

## Содержание

<b>Задача</b>	<b>2</b>
<b>Ход работы</b>	<b>2</b>
2 коммутатора	2
3 коммутатора	8
<b>Заключение</b>	<b>14</b>

# Задача

Настроить работу 3-х коммутаторов (можно больше), по протоколу STP

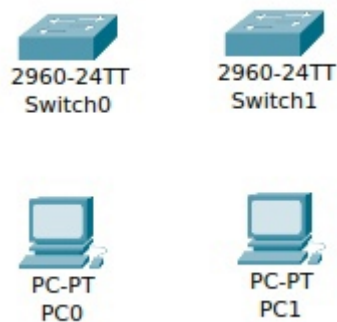
## Шаги:

1. Схему работы коммутаторов с коммутационной петлей
2. Схему работы 3 коммутаторов, используя протокол STP
3. Изучить пакеты, проходящие между устройствами, конфигурационные файлы, и на конкретном примере показать, как был выбран root коммутатор, root и designated порты

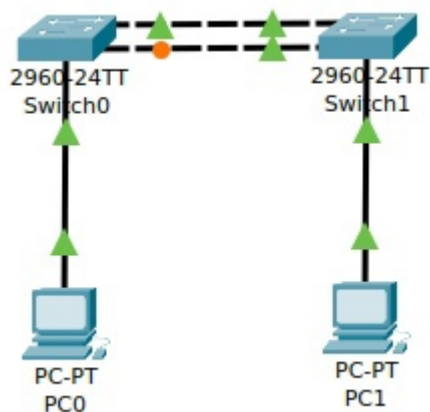
## Ход работы

### 2 коммутатора

1. Добавляем на полотно 2 коммутатора и 2 PC, согласно спецификации (лаб. работа №1, шаги 1 - 2)



2. Соединяем их между собой. Схема примет следующий вид:



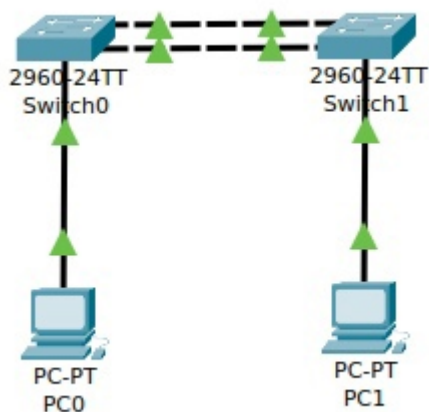
При первом подключении протокол STP уже активен, поэтому сеть будет настроена в автоматическом режиме. Для понимания проблематики, отключим протокол STP на обоих коммутаторах:

- a. Переходим в консоль управления Switch0 (Лаб. работа №2, шаг 4)
- b. Активируем привилегированный режим командой **en**
- c. Переходим в режим конфигурирования командой **conf t**
- d. Отключаем протокол STP для VLAN1 командой **no spanning-tree vlan 1** (VLAN1 - виртуальная сеть для всех портов по умолчанию)
- e. Выходим из режима конфигурирования командой **end**

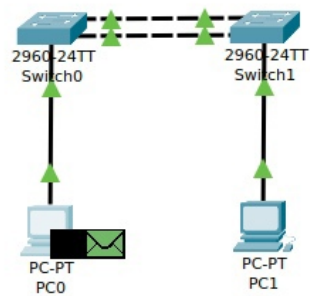
```
Switch>en
Switch#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#no sp
Switch(config)#no spanning-tree vl
Switch(config)#no spanning-tree vlan 1
Switch(config)#end
Switch#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
Switch#
```

- f. Повторяем предыдущие 5 шагов для Switch1

3. После отключения протокола STP схема примет следующий вид:



4. Установим IP-адреса для PC0 и PC1 (192.168.1.2 и 192.168.1.3 соответственно) (Лаб. работа №2, шаг 16)
5. Для проверки соединения выполним команду ping 192.168.1.3 на PC0
6. В начальный момент времени PC0 формирует ICMP-пакет (с типом 8 и кодом 0 - эхо-запрос, dst ip - ip адрес PC1) и ARP-пакет, т.к. он не знает MAC-адрес PC1



PDU Information at Device: PC0

OSI Model    Outbound PDU Details

PDU Formats

IP

048162024Bits

VER:4	IHL:5	DSCP:0x00	TL:128	
ID:0x0001			FLAG S:0x	FRAG OFFSET:0x000
TTL:128		PRO:0x01	CHKSUM	
SRC IP:192.168.1.2				
DST IP:192.168.1.3				
DATA (VARIABLE LENGTH)				

ICMP

0816Bits

TYPE:0x08	CODE:0x00	CHECKSUM
ID:0x0002		SEQ NUMBER:1

Variable Size PDU

0816Bytes

PDU Information at Device: PC0

OSI Model    Outbound PDU Details

PDU Formats

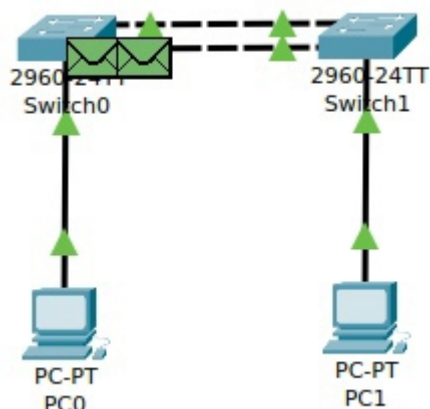
EthernetII				Bytes
0	4	8		
PREAMBLE: 101010..10		DEST ADDR:FFFF.FFFF.FFFF		
SRC ADDR:0010.116B.5E3C	TYPE:0x0	DATA (VARIABLE LENGTH)	FCS:0x00000000	

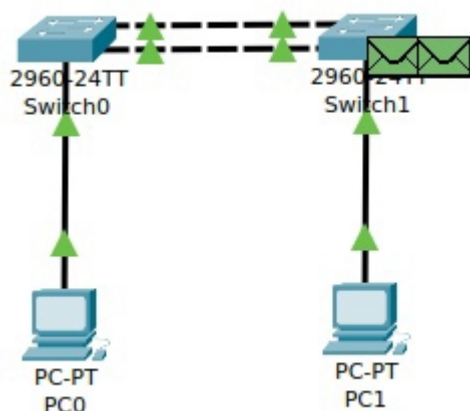
Arp			Bits
0	8	16	
HARDWARE TYPE:0x0001		PROTOCOL TYPE:0x0800	
HLEN:0x06	PLEN:0x04	OPCODE:0x0001	
SOURCE MAC :0010.116B.5E3C			
		SOURCE IP :192.168.1.2	
TARGET MAC:0000.0000.0000			
TARGET IP:192.168.1.3			

7. Далее ARP пакет попадает на Switch0

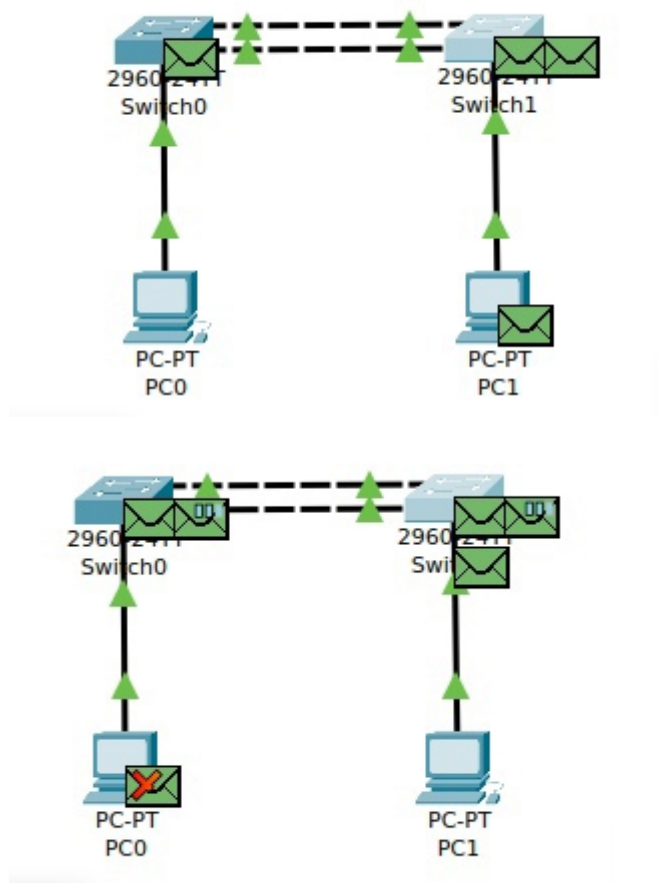
8. Так как Switch0 "не знает" MAC адрес PC1 (нет соответствующей записи в ARP таблице), то он дублирует полученный ARP пакет от PC0 на все порты (кроме того, с которого был получен этот пакет) - FastEthernet 0/2 и FastEthernet 0/3



9. Switch1 получает один и тот же пакет в двух экземплярах с двух разных портов



10. Так как в ARP таблице Switch1 нет записи о PC1, то он дублирует полученные пакеты:
- Кадр, полученный на FastEthernet 0/2 дублируется на FastEthernet 0/1 (соединённый с PC1) и FastEthernet 0/3 (соединённый со Switch0)
  - Кадр, полученный на FastEthernet 0/3 дублируется на FastEthernet 0/1 (соединённый с PC1) и FastEthernet 0/2 (соединённый со Switch0)
11. Таким образом возникает 2 петли из двух ARP пакетов, имеющих разное направление и циркулирующих между Switch0 и Switch1



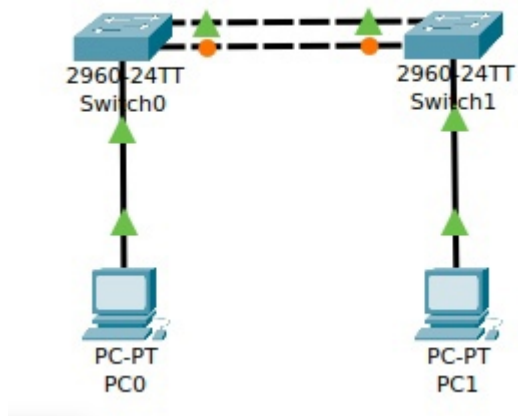
Каждая итерация одной из петель заставляет PC1 отправлять ARP ответ

Возникший широковежательный шторм возможно устранить только отключением одного из соединений между коммутаторами (физическим или программным методом):

- а. Для повторного включения протокола STP на каждом коммутаторе выполняем последовательность команд: заходим в привилегированный режим (**en**) - режим конфигурации (**conf t**) - включаем STP для определённого VLAN (по умолчанию 1) (**spanning-tree vlan 1**)

```
Switch#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#spa
Switch(config)#spanning-tree vl
Switch(config)#spanning-tree vlan 1
Switch(config)#end
Switch#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
```

- б. Схема примет следующий вид:



с. Вывод команды ip до устранения шторма:

```
C:\>ping 192.168.1.3

Pinging 192.168.1.3 with 32 bytes of data:

Request timed out.
Request timed out.
Request timed out.
Request timed out.

Ping statistics for 192.168.1.3:
    Packets: Sent = 4, Received = 0, Lost = 4 (100% loss),
```

d. Вывод команды ip после включения протокола STP:

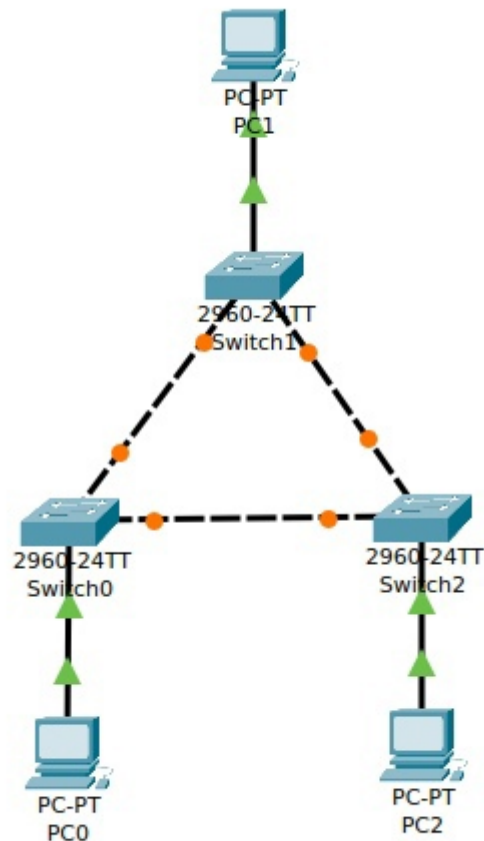
```
Pinging 192.168.1.3 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.1.3: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 192.168.1.3: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 192.168.1.3: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 192.168.1.3: bytes=32 time<1ms TTL=128

Ping statistics for 192.168.1.3:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms
```

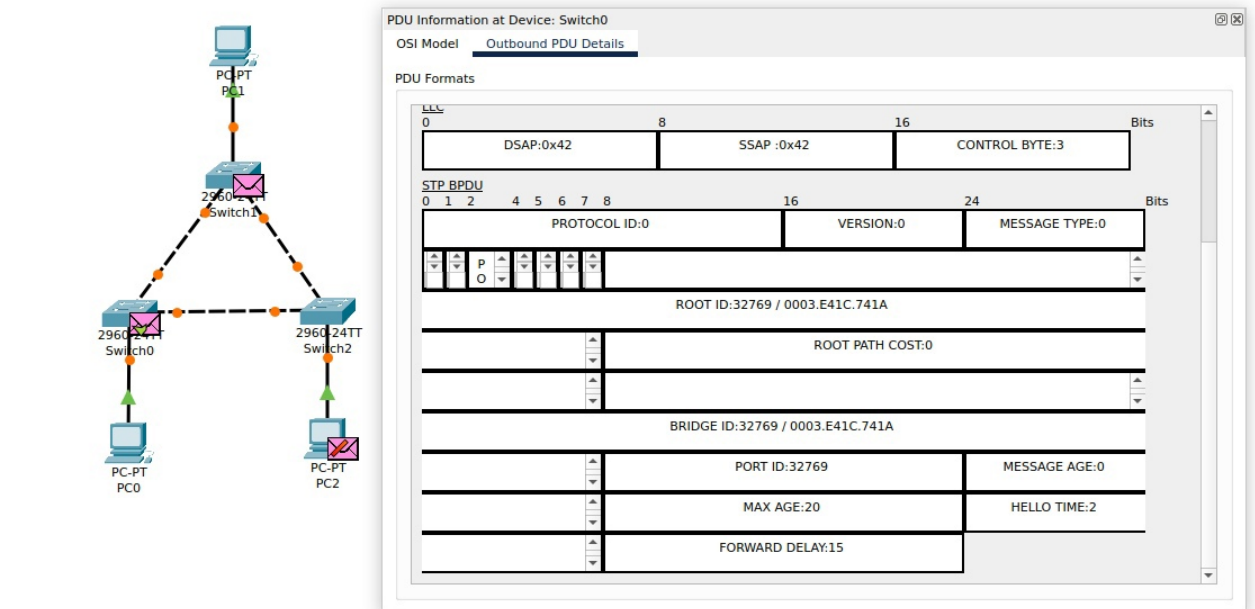
### 3 коммутатора

1. Составим схему из 3 коммутаторов, аналогично предыдущему пункту

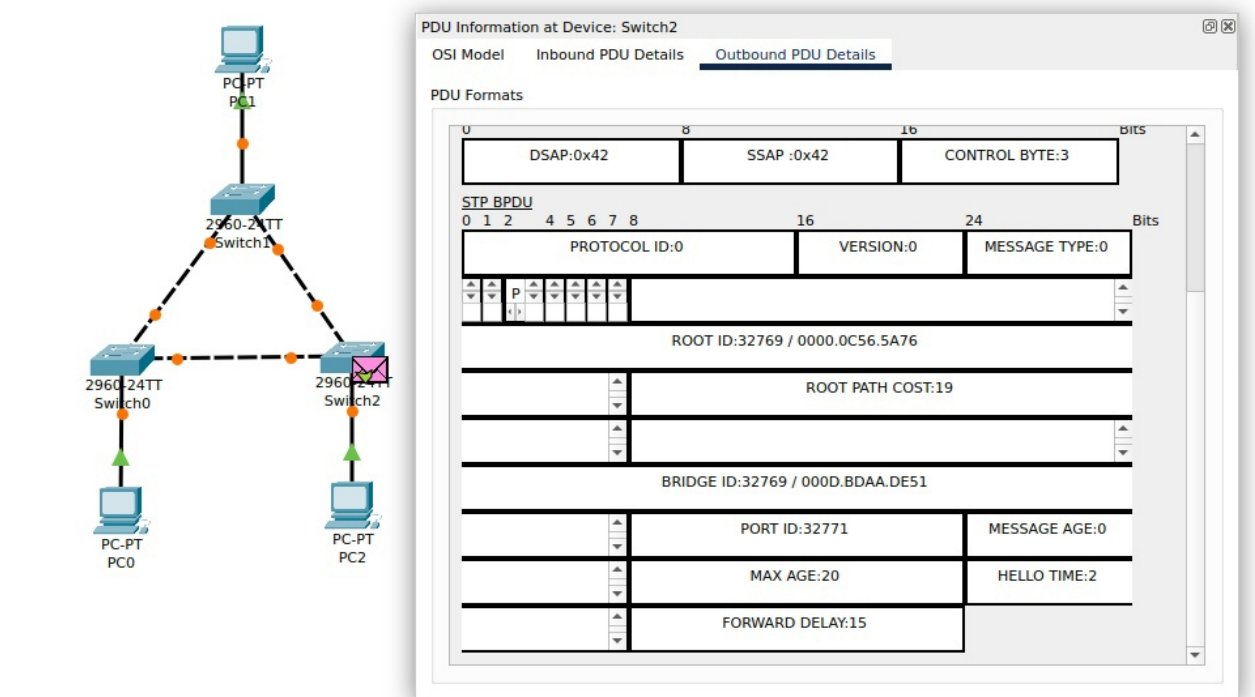


2. Как отмечалось ранее, протокол STP включен по умолчанию, поэтому в режиме симуляции проследим, как именно конфигурируется сеть после включения
3. Всё начинается с выбора корневого коммутатора - коммутатора с наименьшим ID (по умолчанию наименьший MAC, но можно определить и вручную)
4. На первом этапе каждый коммутатор не знает конфигурацию сети, поэтому каждый считает себя корневым
5. Каждый коммутатор отправляет соседнему коммутатору свой Id





6. Получив BPDU пакет с ID соседа, коммутатор сравнивает свой ID с полученным. После сравнения коммутатор будет рассылать BPDU пакет с данными о коммутаторе с наименьшим ID (на скриншоте Switch2 получает BPDU пакет от Switch0 с id Switch1 (наименьший mac)):



7. После того, как был выбран корневой коммутатор, оставшиеся коммутаторы определяют кратчайшие пути до него:
8. Коммутаторы, которые подключены к корневому, определяют скорость соединения (в данном случае скорость = 100 Mbit/s, поэтому значение VALUE = 19) и отправляют соответствующие BPDU пакеты на все порты

9. Последний этап - отключение на программном уровне соединения между коммутаторами (в данном случае корневой Switch1, отключается соединение между Switch0 и Switch2). Так как Switch0 и Switch2 имеют одинаковое расстояние до корневого коммутатора, то будет отключён порт на коммутаторе с наибольшим mac адресом (Switch2)
10. Получим информацию о конфигурации системы при помощи команды show spanning-tree, выполненной на коммутаторах в привилегированном режиме:

#### Switch0

```
Switch>en
Switch#show sp
Switch#show spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32769
             Address     0000.0C56.5A76
             Cost        19
             Port        2(FastEthernet0/2)
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
             Address     0003.E41C.741A
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
             Aging Time  20
```

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Fa0/3	Desg	FWD	19	128.3	P2p
Fa0/2	Root	FWD	19	128.2	P2p
Fa0/1	Desg	FWD	19	128.1	P2p

#### Switch1 (root)

```
Switch>en
Switch#sho
Switch#show sp
Switch#show spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32769
             Address     0000.0C56.5A76
             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     0000.0C56.5A76
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
             Aging Time  20
```

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Fa0/2	Desg	FWD	19	128.2	P2p
Fa0/3	Desg	FWD	19	128.3	P2p
Fa0/1	Desg	FWD	19	128.1	P2p

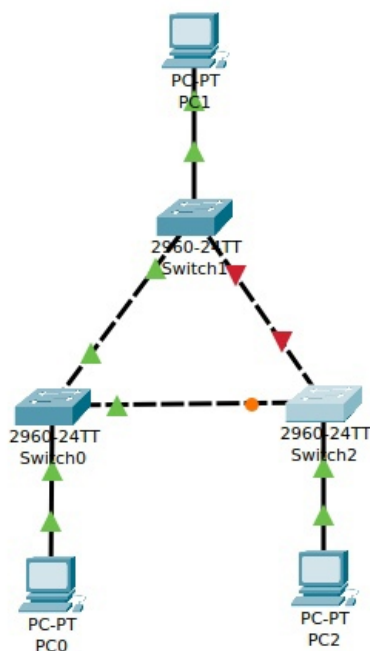
#### Switch2

```
Switch>en
Switch#show sp
Switch#show spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32769
            Address     0000.0C56.5A76
            Cost        19
            Port        2(FastEthernet0/2)
            Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
            Address     000D.BDAA.DE51
            Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
            Aging Time  20
```

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Fa0/1	Desg	FWD	19	128.1	P2p
Fa0/2	Root	FWD	19	128.2	P2p
Fa0/3	Altn	BLK	19	128.3	P2p

11. Проверим корректность работы протокола STP, отключив соединение между Switch1 и Switch2, выполнив команды на Switch2: **en - conf t - interface fa 0/2 - shutdown**



```
LINEPROTO-0-0DOWN, LINEPROTO-0-0UP: The protocol on interface FastEthernet0/2, change
Switch>en
Switch#show sp
Switch#show spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32769
            Address     0000.0C56.5A76
            Cost        19
            Port        2(FastEthernet0/2)
            Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
            Address     000D.BDAA.DE51
            Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
            Aging Time  20
```

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Fa0/1	Desg	FWD	19	128.1	P2p
Fa0/2	Root	FWD	19	128.2	P2p
Fa0/3	Altn	BLK	19	128.3	P2p

```
Switch#
Switch#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#int
Switch(config)#interface f
Switch(config)#interface fastEthernet 0/2
Switch(config-if)#shu
Switch(config-if)#shutdown

Switch(config-if)#
```

12. После отключения соединения, ранее отключенный порт (состояние blocked) на Switch2 перейдет в режим Listening (обрабатывает BPDU, но не передает данные)

```
Switch#show spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
    Root ID    Priority    32769
              Address     0000.0C56.5A76
              Cost        38
              Port        3(FastEthernet0/3)
              Hello Time  2 sec   Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec

    Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
              Address     000D.BDAA.DE51
              Hello Time  2 sec   Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec
              Aging Time  20

Interface                Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Fa0/1                    Desg FWD 19        128.1    P2p
Fa0/3                    Root LSN 19        128.3    P2p
```

13. Затем порт перейдёт в режим Learning (формирование коммутационной таблицы):

```
Switch#show spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
    Root ID    Priority    32769
              Address     0000.0C56.5A76
              Cost        38
              Port        3(FastEthernet0/3)
              Hello Time  2 sec   Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec

    Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
              Address     000D.BDAA.DE51
              Hello Time  2 sec   Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec
              Aging Time  20

Interface                Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Fa0/1                    Desg FWD 19        128.1    P2p
Fa0/3                    Root LRN 19        128.3    P2p
```

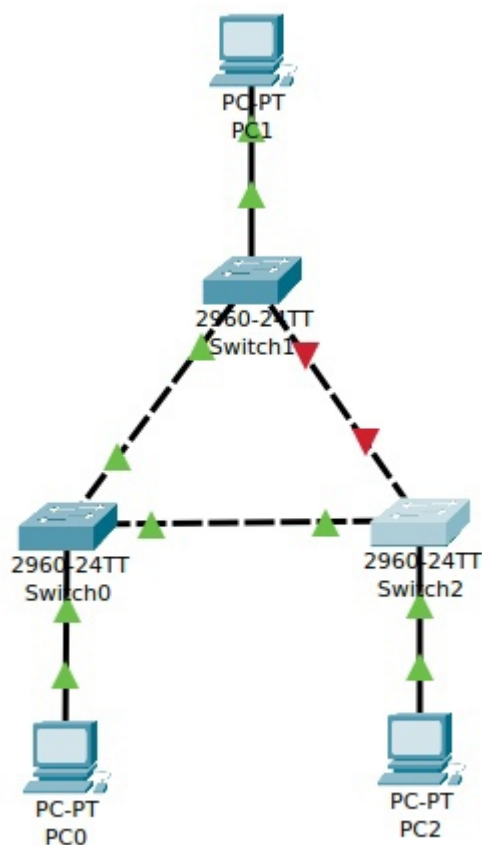
14. Последний этап - определение, подключен ли к этому порту компьютер, и возникает ли коммутационная петля. Так как в рассматриваемом примере возникновение коммутационной петли невозможно, порт переходит в режим Forwarding (пересылка данных и пакетов BPDU):

```
Switch#show spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
    Root ID    Priority    32769
              Address     0000.0C56.5A76
              Cost        38
              Port        3(FastEthernet0/3)
              Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

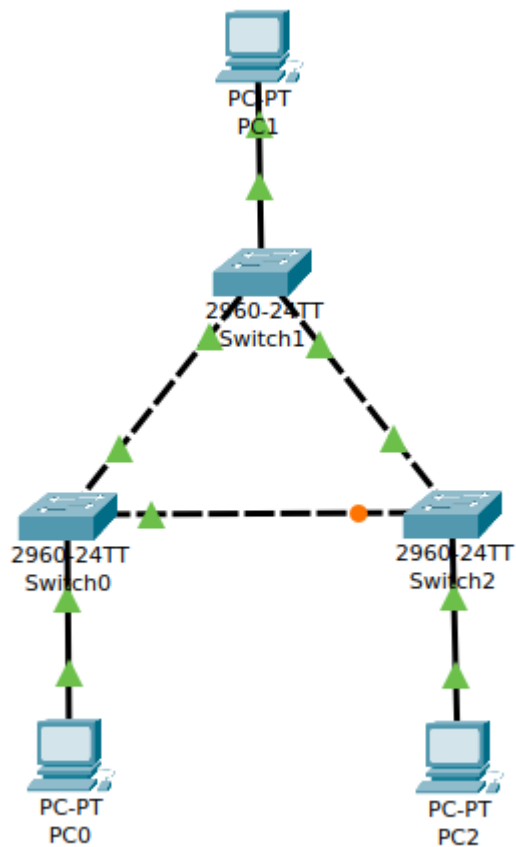
    Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
              Address     000D.BDAA.DE51
              Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
              Aging Time  20
```

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Fa0/1	Desg	FWD	19	128.1	P2p
Fa0/3	Root	FWD	19	128.3	P2p

15. Таким образом, схема примет следующий вид:



16. После включения интерфейса (fastEthernet 0/2) схема примет следующий вид:



## Заключение

В результате выполнения работы были смоделированы 2 сети со включенным/выключенным протоколом STP. Также на примере было продемонстрировано возникновение коммутационной петли и её последствия. Кроме того, было пошагово рассмотрено конфигурирование сети с 3 коммутаторами и перестроение этой сети при разрыве соединения.