

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：	夏豪诚
学 院：	计算机学院
系：	信息安全
专 业：	信息安全
学 号：	3170102492
指导教师：	邱劲松

2019 年 10 月 5 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： 张文捷 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。

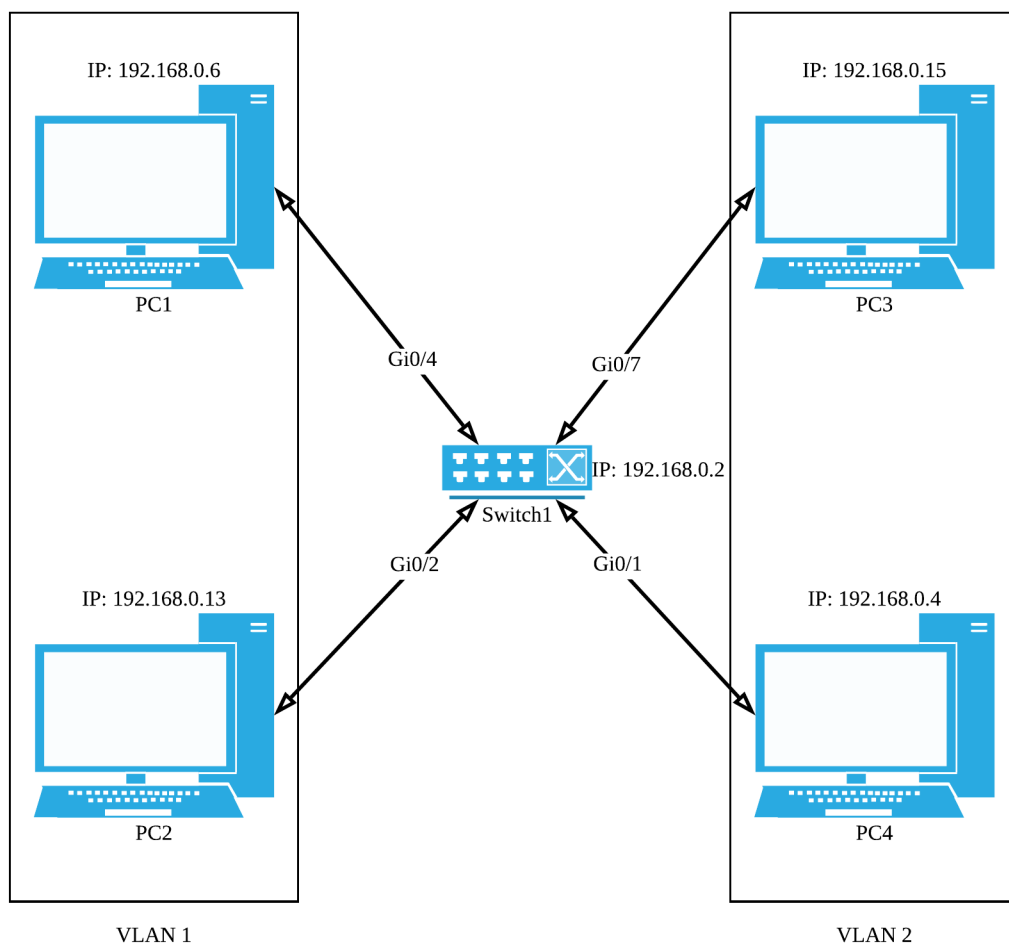
Part 2. 多交换机

- 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

----- 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）



（备注：PC1 在镜像端口前为 Gi0/3，之后才变成为 Gi0/4，图中所示为 Gi0/4）

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： C2918 , IOS 软件版本： version 12.2 (44) SE2 ,

软件映像文件名： flash:c2918-lanlite-my.122-44.SE3.bin , 端

口数量： 24 。

3. 输入命令 `show flash`: 查看当前文件系统的内容：

```
Switch>enable
Switch#show flash

Directory of flash:/

 2  -rwx      1254   Mar 1 1993 00:32:45 +00:00  y
 3  -rwx      1329   Mar 1 1993 00:08:00 +00:00  config.old2
 4  -rwx      1321   Mar 1 1993 00:42:39 +00:00  yes
 5  -rwx      1401   Mar 1 1993 00:11:32 +00:00  config.text.renamed
 6  drwx        512   Mar 1 1993 01:35:33 +00:00  c2918-lanlite-mz.122-44.SE
2
321 -rwx      1390   Mar 1 1993 00:03:29 +00:00  c.te^[[1~xt
322 -rwx      1048   Mar 1 1993 00:33:24 +00:00  multiple-fs
323 -rwx      1382   Mar 1 1993 00:02:53 +00:00  config.old3
324 -rwx      1390   Mar 1 1993 00:12:50 +00:00  config.old^[[D^[[D^[[D^[[D
^[[D^[[D^[[D^[[D^[[D^[[D^[[D+^QT4
325 -rwx         5   Mar 1 1993 00:11:32 +00:00  private-config.text.rename
d
326 -rwx    5592633   Mar 1 1993 01:59:06 +00:00  c2918-lanlite-mz.122-44.SE
3.bin
327 -rwx        736   Mar 1 1993 01:16:42 +00:00  vlan.dat.renamed

27998208 bytes total (9121792 bytes free)
```

4. 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）

```
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
                                           Gi0/1, Gi0/2
```

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。

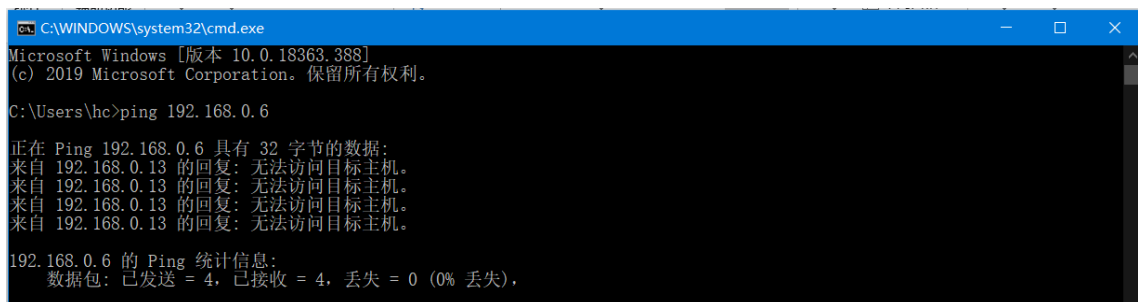
手工关闭某端口（命令：`shutdown`），输入命令查看该端口状态（命令：`show interface` 端口号，如 `show interface e0/1`），在其他 PC 上使用 Ping 命令检测连接在该端口

的 PC 是否能够联通。

命令输出截图：

```
Switch#show interface Gi0/3
GigabitEthernet0/3 is administratively down, line protocol is down (disabled)
  Hardware is Gigabit Ethernet, address is 70ca.9b18.cc83 (bia 70ca.9b18.cc83)
  MTU 1500 bytes, BW 10000 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, media type is 10/100/1000BaseTX
  input flow-control is off, output flow-control is unsupported
  ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00
  Last input 00:14:30, output 00:01:22, 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
    137 packets input, 20231 bytes, 0 no buffer
    Received 132 broadcasts (85 multicasts)
    0 runs, 0 giants, 0 throttles
    0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored
    0 watchdog, 85 multicast, 0 pause input
    0 input packets with dribble condition detected
  592 packets output, 50171 bytes, 0 underruns
    0 output errors, 0 collisions, 1 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\cmd.exe
Microsoft Windows [版本 10.0.18363.388]
(c) 2019 Microsoft Corporation。保留所有权利。

C:\Users\hc>ping 192.168.0.6

正在 Ping 192.168.0.6 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.0.13 的回复: 无法访问目标主机。
来自 192.168.0.13 的回复: 无法访问目标主机。
来自 192.168.0.13 的回复: 无法访问目标主机。
来自 192.168.0.13 的回复: 无法访问目标主机。

192.168.0.6 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 0, 丢失 = 4 (100% 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)#int Gi0/3
Switch(config-if)#no shutdown
Switch(config-if)#
*Mar 1 01:43:06.329: %LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet0/3, changed state to down
Switch(config-if)#
*Mar 1 01:43:19.986: %LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet0/3, changed state to up
*Mar 1 01:43:20.993: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/3, changed state to up
Switch(config-if)#
```

Ping 结果截图:

```
正在 Ping 192.168.0.6 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.0.6 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 192.168.0.6 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 192.168.0.6 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 192.168.0.6 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64

192.168.0.6 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 = 0ms, 最长 = 0ms, 平均 = 0ms

C:\Users\hc>
```

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:

```
conf t
interface vlan 1
ip address 192.168.0.2 255.255.255.0
```

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
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：



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：

A screenshot of the Wireshark network protocol analyzer. The top menu bar includes '文件(F)', '编辑(E)', '视图(V)', '跳转(G)', '捕获(C)', '分析(A)', '统计(S)', '电话(Y)', '无线(W)', '工具(T)', and '帮助(H)'. Below the menu is a toolbar with various icons. The main display area shows a list of captured packets. The filter bar at the top of the packet list is set to 'arp || icmp'. The packet list has columns for 'No.', 'Time', 'Source', 'Destination', 'Protocol', 'Length', and 'Info'. The following table represents the data shown in the packet list:

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
22	8.5287...	AsustekC_56:df:22	Broadcast	ARP	60	Who has 192.168.0.13? Tell 0.0.0.0
27	9.5259...	AsustekC_56:df:22	Broadcast	ARP	60	Who has 192.168.0.13? Tell 0.0.0.0
29	10.522...	AsustekC_56:df:22	Broadcast	ARP	60	Who has 192.168.0.13? Tell 0.0.0.0
36	11.522...	AsustekC_56:df:22	Broadcast	ARP	60	Gratuitous ARP for 192.168.0.13 (Request)
47	11.563...	AsustekC_57:0f:0c	Broadcast	ARP	60	Who has 192.168.0.13? Tell 192.168.0.15

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。

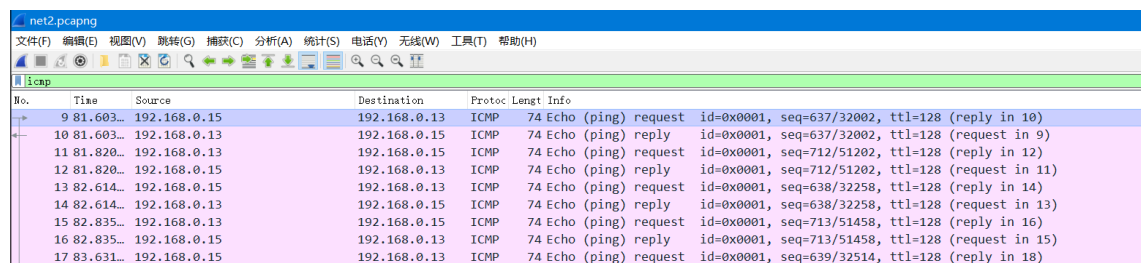
输入的命令：

`monitor session 1 destination interface Gi0/4`

`monitor session 1 source interface Gi0/2`

`monitor session 1 source interface Gi0/7`

抓包截图：



No.	Time	Source	Destination	Protoc	Length	Info
9	81.603...	192.168.0.15	192.168.0.13	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=637/32002, ttl=128 (reply in 10)
10	81.603...	192.168.0.13	192.168.0.15	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=637/32002, ttl=128 (request in 9)
11	81.820...	192.168.0.13	192.168.0.15	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=712/51202, ttl=128 (reply in 12)
12	81.820...	192.168.0.15	192.168.0.13	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=712/51202, ttl=128 (request in 11)
13	82.614...	192.168.0.15	192.168.0.13	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=638/32258, ttl=128 (reply in 14)
14	82.614...	192.168.0.13	192.168.0.15	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=638/32258, ttl=128 (request in 13)
15	82.835...	192.168.0.13	192.168.0.15	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=713/51458, ttl=128 (reply in 16)
16	82.835...	192.168.0.15	192.168.0.13	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=713/51458, ttl=128 (request in 15)
17	83.631...	192.168.0.15	192.168.0.13	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=639/32514, ttl=128 (reply in 18)

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 Gi0/4

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 之间的连通性（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：

vlan database

vlan 2

exit

conf t

interface Gi0/7

switchport access vlan 2

interface Gi0/1

switchport access vlan 2

联通性检测截图：

PC1→PC2

```
C:\Users\hc>ping 192.168.0.13

正在 Ping 192.168.0.13 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.0.13 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=128
来自 192.168.0.13 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.0.13 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.0.13 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

192.168.0.13 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
```

PC1→PC3

```
C:\Users\hc>ping 192.168.0.15

正在 Ping 192.168.0.15 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.0.6 的回复: 无法访问目标主机。
来自 192.168.0.6 的回复: 无法访问目标主机。
来自 192.168.0.6 的回复: 无法访问目标主机。
来自 192.168.0.6 的回复: 无法访问目标主机。

192.168.0.15 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\hc>
```

PC4→PC2

```
C:\Users\student>ping 192.168.0.13

正在 Ping 192.168.0.13 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。

192.168.0.13 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\student>ping 192.168.0.15

正在 Ping 192.168.0.15 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.0.15 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.0.15 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.0.15 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.0.15 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

192.168.0.15 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
```

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 : 3733 bytes
!
version 12.2
(-----some content is omitted -----)
interface FastEthernet0
    no ip address
!
interface GigabitEthernet0/1
    switchport access vlan 2
(-----some content is omitted -----)
interface GigabitEthernet0/5
    switchport access vlan 2
!
interface GigabitEthernet0/6
    switchport access vlan 2
!
interface GigabitEthernet0/7
```

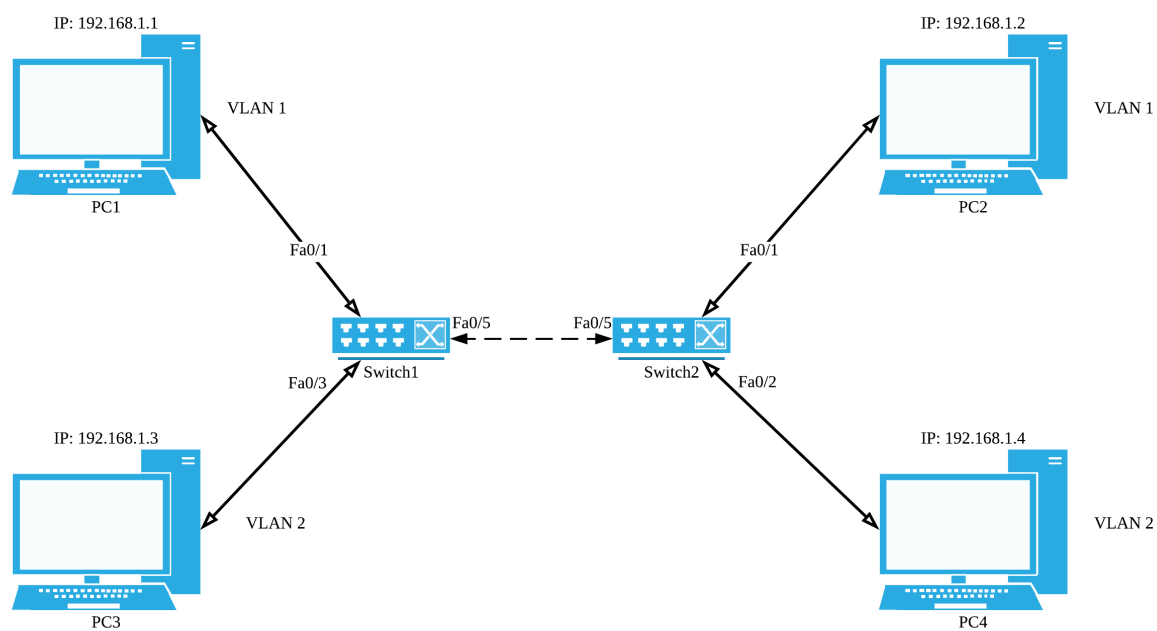
```
switchport access vlan 2
!
interface GigabitEthernet0/8
!
interface GigabitEthernet0/9
    switchport trunk encapsulation dot1q
    switchport mode trunk
    spanning-tree vlan 2 port-priority 16
!
interface GigabitEthernet0/10
!
interface GigabitEthernet0/11
    switchport trunk encapsulation dot1q
    switchport mode trunk
    spanning-tree vlan 1 port-priority 16
(-----some context is omitted -----)
interface GigabitEthernet0/15
    switchport access vlan 2
(-----some context is omitted -----)
interface GigabitEthernet0/19
    switchport trunk encapsulation dot1q
    switchport mode trunk
    spanning-tree vlan 2 port-priority 16
!
interface GigabitEthernet0/20
!
interface GigabitEthernet0/21
!
interface GigabitEthernet0/22
```

```
switchport access vlan 2
(-----some context is omitted -----)
interface Vlan1
  ip address 192.168.0.2 255.255.255.0
!
ip classless
!
ip http server
ip http secure-server
!
ip sla enable reaction-alerts
!
!
!
line con 0
line vty 0 4
  password 123456
  login
line vty 5 15
  login
!
!
monitor session 1 source interface Gi0/1 - 2 , Gi0/7 , Gi0/15
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:

```
01:03:57: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by conshow vlan

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 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
-----
```

Switch2 的 vlan 数据:

```
Switch#show vlan

VLAN Name                Status    Ports
-----
1    default                active    Fa0/1, Fa0/2, 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, Gi0/1, Gi0/2
2    VLAN0002               active    Fa0/3, Fa0/4
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

Primary Secondary Type            Ports
-----

Switch#
```

联通性检测截图:

PC1→PC2

```
C:\Windows\system32\cmd.exe
来自 192.168.1.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.1.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.1.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

192.168.1.2 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

C:\Users\student>

C:\Users\student>ping 192.168.1.2

正在 Ping 192.168.1.2 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.1.2 的回复: 字节=32 时间=839ms TTL=128
来自 192.168.1.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
请求超时。
来自 192.168.1.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

192.168.1.2 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 3, 丢失 = 1 (25% 丢失),
    往返行程的估计时间<以毫秒为单位>:
        最短 = 0ms, 最长 = 839ms, 平均 = 279ms

C:\Users\student>
```

PC3→PC4

```
C:\Users\student>ping 192.168.1.4

正在 Ping 192.168.1.4 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.1.3 的回复: 无法访问目标主机。
来自 192.168.1.3 的回复: 无法访问目标主机。
来自 192.168.1.3 的回复: 无法访问目标主机。
来自 192.168.1.3 的回复: 无法访问目标主机。

192.168.1.4 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\student>
```

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：Switch1/Switch2(两台交换机命令相同)

conf t

int Fa0/5

switchport mode trunk

联通性检测截图：

PC1→PC2



```
C:\Windows\system32\cmd.exe
正在 Ping 192.168.1.2 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.1.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.1.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.1.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
请求超时。

192.168.1.2 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 3, 丢失 = 1 (25% 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

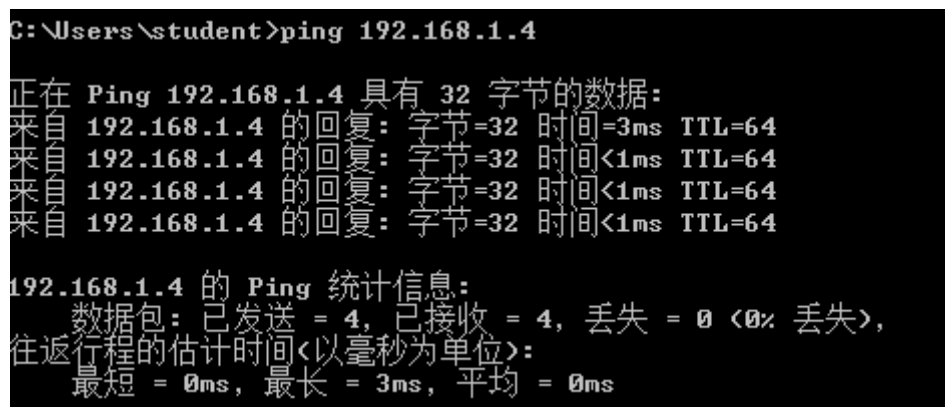
C:\Users\student>ping 192.168.1.2

正在 Ping 192.168.1.2 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.1.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.1.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.1.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.1.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

192.168.1.2 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

C:\Users\student>
```

PC3→PC4



```
C:\Users\student>ping 192.168.1.4

正在 Ping 192.168.1.4 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.1.4 的回复: 字节=32 时间=3ms TTL=64
来自 192.168.1.4 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 192.168.1.4 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 192.168.1.4 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64

192.168.1.4 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 = 3ms, 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）。

答: Switch2 为根网桥, 在图中已用紫色矩形框标注, 在 Switch1 中 VLAN1 的 Fa0/5 处于转发状态, Fa0/6 处于阻塞状态, VLAN2 的 Fa0/5 处于阻塞状态, Fa0/6 处于转发状态, 在图中已用红色矩形框标出; 在 Switch2 中 VLAN1 和 VLAN2 的四个互联端口均处于转发状态, 已用蓝色矩形框标出。

Switch1:

```
Switch#show spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32769
             Address     0011.bb8a.e940
             Cost        19
             Port        5 (FastEthernet0/5)
             Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID   Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
             Address     0022.0c76.c900
             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                    Root FWD 19           128.5    P2p
Fa0/6                    Altn BLK 19           128.6    P2p

--More-- rom console b      e
VLAN0002
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32770
             Address     0011.bb8a.e940
             Cost        19
             Port        5 (FastEthernet0/5)
             Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID   Priority    32770 (priority 32768 sys-id-ext 2)
             Address     0022.0c76.c900
             Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
             Aging Time   300

Interface                Role Sts Cost          Prio.Nbr Type
-----
Fa0/3                    Desg FWD 19           128.3    P2p
Fa0/5                    Root FWD 19           128.5    P2p
Fa0/6                    Altn BLK 19           128.6    P2p
```

Switch2:

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

VLAN0001

```
Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID    Priority      32769
           Address      0011.bb8a.e940
           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.bb8a.e940
           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
Fa0/6	Desg	FWD	19	128.6	P2p

VLAN0002

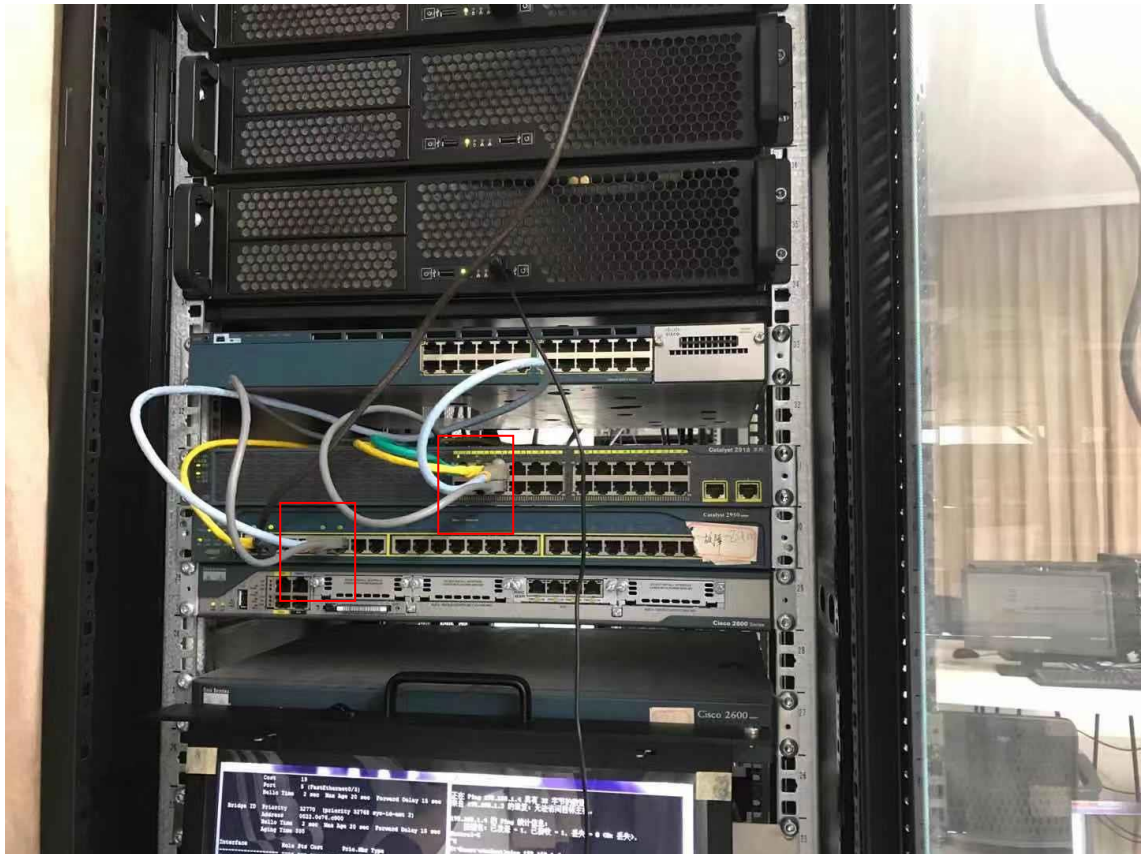
```
Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID    Priority      32770
           Address      0011.bb8a.e940
           This bridge is the root
           Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

Bridge ID  Priority      32770  (priority 32768 sys-id-ext 2)
           Address      0011.bb8a.e940
           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
Fa0/5	Desg	FWD	19	128.5	P2p
Fa0/6	Desg	FWD	19	128.6	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)。

观察到红框内接口上方的指示灯急速闪动:



(指示灯急速闪动效果视频见: <https://box-cn.zjuqsc.com/-74133033>, 有效期至 2019/11/14, 逾期见链接: <https://pan.baidu.com/s/1Bt8UqQt-6-M-liz6Cd2jTw> 提取码: zwjg)

Ping 结果截图:

PC1→PC2:

```
C:\Windows\system32\cmd.exe
正在 Ping 192.168.1.2 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.1.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.1.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.1.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.1.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

192.168.1.2 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

C:\Users\student>ping 192.168.1.2

正在 Ping 192.168.1.2 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.1.2 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=128
来自 192.168.1.2 的回复: 字节=32 时间=9ms TTL=128
来自 192.168.1.2 的回复: 字节=32 时间=19ms TTL=128
来自 192.168.1.2 的回复: 字节=32 时间=29ms TTL=128

192.168.1.2 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 = 29ms, 平均 = 14ms

C:\Users\student>
```

PC3 →PC4:

```

C:\Users\student>ping 192.168.1.4

正在 Ping 192.168.1.4 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.1.4 的回复: 字节=32 时间=2ms TTL=64
来自 192.168.1.4 的回复: 字节=32 时间=47ms TTL=64
请求超时。
来自 192.168.1.4 的回复: 字节=32 时间=28ms TTL=64

192.168.1.4 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 3, 丢失 = 1 (25% 丢失),
    往返行程的估计时间(以毫秒为单位):
        最短 = 2ms, 最长 = 47ms, 平均 = 25ms

```

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:

PC1 → PC2:



```

C:\Windows\system32\cmd.exe

正在 Ping 192.168.1.2 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.1.2 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=128
来自 192.168.1.2 的回复: 字节=32 时间=9ms TTL=128
来自 192.168.1.2 的回复: 字节=32 时间=19ms TTL=128
来自 192.168.1.2 的回复: 字节=32 时间=29ms TTL=128

192.168.1.2 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 = 29ms, 平均 = 14ms

C:\Users\student>ping 192.168.1.2

正在 Ping 192.168.1.2 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.1.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.1.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.1.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.1.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

192.168.1.2 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

C:\Users\student>

```

PC3 → PC4:

```

C:\Users\student>ping 192.168.1.4

正在 Ping 192.168.1.4 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.1.4 的回复: 字节=32 时间=1525ms TTL=64
来自 192.168.1.4 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 192.168.1.4 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=64
来自 192.168.1.4 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64

192.168.1.4 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 = 1525ms, 平均 = 381ms

```

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）：

Switch1:

```
Switch#s sp

VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
    Root ID    Priority    32769
              Address     0011.bb8a.e940
              Cost        19
              Port        6 (FastEthernet0/6)
              Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

    Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
              Address     0022.0c76.c900
              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
Fa0/6                    Root FWD 19        128.6    P2p

VLAN0002
  Spanning tree enabled protocol ieee
    Root ID    Priority    32770
              Address     0011.bb8a.e940
              Cost        19
              Port        6 (FastEthernet0/6)
              Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

    Bridge ID  Priority    32770 (priority 32768 sys-id-ext 2)
              Address     0022.0c76.c900
              Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
              Aging Time   15

Interface                Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Fa0/3                    Desg FWD 19        128.3    P2p
Fa0/6                    Root FWD 19        128.6    P2p
```

Switch2:


```

Switch#s s
01:59:40: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by consolep

VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32769
             Address     0011.bb8a.e940
             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.bb8a.e940
             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

VLAN0002
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32770
             Address     0011.bb8a.e940
             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.bb8a.e940
             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
Fa0/6          Desg FWD 19       128.6    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:

```

int Fa0/5
spanning-tree vlan 1 port-priority 16
int Fa0/6
spanning-tree vlan 2 port-priority 16

```


Switch2:

```
int Fa0/5  
spanning-tree vlan 1 port-priority 16  
int Fa0/6  
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。

Spanning-tree 数据截图（分交换机显示）:

Switch1:

```
Switch#s sp  
  
VLAN0001  
  Spanning tree enabled protocol ieee  
  Root ID    Priority    32769  
            Address     0011.bb8a.e940  
            Cost        19  
            Port        5 (FastEthernet0/5)  
            Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec  
  
  Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)  
            Address     0022.0c76.c900  
            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  
Fa0/5          Root FWD 19        16.5     P2p  
Fa0/6          Altn BLK 19        128.6     P2p  
  
VLAN0002  
  Spanning tree enabled protocol ieee  
  Root ID    Priority    32770  
            Address     0011.bb8a.e940  
            Cost        19  
            Port        6 (FastEthernet0/6)  
            Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec  
  
  Bridge ID  Priority    32770 (priority 32768 sys-id-ext 2)  
            Address     0022.0c76.c900  
            Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec  
            Aging Time   15  
  
Interface      Role Sts Cost      Prio.Nbr Type  
-----  
Fa0/3          Desg FWD 19        128.3     P2p  
Fa0/5          Altn BLK 19        128.5     P2p  
Fa0/6          Root FWD 19        16.6     P2p
```

Switch2:

```
Switch#s sp
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32769
            Address     0011.bb8a.e940
            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.bb8a.e940
            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        16.5     P2p
Fa0/6        Desg FWD 19        128.6    P2p

VLAN0002
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32770
            Address     0011.bb8a.e940
            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.bb8a.e940
            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
Fa0/5        Desg FWD 19        128.5    P2p
Fa0/6        Desg FWD 19        16.6     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):

Switch1:

```
Switch#s sp
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32769
            Address     0011.bb8a.e940
            Cost        19
            Port        5 (FastEthernet0/5)
            Hello Time   2 sec   Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
            Address     0022.0c76.c900
            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              Root FWD 19        16.5    P2p

VLAN0002
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32770
            Address     0011.bb8a.e940
            Cost        19
            Port        5 (FastEthernet0/5)
            Hello Time   2 sec   Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32770 (priority 32768 sys-id-ext 2)
            Address     0022.0c76.c900
            Hello Time   2 sec   Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec
            Aging Time   300

Interface          Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Fa0/3              Desg FWD 19        128.3   P2p
Fa0/5              Root FWD 19        128.5   P2p
```

Switch2:

```
Switch#s sp
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32769
             Address     0011.bb8a.e940
             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.bb8a.e940
             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
Fa0/5          Desg FWD 19        16.5     P2p

VLAN0002
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32770
             Address     0011.bb8a.e940
             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.bb8a.e940
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
             Aging Time 15

Interface      Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Fa0/2          Desg FWD 19        128.2    P2p
Fa0/5          Desg FWD 19        128.5    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（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#s runn
Building configuration...

Current configuration : 1560 bytes
!
```

```
version 12.2

(-----some content is omitted -----)

spanning-tree mode pvst
spanning-tree extend system-id
!
vlan internal allocation policy ascending
!
!
interface FastEthernet0/1
!
interface FastEthernet0/2
!
interface FastEthernet0/3
    switchport access vlan 2
!
interface FastEthernet0/4
    switchport access vlan 2
!
interface FastEthernet0/5
    switchport mode trunk
    spanning-tree vlan 1 port-priority 16
!
interface FastEthernet0/6
    switchport mode trunk
    spanning-tree vlan 2 port-priority 16
(-----some content is omitted -----)

interface Vlan1
    no ip address
    no ip route-cache
```

```
shutdown
!
ip http server
!
control-plane
!
!
line con 0
  exec-timeout 0 0
line vty 0 4
  password 123
  login
line vty 5 15
  password 123
  login
!
end
```

Switch2:

```
Switch#s runn
Building configuration...

Current configuration : 1311 bytes
!
version 12.1
(-----some content is omitted -----)
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
```

```
    switchport mode access
```

```
!
```

```
interface FastEthernet0/3
```

```
!
```

```
interface FastEthernet0/4
```

```
!
```

```
interface FastEthernet0/5
```

```
    switchport mode trunk
```

```
    spanning-tree vlan 1 port-priority 16
```

```
!
```

```
interface FastEthernet0/6
```

```
    switchport mode trunk
```

```
    spanning-tree vlan 2 port-priority 16
```

```
!
```

```
interface FastEthernet0/7
```

```
!
```

```
interface FastEthernet0/8
```

```
    switchport mode trunk
```

```
!
```

```
(-----some content is omitted -----)

interface Vlan1

  ip address 10.1.0.5 255.0.0.0

  no ip route-cache

  shutdown

!

ip http server

!

line con 0

line vty 0 4

  login

line vty 5 15

  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？

答：端口状态显示为 administratively down 表示在该端口在 config 状态（配置模式）中执行了 shutdown 命令，被手动关闭，此端口在执行 no shutdown 操作之前无法进行正常通信。

- 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？

答：ARP 请求包通过交换机广播给附近的机器，所以其他 PC 之间的 ARP 请求包是可以被抓取到的，而 ARP 响应包不是广播，而是被定向发送给请求方的，所以不会被其他 PC 抓取到。

- 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？

答：PC 属于哪个 VLAN 是由交换机决定的，当 PC 所连接的交换机上的端口是属于哪个 VLAN 时，PC 就属于哪个 VLAN。

- 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？

答：在普通情况下是不能够成功的，因为当被 ping 的那台 PC 意图进行响应的时候，根据子网掩码的不同会向路由器发出请求，去寻找这台 PC 的地址，然而实际上路由器是不能够得到相关信息的，这就会形成，PC1 去 pingPC2 时，PC1 发出了请求，而 PC2 也收到了，但却不响应的现象。但实际上，PC 的配置符合特定的条件时，配置了不同长度的子网掩码的同一个 VLAN 的 PC 也是可以互相 ping 通的。条件为 PC1 的子网中包含 PC2 的 IP 且 PC1 的子网中包含了 PC1 的 IP，此时位于同一个 VLAN 下可以互相通信，若无此包含关系则不行。

- 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？

答：VLAN 隔离了广播域，两组 VLAN 之间 PC 如果需要进行通信，首先需要获取对方的 MAC 物理地址，而 ARP 请求属于广播数据包，也就无法通过被隔离的广播域到底目的 PC 获得对方响应，即无法获取对方的物理地址，故 VLAN 划分后，属于不同 VLAN 的 PC 不能直接进行通信。

- 交换机在 VLAN Trunk 模式下使用的封装协议是什么？

答：交换机在 VLAN Trunk 模式下使用的封装协议是 ISL/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？

答：在未启用 STP 的情况下，二层交换网络中会产生物理环路，数据包会在交换机之间形成的环路上重复发送，难以到达目的地，导致出现 Ping 测试的响应会延迟很大甚至超时的情况。

- 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？

答：1) 状态变化为：BLK→LISTENING→LEARNING→ FWD；

2) 大约消耗了 10s-20s 的时间端口变为 FWD 状态；

3) 在此期间，连接在该端口的计算机不能被 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：

1. 在实验中注意到同一交换机中，可以通过分隔 VLAN 来实现广播域的分隔，从而组织不同的 VLAN 之间发生广播数据包的互相传输，那么基于不同方式实现的 VLAN 划分分别有什么优点和缺陷呢？
2. 在本实验第 17 小题中，观察到在生成树信息中，仅有 Switch1 交换机中显示了端口的阻塞情况，而在 Switch2 对应的端口上显示的都为 FWD，正常的转发状态，那么 Switch2，是如何判断应该使用哪一个端口才是真正联通的呢，是通过传输信息前单独进行检查，还是失败后重发或者有其他标记信息呢？
3. 在请求发送/允许发送协议中（Request To Send/Clear To Send Protocol），启动 RTS/CTS 握手协议时，首先，A 向 B 发送 RTS 信号，表明 A 要向 B 发送若干数据，B 收到 RTS 后，向所有基站发出 CTS 信号，表明已准备就绪，A 可以发送，而其余欲向 B 发送数据的基站则暂停发送；双方在成功交换 RTS/CTS 信号（即完成握手）后才开始真正的数据传递为什么在基站 X 收到 RTS，而没有收到 CTS 时，仍会有进行信息传输的情况呢？

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：

1. 在本次实验中我们首先遇到了交换机设置了未知密码的问题，无法通过 enable 指令进入特权模式，首先通过按住交换机的 mode 键不放，直到 mode 灯闪烁十秒左右后再放开 mode 键；等待

Putty 软件上出现 Switch:的提示符；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；输入命令 `reload` 或 `reset` 重新启动。最需要注意的但是在重新打开后不要盲目输入 `yes` 已进入更多的配置菜单，应当选择适合的时候退出配置，进入正常实验流程，否则费时费力，甚至可能必须再次重新配置。

2. 在实验中除了遇到的具体问题以外，由于没有提前熟悉 CISCO 交换机的命令和使用方法，在探索在何种模式下才能正确进行配置和端口控制等操作上也消耗了我们许多时间，更是有出现终端连接虚拟机后没有进行 `enable` 进入特权模式就开始输入命令的情况，本次实验需要仔细按照步骤一步一步进行。
3. 经过本次实验我也积累了一些心得，通过在交换机上的实践操作，让我对网络协议在实际中的应用和它们所能带来的作用有了比理论直观许多的认识，比如进入 `trunk` 模式能够为数据包加上 VLAN 标签，从而实现两台不同交换机上属于相同 VLAN 的机器之间的相互通信；还有通过镜像端口监控流量；通过生成树协议来观察端口的转发状态、阻塞状态等等，都把课本和课件上的理论概念，化为实际操作中获得的实验结果，很好地帮助我巩固了课内的知识，也引发了更多的相关的思考，这次内容翔实，设计完善的实验，为我们的进一步学习打下了良好的基础，可以说使我获益匪浅。

你对本实验安排有哪些更好的建议呢？欢迎献计献策：

本次实验内容比较丰富，指导也是十分详细，但可能从实验的量上来说对于刚刚触及交换机操作的同学来说还是比较有压力的，一旦有一些失误的操作引起的时间浪费就很容易导致一次实验课无法完成实验，老师一个人也较难即使解决同学的疑问，或许可以在实验课上联系一些相关知识较为雄厚的同学或者助教，帮助解决实验中遇到的困难或是解答一些联想到的问题。