

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:	计算机系
专 业:	信息安全
学 号:	
指导教师:	张泉方

2020 年 10 月 16 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： 陈程 贾双铖 吴沁珩 卢子焰 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；该模式下才能查看重要信息，并可进入配置模式；
2. 进入配置模式：configure terminal；在这个模式下才可以修改配置；
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 灯闪烁十秒左右后再放开 mode 键；
 - 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 dir flash: 查看是否存在 config.text 文件，如果不能列出目录，输入命令 flash_init，待 flash 加载成功后再输入命令 rename flash:config.text flash:configX.text 将配置文件改名；
 - e) 输入命令 reload 或 reset 重新启动。

Part 2. 多交换机

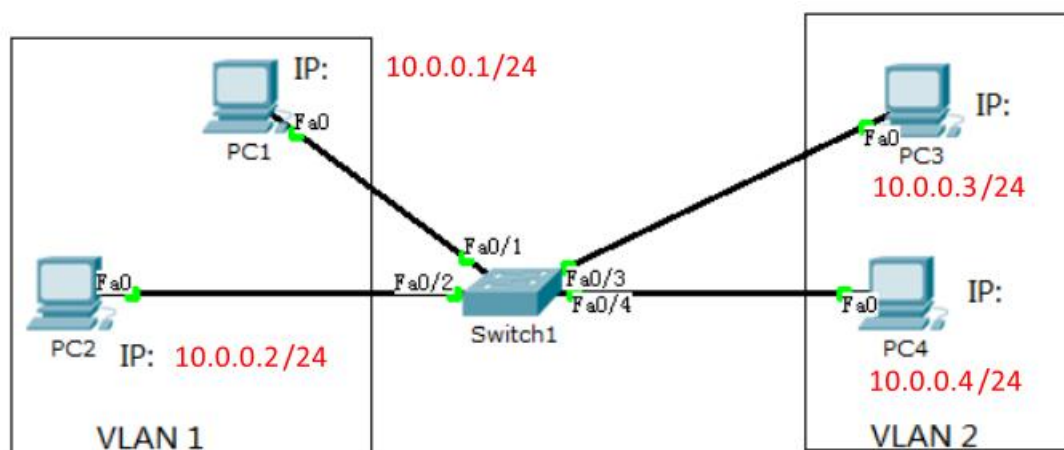
1. 用 2 台交换设备和 4 台 PC 组成一个小型局域网，每个交换机都连接 2 台 PC 机；
2. 在交换机上都设置 2 个 VLAN，将每个交换机上的 PC 都分成 2 组，各属于 1 个 VLAN；
3. 将两个交换机连起来，设置互联端口为 VLAN Trunk 模式，并测试同一组 VLAN 跨交换机的联通性；普通模式的端口只允许一个 VLAN 的数据通过，VLAN Trunk 模式允许多个 VLAN 数据同时通过一个端口。
4. 用 2 条网线连接 2 个交换机，验证 Spanning-tree 的作用。交换机之间会自动运行 Spanning-tree 协议，避免产生转发回路。如果关闭 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）



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 (RC32300) ，

IOS 软件版本： IOS(tm) C2950 Software (C2950-16Q4L2-M), Version 12.1(20)
EAla, RELEASE SOFTWARE (fcl) ，

软件映像文件名： flash:/c2950-i6q412-mz.121-20.EAla.bin ，

端口数量： 24 。

```

Switch#show version
Cisco Internetwork Operating System Software
IOS (tm) C2950 Software (C2950-I6Q4L2-M), Version 12.1(20)EAla, RELEASE SOFTWARE (fc1)
Copyright (c) 1986-2004 by cisco Systems, Inc.
Compiled Mon 19-Apr-04 20:58 by yenanh
Image text-base: 0x80010000, data-base: 0x805A8000

ROM: Bootstrap program is C2950 boot loader

Switch uptime is 20 minutes
System returned to ROM by power-on
System image file is "flash:/c2950-i6q4l2-mz.121-20.EAla.bin"

cisco WS-C2950-24 (RC32300) processor (revision Q0) with 20713K bytes of memory.
Processor board ID FOC0832S09P
Last reset from system-reset
Running Standard Image
24 FastEthernet/IEEE 802.3 interface(s)

32K bytes of flash-simulated non-volatile configuration memory.
Base ethernet MAC Address: 00:11:BB:5E:38:00
Motherboard assembly number: 73-5781-13
Power supply part number: 34-0965-01
Motherboard serial number: FOC083235PM
Power supply serial number: DAB0831CD0V
Model revision number: Q0
Motherboard revision number: A0
Model number: WS-C2950-24
System serial number: FOC0832S09P
Configuration register is 0xF

```

3. 输入命令 show flash: 查看当前文件系统的内容:

```

Router#show flash
-#- --length-- -----date/time----- path
1      68831808 Apr 6 2013 08:29:36 +00:00 c1900-universalk9-mz.SPA.152-4.M3.bin
2          3064 Apr 6 2013 08:40:14 +00:00 cpconfig-l9xx.cfg
3              0 Apr 6 2013 08:40:42 +00:00 ccpexp
4              0 Apr 6 2013 08:40:42 +00:00 ccpexp/external
5              0 Apr 6 2013 08:40:42 +00:00 ccpexp/external/development-bundle
6              0 Apr 6 2013 08:40:42 +00:00 ccpexp/external/development-bundle/the
mes
7              0 Apr 6 2013 08:40:42 +00:00 ccpexp/external/development-bundle/the
mes/flick
8              0 Apr 6 2013 08:40:42 +00:00 ccpexp/external/development-bundle/the
mes/flick/images
9              180 Apr 6 2013 08:40:46 +00:00 ccpexp/external/development-bundle/the
mes/flick/images/ui-bg_flat_0_aaaaaa_40x100.png
10             180 Apr 6 2013 08:40:46 +00:00 ccpexp/external/development-bundle/the
mes/flick/images/ui-bg_flat_0_eeeeee_40x100.png
11             178 Apr 6 2013 08:40:48 +00:00 ccpexp/external/development-bundle/the
mes/flick/images/ui-bg_flat_55_ffffff_40x100.png
12             178 Apr 6 2013 08:40:48 +00:00 ccpexp/external/development-bundle/the
mes/flick/images/ui-bg_flat_75_ffffff_40x100.png
13             105 Apr 6 2013 08:40:48 +00:00 ccpexp/external/development-bundle/the
mes/flick/images/ui-bg_glass_65_ffffff_1x400.png
14              90 Apr 6 2013 08:40:48 +00:00 ccpexp/external/development-bundle/the
mes/flick/images/ui-bg_highlight-soft_100_f6f6f6_1x100.png
15             118 Apr 6 2013 08:40:48 +00:00 ccpexp/external/development-bundle/the
mes/flick/images/ui-bg_highlight-soft_25_0073ea_1x100.png
16             136 Apr 6 2013 08:40:50 +00:00 ccpexp/external/development-bundle/the
mes/flick/images/ui-bg_highlight-soft_50_dddddd_1x100.png
17            4369 Apr 6 2013 08:40:50 +00:00 ccpexp/external/development-bundle/the
mes/flick/images/ui-icons_0073ea_256x240.png
18            4369 Apr 6 2013 08:40:50 +00:00 ccpexp/external/development-bundle/the
mes/flick/images/ui-icons_454545_256x240.png
19            4369 Apr 6 2013 08:40:50 +00:00 ccpexp/external/development-bundle/the
mes/flick/images/ui-icons_666666_256x240.png
20            4369 Apr 6 2013 08:40:50 +00:00 ccpexp/external/development-bundle/the
mes/flick/images/ui-icons_ff0084_256x240.png

```

- 未删除 vlan 2 初始截图:

删除 vlan 2 截图:

```

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
--More--

```


5. 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。

Ping 通截图:

```
C:\Users\CS>ping 10.10.0.1

正在 Ping 10.10.0.1 具有 32 字节的数据:
来自 10.10.0.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 10.10.0.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 10.10.0.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 10.10.0.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

10.10.0.1 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\CS>ping 10.10.0.2

正在 Ping 10.10.0.2 具有 32 字节的数据:
来自 10.10.0.2 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=128
来自 10.10.0.2 的回复: 字节=32 时间=2ms TTL=128
来自 10.10.0.2 的回复: 字节=32 时间=2ms TTL=128
来自 10.10.0.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

10.10.0.2 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 = 2ms, 平均 = 1ms

C:\Users\CS>ping 10.10.0.3

正在 Ping 10.10.0.3 具有 32 字节的数据:
来自 10.10.0.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 10.10.0.3 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=128
来自 10.10.0.3 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=128
来自 10.10.0.3 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=128

10.10.0.3 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 = 1ms, 平均 = 0ms

C:\Users\CS>ping 10.10.0.4

正在 Ping 10.10.0.4 具有 32 字节的数据:
来自 10.10.0.4 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=128
来自 10.10.0.4 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=128
来自 10.10.0.4 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=128
来自 10.10.0.4 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

10.10.0.4 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

C:\Users\CS>s
```


关闭 fa0/1 端口状态截图：

```
Switch#show interface fa0/1
FastEthernet0/1 is administratively down, line protocol is down (disabled)
  Hardware is Fast Ethernet, address is 0011.bb5e.3801 (bia 0011.bb5e.3801)
  MTU 1500 bytes, BW 1000000 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 00:10:07, output 00:00:16, 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
    184 packets input, 16743 bytes, 0 no buffer
    Received 162 broadcasts (0 multicast)
    0 runts, 0 giants, 0 throttles
    0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored
    0 watchdog, 97 multicast, 0 pause input
    0 input packets with dribble condition detected
    466 packets output, 35131 bytes, 0 underruns
--More--
```

Fa0/1 端口无法 Ping 通截图：

```
C:\Users\CS>ping 10.10.0.2

正在 Ping 10.10.0.2 具有 32 字节的数据:
请求超时。
请求超时。
来自 10.10.0.1 的回复: 无法访问目标主机。
来自 10.10.0.1 的回复: 无法访问目标主机。

10.10.0.2 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 2, 丢失 = 2 (50% 丢失),

C:\Users\CS>s
```

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。

打开 fa0/1 端口状态截图：

```

Switch#show interfaces fa0/1
FastEthernet0/1 is up, line protocol is up (connected)
  Hardware is Fast Ethernet, address is 0011.bb5e.3801 (bia 0011.bb5e.3801)
  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)
  Full-duplex, 100Mb/s
  input flow-control is unsupported output flow-control is unsupported
  ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00
  Last input 00:00:19, output 00:00:01, 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 2000 bits/sec, 2 packets/sec
  5 minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
    322 packets input, 29850 bytes, 0 no buffer
    Received 300 broadcasts (0 multicast)
    0 runs, 0 giants, 0 throttles
    0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored
    0 watchdog, 191 multicast, 0 pause input
    0 input packets with dribble condition detected
    482 packets output, 36155 bytes, 0 underruns
--More--

```

Fa0/1 端口可以再次 ping 通截图：

```

C:\Users\CS>ping 10.10.0.2

正在 Ping 10.10.0.2 具有 32 字节的数据:
来自 10.10.0.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 10.10.0.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 10.10.0.2 的回复: 字节=32 时间=2ms TTL=128
来自 10.10.0.2 的回复: 字节=32 时间=2ms TTL=128

10.10.0.2 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 = 2ms, 平均 = 1ms

C:\Users\CS>s

```

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 10.10.0.5 255.0.0.0

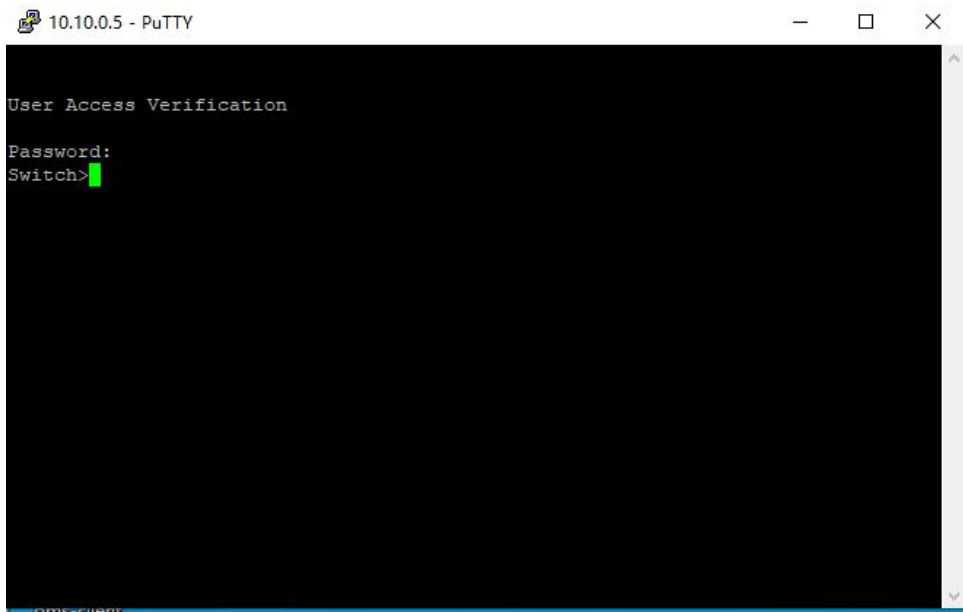
8. 输入以下命令：打开虚拟终端（命令 `line vty 0 4`），允许远程登录（命令： `login`），设置登密码（命令： `password 密码`）

命令截图：

```
Switch(config)#line vty 0 4
Switch(config-line)#login
% Login disabled on line 1, until 'password' is set
% Login disabled on line 2, until 'password' is set
% Login disabled on line 3, until 'password' is set
% Login disabled on line 4, until 'password' is set
% Login disabled on line 5, until 'password' is set
Switch(config-line)#password 123
```

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：



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：

在 10.0.0.3 机器上抓取 10.0.0.4 和 10.0.0.2 互相 ping 的 ARP 包:

23	24.937445	e4:b9:7a:ec:bb:e2	e4:b9:7a:ec:ee:46	ARP	60 Who has 10.10.0.4? Tell 10.10.0.2
25	25.937202	e4:b9:7a:ec:bb:e2	e4:b9:7a:ec:ee:46	ARP	60 Who has 10.10.0.4? Tell 10.10.0.2
27	26.928043	e4:b9:7a:ec:bb:e2	e4:b9:7a:ec:ee:46	ARP	60 Who has 10.10.0.4? Tell 10.10.0.2
29	29.925656	e4:b9:7a:ec:bb:e2	Broadcast	ARP	60 Who has 10.10.0.4? Tell 10.10.0.2
32	30.931902	e4:b9:7a:ec:bb:e2	Broadcast	ARP	60 Who has 10.10.0.4? Tell 10.10.0.2
33	31.937474	e4:b9:7a:ec:bb:e2	Broadcast	ARP	60 Who has 10.10.0.4? Tell 10.10.0.2
35	32.933362	e4:b9:7a:ec:bb:e2	Broadcast	ARP	60 Who has 10.10.0.4? Tell 10.10.0.2
36	33.935218	e4:b9:7a:ec:bb:e2	Broadcast	ARP	60 Who has 10.10.0.4? Tell 10.10.0.2
38	34.926474	e4:b9:7a:ec:bb:e2	Broadcast	ARP	60 Who has 10.10.0.4? Tell 10.10.0.2
47	47.313446	e4:b9:7a:ec:ee:46	Broadcast	ARP	60 Who has 10.203.8.58? Tell 10.10.0.4
48	47.820628	e4:b9:7a:ec:ee:46	Broadcast	ARP	60 Who has 10.10.0.2? Tell 10.10.0.4
50	48.742679	e4:b9:7a:ec:ee:46	Broadcast	ARP	60 Who has 10.203.8.58? Tell 10.10.0.4
51	49.328018	e4:b9:7a:ec:ee:46	Broadcast	ARP	60 Who has 10.203.8.58? Tell 10.10.0.4
53	50.315952	e4:b9:7a:ec:ee:46	Broadcast	ARP	60 Who has 10.203.8.58? Tell 10.10.0.4
56	52.746788	e4:b9:7a:ec:ee:46	Broadcast	ARP	60 Who has 10.203.8.58? Tell 10.10.0.4
57	53.317295	e4:b9:7a:ec:ee:46	Broadcast	ARP	60 Who has 10.203.8.58? Tell 10.10.0.4
58	54.320995	e4:b9:7a:ec:ee:46	Broadcast	ARP	60 Who has 10.203.8.58? Tell 10.10.0.4
65	60.749953	e4:b9:7a:ec:ee:46	Broadcast	ARP	60 Who has 10.203.8.58? Tell 10.10.0.4
66	61.317736	e4:b9:7a:ec:ee:46	Broadcast	ARP	60 Who has 10.203.8.58? Tell 10.10.0.4
67	62.324092	e4:b9:7a:ec:ee:46	Broadcast	ARP	60 Who has 10.203.8.58? Tell 10.10.0.4
75	69.358580	e4:b9:7a:ec:ee:46	Broadcast	ARP	60 Who has 10.203.8.58? Tell 10.10.0.4
77	70.317403	e4:b9:7a:ec:ee:46	Broadcast	ARP	60 Who has 10.203.8.58? Tell 10.10.0.4

其他机器 ping 本机后, 才能抓到 ICMP 包:

95	84.397617	e4:b9:7a:ec:ee:46	Broadcast	ARP	60 Who has 10.203.8.58? Tell 10.10.0.4
97	85.323744	e4:b9:7a:ec:ee:46	Broadcast	ARP	60 Who has 10.203.8.58? Tell 10.10.0.4
98	86.322050	e4:b9:7a:ec:ee:46	Broadcast	ARP	60 Who has 10.203.8.58? Tell 10.10.0.4
127	129.736730	10.10.0.2	10.10.0.3	ICMP	74 Echo (ping) request id=0x0001, seq=361/26881, ttl=128 (reply in 128)
128	129.736849	10.10.0.3	10.10.0.2	ICMP	74 Echo (ping) reply id=0x0001, seq=361/26881, ttl=128 (request in 127)
132	130.743532	10.10.0.2	10.10.0.3	ICMP	74 Echo (ping) request id=0x0001, seq=362/27137, ttl=128 (reply in 133)
133	130.743658	10.10.0.3	10.10.0.2	ICMP	74 Echo (ping) reply id=0x0001, seq=362/27137, ttl=128 (request in 132)
136	131.749279	10.10.0.2	10.10.0.3	ICMP	74 Echo (ping) request id=0x0001, seq=363/27393, ttl=128 (reply in 137)
137	131.749394	10.10.0.3	10.10.0.2	ICMP	74 Echo (ping) reply id=0x0001, seq=363/27393, ttl=128 (request in 136)
140	132.760663	10.10.0.2	10.10.0.3	ICMP	74 Echo (ping) request id=0x0001, seq=364/27649, ttl=128 (no response four
141	132.760788	10.10.0.3	10.10.0.2	ICMP	74 Echo (ping) reply id=0x0001, seq=364/27649, ttl=128 (request in 140)
143	134.426441	e4:b9:7a:ec:bb:e2	e4:b9:7a:ee:bc:05	ARP	60 Who has 10.10.0.3? Tell 10.10.0.2
144	134.426464	e4:b9:7a:ee:bc:05	e4:b9:7a:ec:bb:e2	ARP	42 10.10.0.3 is at e4:b9:7a:ee:bc:05
146	134.666470	e4:b9:7a:ee:bc:05	e4:b9:7a:ec:bb:e2	ARP	42 Who has 10.10.0.2? Tell 10.10.0.3
147	134.668877	e4:b9:7a:ec:bb:e2	e4:b9:7a:ee:bc:05	ARP	60 10.10.0.2 is at e4:b9:7a:ec:bb:e2

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 fa0/6`

`monitor session 1 source interface fa0/2`

`monitor session 1 source interface fa0/4`

抓包截图：

icmp							
No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info	
45	11.493560	10.10.0.2	10.10.0.4	ICMP	74	Echo (ping) request	id=0x0001, seq=366/28161, ttl=128 (reply in 46)
46	11.494216	10.10.0.4	10.10.0.2	ICMP	74	Echo (ping) reply	id=0x0001, seq=366/28161, ttl=128 (request in 45)
47	11.524211	10.10.0.2	10.10.0.4	ICMP	74	Echo (ping) request	id=0x0001, seq=367/28417, ttl=128 (reply in 48)
48	11.524212	10.10.0.4	10.10.0.2	ICMP	74	Echo (ping) reply	id=0x0001, seq=367/28417, ttl=128 (request in 47)
58	12.542681	10.10.0.2	10.10.0.4	ICMP	74	Echo (ping) request	id=0x0001, seq=368/28673, ttl=128 (reply in 59)
59	12.542683	10.10.0.4	10.10.0.2	ICMP	74	Echo (ping) reply	id=0x0001, seq=368/28673, ttl=128 (request in 58)
82	22.188154	10.10.0.2	10.10.0.4	ICMP	74	Echo (ping) request	id=0x0001, seq=369/28929, ttl=128 (reply in 83)
83	22.188156	10.10.0.4	10.10.0.2	ICMP	74	Echo (ping) reply	id=0x0001, seq=369/28929, ttl=128 (request in 82)
84	23.201513	10.10.0.2	10.10.0.4	ICMP	74	Echo (ping) request	id=0x0001, seq=370/29185, ttl=128 (reply in 85)
85	23.202069	10.10.0.4	10.10.0.2	ICMP	74	Echo (ping) reply	id=0x0001, seq=370/29185, ttl=128 (request in 84)
89	24.209399	10.10.0.2	10.10.0.4	ICMP	74	Echo (ping) request	id=0x0001, seq=371/29441, ttl=128 (reply in 90)
90	24.209400	10.10.0.4	10.10.0.2	ICMP	74	Echo (ping) reply	id=0x0001, seq=371/29441, ttl=128 (request in 89)
92	25.230449	10.10.0.2	10.10.0.4	ICMP	74	Echo (ping) request	id=0x0001, seq=372/29697, ttl=128 (no response found!)
93	25.230450	10.10.0.4	10.10.0.2	ICMP	74	Echo (ping) reply	id=0x0001, seq=372/29697, ttl=128 (request in 92)

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 fa0/6

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 fa0/3

switchport access vlan 2

interface fa0/4

switchport access vlan 2

联通性检测截图：

PC1→PC2

```
C:\Windows\system32>ping 10.10.0.2

正在 Ping 10.10.0.2 具有 32 字节的数据:
来自 10.10.0.2 的回复: 字节=32 时间=2ms TTL=128
来自 10.10.0.2 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=128
来自 10.10.0.2 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=128
来自 10.10.0.2 的回复: 字节=32 时间=2ms TTL=128

10.10.0.2 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 = 1ms, 最长 = 2ms, 平均 = 1ms
```

PC1→PC3

```
C:\Windows\system32>ping 10.10.0.3

正在 Ping 10.10.0.3 具有 32 字节的数据:
来自 10.10.0.1 的回复: 无法访问目标主机。
来自 10.10.0.1 的回复: 无法访问目标主机。
来自 10.10.0.1 的回复: 无法访问目标主机。
来自 10.10.0.1 的回复: 无法访问目标主机。

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

PC4→PC2

```
C:\Users\CS>ping 10.10.0.2

正在 Ping 10.10.0.2 具有 32 字节的数据:
来自 10.10.0.4 的回复: 无法访问目标主机。
来自 10.10.0.4 的回复: 无法访问目标主机。
来自 10.10.0.4 的回复: 无法访问目标主机。
来自 10.10.0.4 的回复: 无法访问目标主机。

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

PC4→PC3

```
C:\Users\CS>ping 10.10.0.3

正在 Ping 10.10.0.3 具有 32 字节的数据:
来自 10.10.0.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 10.10.0.3 的回复: 字节=32 时间=2ms TTL=128
来自 10.10.0.3 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=128
来自 10.10.0.3 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=128

10.10.0.3 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 = 2ms, 平均 = 1ms
```


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：

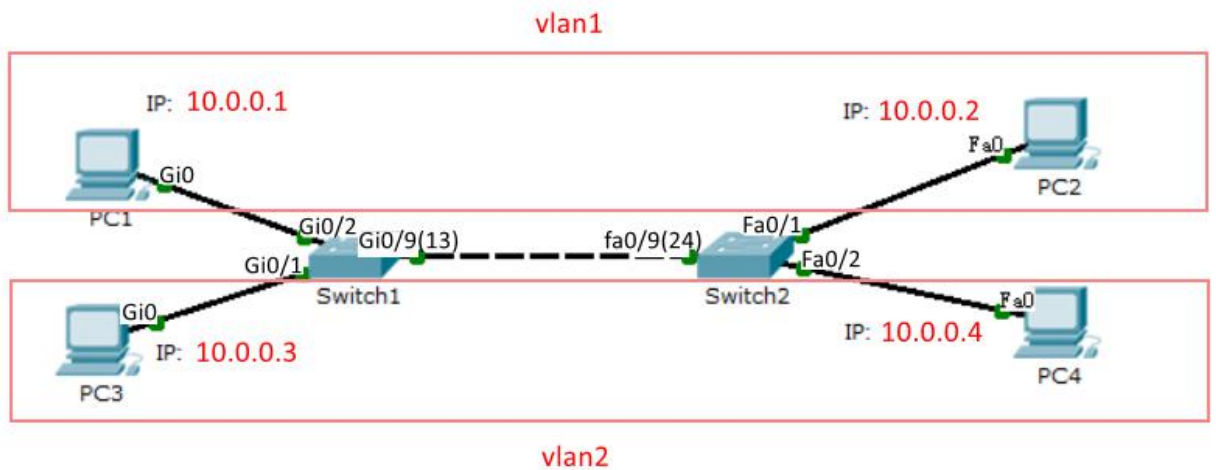
```
Current configuration : 1228 bytes
!
version 12.1
no service pad
service timestamps debug uptime
service timestamps log uptime
no service password-encryption
!
hostname Switch
!
enable secret 5 $1$Ee/1$UQUhn1Xi1j.eAMCJlaJJ1.
enable password 123
!
ip subnet-zero
!
!
spanning-tree mode pvst
no spanning-tree optimize bpdu transmission
spanning-tree extend system-id
!
!
!
!
interface FastEthernet0/1
!
interface FastEthernet0/2
!
interface FastEthernet0/3
switchport access vlan 2
!
interface FastEthernet0/4
switchport access vlan 2
!
interface FastEthernet0/5
!
interface FastEthernet0/6
!
interface FastEthernet0/7
!
interface FastEthernet0/8
!
interface FastEthernet0/9
!
interface FastEthernet0/10
!
interface FastEthernet0/11
!
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 10.10.0.5 255.0.0.0
  no ip route-cache
  shutdown
!
!
ip http server
!
line con 0
line vty 0 4
  password 123
  login
line vty 5 15
  login
!
!
!
monitor session 1 source interface Fa0/2 - 3
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：

VLAN	Name	Status	Ports
1	default	active	Fa0/1, 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	Fa0/2
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

--More--

Switch2 的 vlan 数据:

Switch#show vlan

VLAN	Name	Status	Ports
1	default	active	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	Gi0/1
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

Remote SPAN VLANs

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

联通性检测截图：

PC1→PC2

```
C:\Users\CS>ping 10.10.0.2

正在 Ping 10.10.0.2 具有 32 字节的数据:
来自 10.10.0.2 的回复: 字节=32 时间=3ms TTL=128
来自 10.10.0.2 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=128
来自 10.10.0.2 的回复: 字节=32 时间=2ms TTL=128
来自 10.10.0.2 的回复: 字节=32 时间=2ms TTL=128

10.10.0.2 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 = 1ms, 最长 = 3ms, 平均 = 2ms
```

PC3→PC4

```
C:\Users\CS>ping 10.10.0.4

正在 Ping 10.10.0.4 具有 32 字节的数据:
来自 10.10.0.3 的回复: 无法访问目标主机。
来自 10.10.0.3 的回复: 无法访问目标主机。
来自 10.10.0.3 的回复: 无法访问目标主机。
来自 10.10.0.3 的回复: 无法访问目标主机。

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

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 之间的联通性（即 PC1 与 PC2 应该通，PC3 与 PC4 也应该通）。

输入的命令：

Switch 1:

Interface fa0/9

Switchport mode trunk

Switch 2:

Interface gi0/9

Switchport mode trunk

联通性检测截图：

PC1→PC2

```
C:\Users\CS>ping 10.10.0.2

正在 Ping 10.10.0.2 具有 32 字节的数据:
来自 10.10.0.2 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=128
来自 10.10.0.2 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=128
来自 10.10.0.2 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=128
来自 10.10.0.2 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=128

10.10.0.2 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 = 1ms, 最长 = 1ms, 平均 = 1ms
```

PC3→PC4

```
C:\Users\CS>ping 10.10.0.4

正在 Ping 10.10.0.4 具有 32 字节的数据:
来自 10.10.0.4 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=128
来自 10.10.0.4 的回复: 字节=32 时间=2ms TTL=128
来自 10.10.0.4 的回复: 字节=32 时间=2ms TTL=128
来自 10.10.0.4 的回复: 字节=32 时间=2ms TTL=128

10.10.0.4 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 = 2ms, 平均 = 1ms
```

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）。
- switch 1 是根网桥，switch 1 的 Fa0/4 和 Fa0/9 处于转发状态，switch 2 的 Gi0/4 处于转发状态，Gi0/9 处于阻塞状态

Spanning-tree 数据截图:

Switch 1 spanning tree 截图:

```
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
Fa0/4            Desg FWD 19        128.4    P2p
Fa0/9            Desg FWD 19        128.9    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
-----
Fa0/2            Desg FWD 19        128.2    P2p
Fa0/4            Desg FWD 19        128.4    P2p
Fa0/9            Desg FWD 19        128.9    P2p
```

Switch 2 spanning tree 截图:

```
VLAN0001
Spanning tree enabled protocol rstp
Root ID    Priority    32769
           Address    0011.bb5e.3480
           Cost        19
           Port        4 (GigabitEthernet0/4)
           Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

Bridge ID   Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
           Address    2c01.b570.4100
           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
Gi0/4              Root FWD 19        128.4    P2p Peer(STP)
Gi0/9              Altn BLK 19        128.9    P2p Peer(STP)

VLAN0002
Spanning tree enabled protocol rstp
Root ID    Priority    32770
           Address    0011.bb5e.3480
           Cost        19
           Port        4 (GigabitEthernet0/4)
           Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

Bridge ID   Priority    32770 (priority 32768 sys-id-ext 2)
           Address    2c01.b570.4100
           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
Gi0/4              Root FWD 19        128.4    P2p Peer(STP)
Gi0/9              Altn BLK 19        128.9    P2p Peer(STP)
```

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:

PC1 ping PC2 产生网络延迟:

```
C:\Users\CS>ping 10.10.0.2

正在 Ping 10.10.0.2 具有 32 字节的数据:
请求超时。
请求超时。
请求超时。
请求超时。

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

PC3 ping PC4 产生网络延迟:

```
C:\Users\CS>ping 10.10.0.4

正在 Ping 10.10.0.4 具有 32 字节的数据:
请求超时。
请求超时。
请求超时。
请求超时。

10.10.0.4 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。

PC1 ping PC2 打开 STP 前后 ping 延迟对比:

```
C:\Users\CS>ping 10.10.0.2

正在 Ping 10.10.0.2 具有 32 字节的数据:
请求超时。
请求超时。
请求超时。
请求超时。

10.10.0.2 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\CS>ping 10.10.0.2

正在 Ping 10.10.0.2 具有 32 字节的数据:
来自 10.10.0.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 10.10.0.2 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=128
来自 10.10.0.2 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=128
来自 10.10.0.2 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=128

10.10.0.2 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 = 1ms, 平均 = 0ms
```

PC3 ping PC4 打开 STP 前后 ping 延迟对比:

```
C:\Users\CS>ping 10.10.0.4

正在 Ping 10.10.0.4 具有 32 字节的数据:
请求超时。
请求超时。
请求超时。
请求超时。

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

C:\Users\CS>ping 10.10.0.4

正在 Ping 10.10.0.4 具有 32 字节的数据:
来自 10.10.0.4 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 10.10.0.4 的回复: 字节=32 时间=2ms TTL=128
来自 10.10.0.4 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=128
来自 10.10.0.4 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

10.10.0.4 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 = 2ms, 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。

如 17 题图所示, Gi0/4 端口处于 FWD 状态。

因此我们将拔掉连接在 Fa0/4 和 Gi0/4 之间的网线, 并查看两个交换机的 `spanning-tree` 数据。

Gi0/9 端口由 BLK 状态变为 FWD 状态。

Switch 1:

```
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
Fa0/9      Desg FWD 19      128.9    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
-----
Fa0/2      Desg FWD 19      128.2    P2p
Fa0/9      Desg FWD 19      128.9    P2p
```

Switch 2:

```
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.b570.4100
           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.b570.4100
           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)
```

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:

Interface fa0/4

Spanning-tree vlan 1 port-priority 16

Interface fa0/9

Spanning-tree vlan 2 port-priority 16

Switch2:

Interface gi0/4

Spanning-tree vlan 1 port-priority 16

Interface gi0/9

Spanning-tree vlan 2 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。

Switch 1 上，FA0/4 在 VLAN1 中的优先级高，FA0/9 在 VLAN2 中的优先级高；Switch 2 上，Gi0/4 在 VLAN1 中的优先级高，Gi0/9 在 VLAN2 中的优先级高。

FA0/4 和 FA0/9 都处于转发状态。Gi0/9 在 VLAN1 中处于阻塞状态，在 VLAN2 中处于转发状态。Gi0/4 在 VLAN1 中处于转发状态，在 VLAN2 中处于阻塞状态。

Spanning-tree 数据截图（分交换机显示）：

Switch1:


```

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    转发态    Desg FWD 19      128.1    P2p
Fa0/4    Desg FWD 19      16.4     P2p
Fa0/9    Desg FWD 19      128.9     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
-----
Fa0/2    转发态    Desg FWD 100    128.2    P2p
Fa0/4    Desg FWD 19      128.4     P2p
Fa0/9    Desg FWD 19      16.9     P2p

```

Switch2:

```

VLAN0001
Spanning tree enabled protocol rstp
Root ID    Priority    32769
           Address    0011.bb5e.3480
           Cost        19
           Port        4 (GigabitEthernet0/4)
           Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
           Address    2c01.b570.4100
           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    转发态    Desg FWD 4      128.2    P2p
Gi0/4    Root FWD 19      16.4     P2p Peer(STP)
Gi0/9    Altn BLK 19      128.9     P2p Peer(STP)

阻塞态

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.b570.4100
           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
Gi0/4    Altn BLK 19      128.4     P2p Peer(STP)
Gi0/9    Root FWD 19      16.9     P2p Peer(STP)

```

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)

拔掉连接在 Fa0/9 和 Gi0/9 之间的网线, 原本 Gi0/4 在 VLAN2 中处于 BLK 状态的端口变成了 FWD 状态, 即 Gi0/4 在两个 VLAN 中都处于转发状态

Spanning-tree 数据截图 (分交换机显示):

Switch 1:

```
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  转发态  Desg FWD 19      128.1   P2p
Fa0/4  Desg FWD 19      16.4   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
-----
Fa0/2  转发态  Desg FWD 100    128.2   P2p
Fa0/4  Desg FWD 19      128.4   P2p
```

Switch 2:

```
VLAN0001
Spanning tree enabled protocol rstp
Root ID    Priority    32769
Address    0011.bb5e.3480
Cost       19
Port       4 (GigabitEthernet0/4)
Hello Time 2 sec    Max Age 20 sec    Forward Delay 15 sec

Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
Address    2c01.b570.4100
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      转发态    Desg FWD 4        128.2    P2p
Gi0/4      Root FWD 19       16.4     P2p Peer(STP)

VLAN0002
Spanning tree enabled protocol rstp
Root ID    Priority    32770
Address    0011.bb5e.3480
Cost       19
Port       4 (GigabitEthernet0/4)
Hello Time 2 sec    Max Age 20 sec    Forward Delay 15 sec

Bridge ID  Priority    32770 (priority 32768 sys-id-ext 2)
Address    2c01.b570.4100
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      转发态    Desg FWD 100      128.1    P2p
Gi0/4      Root FWD 19       128.4    P2p Peer(STP)
```

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:

```
Current configuration : 1221 bytes
!
version 12.1
no service pad
service timestamps debug uptime
service timestamps log uptime
no service password-encryption
!
hostname Switch
!
!
ip subnet-zero
```

```
!  
!  
spanning-tree mode pvst  
no spanning-tree optimize bpdu transmission  
spanning-tree extend system-id  
!  
!  
!  
!  
interface FastEthernet0/1  
!  
interface FastEthernet0/2  
    switchport access vlan 2  
!  
interface FastEthernet0/3  
!  
interface FastEthernet0/4  
    switchport mode trunk  
    spanning-tree vlan 1 port-priority 16  
!  
interface FastEthernet0/5  
!  
interface FastEthernet0/6  
!  
interface FastEthernet0/7  
!  
interface FastEthernet0/8  
!  
interface FastEthernet0/9  
    switchport mode trunk  
    spanning-tree vlan 2 port-priority 16  
!  
interface FastEthernet0/10  
!  
interface FastEthernet0/11  
!  
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  
  no ip address  
  no ip route-cache  
  shutdown  
!  
ip http server  
!  
line con 0  
line vty 5 15  
!  
!  
end
```

Switch2:

```
Current configuration : 1146 bytes  
!  
! Last configuration change at 03:45:46 UTC Sun Oct 18 2020  
!  
version 15.2  
no service pad  
service timestamps debug datetime msec  
service timestamps log datetime msec  
no service password-encryption  
!  
hostname Switch  
!  
boot-start-marker  
boot-end-marker  
!  
!  
no aaa new-model  
system mtu routing 1500  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
spanning-tree mode rapid-pvst  
spanning-tree extend system-id  
!
```

```

!
!
vlan internal allocation policy ascending
!
!
!
!
!
!
!
!
!
!
interface GigabitEthernet0/1
    switchport access vlan 2
!
interface GigabitEthernet0/2
!
interface GigabitEthernet0/3
!
interface GigabitEthernet0/4
    switchport mode trunk
    spanning-tree vlan 1 port-priority 16
!
interface GigabitEthernet0/5
!
interface GigabitEthernet0/6
!
interface GigabitEthernet0/7
!
interface GigabitEthernet0/8
!
interface GigabitEthernet0/9
    switchport mode trunk
    spanning-tree vlan 2 port-priority 16
!
interface GigabitEthernet0/10
!
interface GigabitEthernet0/11
!
interface GigabitEthernet0/12
!
interface Vlan1
    no ip address
    shutdown
!
ip forward-protocol nd
ip http server
ip http secure-server
!
!
!
!
no vstack

```



```
!  
line con 0  
line vty 5 15  
!  
!  
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？
表明该端口尚未开启，我们需要使用 no shutdown 命令开启该端口才能进行使用。
- 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？
因为 ARP 请求包发往广播地址，为广播包，ARP 响应包不是广播包，所以在交换机配置为镜像端口前，我们可以抓取到广播的 ARP 请求包。
- 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？
PC 属于哪个 VLAN 是由交换机通过对 PC 所连端口进行配置决定的。
- 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？
配置了不同长度的子网掩码使得两个 PC 属于不同的网段，因此只有在所使用的交换机拥有路由功能并进行相关配置的情况下这两个 PC 才可以互相 ping 通。
- 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？
因为在仅使用二层交换机的情况下，交换机转发通过 MAC，而 VLAN 隔绝广播域，因此属于不同 VLAN 的 PC 无法获得对方的 MAC 地址，因此无法完成通信，不能 ping 通。
- 交换机在 VLAN Trunk 模式下使用的封装协议是什么？
dot1q (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？

STP 协议是一个二层的链路管理协议，它在提供路径冗余的同时避免了网络中的回路。当不使用 STP 协议时，由于网络回路的存在，会由于双向广播环的形成导致广播风暴的出现，广播风暴会导致网络资源的耗费，使得 Ping 测试的响应会延迟很大甚至超时。

- 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？

插上网线后，端口会进入监听状态，随后进入学习状态，之后进入 FWD 或 BLK 状态。从实验中观察的结果来看，大约需要 20 秒的时间端口可以成为 FWD 状态，在此期间连接在该端口的计算机不能够 Ping 通。

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：

由于交换机硬件问题，在显示交换机的 VLAN 数据中出现了没有端口的情况，后面在确保 VLAN1 端口打开的情况下，给交换机配置管理 IP 地址，发现 PC 不能 Ping 通交换机的 IP 地址，但是排查不出错误，只能通过换了一台交换机解决。

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：

在实验过程中，由于对交换机的结构不够熟悉，导致一开始耗费了较多时间在一台坏的交换机上，最后经过各种排查还是 Ping 不通，只能换了一台交换机从头开始。

此外还有 putty 连接不上交换机等问题，是由于软件配置错误和端口设置问题，在操作之前要好好阅读实验说明和指导。

你对本实验安排有哪些更好的建议呢？欢迎献计献策：

建议在教室里坏的和配置有问题的交换机上有贴上明显的标识并且及时维修，避免浪费时间。

因为交换机数量有限而且有损坏的设备，所以每个人实际可操作的时间不多，建议如果能改善硬件条件的话可以细分小组，这样每个人在动手中能对本次实验的原理了解的更透彻一些。