

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:	计算机科学与技术
学 号:	
指导教师:	黄正谦

2022 年 12 月 12 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： _____ 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。

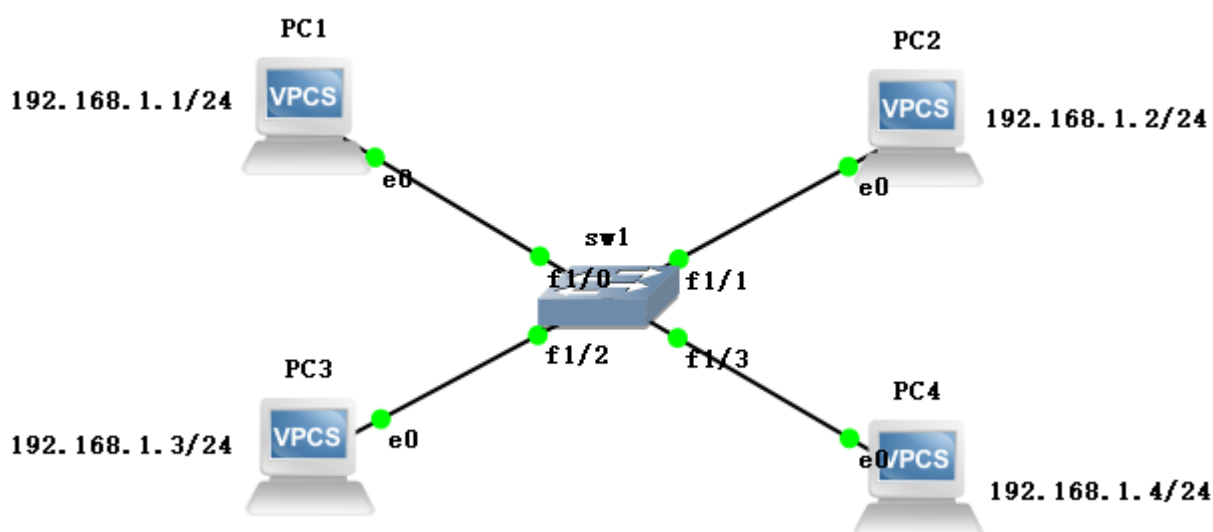
五、 实验数据记录和处理

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）

拓扑图参考，请替换成实际使用的：



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

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

输入命令 show version 查看当前交换机型号信息并记录：

设备型号：Cisco 3745 (R7000) processor (revision 2.0)，IOS 软件版本：12.4(25d)，

软件映像文件名：tftp://255.255.255.255/unknown，端口数量：18。

3. 输入命令 show flash: 查看当前文件系统的内容：

截图参考（此处应替换成实际截获的数据）：

```
sw1#show flash
No files on device

30720 bytes available (0 bytes used)
```

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）

截图参考（此处应替换成实际截获的数据）：

```
sw1#show vlan-s
```

VLAN	Name	Status	Ports
1	default	active	Fa1/0, Fa1/1, Fa1/2, Fa1/3 Fa1/4, Fa1/5, Fa1/6, Fa1/7 Fa1/8, Fa1/9, Fa1/10, Fa1/11 Fa1/12, Fa1/13, Fa1/14, Fa1/15
1002	fddi-default	active	
1003	token-ring-default	active	
1004	fddinet-default	active	
1005	trnet-default	active	

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

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：

```
sw1#show int f1/0
FastEthernet1/0 is administratively down, line protocol is down
  Hardware is Fast Ethernet, address is c401.0474.f100 (bia c401.0474.f100)
  MTU 1500 bytes, BW 100000 Kbit/sec, DLY 100 usec,
    reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
  Encapsulation ARPA, loopback not set
  Keepalive set (10 sec)
  Auto-duplex, Auto-speed
  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 0 bits/sec, 0 packets/sec
    0 packets input, 0 bytes, 0 no buffer
    Received 0 broadcasts, 0 runts, 0 giants, 0 throttles
    0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored
    0 input packets with dribble condition detected
    0 packets output, 0 bytes, 0 underruns
    0 output errors, 0 collisions, 3 interface resets
    0 unknown protocol drops
    0 babbles, 0 late collision, 0 deferred
    0 lost carrier, 0 no carrier
    0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out
```

Ping 结果截图:

```
PC2> ping 192.168.1.1
host (192.168.1.1) not reachable
```

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:

```
sw1#show int f1/0
FastEthernet1/0 is up, line protocol is up
  Hardware is Fast Ethernet, address is c401.0474.f100 (bia c401.0474.f100)
  MTU 1500 bytes, BW 100000 Kbit/sec, DLY 100 usec,
    reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
  Encapsulation ARPA, loopback not set
  Keepalive set (10 sec)
  Full-duplex, 100Mb/s
  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 0 bits/sec, 0 packets/sec
    0 packets input, 0 bytes, 0 no buffer
    Received 0 broadcasts, 0 runs, 0 giants, 0 throttles
    0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored
    0 input packets with dribble condition detected
    0 packets output, 0 bytes, 0 underruns
    0 output errors, 0 collisions, 4 interface resets
    0 unknown protocol drops
    0 babbles, 0 late collision, 0 deferred
    0 lost carrier, 0 no carrier
    0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out
```

Ping 结果截图:

```
PC2> ping 192.168.1.1

84 bytes from 192.168.1.1 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.179 ms
84 bytes from 192.168.1.1 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.290 ms
84 bytes from 192.168.1.1 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.192 ms
84 bytes from 192.168.1.1 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.501 ms
84 bytes from 192.168.1.1 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.406 ms
```

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:

sw1(config)#int vlan 1

sw1(config-if)#ip addr 192.168.1.5 255.255.255.0

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:


```
sw1(config)#line vty 0 4
sw1(config-line)#login
% Login disabled on line 162, until 'password' is set
% Login disabled on line 163, until 'password' is set
% Login disabled on line 164, until 'password' is set
% Login disabled on line 165, until 'password' is set
% Login disabled on line 166, until 'password' is set
sw1(config-line)#pass 1234
```

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：

```
Trying 192.168.1.5 ... Open

User Access Verification

Password:
sw1>
```

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：

29 52.690642	Private_66:68:01	Broadcast	ARP	64 Who has 192.168.1.1? Tell 192.168.1.2
30 52.690739	Private_66:68:00	Private_66:68:01	ARP	64 192.168.1.1 is at 00:50:79:66:68:00
31 52.691922	192.168.1.2	192.168.1.1	ICMP	98 Echo (ping) request id=0xe0a9, seq=1/256, ttl=64 (reply in 32)
32 52.691967	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98 Echo (ping) reply id=0xe0a9, seq=1/256, ttl=64 (request in 31)
33 53.695295	192.168.1.2	192.168.1.1	ICMP	98 Echo (ping) request id=0xe1a9, seq=2/512, ttl=64 (reply in 34)
34 53.695367	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98 Echo (ping) reply id=0xe1a9, seq=2/512, ttl=64 (request in 33)
35 53.992775	c4:01:04:74:f1:00	Spanning-tree-(fo...	STP	60 Conf. Root = 32768/0/c4:01:04:74:00:00 Cost = 0 Port = 0x8029
36 54.698270	192.168.1.2	192.168.1.1	ICMP	98 Echo (ping) request id=0xe2a9, seq=3/768, ttl=64 (reply in 37)
37 54.698331	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98 Echo (ping) reply id=0xe2a9, seq=3/768, ttl=64 (request in 36)
38 55.700936	192.168.1.2	192.168.1.1	ICMP	98 Echo (ping) request id=0xe3a9, seq=4/1024, ttl=64 (reply in 39)
39 55.701001	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98 Echo (ping) reply id=0xe3a9, seq=4/1024, ttl=64 (request in 38)
40 55.989713	c4:01:04:74:f1:00	Spanning-tree-(fo...	STP	60 Conf. Root = 32768/0/c4:01:04:74:00:00 Cost = 0 Port = 0x8029
41 56.703098	192.168.1.2	192.168.1.1	ICMP	98 Echo (ping) request id=0xe4a9, seq=5/1280, ttl=64 (reply in 42)
42 56.703160	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98 Echo (ping) reply id=0xe4a9, seq=5/1280, ttl=64 (request in 41)
43 57.705985	192.168.1.2	192.168.1.1	ICMP	98 Echo (ping) request id=0xe5a9, seq=6/1536, ttl=64 (reply in 44)
44 57.706065	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98 Echo (ping) reply id=0xe5a9, seq=6/1536, ttl=64 (request in 43)
45 58.009509	c4:01:04:74:f1:00	Spanning-tree-(fo...	STP	60 Conf. Root = 32768/0/c4:01:04:74:00:00 Cost = 0 Port = 0x8029
46 58.529983	Private_66:68:02	Broadcast	ARP	64 Who has 192.168.1.1? Tell 192.168.1.3
47 58.530100	Private_66:68:00	Private_66:68:02	ARP	64 192.168.1.1 is at 00:50:79:66:68:00
48 58.531255	192.168.1.3	192.168.1.1	ICMP	98 Echo (ping) request id=0xe5a9, seq=1/256, ttl=64 (reply in 49)
49 58.531316	192.168.1.1	192.168.1.3	ICMP	98 Echo (ping) reply id=0xe5a9, seq=1/256, ttl=64 (request in 48)

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：

sw1(config)#monitor session 1 destination interface f1/0

sw1(config)#monitor session 1 source interface f1/1

抓包截图：

369	131.565618	c4:01:04:74:00:00	Broadcast	ARP	64 Who has 192.168.1.1? Tell 192.168.1.5
370	131.606884	192.168.1.2	192.168.1.1	ICMP	98 Echo (ping) request id=0x2faa, seq=2/512, ttl=64 (no response found!)
371	131.606920	192.168.1.2	192.168.1.1	ICMP	98 Echo (ping) request id=0x2faa, seq=2/512, ttl=64 (reply in 372)
372	131.607041	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98 Echo (ping) reply id=0x2faa, seq=2/512, ttl=64 (request in 371)
373	131.607059	192.168.1.1	192.168.1.2	ICMP	98 Echo (ping) reply id=0x2faa, seq=2/512, ttl=64
374	131.656012	192.168.1.3	192.168.1.1	ICMP	98 Echo (ping) request id=0x2faa, seq=1/256, ttl=64 (no response found!)
375	131.656040	192.168.1.3	192.168.1.1	ICMP	98 Echo (ping) request id=0x2faa, seq=1/256, ttl=64 (reply in 376)
376	131.656129	192.168.1.1	192.168.1.3	ICMP	98 Echo (ping) reply id=0x2faa, seq=1/256, ttl=64 (request in 375)
377	131.656139	192.168.1.1	192.168.1.3	ICMP	98 Echo (ping) reply id=0x2faa, seq=1/256, ttl=64

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：

sw1(config)#no monitor session 1 destination interface f1/0

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：

sw1#conf t

sw1(config)#int f1/2

sw1(config-if)#sw ac vlan 2

sw1(config-if)#int f1/3

sw1(config-if)#sw ac vlan 2

联通性检测截图：

PC1→PC2

```
PC1> ping 192.168.1.2
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.156 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.368 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.310 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.437 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.696 ms
```

PC1→PC3

```
PC1> ping 192.168.1.3
host (192.168.1.3) not reachable
```

PC4→PC2

```
PC4> ping 192.168.1.2
host (192.168.1.2) not reachable
```

PC4→PC3

```
PC4> ping 192.168.1.3
84 bytes from 192.168.1.3 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.247 ms
84 bytes from 192.168.1.3 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.288 ms
84 bytes from 192.168.1.3 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.395 ms
84 bytes from 192.168.1.3 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.311 ms
84 bytes from 192.168.1.3 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.359 ms
```

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。

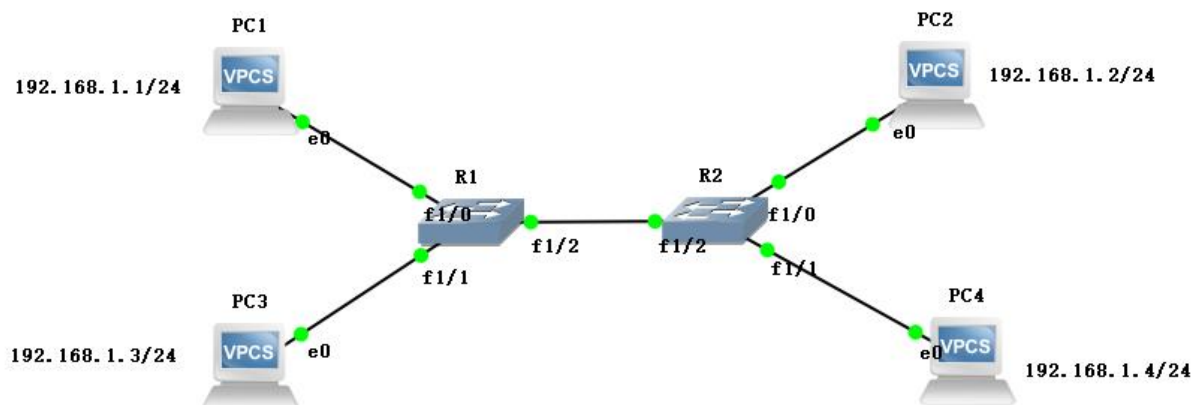
运行配置文本：

```
!
interface FastEthernet1/0
!
interface FastEthernet1/1
!
interface FastEthernet1/2
switchport access vlan 2
!
interface FastEthernet1/3
switchport access vlan 2
!
interface Vlan1
ip address 192.168.1.5 255.255.255.0
no ip route-cache
!
interface Vlan2
no ip address
!
line con 0
exec-timeout 0 0
privilege level 15
logging synchronous
line aux 0
exec-timeout 0 0
privilege level 15
logging synchronous
line vty 0 4
password 1234
login
!
```

----- 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：

```
R1#show vlan-s
```

VLAN	Name	Status	Ports
1	default	active	Fa1/0, Fa1/1, Fa1/3, Fa1/4 Fa1/5, Fa1/6, Fa1/7, Fa1/8 Fa1/9, Fa1/10, Fa1/11, Fa1/12 Fa1/13, Fa1/14, Fa1/15
1002	fddi-default	active	
1003	token-ring-default	active	
1004	fddinet-default	active	
1005	trnet-default	active	

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

Switch2 的 vlan 数据：

```
R2#show vlan-s
```

VLAN	Name	Status	Ports
1	default	active	Fa1/0, Fa1/3, Fa1/4, Fa1/5 Fa1/6, Fa1/7, Fa1/8, Fa1/9 Fa1/10, Fa1/11, Fa1/12, Fa1/13 Fa1/14, Fa1/15
2	VLAN0002	active	Fa1/1
1002	fddi-default	active	
1003	token-ring-default	active	
1004	fddinet-default	active	
1005	trnet-default	active	

VLAN	Type	SAID	MTU	Parent	RingNo	BridgeNo	Stp	BrdgMode	Trans1	Trans2
1	enet	100001	1500	-	-	-	-	-	1002	1003
2	enet	100002	1500	-	-	-	-	-	0	0
1002	fddi	101002	1500	-	-	-	-	-	1	1003
1003	tr	101003	1500	1005	0	-	-	srb	1	1002
1004	fdnet	101004	1500	-	-	1	ibm	-	0	0
1005	trnet	101005	1500	-	-	1	ibm	-	0	0

联通性检测截图：

PC1→PC2

```
PC1> ping 192.168.1.2
```

```
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.343 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.270 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.287 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.339 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.427 ms
```

PC3→PC4

```
PC3> ping 192.168.1.4
```

```
host (192.168.1.4) not reachable
```

- 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：

R1(config-if)#int f1/1

R1(config-if)#sw tr enc dot1q

R1(config-if)#sw mode tr

联通性检测截图：

PC1→PC2

```
PC1> ping 192.168.1.2
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.185 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.250 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.233 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.242 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.274 ms
```

PC3→PC4

```
PC3> ping 192.168.1.4
84 bytes from 192.168.1.4 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.113 ms
84 bytes from 192.168.1.4 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.241 ms
84 bytes from 192.168.1.4 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.247 ms
84 bytes from 192.168.1.4 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.230 ms
84 bytes from 192.168.1.4 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.208 ms
```

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

Spanning-tree 数据截图示例（请替换成实际显示的）：

R1#show sp brief

VLAN1

Spanning tree enabled protocol ieee

Root ID Priority 32768
 Address c401.06d3.0000
 This bridge is the root
 Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec

Bridge ID Priority 32768
 Address c401.06d3.0000
 Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
 Aging Time 300

Interface Name	Port ID	Prio	Cost	Sts	Cost	Designated Bridge ID	Port ID
FastEthernet1/0	128.41	128	19	FWD	0	32768 c401.06d3.0000	128.41
FastEthernet1/2	128.43	128	19	FWD	0	32768 c401.06d3.0000	128.43
FastEthernet1/3	128.44	128	19	FWD	0	32768 c401.06d3.0000	128.44

VLAN2

Spanning tree enabled protocol ieee

Root ID Priority 32768
 Address c401.06d3.0001
 This bridge is the root
 Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec

Bridge ID Priority 32768
 Address c401.06d3.0001
 Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
 Aging Time 300

Interface Name	Port ID	Prio	Cost	Sts	Cost	Designated Bridge ID	Port ID
FastEthernet1/1	128.42	128	19	FWD	0	32768 c401.06d3.0001	128.42
FastEthernet1/2	128.43	128	19	FWD	0	32768 c401.06d3.0001	128.43
FastEthernet1/3	128.44	128	19	FWD	0	32768 c401.06d3.0001	128.44

```
R2#show sp brief
```

VLAN1

```
Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID    Priority    32768
           Address    c401.06d3.0000
           Cost       19
           Port       43 (FastEthernet1/2)
           Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

Bridge ID   Priority    32768
           Address    c402.06f5.0000
           Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
           Aging Time 300
```

Interface Name	Port ID	Prio	Cost	Sts	Cost	Designated Bridge ID	Port ID
FastEthernet1/0	128.41	128	19	FWD	19	32768 c402.06f5.0000	128.41
FastEthernet1/2	128.43	128	19	FWD	0	32768 c401.06d3.0000	128.43
FastEthernet1/3	128.44	128	19	BLK	0	32768 c401.06d3.0000	128.44

VLAN2

```
Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID    Priority    32768
           Address    c401.06d3.0001
           Cost       19
           Port       43 (FastEthernet1/2)
           Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

Bridge ID   Priority    32768
           Address    c402.06f5.0001
           Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
           Aging Time 300
```

Interface Name	Port ID	Prio	Cost	Sts	Cost	Designated Bridge ID	Port ID
FastEthernet1/1	128.42	128	19	FWD	19	32768 c402.06f5.0001	128.42
FastEthernet1/2	128.43	128	19	FWD	0	32768 c401.06d3.0001	128.43
FastEthernet1/3	128.44	128	19	BLK	0	32768 c401.06d3.0001	128.44

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 192.168.1.2

192.168.1.2 icmp_seq=1 timeout
192.168.1.2 icmp_seq=2 timeout
192.168.1.2 icmp_seq=3 timeout
192.168.1.2 icmp_seq=4 timeout
192.168.1.2 icmp_seq=5 timeout
```

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> ping 192.168.1.2

84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.131 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.190 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.217 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.198 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.173 ms
```

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）：

```
R1#show sp br

VLAN1
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32768
             Address     c401.06d3.0000
             This bridge is the root
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32768
             Address     c401.06d3.0000
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
             Aging Time 300

Interface
Name          Port ID Prio Cost  Sts Cost  Bridge ID          Port ID
-----
FastEthernet1/0 128.41 128 19 FWD 0 32768 c401.06d3.0000 128.41
FastEthernet1/2 128.43 128 19 FWD 0 32768 c401.06d3.0000 128.43
FastEthernet1/3 128.44 128 19 FWD 0 32768 c401.06d3.0000 128.44

VLAN2
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32768
             Address     c401.06d3.0001
             This bridge is the root
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32768
             Address     c401.06d3.0001
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
             Aging Time 300

Interface
Name          Port ID Prio Cost  Sts Cost  Bridge ID          Port ID
-----
FastEthernet1/1 128.42 128 19 FWD 0 32768 c401.06d3.0001 128.42
FastEthernet1/2 128.43 128 19 FWD 0 32768 c401.06d3.0001 128.43
FastEthernet1/3 128.44 128 19 FWD 0 32768 c401.06d3.0001 128.44
```

```

R2#show sp br
VLAN1
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32768
             Address    c401.06d3.0000
             Cost       19
             Port       44 (FastEthernet1/3)
             Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32768
             Address    c402.06f5.0000
             Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
             Aging Time 300

Interface
Name          Port ID Prio Cost  Sts Cost  Bridge ID          Port ID
-----
FastEthernet1/0 128.41 128   19 FWD   19 32768 c402.06f5.0000 128.41
FastEthernet1/2 128.43 128   19 FWD   19 32768 c402.06f5.0000 128.43
FastEthernet1/3 128.44 128   19 FWD   0 32768 c401.06d3.0000 128.44

VLAN2
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32768
             Address    c401.06d3.0001
             Cost       19
             Port       44 (FastEthernet1/3)
             Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32768
             Address    c402.06f5.0001
             Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
             Aging Time 300

Interface
Name          Port ID Prio Cost  Sts Cost  Bridge ID          Port ID
-----
FastEthernet1/1 128.42 128   19 FWD   19 32768 c402.06f5.0001 128.42
FastEthernet1/2 128.43 128   19 FWD   19 32768 c402.06f5.0001 128.43
FastEthernet1/3 128.44 128   19 FWD   0 32768 c401.06d3.0001 128.44

```

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:

R1(config)#int f1/2

R1(config-if)#sp vlan 1 port-p 16

R1(config-if)#int f1/3

R1(config-if)#sp vlan 2 port-p 16

Switch2:

R2(config)#int f1/2

R2(config-if)#sp vlan 1 port-p 16

R2(config-if)#int f1/3

R2(config-if)#sp vlan 2 port-p 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）:

```
R1#show sp br

VLAN1
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32768
             Address     c401.06d3.0000
             This bridge is the root
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32768
             Address     c401.06d3.0000
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
             Aging Time 300

Interface
Name          Port ID Prio Cost  Sts Cost  Bridge ID          Port ID
-----
FastEthernet1/0 128.41 128 19 FWD 0 32768 c401.06d3.0000 128.41
FastEthernet1/2 16.43 16 19 FWD 0 32768 c401.06d3.0000 16.43
FastEthernet1/3 128.44 128 19 FWD 0 32768 c401.06d3.0000 128.44

VLAN2
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32768
             Address     c401.06d3.0001
             This bridge is the root
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32768
             Address     c401.06d3.0001
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
             Aging Time 300

Interface
Name          Port ID Prio Cost  Sts Cost  Bridge ID          Port ID
-----
FastEthernet1/1 128.42 128 19 FWD 0 32768 c401.06d3.0001 128.42
FastEthernet1/2 128.43 128 19 FWD 0 32768 c401.06d3.0001 128.43
FastEthernet1/3 16.44 16 19 FWD 0 32768 c401.06d3.0001 16.44
```

```

R2#show sp br

VLAN1
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32768
             Address     c401.06d3.0000
             Cost        19
             Port        43 (FastEthernet1/2)
             Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32768
             Address     c402.06f5.0000
             Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
             Aging Time   300

Interface
Name          Port ID Prio Cost  Sts Cost  Bridge ID          Port ID
-----
FastEthernet1/0 128.41 128 19 FWD 19 32768 c402.06f5.0000 128.41
FastEthernet1/2 16.43 16 19 FWD 0 32768 c401.06d3.0000 16.43
FastEthernet1/3 128.44 128 19 BLK 0 32768 c401.06d3.0000 128.44

VLAN2
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32768
             Address     c401.06d3.0001
             Cost        19
             Port        44 (FastEthernet1/3)
             Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32768
             Address     c402.06f5.0001
             Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
             Aging Time   300

Interface
Name          Port ID Prio Cost  Sts Cost  Bridge ID          Port ID
-----
FastEthernet1/1 128.42 128 19 FWD 19 32768 c402.06f5.0001 128.42
FastEthernet1/2 128.43 128 19 BLK 0 32768 c401.06d3.0001 128.43
FastEthernet1/3 16.44 16 19 FWD 0 32768 c401.06d3.0001 16.44

```

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):

R1#show sp br

VLAN1

Spanning tree enabled protocol ieee

Root ID Priority 32768
 Address c401.06d3.0000
 This bridge is the root
 Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec

Bridge ID Priority 32768
 Address c401.06d3.0000
 Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
 Aging Time 300

Interface Name	Port ID	Prio	Cost	Sts	Cost	Designated Bridge ID	Port ID
FastEthernet1/0	128.41	128	19	FWD	0	32768 c401.06d3.0000	128.41
FastEthernet1/2	16.43	16	19	FWD	0	32768 c401.06d3.0000	16.43
FastEthernet1/3	128.44	128	19	FWD	0	32768 c401.06d3.0000	128.44

VLAN2

Spanning tree enabled protocol ieee

Root ID Priority 32768
 Address c401.06d3.0001
 This bridge is the root
 Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec

Bridge ID Priority 32768
 Address c401.06d3.0001
 Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
 Aging Time 300

Interface Name	Port ID	Prio	Cost	Sts	Cost	Designated Bridge ID	Port ID
FastEthernet1/1	128.42	128	19	FWD	0	32768 c401.06d3.0001	128.42
FastEthernet1/2	128.43	128	19	FWD	0	32768 c401.06d3.0001	128.43
FastEthernet1/3	16.44	16	19	FWD	0	32768 c401.06d3.0001	16.44

```

R2#show sp br

VLAN1
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32768
             Address     c401.06d3.0000
             Cost        19
             Port        44 (FastEthernet1/3)
             Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID   Priority    32768
             Address     c402.06f5.0000
             Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
             Aging Time   300

Interface
Name                Port ID Prio Cost  Sts Cost  Bridge ID          Port ID
-----
FastEthernet1/0     128.41  128   19 FWD   19 32768 c402.06f5.0000 128.41
FastEthernet1/2     16.43   16   19 FWD   19 32768 c402.06f5.0000 16.43
FastEthernet1/3     128.44  128   19 FWD    0 32768 c401.06d3.0000 128.44

VLAN2
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32768
             Address     c401.06d3.0001
             Cost        19
             Port        44 (FastEthernet1/3)
             Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID   Priority    32768
             Address     c402.06f5.0001
             Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
             Aging Time   300

Interface
Name                Port ID Prio Cost  Sts Cost  Bridge ID          Port ID
-----
FastEthernet1/1     128.42  128   19 FWD   19 32768 c402.06f5.0001 128.42
FastEthernet1/2     128.43  128   19 FWD   19 32768 c402.06f5.0001 128.43
FastEthernet1/3     16.44   16   19 FWD    0 32768 c401.06d3.0001 16.44

```

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:

```

!
interface FastEthernet1/0
!

```

```
interface FastEthernet1/1
  switchport access vlan 2
!
interface FastEthernet1/2
  switchport mode trunk
  spanning-tree vlan 1 port-priority 16
!
interface FastEthernet1/3
  switchport mode trunk
  spanning-tree vlan 2 port-priority 16
!
interface Vlan1
  ip address 192.168.1.5 255.255.255.0
  no ip route-cache
!
```

Switch2:

```
!
interface FastEthernet1/0
!
interface FastEthernet1/1
  switchport access vlan 2
!
interface FastEthernet1/2
  switchport mode trunk
  spanning-tree vlan 1 port-priority 16
!
interface FastEthernet1/3
  switchport mode trunk
  spanning-tree vlan 2 port-priority 16
!
interface Vlan1
  ip address 192.168.1.6 255.255.255.0
  no ip route-cache
!
```

六、 实验结果与分析

根据你观察到的实验数据和对实验原理的理解，分别解答以下问题：

- 端口状态显示为 administratively down，意味着什么意思？
端口被手动 shutdown。
- 在交换机配置为镜像端口前，为什么可以抓取到其他 PC 之间的 ARP 请求包，而不能

抓取 ARP 响应包？

请求包是广播的，响应包是单播的。

- PC 属于哪个 VLAN，是由 PC 自己可以配置的，还是由交换机决定的？
交换机决定。
- 同一个 VLAN 的 PC，如果配置了不同长度的子网掩码，能够互相 Ping 通吗？
不能。
- 为什么在划分为 2 个 VLAN 后，两组 PC 之间就不能进行 IP 通信了呢？
交换机隔绝了不同局域网的通信。
- 交换机在 VLAN Trunk 模式下使用的封装协议是什么？
IEEE 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？
会产生网络环路，导致大量无用数据包占据带宽。
- 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？
从 BLK->LIS->LRN->FWD。大概十秒左右（模拟）。不能 ping 通。

七、 讨论、心得

在完成本实验后，你可能会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：

GNS3 用路由器模拟交换机，没有 flash

一些指令不一致

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：

需要调路由器硬盘大小

指令需要自己查

你对本实验安排有哪些更好的建议呢？欢迎献计献策：

无