

# 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:	胡若凡
学 院:	计算机学院
系:	计算机科学与技术
专 业:	计算机科学与技术
学 号:	3200102312
指导教师:	张泉方

2022 年 11 月 18 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。

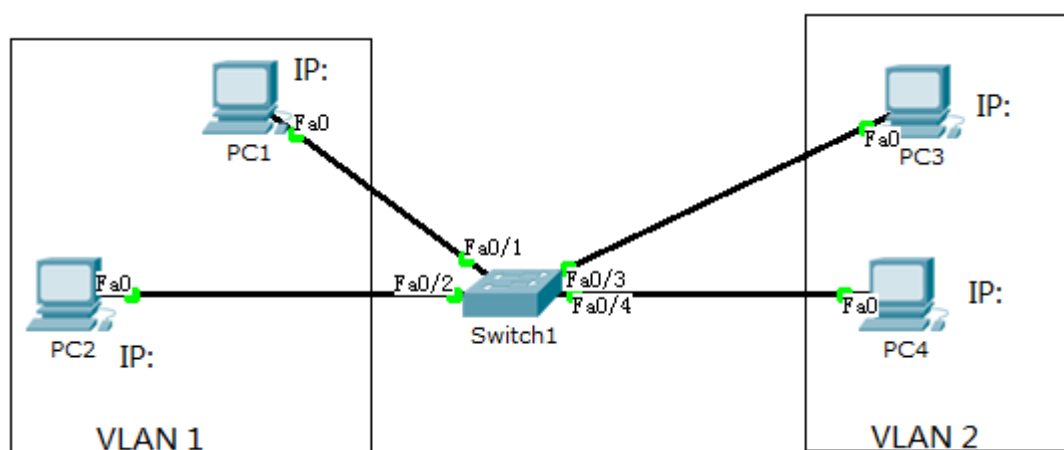
## Part 2. 多交换机

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

### ----- 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: WS-C3560CX-8TC-S, IOS 软件版本: C3560CX Software (C3560CX-UNIVERSALK9-M) Version 15.2(4)E, 软件映像文件名: flash:/c3560cx-universalk9-mz.152-4.E6/c3560cx-universalk9-mz.152-4.E6.bin, 端口数量: 12。

```

Switch>
Switch>enable
Switch#show version
Cisco IOS Software, C3560CX Software (C3560CX-UNIVERSALK9-M), Version 15.2(4)E6,
  RELEASE SOFTWARE (fc4)
Technical Support: http://www.cisco.com/techsupport
Copyright (c) 1986-2018 by Cisco Systems, Inc.
Compiled Thu 05-Apr-18 03:17 by prod_rel_team

ROM: Bootstrap program is C3560CX boot loader
BOOTLDR: C3560CX Boot Loader (C3560CX-HBOOT-M) Version 15.2(4r)E5, RELEASE SOFTW
ARE (fc4)

Switch uptime is 43 minutes
System returned to ROM by power-on
System restarted at 10:53:41 UTC Thu Nov 17 2022
System image file is "flash:/c3560cx-universalk9-mz.152-4.E6/c3560cx-universalk9
-mz.152-4.E6.bin"
Last reload reason: power-on

This product contains cryptographic features and is subject to United
States and local country laws governing import, export, transfer and
use. Delivery of Cisco cryptographic products does not imply
third-party authority to import, export, distribute or use encryption.
Importers, exporters, distributors and users are responsible for
compliance with U.S. and local country laws. By using this product you
agree to comply with applicable laws and regulations. If you are unable
to comply with U.S. and local laws, return this product immediately.

A summary of U.S. laws governing Cisco cryptographic products may be found at:
http://www.cisco.com/wwl/export/crypto/tool/stqrg.html

If you require further assistance please contact us by sending email to
export@cisco.com.

License Level: ipbase
License Type: Default. No valid license found.
Next reload license Level: ipbase

```

```

cisco WS-C3560CX-8TC-S (APM86XXX) processor (revision L0) with 524288K bytes of memory.
Processor board ID FOC2251T11D
Last reset from power-on
1 Virtual Ethernet interface
12 Gigabit Ethernet interfaces
The password-recovery mechanism is enabled.

512K bytes of flash-simulated non-volatile configuration memory.
Base ethernet MAC Address       : 2C:01:B5:70:04:00
Motherboard assembly number     : 73-100858-04
Power supply part number        : 341-0208-03
Motherboard serial number       : FOC22501K6F
Power supply serial number      : LIT22452MRS
Model revision number           : L0
Motherboard revision number     : B0
Model number                    : WS-C3560CX-8TC-S
System serial number            : FOC2251T11D
Top Assembly Part Number        : 68-100566-01
Top Assembly Revision Number    : D0
Version ID                      : V04
CLEI Code Number                : CMM1P10DRB
Hardware Board Revision Number  : 0x09

Switch Ports Model          SW Version  SW Image
-----
*    1 12    WS-C3560CX-8TC-S    15.2(4)E6   C3560CX-UNIVERSALK9-M

Configuration register is 0xF

```

3. 输入命令 `show flash`: 查看当前文件系统的内容:

```
Switch#show flash:

Directory of flash:/

   2  -rwx          616  Nov 16 2022 07:21:07 +00:00  vlan.dat
   3  -rwx        3096  Oct 12 2022 05:40:08 +00:00  multiple-fs
   4  -rwx        1206  Oct 12 2022 05:40:08 +00:00  config.text
   5  drwx          512  Dec 17 2018 18:24:24 +00:00  c3560cx-universalk9-mz.152-4.E6
576  drwx          512  Dec 17 2018 18:24:24 +00:00  dc_profile_dir
578  -rwx           5   Oct 12 2022 05:40:08 +00:00  private-config.text

122185728 bytes total (95080960 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)

显示存在其他网络 vlan2:

```
Switch#show vlan

VLAN Name                Status    Ports
-----
1    default                active    Gi0/1, Gi0/2, Gi0/3, Gi0/5
    Gi0/6, Gi0/7, Gi0/8, Gi0/9
    Gi0/10, Gi0/11, Gi0/12
2    VLAN0002               active    Gi0/4
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

Remote SPAN VLANs
-----

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

通过 `no vlan 2` 删除:



```
Switch#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#no vlan 2
Switch(config)#exit
Switch#show va
Nov 17 11:40:48.229: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by
Switch#show vlan
```

VLAN	Name	Status	Ports
1	default	active	Gi0/1, Gi0/2, Gi0/3, Gi0/5 Gi0/6, Gi0/7, Gi0/8, Gi0/9 Gi0/10, Gi0/11, Gi0/12
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	Transl	Trans2
1	enet	100001	1500	-	-	-	-	-	0	0
1002	fddi	101002	1500	-	-	-	-	-	0	0
1003	tr	101003	1500	-	-	-	-	srb	0	0
1004	fdnet	101004	1500	-	-	-	ieee	-	0	0
1005	trnet	101005	1500	-	-	-	ibm	-	0	0

```
Remote SPAN VLANs
-----
```

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

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。

关闭 Gi0/1 接口:

```
Switch>enable
Switch#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#interface
% Incomplete command.

Switch(config)#interface Gi0/1
Switch(config-if)#shutdown
Switch(config-if)#exit
```

查看 Gi0/1 接口, 发现为 shutdown:



```
Switch#show interface Gi0/1
GigabitEthernet0/1 is administratively down, line protocol is down (disabled)
  Hardware is Gigabit Ethernet, address is 2c01.b570.0401 (bia 2c01.b570.0401)
  MTU 1500 bytes, BW 10000 Kbit/sec, 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 never, output 00:00:46, 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
    106 packets input, 11457 bytes, 0 no buffer
    Received 95 broadcasts (63 multicasts)
    0 runs, 0 giants, 0 throttles
    0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored
    0 watchdog, 63 multicast, 0 pause input
    0 input packets with dribble condition detected
```

Ping 结果截图:

```
正在 Ping 10.0.0.2 具有 32 字节的数据:
来自 10.0.0.3 的回复: 无法访问目标主机。
来自 10.0.0.3 的回复: 无法访问目标主机。
来自 10.0.0.3 的回复: 无法访问目标主机。
来自 10.0.0.3 的回复: 无法访问目标主机。

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

6. 重新打开该端口 (命令: `no shutdown`), 输入命令查看交换机上端口状态。使用 Ping 命令检测连接在该端口的 PC 是否能够联通。

命令输出截图:

```
Switch#configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)#interface Gi0/1
Switch(config-if)#no shutdown
Switch(config-if)#exit
```

查看 Gi0/1 接口, 发现为 up:

```
Nov 17 12:01:29.624: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
show interface Gi0/1
GigabitEthernet0/1 is up, line protocol is up (connected)
  Hardware is Gigabit Ethernet, address is 2c01.b570.0401 (bia 2c01.b570.0401)
  MTU 1500 bytes, BW 1000000 Kbit/sec, DLY 10 usec,
    reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
  Encapsulation ARPA, loopback not set
```

Ping 结果截图:

```
C:\Users\CS>ping 10.0.0.2

正在 Ping 10.0.0.2 具有 32 字节的数据:
来自 10.0.0.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 10.0.0.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 10.0.0.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 10.0.0.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

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

7. 进入 VLAN1 接口配置模式（命令：`interface vlan 1`），给 VLAN 1 配置 IP 地址即是给交换机配置管理 IP 地址（命令：`ip address 地址 掩码`）。测试 PC 是否能 Ping 通交换机的 IP 地址；如果不通，查看 VLAN 1 端口的状态是否是 up，如果不是，则打开 VLAN 端口（`no shutdown`）。

输入的命令：

`interface vlan 1`

`ip address 10.0.0.100 255.255.255.0`

`no shutdown`

```
Switch#configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)#interface vlan 1
Switch(config-if)#ip address 10.0.0.100 255.255.255.0
Switch(config-if)#no shutdown
Switch(config-if)#
```

```
C:\Users\CS>ping 10.0.0.100

正在 Ping 10.0.0.100 具有 32 字节的数据:
请求超时。
来自 10.0.0.100 的回复: 字节=32 时间=2ms TTL=255
来自 10.0.0.100 的回复: 字节=32 时间=2ms TTL=255
来自 10.0.0.100 的回复: 字节=32 时间=2ms TTL=255

10.0.0.100 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 = 2ms, 平均 = 2ms
```

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

命令截图：

```

Switch(config)#line vty 0 4
Switch(config-line)#login
% Login disabled on line 1, until 'password' is set
% Login disabled on line 2, until 'password' is set
% Login disabled on line 3, until 'password' is set
% Login disabled on line 4, until 'password' is set
% Login disabled on line 5, until 'password' is set
Switch(config-line)#password 123456

```

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：

10.0.0.100 - PuTTY

```

User Access Verification

Password:
Switch>

```

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：

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
51	71.113646	ASUSTekC_71:c4:c1	Broadcast	ARP	60	Who has 10.0.0.3? Tell 10.0.0.2
175	247.291475	ASUSTekC_71:c4:c1	Broadcast	ARP	60	Who has 10.0.0.3? Tell 10.0.0.2
205	290.073423	ASUSTekC_71:c3:15	Broadcast	ARP	60	Who has 10.0.0.2? Tell 10.0.0.3

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 Gi0/2

monitor session 1 source interface Gi0/3

monitor session 1 source interface Gi0/5

```
Switch(config)#monitor session 1 destination interface Gi0/2
Switch(config)#monitor session 1 source interface Gi0/3
Switch(config)#monitor session 1 source interface Gi0/5
% Incomplete command.

Switch(config)#monitor session 1 source interface Gi0/2
% Interface(s) Gi0/2 already configured as monitor destinations
Switch(config)#monitor session 1 source interface Gi0/3
Switch(config)#monitor session 1 source interface Gi0/5
```

抓包截图：

icmp or arp						
	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
51	71.113646	ASUSTekC_71:c4:c1	Broadcast	ARP	60	Who has 10.0.0.3? Tell 10.0.0.2
175	247.291475	ASUSTekC_71:c4:c1	Broadcast	ARP	60	Who has 10.0.0.3? Tell 10.0.0.2
205	290.073423	ASUSTekC_71:c3:15	Broadcast	ARP	60	Who has 10.0.0.2? Tell 10.0.0.3
344	492.910613	10.0.0.3	10.0.0.2	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=7
345	492.910864	10.0.0.2	10.0.0.3	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=7
346	493.015784	10.0.0.2	10.0.0.3	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=7
347	493.016030	10.0.0.3	10.0.0.2	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=7
348	493.923705	10.0.0.3	10.0.0.2	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=7
349	493.923949	10.0.0.2	10.0.0.3	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=7
350	494.022071	10.0.0.2	10.0.0.3	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=7
351	494.022310	10.0.0.3	10.0.0.2	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=7
352	494.936843	10.0.0.3	10.0.0.2	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=7
353	494.937091	10.0.0.2	10.0.0.3	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=7
354	495.026040	10.0.0.2	10.0.0.3	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=7
355	495.026287	10.0.0.3	10.0.0.2	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=7
356	495.940323	10.0.0.3	10.0.0.2	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=7

12. 关闭 PC4 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 Gi0/2

```
Switch(config)#no monitor session 1 destination interface Gi0/2

C:\Windows\system32>ping 10.0.0.4

正在 Ping 10.0.0.4 具有 32 字节的数据:
来自 10.0.0.4 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 10.0.0.4 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 10.0.0.4 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 10.0.0.4 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

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

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：（此时 PC2 和 PC4 加入 vlan2）

```
vlan 2
interface Gi0/2
switchport access vlan 2
interface Gi0/1
switchport access vlan 2
```

```
Switch(config)#vlan 2
Switch(config-vlan)#interface Gi0/2
Switch(config-if)#switchport access vlan 2
Switch(config-if)#interface Gi0/1
Switch(config-if)#switchport access vlan 2
```

联通性检测截图：

PC1→PC4

```
C:\Users\CS>ping 10.0.0.4
正在 Ping 10.0.0.4 具有 32 字节的数据:
请求超时。
请求超时。
来自 10.0.0.1 的回复: 无法访问目标主机。
来自 10.0.0.1 的回复: 无法访问目标主机。

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

PC1→PC3

```
C:\Users\CS>ping 10.0.0.3
正在 Ping 10.0.0.3 具有 32 字节的数据:
来自 10.0.0.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 10.0.0.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 10.0.0.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 10.0.0.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

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

PC2→PC4



```
C:\Windows\system32>ping 10.0.0.4

正在 Ping 10.0.0.4 具有 32 字节的数据:
来自 10.0.0.4 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 10.0.0.4 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 10.0.0.4 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 10.0.0.4 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

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

PC4→PC1

```
C:\Users\CS>ping 10.0.0.1

正在 Ping 10.0.0.1 具有 32 字节的数据:
请求超时。
请求超时。
来自 10.0.0.4 的回复: 无法访问目标主机。
来自 10.0.0.4 的回复: 无法访问目标主机。

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

C:\Users\CS>
```

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：

```
Building configuration...

Current configuration : 1313 bytes
!
! Last configuration change at 12:29:33 UTC Thu Nov 17 2022
!
version 15.2
no service pad
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
!
hostname Switch
!
boot-start-marker
boot-end-marker
```

```
!  
!  
no aaa new-model  
system mtu routing 1500  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
spanning-tree mode rapid-pvst  
spanning-tree extend system-id  
!  
!  
!  
!  
vlan internal allocation policy ascending  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
interface GigabitEthernet0/1  
    switchport access vlan 2  
!  
interface GigabitEthernet0/2  
    switchport access vlan 2  
!
```



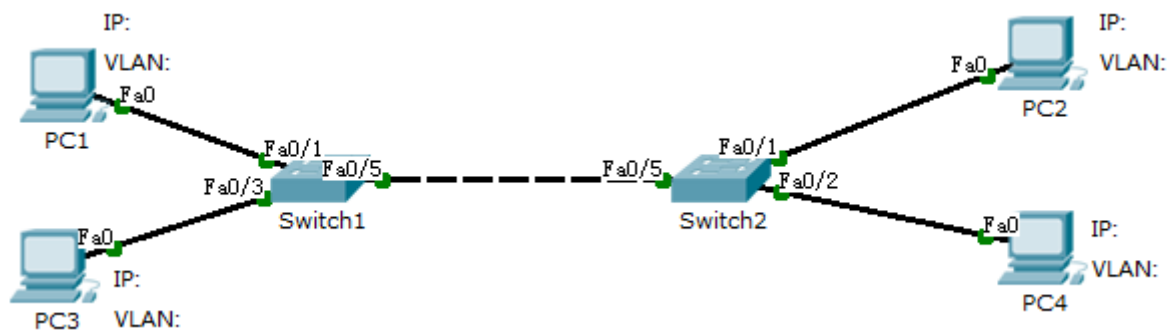
```
interface GigabitEthernet0/3
!
interface GigabitEthernet0/4
  switchport access vlan 2
!
interface GigabitEthernet0/5
!
interface GigabitEthernet0/6
!
interface GigabitEthernet0/7
  switchport mode trunk
  spanning-tree vlan 1 port-priority 16
!
interface GigabitEthernet0/8
  switchport mode trunk
  spanning-tree vlan 2 port-priority 16
!
interface GigabitEthernet0/9
!
interface GigabitEthernet0/10
!
interface GigabitEthernet0/11
!
interface GigabitEthernet0/12
!
interface Vlan1
  ip address 10.0.0.100 255.255.255.0
!
ip forward-protocol nd
ip http server
ip http secure-server
!
!
!
!
no vstack
!
line con 0
line vty 0 4
  password 123456
  login
line vty 5 15
  login
!
```

```
!  
monitor session 1 source interface Gi0/1 , Gi0/3 , Gi0/5  
!  
end
```

## ----- Part 2 -----

15. 增加一台交换机(Switch2),将 PC2、PC4 连接到该交换机,并用一根交叉网线(Cross-over)将两个交换机连接起来。在拓扑图上记录各 PC 的 IP 地址、连接端口及所在 VLAN:

拓扑图参考, 请替换成实际使用的:



在 Switch2 上增加 VLAN 2, 将 PC4 所连端口加入到 VLAN 2。用 Ping 检查不同交换机上属于同一 VLAN 的 PC 之间的联通性 (即 PC1 与 PC2 应该通, PC3 与 PC4 不能通)。然后显示 2 个交换机的 VLAN 数据 (命令 `show vlan`)

Switch1 的 vlan 数据:

VLAN	Name	Status	Ports
1	default	active	Gi0/1, Gi0/3, Gi0/5, Gi0/6 Gi0/7, Gi0/8, Gi0/10, Gi0/11 Gi0/12
2	VLAN0002	active	Gi0/2, Gi0/4
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	Transl	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(config)#interface Gi0/4
Switch(config-if)#switchport access vlan 2
Switch(config-if)#^Z
Switch#show
Jan 7 01:56:20.649: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by co
Switch#show vlan
```

VLAN	Name	Status	Ports
1	default	active	Gi0/1, Gi0/2, Gi0/3, Gi0/5 Gi0/6, Gi0/7, Gi0/8, Gi0/10 Gi0/11, Gi0/12
2	VLAN0002	active	Gi0/4
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	Transl	Trans2
1	enet	100001	1500	-	-	-	-	-	0	0
2	enet	100002	1500	-	-	-	-	-	0	0
1002	fddi	101002	1500	-	-	-	-	-	0	0
1003	tr	101003	1500	-	-	-	-	srb	0	0
1004	fdnet	101004	1500	-	-	-	ieee	-	0	0
1005	trnet	101005	1500	-	-	-	ibm	-	0	0

Remote SPAN VLANs

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

联通性检测截图：

PC2→PC4

```
C:\Users\CS>ping 10.0.0.4

正在 Ping 10.0.0.4 具有 32 字节的数据:
来自 10.0.0.2 的回复: 无法访问目标主机。
来自 10.0.0.2 的回复: 无法访问目标主机。
来自 10.0.0.2 的回复: 无法访问目标主机。
来自 10.0.0.2 的回复: 无法访问目标主机。

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

PC1→PC3

```
C:\Users\CS>ping 10.0.0.3

正在 Ping 10.0.0.3 具有 32 字节的数据:
来自 10.0.0.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 10.0.0.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 10.0.0.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 10.0.0.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

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

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：

interface Gi0/9

switchport mode trunk

```
Switch#configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)#interface Gi0/9
Switch(config-if)#swit
Switch(config-if)#switchport mode trunk
Switch(config-if)#
```

```
10.1.0.1#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
10.1.0.1(config)#Interface Gi0/9
10.1.0.1(config-if)#Switchport mode trunk
10.1.0.1(config-if)#
```

联通性检测截图:

PC1→PC3

```
C:\Users\CS>ping 10.0.0.3

正在 Ping 10.0.0.3 具有 32 字节的数据:
来自 10.0.0.3 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=128
来自 10.0.0.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 10.0.0.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 10.0.0.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

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

PC2→PC4

```
C:\Users\CS>ping 10.0.0.4

正在 Ping 10.0.0.4 具有 32 字节的数据:
来自 10.0.0.4 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=128
来自 10.0.0.4 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 10.0.0.4 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 10.0.0.4 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

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

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

```
Switch(config)#interface Gi0/7
Switch(config-if)#switch
Switch(config-if)#switchport mode trunk
```

Spanning-tree 数据截图:

switch1:

```

VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol rstp
  Root ID    Priority    32769
            Address     2c01.b570.0400
            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     2c01.b570.0400
            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
Gi0/7                    Desg FWD 19       16.7    P2p
Gi0/9                    Desg FWD 4        128.9   P2p

VLAN0002
  Spanning tree enabled protocol rstp
  Root ID    Priority    32770
            Address     2c01.b570.0400
            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     2c01.b570.0400
            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
Gi0/7                    Desg FWD 19       128.7   P2p
Gi0/9                    Desg FWD 4        128.9   P2p

```

switch2:



```
COM5 - PuTTY
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#interface Gi0/7
Switch(config-if)#switchport mode trunk
Switch(config-if)#^Z
Switch#show spa
Jan 7 01:59:52.035: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by consoleni

VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol rstp
    Root ID      Priority    32769
                Address     2c01.b570.0400
                Cost        4
                Port        9 (GigabitEthernet0/9)
                Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

    Bridge ID    Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
                Address     7018.a753.e800
                Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
                Aging Time   300 sec

Interface      Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Gi0/3          Desg FWD 4        128.3    P2p
Gi0/7          Altn BLK 19     128.7    P2p
Gi0/9          Root FWD 4        128.9    P2p

VLAN0002
  Spanning tree enabled protocol rstp
    Root ID      Priority    32770
                Address     2c01.b570.0400
                Cost        4
                Port        9 (GigabitEthernet0/9)
                Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

    Bridge ID    Priority    32770 (priority 32768 sys-id-ext 2)
                Address     7018.a753.e800
                Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
                Aging Time   300 sec

Interface      Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Gi0/4          Desg FWD 4        128.4    P2p
Gi0/7          Altn BLK 19     128.7    P2p
Gi0/9          Root FWD 4        128.9    P2p
```

18. 关闭 2 个 VLAN 的 STP（命令：`no spanning-tree vlan ID`），观察两个交换机的端口状态指示灯（急速闪动），并在 PC 上用 Ping 测试网络的延迟是否加大（甚至可能出现超时或丢包）。

Ping 结果截图：

```
C:\Users\CS>ping 10.0.0.4

正在 Ping 10.0.0.4 具有 32 字节的数据:
请求超时。
请求超时。
请求超时。
来自 10.0.0.2 的回复: 无法访问目标主机。

10.0.0.4 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 1, 丢失 = 3 (75% 丢失),
```



19. 重新打开 2 个 VLAN 的 STP（命令：[spanning-tree vlan ID](#)），观察两个交换机的端口状态指示灯（缓慢闪动），并在 PC 上用 Ping 测试网络的延迟是否恢复正常。

Ping 结果截图：

```
C:\Users\CS>ping 10.0.0.4

正在 Ping 10.0.0.4 具有 32 字节的数据:
来自 10.0.0.4 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=128
来自 10.0.0.4 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 10.0.0.4 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 10.0.0.4 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

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

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）：

Switch#show spa  
Jan 7 01:59:52.035: %SYS-5-CONFIG\_I: Configured from console by console1

VLAN0001

Spanning tree enabled protocol rstp

Root ID    Priority    32769

Address    2c01.b570.0400

Cost        4

Port        9 (GigabitEthernet0/9)

Hello Time   2 sec    Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec

Bridge ID   Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)

Address    7018.a753.e800

Hello Time   2 sec    Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec

Aging Time   300 sec

Interface            Role   Sts   Cost            Prio.Nbr   Type

-----

Gi0/3                Desg   FWD   4               128.3     P2p

Gi0/7                Altn   BLK   19               128.7     P2p

Gi0/9                Root   FWD   4               128.9     P2p

VLAN0002

Spanning tree enabled protocol rstp

Root ID    Priority    32770

Address    2c01.b570.0400

Cost        4

Port        9 (GigabitEthernet0/9)

Hello Time   2 sec    Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec

Bridge ID   Priority    32770 (priority 32768 sys-id-ext 2)

Address    7018.a753.e800

Hello Time   2 sec    Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec

Aging Time   300 sec

Interface            Role   Sts   Cost            Prio.Nbr   Type

-----

Gi0/4                Desg   FWD   4               128.4     P2p

Gi0/7                Altn   BLK   19               128.7     P2p

Gi0/9                Root   FWD   4               128.9     P2p

Switch#show spann

Switch#show spanning-tree

VLAN0001

Spanning tree enabled protocol rstp

Root ID    Priority    32769

Address    2c01.b570.0400

Cost        19

Port        7 (GigabitEthernet0/7)

Hello Time   2 sec    Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec

Bridge ID   Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)

Address    7018.a753.e800

Hello Time   2 sec    Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec

Aging Time   300 sec

Interface            Role   Sts   Cost            Prio.Nbr   Type

-----

Gi0/3                Desg   LRN   4               128.3     P2p

Gi0/7                Root   FWD   19               128.7     P2p

VLAN0002

Spanning tree enabled protocol rstp

Root ID    Priority    32770

Address    2c01.b570.0400

Cost        19

Port        7 (GigabitEthernet0/7)

Hello Time   2 sec    Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec

Bridge ID   Priority    32770 (priority 32768 sys-id-ext 2)

Address    7018.a753.e800

Hello Time   2 sec    Max Age 20 sec   Forward Delay 15 sec

Aging Time   300 sec

Interface            Role   Sts   Cost            Prio.Nbr   Type

-----

Gi0/4                Desg   FWD   4               128.4     P2p

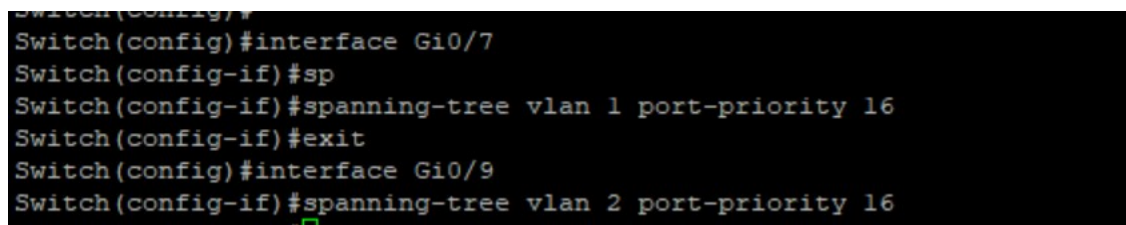
Gi0/7                Root   FWD   19               128.7     P2p

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:

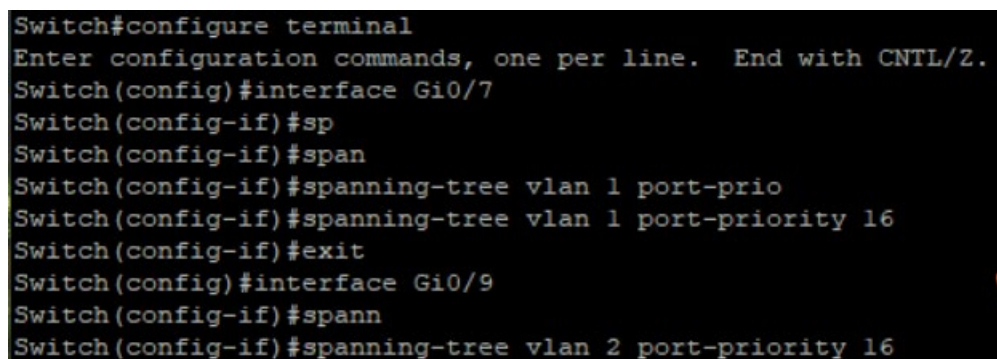
Switch1:

```
interface Gi0/7
spanning-tree vlan 1 port-priority 16
interface Gi0/9
spanning-tree vlan 2 port-priority 16
```

A terminal window showing the configuration for Switch1. The commands entered are: `Switch(config)#interface Gi0/7`, `Switch(config-if)#sp`, `Switch(config-if)#spanning-tree vlan 1 port-priority 16`, `Switch(config-if)#exit`, `Switch(config)#interface Gi0/9`, and `Switch(config-if)#spanning-tree vlan 2 port-priority 16`. The prompt is `Switch(config-if)#`.

Switch2:

```
interface Gi0/7
spanning-tree vlan 1 port-priority 16
interface Gi0/9
spanning-tree vlan 2 port-priority 16
```

A terminal window showing the configuration for Switch2. The commands entered are: `Switch#configure terminal`, `Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.`, `Switch(config)#interface Gi0/7`, `Switch(config-if)#sp`, `Switch(config-if)#span`, `Switch(config-if)#spanning-tree vlan 1 port-prio`, `Switch(config-if)#spanning-tree vlan 1 port-priority 16`, `Switch(config-if)#exit`, `Switch(config)#interface Gi0/9`, `Switch(config-if)#spann`, and `Switch(config-if)#spanning-tree vlan 2 port-priority 16`. The prompt is `Switch(config-if)#`.

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):

switch 1:

```

VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol rstp
  Root ID    Priority    32769
            Address    2c01.b570.0400
            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    2c01.b570.0400
            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
Gi0/7                    Desg FWD 19   16.7    P2p
Gi0/9                    Desg FWD 4      128.9   P2p

VLAN0002
  Spanning tree enabled protocol rstp
  Root ID    Priority    32770
            Address    2c01.b570.0400
            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    2c01.b570.0400
            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
Gi0/7                    Desg FWD 19   128.7    P2p
Gi0/9                    Desg FWD 4      16.9     P2p

```

switch2:

```

Switch#show spanning-tree

VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol rstp
  Root ID    Priority    32769
            Address    2c01.b570.0400
            Cost        4
            Port        9 (GigabitEthernet0/9)
            Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
            Address    7018.a753.e800
            Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
            Aging Time  300 sec

Interface                Role Sts Cost    Prio.Nbr Type
-----
Gi0/3                    Desg FWD 4      128.3   P2p
Gi0/7                    Altn BLK 19   16.7     P2p
Gi0/9                    Root FWD 4      128.9   P2p

VLAN0002
  Spanning tree enabled protocol rstp
  Root ID    Priority    32770
            Address    2c01.b570.0400
            Cost        4
            Port        9 (GigabitEthernet0/9)
            Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32770 (priority 32768 sys-id-ext 2)
            Address    7018.a753.e800
            Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
            Aging Time  300 sec

Interface                Role Sts Cost    Prio.Nbr Type
-----
Gi0/4                    Desg FWD 4      128.4   P2p
Gi0/7                    Altn BLK 19   128.7    P2p
Gi0/9                    Root FWD 4      16.9     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）：

```
VLAN0001
Spanning tree enabled protocol rstp
Root ID    Priority    32769
           Address    2c01.b570.0400
           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    2c01.b570.0400
           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
Gi0/7              Desg FWD 19       16.7   P2p
Gi0/9              Desg FWD 4        128.9   P2p

VLAN0002
Spanning tree enabled protocol rstp
Root ID    Priority    32770
           Address    2c01.b570.0400
           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    2c01.b570.0400
           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
Gi0/7              Desg FWD 19       128.7   P2p
Gi0/9              Desg FWD 4        16.9    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:

```
Building configuration...

Current configuration : 1284 bytes
!
! Last configuration change at 03:51:05 UTC Fri Nov 18 2022

version 15.2
no service pad
```

```
service timestamps debug datetime msec  
service timestamps log datetime msec  
no service password-encryption  
!  
hostname Switch  
!  
boot-start-marker  
boot-end-marker  
!  
!  
no aaa new-model  
system mtu routing 1500  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
spanning-tree mode rapid-pvst  
spanning-tree extend system-id  
!  
!  
!  
!  
vlan internal allocation policy ascending  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!
```

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

```
!  
!  
no vstack  
!  
line con 0  
line vty 0 4  
    login  
line vty 5 15  
    login  
!  
!  
end
```

**Switch2:**

```
Switch#show running-config  
Building configuration...  
  
Current configuration : 1145 bytes  
!  
! Last configuration change at 02:16:11 UTC Fri Jan 7 2000  
!  
version 15.2  
no service pad  
service timestamps debug datetime msec  
service timestamps log datetime msec  
no service password-encryption  
!  
hostname Switch  
!  
boot-start-marker  
boot-end-marker  
!  
!  
no aaa new-model  
system mtu routing 1500  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!
```



```
!  
!  
!  
!  
!  
spanning-tree mode rapid-pvst  
spanning-tree extend system-id  
!  
!  
!  
!  
vlan internal allocation policy ascending  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
!  
interface GigabitEthernet0/1  
!  
interface GigabitEthernet0/2  
!  
interface GigabitEthernet0/3  
!  
interface GigabitEthernet0/4  
    switchport access vlan 2  
!  
interface GigabitEthernet0/5  
!  
interface GigabitEthernet0/6  
!  
interface GigabitEthernet0/7  
    switchport mode trunk  
    spanning-tree vlan 1 port-priority 16  
!  
interface GigabitEthernet0/8  
!  
interface GigabitEthernet0/9
```

```
switchport mode trunk
spanning-tree vlan 2 port-priority 16
!
interface GigabitEthernet0/10
!
interface GigabitEthernet0/11
!
interface GigabitEthernet0/12
!
interface Vlan1
  no ip address
  shutdown
!
ip forward-protocol nd
ip http server
ip http secure-server
!
!
!
!
no vstack
!
line con 0
line vty 5 15
!
!
end
```

## 六、 实验结果与分析

根据你观察到的实验数据和对实验原理的理解，分别解答以下问题：

- 端口状态显示为 administratively down，意味着什么意思？

答：代表在特权模式下这个端口被关闭了

- 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：因为配置了镜像端口才有数据包的目标 IP，才能抓取 ARP 响应包。

- PC 属于哪个 VLAN，是由 PC 自己可以配置的，还是由交换机决定的？

答：这由交换机所决定。但是通过交换机，也可以由控制台电脑进行配置。

- 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：不能。通常情况下，一个 VLAN 就是一个逻辑网段，掩码和网关都是一样的。在同 1 个 VLAN 里，如果子网掩码长度不一样，很可能让 2 台 PC 处于不同的网络号，在没有在 PC 中添加路由信息的前提下，无法互通。

- 为什么在划分为 2 个 VLAN 后，两组 PC 之间就不能进行 IP 通信了呢？

答：假设 PC1 和 PC3 同属于 Switch1，PC2 和 PC4 同属于 Switch2；PC1 和 PC2 属于 VLAN1，PC3 和 PC4 属于 VLAN 2。普通端口只能允许一个 VLAN 通过，若 PC1、PC2 能 IP 通信，则 PC3 和 PC4 的 VLAN 就不能通过端口，就不能 IP 通信。而 PC1 和 PC4 不属于同一个 VLAN 也不能通信。

- 交换机在 VLAN Trunk 模式下使用的封装协议是什么？

答：2950 及以下交换机只支持 802.1Q 封装，3550 及以上同时支持 802.1Q 和 ISL 两种封装。实验室是 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：STP 在局域网中的作用是消除数据链路层物理环路的协议。运行该协议的设备通过彼此交互信息发现网络中的环路并处理，最终将环路网络结构修剪成无环路的树型网络结构，防止报文增生与循环的行为。当未启用 STP 协议时，有较大概率形成环路，因此 Ping 测试的响应会延迟很大甚至超时。

- 从插上网线后开始，交换机的端口状态出现了哪些变化？大约需要多少时间才能成为 FWD 状态？期间，连接在该端口的计算机是否能够 Ping 通？

答：当插上网线后，当两个交换机之间有多条网线连接时，仅有一条是 FWD 状态，其他都是阻塞状态。大约需要 5-10s 才能变成 FWD 状态。在这个期间是无法 Ping 通的。

## 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：

对于交换机实验，我觉得还是理论理解更重要的一个实验。例如，VLAN 链路分为两种类型：Access 链路和 Trunk 链路。Access 端口在收到数据后会添加 VLAN Tag，转发数据前会移除 VLAN Tag。Trunk 两端的交换机需采用相同的干道协议，一般见于交换机之间或交换机与路由器之间。例如，端口镜像的概念是指在交换机或者路由器上将经过指定端口的数据报文复制一份到另一个指定端口上，来实现对网络流量的分析与监控。

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：

一开始连线的时候，没有分清楚 Console 线和网线，也不太会操作交换机机箱。还是请了一位已经做过实验的同学过来教了我们一下才能进行这次的实验。例如，Console 线是由一个蓝色和玫红色接口连接在一起的，它的线是扁平的，一端连接到交换机上标注的 Console 端口，一端连接到 PC 上可以用于操作交换机。

我觉得在进行实验的时候，经常会碰到的一个问题就是突然断开连接，再多次检查后还是依旧不能得到期待的效果，这个时候一定要去检查连线是否是紧的，一些线经常会松动，要多次检查才能保证正确性。

**你对本实验安排有哪些更好的建议呢？欢迎献计献策：**

这次实验我们一共分两天来完成，第一天晚上的话起手碰到了很多困难，主要是在于对机子的连线和入手使用上。对于实验指导文档，如果图片更清楚的话会更好，不然的话还是要一段时间才能知道怎么连线。希望这个实验以后最好有一个 demo 视频帮助后面的学弟学妹们入手这些设备。