

# 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:	徐文祥
学 院:	计算机学院
系:	软件工程
专 业:	软件工程
学 号:	3140101005
指导教师:	黄正谦

2018 年 12 月 8 日

# 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： 刘子威 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

### IOS 软件的基本操作：

1. 进入特权模式：enable；
2. 进入配置模式：configure terminal；
3. 进入到某个接口的配置模式：interface 接口名 模块号/端口号，例如 interface ethernet 0/1；
4. 命令可以不输全，只要能够被唯一识别；

5. 输入? 可以显示当前上下文环境下可用命令;
6. 在命令后面输入? 可以显示命令的参数提示;
7. 输入命令的前一部分, 再按<tab>, 可以自动完成完整的命令输入;
8. 按上箭头可以重复输入上次打过的命令;
9. 鼠标左键选择需要截取的文本内容, 鼠标右键粘贴复制好的文本的内容。

## Part 1. 单交换机

1. 用 1 台二层交换机和 4 台 PC 组成一个小型局域网
  - a) 使用直联网络线, 将每个 PC 机都连接到交换机的不同端口;
  - b) 使用 Console 线, 连接到交换机的 Console 端口和控制台 PC 的串口, 并在控制台 PC 上运行 Putty 等终端软件;
  - c) 观察交换机的每个端口状态指示, 确认 PC 机都正确连接到了交换机的端口;
  - d) 查看当前哪些端口已连接, 哪些端口未连接, 连接的速率和模式, 收发统计;
  - e) 在控制台输入命令查看当前设置了哪些 VLAN, 缺省所有的端口都属于同一个 VLAN 1, 如果有端口属于非默认 VLAN, 输入命令取消该 VLAN;
  - f) 在每个 PC 机上互相用 Ping 来测试连通性, 验证局域网已经建立;
  - g) 手工关闭某个端口, 然后查看端口关闭后的效果, 在对应的 PC 机上使用 Ping 测试连通性;
  - h) 给交换机配置一个 IP 地址, 并在交换机上用 Ping 命令测试与 PC 间的连通性;
  - i) 在非控制台 PC 机上, 通过 telnet 连接交换机, 进行远程配置。
2. 设置交换机的镜像端口
  - a) 确定某个 PC (假设为 PC1) 连接的端口为镜像端口;
  - b) 在该 PC 机上运行包捕获软件, 抓取数据包;
  - c) 在其他 2 个 PC 机上运行 Ping, 互相测试彼此的连通性;
  - d) 查看是否能抓取到其他 2 个 PC 机之间的 Ping 响应包, 正常情况下, 由于交换机是根据 MAC 地址直接转发的, 所以 PC1 是收不到其他 PC 之间的响应包;
  - e) 在交换机上将连接 PC1 的端口配置为镜像端口, 被镜像的端口分别为另外 2 个 PC 连接的端口;
  - f) 在 PC1 上再次启动包捕获软件, 抓取数据包;
  - g) 在其他 PC 机上运行 Ping, 测试彼此的连通性;

- h) 查看是否能抓取到其他 2 个 PC 机之间的 Ping 响应包。镜像端口设置后，交换机将把被镜像的源端口收发数据复制一份给镜像目的端口。同时该端口的正常收发功能关闭。
- 3. 在交换机上设置 VLAN
  - a) 输入命令，在交换机上增加 1 个新的 VLAN；
  - b) 将 PC3 和 PC4 加入新的 VLAN；
  - c) 通过 PING 验证 PC 之间的连通性；
- 4. 如果交换机上有密码，请按照下面的步骤清除密码：
  - a) 用控制线连接 PC 和交换机的 Console 口，PC 上运行 Putty 软件；
  - b) 断开交换机电源，然后按住交换机的 mode 键不放，重新打开交换机电源，直到 mode 灯闪烁；
  - c) 在 Putty 软件上观察交换机启动过程，直到出现 Switch: 的提示符；
  - d) 输入命令 `rename flash:config.text flash:configX.text` 将配置文件改名；
  - e) 输入命令 `reload` 重新启动。

## Part 2. 多交换机

- 1. 用 2 台交换设备和 4 台 PC 组成一个小型局域网，每个交换机都连接 2 台 PC 机；
- 2. 在交换机上都设置 2 个 VLAN，将每个交换机上的 PC 都分成 2 组，各属于 1 个 VLAN；
- 3. 将两个交换机连起来，设置互联端口为 VLAN Trunk 模式，并测试同一组 VLAN 跨交换机的联通性；普通模式的端口只允许一个 VLAN 的数据通过，VLAN Trunk 模式允许多个 VLAN 数据同时通过一个端口。
- 4. 用 2 条网线连接 2 个交换机，验证 Spanning-tree 的作用。交换机之间会自动运行 Spanning-tree 协议，避免产生转发回路。如果关闭 Spanning-tree，存在物理回路的网络很容易产生广播风暴，从而导致网络瘫痪。
- 5. Spanning-tree 是按照 VLAN 进行管理的，不同 VLAN 的 Spanning-tree 可以有不同的设置，因此，可以利用这点实现在两个交换机上的负载平衡。测试 2 条网线均连接时，数据是否从 2 条网线分别传送，而当 1 条网线断开时，数据是否全部改从另外 1 条网线和传送。

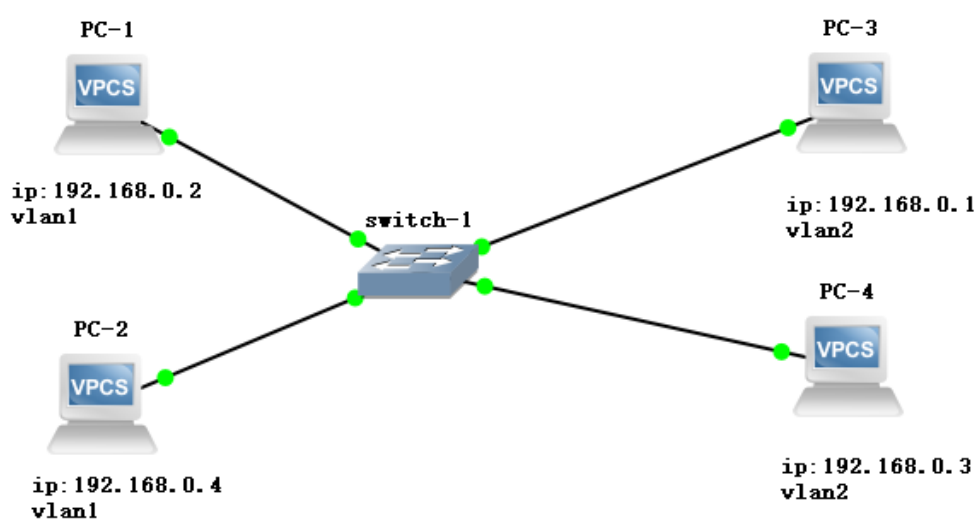
## 五、实验数据记录和处理

以下实验记录均需结合屏幕截图，进行文字标注和描述，图片应大小合适、关键部分清晰可见，可直接在图片上进行标注，也可以单独用文本进行描述。

### ----- 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：



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: C2950-I6Q4L2-M, IOS 软件版本: 12.1(20)EA1a,

软件映像文件名: flash:zsm.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  -rwx      333   Mar 1 1993 01:15:37 +00:00  env_vars
   3  -rwx      616   Mar 1 1993 06:04:49 +00:00  vlan.dat
   4  -rwx      1213  Mar 1 1993 00:07:10 +00:00  config.text.renamed
   5  -rwx    3036032  Mar 1 1993 00:27:58 +00:00  c2950-i6q4l2-mz.121-20.EA1a.bin
   6  -rwx    1658880  Mar 1 1993 01:37:44 +00:00  zzm1.bin
   7  -rwx      1206  Mar 1 1993 01:42:46 +00:00  y
   8  -rwx      1291  Mar 1 1993 00:42:14 +00:00  stp_config
   9  -rwx         5   Mar 1 1993 01:07:14 +00:00  private-config.text.renamed
  10  -rwx    3036032  Mar 1 1993 01:13:53 +00:00  zzm.bin
  11  -rwx       512   Mar 1 1993 00:04:57 +00:00  Yes
  13  -rwx      1211   Mar 1 1993 00:35:07 +00:00  configX.text

7741440 bytes total (0 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
1002 fddi-default          act/unsup
1003 token-ring-default    act/unsup
1004 fddinet-default        act/unsup
1005 trnet-default          act/unsup

VLAN Type  SAID      MTU   Parent RingNo BridgeNo  Stp    BrdgMode Trans1 Trans2
-----
1    enet    100001    1500  -      -      -        -      -        0      0
1002 fddi    101002    1500  -      -      -        -      -        0      0
1003 tr     101003    1500  -      -      -        -      srb       0      0
1004 fdnet  101004    1500  -      -      -        ieee   -        0      0
1005 trnet  101005    1500  -      -      -        ibm    -        0      0

Remote SPAN VLANs
-----

Primary Secondary Type      Ports
-----
```

- 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#cofig
Translating "cofig"...domain server (255.255.255.255)
% Unknown command or computer name, or unable to find computer address
Switch#config t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#int f0/2
Switch(config-if)#shutdown
Switch(config-if)#exit
02:40:59: %LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/2, changed state to administratively down
02:41:00: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/2, changed state to down
Switch(config)#exit
Switch#
02:41:05: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

```

Ping 结果截图:

```

C:\Users\cszju>ping 192.168.0.2

正在 Ping 192.168.0.2 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.0.4 的回复: 无法访问目标主机。
来自 192.168.0.4 的回复: 无法访问目标主机。
来自 192.168.0.4 的回复: 无法访问目标主机。
来自 192.168.0.4 的回复: 无法访问目标主机。

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

```

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 t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#int f0/2
Switch(config-if)#no shutdown
Switch(config-if)#exit
Switch(config)#exit
00:33:00: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/2, changed state to up
Switch#
00:33:02: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
00:33:04: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/2, changed state to up
Switch#show int f0/2
FastEthernet0/2 is up, line protocol is up (connected)
  Hardware is Fast Ethernet, address is 0011.bb5e.19c2 (bia 0011.bb5e.19c2)
  MTU 1500 bytes, BW 100000 Kbit, DLY 1000 usec,
    reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
  Encapsulation ARPA, loopback not set

```

Ping 结果截图:

```
C:\Users\cszju>ping 192.168.0.2

正在 Ping 192.168.0.2 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.0.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.0.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.0.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.0.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

192.168.0.2 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
```

7. 进入 VLAN1 接口配置模式（命令：interface vlan 1），给交换机配置管理 IP（命令：ip address 地址 掩码）。测试 PC 是否能 Ping 通交换机的 IP 地址

输入的命令：

config t

int vlan 1

ip add 192.168.0.5 255.255.255.0

no shutdown

exit

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 t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)#line ?
  <0-16>    First Line number
  console   Primary terminal line
  vty       Virtual terminal

Switch(config)#line ?
  <0-16>    First Line number
  console   Primary terminal line
  vty       Virtual terminal

Switch(config)#line vty ?
  <0-15>    First Line number

Switch(config)#line vty ?
  <0-15>    First Line number

Switch(config)#line vty 1
Switch(config-line)#login
Switch(config-line)#password 1234
Switch(config-line)#exit
Switch(config)#exit
Switch#
03:13:37: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
Switch#enable password aaa
      ^
% Invalid input detected at '^' marker.

Switch#config t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)#enable password aaa
Switch(config)#exit
Switch#
03:14:55: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
Switch#

```

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：

```
User Access Verification

Password:
Switch>enable
% No password set
Switch>enable
Password:
Switch#show run
Building configuration...

Current configuration : 1174 bytes
!
version 12.1
no service pad
service timestamps debug uptime
service timestamps log uptime
no service password-encryption
!
```

10. 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：

ARP 包：

170	104.018640	AsustekC_57:0f:33	Broadcast	ARP	60	Who has 192.168.0.2? Tell 192.168.0.4
171	104.020418	AsustekC_56:df:f5	Broadcast	ARP	60	Who has 192.168.0.4? Tell 192.168.0.2
211	135.404574	AsustekC_56:df:f5	Broadcast	ARP	60	Who has 192.168.0.4? Tell 192.168.0.2
244	135.404574	AsustekC_56:df:f5	Broadcast	ARP	60	Who has 192.168.0.2? Tell 192.168.0.4

ICMP 包：

icmp						
No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info

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：

config t

monitor session 1 destination inter f0/13

monitor session 1 source int f0/2

monitor session 1 source int f0/10

exit

抓包截图：

Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
72 9.710835	192.168.0.4	192.168.0.2	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=737/57602, ttl=128
73 9.710868	192.168.0.2	192.168.0.4	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=737/57602, ttl=128 (no response found!)
76 9.986037	192.168.0.4	192.168.0.2	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=749/60674, ttl=128 (reply in 77)
77 9.986060	192.168.0.2	192.168.0.4	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=749/60674, ttl=128 (request in 76)
79 10.724941	192.168.0.4	192.168.0.2	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=738/57858, ttl=128
80 10.724975	192.168.0.2	192.168.0.4	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=738/57858, ttl=128 (no response found!)
83 10.999833	192.168.0.4	192.168.0.2	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=750/60930, ttl=128 (reply in 84)
84 10.999871	192.168.0.2	192.168.0.4	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=750/60930, ttl=128 (request in 83)
85 11.738907	192.168.0.4	192.168.0.2	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=739/58114, ttl=128
86 11.738939	192.168.0.2	192.168.0.4	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=739/58114, ttl=128 (no response found!)
89 12.013897	192.168.0.4	192.168.0.2	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=751/61186, ttl=128 (reply in 90)
90 12.013944	192.168.0.2	192.168.0.4	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=751/61186, ttl=128 (request in 89)
91 12.752753	192.168.0.4	192.168.0.2	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=740/58370, ttl=128
92 12.752785	192.168.0.2	192.168.0.4	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=740/58370, ttl=128 (no response found!)
93 13.027996	192.168.0.4	192.168.0.2	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=752/61442, ttl=128 (reply in 94)
94 13.028007	192.168.0.2	192.168.0.4	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=752/61442, ttl=128 (request in 93)
95 13.766026	192.168.0.4	192.168.0.2	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=741/58626, ttl=128

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：

config t

no monitor session 1 destination interface f0/13

exit

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 t

vlan 2

exit

exit

config t

int f0/13

switch mode access

switch access vlan 2

exit

int f0/15

switch mode access

switch access vlan 2

exit

exit

---

联通性检测截图：

实验的时候，由于四台电脑只有两台可以相互 Ping 通（IP 为 192.168.0.2 和 192.168.0.4），我们采用的方法是先把这两台电脑接到 vlan1 的端口下面，然后 ping；之后一台接到 vlan1，一台接到 vlan2，然后再 ping；然后两台电脑 vlan 号交换，然后再 ping；最后全都接到 vlan2 端口下面，然后再 ping。

PC1→PC2



```
C:\Users\Administrator>ping 192.168.0.4

正在 Ping 192.168.0.4 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.0.4 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.0.4 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.0.4 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.0.4 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

192.168.0.4 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

C:\Users\Administrator>
```

PC1→PC3

```
C:\Users\Administrator>ping 192.168.0.4

正在 Ping 192.168.0.4 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.0.2 的回复: 无法访问目标主机。
来自 192.168.0.2 的回复: 无法访问目标主机。
来自 192.168.0.2 的回复: 无法访问目标主机。
来自 192.168.0.2 的回复: 无法访问目标主机。

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

C:\Users\Administrator>
```

PC4→PC2

```
C:\Users\Administrator>ping 192.168.0.4

正在 Ping 192.168.0.4 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.0.2 的回复: 无法访问目标主机。
来自 192.168.0.2 的回复: 无法访问目标主机。
来自 192.168.0.2 的回复: 无法访问目标主机。
来自 192.168.0.2 的回复: 无法访问目标主机。

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

C:\Users\Administrator>_
```

PC4→PC3

```
C:\Users\Administrator>ping 192.168.0.4

正在 Ping 192.168.0.4 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.0.4 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.0.4 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.0.4 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.0.4 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

192.168.0.4 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

C:\Users\Administrator>
```

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：

enable password aaa

```

!
username aaa password 0 aaa
ip subnet-zero
!
interface FastEthernet0/13
    switchport access vlan 2
    switchport mode access
!
interface FastEthernet0/15
    switchport access vlan 2
    switchport mode access
!
interface Vlan1
    ip address 192.168.0.5 255.255.255.0
    no ip route-cache
!
line con 0
line vty 0 4
    password 1234
    login
line vty 5 15
    login
!
monitor session 1 source interface Fa0/2 , Fa0/10
end

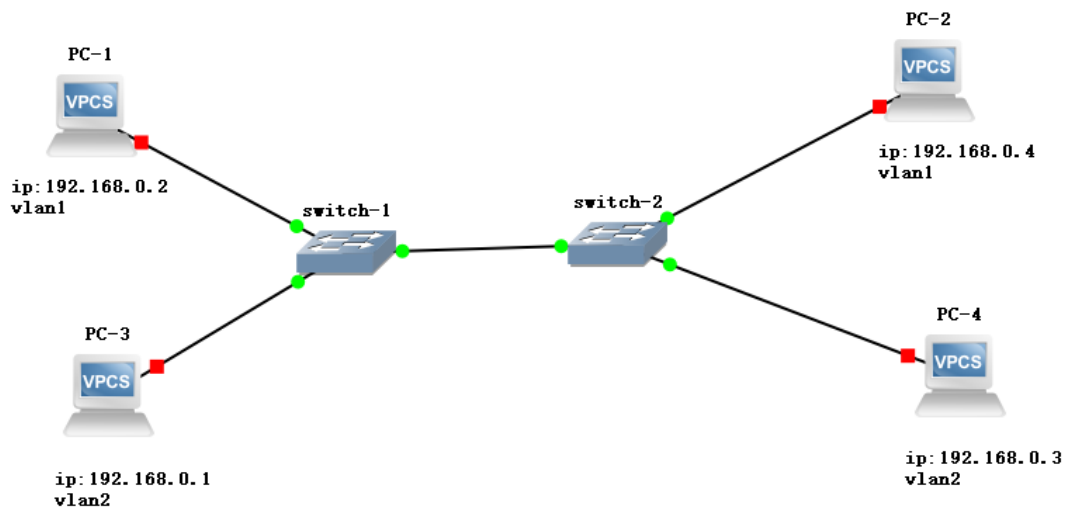
```

## ----- 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, Fa0/10, Fa0/11, 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    Fa0/16
1002 fddi-default         act/unsup
1003 token-ring-default   act/unsup
1004 fddinet-default      act/unsup
1005 trnet-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 tr     101003    1500    -       -       -       -       srb     0       0
1004 fdnet  101004    1500    -       -       -       -       ieee   0       0
1005 trnet  101005    1500    -       -       -       -       ibm     0       0
```

Switch2 的 vlan 数据:

```
switch1#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, Fa0/17 Fa0/18, Fa0/19, Fa0/20, Fa0/21 Fa0/22, Fa0/23, Fa0/24
2	VLAN0002	active	Fa0/16
1002	fddi-default	act/unsup	
1003	trcrf-default	act/unsup	
1004	fddinet-default	act/unsup	
1005	trbrf-default	act/unsup	

联通性检测截图:

实验中, 由于只有两个电脑能够相互 ping 通, PC1 和 PC2, 我们的做法是先将 PC1, PC2 连到 vlan1 上, 然后 Ping; 之后将两台 PC 连接到 vlan2 上, 然后 Ping。下面实验的做法相同。

PC1→PC2

```
C:\Users\cszju>ping 192.168.0.4
```

正在 Ping 192.168.0.4 具有 32 字节的数据:  
来自 192.168.0.4 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128  
来自 192.168.0.4 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128  
来自 192.168.0.4 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128  
来自 192.168.0.4 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

192.168.0.4 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:\Users\cszju>ping 192.168.0.4

正在 Ping 192.168.0.4 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.0.2 的回复: 无法访问目标主机。
来自 192.168.0.2 的回复: 无法访问目标主机。
来自 192.168.0.2 的回复: 无法访问目标主机。
来自 192.168.0.2 的回复: 无法访问目标主机。

192.168.0.4 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
C:\Users\cszju>

```

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 t

int f0/16

switch mode trunk

exit

exit

连通性检测截图：

PC1→PC2

```

C:\Users\cszju>ping 192.168.0.2

正在 Ping 192.168.0.2 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.0.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.0.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.0.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.0.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

192.168.0.2 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:\Users\cszju>ping 192.168.0.4

正在 Ping 192.168.0.4 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.0.4 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=128
来自 192.168.0.4 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.0.4 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.0.4 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

192.168.0.4 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 = 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）：

交换机 1：

```
Switch#show spanning-tree
```

#### VLAN0001

```
Spanning tree enabled protocol ieee
```

```
Root ID    Priority    32769  
Address    0011.bb5e.19c0
```

```
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.19c0  
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
Fa0/6	Desg	FWD	19	128.6	P2p
Fa0/8	Desg	FWD	19	128.8	P2p
Fa0/12	Desg	FWD	19	128.12	P2p

#### VLAN0002

```
Spanning tree enabled protocol ieee
```

```
Root ID    Priority    32770  
Address    0011.bb5e.19c0
```

```
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.19c0  
Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec  
Aging Time 300
```

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Fa0/6	Desg	FWD	19	128.6	P2p
Fa0/8	Desg	FWD	19	128.8	P2p

交换机 2:

```
switch1#show span
```

**VLAN0001**

```
Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID    Priority    32769
           Address    0011.bb5e.19c0
           Cost       19
           Port       22 (FastEthernet0/22)
           Hello Time  2 sec    Max Age 20 sec    Forward Delay 15 sec

Bridge ID   Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
           Address    0011.bb90.14c0
           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
Fa0/7	Desg	FWD	19	128.7	P2p
Fa0/22	Root	FWD	19	128.22	P2p
Fa0/24	Altn	BLK	19	128.24	P2p

**VLAN0002**

```
Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID    Priority    32770
           Address    0011.bb5e.19c0
           Cost       19
           Port       22 (FastEthernet0/22)
           Hello Time  2 sec    Max Age 20 sec    Forward Delay 15 sec

Bridge ID   Priority    32770 (priority 32768 sys-id-ext 2)
           Address    0011.bb90.14c0
           Hello Time  2 sec    Max Age 20 sec    Forward Delay 15 sec
           Aging Time 300
```

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Fa0/22	Root	FWD	19	128.22	P2p
Fa0/24	Altn	BLK	19	128.24	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:\Users\cszju>ping 192.168.0.4

正在 Ping 192.168.0.4 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.0.4 的回复: 字节=32 时间=4ms TTL=128
来自 192.168.0.4 的回复: 字节=32 时间=2904ms TTL=128
请求超时。
请求超时。

192.168.0.4 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 2, 丢失 = 2 (50% 丢失),
    往返行程的估计时间(以毫秒为单位):
        最短 = 4ms, 最长 = 2904ms, 平均 = 1454ms
```

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:\Users\cszju>ping 192.168.0.4

正在 Ping 192.168.0.4 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.0.4 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.0.4 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.0.4 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.0.4 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

192.168.0.4 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
```

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):

交换机 1:

```
Switch#show spanning-tree
```

```
VLAN0001
```

```
Spanning tree enabled protocol ieee
```

```
Root ID    Priority    32769  
Address    0011.bb5e.19c0  
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.19c0  
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
Fa0/8	Desg	FWD	19	128.8	P2p

```
VLAN0002
```

```
Spanning tree enabled protocol ieee
```

```
Root ID    Priority    32770  
Address    0011.bb5e.19c0  
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.19c0  
Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec  
Aging Time 300
```

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
-----	----	---	-----	-----	-----
Fa0/8	Desg	FWD	19	128.8	P2p
Fa0/16	Desg	FWD	19	128.16	P2p

交换机 2:

```

switch1#show span
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32769
             Address     0011.bb5e.19c0
             Cost        19
             Port        24 (FastEthernet0/24)
             Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
             Address     0011.bb90.14c0
             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
Fa0/24         Root FWD 19        128.24   P2p

VLAN0002
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32770
             Address     0011.bb5e.19c0
             Cost        19
             Port        24 (FastEthernet0/24)
             Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32770 (priority 32768 sys-id-ext 2)
             Address     0011.bb90.14c0
             Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
             Aging Time   15

Interface      Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Fa0/16         Desg FWD 19        128.16   P2p
Fa0/24         Root FWD 19        128.24   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 t`

`int f0/8`

`spanning-tree vlan 1 port-priority 16`

```
exit  
exit  
config t  
int f0/6  
spanning-tree vlan 2 port-pri 16  
exit  
exit
```

Switch2:

```
config t  
int f0/24  
span vlan 1 port-priority 16  
exit  
int f0/22  
span vlan 2 port-priority 16  
exit  
exit
```

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）:**

交换机 1:



```
Switch#show spanning-tree
```

**VLAN0001**

```
Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID    Priority    32769
           Address      0011.bb5e.19c0
           This bridge is the root
           Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 s

Bridge ID  Priority    32769  (priority 32768 sys-id-ext 1)
           Address      0011.bb5e.19c0
           Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 s
           Aging Time  15
```

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Fa0/1	Desg	FWD	19	128.1	P2p
Fa0/6	Desg	FWD	19	128.6	P2p
Fa0/8	Desg	FWD	19	16.8	P2p

**VLAN0002**

```
Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID    Priority    32770
           Address      0011.bb5e.19c0
           This bridge is the root
           Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 s

Bridge ID  Priority    32770  (priority 32768 sys-id-ext 2)
           Address      0011.bb5e.19c0
           Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 s
           Aging Time  15
```

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Fa0/6	Desg	FWD	19	16.6	P2p
Fa0/8	Desg	FWD	19	128.8	P2p
Fa0/16	Desg	FWD	19	128.16	P2p

交换机 2:

```
switch1#show span
```

**VLAN0001**

```
Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID    Priority    32769
           Address    0011.bb5e.19c0
           Cost       19
           Port       24 (FastEthernet0/24)
           Hello Time  2 sec   Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec

Bridge ID   Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
           Address    0011.bb90.14c0
           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
Fa0/22	Altn	BLK	19	128.22	P2p
Fa0/24	Root	FWD	19	16.24	P2p

**VLAN0002**

```
Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID    Priority    32770
           Address    0011.bb5e.19c0
           Cost       19
           Port       22 (FastEthernet0/22)
           Hello Time  2 sec   Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec

Bridge ID   Priority    32770 (priority 32768 sys-id-ext 2)
           Address    0011.bb90.14c0
           Hello Time  2 sec   Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec
           Aging Time  15
```

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Fa0/16	Desg	FWD	19	128.16	P2p
Fa0/22	Root	FWD	19	16.22	P2p
Fa0/24	Altn	BLK	19	128.24	P2p

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):

交换机 1 没有变化, 截图如下:

```
Switch#show spanning-tree

VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32769
             Address     0011.bb5e.19c0
             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.19c0
             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
Fa0/8                    Desg FWD 19        16.8     P2p

VLAN0002
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32770
             Address     0011.bb5e.19c0
             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.19c0
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
             Aging Time  15

Interface                Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Fa0/8                    Desg FWD 19        128.8    P2p
Fa0/16                   Desg FWD 19        128.16   P2p
```

交换机 2 原来在 vlan2 中 f0/24 端口处于 BLK 状态，拔网线之后变成了 FWD 状态，截图如下：

```

switch1#show span
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32769
             Address     0011.bb5e.19c0
             Cost        19
             Port        24 (FastEthernet0/24)
             Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
             Address     0011.bb90.14c0
             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
Fa0/24         Root FWD 19        16.24   P2p

VLAN0002
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32770
             Address     0011.bb5e.19c0
             Cost        19
             Port        24 (FastEthernet0/24)
             Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32770 (priority 32768 sys-id-ext 2)
             Address     0011.bb90.14c0
             Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
             Aging Time   15

Interface      Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Fa0/16         Desg FWD 19        128.16   P2p
Fa0/24         Root FWD 19        128.24   P2p

```

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。

运行配置文本：

Switch1:

hostname Switch

!

spanning-tree mode pvst

no spanning-tree optimize bpdu transmission

```
spanning-tree extend system-id
!
interface FastEthernet0/6
    switchport mode trunk
    spanning-tree vlan 2 port-priority 16
!
interface FastEthernet0/8
    switchport mode trunk
    spanning-tree vlan 1 port-priority 16
!
interface FastEthernet0/16
    switchport access vlan 2
    switchport mode access
```

#### Switch2:

```
hostname switch1
!
spanning-tree mode pvst
no spanning-tree optimize bpdu transmission
spanning-tree extend system-id
!
interface FastEthernet0/16
    switchport access vlan 2
    switchport mode access
!
interface FastEthernet0/22
    switchport mode trunk
    spanning-tree vlan 2 port-priority 16
!
interface FastEthernet0/24
```

switchport mode trunk

spanning-tree vlan 1 port-priority 16

## 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？  
端口被手动关闭
- 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？  
ARP 响应包是非广播包，交换机只会将有明确 MAC 地址的数据包转发给接收者所在的端口，其他端口自然无法抓取到了
- 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？  
交换机决定的
- 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？  
不能
- 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？  
ARP 广播包不能够跨 vlan 传递
- 交换机在 VLAN Trunk 模式下使用的封装协议是什么？  
802.1Q
- 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？  
交换机之间有多个 VLAN，Trunk 线路负载过重，形成了网络环路

- 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？

(1) 阻塞->监听->学习->转发

(2) 15 秒

(3) 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：

- 1、 同一个 vlan 的 PC 必须子网掩码相同
- 2、 一个 PC 属于哪个 vlan 是由交换机决定的
- 3、 同种设备要用交叉线，比如两个交换机互联（不过现在设备一般都自适应）

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：

实验之前一定要先学会开机架、交换机、电脑的电源，认识直连线、交叉线以及串口线，不然实验之中容易出笑话。

交换机连线连接好了以后，观察一下端口灯的状态，等到端口灯由橘黄色变成橙色以后再操作。

你对本实验安排有哪些更好的建议呢？欢迎献计献策：

无