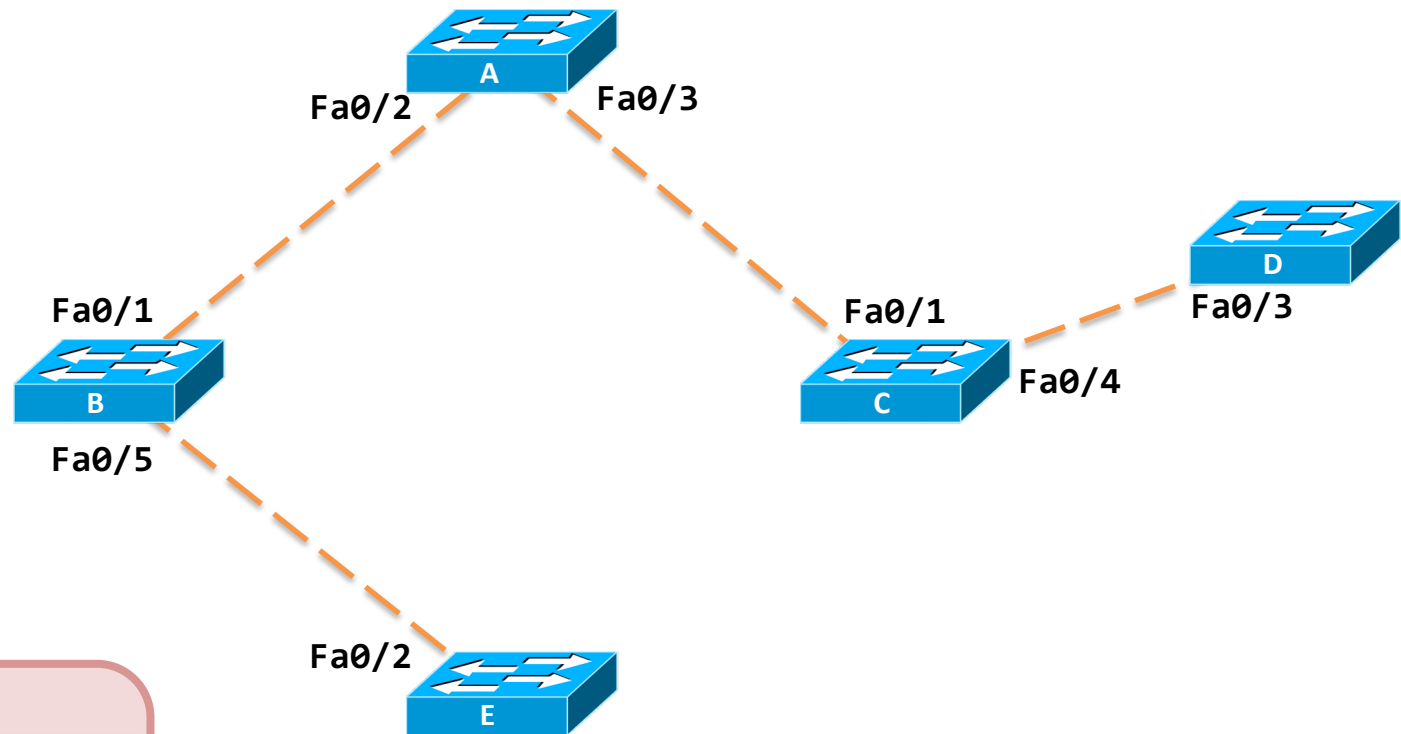
Blocked Ports

- Toate porturile rămase sunt blocked ports





Topologie logică finală



1Gbps (4) ———

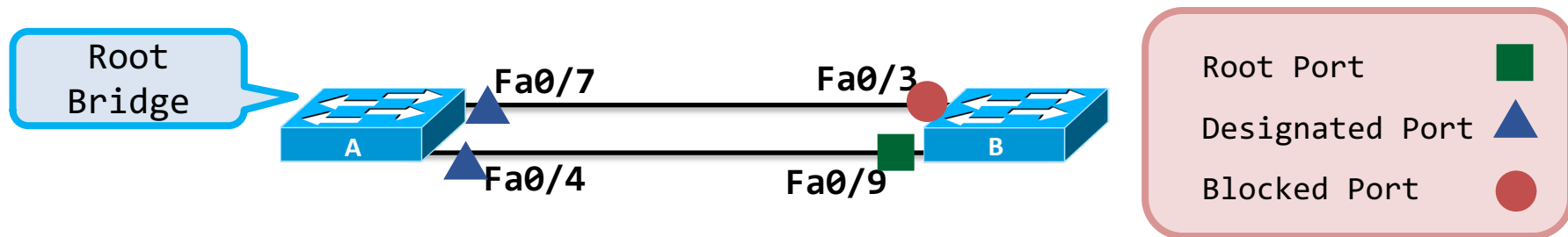
100 Mbps (19) - - -

10 Mbps (100) - - - -



Un ultim tiebreaker

- Poate apărea situația în care costurile și BID-urile sunt egale:



- Pentru această situație se definește conceptul de PID (Port ID), care este un număr format din:
 - prioritatea portului (configurată static de administrator)
 - indexul portului (de exemplu 7 pentru Fa0/7)
- Va fi folosită legătura care are PID-ul mai mic pe bridge-ul mai prioritar (root bridge, cost minim către root, BID mai mic)
- În cazul acesta, Fa0/9 devine root port deoarece Fa0/4 are un port id mai mic decât Fa0/7



Stări porturi STP

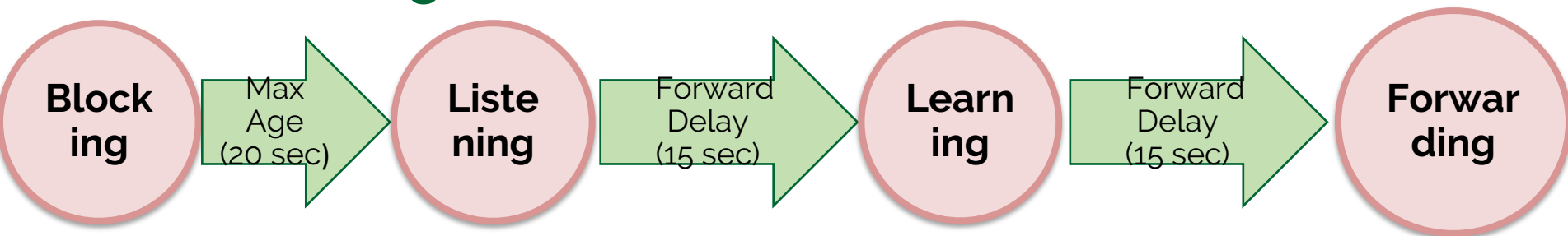
- În decursul STA, un port face tranziția între mai multe stări:

Stare port	Acțiune la nivel de Switch	Acțiune la nivel de Port
Disabled	Nu se acceptă nici un fel de trafic	Nu se transmit cadre Nu se transmit BPDU-uri
Blocking	Se primesc doar BPDU-uri	Nu se transmit cadre Se primesc BPDU-uri
Listening	Se construiește topologia STP	Nu se transmit cadre Se transmit BPDU-uri
Learning	Se construiește tabela de adrese MAC	Nu se transmit cadre Se învață adrese MAC Se transmit BPDU-uri
Forwarding	Se transmite traficul normal	Se transmit cadre Se învață adrese MAC Se transmit BPDU-uri



Timpi de tranziție

- Timere de tranziție
 - stabile de root bridge
 - **Hello time:** 2 sec
 - **Forwarding delay:** 15 sec
 - **Max Age:** 20 sec



- timp total de convergență: 50 sec



Alte variante de STP



Common STP

- Common Spanning Tree Protocol
- 802.1D
- Implementare pentru un singur VLAN
- Convergență lentă (50 sec)
- Consum redus de resurse



RSTP

- Rapid Spanning Tree Protocol
- IEEE 802.1w (1998)
- Implementare de o instanță pentru un singur VLAN
- Timp mai bun de convergență: 3-5 sec
- Consum mediu de resurse



PVST/PVST+/RPVST+

- Proprietare Cisco
- Câte o instanță de STP pentru fiecare VLAN
- PVST
 - funcționează doar peste trunk-uri Cisco ISL
- PVST+
 - funcționează peste trunk-uri 802.1q
 - convergență similară cu 802.1D, dar este per-VLAN
- RPVST+
 - Rapid PVST+
 - timpi de convergență similari cu RSTP
 - consumă cele mai multe resurse



MSTP

- IEEE 802.1s
- Pentru a reduce numărul de instanțe, VLAN-urile cu aceleași cerințe de trafic sunt mapate într-o singură instanță
- Convergență rapidă



Configurare



Configurări globale

```
Sw(config)# spanning-tree mode pvst | rapid-pvst
```

- Setare prioritate manual

```
Sw(config)# spanning-tree vlan vlan-id priority priority
```

- Setare prioritate automat

```
Sw(config)# spanning-tree vlan vlan-id root primary
```

```
Sw(config)# spanning-tree vlan vlan-id root secondary
```



Configurări pe interfață

- Modificare cost

```
Sw(config-if)# spanning-tree cost cost
```

- Activare portfast (trecere directă în starea forwarding, doar pentru link-uri acces)

```
Sw(config-if)# spanning-tree portfast
```

- Activare BPDU-guard (nu se trimit update-uri pe link-uri acces)

```
Sw(config)# spanning-tree bpduguard enable
```



Răspunsul zilei



Răspunsul zilei

- ① Cum putem avea redundanță în LAN?
- ② Cum putem evita buclele la nivelul legătură de date?