

# 浙江大学

## 本科实验报告

课程名称：	计算机网络基础
实验名称：	使用二层交换机组网
姓 名：	
学 院：	计算机学院
系：	计算机科学与技术
专 业：	计算机科学与技术
学 号：	
指导教师：	邱劲松

# 浙江大学实验报告

实验名称： 使用二层交换机组网 实验类型： 操作实验

同组学生： \_\_\_\_\_ 实验地点： 计算机网络实验室

## 一、 实验目的

1. 掌握交换机的工作原理、管理配置方法；
2. 掌握 VLAN 的工作原理、配置方法；
3. 掌握跨交换机的 VLAN Trunk 配置方法；
4. 掌握多个交换机的冗余组网、负载平衡的配置方法。

## 二、 实验内容

- 使用网线连接 PC，让 PC 彼此能够互相 Ping 通；
- 配置和管理交换机：使用 Console 线连接交换机，运行 Putty 等终端软件，对交换机进行配置；
- 通过 Telnet 远程管理交换机；
- 配置镜像端口，用 Wireshark 软件抓取交换机各端口的数据；
- 配置 VLAN Access 端口和 VLAN Trunk 端口；
- 配置交换机的冗余备份；
- 配置交换机的负载均衡。

## 三、 主要仪器设备

PC 机、路由器、交换机、Console 连接线、直联网络线、交叉网络线。

## 四、 操作方法与实验步骤

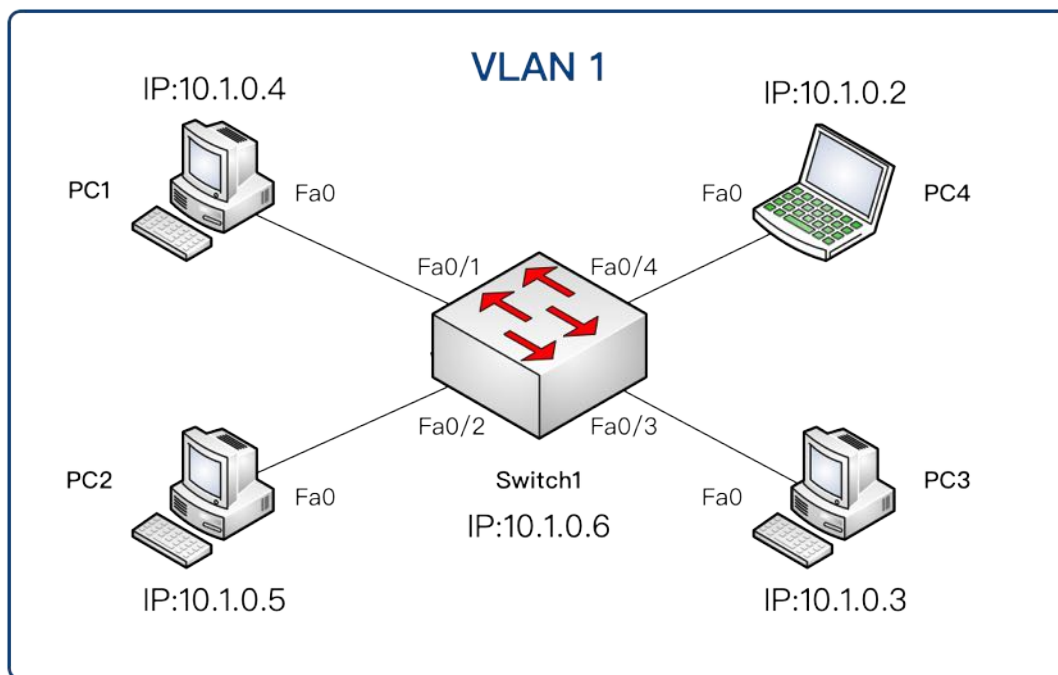
略

## 五、 实验数据记录和处理

### ----- Part 1 -----

1. 在实验拓扑图上标记交换机的 IP 地址、PC 的 IP 地址及所属 VLAN、交换机的与 PC 的连接端口）

拓扑图参考，请替换成实际使用的：



2. 找一台有串口的 PC 机和一根串口控制线，将控制线的一头连接交换机的 Console 口，另一头连接 PC 机的串口。

在 PC 机上运行 Putty 软件，选择 Serial 方式，默认为 9600, COM1。按两下回车，检查是否已经连上交换机。并输入 `enable` 命令进入到特权模式。如果有密码，请参考第四章的第 4 小节进行密码清除。

输入命令 `show version` 查看当前交换机型号信息并记录：

设备型号： Cisco WS-C2950-24 ， IOS 软件版本： 12.1(20)EA1a ，

软件映像文件名： flash:/c2950.bin ， 端口数量： 24 。

3. 输入命令 `show flash:` 查看当前文件系统的内容：

截图参考（此处应替换成实际截获的数据）：

```
Switch#show flash:
Directory of flash:/

 2  -rw-      1176   Mar 1 1993 01:04:48 +00:00  y
 3  -rw-    3036032   Jan 1 1970 04:27:02 +00:00  c2950.bin
 4  -rw-      636   Mar 1 1993 01:39:51 +00:00  vlan.dat
 5  -rw-     1219   Mar 1 1993 01:23:30 +00:00  config.text.renamed
 6  -rw-     1231   Mar 1 1993 00:03:06 +00:00  config.0
 7  -rw-      110   Mar 1 1993 00:02:04 +00:00  info
 8  drwx     2688   Mar 1 1993 00:07:25 +00:00  html
90  -rw-      110   Mar 1 1993 00:08:09 +00:00  info.ver
91  -rw-     1208   Mar 1 1993 01:09:53 +00:00  config.1
92  -rw-     1223   Mar 1 1993 00:02:25 +00:00  config.old
93  -rw-     1187   Mar 1 1993 02:59:50 +00:00  running-config
94  -rw-     1223   Mar 1 1993 00:03:18 +00:00  config.2
95  -rw-     1169   Mar 1 1993 00:06:04 +00:00  abc
96  -rw-     1816   Mar 1 1993 00:44:53 +00:00  vlan.da_
97  -rw-      394   Jan 1 1970 01:36:44 +00:00  env_vars
98  -rw-     1211   Mar 1 1993 00:29:22 +00:00  config.text
99  -rw-        5   Mar 1 1993 01:23:30 +00:00  private-config.text.renamed
100 -rw-        5   Mar 1 1993 00:29:22 +00:00  private-config.text

7741440 bytes total (1591808 bytes free)
```

- 显示交换机的 VLAN 数据（命令 `show vlan`），所有的端口应该都属于 VLAN 1。（如果存在其他 VLAN，先通过命令 `no vlan id` 删除）

截图参考（此处应替换成实际截获的数据）：

```
Switch#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
2  VLAN0002              active
1002 fddi-default          act/unsup
1003 trcrf-default        act/unsup
1004 fddinet-default       act/unsup
1005 trbrf-default         act/unsup

VLAN Type  SAID      MTU   Parent RingNo BridgeNo Stp  BrdgMode Trans1 Trans2
-----
1  enet    100001    1500  -      -      -      -    -        0      0
2  enet    100002    1500  -      -      -      -    -        0      0
1002 fddi    101002    1500  -      -      -      -    -        0      0
1003 trcrf  101003    4472  1005   3276   -      -    srb       0      0
1004 fdnet  101004    1500  -      -      -      -    ieee     0      0
1005 trbrf  101005    4472  -      -      15     -    ibm       0      0
```

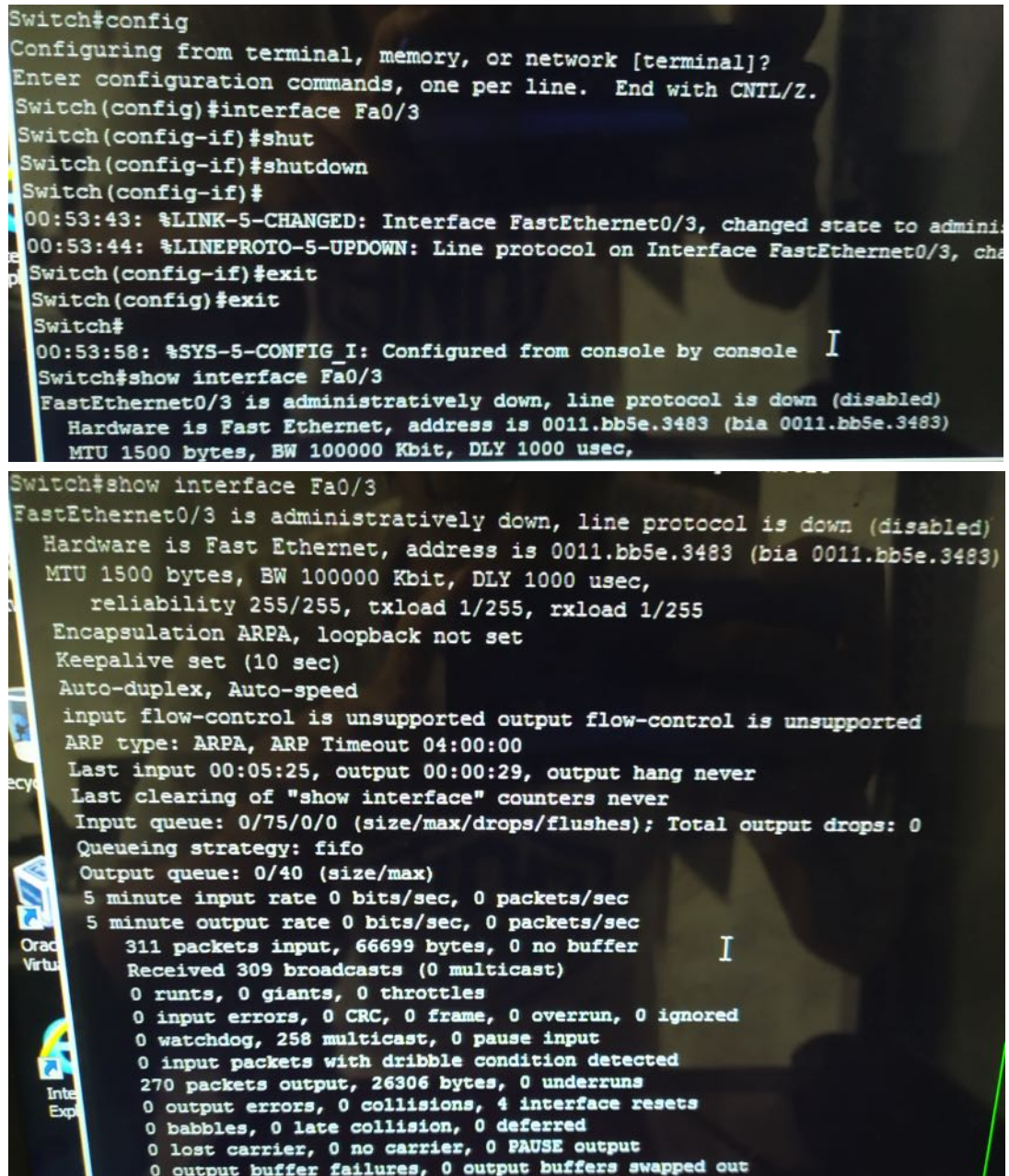
- 用直连网线（straight through）将 PC 按照前述拓扑结构连接到交换机。然后给各 PC 配置 IP 地址，并用 Ping 检查各 PC 之间的联通性，确保都能 Ping 通，否则请检查网线连接。

手工关闭某端口（命令：`shutdown`），输入命令查看该端口状态（命令：`show interface`



端口号，如 `show interface e0/1`），在其他 PC 上使用 Ping 命令检测连接在该端口的 PC 是否能够联通。

命令输出截图：



```
Switch#config
Configuring from terminal, memory, or network [terminal]?
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#interface Fa0/3
Switch(config-if)#shut
Switch(config-if)#shutdown
Switch(config-if)#
00:53:43: %LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/3, changed state to admini
00:53:44: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/3, cha
Switch(config-if)#exit
Switch(config)#exit
Switch#
00:53:58: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console I
Switch#show interface Fa0/3
FastEthernet0/3 is administratively down, line protocol is down (disabled)
Hardware is Fast Ethernet, address is 0011.bb5e.3483 (bia 0011.bb5e.3483)
MTU 1500 bytes, BW 100000 Kbit, DLY 1000 usec,
    reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
Encapsulation ARPA, loopback not set
Keepalive set (10 sec)
Auto-duplex, Auto-speed
input flow-control is unsupported output flow-control is unsupported
ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00
Last input 00:05:25, output 00:00:29, output hang never
Last clearing of "show interface" counters never
Input queue: 0/75/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output drops: 0
Queueing strategy: fifo
Output queue: 0/40 (size/max)
  5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
  5 minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
    311 packets input, 66699 bytes, 0 no buffer
    Received 309 broadcasts (0 multicast)
      0 runts, 0 giants, 0 throttles
      0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored
      0 watchdog, 258 multicast, 0 pause input
      0 input packets with dribble condition detected
    270 packets output, 26306 bytes, 0 underruns
      0 output errors, 0 collisions, 4 interface resets
      0 babbles, 0 late collision, 0 deferred
      0 lost carrier, 0 no carrier, 0 PAUSE output
      0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out
```

Ping 结果截图：

```
C:\Windows\system32>ping 10.1.0.3
正在 Ping 10.1.0.3 具有 32 字节的数据:
WiresControl-C
^C
C:\Windows\system32>ping 10.1.0.3
正在 Ping 10.1.0.3 具有 32 字节的数据:
来自 10.1.0.4 的回复: 无法访问目标主机。

10.1.0.3 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 1, 已接收 = 1, 丢失 = 0 (0% 丢失),
Control-C
^C
```

6. 重新打开该端口 (命令: `no shutdown`), 输入命令查看交换机上端口状态。使用 Ping 命令检测连接在该端口的 PC 是否能够联通。

命令输出截图:

```
Switch(config)#interface Fa0/3
Switch(config-if)#no shut
Switch(config-if)#exit
01:16:57: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/3, changed state to up
Switch(config)#ex
01:17:01: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/3,
Switch#
01:17:03: %SYS-5-CONFIG I: Configured from console by console
rs C:\Users\Administrator> ping 10.1.0.3
```

```
Switch#show interface Fa0/3
FastEthernet0/3 is up, line protocol is up (connected)
Hardware is Fast Ethernet
```

Ping 结果截图:

```
Pinging 10.1.0.3 with 32 bytes of data:
Reply from 10.1.0.3: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 10.1.0.3: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 10.1.0.3: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 10.1.0.3: bytes=32 time<1ms TTL=128

Ping statistics for 10.1.0.3:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms
PS C:\Users\Administrator> ping 10.1.0.4
```



```
C:\Users\cszju>ping 10.1.0.3

正在 Ping 10.1.0.3 具有 32 字节的数据:
来自 10.1.0.5 的回复: 无法访问目标主机。
来自 10.1.0.5 的回复: 无法访问目标主机。
来自 10.1.0.5 的回复: 无法访问目标主机。
来自 10.1.0.5 的回复: 无法访问目标主机。

10.1.0.3 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 丢失 = 0 (0% 丢失),
```

7. 进入 VLAN1 接口配置模式 (命令: `interface vlan 1`), 给 VLAN 1 配置 IP 地址即是给交换机配置管理 IP 地址 (命令: `ip address 地址 掩码`)。测试 PC 是否能 Ping 通交换机的 IP 地址; 如果不通, 查看 VLAN 1 端口的状态是否是 up, 如果不是, 则打开 VLAN 端口 (`no shutdown`)。

输入的命令:

`interface vlan 1`

`ip address 10.1.0.6 255.0.0.0`

```
C:\Users\cszju>ping 10.1.0.6

正在 Ping 10.1.0.6 具有 32 字节的数据:
来自 10.1.0.6 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=255
来自 10.1.0.6 的回复: 字节=32 时间=2ms TTL=255
来自 10.1.0.6 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=255
来自 10.1.0.6 的回复: 字节=32 时间=2ms TTL=255

10.1.0.6 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 = 1ms, 最长 = 2ms, 平均 = 1ms
```

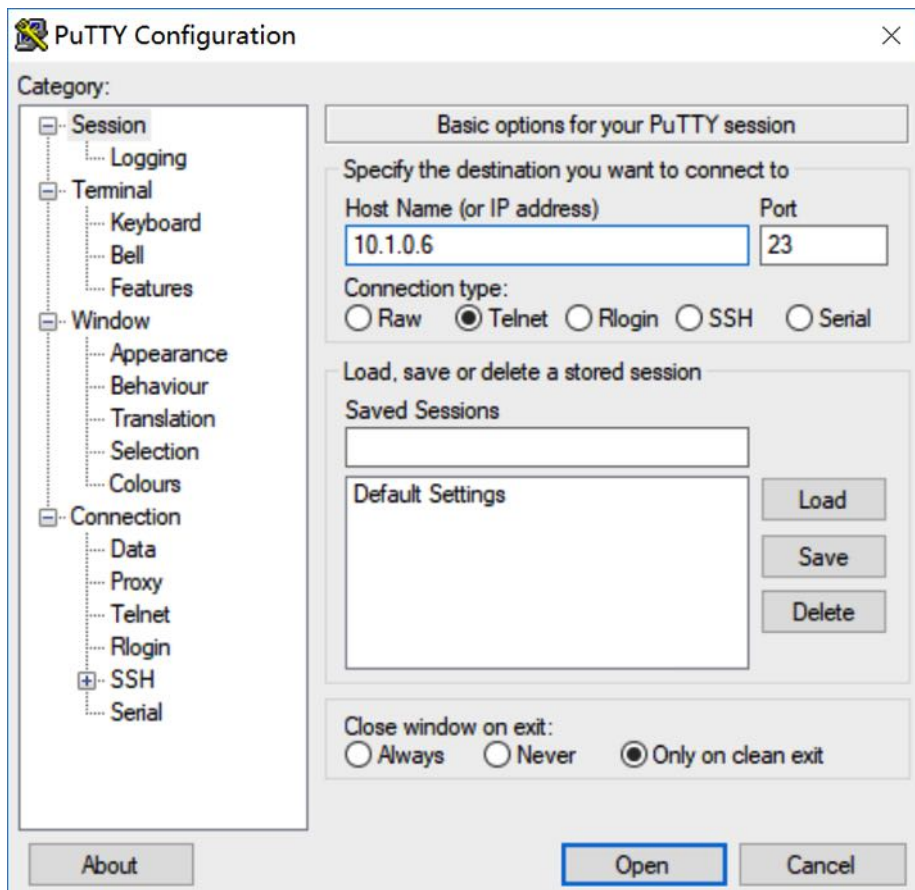
8. 输入以下命令: 打开虚拟终端 (命令 `line vty 0 4`), 允许远程登录 (命令: `login`), 设置登密码 (命令: `password 密码`)

命令截图:

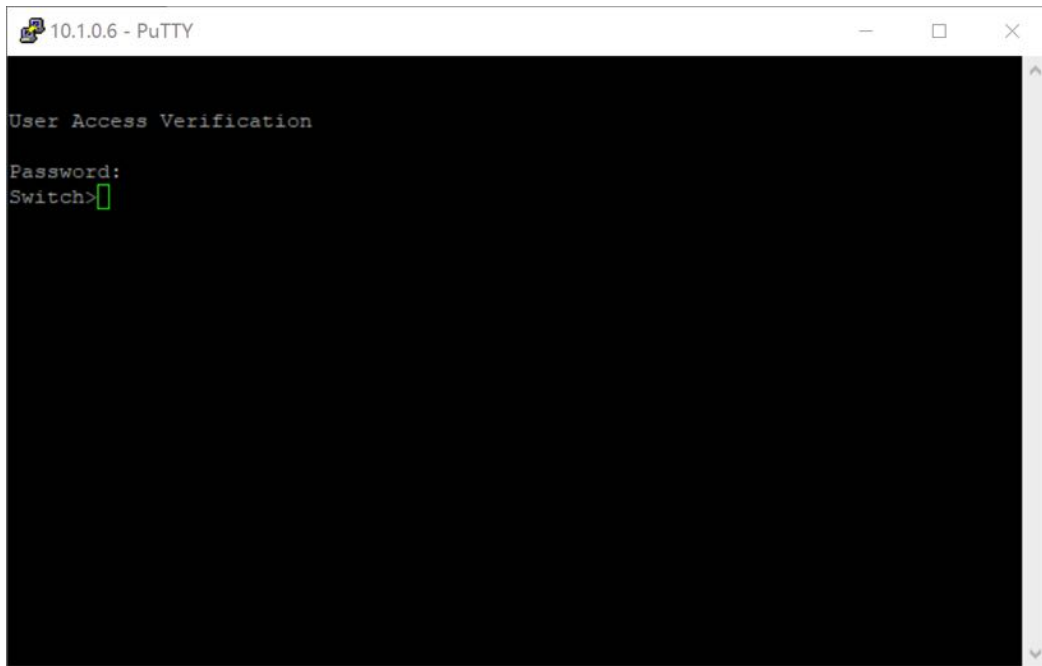
```
Switch#config
Configuring from terminal, memory, or network
Enter configuration commands, one per line.
Switch(config)#
Switch(config)#line vty 0 4
Switch(config-line)#login
Switch(config-line)#password 123456
Switch(config-line)#
```

9. 在 PC 上运行 Putty 软件，选择 telnet 协议，输入交换机的 IP 地址，通过网络远程连接交换机，并输入密码。

连接成功的截图：

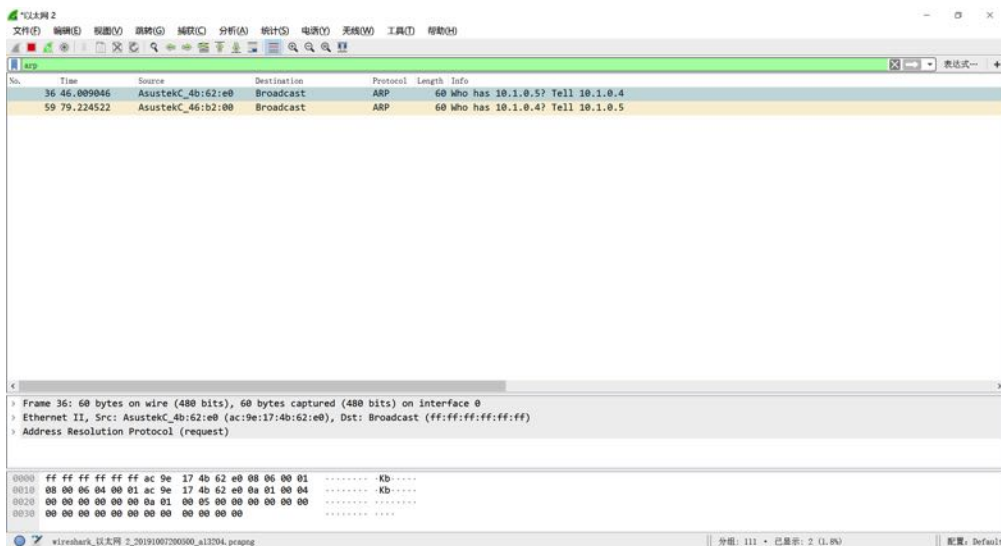


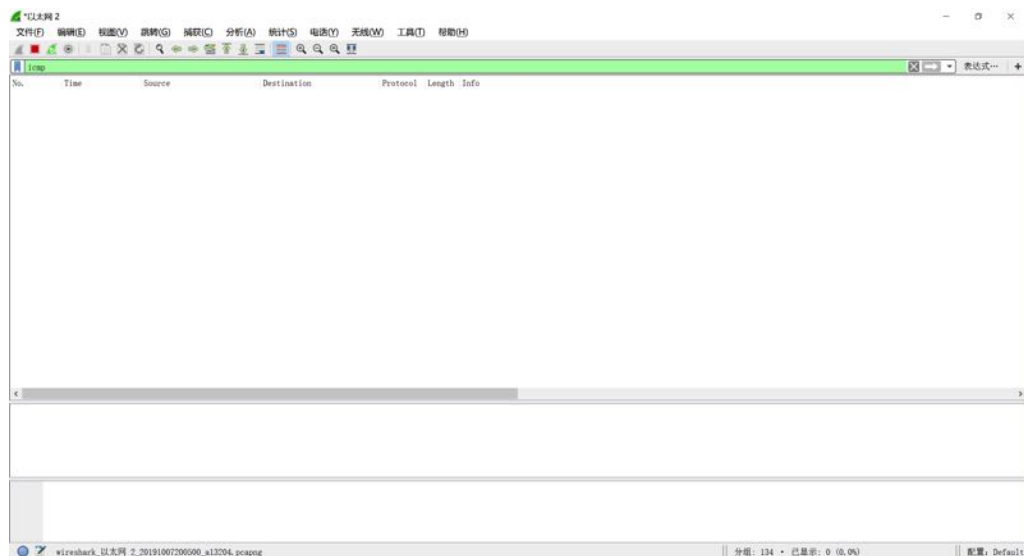




- 在 PC1 上运行 Wireshark，在另外 2 台（PC2、PC3）上互相持续的 Ping（运行“ping IP 地址 -t”），观察在 PC1 上是否能抓取到 PC2 和 PC3 发出的 ARP 广播包以及 ICMP 响应包。如果不能抓取到 PC2、PC3 发送的 ARP 广播包，在 PC2、PC3 上先运行“arp -d \*”删除所有主机的 ARP 缓存。正常情况下，ICMP 响应包是不能被抓取到的。

抓包截图：





11. 选择一个交换机端口配置为镜像端口（命令：`monitor session 1 destination interface` 端口），将 PC1 的网线切换到该端口，将 PC2 和 PC3 所连端口配置为被镜像端口（命令：`monitor session 1 source interface` 端口）。继续运行 Wireshark，观察在 PC1 上是否能抓取到 PC2 和 PC3 的 ICMP 响应包。

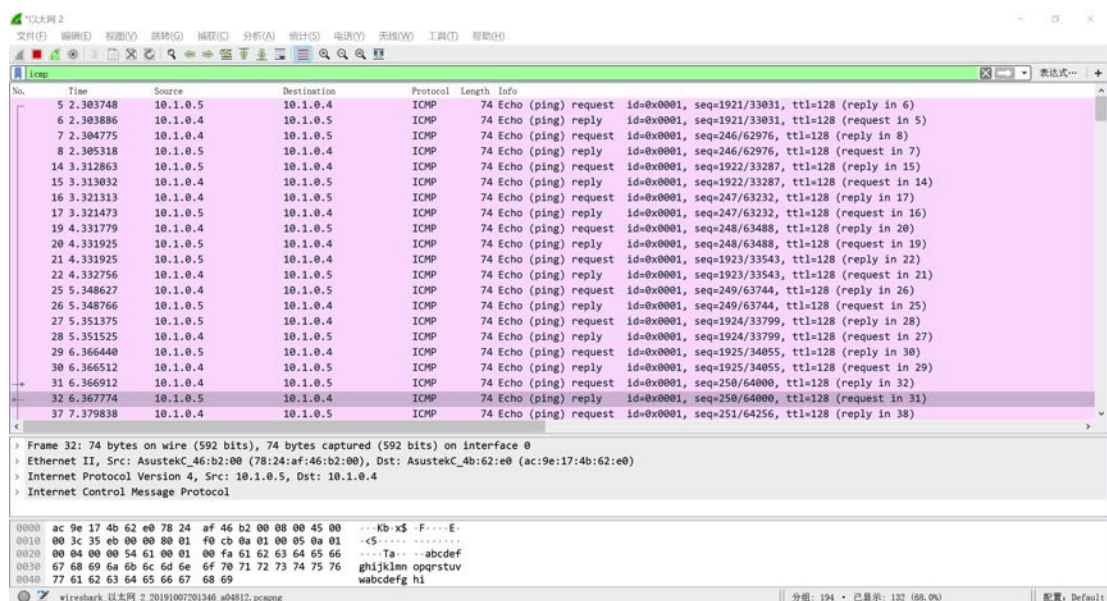
输入的命令：

`monitor session 1 destination interface Fa0/9`

`monitor session 1 source interface Fa0/10`

`monitor session 1 source interface Fa0/11`

抓包截图：



12. 关闭 PC1 端口的镜像功能（命令：no monitor session 1 destination interface 端口），否则该端口不能正常收发数据。

输入的命令：

```
no monitor session 1 destination interface Fa0/9
```

13. 在交换机上增加 VLAN 2（命令：vlan database 或 config terminal, vlan 2），将 PC3、PC4 所连端口加入到 VLAN 2（命令：interface 端口, switchport access vlan 2）。用 Ping 检查 PC 之间的联通性（同一 VLAN 的 PC 之间能够通，不同 VLAN 的 PC 之间不能通）。

输入的命令：

```
config terminal
```

```
vlan 2
```

```
interface Fa0/10
```

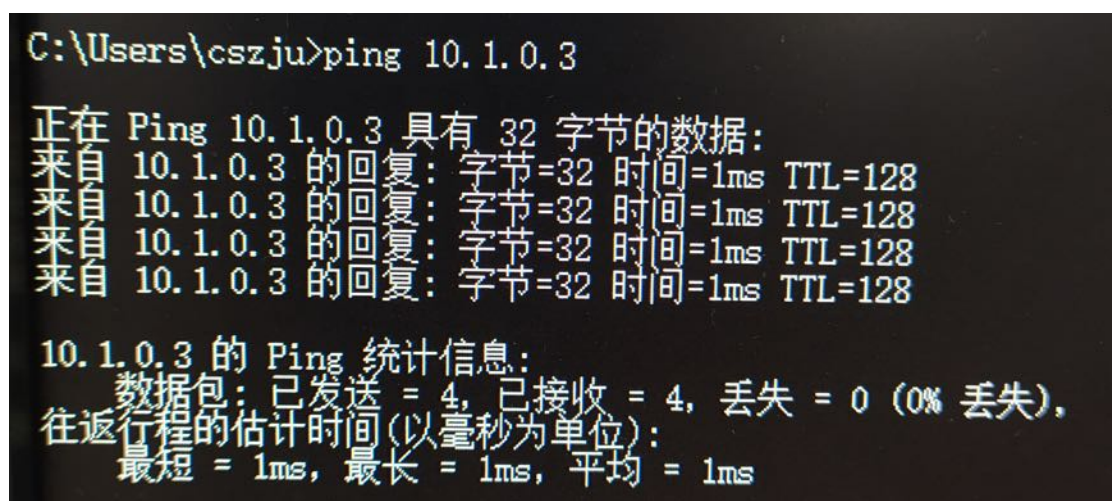
```
switchport access vlan 2
```

```
interface Fa0/11
```

```
switchport access vlan 2
```

联通性检测截图：

PC1→PC2



```
C:\Users\cszju>ping 10.1.0.3

正在 Ping 10.1.0.3 具有 32 字节的数据:
来自 10.1.0.3 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=128
来自 10.1.0.3 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=128
来自 10.1.0.3 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=128
来自 10.1.0.3 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=128

10.1.0.3 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 = 1ms, 最长 = 1ms, 平均 = 1ms
```

PC1→PC3

```
C:\Users\cszju>ping 10.1.0.4
```

```
正在 Ping 10.1.0.4 具有 32 字节的数据:  
来自 10.1.0.5 的回复: 无法访问目标主机。  
来自 10.1.0.5 的回复: 无法访问目标主机。  
来自 10.1.0.5 的回复: 无法访问目标主机。  
来自 10.1.0.5 的回复: 无法访问目标主机。
```

```
10.1.0.4 的 Ping 统计信息:  
数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 丢失 = 0 (0% 丢失),
```

PC4→PC2

```
C:\Windows\system32>ping 10.1.0.3
```

```
正在 Ping 10.1.0.3 具有 32 字节的数据:  
来自 10.1.0.4 的回复: 无法访问目标主机。  
来自 10.1.0.4 的回复: 无法访问目标主机。  
来自 10.1.0.4 的回复: 无法访问目标主机。  
来自 10.1.0.4 的回复: 无法访问目标主机。
```

```
10.1.0.3 的 Ping 统计信息:  
数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 丢失 = 0 (0% 丢失),  
C:\Windows\system32>
```

PC4→PC3

```
管理员: 命令提示符
```

```
C:\Windows\system32>ping 10.1.0.5
```

```
正在 Ping 10.1.0.5 具有 32 字节的数据:  
来自 10.1.0.5 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=128  
来自 10.1.0.5 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128  
来自 10.1.0.5 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128  
来自 10.1.0.5 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
```

```
10.1.0.5 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 = 1ms, 平均 = 0ms  
C:\Windows\system32>
```



14. 查看交换机上的运行配置（命令 `show running-config`），复制粘贴本节相关的文本。

运行配置文本：

```
Switch#show running-config
Building configuration...

Current configuration : 1321 bytes
!
version 12.1
no service pad
service timestamps debug uptime
service timestamps log uptime
no service password-encryption
!
hostname Switch
!
enable secret 5 $1$skS9$xRlPxmZf4isixYvzvvykA6.
enable password 123
!
ip subnet-zero
!
!
spanning-tree mode pvst
no spanning-tree optimize bpdu transmission
spanning-tree extend system-id
!
!
!
!
interface FastEthernet0/1
!
interface FastEthernet0/2
!
interface FastEthernet0/3
!
interface FastEthernet0/4
!
interface FastEthernet0/5
!
interface FastEthernet0/6
!
interface FastEthernet0/7
!
interface FastEthernet0/8
```

```
!  
interface FastEthernet0/9  
!  
interface FastEthernet0/10  
    switchport access vlan 2  
!  
interface FastEthernet0/11  
    switchport access vlan 2  
!  
interface FastEthernet0/12  
!  
interface FastEthernet0/13  
!  
interface FastEthernet0/14  
!  
interface FastEthernet0/15  
!  
interface FastEthernet0/16  
!  
interface FastEthernet0/17  
!  
interface FastEthernet0/18  
!  
interface FastEthernet0/19  
!  
interface FastEthernet0/20  
!  
interface FastEthernet0/21  
!  
interface FastEthernet0/22  
!  
interface FastEthernet0/23  
!  
interface FastEthernet0/24  
!  
interface Vlan1  
    ip address 10.1.0.6 255.0.0.0  
    no ip route-cache  
!  
ip http server  
!  
line con 0  
    exec-timeout 0 0  
line vty 0 4
```

```

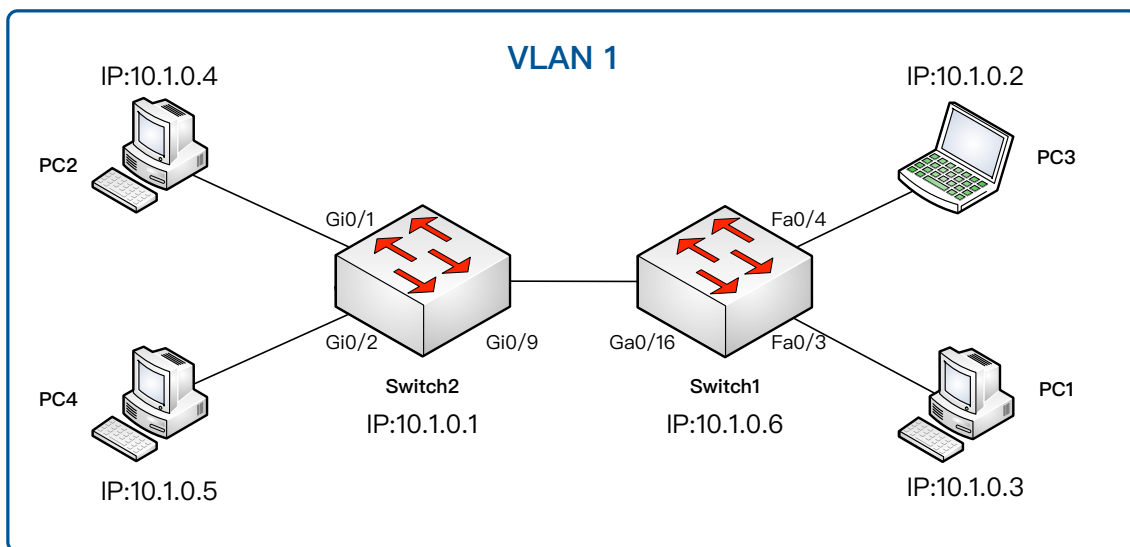
password 123456
login
line vty 5 15
password 123
login
!
!
!
monitor session 1 source interface Fa0/10 - 11
end

```

## ----- Part 2 -----

15. 增加一台交换机(Switch2), 将 PC2、PC4 连接到该交换机, 并用一根交叉网线(Cross-over) 将两个交换机连接起来。在拓扑图上记录各 PC 的 IP 地址、连接端口及所在 VLAN:

拓扑图参考, 请替换成实际使用的:



在 Switch2 上增加 VLAN 2, 将 PC4 所连端口加入到 VLAN 2。用 Ping 检查不同交换机上属于同一 VLAN 的 PC 之间的联通性 (即 PC1 与 PC2 应该通, PC3 与 PC4 不能通)。然后显示 2 个交换机的 VLAN 数据 (命令 `show vlan`)

Switch1 的 vlan 数据:

Switch#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, Fa0/12, Fa0/13, Fa0/14 Fa0/15, Fa0/17, Fa0/18, Fa0/19 Fa0/20, Fa0/21, Fa0/22, Fa0/23 Fa0/24
2 VLAN0002	active	Fa0/10, Fa0/11
1002 fddi-default	act/unsup	
1003 trcrf-default	act/unsup	
1004 fddinet-default	act/unsup	
1005 trbrf-default	act/unsup	

Switch2 的 vlan 数据: (拍成了添加 Gi0/2 到 Vlan 2 之前的图)

10.1.0.1>show vlan

VLAN Name	Status	Ports
1 default	active	Gi0/1, Gi0/2, Gi0/3, Gi0/4 Gi0/5, Gi0/6, Gi0/7, Gi0/8 Gi0/9, Gi0/10, Gi0/11, Gi0/12
2 VLAN0002	active	
1002 fddi-default	act/unsup	
1003 trcrf-default	act/unsup	
1004 fddinet-default	act/unsup	
1005 trbrf-default	act/unsup	

VLAN	Type	SAID	MTU	Parent	RingNo	BridgeNo	Stp	BrdgMode	Trans1	Trans2
1	enet	100001	1500	-	-	-	-	-	0	0
2	enet	100002	1500	-	-	-	-	-	0	0
1002	fddi	101002	1500	-	-	-	-	-	0	0
1003	trcrf	101003	4472	1005	3276	-	-	srb	0	0
1004	fdnet	101004	1500	-	-	-	-	ieee	0	0
1005	trbrf	101005	4472	-	-	15	-	ibm	0	0

VLAN	AREHops	STEHops	Backup	CRF
1003	0	0	off	

Remote SPAN VLANs

联通性检测截图:

PC1→PC2



```
C:\Windows\system32>ping 10.1.0.4

正在 Ping 10.1.0.4 具有 32 字节的数据:
来自 10.1.0.4 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 10.1.0.4 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 10.1.0.4 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 10.1.0.4 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

10.1.0.4 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
```

PC3→PC4

```
C:\Windows\system32>ping 10.1.0.5

正在 Ping 10.1.0.5 具有 32 字节的数据:
请求超时。
请求超时。
请求超时。
请求超时。

10.1.0.5 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 0, 丢失 = 4 (100% 丢失),
```

16. 将交换机之间的互联端口配置为 VLAN Trunk 模式（命令：switchport mode trunk，部分型号的设备可能要先设置封装协议，命令：switchport trunk encapsulation dot1q），再次用 Ping 检查属于同一 VLAN 但在不同交换机的 PC 之间的连通性（即 PC1 与 PC2 应该通，PC3 与 PC4 也应该通）。

输入的命令：

config terminal

interface Fa0/16 （另一台交换机是 interface Gi 0/9）

switchport mode trunk

连通性检测截图：

PC1→PC2

```
C:\Users\cszju>ping 10.1.0.4

正在 Ping 10.1.0.4 具有 32 字节的数据:
来自 10.1.0.4 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=128
来自 10.1.0.4 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=128
来自 10.1.0.4 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=128
来自 10.1.0.4 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=128

10.1.0.4 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 = 1ms, 最长 = 1ms, 平均 = 1ms
```

PC3→PC4

```
C:\Windows\system32>ping 10.1.0.5

正在 Ping 10.1.0.5 具有 32 字节的数据:
来自 10.1.0.5 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=128
来自 10.1.0.5 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 10.1.0.5 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 10.1.0.5 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

10.1.0.5 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 = 1ms, 平均 = 0ms
```

17. 再增加一根网线，把 2 个交换机的另外 2 个端口连接起来。并将这 2 个端口都配置成 VLAN Trunk 模式。稍等片刻，查看 4 个互联端口的状态（命令：[show spanning-tree](#)），分别在 2 个 VLAN 中标出：哪个交换机是根网桥？哪些端口处于转发状态（FWD），哪些端口处于阻塞状态（BLK）。

Spanning-tree 数据截图示例（请替换成实际显示的）：

# **VLAN0001**

Spanning tree enabled protocol rstp

Root ID      Priority      32769  
             Address      0011.bb5e.3480  
             Cost          19  
             Port          10 (GigabitEthernet0/10)  
             Hello Time    2 sec    Max Age 20 sec    Forward Delay 15 sec

Bridge ID    Priority      32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)  
             Address      2c01.b570.1080  
             Hello Time    2 sec    Max Age 20 sec    Forward Delay 15 sec  
             Aging Time    300 sec

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Gi0/2	Desg	LRN	4	128.2	P2p
Gi0/9	Altn	BLK	19	128.9	P2p Peer (STP)
Gi0/10	Root	FWD	19	128.10	P2p Peer (STP)

# **VLAN0002**

Spanning tree enabled protocol rstp

Root ID      Priority      32770  
             Address      0011.bb5e.3480  
             Cost          19  
             Port          10 (GigabitEthernet0/10)  
             Hello Time    2 sec    Max Age 20 sec    Forward Delay 15 sec

Bridge ID    Priority      32770 (priority 32768 sys-id-ext 2)  
             Address      2c01.b570.1080  
             Hello Time    2 sec    Max Age 20 sec    Forward Delay 15 sec  
             Aging Time    300 sec

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Gi0/1	Desg	FWD	4	128.1	P2p
Gi0/9	Altn	BLK	19	128.9	P2p Peer (STP)
Gi0/10	Root	FWD	19	128.10	P2p Peer (STP)



```
VLAN0001
Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID    Priority    32769
           Address    0011.bb5e.3480
           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    0011.bb5e.3480
           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
Fa0/5     Desg FWD 19  128.5  P2p
Fa0/9     Desg FWD 19  128.9  P2p
Fa0/15    Desg FWD 19  128.15 P2p
Fa0/16    Desg FWD 19  128.16 P2p

VLAN0002
Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID    Priority    32770
           Address    0011.bb5e.3480
           This bridge is the root
           Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

Bridge ID  Priority    32770 (priority 32768 sys-id-ext 2)
           Address    0011.bb5e.3480
           Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
           Aging Time  300

Interface Role Sts Cost Prio.Nbr Type
-----
Fa0/15    Desg FWD 19  128.15 P2p
Fa0/16    Desg FWD 19  128.16 P2p
```

18. 关闭 2 个 VLAN 的 STP（命令：`no spanning-tree vlan ID`），观察两个交换机的端口状态指示灯（急速闪动），并在 PC 上用 Ping 测试网络的延迟是否加大（甚至可能出现超时或丢包）。

Ping 结果截图：

```
C:\Windows\system32>ping 10.1.0.3

正在 Ping 10.1.0.3 具有 32 字节的数据:
请求超时。
请求超时。
请求超时。
请求超时。

10.1.0.3 的 Ping 统计信息:
数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 0, 丢失 = 4 (100% 丢失),
```



```
C:\Users\dydxh>ping 10.1.0.4

正在 Ping 10.1.0.4 具有 32 字节的数据:
请求超时。
请求超时。
请求超时。
请求超时。

10.1.0.4 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 0, 丢失 = 4 (100% 丢失),
```

19. 重新打开 2 个 VLAN 的 STP（命令：spanning-tree vlan ID），观察两个交换机的端口状态指示灯（缓慢闪动），并在 PC 上用 Ping 测试网络的延迟是否恢复正常。

Ping 结果截图：

```
C:\Windows\system32>ping 10.1.0.3

正在 Ping 10.1.0.3 具有 32 字节的数据:
来自 10.1.0.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 10.1.0.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 10.1.0.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 10.1.0.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

10.1.0.3 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
```

20. 拔掉连接在 2 个处于 FWD 状态端口之间的网线，等待一会儿，查看 4 个互联端口的状态（命令：show spanning-tree）（有些端口可能已经消失）。标出原 BLK 状态的端口是否变成了 FWD 状态。

Spanning-tree 数据截图（分交换机显示）：

10.1.0.1#show spanning-tree

VLAN0001

Spanning tree enabled protocol rstp

Root ID      Priority      32769  
Address      0011.bb5e.3480  
Cost          19  
Port          9 (GigabitEthernet0/9)  
Hello Time    2 sec    Max Age 20 sec    Forward Delay 15 sec

Bridge ID    Priority      32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)  
Address      2c01.b570.1080  
Hello Time    2 sec    Max Age 20 sec    Forward Delay 15 sec  
Aging Time   300 sec

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Gi0/2	Desg	FWD	4	128.2	P2p
Gi0/9	Root	FWD	19	128.9	P2p Peer(STP)

VLAN0002

Spanning tree enabled protocol rstp

Root ID      Priority      32770  
Address      0011.bb5e.3480  
Cost          19  
Port          9 (GigabitEthernet0/9)  
Hello Time    2 sec    Max Age 20 sec    Forward Delay 15 sec

Bridge ID    Priority      32770 (priority 32768 sys-id-ext 2)  
Address      2c01.b570.1080  
Hello Time    2 sec    Max Age 20 sec    Forward Delay 15 sec  
Aging Time   300 sec

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Gi0/1	Desg	FWD	4	128.1	P2p
Gi0/9	Root	FWD	19	128.9	P2p Peer(STP)

```
VLAN0001
Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID    Priority    32769
           Address    0011.bb5e.3480
           This bridge is the root
           Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15
           Aging Time  300

Bridge ID   Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
           Address    0011.bb5e.3480
           Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 s
           Aging Time  300

Interface   Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Fa0/1       Desg FWD 19        128.1   P2p
Fa0/5       Desg FWD 19        128.5   P2p
Fa0/9       Desg FWD 19        128.9   P2p
Fa0/16      Desg FWD 19        128.16  P2p

VLAN0002
Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID    Priority    32770
           Address    0011.bb5e.3480
           This bridge is the root
           Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
           Aging Time  300

Bridge ID   Priority    32770 (priority 32768 sys-id-ext 2)
           Address    0011.bb5e.3480
           Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
           Aging Time  300

Interface   Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Fa0/16      Desg FWD 19        128.16  P2p
```

21. 配置 2 个交换机的互联端口优先级(默认优先级 128)，使 VLAN1 的数据优先通过第 1 对互联端口传送（命令：interface 端口，spanning-tree vlan 1 port-priority 16）。使 VLAN2 的数据优先通过第 2 对互联端口传送（命令：interface 端口，spanning-tree vlan 2 port-priority 16）。此处只记录 2 个交换机各自所使用的命令及参数即可。

输入的命令：

Switch1:

```
config
interface Fa0/1
spanning-tree vlan 1 port-priority 16
interface Fa0/9
spanning-tree vlan 2 port-priority 16
```

Switch2:

config

interface Gi0/1

spanning-tree vlan 2 port-priority 16

interface Gi0/2

spanning-tree vlan 1 port-priority 16

22. 拔掉剩下的 1 根连接互联端口的网线，稍后 2 根网线重新插上，等待一会儿，查看 4 个互联端口的状态，分别在 2 个 VLAN 中标出:各端口的优先级，哪些端口处于转发状态，哪些端口处于阻塞状态。

Spanning-tree 数据截图（分交换机显示）:

```
10.1.0.1#show spanning-tree

VLAN0001
Spanning tree enabled protocol rstp
Root ID    Priority    32769
Address    0011.bb5e.3480
Cost       19
Port       10 (GigabitEthernet0/10)
Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec

Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
Address    2c01.b570.1080
Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
Aging Time 300 sec

Interface   Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Gi0/2       Desg FWD 4        16.2     P2p
Gi0/9       Altn BLK 19       128.9    P2p Peer(STP)
Gi0/10      Root FWD 19       128.10   P2p Peer(STP)

I

VLAN0002
Spanning tree enabled protocol rstp
Root ID    Priority    32770
Address    0011.bb5e.3480
Cost       19
Port       10 (GigabitEthernet0/10)
Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec

Bridge ID  Priority    32770 (priority 32768 sys-id-ext 2)
Address    2c01.b570.1080
Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
Aging Time 300 sec

Interface   Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Gi0/1       Desg FWD 4        16.1     P2p
Gi0/9       Altn BLK 19       128.9    P2p Peer(STP)
Gi0/10      Root FWD 19       128.10   P2p Peer(STP)
```



```
VLAN0001
Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID    Priority    32769
           Address     0011.bb5e.3480
           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     0011.bb5e.3480
           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        16.1    P2p
Fa0/5      Desg FWD 19        128.5   P2p
Fa0/9      Desg FWD 19        128.9   P2p
Fa0/15     Desg FWD 19        128.15  P2p
Fa0/16     Desg FWD 19        128.16  P2p

I

VLAN0002
Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID    Priority    32770
           Address     0011.bb5e.3480
           This bridge is the root
           Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

Bridge ID  Priority    32770 (priority 32768 sys-id-ext 2)
           Address     0011.bb5e.3480
           Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
           Aging Time  15

Interface  Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Fa0/15     Desg FWD 19        128.15  P2p
Fa0/16     Desg FWD 19        128.16  P2p
```

（这里 Fa0/9 应该配置为 Vlan 2，但是没有配置，所以 Fa0/9 没有在 VLAN0002 中出现）

23. 拔掉其中 1 根连接互联端口的网线，查看 4 个互联端口中原先处于 BLK 状态的端口，是否变成了 FWD 状态（哪个 VLAN 发生了变化）

Spanning-tree 数据截图（分交换机显示）：

```
VLAN0001
Spanning tree enabled protocol rstp
Root ID      Priority    32769
              Address    0011.bb5e.3480
              Cost       19
              Port       10 (GigabitEthernet0/10)
              Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec

Bridge ID     Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
              Address    2e01.b570.1080
              Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
              Aging Time 300 sec

Interface      Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Gi0/2          I      Desg FWD 4      16.2   P2p
Gi0/10         Root FWD 19     128.10 P2p Peer (STP)

Gi0/9被拔掉

VLAN0002
Spanning tree enabled protocol rstp
Root ID      Priority    32770
              Address    0011.bb5e.3480
              Cost       19
              Port       10 (GigabitEthernet0/10)
              Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec

Bridge ID     Priority    32770 (priority 32768 sys-id-ext 2)
              Address    2e01.b570.1080
              Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
              Aging Time 300 sec

Gi0/9被拔掉

Interface      Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Gi0/1          Desg FWD 4      16.1   P2p
Gi0/10         Root FWD 19     128.10 P2p Peer (STP)
```

```
VLAN0001
Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID      Priority    32769
              Address    0011.bb5e.3480
              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    0011.bb5e.3480
              Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
              Aging Time 300

Fa0/1从BLK变为FWD

Interface      Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Fa0/1          Desg FWD 19     16.1   P2p
Fa0/5          I      Desg FWD 19     128.5   P2p
Fa0/9          Desg FWD 19     128.9   P2p
Fa0/15         Desg FWD 19     128.15  P2p

VLAN0002
Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID      Priority    32770
              Address    0011.bb5e.3480
              This bridge is the root
              Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec

Bridge ID     Priority    32770 (priority 32768 sys-id-ext 2)
              Address    0011.bb5e.3480
              Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
              Aging Time 300

Interface      Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Fa0/15         Desg FWD 19     128.15  P2p

Switch#
Switch#
```

24. 记录 2 个交换机上的运行配置（命令:show running-config），复制粘贴本节相关的文本（完整的内容请放在文件中，每个交换机一个文件，分别命名为 S1.txt、S2.txt）。

运行配置文本：

Switch1:

```
Switch#show running-config
Building configuration...

Current configuration : 1422 bytes
!
version 12.1
no service pad
service timestamps debug uptime
service timestamps log uptime
no service password-encryption
!
hostname Switch
!
enable secret 5 $1$skS9$xRlPxmZf4isixYvzvvykA6.
enable password 123
!
ip subnet-zero
!
!
spanning-tree mode pvst
no spanning-tree optimize bpdu transmission
spanning-tree extend system-id
!
!
!
!
interface FastEthernet0/1
 spanning-tree vlan 1 port-priority 16
!
interface FastEthernet0/2
!
interface FastEthernet0/3
!
interface FastEthernet0/4
!
interface FastEthernet0/5
!
interface FastEthernet0/6
```

```
!  
interface FastEthernet0/7  
!  
interface FastEthernet0/8  
!  
interface FastEthernet0/9  
    spanning-tree vlan 2 port-priority 16  
!  
interface FastEthernet0/10  
    switchport access vlan 2  
!  
interface FastEthernet0/11  
    switchport access vlan 2  
!  
interface FastEthernet0/12  
!  
interface FastEthernet0/13  
!  
interface FastEthernet0/14  
!  
interface FastEthernet0/15  
!  
interface FastEthernet0/16  
    switchport mode trunk  
!  
interface FastEthernet0/17  
!  
interface FastEthernet0/18  
!  
interface FastEthernet0/19  
!  
interface FastEthernet0/20  
!  
interface FastEthernet0/21  
!  
interface FastEthernet0/22  
!  
interface FastEthernet0/23  
!  
interface FastEthernet0/24  
!  
interface Vlan1  
    ip address 10.1.0.6 255.0.0.0  
    no ip route-cache
```



```
!  
ip http server  
!  
line con 0  
  exec-timeout 0 0  
line vty 0 4  
  password 123456  
  login  
line vty 5 15  
  password 123  
  login  
!  
!  
!  
monitor session 1 source interface Fa0/10 - 11  
end
```

### Switch2:

```
10.1.0.1#show running-config  
Building configuration...  
  
Current configuration : 3004 bytes  
!  
! Last configuration change at 13:17:39 UTC Mon Oct 7 2019  
! NVRAM config last updated at 10:43:34 UTC Mon Oct 7 2019  
!  
version 15.2  
no service pad  
service timestamps debug datetime msec  
service timestamps log datetime msec  
no service password-encryption  
!  
hostname 10.1.0.1  
!  
boot-start-marker  
boot-end-marker  
!  
logging console emergencies  
enable secret 5 $1$GE2D$aMXjSJ7rC6/Xl9fdG1zps.  
enable password 321  
!  
no aaa new-model
```

```
system mtu routing 1500
!
!
!
!
!
!
!
!
!
!
cluster enable switch2 0
!
!
crypto pki trustpoint TP-self-signed-3044020352
  enrollment selfsigned
  subject-name cn=IOS-Self-Signed-Certificate-3044020352
  revocation-check none
  rsakeypair TP-self-signed-3044020352
!
!
crypto pki certificate chain TP-self-signed-3044020352
  certificate self-signed 01
    3082022B 30820194 A0030201 02020101 300D0609 2A864886 F70D0101 05050030
    31312F30 2D060355 04031326 494F532D 53656C66 2D536967 6E65642D 43657274
    69666963 6174652D 33303434 30323033 3532301E 170D3139 31303037 31303433
    33345A17 0D323030 31303130 30303030 305A3031 312F302D 06035504 03132649
    4F532D53 656C662D 5369676E 65642D43 65727469 66696361 74652D33 30343430
    32303335 3230819F 300D0609 2A864886 F70D0101 01050003 818D0030 81890281
    8100A785 13954EDA 4A0E8B74 F5A40CBA 36F11661 FCC57D7E DB5A21D2 DC04B39F
    162D8134 C44CD9DB E8CC0CF9 938A7881 A0DB5E4B BA18E775 0F785638 3174D6F8
    F6C02A38 7A0AA468 EB108550 71FFBCDC 650FC225 1DD67325 943DC8AA D91950E5
    92318BE1 76ABD0B6 F50C54C2 DDF097FE B550674A 1EDA8E78 AE465F28 81357DDC
    085D0203 010001A3 53305130 0F060355 1D130101 FF040530 030101FF 301F0603
    551D2304 18301680 149CEE90 1E215E77 747599C6 3931FE0F 2B2B1B05 C6301D06
    03551D0E 04160414 9CEE901E 215E7774 7599C639 31FE0F2B 2B1B05C6 300D0609
    2A864886 F70D0101 05050003 8181004B 774B3629 EFB9A3CB 76D75902 6DFE27D4
    349134AA 0342B8ED 879D85AD D8C251A8 44C09318 DE1AEC80 1ABD4F28 7825E677
    F2F09D73 2C8A3D93 6A0F5641 7125BC8F 96925446 6BA1B8FD 79116327 B763CDF7
    9545A442 2BDCC041 0C017598 B391ABC6 4D87DA15 989F6085 98B5F9A5 423AF54B
    9430959A BFB3C0B7 69510F1C 1C4A7B
      quit
!
```

```
spanning-tree mode rapid-pvst
spanning-tree extend system-id
!
!
!
!
vlan internal allocation policy ascending
!
!
!
!
!
!
!
!
!
!
!
interface GigabitEthernet0/1
    switchport access vlan 2
    spanning-tree vlan 2 port-priority 16
!
interface GigabitEthernet0/2
    spanning-tree vlan 1 port-priority 16
!
interface GigabitEthernet0/3
!
interface GigabitEthernet0/4
!
interface GigabitEthernet0/5
!
interface GigabitEthernet0/6
!
interface GigabitEthernet0/7
!
interface GigabitEthernet0/8
!
interface GigabitEthernet0/9
    switchport mode trunk
!
interface GigabitEthernet0/10
!
interface GigabitEthernet0/11
```

```

!
interface GigabitEthernet0/12
!
interface Vlan1
  no ip address
  shutdown
!
ip default-gateway 10.112.16.128
ip forward-protocol nd
ip http server
ip http secure-server
!
!
!
!
no vstack
!
line con 0
  exec-timeout 0 0
line vty 0 4
  password 123456
  login
line vty 5 15
  password 123
  login
!
!
end

```

## 六、实验结果与分析

根据你观察到的实验数据和对实验原理的理解，分别解答以下问题：

- 端口状态显示为 administratively down，意味着什么意思？  
表示接口已关闭，因为某些具有正确特权的用户将接口设置为关闭，这意味着由于缺少物理介质（电缆），接口不一定处于关闭状态，而管理员已将其设置为关闭或关闭状态。
- 在交换机配置为镜像端口前，为什么可以抓取到其他 PC 之间的 ARP 请求包，而不能抓取 ARP 响应包？  
请求包是广播的，而响应包是点播的



- PC 属于哪个 VLAN，是由 PC 自己可以配置的，还是由交换机决定的？  
由交换机决定
- 同一个 VLAN 的 PC，如果配置了不同长度的子网掩码，能够互相 Ping 通吗？  
可以，只要 ip 对应掩码非 0 的部分相同就可以
- 为什么在划分为 2 个 VLAN 后，两组 PC 之间就不能进行 IP 通信了呢？  
包被交换机隔断
- 交换机在 VLAN Trunk 模式下使用的封装协议是什么？  
ISL
- 未启用 STP（Spanning Tree Protocol）协议时，交换机之间连接了多条网线后，为什么 Ping 测试的响应会延迟很大甚至超时？  
没有了树形拓扑结构，容易产生冗余链路形成的环路，让 ping 的包不能很快到达目的地并返回
- 从插上网线后开始，交换机的端口状态出现了哪些变化？大约需要多少时间才能成为 FWD 状态？期间，连接在该端口的计算机是否能够 Ping 通？  
先由不亮变为红色，一段时间后变为绿色，开始闪烁  
大约 5~20 秒  
不能

## 七、 讨论、心得

在完成本实验后，你可能会有很多待解答的问题，你可以把它们记在这里，接下来的学习中，你也许会逐渐得到答案的，同时也可以让老师了解到你有哪些困惑，老师在课堂可以安排针对性地解惑。等到课程结束后，你再回头看看这些问题时你或许会有不同的见解：

在实验过程中你可能会遇到的困难，并得到了宝贵的经验教训，请把它们记录下来，提供给其他人参考吧：

最好在建立网络的时候就把拓扑图画好，标记好对应的网络、设备、接口和 IP 等，否则之后的测试会很繁琐。

比如在之前 part2 部分配置网桥时，Fa0/9 应该配置为 Vlan 2，但是没有配置，所以 Fa0/9 没有在 VLAN0002 中出现，是因为搞混了网络拓扑的关系。

你对本实验安排有哪些更好的建议呢？欢迎献计献策：