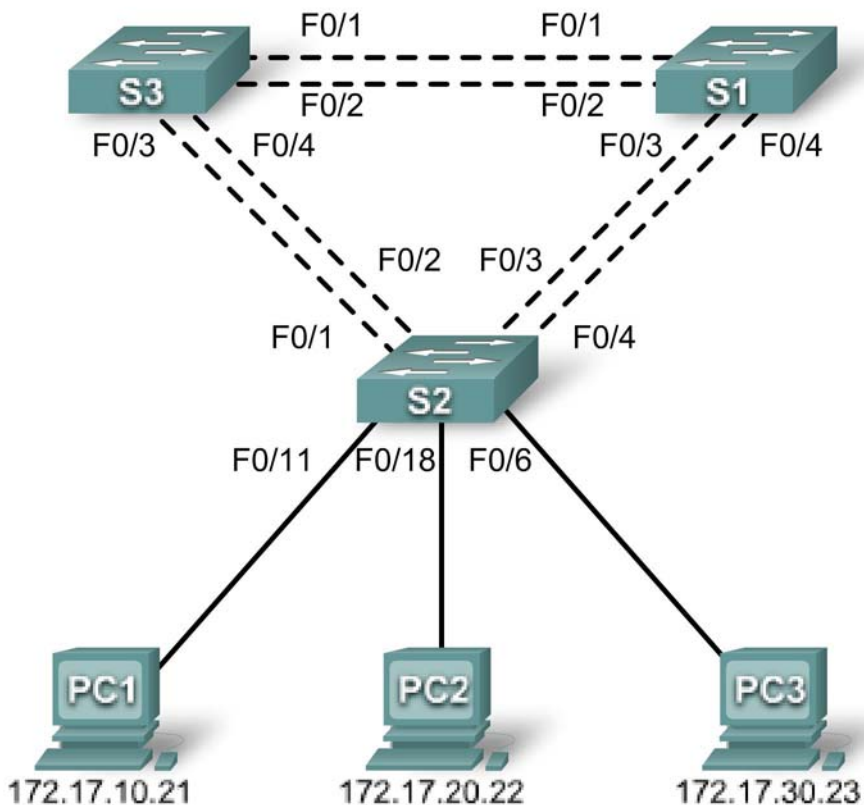


实验 5.5.2：挑战实验 - 生成树协议

拓扑图



地址表

设备 (主机名)	接口	IP 地址	子网掩码	默认网关
S1	VLAN 99	172.17.99.11	255.255.255.0	不适用
S2	VLAN 99	172.17.99.12	255.255.255.0	不适用
S3	VLAN 99	172.17.99.13	255.255.255.0	不适用
PC1	网卡	172.17.10.21	255.255.255.0	172.17.10.12
PC2	网卡	172.17.20.22	255.255.255.0	172.17.20.12
PC3	网卡	172.17.30.23	255.255.255.0	172.17.30.12

端口分配 — 交换机 2

端口	分配	网络
Fa0/1 – 0/4	802.1q 中继 (本征 VLAN 99)	172.17.99.0 /24
Fa0/5 – 0/10	VLAN 30 – Guest (Default)	172.17.30.0 /24
Fa0/11 – 0/17	VLAN 10 – Faculty/Staff	172.17.10.0 /24
Fa0/18 – 0/24	VLAN 20 – Students	172.17.20.0 /24

学习目标

完成本实验后, 您将能够:

- 根据拓扑图进行网络布线
- 删除启动配置并重新加载默认配置, 将交换机设置为默认状态
- 执行交换机上的基本配置任务
- 在所有交换机上配置 VLAN 中继协议 (VTP)
- 观察并解释生成树协议 (STP, 802.1D) 的默认行为
- 改变生成树根的位置
- 观察对生成树拓扑变化的响应
- 解释 802.1D STP 在支持服务连续性方面的局限性
- 配置快速 STP (802.1W)
- 观察并解释快速 STP 在哪些方面有所改进

任务 1: 准备网络

步骤 1: 根据拓扑图所示完成网络电缆连接。

您可使用实验室中现有的、具有拓扑图中所示接口的交换机。本实验中的输出来自 Cisco 2960 交换机。其它型号的交换机可能会产生不同的输出。

建立到所有三台交换机的控制台连接。

步骤 2: 清除交换机的所有配置。

清除 NVRAM、删除 vlan.dat 文件并重新加载交换机。请参阅实验 2.5.1 了解相关步骤。重新加载完成后, 使用 **show vlan** 特权执行命令确认只存在默认 VLAN, 并且所有端口都已分配给 VLAN 1。

```
S1#show vlan
```

VLAN	Name	Status	Ports
1	default	active	Fa0/1, Fa0/2, Fa0/3, Fa0/4 Fa0/5, Fa0/6, Fa0/7, Fa0/8 Fa0/9, Fa0/10, Fa0/11, Fa0/12 Fa0/13, Fa0/14, Fa0/15, Fa0/16 Fa0/17, Fa0/18, Fa0/19, Fa0/20 Fa0/21, Fa0/22, Fa0/23, Fa0/24 Gig1/1, Gig1/2

```
1002 fddi-default          active
1003 token-ring-default     active
1004 fddinet-default        active
1005 trnet-default          active
```

步骤 3: 使用 **shutdown** 命令禁用所有端口。

使用 **shutdown** 命令确保交换机端口初始状态为非活动状态。使用 **interface-range** 命令可简化此任务。

```
S1(config)#interface range fa0/1-24
S1(config-if-range)#shutdown
S1(config-if-range)#interface range gi0/1-2
S1(config-if-range)#shutdown

S2(config)#interface range fa0/1-24
S2(config-if-range)#shutdown
S2(config-if-range)#interface range gi0/1-2
S2(config-if-range)#shutdown

S3(config)#interface range fa0/1-24
S3(config-if-range)#shutdown
S3(config-if-range)#interface range gi0/1-2
S3(config-if-range)#shutdown
```

步骤 4: 以接入模式重新启用 S2 上的用户端口。

参考拓扑图, 确定 S2 上供最终用户设备接入的交换机端口有哪些。这三个端口将配置为接入模式, 并通过 **no shutdown** 命令启用。

```
S2(config)#interface range fa0/6, fa0/11, fa0/18
S2(config-if-range)#switchport mode access
S2(config-if-range)#no shutdown
```

任务 2: 执行基本交换机配置

根据以下指导原则配置 S1、S2 和 S3 交换机:

- 配置交换机主机名。
- 禁用 DNS 查找。
- 将执行模式口令配置为 **class**。
- 为控制台连接配置口令 **cisco**。
- 为 vty 连接配置口令 **cisco**。

(S1 显示的输出)

```
Switch>enable
Switch#configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)#hostname S1
S1(config)#enable secret class
S1(config)#no ip domain-lookup
S1(config)#line console 0
S1(config-line)#password cisco
S1(config-line)#login
S1(config-line)#line vty 0 15
S1(config-line)#password cisco
```

```
S1(config-line)#login
S1(config-line)#end
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
S1#copy running-config startup-config
Destination filename [startup-config]?
Building configuration...
[OK]
```

任务 3: 配置主机 PC

使用实验开头地址表中的 IP 地址、子网掩码和网关配置 PC1、PC2 和 PC3 的以太网接口。

任务 4: 配置 VLAN

步骤 1: 配置 VTP。

按照下表在三台交换机上配置 VTP。请记住，VTP 域名和口令区分大小写。默认的工作模式为 server。

交换机名称	VTP 工作模式	VTP 域	VTP 口令
S1	Server	Lab5	cisco
S2	Client	Lab5	cisco
S3	Client	Lab5	cisco

```
S1(config)#vtp mode server
Device mode already VTP SERVER.
S1(config)#vtp domain Lab5
Changing VTP domain name from NULL to Lab5
S1(config)#vtp password cisco
Setting device VLAN database password to cisco
S1(config)#end
```

```
S2(config)#vtp mode client
Setting device to VTP CLIENT mode
S2(config)#vtp domain Lab5
Changing VTP domain name from NULL to Lab5
S2(config)#vtp password cisco
Setting device VLAN database password to cisco
S2(config)#end
```

```
S3(config)#vtp mode client
Setting device to VTP CLIENT mode
S3(config)#vtp domain Lab5
Changing VTP domain name from NULL to Lab5
S3(config)#vtp password cisco
Setting device VLAN database password to cisco
S3(config)#end
```

步骤 2: 配置中继链路和本征 VLAN

配置中继端口和本征 VLAN。将每台交换机的端口 Fa0/1 至 Fa0/4 配置为中继端口。将 VLAN 99 指定为这些中继的本征 VLAN。在全局配置模式下使用 **interface-range** 命令来简化此项任务。您应该还记得, 我们在前面的步骤中禁用了这些端口, 所以现在必须使用 **no shutdown** 命令来重新启用。

```
S1(config)#interface range fa0/1-4
S1(config-if-range)#switchport mode trunk
S1(config-if-range)#switchport trunk native vlan 99
S1(config-if-range)#no shutdown
S1(config-if-range)#end

S2(config)# interface range fa0/1-4
S2(config-if-range)#switchport mode trunk
S2(config-if-range)#switchport trunk native vlan 99
S2(config-if-range)#no shutdown
S2(config-if-range)#end

S3(config)# interface range fa0/1-4
S3(config-if-range)#switchport mode trunk
S3(config-if-range)#switchport trunk native vlan 99
S3(config-if-range)#no shutdown
S3(config-if-range)#end
```

步骤 3: 在 VTP 服务器上配置 VLAN。

VTP 能够将在 VTP 服务器上配置的 VLAN 传播到域中的 VTP 客户端, 从而确保网络中 VLAN 配置的一致性。

在 VTP 服务器上配置以下 VLAN:

VLAN	VLAN 名称
VLAN 99	management
VLAN 10	faculty-staff
VLAN 20	students
VLAN 30	guest

```
S1(config)#vlan 99
S1(config-vlan)#name management
S1(config-vlan)#exit
S1(config)#vlan 10
S1(config-vlan)#name faculty-staff
S1(config-vlan)#exit
S1(config)#vlan 20
S1(config-vlan)#name students
S1(config-vlan)#exit
S1(config)#vlan 30
S1(config-vlan)#name guest
S1(config-vlan)#exit
```

步骤 4: 检验 VLAN。

在 S2 和 S3 上使用 **show vlan brief** 命令, 检查是否所有四个 VLAN 都已传播到客户端交换机上。

S2#**show vlan brief**

VLAN	Name	Status	Ports
1	default	active	Fa0/1, Fa0/2, Fa0/4, Fa0/5 Fa0/6, Fa0/7, Fa0/8, Fa0/9 Fa0/10, Fa0/11, Fa0/12, Fa0/13 Fa0/14, Fa0/15, Fa0/16, Fa0/17 Fa0/18, Fa0/19, Fa0/20, Fa0/21 Fa0/22, Fa0/23, Fa0/24, Gi0/1 Gi0/2
10	faculty/staff	active	
20	students	active	
30	guest	active	
99	management	active	

S3#**show vlan brief**

VLAN	Name	Status	Ports
1	default	active	Fa0/1, Fa0/2, Fa0/4, Fa0/5 Fa0/6, Fa0/7, Fa0/8, Fa0/9 Fa0/10, Fa0/11, Fa0/12, Fa0/13 Fa0/14, Fa0/15, Fa0/16, Fa0/17 Fa0/18, Fa0/19, Fa0/20, Fa0/21 Fa0/22, Fa0/23, Fa0/24, Gi0/1 Gi0/2
10	faculty/staff	active	
20	students	active	
30	guest	active	
99	management	active	

步骤 5: 在所有三台交换机上配置管理接口地址。

```
S1(config)#interface vlan99
S1(config-if)#ip address 172.17.99.11 255.255.255.0
S1(config-if)#no shutdown

S2(config)#interface vlan99
S2(config-if)#ip address 172.17.99.12 255.255.255.0
S2(config-if)#no shutdown

S3(config)#interface vlan99
S3(config-if)#ip address 172.17.99.13 255.255.255.0
S3(config-if)#no shutdown
```

在交换机之间执行 ping 操作, 检查这些交换机是否都已正确配置。从 S1 ping S2 和 S3 的管理接口。从 S2 ping S3 的管理接口。

ping 是否成功? _____

若不成功, 则排除交换机配置故障, 然后重试。

步骤 6: 为 VLAN 分配交换机端口。

在 S2 上为 VLAN 分配端口。请参阅实验开头的端口分配表。

```
S2(config)#interface range fa0/5-10
S2(config-if-range)#switchport access vlan 30
S2(config-if-range)#interface range fa0/11-17
S2(config-if-range)#switchport access vlan 10
S2(config-if-range)#interface range fa0/18-24
S2(config-if-range)#switchport access vlan 20
S2(config-if-range)#end
S2#copy running-config startup-config
Destination filename [startup-config]? [enter]
Building configuration...
[OK]
S2#
```

任务 5: 配置生成树**步骤 1: 检查 802.1D STP 的默认配置。**

在每台交换机上, 使用 **show spanning-tree** 命令列出其上的生成树表。以下仅提供了 S1 上的输出。根选举取决于实验中每台交换机的 BID。

S1#show spanning-tree

VLAN0001

```
Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID      Priority      32769
Address      0019.068d.6980
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      0019.068d.6980
Hello Time    2 sec    Max Age 20 sec    Forward Delay 15 sec
Aging Time    300
```

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Fa0/1	Desg	FWD	19	128.3	P2p
Fa0/2	Desg	FWD	19	128.4	P2p
Fa0/3	Desg	FWD	19	128.5	P2p
Fa0/4	Desg	FWD	19	128.6	P2p

VLAN0010

```
Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID      Priority      32778
Address      0019.068d.6980
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      0019.068d.6980
Hello Time    2 sec    Max Age 20 sec    Forward Delay 15 sec
Aging Time    300
```

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Fa0/1	Desg	FWD	19	128.3	P2p
Fa0/2	Desg	FWD	19	128.4	P2p
Fa0/3	Desg	FWD	19	128.5	P2p
Fa0/4	Desg	FWD	19	128.6	P2p

VLAN0020

Spanning tree enabled protocol ieee

Root ID Priority 32788
 Address 0019.068d.6980

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 0019.068d.6980
Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
Aging Time 300

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Fa0/1	Desg	FWD	19	128.3	P2p
Fa0/2	Desg	FWD	19	128.4	P2p
Fa0/3	Desg	FWD	19	128.5	P2p
Fa0/4	Desg	FWD	19	128.6	P2p

VLAN0030

Spanning tree enabled protocol ieee

Root ID Priority 32798
 Address 0019.068d.6980

This bridge is the root

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

Bridge ID Priority 32798 (priority 32768 sys-id-ext 30)

Address 0019.068d.6980
Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
Aging Time 300

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Fa0/1	Desg	FWD	19	128.3	P2p
Fa0/2	Desg	FWD	19	128.4	P2p
Fa0/3	Desg	FWD	19	128.5	P2p
Fa0/4	Desg	FWD	19	128.6	P2p

VLAN0099

Spanning tree enabled protocol ieee

Root ID Priority 32867
 Address 0019.068d.6980

This bridge is the root

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

Bridge ID Priority 32867 (priority 32768 sys-id-ext 99)

Address 0019.068d.6980
Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
Aging Time 300

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Fa0/1	Desg	FWD	19	128.3	P2p
Fa0/2	Desg	FWD	19	128.4	P2p
Fa0/3	Desg	FWD	19	128.5	P2p
Fa0/4	Desg	FWD	19	128.6	P2p

注意每台交换机上有五个生成树实例。Cisco 交换机上的默认 STP 配置是每 VLAN 生成树 (PVST+)，此配置会为每个 VLAN (VLAN 1 和任何用户配置的 VLAN) 创建单独的生成树。

检查所有三台交换机上的 VLAN 99 生成树:

S1#show spanning-tree vlan 99

VLAN0099

Spanning tree enabled protocol ieee

Root ID Priority 32867

Address 0019.068d.6980

This bridge is the root

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

Bridge ID Priority 32867 (priority 32768 sys-id-ext 99)

Address 0019.068d.6980

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

Aging Time 300

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Fa0/1	Desg	FWD	19	128.3	P2p
Fa0/2	Desg	FWD	19	128.4	P2p
Fa0/3	Desg	FWD	19	128.5	P2p
Fa0/4	Desg	FWD	19	128.6	P2p

S2#show spanning-tree vlan 99

VLAN0099

Spanning tree enabled protocol ieee

Root ID Priority 32867

Address 0019.068d.6980 这是根交换机 (本例中为 S1) 的 MAC 地址

Cost 19

Port 3 (FastEthernet0/3)

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

Bridge ID Priority 32867 (priority 32768 sys-id-ext 99)

Address 001b.0c68.2080

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

Aging Time 15

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Fa0/1	Desg	FWD	19	128.1	P2p
Fa0/2	Desg	FWD	19	128.2	P2p
Fa0/3	Root	FWD	19	128.3	P2p
Fa0/4	Altn	BLK	19	128.4	P2p

S3#show spanning-tree vlan 99

VLAN0099

Spanning tree enabled protocol ieee

Root ID Priority 32867

Address 0019.068d.6980 这是根交换机（本例中为 S1）的 MAC 地址

Cost 19

Port 1 (FastEthernet0/1)

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

Bridge ID Priority 32867 (priority 32768 sys-id-ext 99)

Address 001b.5303.1700

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

Aging Time 300

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.	Nbr	Type
Fa0/1	Root	FWD	19	128.1	P2p	
Fa0/2	Altn	BLK	19	128.2	P2p	
Fa0/3	Altn	BLK	19	128.3	P2p	
Fa0/4	Altn	BLK	19	128.4	P2p	

步骤 2: 检查输出。

根据输出回答下列问题。

- VLAN 99 上交换机 S1、S2 和 S3 的网桥 ID 优先级分别是多少？
 - S1 _____
 - S2 _____
 - S3 _____
- S1 在 VLAN 10、20、30 和 99 上的网桥 ID 优先级分别是多少？
 - VLAN 10 _____
 - VLAN 20 _____
 - VLAN 30 _____
 - VLAN 99 _____
- 哪台交换机是 VLAN 99 生成树的根？ _____
- 根交换机上哪些生成树端口在 VLAN 99 中处于阻塞状态？ _____
- 非根交换机上哪些生成树端口在 VLAN 99 中处于阻塞状态？ _____
- STP 根据什么选择根交换机？ _____
- 由于这些网桥的优先级全部相同，交换机会另外根据哪项信息来确定根网桥？

任务 6: 优化 STP

由于每个活动 VLAN 上都有一个单独的生成树实例, 因此每个实例上都会独立进行根网桥选举。如果根网桥选举过程使用默认交换机优先级, 那么每个生成树实例都会将同一台交换机选举为根网桥, 如我们之前所见。这可能导致所设计的网络性能不佳。根交换机的选举需要控制, 原因如下:

- 根交换机负责在 STP 802.1D 中生成 BPDU, 而且它也是生成树用来控制流量的焦点。根交换机必须有能力和进行额外的负载处理。
- 根网桥的位置决定了网络中的活动交换路径, 随机布置可能产生欠佳的路径。理想状况下, 根网桥应该位于分布层。
- 考虑本实验所使用的拓扑。在所配置的六条中继中, 只有两条在传输流量。尽管这样可以防止环路, 但也造成了资源浪费。由于根网桥可以基于 VLAN 来定义, 因此您可以使某些端口对一个 VLAN 呈阻塞状态, 对另一个 VLAN 则转发流量。下面演示了如何实现这一点。

在本示例中, 我们发现使用默认值的根网桥选举会导致可用交换机中继不能得到充分利用。因此, 有必要迫使另一台交换机成为 VLAN 99 的根交换机, 以便在中继上执行一些负载共享。

根交换机选举是通过更改 VLAN 的生成树优先级来实现的。因为在您的实验环境中默认根交换机可能有所不同, 我们将 S1 和 S3 配置为特定 VLAN 的根交换机。如您之前所见, 默认优先级是 32768 加上 VLAN ID。值越低表示在根网桥选举中的优先级越高。将 S3 在 VLAN 99 中的优先级设置为 4096。

```
S3(config)#spanning-tree vlan 99 ?
```

```
forward-time  Set the forward delay for the spanning tree
hello-time    Set the hello interval for the spanning tree
max-age       Set the max age interval for the spanning tree
priority      Set the bridge priority for the spanning tree
root          Configure switch as root
<cr>
```

```
S3(config)#spanning-tree vlan 99 priority ?
```

```
<0-61440> bridge priority in increments of 4096
```

```
S3(config)#spanning-tree vlan 99 priority 4096
```

```
S3(config)#exit
```

将 S1 在 VLAN 1、10、20 和 30 的优先级设置为 4096。同样, 值越低表示在根网桥选举中的优先级越高。

```
S1(config)#spanning-tree vlan 1 priority 4096
```

```
S1(config)#spanning-tree vlan 10 priority 4096
```

```
S1(config)#spanning-tree vlan 20 priority 4096
```

```
S1(config)#spanning-tree vlan 30 priority 4096
```

```
S1(config)#exit
```

此时请稍等片刻, 以便交换机有时间重新计算生成树。然后在交换机 S1 和 交换机 S3 上检查 VLAN 99 的生成树。

```
S1#show spanning-tree vlan 99
```

```
VLAN0099
```

```
Spanning tree enabled protocol ieee
```

```
Root ID      Priority      4195
```

```
Address      001b.5303.1700  现在这是 S3 (新的根交换机) 的 MAC 地址
```

```

Cost          19
Port          3 (FastEthernet0/1)
Hello Time    2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

Bridge ID     Priority      32867  (priority 32768 sys-id-ext 99)
Address       0019.068d.6980
Hello Time    2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
Aging Time    300

Interface      Role Sts Cost          Prio.Nbr Type
-----
Fa0/1          Root FWD 19           128.3   P2p
Fa0/2          Altn BLK 19           128.4   P2p
Fa0/3          Desg FWD 19           128.5   P2p
Fa0/4          Desg FWD 19           128.6   P2p

```

S3#show spanning-tree vlan 99

```

VLAN0099
Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID     Priority      4195
Address     001b.5303.1700
This bridge is the root
Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

Bridge ID   Priority      4195  (priority 4096 sys-id-ext 99)
Address     001b.5303.1700
Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
Aging Time  300

```

```

Interface      Role Sts Cost          Prio.Nbr Type
-----
Fa0/1          Desg FWD 19           128.1   P2p
Fa0/2          Desg FWD 19           128.2   P2p
Fa0/3          Desg FWD 19           128.3   P2p
Fa0/4          Desg FWD 19           128.4   P2p

```

哪台交换机是 VLAN 99 的根? _____

新的根交换机上哪些生成树端口在 VLAN 99 中处于阻塞状态? _____

原来的根交换机上哪些生成树端口在 VLAN 99 中处于阻塞状态? _____

将上面的 S3 VLAN 99 生成树与 S3 VLAN 10 生成树进行比较。

S3#show spanning-tree vlan 10

```

VLAN0010
Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID     Priority      4106
Address     0019.068d.6980
Cost        19
Port        1 (FastEthernet0/1)
Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

Bridge ID   Priority      32778  (priority 32768 sys-id-ext 10)
Address     001b.5303.1700

```

```
Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
Aging Time 300
```

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.	Nbr	Type
Fa0/1	Root	FWD	19	128.1		P2p
Fa0/2	Altn	BLK	19	128.2		P2p
Fa0/3	Altn	BLK	19	128.3		P2p
Fa0/4	Altn	BLK	19	128.4		P2p

注意, S3 现在可以使用所有四个端口来传输 VLAN 99 流量, 只要这些端口没有在中继另一端被阻塞。不过, 最初的生成树拓扑 (该拓扑内 S3 的四个端口中有三个处于阻塞模式) 仍存在于另外四个活动 VLAN 中。通过将 VLAN 组配置为使用不同的中继作为主要转发路径, 我们既可保持故障转移中继的冗余功能, 又可使中继得到充分利用。

任务 7: 观察 802.1D STP 对拓扑变化的响应

为了观察 LAN 在拓扑改变期间的连续性, 首先使用 IP 地址 172.17.99.23 255.255.255.0 重新配置连接到端口 S2 Fa0/6 的 PC3。然后将 S2 端口 fa0/6 重新分配给 VLAN 99。这样您便可通过主机在 LAN 上连续执行 ping 操作。

```
S2(config)# interface fa0/6
S2(config-if)#switchport access vlan 99
```

确保交换机可以 ping 通主机。

```
S2#ping 172.17.99.23
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 172.17.99.23, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/202/1007 ms

S1#ping 172.17.99.23
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 172.17.99.23, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/202/1007 ms
```

在拓扑变化过程中, 将 S1 置于生成树事件调试模式以监控变化。

```
S1#debug spanning-tree events
Spanning Tree event debugging is on
```

打开 PC3 上的命令窗口, 使用命令 **ping -t 172.17.99.11** 连续 ping S1 的管理接口。现在, 断开 S1 Fa0/1 和 Fa0/3 上的中继。监控 ping 操作。由于 LAN 上的连接中断, 这些 ping 会超时。一旦重新建立起连接, 即按 **Ctrl-C** 终止 ping。

以下是 S1 的简要调试输出 (为简洁起见省略了几个 TCN)。

```
S1#debug spanning-tree events
Spanning Tree event debugging is on
S1#
6d08h: STP: VLAN0099 new root port Fa0/2, cost 19
6d08h: STP: VLAN0099 Fa0/2 -> listening
6d08h: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/1,
changed state to down
```

```
6d08h: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/1, changed state to down
6d08h: STP: VLAN0099 sent Topology Change Notice on Fa0/2
6d08h: STP: VLAN0030 Topology Change rcvd on Fa0/2
6d08h: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/3,
changed state to down
6d08h: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/3, changed state to down
6d08h: STP: VLAN0001 Topology Change rcvd on Fa0/4
6d08h: STP: VLAN0099 Fa0/2 -> learning
6d08h: STP: VLAN0099 sent Topology Change Notice on Fa0/2
6d08h: STP: VLAN0099 Fa0/2 -> forwarding
6d08h: STP: VLAN0001 Topology Change rcvd on Fa0/4
```

请不要忘记, 当端口处于侦听和学习模式时, 它们不会转发帧, 实际上 LAN 已断开。重新计算生成树需要花费约 50 秒才能完成 — 这会对网络服务造成严重干扰。连续 ping 的输出显示了实际中断时间。在本例中, 大约中断了 30 秒钟。虽然 802.1D STP 可以有效防止交换环路, 但在要求 LAN 具有高可用性的今天, 这种过长的恢复时间是一项相当严重的缺陷。

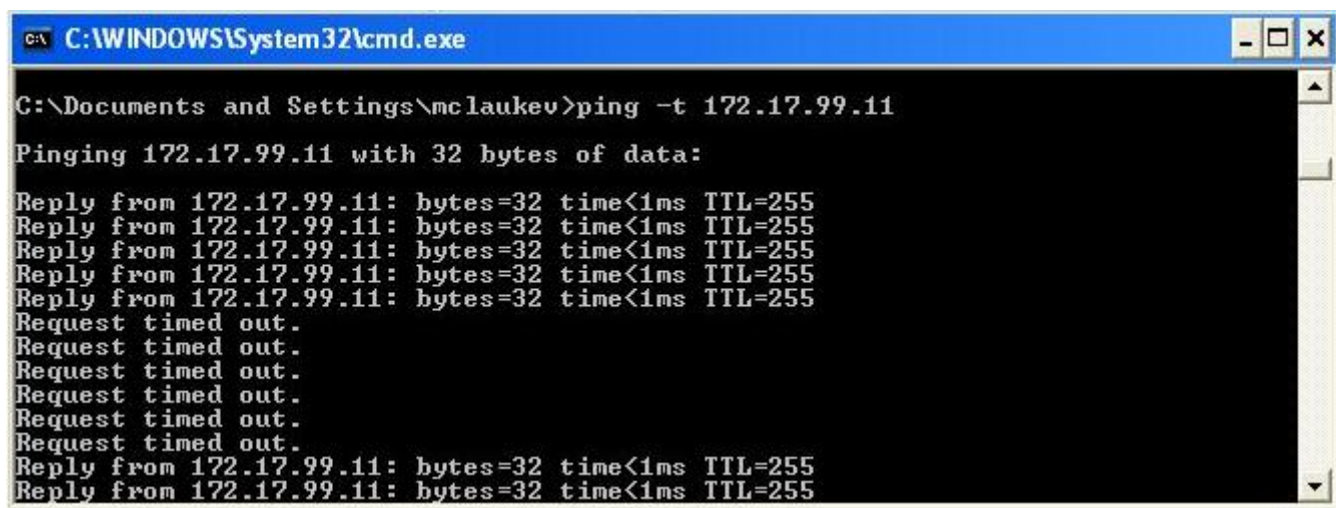


图 1. 这些 ping 显示在重新计算生成树期间连接中断了 30 秒。

任务 8: 配置 PVST 快速生成树协议

针对标准 STP 收敛时间长的的问题, Cisco 开发了一些功能。这些功能包括 PortFast、UplinkFast 和 BackboneFast。如果配置恰当, 它们可以显著减少恢复连接所需的时间。使用这些功能需要手动配置, 并且需要特别细心以保证配置正确。长期的解决方案是快速 STP (RSTP), 802.1w, 它不仅可提供这些功能, 而且还具有其它一些特点。配置 RSTP-PVST 的方法如下:

```
S1(config)#spanning-tree mode rapid-pvst
```

以这种方式配置所有三台交换机。

使用 **show spanning-tree summary** 命令检验, 确保已启用 RSTP。

任务 9: 观察 RSTP 的收敛时间

如果尚未恢复任务 7 断开的中继 (S1 上的端口 Fa0/1 和 Fa0/3), 请先恢复这些中继。然后执行任务 7 中的以下步骤:

- 设置 PC3 在网络中连续发起 ping。
- 启用交换机 S1 上的生成树事件调试。
- 断开连接到端口 Fa0/1 和 Fa0/3 的电缆。
- 观察重新建立起稳定生成树所需的时间。

以下是部分调试输出:

```
S1#debug spanning-tree events
Spanning Tree event debugging is on
S1#
6d10h: RSTP(99): updt rolesroot port Fa0/3 is going down
6d10h: RSTP(99): Fa0/2 is now root port 连接已恢复; 中断时间不到 1 秒
6d10h: RSTP(99): syncing port Fa0/1
6d10h: RSTP(99): syncing port Fa0/4
6d10h: RSTP(99): transmitting a proposal on Fa0/1
6d10h: RSTP(99): transmitting a proposal on Fa0/4
6d10h: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/3,
changed state to down
6d10h: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/1,
changed state to down
```

通过启用 RSTP, 恢复时间缩短到不到一秒钟, 而且没有任何 ping 丢失。

任务 10: 课后清理

清除交换机的配置, 然后重新加载默认配置。拆下电缆并放回保存处。对于通常连接到其它网络 (例如学校 LAN 或 Internet) 的 PC 主机, 请重新连接相应的电缆并恢复原有的 TCP/IP 设置。

最终配置

交换机 S1

```
hostname S1
!
enable secret class
!
no ip domain-lookup
!
spanning-tree mode rapid-pvst
spanning-tree extend system-id
spanning-tree vlan 1 priority 4096
spanning-tree vlan 10 priority 4096
spanning-tree vlan 20 priority 4096
spanning-tree vlan 30 priority 4096
!
interface FastEthernet0/1
 switchport trunk native vlan 99
 switchport mode trunk
```

```
!  
interface FastEthernet0/2  
  switchport trunk native vlan 99  
  switchport mode trunk  
!  
interface FastEthernet0/3  
  switchport trunk native vlan 99  
  switchport mode trunk  
!  
interface FastEthernet0/4  
  switchport trunk native vlan 99  
  switchport mode trunk  
!  
interface FastEthernet0/5  
  shutdown  
!  
interface FastEthernet0/6  
  shutdown  
!  
interface FastEthernet0/7  
  shutdown  
!  
(此处省略其余端口的配置 — 所有未使用的端口都为 shutdown)  
!  
!  
interface Vlan1  
  no ip address  
  no ip route-cache  
!  
interface Vlan99  
  ip address 172.17.99.11 255.255.255.0  
  no ip route-cache  
!  
line con 0  
  password cisco  
  login  
line vty 0 4  
  password cisco  
  login  
line vty 5 15  
  password cisco  
  login  
!  
end
```

交换机 S2

```
hostname S2  
!  
enable secret class  
!  
no ip domain-lookup  
!  
interface FastEthernet0/1
```



```
    switchport trunk native vlan 99
    switchport mode trunk
!
interface FastEthernet0/2
    switchport trunk native vlan 99
    switchport mode trunk
!
interface FastEthernet0/3
    switchport trunk native vlan 99
    switchport mode trunk
!
interface FastEthernet0/4
    switchport trunk native vlan 99
    switchport mode trunk
!
interface FastEthernet0/5
    switchport access vlan 30
!
interface FastEthernet0/6
    switchport access vlan 30
!
interface FastEthernet0/7
    switchport access vlan 30
!
interface FastEthernet0/8
    switchport access vlan 30
!
interface FastEthernet0/9
    switchport access vlan 30
!
interface FastEthernet0/10
    switchport access vlan 30
!
interface FastEthernet0/11
    switchport access vlan 10
!
interface FastEthernet0/12
    switchport access vlan 10
!
interface FastEthernet0/13
    switchport access vlan 10
!
interface FastEthernet0/14
    switchport access vlan 10
!
interface FastEthernet0/15
    switchport access vlan 10
!
interface FastEthernet0/16
    switchport access vlan 10
!
interface FastEthernet0/17
    switchport access vlan 10
!
interface FastEthernet0/18
    switchport access vlan 20
```

```
    switchport mode access
!
interface FastEthernet0/19
    switchport access vlan 20
!
interface FastEthernet0/20
    switchport access vlan 20
!
interface FastEthernet0/21
    switchport access vlan 20
!
interface FastEthernet0/22
    switchport access vlan 20
!
interface FastEthernet0/23
    switchport access vlan 20
!
interface FastEthernet0/24
    switchport access vlan 20
!
interface GigabitEthernet0/1
!
interface GigabitEthernet0/2
!
interface Vlan1
    no ip address
    no ip route-cache
!
interface Vlan99
    ip address 172.17.99.12 255.255.255.0
    no ip route-cache
!
line con 0
line vty 0 4
    password cisco
    login
line vty 5 15
    password cisco
    login
!
end
```

交换机 S3

```
hostname S3
!
enable secret class
!
no ip domain-lookup
!
spanning-tree mode rapid-pvst
spanning-tree extend system-id
spanning-tree vlan 99 priority 4096
!
interface FastEthernet0/1
```

```
switchport trunk native vlan 99
switchport mode trunk
!
interface FastEthernet0/2
switchport trunk native vlan 99
switchport mode trunk
!
interface FastEthernet0/3
switchport trunk native vlan 99
switchport mode trunk
!
interface FastEthernet0/4
switchport trunk native vlan 99
switchport mode trunk
!
interface FastEthernet0/5
shutdown
!
interface FastEthernet0/6
shutdown
!
interface FastEthernet0/7
shutdown
!
(此处省略其余端口的配置 — 所有未使用的端口都配置为 shutdown)
!
interface Vlan1
no ip address
no ip route-cache
shutdown
!
interface Vlan99
ip address 172.17.99.13 255.255.255.0
no ip route-cache
!
line con 0
password cisco
login
line vty 0 4
password cisco
login
line vty 5 15
password cisco
login
!
end
```