



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。

专业	计算机科学与技术（超算方向）	班 级	行政 4 班	组长	李钰
学号	19335112	19335134	19335156		
学生	李钰	林雁纯	毛羽翎		
实验分工					
毛羽翎	全程参与，操作实验中交换机 A 部分以及实验思考题		林雁纯	全程参与，实验中交换机 B 部分以及实验思考题	
李钰	全程参与，查找资料负责实验（2）（3）				

【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)

【实验一】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。

1. 实验目的

理解快速生成树协议 RSTP 的配置及原理。RSTP 使网络在有冗余链路的情况下避免环路的产生，停止广播风暴等。

2. 技术原理

生成树协议的作用是在交换网络中提供冗余备份链路，并且解决交换网络中的环路问题。

生成树协议利用 SPA 算法(生成树算法)，在有交换环路的网络中生成一个没有环路的树形网络。运用该算法将交换网络冗余的备份链路在逻辑上断开，当主要链路出现故障时，能够自动切换到备份链路以保证数据的正常转发。

生成树协议的特点是收敛时间长。从主要链路出现故障到切换到备份链路需要 50s。

快速生成树协议在生成树协议的基础上增加了两种端口角色：替换端口和备份端口，分别作为根

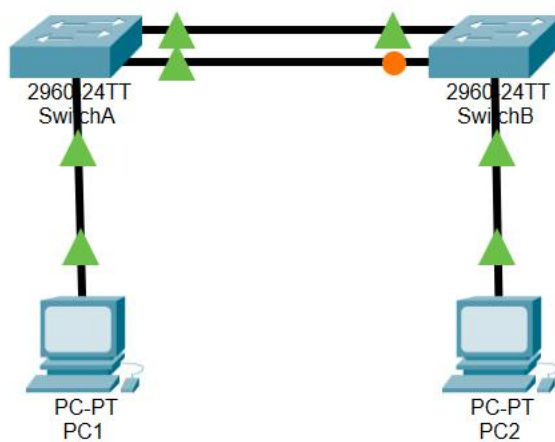


端口和指定端口的冗余端口。当根端口或指定端口出现故障时,冗余端口不需要经过 50s 的收敛时间,而是可以直接切换到替换端口或备份端口,从而实现 RSTP 协议的快速收敛(小于 1s)。

3. 实验设备

计算机 2 台, 交换机 2 台

4. 实验拓扑



5. 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。

5.1 步骤 1: 为 PC1、PC2 配置 IP 地址和掩码, 按照拓扑图将设备连接起来。在 PC 1 (或 PC 2) 上启动 Wireshark 抓包软件, 选中监控对象, 将界面停留在“Capture Interface”窗口上, 观察抓包数量的变化

相关配置:

PC1: 169.254.197.27

```
以太网适配器 实验网:

连接特定的 DNS 后缀 . . . . . : 
本地链接 IPv6 地址. . . . . : fe80::3ccd:4152:96cb:c51b%5
自动配置 IPv4 地址 . . . . . : 169.254.197.27
子网掩码 . . . . . : 255.255.0.0
默认网关 . . . . . :
```

PC2: 169.254.188.240

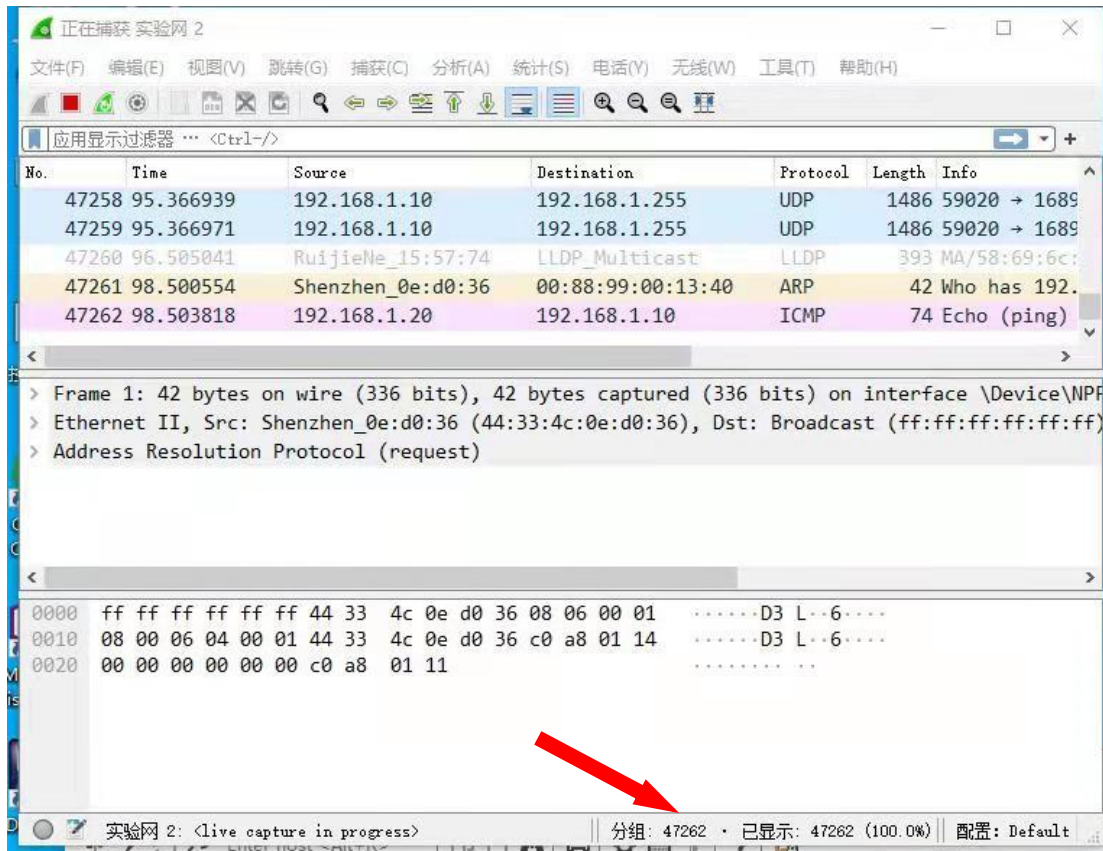
```
以太网适配器 实验网 2:

连接特定的 DNS 后缀 . . . . . : 
本地链接 IPv6 地址. . . . . : fe80::d1e2:f40b:7ba4:bcf0%6
自动配置 IPv4 地址 . . . . . : 169.254.188.240
子网掩码 . . . . . : 255.255.0.0
默认网关 . . . . . :
```



计算机网络实验报告

PC1 和 A 交换机的 3 号端口相连，PC2 和 B 交换机的 3 号端口相连，A 交换机和 B 交换机的 1 号端口，2 号端口分别对应相连。



如图，发现抓包数量快速增长——产生网络风暴现象

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

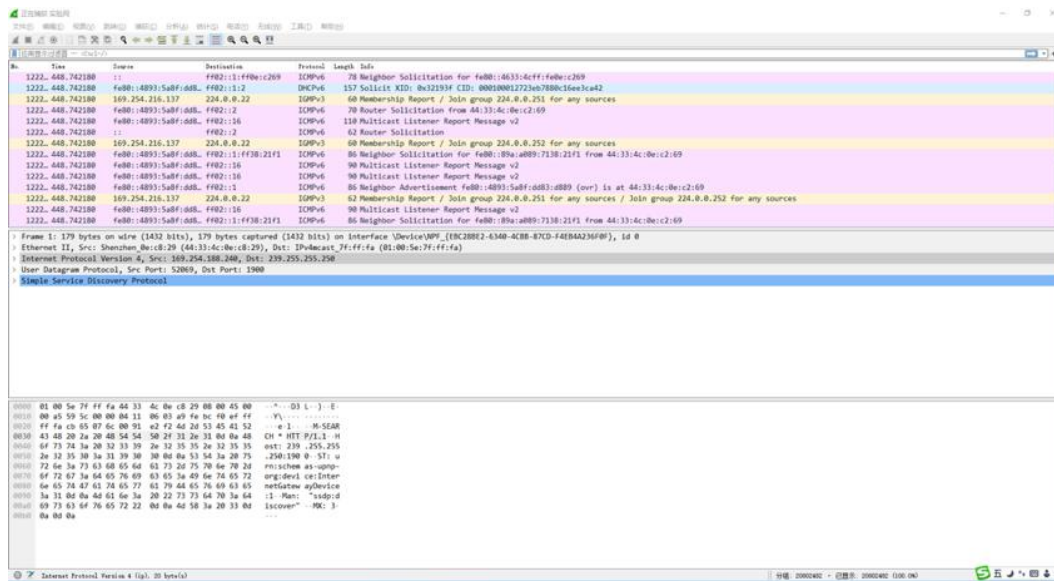
此时两台交换机中并没有生成树

```
8-S5750-2>
8-S5750-2>enable 14

Password:
8-S5750-2#show spanning-tree
No spanning tree instance exists.
8-S5750-2#config terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
8-S5750-2(config)#show spanning-tree
No spanning tree instance exists.
8-S5750-2(config)#
```

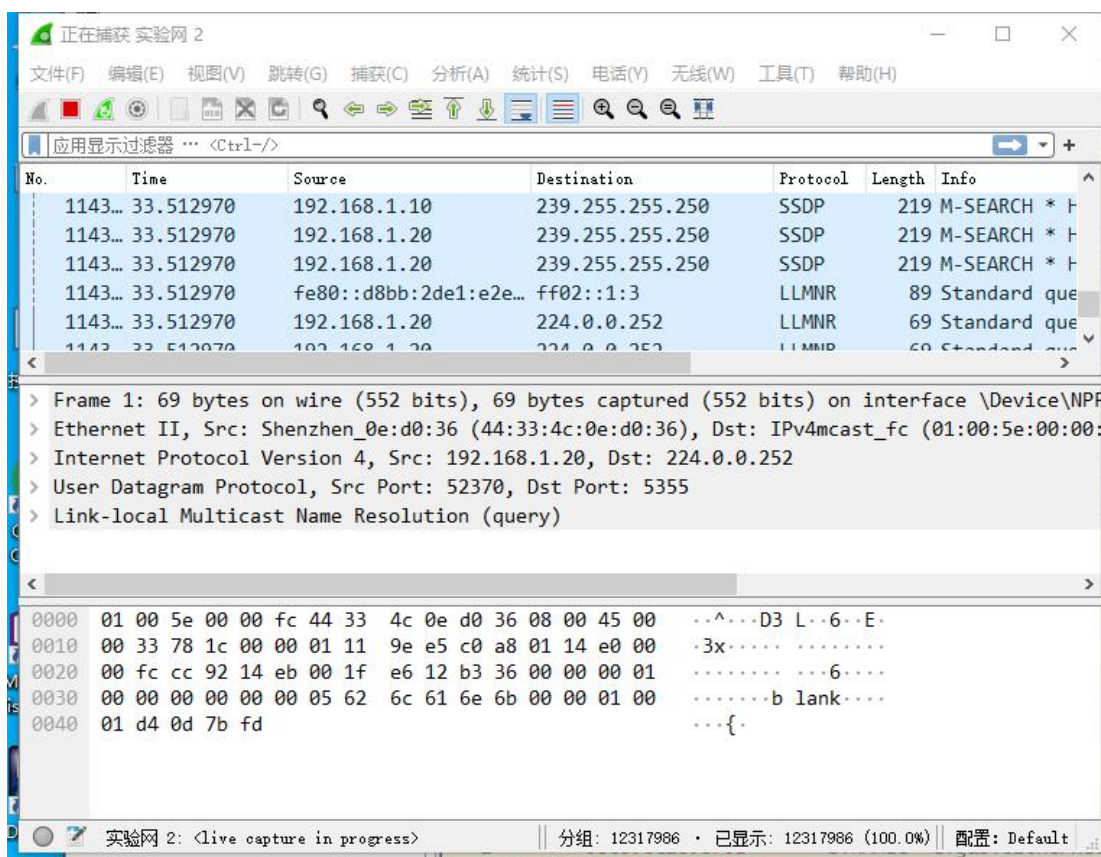
(2) 除保持实验网卡连通外，切断其他网络链路，在没有主动通信的情况下，观察 1-2 分钟，会有广播风暴产生吗？

观察下图可知，在没有主动通信的情况有广播风暴产生。



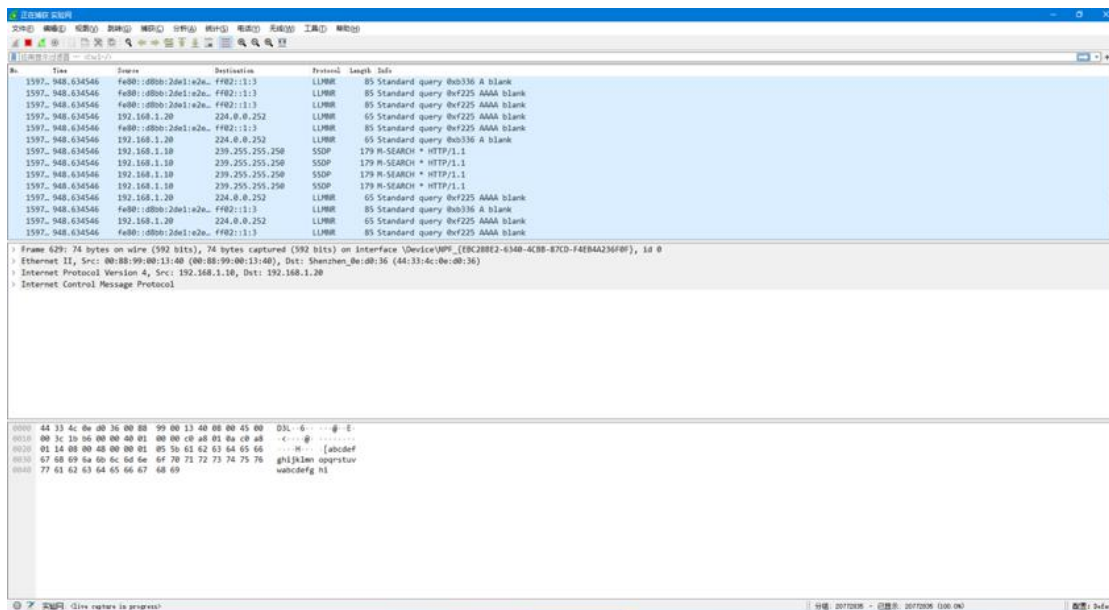
(3) 观察下列两种情况，哪种情况下包增长得更快？

① 用 PC1 ping PC2(带参数-t)。



② 在 PC1 或 PC2 上 ping 一个非 PC1 与 PC2 的 IP(用参数-t)。

根据观察，PC1 ping 一个非 PC1 与 PC2 的 IP(用参数-t)，即第二种情况包增长的速度更快一点。



判断交换机是否产生广播风暴以及有无导致计算机死锁。此时若终止 ping 命令, 广播风暴仍存在吗?

交换机产生广播风暴但没有导致计算机死锁。PC 死锁的一个可能是某一个端口变为了 disable 状态, 这是因为端口故障或是交换机配置错误导致的, 这里计算机没有发生死锁, 并且在后续的实验过程中我们可以看到端口 1 和 2 都是通的, 没有变为 disable。

当终止 ping 命令时, 我们可以观察到网络风暴仍然存在。

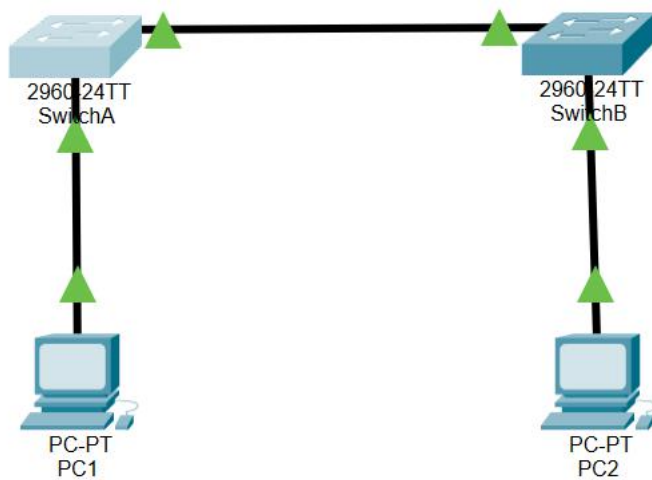
(4) 在进行 5.1.4 的两种操作时, 在交换机上不时查看 MAC 地址表 show mac-address-table, 结果如何? 这是什么现象?

MAC 地址中 1 号端口与 2 号端口不断切换, 证明在回路中报文转发所使用的端口是在形成回路的端口中不断变化的。

以交换机 A 为例

```
1 5869.6c15.5752 DYNAMIC GigabitEthernet 0/2
9-S5750-2#show mac-address-table
vlan MAC Address Type Interface
1 0088.9900.1340 DYNAMIC GigabitEthernet 0/1
1 4433.4c0e.d036 DYNAMIC GigabitEthernet 0/2
1 5869.6c15.5752 DYNAMIC GigabitEthernet 0/2
9-S5750-2#show mac-address-table
vlan MAC Address Type Interface
1 0088.9900.1340 DYNAMIC GigabitEthernet 0/1
1 4433.4c0e.d036 DYNAMIC GigabitEthernet 0/2
1 5869.6c15.5752 DYNAMIC GigabitEthernet 0/2
9-S5750-2#show mac-address-table
vlan MAC Address Type Interface
1 0088.9900.1340 DYNAMIC GigabitEthernet 0/2
1 4433.4c0e.d036 DYNAMIC GigabitEthernet 0/2
1 5869.6c15.5752 DYNAMIC GigabitEthernet 0/2
9-S5750-2#show mac-address-table
vlan MAC Address Type Interface
1 0088.9900.1340 DYNAMIC GigabitEthernet 0/2
1 4433.4c0e.d036 DYNAMIC GigabitEthernet 0/2
1 5869.6c15.5752 DYNAMIC GigabitEthernet 0/2
9-S5750-2#show mac-address-table
vlan MAC Address Type Interface
1 0088.9900.1340 DYNAMIC GigabitEthernet 0/1
1 4433.4c0e.d036 DYNAMIC GigabitEthernet 0/2
1 5869.6c15.5752 DYNAMIC GigabitEthernet 0/2
9-S5750-2#show mac-address-table
vlan MAC Address Type Interface
1 0088.9900.1340 DYNAMIC GigabitEthernet 0/1
1 4433.4c0e.d036 DYNAMIC GigabitEthernet 0/2
1 5869.6c15.5752 DYNAMIC GigabitEthernet 0/2
```

拔下端口 2 的跳线, 继续进行以下实验。



5.2 步骤 2：交换机 A 的基本配置

```
(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-GigabitEthernet 0/3)#exit
switchA(config)#interface range gigabitethernet 0/1-2
switchA(config-if-range)#switchport mode trunk
```

5.3 步骤 3：交换机 B 的基本配置

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

5.4 步骤 4：配置快速生成树协议

交换机 A

```
switchA(config-if-range)#exit
switchA(config)#spanning-tree
Enable spanning-tree.
switchA(config)#spanning-tree mode rstp
switchA(config)#spanning-tree mode rstp
```

交换机 B

```
switchB(config-if-range)#exit
switchB(config)#spanning-tree
switchB(config)#spanning-tree mode rstp
```

测试：用 2 根跳线将 2 台交换机按照图 6-33 所示连接起来。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？



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

交换机 A

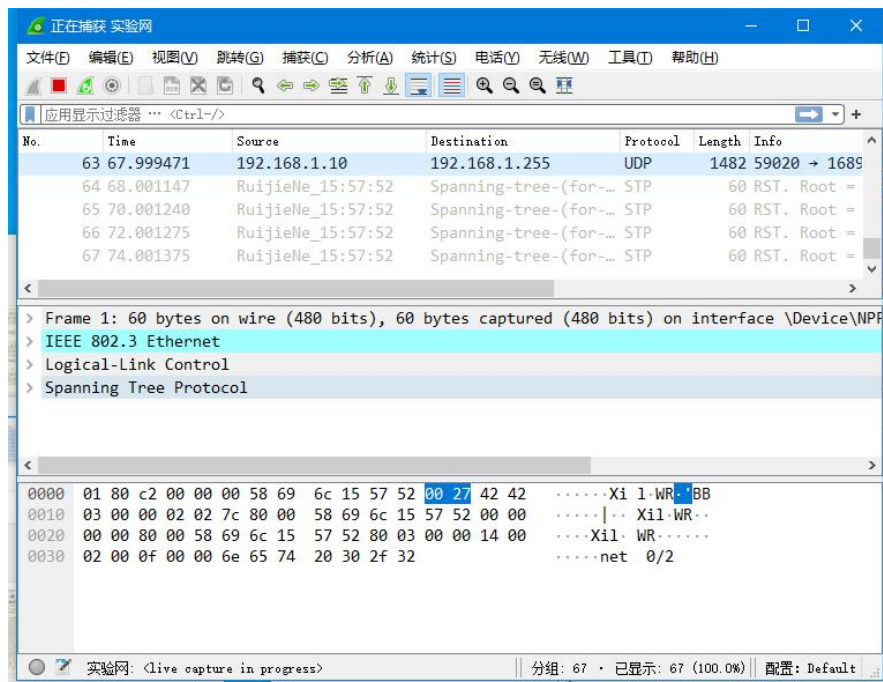
```
switchA(config)#show spanning-tree
StpVersion : RSTP
SysStpStatus : ENABLED
MaxAge : 20
HelloTime : 2
ForwardDelay : 15
BridgeMaxAge : 20
BridgeHelloTime : 2
BridgeForwardDelay : 15
MaxHops: 20
TxHoldCount : 3
PathCostMethod : Long
BPDUGuard : Disabled
BPDUFilter : Disabled
LoopGuardDef : Disabled
BridgeAddr : 5869.6c15.5752
Priority: 32768
TimesinceTopologyChange : 0d:0h:0m:6s
TopologyChanges : 2
DesignatedRoot : 32768.5869.6c15.5752
RootCost : 0
RootPort : 0
switchA(config)#
```

交换机 B

```
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 : 5869.6c15.5774
Priority: 32768
TimesinceTopologyChange : 0d:0h:2m:32s
TopologyChanges : 1
DesignatedRoot : 32768.5869.6c15.5752
RootCost : 20000
RootPort : GigabitEthernet 0/1
switchB(config)#
```

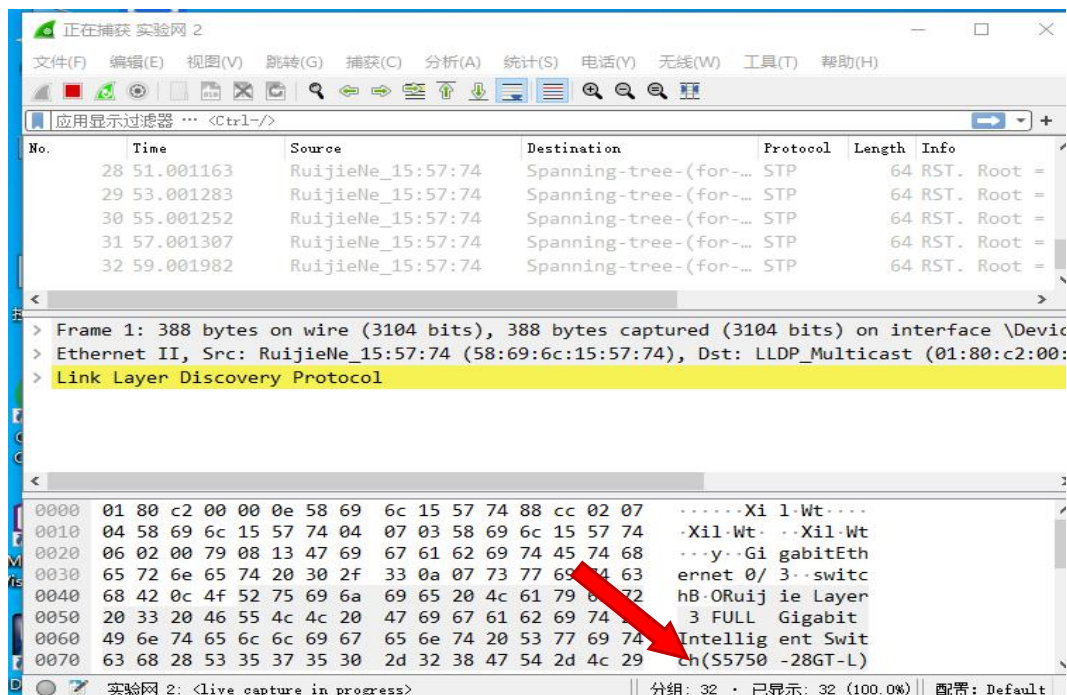
- (2) 除保持实验网卡连通外, 切断其他网络链路, 在没有主动通信的情况下, 观察 1-2 分钟, 会有广播风暴产生吗?

没有网络风暴产生。

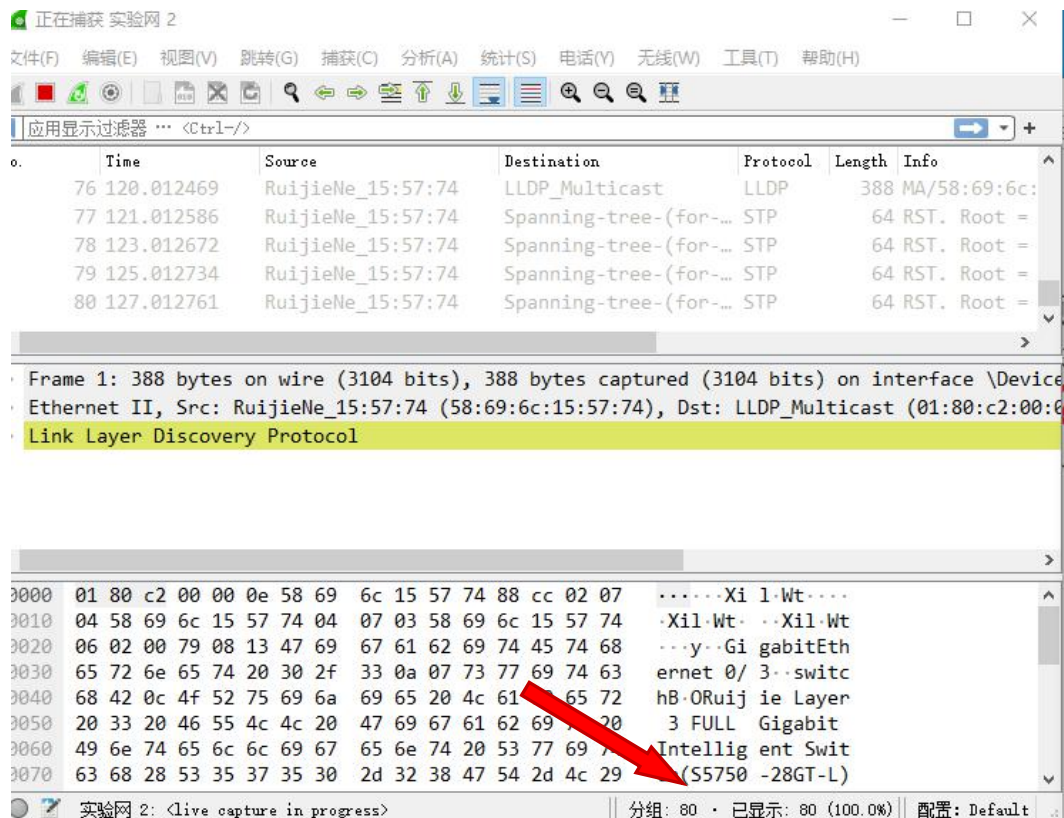


(3) 观察下列两种情况，哪种情况下包增长得更快？

① 用 PC1 ping PC2 (带参数-t)。



② 在 PC1 上 ping 一个非 PC1 与 PC2 的 IP (用参数-t)。



对比结果:广播风暴消失。

证明生成树协议阻塞了造成环路的端口，使链路中的广播风暴消失。

(4) 在进行上述的两种操作时,在交换机上不时查看 MAC 地址表,结果如何?这是什么现象?

```
9-S5750-1(config)#show mac-address-table
```

Vlan	MAC Address	Type	Interface
1	0088.9900.1340	DYNAMIC	GigabitEthernet 0/3
1	4433.4c0e.d036	DYNAMIC	GigabitEthernet 0/1
1	5869.6c15.5774	DYNAMIC	GigabitEthernet 0/1

```
9-S5750-1(config)#
```

我们发现，MAC 地址表无变化

5.5 步骤 5 验证测试。在一台非根交换机上执行上述命令后过 5s，使用

show spanning-tree interface gigabitethernet 0/1 命令和

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？



交换机 A

```
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 : 5869.6c15.5752
Priority : 32768
TimeSinceTopologyChange : 0d:0h:0m:6s
TopologyChanges : 2
DesignatedRoot : 32768.5869.6c15.5752
RootCost : 0
RootPort : 0
switchA(config)#
```

交换机 A 的值为 0

```
switchA(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 : 32768.5869.6c15.5752
PortDesignatedCost : 0
PortDesignatedBridge : 32768.5869.6c15.5752
PortDesignatedPortPriority : 128
PortDesignatedPort : 1
PortForwardTransitions : 2
PortAdminPathCost : 20000
PortOperPathCost : 20000
Inconsistent states : normal
PortRole : designatedPort
switchA(config)#
```

交换机 A 两个端口都处于转发状态

```
PortRole : designatedPort
switchA(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 : 32768.5869.6c15.5752
PortDesignatedCost : 0
PortDesignatedBridge : 32768.5869.6c15.5752
PortDesignatedPortPriority : 128
PortDesignatedPort : 2
PortForwardTransitions : 1
PortAdminPathCost : 20000
PortOperPathCost : 20000
Inconsistent states : normal
PortRole : designatedPort
```



交换机 B

```
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 : 5869.6c15.5774
Priority : 32768
TimeSinceTopologyChange : 0d:0h:2m:32s
TopologyChanges : 1
DesignatedRoot : 32768.5869.6c15.5752
RootCost : 20000
RootPort : GigabitEthernet 0/1
switchB(config)#
```

比较 rootcost 的值我们发现交换机 A 比交换机 B 的值要小，所以，【交换机 A 为根】

接下来在交换机 B 上查看端口状态

```
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 : 32768.5869.6c15.5752
PortDesignatedCost : 0
PortDesignatedBridge : 32768.5869.6c15.5752
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 : 32768.5869.6c15.5752
PortDesignatedCost : 0
PortDesignatedBridge : 32768.5869.6c15.5752
PortDesignatedPortPriority : 128
PortDesignatedPort : 2
PortForwardTransitions : 0
PortAdminPathCost : 20000
PortOperPathCost : 20000
Inconsistent states : normal
PortRole : alternatePort
switchB(config)#
```

发现，交换机 B 的 1 状态处于转发状态，2 端口处于丢弃状态。根端口是交换机 B 的 1 端口



【以下实验部分和书上的教程是反着的，我们把根转移给了交换机 B，所以后续问题回答我们都取反】

5.6 步骤 6: 设置交换机的优先级。

我们给交换机 B（非根交换机）设置优先级

```
switchB(config)#spanning-tree priority 4096
```

5.7 步骤 7: 验证交换机 B 的优先级。

```
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 : 5869.6c15.5774
Priority: 4096
TimesSinceTopologyChange : 0d:0h:1m:8s
TopologyChanges : 3
DesignatedRoot : 4096.5869.6c15.5774
RootCost : 0
RootPort : 0
switchB(config)#
```

实验结果显示，当有 2 个端口都连在 1 个共享介质上时，交换机会选择高优先级（数值小）的端口进入转发状态，而低优先级（数值大）的端口进入丢弃状态。如果两个端口的优先级相同，则端口号较小的端口进入转发状态。

查看交换机 A 生成树的配置信息

比较与步骤 1 中的查询结果有什么区别：一开始步骤一中交换机 A 还没有生成树，现在已经有了

```
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 : 5869.6c15.5752
Priority: 32768
TimesSinceTopologyChange : 0d:0h:3m:38s
TopologyChanges : 6
DesignatedRoot : 4096.5869.6c15.5774
RootCost : 20000
RootPort : GigabitEthernet 0/2
switchA(config)#
```




5.8 步骤 8:验证交换机 A 的端口 0/1 和 0/2 的状态。

请回答：(1)交换机 A 的端口 0/1 处于什么状态？

交换机 A 的端口 0/1 处于 forwarding 状态。

(2)端口角色是什么端口？

交换机 A 的端口 0/1 是根端口。

```
switchA(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 : 32768.5869.6c15.5752
PortDesignatedCost : 0
PortDesignatedBridge : 32768.5869.6c15.5752
PortDesignatedPortPriority : 128
PortDesignatedPort : 1
PortForwardTransitions : 2
PortAdminPathCost : 20000
PortOperPathCost : 20000
Inconsistent states : normal
PortRole : designatedPort
switchA(config)#
```

请回答：(1)交换机 A 的端口 0/2 处于什么状态？

交换机 A 的端口 0/2 处于 discarding 状态。

(2)交换机 A 的端口 0/2 角色是什么端口？

交换机 A 的端口 0/2 是根端口的替换端口。

```
switchA(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 : 4096.5869.6c15.5774
PortDesignatedCost : 0
PortDesignatedBridge : 4096.5869.6c15.5774
PortDesignatedPortPriority : 128
PortDesignatedPort : 2
PortForwardTransitions : 2
PortAdminPathCost : 20000
PortOperPathCost : 20000
Inconsistent states : normal
PortRole : alternatePort
switchA(config)#
```

5.9 步骤 9:实验分析

(1)记录经过步骤 7 后每台交换机的 BridgeAddr、Priority、DesignatedRoot、RootCos 以及 RootPort, 并填入下表。

	交换机 A	交换机 B
Priority (网桥优先权)	32768	4096



BridgeAddr (网桥 MAC 地址)	5869.6c15.5752	5869.6c15.5774
DesignatedRoot (根网桥 ID)	4096.5869.6c15.5754	4096.5869.6c15.5774
RootCost (到根的距离)	20000	0
RootPort (根端口)	0/2	0
Designated (指定端口)	0/1	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 或拔掉网线), 验证交换机 A 的端口 0/2 的状态, 并观察状态转换时间。

```
switchA(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 : 4096.5869.6c15.5774
PortDesignatedCost : 0
PortDesignatedBridge : 4096.5869.6c15.5774
PortDesignatedPortPriority : 128
PortDesignatedPort : 2
PortForwardTransitions : 3
PortAdminPathCost : 20000
PortOperPathCost : 20000
Inconsistent states : normal
PortRole : rootPort
switchA(config)#
```

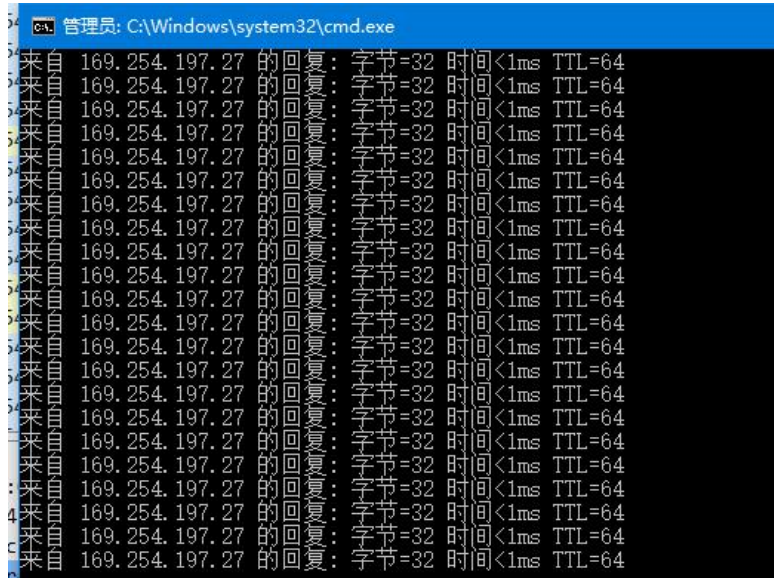
交换机 A 的 0/2 端口变为了根端口, 端口状态变为转发状态, 生成树协议此时启用了原先处于阻塞状态的冗余链路, 转换时间大概在 2~5 秒

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

	交换机 A	交换机 B
Priority (网桥优先权)	32768	4096
BridgeAddr (网桥 MAC 地址)	5869.6c15.5752	5869.6c15.5774
DesignatedRoot (根网桥 ID)	4096.5869.6c15.5754	4096.5869.6c15.5774
RootCost (到根的距离)	20000	0
RootPort (根端口)	0/2	0
Designated (指定端口)	0/2	0/2

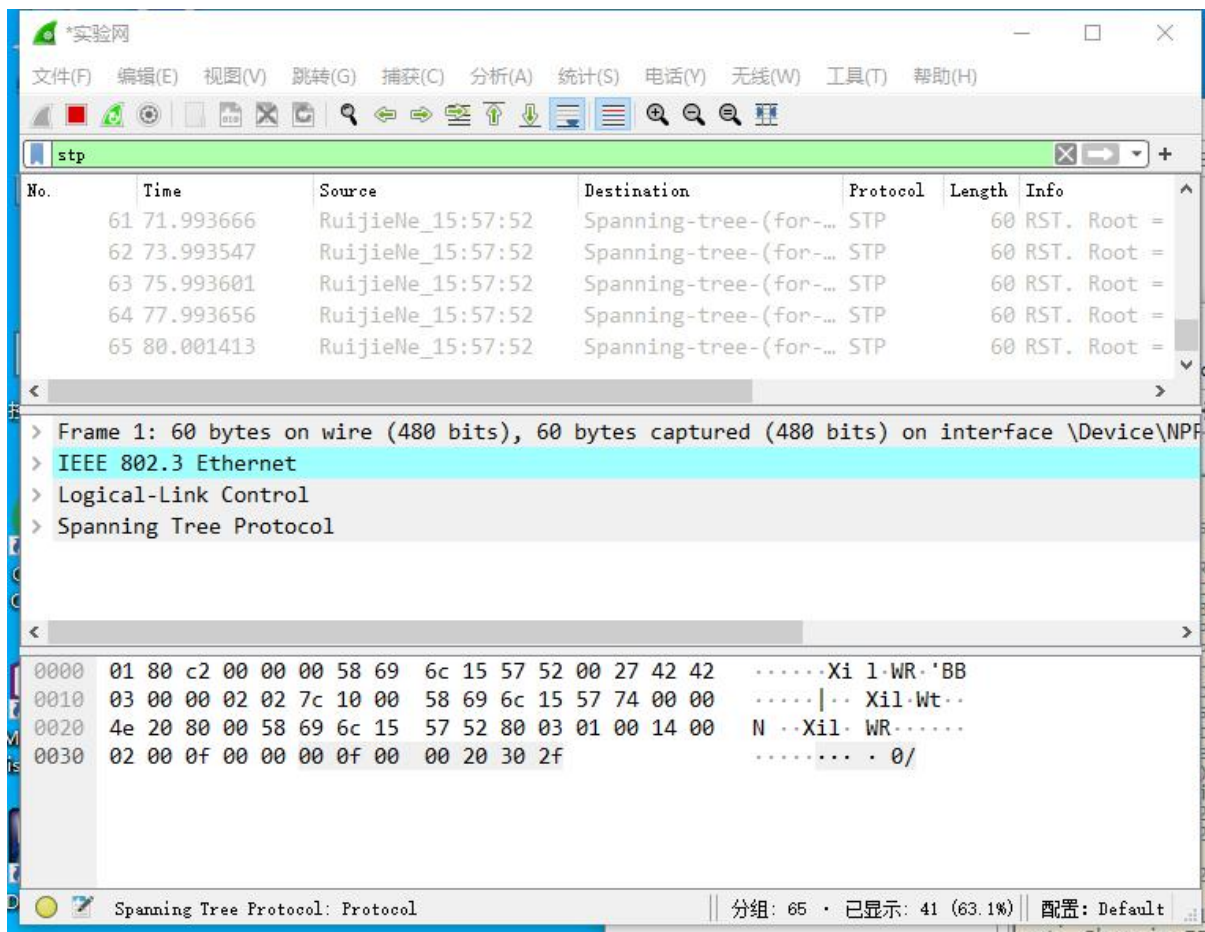
交换机 A 的根端口变为 0/2

(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 仍能互相 ping 通, 并观察 ping 的丢包情况。



	交换机 A	交换机 B
Priority（网桥优先权）	32768	4096
BridgeAddr（网桥 MAC 地址）	5869.6c15.5752	5869.6c15.5774
DesignatedRoot（根网桥 ID）	4096.5869.6c15.5774	4096.5869.6c15.5774
RootCost（到根的距离）	20000	0
RootPort（根端口）	0/2	0
Alternate（替换端口）	/	/

具体详见后文分析。



6. 实验思考

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

在实验开始产生广播风暴时，实验设备中存在环路，但是当开启生成树协议之后环路就不存在了。

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

冗余链路会引起 MAC 地址表不稳定和多帧复制问题，举例如下：

6.2.1 MAC 地址表不稳定

当 PC1 发送数据到 PC2 时，如果 switchA 和 switchB 也是刚刚启动，这时观察他们的 MAC 地址表就会发现，A、B 中都没有 PC2 的 MAC 地址。接收数据包之后，switchA 就会开始广播该数据包，同时把源 MAC 地址添加到 MAC 地址表，然后认为 PC1 在端口 0，同样地，在接收数据包后，switchB 也会广播数据包，并把源 MAC 地址添加到 MAC 地址表，然后认为 PC 在端口 0。但是当 switchA/B 在接受广播包之后又都 C1 会认为 P 在端口 1，这就造成了交换机 MAC 地址表的不稳定。

6.2.2 多帧复制

在冗余链路中出现广播风暴后，当 PC1 向 PC2 传输数据包时，如果两个交换机刚刚启动，这时他们的 MAC 地址表中没有 PC2 的地址，switchA 将会广播该数据包，switchB 收到 switchA 的广播包之后会发现自己的 MAC 地址表中没有 PC2 的地址，就会继续广播该数据包，一直循环下去这样一来 PC2 就会收到多个同样的数据包，从而造成多帧复制。

6.3 将实验改用 STP 协议，重点观察状态转换时间。

STP：不能快速迁移。即使是在点对点链路或边缘端口，也必须等待 2 倍的 forward delay 的时间延迟，网络才能收敛。

RSTP：IEEE Std 802.1w 定义，可以快速收敛，却存在以下缺陷：局域网内所有网桥共享一棵生



成树，不能按 vlan 阻塞冗余链路。

6.4 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？

广播风暴是指在一个环路的链路网络中，采用简单的洪泛（将接收到的帧转发到除接收端口外的所有端口）转发帧，将会造成帧在交换机中循环转发，帧流量被放大很多倍，从而造成的流量激增。

产生广播风暴最大原因是链路中存在环，所以使用 STP 或 RSTP 协议，使链路中环路消失，避免了流量被放大，从而使得广播风暴消失，因此在使用 STP 协议的此实验中，是没有网络风暴的。

【实验二】抓取生成树协议数据包，分析桥协议数据单元（BPDU）。

网桥协议数据单元（Bridge Protocol Data Unit）。是一种生成树协议问候数据包，它以可配置的间隔发出，用来在网络的网桥间进行信息交换。

当一个网桥开始变为活动时，它的每个端口都是每 2s（使用缺省定时值时）发送一个 BPDU。然而，如果一个端口收到另外一个网桥发送过来的 BPDU，而这个 BPDU 比它正在发送的 BPDU 更优，则本地端口会停止发送 BPDU。如果在一段时间（缺省为 20s）后它不再接收到邻居的更优的 BPDU，则本地端口会再次发送 BPDU。

1. 分析桥协议数据单元（BPDU）

2.1 BPDU 的任务：

- ✧ 选举根桥
- ✧ 确定冗余路径的位置
- ✧ 阻塞特定端口防止环路
- ✧ 通告网络的拓扑变更
- ✧ 监控生成树的状态

2.2 BPDU 类型 配置=0，TCN BPDU=80

信息寿命 从根桥发出 BPDU 之后的秒数，每经过一个网桥都递减 1，本质上是到达网桥的跳计数
标记域包括拓扑变化(TC)位，置位了就指明该 BPDU 是一个拓扑变化通告或拓扑变化确认(TCA)位

2.3 端口的不同状态：

- ✧ 阻塞（Block，默认 20s）：只监听流入的 BPDU
- ✧ 监听（Listen，默认 15s）：监听和发送 BPDU（根桥、根端口、指定端口等的选举在该阶段完成，如果接口没有成为 DP 则重新回到 Block）
- ✧ 学习（Learning，默认 15s）：监听和发送 BPDU，并且会在该接口上学习流入帧的 MAC 地址
- ✧ 转发： 监听和发送 BPDU，会在该接口上学习流入帧的 MAC 地址，接收和转发数据帧
- ✧ 禁用：不参与 STP，并且不能转发任何数据。

STP 定时器：

- ✧ Hello time(2s) 用于确定根交换机多长时间向其他的交换机广播一次配置 BPDU。
- ✧ Forward delay(15s) 监控每个端口在学习和监听状态上停留的时间
- ✧ Max Age(20s) 控制端口保存配置 BPDU 信息的最大时间



【实验三】在实验设备上查看 VLAN 生成树，并学会查看其它相关信息。

以交换机 B 为例

交换机 B

```
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 : 5869.6c15.5774
Priority : 4096
TimesinceTopologyChange : 0d:0h:14m:1s
TopologyChanges : 3
DesignatedRoot : 4096.5869.6c15.5774
RootCost : 0
RootPort : 0
switchB(config)#
```

- ✧ STP 版本: rstp
- ✧ STP 运行状态: 运行
- ✧ 最大生存时间: 20s
- ✧ 呼叫时间: 2s
- ✧ 转发延迟: 15s
- ✧ 网桥最大生存时间: 20s
- ✧ 网桥呼叫时间: 2s
- ✧ 网桥转发延迟: 15s
- ✧ 最大跳数: 20

端口 0/1

```
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 : 32768.5869.6c15.5752
PortDesignatedCost : 0
PortDesignatedBridge : 32768.5869.6c15.5752
PortDesignatedPortPriority : 128
PortDesignatedPort : 1
PortForwardTransitions : 2
PortAdminPathCost : 20000
PortOperPathCost : 20000
Inconsistent states : normal
PortRole : rootPort
```

- ✧ 链接类型: 点对点
- ✧ 端口状态: 转发
- ✧ 端口优先级: 128
- ✧ 端口角色: 根端口



```
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 : 32768.5869.6c15.5752
PortDesignatedCost : 0
PortDesignatedBridge :32768.5869.6c15.5752
PortDesignatedPortPriority : 128
PortDesignatedPort : 2
PortForwardTransitions : 0
PortAdminPathCost : 20000
PortOperPathCost : 20000
Inconsistent states : normal
PortRole : alternatePort
switchB(config)#
```

- ✧ 链接类型：点对点
- ✧ 端口状态：丢弃
- ✧ 端口优先级：128
- ✧ 端口角色：替换端口

【实验心得】

通过这次实验我们理解掌握了快速生成树协议的配置及原理，以及生成树协议选择根交换机、根节点、遇到故障切换链路的规则。

体会快速生成树协议使网络在有冗余链路的情况下避免环路、广播风暴现象的产生的作用。

经过上次实验的经验积累，这次试验我们小组有了更好的配合与默契。期间有出现每次通过网线将交换机与电脑相连使电脑都出现故障蓝屏重启的问题，询问老师之后，老师说有可能是交换机中有短路的情况，更换端口连接得到了解决。

为了体会快速生成树协议根交换机的选取规则，我们在发现一开始交换机 A 是根之后没有跟着书上的教程继续进行更改 A 的优先级，而是将交换机 B 的优先级改成了比 A 小的数，果然这时交换机 B 成了根交换机。

除此之外，我们还学习了桥协议数据单元（BPDU）的相关内容，以及 VLAN 生成树的重要信息查看，收获颇丰。

【自评】

学号	学生	自评分
19335112	李钰	99
19335134	林雁纯	99
19335156	毛羽翎	99