

# 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:	何煦明
学 院:	计算机学院
系:	
专 业:	计算机科学与技术
学 号:	3210101822
指导教师:	陆系群

2023 年 10 月 24 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： 宋开石 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

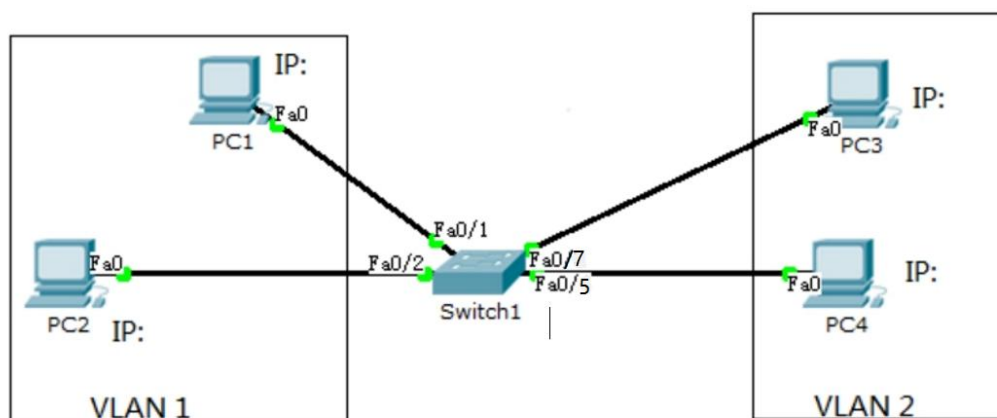
- 1. 用 2 台交换设备和 4 台 PC 组成一个小型局域网，每个交换机都连接 2 台 PC 机；
- 2. 在交换机上都设置 2 个 VLAN，将每个交换机上的 PC 都分成 2 组，各属于 1 个 VLAN；
- 3. 将两个交换机连起来，设置互联端口为 VLAN Trunk 模式，并测试同一组 VLAN 跨交换机的联通性；普通模式的端口只允许一个 VLAN 的数据通过，VLAN Trunk 模式允许多个 VLAN 数据同时通过一个端口。
- 4. 用 2 条网线连接 2 个交换机，验证 Spanning-tree 的作用。交换机之间会自动运行 Spanning-tree 协议，避免产生转发回路。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: C2950-I6Q4L2-M, IOS 软件版本: 12.1,

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

端口数量: 24 FastEthernet/IEEE 802.3 interface(s)。

3. 输入命令 show flash: 查看当前文件系统的内容:

```
Switch#show flash

Directory of flash:/

   3  -rwx      3036020  Mar 1 1993 00:43:52 +00:00  c2950-i6q4l2-mz.121-20.EA1a.bin
   4  -rwx       1144   Mar 1 1993 00:03:29 +00:00  startup-config
   5  -rwx       556   Mar 1 1993 00:19:25 +00:00  vlan.dat
   6  -rwx       1214   Mar 1 1993 00:08:56 +00:00  y
   7  -rwx       110   Mar 1 1993 00:02:12 +00:00  info
   8  drwx      2688   Mar 1 1993 00:07:33 +00:00  html
  90  -rwx       110   Mar 1 1993 00:08:18 +00:00  info.ver
  91  -rwx      1201   Mar 1 1993 00:02:03 +00:00  config.oldest
  92  -rwx       309   Jan 1 1970 00:02:53 +00:00  env_vars
  93  -rwx      1212   Mar 1 1993 00:41:47 +00:00  configX.text
  94  -rwx      1246   Mar 1 1993 01:48:53 +00:00  config.old.old
  95  -rwx      1163   Mar 1 1993 01:46:11 +00:00  phollosun-config
  96  drwx       128   Mar 1 1993 00:00:11 +00:00  lost+found
  98  -rwx      1220   Mar 1 1993 00:07:16 +00:00  configM.text
 100  -rwx      1220   Mar 1 1993 01:55:25 +00:00  config.004
 101  -rwx      1220   Mar 1 1993 02:02:54 +00:00  config.003
 102  -rwx      1358   Mar 1 1993 02:24:47 +00:00  configYY.text
 103  -rwx      1121   Mar 1 1993 00:11:47 +00:00  config.old.2
 105  -rwx      1127   Mar 1 1993 02:54:35 +00:00  configY.text
 106  -rwx      1221   Mar 1 1993 00:08:35 +00:00  config.text.renamed
 108  -rwx         5   Mar 1 1993 00:08:35 +00:00  private-config.text.renamed

7741440 bytes total (1584640 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）

首先展示 vlan 数据：

VLAN Name	Status	Ports
1 default	active	Fa0/1, Fa0/2, Fa0/3, Fa0/4 Fa0/5, Fa0/6, Fa0/7, Fa0/8 Fa0/9, Fa0/10, Fa0/11, Fa0/12 Fa0/13, Fa0/14, Fa0/15, Fa0/16 Fa0/17, Fa0/18, Fa0/19, Fa0/20 Fa0/21, Fa0/22, Fa0/23, Fa0/24
2 VLAN0002	active	
1002 fddi-default	act/unsup	
1003 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

这里发现存在 vlan2，那么我们需要先 `config t` 进入 configuration commands，之后对 vlan2 进行删除，这里用到的命令如下：

```
config t
no vlan 2
exit
```

之后再次查看 vlan 数据，结果如下：

```
Switch#config t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)#no vlan 2
Switch(config)#exit
Switch#
00:19:28: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
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

可以看到 vlan2 被删除，说明配置成功

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。

这里我们四台 pc 机的 IP 地址配置如下：

PC1:192.168.1.6

PC2:192.168.1.2

PC3:192.168.1.3

PC4:192.168.1.4

我们选择关闭 fa0/7 端口，fa0/7 端口连接的是 pc3，关闭代码如下：

```
config t
Int fa0/7
shutdown
exit
```

之后输入命令 show interface fa0/7 查看该端口的状态，结果如下：

```

Switch#show interface fa0/7
FastEthernet0/7 is administratively down, line protocol is down (disabled)
  Hardware is Fast Ethernet, address is 0011.bb5e.3807 (bia 0011.bb5e.3807)
  MTU 1500 bytes, BW 100000 Kbit, DLY 1000 usec,
    reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
  Encapsulation ARPA, loopback not set
  Keepalive set (10 sec)
  Auto-duplex, Auto-speed
  input flow-control is unsupported output flow-control is unsupported
  ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00
  Last input 00:03:43, output 00:01:31, 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
    502 packets input, 56090 bytes, 0 no buffer
    Received 465 broadcasts (0 multicast)
    0 runts, 0 giants, 0 throttles
    0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored
    0 watchdog, 359 multicast, 0 pause input
    0 input packets with dribble condition detected
  2086 packets output, 178782 bytes, 0 underruns
    0 output errors, 0 collisions, 4 interface resets
    0 babbles, 0 late collision, 0 deferred
    0 lost carrier, 0 no carrier, 0 PAUSE output
    0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out

```

可以看到该端口是 administratively down，说明我们配置成功。之后我们用另外三台 pc 机尝试 ping pc3 的 ip 地址，看看能否 ping 通，结果如下：

pc1->pc3:

```

C:\Users\CS>ping 192.168.1.13

正在 Ping 192.168.1.13 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.1.6 的回复: 无法访问目标主机。
来自 192.168.1.6 的回复: 无法访问目标主机。
来自 192.168.1.6 的回复: 无法访问目标主机。
来自 192.168.1.6 的回复: 无法访问目标主机。

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

```

pc2->pc3:

```

C:\Users\CS>ping 192.168.1.13

正在 Ping 192.168.1.13 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.1.2 的回复: 无法访问目标主机。
来自 192.168.1.2 的回复: 无法访问目标主机。
来自 192.168.1.2 的回复: 无法访问目标主机。
来自 192.168.1.2 的回复: 无法访问目标主机。

192.168.1.13 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\CS>ping 192.168.1.13

正在 Ping 192.168.1.13 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.1.4 的回复: 无法访问目标主机。
来自 192.168.1.4 的回复: 无法访问目标主机。
来自 192.168.1.4 的回复: 无法访问目标主机。
来自 192.168.1.4 的回复: 无法访问目标主机。

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

这里的截图中的 ping 命令稍微有点问题，因为 pc3 的 ip 地址实际是 192.168.1.3，但是在做这一步的时候我们认为是 192.168.1.13，后来发现错误重新做之后还是一样的结果，三台 pc 机均无法 ping 通 pc3。

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。

重新打开 fa0/7 端口，输入的命令如下：

```
config t
int fa0/7
no shutdown
exit
```

这个时候继续 show interface fa0/7 查看该端口当前状态：

```
Switch#show interface fa0/7
FastEthernet0/7 is up, line protocol is up (connected)
  Hardware is Fast Ethernet, address is 0011.bb5e.3807 (bia 0011.bb5e.3807)
  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 00:00:26, output 00:00:00, 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
    575 packets input, 64354 bytes, 0 no buffer
    Received 538 broadcasts (0 multicast)
    0 runs, 0 giants, 0 throttles
    0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored
    0 watchdog, 416 multicast, 0 pause input
    0 input packets with dribble condition detected
  2107 packets output, 180451 bytes, 0 underruns
    0 output errors, 0 collisions, 5 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
```

可以看到该端口已经起来了，我们尝试用其它 pc 机去 ping pc3:

```
C:\Users\CS>ping 192.168.1.3

正在 Ping 192.168.1.3 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.1.3 的回复: 字节=32 时间=228ms TTL=128
来自 192.168.1.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.1.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.1.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

192.168.1.3 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 = 228ms, 平均 = 57ms
```

发现这个时候可以 ping 通了

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`)。

首先我们给 vlan1 配置 IP 地址和掩码, 命令如下:

```
config t
interface vlan 1
ip address 192.168.1.5 255.255.255.0
exit
```

之后检查 vlan1 的端口状态:

```
Switch#show interface vlan1
Vlan1 is administratively down, line protocol is down
  Hardware is CPU Interface, address is 0011.bb5e.3800 (bia 0011.bb5e.3800)
  Internet address is 192.168.1.5/24
  MTU 1500 bytes, BW 1000000 Kbit, DLY 10 usec,
    reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
  Encapsulation ARPA, loopback not set
  ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00
  Last input never, output never, 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 11000 bits/sec, 3 packets/sec
    516 packets input, 104724 bytes, 0 no buffer
    Received 0 broadcasts (0 IP multicast)
    0 runs, 0 giants, 0 throttles
    0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored
    13248 packets output, 8122992 bytes, 0 underruns
    0 output errors, 3 interface resets
    0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out
```

发现 vlan1 的端口是 administratively down, 说明我们还需要打开 vlan1 端口, 代码

如下：

```
config t
interface vlan 1
no shutdown
exit
```

这个时候再次检查 vlan1 的端口状态发现是 up，我们尝试用 pc1 ping vlan1 的 ip 地址，结果如下：

```
C:\Users\CS>ping 192.168.1.5

正在 Ping 192.168.1.5 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.1.5 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=255
来自 192.168.1.5 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=255
来自 192.168.1.5 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=255
来自 192.168.1.5 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=255

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

发现可以 ping 通

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-if)#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。首先在 pc2 和 pc3 上让它们两个互相持续 ping，之后在 pc1 上尝试抓取 arp 包和 icmp 包。

抓取 arp 包：

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
59	81.400364	AsustekC_71:cc:ce	Broadcast	ARP	42	Who has 192.168.1.1? Tell 192.168.1.6
61	82.368671	AsustekC_71:cc:ce	Broadcast	ARP	42	Who has 192.168.1.1? Tell 192.168.1.6
63	83.368635	AsustekC_71:cc:ce	Broadcast	ARP	42	Who has 192.168.1.1? Tell 192.168.1.6
118	156.398283	AsustekC_71:cc:ce	Broadcast	ARP	42	Who has 192.168.1.1? Tell 192.168.1.6
119	157.366640	AsustekC_71:cc:ce	Broadcast	ARP	42	Who has 192.168.1.1? Tell 192.168.1.6
121	158.366612	AsustekC_71:cc:ce	Broadcast	ARP	42	Who has 192.168.1.1? Tell 192.168.1.6
138	182.149793	AsustekC_54:8d:4e	Broadcast	ARP	60	Who has 192.168.1.2? Tell 192.168.1.3
156	201.397081	AsustekC_71:cc:ce	Broadcast	ARP	42	Who has 192.168.1.1? Tell 192.168.1.6
158	202.365443	AsustekC_71:cc:ce	Broadcast	ARP	42	Who has 192.168.1.1? Tell 192.168.1.6
160	203.365404	AsustekC_71:cc:ce	Broadcast	ARP	42	Who has 192.168.1.1? Tell 192.168.1.6
184	231.387974	AsustekC_71:cc:ce	Broadcast	ARP	42	Who has 192.168.1.1? Tell 192.168.1.6
186	232.371889	AsustekC_71:cc:ce	Broadcast	ARP	42	Who has 192.168.1.1? Tell 192.168.1.6
188	233.371855	AsustekC_71:cc:ce	Broadcast	ARP	42	Who has 192.168.1.1? Tell 192.168.1.6

抓取 icmp 包：

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info

发现抓不到 icmp 包。

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。



这里为了方便起见我们直接将 pc1 当前所在端口配置为镜像端口，pc2 和 pc3 当前所在端口配置为被镜像端口。代码如下：

```
config t
monitor session 1 destination int fa0/1
monitor session 1 source int fa0/2
monitor session 1 source int fa0/7
exit
```

这时继续运行 Wireshark，发现可以抓取到 icmp 包：

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
→	561.517.552799	192.168.1.2	192.168.1.3	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=211/54016,...
←	562.517.553004	192.168.1.3	192.168.1.2	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=211/54016,...
	566.518.566942	192.168.1.2	192.168.1.3	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=212/54272,...
	567.518.567100	192.168.1.3	192.168.1.2	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=212/54272,...
	568.519.582501	192.168.1.2	192.168.1.3	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=213/54528,...
	569.519.582652	192.168.1.3	192.168.1.2	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=213/54528,...
	572.520.598090	192.168.1.2	192.168.1.3	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=214/54784,...
	573.520.598248	192.168.1.3	192.168.1.2	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=214/54784,...
	591.531.035953	192.168.1.3	192.168.1.2	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=35/8960, t...
	592.531.036164	192.168.1.2	192.168.1.3	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=35/8960, t...
	594.532.046118	192.168.1.3	192.168.1.2	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=36/9216, t...
	595.532.046274	192.168.1.2	192.168.1.3	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=36/9216, t...
	599.533.052348	192.168.1.3	192.168.1.2	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=37/9472, t...
	600.533.052501	192.168.1.2	192.168.1.3	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=37/9472, t...
	604.534.064791	192.168.1.3	192.168.1.2	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=38/9728, t...
	605.534.064943	192.168.1.2	192.168.1.3	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=38/9728, t...

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。

输入命令如下：

```
config t
no monitor session 1 destination int fa0/1
```

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）。

输入命令如下：

```
config t
vlan 2
int fa0/7
switchport access vlan 2
int fa0/5
switchport access vlan 2
```

尝试以下 ping 的方式：

PC1→PC2

```
C:\Users\CS>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 = 1ms, 平均 = 0ms
```

PC1→PC3

```
C:\Users\CS>ping 192.168.1.3

正在 Ping 192.168.1.3 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.1.6 的回复: 无法访问目标主机。
来自 192.168.1.6 的回复: 无法访问目标主机。
来自 192.168.1.6 的回复: 无法访问目标主机。
来自 192.168.1.6 的回复: 无法访问目标主机。

192.168.1.3 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 192.168.1.2

正在 Ping 192.168.1.2 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.1.4 的回复: 无法访问目标主机。
来自 192.168.1.4 的回复: 无法访问目标主机。
来自 192.168.1.4 的回复: 无法访问目标主机。
来自 192.168.1.4 的回复: 无法访问目标主机。

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),
```

PC4→PC3

```
C:\Users\CS>ping 192.168.1.3

正在 Ping 192.168.1.3 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.1.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.1.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.1.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.1.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

192.168.1.3 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 丢失 = 0 (0% 丢失)
    往返行程的估计时间(以毫秒为单位):
        最短 = 0ms, 最长 = 0ms, 平均 = 0ms
```

可以发现 pc1 和 pc2 在一个 vlan 里，因此可以 ping 通，同理 pc3 和 pc4 也在一个 vlan 里，因此也可以 ping 通。而 pc1 和 pc3，pc4 和 pc2 不在一个 vlan 里，因此 ping 不通，这也是 vlan 的特性。

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。

运行配置文本如下：

```
Building configuration...

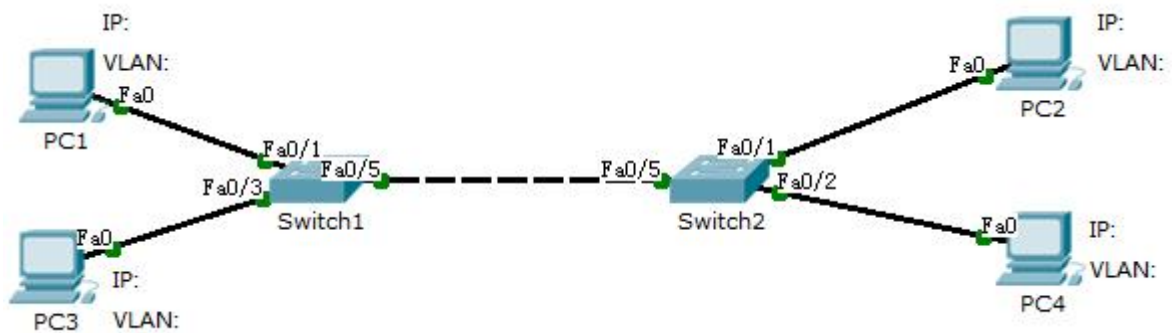
Current configuration : 1228 bytes
!
version 12.1
no service pad
service timestamps debug uptime
service timestamps log uptime
no service password-encryption
!
hostname Switch
!
!
ip subnet-zero
!
!
spanning-tree mode pvst
no spanning-tree optimize bpdu transmission
spanning-tree extend system-id
!
!
!
!
interface FastEthernet0/1
!
```

```
interface FastEthernet0/2
!
interface FastEthernet0/3
!
interface FastEthernet0/4
!
interface FastEthernet0/5
  switchport access vlan 2
!
interface FastEthernet0/6
!
interface FastEthernet0/7
  switchport access vlan 2
!
```

## ----- 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`）

第一台交换机 console 线连接的是 pc1，第二台交换机 console 线连接的是 pc2。

查看第一台交换机的 vlan 数据：



```
Switch#show vlan
```

VLAN Name	Status	Ports
1 default	active	Fa0/1, Fa0/2, Fa0/4, 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	Fa0/3
1002 fddi-default	act/unsup	
1003 token-ring-default	act/unsup	
1004 fddinet-default	act/unsup	
1005 trnet-default	act/unsup	

查看第二台交换机的 vlan 数据：

```
Switch#show vlan
```

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

连通性测试：

PC1→PC2

```
C:\Users\CS>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

PC3→PC4

```
C:\Users\CS>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),
```

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）。

由于交换机互联端口为 fa0/5，因此需要将两台交换机的 fa0/5 都配置成 VLAN Trunk 模式。

输入如下命令：

```
--switch1--
config t
int Fa0/5
switchport mode trunk
--switch2--
Config t
Int Gi0/5
switchport mode trunk
```

这里需要注意的是 switch2 的端口均为 Gi 类型。

连通性测试：

PC1→PC2

```
C:\Users\CS>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
```

PC3→PC4

```
C:\Users\CS>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<1ms TTL=128
来自 192.168.1.4 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.1.4 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.1.4 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

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 = 0ms, 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）。

这里选择两台交换机的 fa0/6 端口进行连接，因此这个时候两台交换机的互联端口是 fa0/5 和 fa0/6

Spanning-tree 数据截图如下。

Switch1:

```
Switch#show spanning-tree

VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32769
            Address     0011.bb5e.3800
            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.3800
            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.bb5e.3800
            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.3800
            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        Desg FWD 19        128.5    P2p
Fa0/6        Desg FWD 19        128.6    P2p
```

Switch2:

```
Switch#show spanning-tree

VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol rstp
  Root ID    Priority    32769
             Address     0011.bb5e.3800
             Cost        19
             Port        5 (GigabitEthernet0/5)
             Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
             Address     cc70.edb8.b900
             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
Gi0/5      Root FWD 19   128.5 P2p Peer(STP)
Gi0/6      Altn BLK 19   128.6 P2p Peer(STP)

VLAN0002
  Spanning tree enabled protocol rstp
  Root ID    Priority    32770
             Address     0011.bb5e.3800
             Cost        19
             Port        5 (GigabitEthernet0/5)
             Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32770 (priority 32768 sys-id-ext 2)
             Address     cc70.edb8.b900
             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
Gi0/5      Root FWD 19   128.5 P2p Peer(STP)
Gi0/6      Altn BLK 19   128.6 P2p Peer(STP)
```

可以看出，Switch1 是根网桥，Switch1 的 fa0/1，fa0/3，fa0/5，fa0/6，Switch2 的 Gi0/1，Gi0/2，Gi0/5 均为转发状态；而 Switch2 的 Gi0/6 为阻塞状态。

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）。

关闭两个 vlan 的 STP，命令如下：

```
--switch1--
no spanning-tree vlan 1
no spanning-tree vlan 2
--switch2--
no spanning-tree vlan 1
no spanning-tree vlan 2
```

尝试用 pc1 ping pc2，发现丢包严重，无法 ping 通：

```
C:\Users\CS>ping 192.168.1.2

正在 Ping 192.168.1.2 具有 32 字节的数据:
请求超时。
请求超时。
请求超时。
请求超时。

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

尝试用 pc3 ping pc4，发现同样出现超时情况：

```
正在 Ping 192.168.1.4 具有 32 字节的数据:
请求超时。
来自 192.168.1.4 的回复: 字节=32 时间=1108ms TTL=128
请求超时。
请求超时。

192.168.1.4 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 1, 丢失 = 3 (75% 丢失),
往返行程的估计时间(以毫秒为单位):
    最短 = 1108ms, 最长 = 1108ms, 平均 = 1108ms
```

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。

重新打开两个 vlan 的 STP，命令如下：

```
--switch1--
no spanning-tree vlan 1
no spanning-tree vlan 2
--switch2--
no spanning-tree vlan 1
no spanning-tree vlan 2
```

再次尝试用 pc1 ping pc2，发现可以 ping 通，延迟降低：



```
C:\Users\CS>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
```

尝试用 pc3 ping pc4，发现同样可以 ping 通：

```
C:\Users\CS>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<1ms TTL=128
来自 192.168.1.4 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.1.4 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.1.4 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

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 = 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。

即拔掉两台交换机 fa0/5 及 Gi0/5 端口的网线，之后再次查看 spanning tree。

Switch1:

```

Switch#show spanning-tree

VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32769
             Address     0011.bb5e.3800
             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.3800
             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.bb5e.3800
             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.3800
             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
Fa0/6                    Desg FWD 19        128.6    P2p

```

Switch2:



```

Switch#show spanning-tree

VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol rstp
  Root ID    Priority    32769
             Address    0011.bb5e.3800
             Cost        19
             Port        6 (GigabitEthernet0/6)
             Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
             Address    cc70.edb8.b900
             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
Gi0/6                    Root FWD 19       128.6    P2p Peer(STP)

VLAN0002
  Spanning tree enabled protocol rstp
  Root ID    Priority    32770
             Address    0011.bb5e.3800
             Cost        19
             Port        6 (GigabitEthernet0/6)
             Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32770 (priority 32768 sys-id-ext 2)
             Address    cc70.edb8.b900
             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
Gi0/6                    Root FWD 19       128.6    P2p Peer(STP)

```

发现在 Switch1 中，fa0/5 端口消失；Switch2 中，Gi0/5 端口消失，同时 Gi0/6 端口由 BLK 状态变成了 FWD 状态。

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。

输入的命令如下：

```

--switch1--
Config t
Int fa0/5
Spanning-tree vlan 1 port-priority 16
Int fa0/6
Spanning-tree vlan 2 port-priority 16

```

```
--switch2--
Int Gi0/5
Spanning-tree vlan 1 port-priority 16
Int Gi0/6
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 的数据截图如下。

Switch1:

```
Switch#show spanning-tree

VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32769
             Address     0011.bb5e.3800
             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.3800
             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.bb5e.3800
             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.3800
             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 Desg FWD 19 128.5 P2p
Fa0/6 Desg FWD 19 16.6 P2p
```

Switch2:

```

VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol rstp
  Root ID    Priority    32769
             Address     0011.bb5e.3800
             Cost        19
             Port        5 (GigabitEthernet0/5)
             Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
             Address     cc70.edb8.b900
             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
Gi0/5          Root FWD 19       16.5    P2p Peer(STP)
Gi0/6          Altn BLK 19       128.6    P2p Peer(STP)

VLAN0002
  Spanning tree enabled protocol rstp
  Root ID    Priority    32770
             Address     0011.bb5e.3800
             Cost        19
             Port        6 (GigabitEthernet0/6)
             Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32770 (priority 32768 sys-id-ext 2)
             Address     cc70.edb8.b900
             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
Gi0/5          Altn BLK 19       128.5    P2p Peer(STP)
Gi0/6          Root FWD 19       16.6    P2p Peer(STP)

```

在 Switch1 中：

- vlan1：所有端口均为转发状态，fa0/5 端口的优先级为 16，其余为 128
- vlan2：所有端口均为转发状态，fa0/6 端口的优先级为 16，其余为 128

在 Switch2 中：

- vlan1：Gi0/6 端口为阻塞状态，Gi0/1、Gi0/5 端口为转发状态，Gi0/5 端口的优先级为 16，其余为 128
- vlan2：Gi0/5 端口为阻塞状态，Gi0/2、Gi0/6 端口为转发状态，Gi0/6 端口的优先级为 16，其余为 128

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）

将 fa0/5 处的网线拔掉，show spanning-tree 得到如下结果。

Switch1:

```
VLAN0001
Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID    Priority    32769
           Address    0011.bb5e.3800
           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.3800
           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    Desg FWD 19        128.6    P2p

VLAN0002
Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID    Priority    32770
           Address    0011.bb5e.3800
           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.3800
           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    Desg FWD 19        16.6     P2p
```

Switch2:

```

VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol rstp
  Root ID    Priority    32769
            Address    0011.bb5e.3800
            Cost        19
            Port        6 (GigabitEthernet0/6)
            Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
            Address    cc70.edb8.b900
            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
Gi0/6        Root FWD 19       128.6    P2p Peer(STP)

VLAN0002
  Spanning tree enabled protocol rstp
  Root ID    Priority    32770
            Address    0011.bb5e.3800
            Cost        19
            Port        6 (GigabitEthernet0/6)
            Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32770 (priority 32768 sys-id-ext 2)
            Address    cc70.edb8.b900
            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
Gi0/6        Root FWD 19       16.6     P2p Peer(STP)

```

可以看到在 Switch 里 fa0/5 端口消失，其余端口的状态不变；在 switch2 中 Gi0/5 端口消失，原来状态为 BLK 的 Gi0/6 现在状态变成了 FWD 状态。

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）。

Switch1:

```

interface FastEthernet0/1
!
interface FastEthernet0/2
!
interface FastEthernet0/3
  switchport access vlan 2
!
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
```

Switch2:

```
interface GigabitEthernet0/1  
!  
interface GigabitEthernet0/2  
  switchport access vlan 2  
!  
interface GigabitEthernet0/3  
!  
interface GigabitEthernet0/4  
!  
interface GigabitEthernet0/5  
  switchport mode trunk  
  spanning-tree vlan 1 port-priority 16  
!  
interface GigabitEthernet0/6  
  switchport mode trunk  
  spanning-tree vlan 2 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？  
说明端口被手动关闭，如果需要对端口起来，需要 **no shutdown** 命令
- 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 请求包为广播包，而 ARP 响应包为单播包。PC1、PC2、PC3 处于同一个 vlan 下，因此可以收到同一个广播域发的广播包，而 ARP 响应包是 PC2 和 PC3 一对一发送的，因此 PC1 收不到
- 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？  
PC 属于哪个 vlan 是由交换机决定的，交换机可以通过改变 pc 所连接的端口配置来改变 pc 所在的 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？  
不能，就算几个 pc 处于同一个 vlan 内，如果配置了不同长度的子网掩码也会让 pc 处于不同网段。
- 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？  
因为交换机通过 MAC 地址进行通信，PC1 不知道 PC2 的 MAC 地址时就会广播 ARP 请求获取 PC2 的 MAC 地址。但是 VLAN 的划分也隔离的广播域，因此 PC1 无法获得到 PC2 的 MAC 地址，进而不能进行 IP 通信
- 交换机在 VLAN Trunk 模式下使用的封装协议是什么？
- 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 协议时基于 OSI 模型数据链路层的协议，其作用是消除环路和链路备份。  
未启用 STP 协议当交换机之间存在多条链路时，会造成广播风暴并导致 MAC 表震荡，最终使 Ping 测试的响应延迟甚至超时。
- 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，交换机的端口状态首先为侦听状态，大概会在这个状态停留 15 秒钟，之后为学习状态，这个端口状态下就开始准备参与数据帧的转发，并填写 MAC 表，默认情况也会在这个端口停留 15 秒钟。最后进入 FWD 或 BLK 状态，在此期间连接在该端口的计算机无法 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：

为什么交换机的连接端口不会出现在 VLAN 中，就算切换连接端口也不行？

为什么要将 IP 地址像实验中这样配置？

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：

实验过程中如果遇到 Putty 无法打开的情况，首先要考虑是不是 PC 机的问题，其次要考虑是不是交换机的问题，最后要考虑是不是 console 线的问题。在实验中就由于没有考虑到最后一点一直卡在准备工作这里。

按实验步骤操作基本上是没有问题的，就是配置 IP 地址和子网掩码需要自己查资料进行配置。最后一定一定要记清每一台 PC 的 IP 地址，在我做实验的时候就由于记错 IP 地址导致做不出理想的成果，这台 PC ping 其它 PC 能 ping 通，其它 PC ping 不通它。而且关键是这样 ping 根本不会显示这台 PC 的 IP 地址，最后我用这台 PC ping 它自己才发现原来是 IP 地址记错了。

你对本实验安排有哪些更好的建议呢？欢迎献计献策：

建议更新一下实验中所使用的交换机以及网线。在实验室中很多交换机都是有问题的，一些机架上的 pc 机甚至会出现蓝屏，以及连好网线了 Putty 软件打不开。在处理这些事情上就会花费很长时间。实验本身我觉得并没有什么问题，但是我觉得可以稍微晚一点布置，因为很多前置知识感觉都不懂。