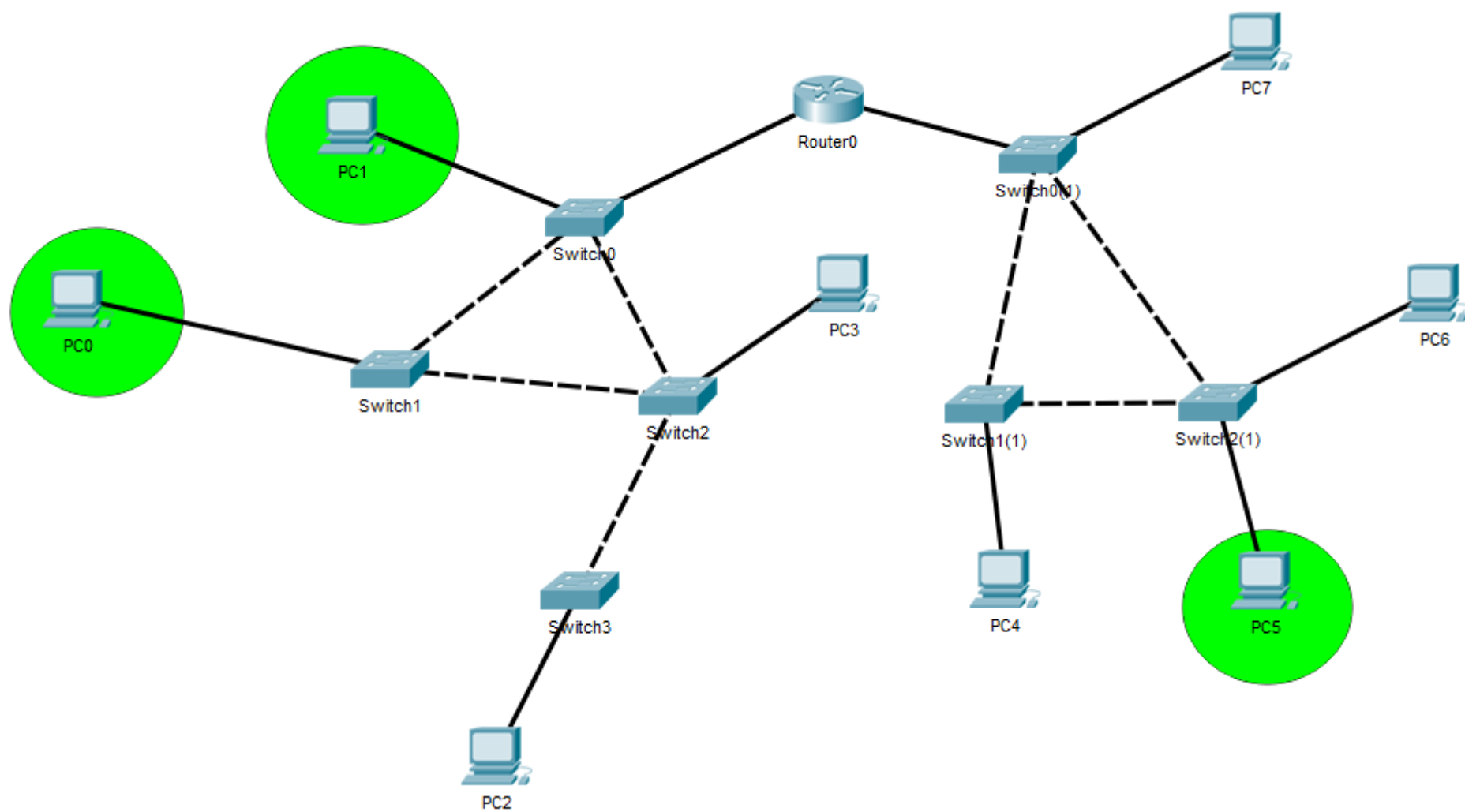


Оглавление

Топология	2
Цели:.....	3
STP	3
Rapid STP.....	4
Per VLAN RSTP	5
Выбор корневого моста (с.219).....	5
Выбор корневых портов (с.220)	5
Выбор назначенных портов (с.222).....	7
Остальные порты блокируются (с.223)	7
Настройка топологии STP (с.223)	7
Повлиять на построение дерева (с.247)	7
Практика	8

Топология



Цели:

- 1) Изучить теорию, принципы работы протокола связующего дерева;
- 2) Изучить процесс конфигурирования Per VLAN RSTP;
- 3) Собрать и настроить топологию, показанную на рисунке, с использованием Per VLAN RSTP. На примере одной из петель объяснить, как строится дерево для каждого VLAN. Рассмотреть возможные изменения дерева при изменении port cost (напрямую и при изменении speed).

STP

STP необходим для резервации линков. Без STP есть три проблемы, с которыми мы сталкиваемся, если создаём «треугольник» или ещё какой-то граф с циклами из свитчей:

- 1) Широковещательный шторм (свитчи будут переправлять друг другу и множить широковещалки)
- 2) Множественные копии пакетов (один и тот же пакет пойдёт по двум и более путям (если тас – широковещалка) и придёт несколько раз)
- 3) Нестабильность таблицы коммутации (пришедший на два интерфейса от одного и того же мака пакет вынудит свитч изменить таблицу коммутации).

STP решает эти проблемы построением дерева и отключением (резервацией) некоторых маршрутов.

STP – spanning-tree protocol – протокол связующего дерева.

Построение дерева начинается с выбора корня. Корневым (root bridge – корневой мост) становится свитч с наименьшим значением приоритета (по умолчанию 32768). Если у всех свитчей одинаковый приоритет, выбирается свитч с наименьшим мак-адресом.

На каждом не-корневом свитче выбирается корневой порт (root port) (порт, предоставляющий минимальную стоимость пути от свитча, которому принадлежит порт, до корневого свитча – учитывается и скорость линков, и количество хопов).

Ещё выбираются назначенные порты (designated port) – один на сегмент. Этот порт предоставляет минимальную стоимость пути до RB от сегмента (в простейшем случае все сегменты у нас point-to-point).

В конце, если у нас остаётся один сегмент, один из портов будет назначенным, а другой заблокированным. Назначенным станет порт свитча с меньшим приоритетом, либо, если приоритеты равны, с наименьшим маком.

Краткий алгоритм:

- 1) Выбор корневого моста
- 2) Выбор корневых портов
- 3) Выбор назначенных портов
- 4) Блокировка оставшихся портов.

Для обычного STP порт проходит 4 состояния: (50 секунд)

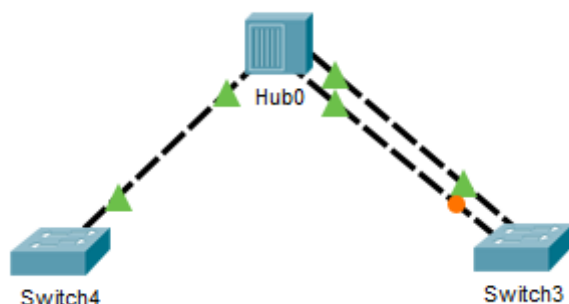
- 1) Сначала все порты в Blocking, который длится 20 секунд
- 2) Listening – пересылаются только служебные данные, 15 секунд
- 3) Learning – 15 секунд
- 4) Forwarding – передача

Rapid STP

Просто заменили Blocking + Listening = Discarding (отбрасывание), которое теперь в сумме длится 15 секунд. (30 секунд всё вместе).

Изменились и типы портов: portfast – на нём не может возникнуть петля (подключен к конечному устройству), поэтому он не участвует в построении дерева, пропускает learning в RSTP и listening+learning в STP, сразу переходя в forwarding и становясь designated-портом (с. 235); backup port – дублер назначенного порта (с.233), alternate port – дублер корневого порта (с. 230).

Порт становится дублером назначенного порта, если располагается в том же сегменте (домене коллизий), что и назначенный порт. Такое возможно в случае резервирования, который редко применяется на практике:



В этом случае очевидно, что порты предоставляют одинаковую стоимость пути из данного сегмента до корневого коммутатора. BID так же одинаков, поскольку порты относятся к одному коммутатору. Выбор назначенного между ними происходит по приоритету порта (который по умолчанию равен номеру). Если приоритет одинаков, выбор происходит по номеру порта. Если f0/1 отключится, f0/2 займет его место в роли назначенного порта.

Дублер корневого порта рассмотрен на примере в разделе Практика.

Per VLAN RSTP

С. 218 – Bridge ID и Hello BPDU

BID состоит из 2 байт приоритета и 6 байт system ID (используется MAC-адрес).

BPDU – bridge prot. data units содержит информацию:

- 1) О том, кого отправитель считает корневым свитчем
- 2) Какой у отправителя BID
- 3) Какова цена пути до корня от отправителя
- 4) Таймеры

Поле	Описание
Root bridge ID ID корневого коммутатора	В этом поле указывается Bridge ID того коммутатора, которого коммутатор-отправитель считает корневым
Sender's bridge ID ID коммутатора-отправителя	Bridge ID коммутатора-отправителя этого Hello BPDU
Sender's root cost Стоимость пути до корневого коммутатора от отправителя	Стоимость пути (STP/RSTP) от коммутатора-отправителя до корневого коммутатора
Timer values on the root switch Значения таймеров на корневом коммутаторе	Включает в себя значение таймера приветственной рассылки (Hello), таймера срока давности (MaxAge), задержки пересылки (forward delay)

Выбор корневого моста (с.219)

Построение дерева начинается с выбора корня. Корневым (root bridge – корневой мост) становится свитч с наименьшим значением приоритета (по умолчанию 32768). Если у всех свитчей одинаковый приоритет, выбирается свитч с наименьшим мак-адресом. (Приоритет и System ID входят в один BID, передающийся по BPDU)

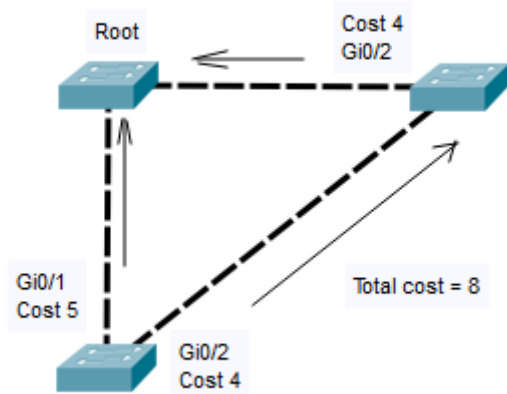
Процесс выбора происходит при помощи передачи Hello BPDU. Сначала все мосты отправляют BPDU со своим BID в качестве Root bridge ID. Затем, если они получили BPDU с меньшим, чем у них, root BID, они начинают рассылать BPDU именно с этим root BID.

В итоге остаётся один root bridge.

Выбор корневых портов (с.220)

На каждом не-корневом свитче выбирается корневой порт (root port) (порт, предоставляющий минимальную стоимость пути от свитча, которому принадлежит порт, до корневого свитча – учитывается и скорость линков, и количество хопов – least root cost).

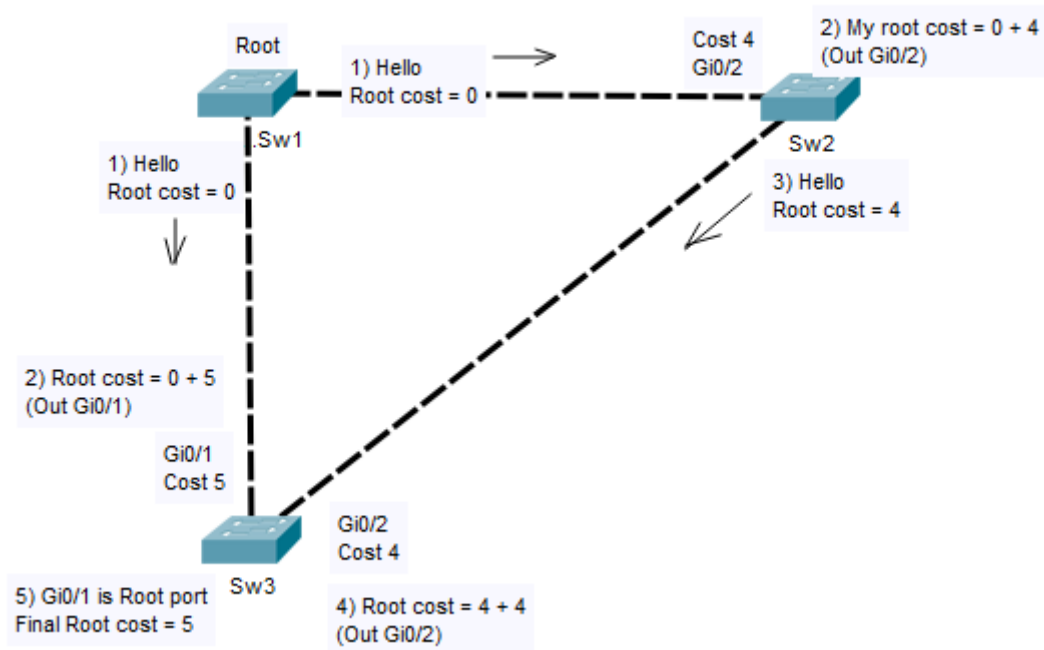
В каждом BPDU свитч, его отправивший, указывает root cost – стоимость пути до корневого моста. Root cost – это и стоимость root port, так как путь до RB пролегает именно через него.



Нужно сложить стоимости портов, из которых должен *выйти* кадр, проходя путь. В качестве root port выбирается порт, из которого путь меньше по стоимости.

Коммутаторы узнают стоимости из сообщений и выбирают свой root port.

Port cost – целое число, привязанное к конкретному интерфейсу для конкретного vlan.



- 1) Корневой коммутатор отправляет Hello-сообщения с root cost = 0
- 2) Sw2, Sw3 добавляют этот 0 к своим port costs
- 3) Sw2 отправляют Sw3 Hello с root cost = 4
- 4) Sw3 добавляет 4 к Gi0/2 port cost
- 5) Sw3 выбирает Gi0/1 корневым портом.

Если где-то получаются равные стоимости, то:

- 1) Выбирается порт с наименьшим Bridge ID соседа;
- 2) Выбирается порт с наименьшим приоритетом порта соседа;
- 3) Выбирается порт с наименьшим внутренним номером порта соседа (в случае когда два порта одного коммутатора с одинаковым приоритетом включены в один домен коллизий через хаб)

Выбор назначенных портов (с.222)

Designated портом в каждом сегменте (домене коллизий) становится порт того свитча, у которого минимальная root cost. Если root cost совпадают, выбирается порт свитча с минимальным BID. Если и они совпадают, выбирается порт с наименьшим приоритетом. Если и приоритеты совпадают, выбирается порт с наименьшим номером.

Все DP переходят в forwarding state.

Остальные порты блокируются (с.223)

Порты, ведущие до конечных устройств становятся designated, поскольку конечные устройства не говорят свой root cost и не дают портам свитча стать root; зато порты свитча выигрывают в designated по той же причине.

В RSTP порты не блокируются, а резервируются в двух вариантах, как описано выше.

Настройка топологии STP (с.223)

Можно влиять на приоритет (BID) устройства и на port costs.

Скорость Ethernet	IEEE cost: 1998 и раньше	IEEE cost: 2004 и позднее
10 Мбит/с	100	2 000 000
100 Мбит/с	19	200 000
1 Гбит/с	4	20 000
10 Гбит/с	2	2000
100 Гбит/с	N/A	200
1 Тб/с	N/A	20

Важно: на cost влияет не макс. скорость, а действующая (минимальная скорость из портов в сегменте).

Важно: можно использовать значения из более поздних стандартов:

Spanning-tree pathcost method long

Повлиять на построение дерева (с.247)

Изменить корень можно изменив приоритет коммутатора командой:

```
spanning-tree vlan x priority y
```

Можно заставить коммутатор самостоятельно определить такой приоритет, чтобы стать первичным/вторичным корнем. Вторичный корень – корень, который заменит первичный в случае отключения. Команда:

```
spanning-tree vlan x root primary | secondary
```

Можно изменить port cost для конкретного или для всех VLAN командой:

```
spanning-tree [vlan x] cost y
```

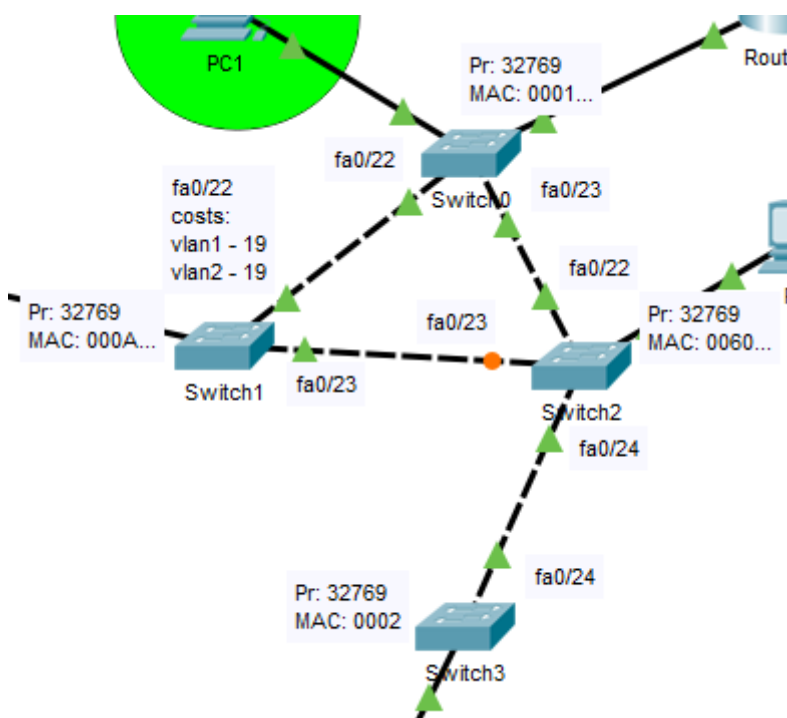
Практика

- 1) Назначить IP-адреса компьютерам;
- 2) Настроить access-порты на соответствующие VLAN;
- 3) Настроить интерфейсы и подинтерфейсы роутера: включить dot1q, назначить IP-адреса;
- 4) Прописать адреса шлюзов (gateway) на компьютерах;
- 5) Настроить trunk-порты;
- 6) Включить Rapid-PVST на коммутаторах: spanning-tree mode rapid-pvst;
- 7) Включить portfast на портах, подключенных к конечным устройствам (int fa 0/xx; spanning-tree portfast).

Анализ полученного состояния левой петли в топологии:

- 1) Корневой коммутатор

Из вывода команды show spanning-tree на каждом из коммутаторов получены следующие значения Bridge ID (Priority + MAC) и port costs:



Так как приоритеты у всех коммутаторов одинаковые, выбор корневого коммутатора происходит по MAC-адресам. Коммутатор с наименьшим MAC становится корневым. В данном случае корневым становится Switch0 (верхний).

- 2) Корневые порты

У всех интерфейсов будет скорость 100 Мбит/с, что соответствует 19. Во всех VLAN корневыми будут выбраны: fa0/22 Switch1 (root cost = 19), fa0/22 Switch2 (root cost = 19), fa0/24 Switch3 (root cost = 38).

3) Назначенные порты

Назначенным портом в каждом сегменте (домене коллизий) становится порт коммутатора с меньшей root cost. Назначенными точно будут: fa0/22, fa0/23 Switch0 (root cost = 0), fa0/24 Switch2 (root cost = 19). У Switch1 и Switch2 root cost одинакова и составляет 19. Выбор между портами fa0/23 Switch1 и fa0/23 Switch2 осуществляется по Bridge ID. MAC меньше у Switch1, поэтому его порт и станет назначенным.

4) Alternate порт (зарезервированный корневой порт)

Оставшийся fa0/23 Switch2 будет являться зарезервированным корневым портом (RSTP), поскольку именно он в случае отключения корневого порта fa0/22 будет предоставлять наименьшую стоимость пути до корневого коммутатора (с. 230).

Если изменить port cost на интерфейсе fa0/22 Switch2 для VLAN 2 на 39:

```
interface fa0/22
spanning-tree vlan 2 cost 39
```

То для VLAN 2 alternate-портом станет fa0/22 со стоимостью 39, в то время как fa0/23 будет предоставлять root cost = 38. Таким образом можно балансировать нагрузку: пакеты vlan1 будут проходить по одному пути, а vlan2 по другому.

Аналогично перестройки дерева для всех VLAN можно добиться, изменив (снизив) скорость порта.

```
interface fa0/xx
speed 10
```

Если меняется (опускается) значение скорости до 10 Мбит/с, port cost становится равной 100.