



计算机网络实验报告

警示

1. 实验报告如有雷同，雷同各方当次实验成绩均以 0 分计。
2. 当次小组成员成绩只计学号、姓名登录在下表中的。
3. 在规定时间内未上交实验报告的，不得以其他方式补交，当次成绩按 0 分计。
4. 实验报告文件以 PDF 格式提交。

院系	数据科学与计算机学院	班 级	15-1 班	组长	李佳
学号	15331151	15331150	15331143		
学生	李佳	李辉旭	黎皓斌		
实验分工					
李佳	负责实验中的 PC1 的配置和操作，以及实验问题的部分解答；		李辉旭	负责实验中的 PC2 的配置和操作，以及实验问题的部分解答；	
黎皓斌	实验过程中进行校对纠错，以及实验报告的编写和问题回答；				

【实验题目】生成树协议

【实验目的】理解快速生成树协议的配置及原理。使网络在有冗余链路的情况下避免环路产生，避免广播风暴等。

【实验内容】

- (1) 完成实验教程实例 6-8 的实验，回答实验提出的问题及实验思考。（P204）
- (2) 抓取生成树协议数据包，分析桥协议数据单元（BPDU）。
- (3) 在实验设备上查看 VLAN 生成树，并学会查看其它相关重要信息。

【实验要求】

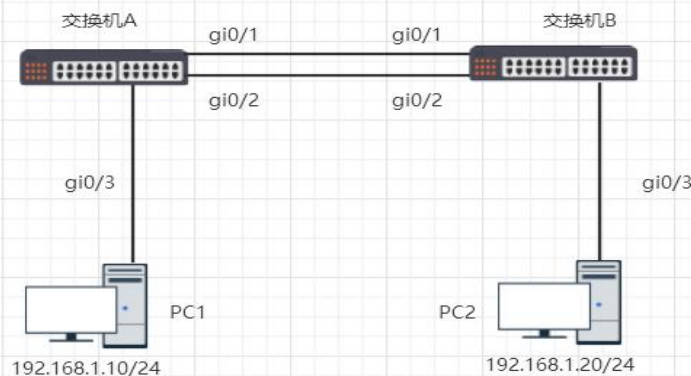
一些重要信息需给出截图。

注意实验步骤的前后对比！

【实验记录】(如有实验拓扑请自行画出，要求自行画出拓扑图)

实验 6-8 快速生成树协议配置

【实验拓扑】



12组：李佳、李辉旭、黎皓斌

使用proccesson绘制拓扑图



【实验步骤】

分析：本实验的预期是在拓扑结构存在环路的情况下，通过启用快速生成树协议，消除广播风暴，同时环路兼有冗余作用。对实验而言，必须有能直观观察风暴形成与消亡的工具。

步骤 1：为 PC1、PC2 配置 IP 地址和掩码，按照实验拓扑图将设备连接起来。

PC1 192.168.1.10 255.255.255.0

PC2 192.168.1.20 255.255.255.0

在 PC1(或 PC2)上启动 Wireshark 抓包软件，选中监控对象，将界面停留在 Capture Interfaces 窗口上，注意观察包数量的变化。

PC1 ping PC2

```
C:\Users\B403>ping 192.168.1.20

正在 Ping 192.168.1.20 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.1.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 192.168.1.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 192.168.1.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 192.168.1.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64

192.168.1.20 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 丢失 = 0 (0% 丢失),
    往返行程的估计时间<以毫秒为单位>:
        最短 = 0ms, 最长 = 0ms, 平均 = 0ms
```

Capture Interfaces 窗口的包数量变化

1. 两个交换机间只通过一条网线连接

Device	Description	IP	Packets	Packets/s	
<input type="checkbox"/> 实验网	Realtek PCIe GBE Family Controller	fe80::95c1:445:5a43:7b66	76	2	Details
<input checked="" type="checkbox"/> 校园网	Realtek PCIe GBE Family Controller	fe80::c408:2477:b106:3ec9	158	4	Details
<input type="checkbox"/> 无线网络连接	Microsoft	fe80::9903:c592:686e:7359	0	0	Details

[Help](#) [Start](#) [Stop](#) [Options](#) [Close](#)

2. 两个交换机间通过两条网线连接

Device	Description	IP	Packets	Packets/s	
<input type="checkbox"/> 实验网	Realtek PCIe GBE Family Controller	fe80::95c1:445:5a43:7b66	116377	3173	Details
<input checked="" type="checkbox"/> 校园网	Realtek PCIe GBE Family Controller	fe80::c408:2477:b106:3ec9	443	0	Details
<input type="checkbox"/> 无线网络连接	Microsoft	fe80::9903:c592:686e:7359	0	0	Details

[Help](#) [Start](#) [Stop](#) [Options](#) [Close](#)



(1)看两台交换机生成树的配置信息 show spanning-tree，并记录。

交换机 A

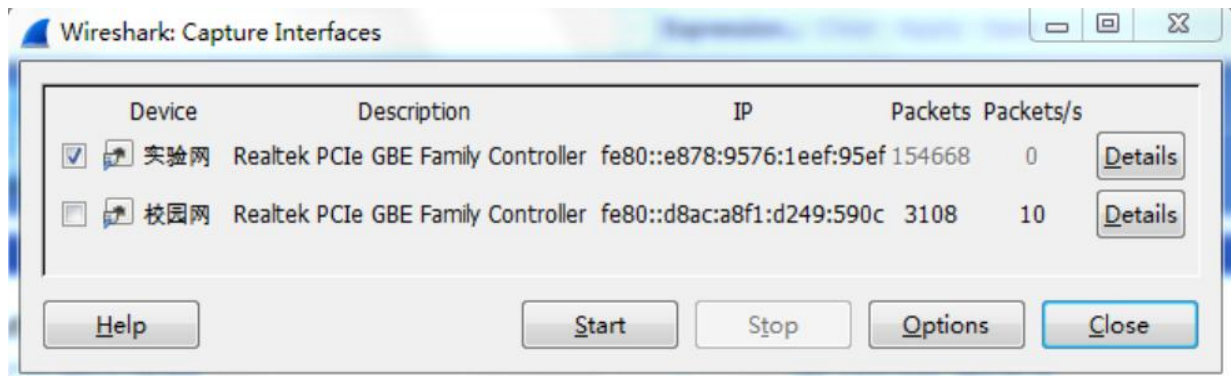
```
SwitchA(config)#show spanning-tree
No spanning tree instance exists.
SwitchA(config)#
```

交换机 B

```
SwitchB(config)#
SwitchB(config)#show spanning-tree
No spanning tree instance exists.
SwitchB(config)#
```

(2) 除保持实验网卡连通外，切断其他网络链路，在没有主动通信的情况下，观察 1-2 分钟，会有广播风暴产生吗？

在观察时发现，packets/s 一直处于 0 灰色状态，没有广播风暴产生。



(3) 观察下列两种情况，哪种情况下包增长的更快？

①用 PC1 ping PC2(带参数-t)。





Device	Description	IP	Packets	Packets/s	
<input type="checkbox"/> 实验网	Realtek PCIe GBE Family Controller	fe80::95c1:445:5a43:7b66	99589	0	Details
<input checked="" type="checkbox"/> 校园网	Realtek PCIe GBE Family Controller	fe80::c408:2477:b106:3ec9	40	0	Details
<input type="checkbox"/> 无线网络连接	Microsoft	fe80::9903:c592:686e:7359	0	0	Details

[Help](#)
[Start](#)
[Stop](#)
[Options](#)
[Close](#)

[illegible]

Device	Description	IP	Packets	Packets/s	
<input type="checkbox"/> 实验网	Realtek PCIe GBE Family Controller	fe80::95c1:445:5a43:7b66	7143936	137587	Details
<input checked="" type="checkbox"/> 校园网	Realtek PCIe GBE Family Controller	fe80::c408:2477:b106:3ec9	218	0	Details
<input type="checkbox"/> 无线网络连接	Microsoft	fe80::9903:c592:686e:7359	0	0	Details

Help

Start

Stop

Options

Close

(4) 在进行(3)的两种操作时, 在交换机上不时查看 MAC 地址表 `show mac-address-table`, 结果如何? 这是什么现象?



10-S5750-1#show mac-address			
Vlan	MAC Address	Type	Interface
1	50e5.498b.7143	DYNAMIC	GigabitEthernet 0/1
1	50e5.498c.2a8a	DYNAMIC	GigabitEthernet 0/1
1	5869.6c15.58ce	DYNAMIC	GigabitEthernet 0/2
10-S5750-1#show mac-address			
Vlan	MAC Address	Type	Interface
1	50e5.498b.7143	DYNAMIC	GigabitEthernet 0/2
1	50e5.498c.2a8a	DYNAMIC	GigabitEthernet 0/1
1	5869.6c15.58ce	DYNAMIC	GigabitEthernet 0/2
10-S5750-1#show mac-address			
Vlan	MAC Address	Type	Interface
1	50e5.498b.7143	DYNAMIC	GigabitEthernet 0/2
1	50e5.498c.2a8a	DYNAMIC	GigabitEthernet 0/2
1	5869.6c15.58ce	DYNAMIC	GigabitEthernet 0/2
10-S5750-1#show mac-address			
Vlan	MAC Address	Type	Interface
1	50e5.498b.7143	DYNAMIC	GigabitEthernet 0/2
1	50e5.498c.2a8a	DYNAMIC	GigabitEthernet 0/2
1	5869.6c15.58ce	DYNAMIC	GigabitEthernet 0/2
10-S5750-1#show mac-address			
Vlan	MAC Address	Type	Interface
1	50e5.498b.7143	DYNAMIC	GigabitEthernet 0/2
1	50e5.498c.2a8a	DYNAMIC	GigabitEthernet 0/2
1	5869.6c15.58ce	DYNAMIC	GigabitEthernet 0/2
10-S5750-1#show mac-address			
Vlan	MAC Address	Type	Interface
1	50e5.498b.7143	DYNAMIC	GigabitEthernet 0/1
1	50e5.498c.2a8a	DYNAMIC	GigabitEthernet 0/1
1	5869.6c15.58ce	DYNAMIC	GigabitEthernet 0/2

可以发现同一 MAC 地址对应的端口不断地在改变，因为数据进出的端口是随机的，这种现象称之为 MAC 地址抖动，此现象多发生于有两台交换机之间通过 trunk 互联，然后上联和下联到设备导致的。

拔下端口 2 的跳线，继续进行以下实验。

步骤 2: 交换机 A 的基本配置。

```
Switch# configure terminal
```

```
Switch(config) # hostname switchA
```

```
switchA(config) # vlan 10
```

```
switchA(config-vlan) # name sales
```

```
switchA(config-vlan) # exit
```

```
switchA(config) # interface gigabitethernet 0/3
```

```
switchA(config-if) # switchport access vlan 10
```

```
switchA(config-if) # exit
```

```
switchA(config) # interface range gigabitethernet 0/1-2
```

```
switchA(config-if-range) # switchport mode trunk
```

```
SwitchA(config)#show vlan
```

VLAN	Name	Status	Ports
1	VLAN0001	STATIC	Gi0/1, Gi0/2, Gi0/4, Gi0/5 Gi0/6, Gi0/7, Gi0/8, Gi0/9 Gi0/10, Gi0/11, Gi0/12, Gi0/13 Gi0/14, Gi0/15, Gi0/16, Gi0/17 Gi0/18, Gi0/19, Gi0/20, Gi0/21 Gi0/22, Gi0/23, Gi0/24, Gi0/25 Gi0/26, Gi0/27, Gi0/28
10	sales	STATIC	Gi0/1, Gi0/2, Gi0/3

步骤 3: 交换机 B 的基本配置。

```
Switch# configure terminal
```

```
Switch(config) # hostname switchB
```

```
switchB(config) # vlan 10
```

```
switchB(config-vlan) # name sales
```



```
switchB(config-vlan) # exit
switchB(config) # interface gigabitethernet 0/3
switchB(config-if) # switchport access vlan 10
switchB(config-if) # exit
switchB(config) # interface range gigabitethernet 0/1-2
switchB(config-if-range) # switchport mode trunk
```

SwitchB(config)#show vlan

VLAN Name	Status	Ports
1 VLAN0001	STATIC	Gi0/1, Gi0/2, Gi0/4, Gi0/5 Gi0/6, Gi0/7, Gi0/8, Gi0/9 Gi0/10, Gi0/11, Gi0/12, Gi0/13 Gi0/14, Gi0/15, Gi0/16, Gi0/17 Gi0/18, Gi0/19, Gi0/20, Gi0/21 Gi0/22, Gi0/23, Gi0/24, Gi0/25 Gi0/26, Gi0/27, Gi0/28
10 sales	STATIC	Gi0/1, Gi0/2, Gi0/3

步骤 4: 配置快速生成树协议。

交换机 A:

```
SwitchA(config) # spanning-tree !开启生成树协议
```

```
SwitchA(config) # spanning-tree mode rstp ! 指定生成树协议的类型为 RSTP
```

交换机 B:

```
SwitchB(config) # spanning-tree !开启生成树协议
```

```
SwitchB(config) # spanning-tree mode rstp ! 指定生成树协议的类型为 RSTP
```

测试: 用 2 根跳线将 2 台交换机按拓扑图连接起来。将步骤 1 再做一遍, 比较配置前后的实验效果。生成树协议起到什么作用?

Capture Interface 窗口抓包

Device	Description	IP	Packets	Packets/s	
<input checked="" type="checkbox"/> 实验网	Realtek PCIe GBE Family Controller	fe80::95c1:445:5a43:7b66	57	2	Details
<input checked="" type="checkbox"/> 校园网	Realtek PCIe GBE Family Controller	fe80::c408:2477:b106:3ec9	1014	1	Details
<input type="checkbox"/> 无线网络连接	Microsoft	fe80::9903:c592:686e:7359	0	0	Details

[Help](#) [Start](#) [Stop](#) [Options](#) [Close](#)



查看生成树配置信息

```
SwitchA(config)#show spanning-tree
StpVersion : RSTP
SysStpStatus : ENABLED
MaxAge : 20
HelloTime : 2
ForwardDelay : 15
BridgeMaxAge : 20
BridgeHelloTime : 2
BridgeForwardDelay : 15
MaxHops: 20
TxHoldCount : 3
PathCostMethod : Long
BPDUGuard : Disabled
BPDUFilter : Disabled
LoopGuardDef : Disabled
BridgeAddr : 5869.6c15.59c6
Priority: 32768
TimesinceTopologyChange : 0d:0h:2m:15s
TopologyChanges : 1
DesignatedRoot : 32768.5869.6c15.59c6
RootCost : 0
RootPort : 0
```

```
SwitchB(config)#show spanning-tree
StpVersion : RSTP
SysStpStatus : ENABLED
MaxAge : 20
HelloTime : 2
ForwardDelay : 15
BridgeMaxAge : 20
BridgeHelloTime : 2
BridgeForwardDelay : 15
MaxHops: 20
TxHoldCount : 3
PathCostMethod : Long
BPDUGuard : Disabled
BPDUFilter : Disabled
LoopGuardDef : Disabled
BridgeAddr : 5869.6c15.5a4e
Priority: 32768
TimesinceTopologyChange : 0d:0h:2m:48s
TopologyChanges : 2
DesignatedRoot : 32768.5869.6c15.59c6
RootCost : 20000
RootPort : GigabitEthernet 0/1
```

配置生成树后。步骤（2）无广播风暴。

PC1 ping PC2(带参数 -t)

Device	Description	IP	Packets	Packets/s	
<input checked="" type="checkbox"/> 实验网	Realtek PCIe GBE Family Controller	fe80::95c1:445:5a43:7b66	57	2	Details
<input checked="" type="checkbox"/> 校园网	Realtek PCIe GBE Family Controller	fe80::c408:2477:b106:3ec9	1014	1	Details
<input type="checkbox"/> 无线网络连接	Microsoft	fe80::9903:c592:686e:7359	0	0	Details

[Help](#)[Start](#)[Stop](#)[Options](#)[Close](#)



ping 命令在 PC1 或 PC2 上查看是否有一个非 PC1、PC2 的 IP (用参数-t) 相通。

```
C:\Users\B403>ping -t 172.16.6.2

正在 Ping 172.16.6.2 具有 32 字节的数据:
来自 172.16.6.2 的回复: 字节=32 时间=3ms TTL=64
来自 172.16.6.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 172.16.6.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 172.16.6.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 172.16.6.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 172.16.6.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
```

Device	Description	IP	Packets	Packets/s	
<input checked="" type="checkbox"/> 实验网	Realtek PCIe GBE Family Controller	fe80::95c1:445:5a43:7b66	95	0	Details
<input checked="" type="checkbox"/> 校园网	Realtek PCIe GBE Family Controller	fe80::c408:2477:b106:3ec9	1090	2	Details
<input type="checkbox"/> 无线网络连接	Microsoft	fe80::9903:c592:686e:7359	0	0	Details

[Help](#)
[Start](#)
[Stop](#)
[Options](#)
[Close](#)

配置生成树后，无广播风暴，无计算机死锁。

在交换机上不断查看 MAC 地址表 show mac-address-table

```
SwitchA(config)#show mac-address-table
```

Vlan	MAC Address	Type	Interface
1	5869.6c15.5a4e	DYNAMIC	GigabitEthernet 0/2
10	50e5.498b.72e5	DYNAMIC	GigabitEthernet 0/1
10	50e5.498b.782a	DYNAMIC	GigabitEthernet 0/3

```
SwitchA(config)#show mac-address-table
```

Vlan	MAC Address	Type	Interface
1	5869.6c15.5a4e	DYNAMIC	GigabitEthernet 0/1
10	50e5.498b.72e5	DYNAMIC	GigabitEthernet 0/1
10	50e5.498b.782a	DYNAMIC	GigabitEthernet 0/3

```
SwitchA(config)#show mac-address-table
```

Vlan	MAC Address	Type	Interface
1	5869.6c15.5a4e	DYNAMIC	GigabitEthernet 0/1
10	50e5.498b.72e5	DYNAMIC	GigabitEthernet 0/1
10	50e5.498b.782a	DYNAMIC	GigabitEthernet 0/3

MAC 地址表抖动的现象消失

生成树协议起到什么作用？

生成树协议 (stp) 是指在交换机之间又两条及两条以上的物理线路时，会自动堵塞某些端口，使之不能形成交换回路，从而使交换机之间默认只有 1 条物理线路，因为交换回路很容易造成广播风暴，使局域网带宽下降。

步骤 5: 验证测试。在一台非根交换机上执行上述命令 5s 后，用 show spanning-tree interface gigabitethernet 0/1 和 show spanning-tree interface gigabitethernet 0/2 命令查看，判断哪一个端口的 StpPortState 处于丢弃状态，哪一个端口的 StpPortState 处于转发状态？

SwitchA # show spanning-tree ! 查看交换机 A 生成树的配置信息

SwitchB # show spanning-tree ! 查看交换机 B 生成树的配置信息

根据以上信息判断根交换机是交换机 A 还是交换机 B？根端口是哪一个端口？



```
SwitchA(config)#show spanning-tree
StpVersion : RSTP
SysStpStatus : ENABLED
MaxAge : 20
HelloTime : 2
ForwardDelay : 15
BridgeMaxAge : 20
BridgeHelloTime : 2
BridgeForwardDelay : 15
MaxHops: 20
TxHoldCount : 3
PathCostMethod : Long
BPDUGuard : Disabled
BPDUFilter : Disabled
LoopGuardDef : Disabled
BridgeAddr : 5869.6c15.59c6
Priority: 32768
TimesinceTopologyChange : 0d:0h:2m:15s
TopologyChanges : 1
DesignatedRoot : 32768.5869.6c15.59c6
RootCost : 0
RootPort : 0
```

```
SwitchB(config)#show spanning-tree
StpVersion : RSTP
SysStpStatus : ENABLED
MaxAge : 20
HelloTime : 2
ForwardDelay : 15
BridgeMaxAge : 20
BridgeHelloTime : 2
BridgeForwardDelay : 15
MaxHops: 20
TxHoldCount : 3
PathCostMethod : Long
BPDUGuard : Disabled
BPDUFilter : Disabled
LoopGuardDef : Disabled
BridgeAddr : 5869.6c15.5a4e
Priority: 32768
TimesinceTopologyChange : 0d:0h:2m:48s
TopologyChanges : 2
DesignatedRoot : 32768.5869.6c15.59c6
RootCost : 20000
RootPort : GigabitEthernet 0/1
```

由 spanning-tree 的信息可知，A 到本身的花销为 0，即交换机 A 为根交换机，并且端口 0/1 作为交换机 B 的根端口。

```
SwitchB(config)#show spanning-tree interface gigabitethernet 0/1
```

```
PortAdminPortFast : Disabled
PortOperPortFast : Disabled
PortAdminAutoEdge : Enabled
PortOperAutoEdge : Disabled
PortAdminLinkType : auto
PortOperLinkType : point-to-point
PortBPDUGuard : Disabled
PortBPDUFilter : Disabled
PortGuardmode : None
PortState : forwarding
PortPriority : 128
PortDesignatedRoot : 32768.5869.6c15.59c6
PortDesignatedCost : 0
PortDesignatedBridge : 32768.5869.6c15.59c6
PortDesignatedPortPriority : 128
PortDesignatedPort : 1
PortForwardTransitions : 2
PortAdminPathCost : 20000
PortOperPathCost : 20000
Inconsistent states : normal
PortRole : rootPort
```



```
SwitchB(config)#show spanning-tree interface gigabitethernet 0/2
```

```
PortAdminPortFast : Disabled
PortOperPortFast : Disabled
PortAdminAutoEdge : Enabled
PortOperAutoEdge : Disabled
PortAdminLinkType : auto
PortOperLinkType : point-to-point
PortBPDUGuard : Disabled
PortBPDUFilter : Disabled
PortGuardmode : None
PortState : discarding
PortPriority : 128
PortDesignatedRoot : 32768.5869.6c15.59c6
PortDesignatedCost : 0
PortDesignatedBridge : 32768.5869.6c15.59c6
PortDesignatedPortPriority : 128
PortDesignatedPort : 2
PortForwardTransitions : 0
PortAdminPathCost : 20000
PortOperPathCost : 20000
Inconsistent states : normal
PortRole : alternatePort
```

在两个端口的优先级都为 128 情况下，端口号小的进入转发状态，即 gi0/1 为转发状态。那么 gi 0/2 处于丢弃状态。

步骤 6：设置交换机的优先级。

SwitchA(config) # spanning-tree priority 4096 !设置交换机 A 的优先级为 4096

步骤 7：验证交换机 A 的优先级。

SwitchA # show spanning-tree !查看交换机 A 生成树的配置信息

```
SwitchA(config)#spanning-tree priority 4096
SwitchA(config)#show spanning-tree
StpVersion : RSTP
SysStpStatus : ENABLED
MaxAge : 20
HelloTime : 2
ForwardDelay : 15
BridgeMaxAge : 20
BridgeHelloTime : 2
BridgeForwardDelay : 15
MaxHops : 20
TxHoldCount : 3
PathCostMethod : Long
BPDUGuard : Disabled
BPDUFilter : Disabled
LoopGuardDef : Disabled
BridgeAddr : 5869.6c15.59c6
Priority: 4096
TimeSinceTopologyChange : 0d:0h:20m:37s
TopologyChanges : 1
DesignatedRoot : 4096.5869.6c15.59c6
RootCost : 0
RootPort : 0
```

SwitchB # show spanning-tree !查看交换机 A 生成树的配置信息

```
SwitchB(config)#show spanning-tree
StpVersion : RSTP
SysStpStatus : ENABLED
MaxAge : 20
HelloTime : 2
ForwardDelay : 15
BridgeMaxAge : 20
BridgeHelloTime : 2
BridgeForwardDelay : 15
MaxHops : 20
TxHoldCount : 3
PathCostMethod : Long
BPDUGuard : Disabled
BPDUFilter : Disabled
LoopGuardDef : Disabled
BridgeAddr : 5869.6c15.5a4e
Priority: 32768
TimeSinceTopologyChange : 0d:0h:3m:58s
TopologyChanges : 3
DesignatedRoot : 4096.5869.6c15.59c6
RootCost : 20000
RootPort : GigabitEthernet 0/1
```



SwitchA 的优先级更改为 4096，而 SwitchB 的优先级还是 32768。

步骤 8：验证交换机 B 的端口 0/1、0/2 的状态。

SwitchB # spanning-tree interface gigabitethernet 0/1

！显示交换机 B 端口 0/1 的状态

```
SwitchB(config)#show spanning-tree interface gigabitethernet 0/1
```

```
PortAdminPortFast : Disabled
PortOperPortFast : Disabled
PortAdminAutoEdge : Enabled
PortOperAutoEdge : Disabled
PortAdminLinkType : auto
PortOperLinkType : point-to-point
PortBPDUGuard : Disabled
PortBPDUFilter : Disabled
PortGuardmode : None
PortState : forwarding
PortPriority : 128
PortDesignatedRoot : 4096.5869.6c15.59c6
PortDesignatedCost : 0
PortDesignatedBridge : 4096.5869.6c15.59c6
PortDesignatedPortPriority : 128
PortDesignatedPort : 1
PortForwardTransitions : 3
PortAdminPathCost : 20000
PortOperPathCost : 20000
Inconsistent states : normal
PortRole : rootPort
```

请回答：（1）交换机 B 的端口 0/1 处于什么状态？

（2）端口角色是什么端口？

处于转发状态，端口角色是根端口。

SwitchB # spanning-tree interface gigabitethernet 0/2

！显示交换机 B 端口 0/2 的状态

请回答：（1）交换机 B 的端口 0/2 处于什么状态？

（2）端口角色是什么端口？

处于丢弃状态，端口角色是替代端口。

步骤 9：实验分析

（1）记录进过步骤 7 后每台交换机的 BridgeAddr, Priority, DesignedRoot, RootCost 以及 RootPort, 并填入表 6-4。

表 6-4 交换机生成树信息（1）

	交换机 A	交换机 B
Priority(网桥优先权)	4096	32768
BridgeAddr(网桥 MAC 地址)	5869.6c15.59c6	5869.6c15.5a4e
DesignedRoot(根网桥 ID)	4096.5869.6c15.59c6	4096.5869.6c15.59c6
RootPort(根端口)	0	Gigabitethernet 0/1



(2) 如果交换机 A 与交换机 B 的端口 0/1 之间的链路 down 掉（使用配置命令 shutdown 或者拔掉网线），验证交换机 B 的端口 0/2 的状态，并观察状态转换时间。

端口 0/1 链路 down 掉后查看交换机 B 的端口 0/2：

SwitchB# show spanning-tree interface gigabitethernet 0/2

```
SwitchB(config)#show spanning-tree interface gigabitethernet 0/2
PortAdminPortFast : Disabled
PortOperPortFast : Disabled
PortAdminAutoEdge : Enabled
PortOperAutoEdge : Disabled
PortAdminLinkType : auto
PortOperLinkType : point-to-point
PortBPDUGuard : Disabled
PortBPDUFilter : Disabled
PortGuardmode : None
PortState : forwarding
PortPriority : 128
PortDesignatedRoot : 4096.5869.6c15.59c6
PortDesignatedCost : 0
PortDesignatedBridge :4096.5869.6c15.59c6
PortDesignatedPortPriority : 128
PortDesignatedPort : 2
PortForwardTransitions : 2
PortAdminPathCost : 20000
PortOperPathCost : 20000
Inconsistent states : normal
PortRole : rootPort
```

说明交换机 B 的端口 0/2 从阻塞状态转换到转发状态，说明生成树协议此时启用了原先处于阻塞状态的冗余链路。状态转换时间大约 2s。

判断上述结论是否正确。

正确。此时状态成为转发状态，端口 0/2 成为根端口。

(3) 记录此时每台交换机的 BridgeAddr, Priority, DesignatedRoot, RootCost 以及 RootPort, 并与(1)比较，分析发生的变化。

```
SwitchA#show spanning-tree
StpVersion : RSTP
SysStpStatus : ENABLED
MaxAge : 20
HelloTime : 2
ForwardDelay : 15
BridgeMaxAge : 20
BridgeHelloTime : 2
BridgeForwardDelay : 15
MaxHops : 20
TxHoldCount : 3
PathCostMethod : Long
BPDUGuard : Disabled
BPDUFilter : Disabled
LoopGuardDef : Disabled
BridgeAddr : 5869.6c15.59c6
Priority: 4096
TimeSinceTopologyChange : 0d:0h:5m:37s
TopologyChanges : 2
DesignatedRoot : 4096.5869.6c15.59c6
RootCost : 0
RootPort : 0
```



```
SwitchB(config)#show spanning-tree
StpVersion : RSTP
SysStpStatus : ENABLED
MaxAge : 20
HelloTime : 2
ForwardDelay : 15
BridgeMaxAge : 20
BridgeHelloTime : 2
BridgeForwardDelay : 15
MaxHops : 20
TxHoldCount : 3
PathCostMethod : Long
BPDUGuard : Disabled
BPDUFilter : Disabled
LoopGuardDef : Disabled
BridgeAddr : 5869.6c15.5a4e
Priority: 32768
TimesinceTopologyChange : 0d:0h:1m:10s
TopologyChanges : 4
DesignatedRoot : 4096.5869.6c15.59c6
RootCost : 20000
RootPort : GigabitEthernet 0/2
```

与（1）各交换机相比，SwitchA 的配置没有变化，而 SwitchB 的 rootport 发生了变化，由 GigabitEthernet 0/1 变为了 GigabitEthernet 0/2，因为端口 0/1 之间的链路 down 掉了，而端口 0/2 链路作为备用端口，在生成树重新构筑的时候，原来阻塞的端口的流量被切换到端口 0/2 链路上，端口状态也由 丢弃状态变为转发状态。

（4）当交换机 A 与交换机 B 之间的一条链路 down 掉时，验证 PC1 与 PC2 仍能够互相 ping 通，并观察 ping 的丢包情况。

以下为从 PC1 ping PC2 的结果。

ping 192.168.1.20 -t !从 PC1 ping PC2(使用连续 ping)

拔掉交换机 A 与交换机 B 的端口 0/1（或 0/2）之间的连线，观察丢包情况。请拔线前确认哪个是根端口，哪个是阻塞端口，解析拔线后的丢包情况。

```
来自 192.168.1.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 192.168.1.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 192.168.1.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 192.168.1.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 192.168.1.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 192.168.1.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 192.168.1.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
请求超时。
```

端口 0/1 重新连通后，ping 的过程中，拔掉端口 0/1 之间的连线，出现了短暂的丢包，原先阻塞的链路已经变为转发状态。端口断开时会把流量切换到另一个转发的端口上，这个过程中有短暂的链路中断导致丢包。

（5）记录此时每台交换机的 BridgeAddr, Priority, DesignatedRoot, RootCost 以及 RootPort 填入表 6-5 并与（1）比较，分析发生的变化。



表 6-5 交换机生成树信息 (2)

	交换机 A	交换机 B
Priority(网桥优先权)	4096	32768
BridgeAddr(网桥 MAC 地址)	5869.6c15.59c6	5869.6c15.5a4e
DesignedRoot(根网桥 ID)	4096.5869.6c15.59c6	4096.5869.6c15.59c6
RootCost(到根的距离) ‘	0	20000
RootPort(根端口)	0	GigabitEthernet 0/2

(2) 启动监控软件 wireshark。捕获 BPDU，并进行协议分析。

```
⊕ Frame 740: 60 bytes on wire (480 bits), 60 bytes captured (480 bits) on interface 0
⊕ IEEE 802.3 Ethernet
⊕ Logical-Link Control
⊖ Spanning Tree Protocol
  Protocol Identifier: Spanning Tree Protocol (0x0000)
  Protocol Version Identifier: Rapid Spanning Tree (2)
  BPDU Type: Rapid/Multiple Spanning Tree (0x02)
  ⊖ BPDU flags: 0x7c (Agreement, Forwarding, Learning, Port Role: Designated)
    0... .... = Topology Change Acknowledgment: No
    .1.. .... = Agreement: Yes
    ..1. .... = Forwarding: Yes
    ...1 .... = Learning: Yes
    .... 11.. = Port Role: Designated (3)
    .... ..0. = Proposal: No
    .... ...0 = Topology Change: No
  ⊖ Root Identifier: 4096 / 0 / 58:69:6c:15:59:c6
    Root Bridge Priority: 4096
    Root Bridge System ID Extension: 0
    Root Bridge System ID: FujianRu_15:59:c6 (58:69:6c:15:59:c6)
    Root Path Cost: 20000
  ⊖ Bridge Identifier: 32768 / 0 / 58:69:6c:15:5a:4e
    Bridge Priority: 32768
    Bridge System ID Extension: 0
    Bridge System ID: FujianRu_15:5a:4e (58:69:6c:15:5a:4e)
    Port identifier: 0x8003
    Message Age: 1
    Max Age: 20
    Hello Time: 2
    Forward Delay: 15
    Version 1 Length: 0
```

根交换机的优先级为 4096,MAC 地址 58:69:6c:15:59:c6;



非根交换机的优先级为 32768, MAC 地址 58:69:6c:15:5a:4e。

参数下面是定时器的值, 比如消息年龄当前值为 1;

最大的消息年龄为 20;

Hello Time(根发送 BPDU 的时间间隔)为 2s;

Forward Delay (转发延迟) 为 15s。

【实验思考】

(1) 请问该实验中有无环路? 请说明判断的理由。如果存在, 交换机是如何避免环路的?

该实验是有环路的, 很明显从实验拓扑图就可以看出两个交换机通过两根网线分别连接两个端口形成环路。除此以外, 在 Wireshark 的 capture interface 可以看到, 连接一条线时包的数量增长很稳定, 但是按照实验拓扑图连接后疯了一样的增长, 一会儿就死机了, 说明形成了环路。

避免环路的方法主要是通过采取快速生成树协议来进行解决, 在一个具有冗余路径的网络中计算出一个无环路径, 一部分端口处于转发状态, 而一部分端口处于阻塞状态, 生成一个稳定的、无环路的生成树网络拓扑。一旦当前路径故障, 生成树协议立即激活备用端口打开备用链路, 重新计算生成树的网络拓扑以保持网络的正常工作。

(2) 冗余链路会不会出现 MAC 地址表不稳定和多帧复制的问题? 举例说明。

会。

当 PC1 发送一个给 PC2 的单播帧, 此时交换机 A 的 MAC 地址表中如果没有 PC2 的条目, 则会把这个单播帧从端口 0/1 和 0/2 洪泛出去。因此, 交换机 B 就会从端口 0/1 和 0/2 分别收到 2 个发给 PC2 的单播帧, 如果交换机 B 的 MAC 地址表中已经有了 PC2 的条目, 它就会将这两个帧分别转发给 PC2, 这样 PC2 就收到了同一帧的两份拷贝, 就形成了复制。

当交换机 B 从端口 0/1 收到 PC1 发出的单播帧时, 它会将端口 0/1 与 PC1 的对应关系写入到 MAC 地址表; 而当它随后又从端口 0/2 收到 PC1 发出的单播帧时, 会将 MAC 地址表中的 PC1 对应的端口改为 0/2, 这就造成了 MAC 表的抖动。当 PC2 向 PC1 回复一个单播帧后, 同样情况也会发生在交换机 A 中。

(3) 将实验改用 STP 协议, 重点观察状态转换时间。

交换机 A:

```
SwitchA(config) # spanning-tree      !开启生成树协议
```

```
SwitchA(config) # spanning-tree mode stp    ! 指定生成树协议的类型为 STP
```

交换机 B:

```
SwitchB(config) # spanning-tree      !开启生成树协议
```

```
SwitchB(config) # spanning-tree mode stp    ! 指定生成树协议的类型为 STP
```

在生成树构建过程中, 每一台设备都从使能了 STP 协议的端口向外发送 BPDU 报文, 同时也会从各个端口收到其他设备发送过来的 BPDU 报文。设备会比较收到的各个 BPDU 报文, 选出一个最好的, 然后根据这个 BPDU 报文确定端口角色 (是根端口还是指定端口, 或者是 blocking 的端口), 当网络上的所有设备都完成这个过程之后, 生成树就构建好了。构建好生成树之后, 各个设备仍然需要按照 hello time 间隔向邻居发送 BPDU 报文, 来对生成树进行保活。对于一台设备的一个端口, 如果在定时器时间内没有从该端口收到 BPDU 保活报文, 那么说明网络拓扑已经发生了变化, 该设备会重新进行生成树计算, 重新指定端口角色, 从而使网络重新生成一个新的生成树。

为了避免临时环路, 端口由阻塞状态转换的转发状态需要 2 倍的 forward delay, 这大大限制了 STP 的倒换性能。STP 协议的状态转换时间可以控制在很短时间之内, 但是这个转换时间满足不了实际应用, 于是快速生成树协议产生了, RSTP 协议状态转换时间相比 STP 协议大大缩短。



(4) 在本实验中,开始时首先在两台交换机之间只连接一根跳线,发现可以正常 ping 通,此时在两台交换机之间多接一根跳线,发现还是可以继续正常 ping 通,请问此时有广播风暴吗?

广播风暴(broadcast storm)简单的讲是指当广播数据充斥网络无法处理,并占用大量网络带宽,导致正常业务不能运行,甚至彻底瘫痪,这就发生了“广播风暴”。一个数据帧或包被传输到本地网段(由广播域定义)上的每个节点就是广播;由于网络拓扑的设计和连接问题,或其他原因导致广播在网段内大量复制,传播数据帧,导致网络性能下降,甚至网络瘫痪,这就是广播风暴。

在我们的实验中看来,刚开始是可以 ping 通,但是后来就 ping 不通了。广播风暴肯定存在的,但是因为刚开始风暴占用资源还没有达到一定程度,依然会有一些包可以正常到达目的 PC,但是此时依然是有很多包在环路内风暴。随着占用资源越来越大,效率越来越低,导致正常的发送几乎不能进行,此时就 ping 不通了,广播风暴也达到了更大的程度。

学号	学生	自评分
15331151	李佳	99
15331150	李辉旭	100
15331143	黎皓斌	99

本次实验完成后,请根据组员在实验中的贡献,请实事求是,自评在实验中应得的分数。(按百分制)

【交实验报告】

上传实验报告: <ftp://222.200.180.109/>

截止日期(不迟于): 1 周之内

上传包括两个文件:

(1) 小组实验报告。上传文件名格式: 小组号_Ftp 协议分析实验.pdf (由组长负责上传)

例如: 文件名“10_Ftp 协议分析实验.pdf”表示第 10 组的 Ftp 协议分析实验报告

(2) 小组成员实验体会。每个同学单独交一份只填写了实验体会的实验报告。只需填写自己的学号和姓名。

文件名格式: 小组号_学号_姓名_Ftp 协议分析实验.pdf (由组员自行上传)

例如: 文件名“10_05373092_张三_Ftp 协议分析实验.pdf”表示第 10 组的 Ftp 协议分析实验报告。

注意: 不要打包上传!