

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：	解雲暄
学 院：	计算机学院
专 业：	信息安全
学 号：	3190105871
指导教师：	郑扣根

2021 年 11 月 16 日

浙江大学实验报告

实验名称： 使用二层交换机组网 实验类型： 操作实验

同组学生： _____ 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。

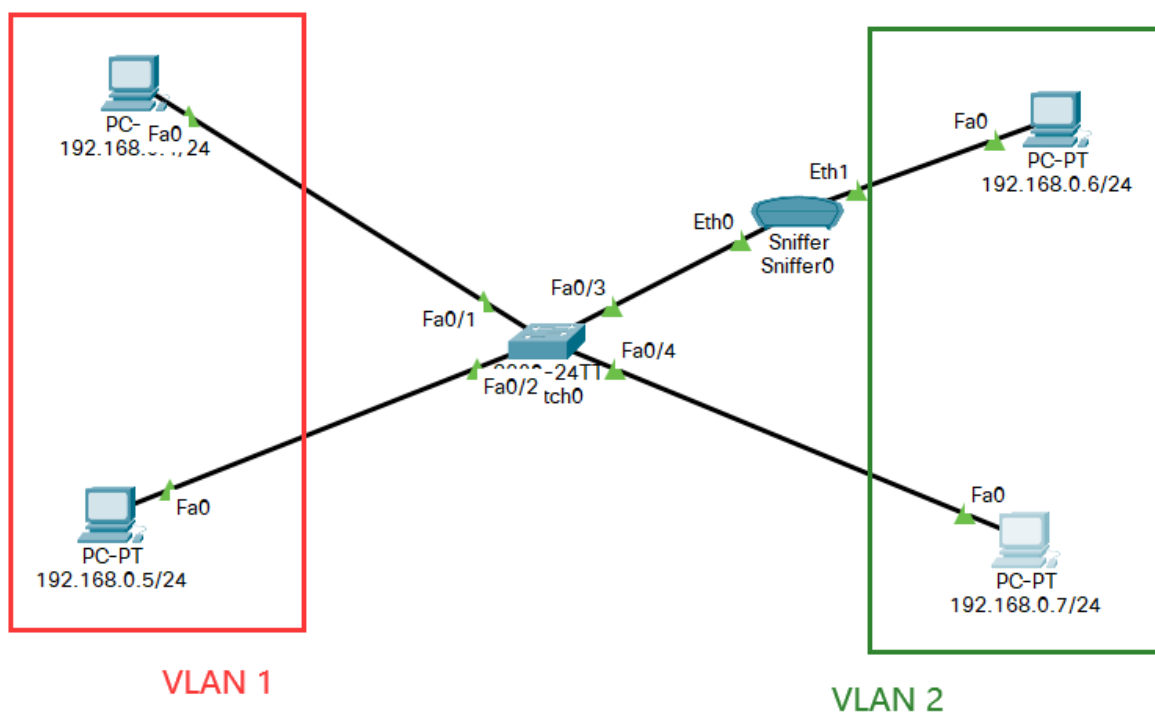
Part 2. 多交换机

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）



(交换机的 IP 地址是 192.168.0.10)

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。

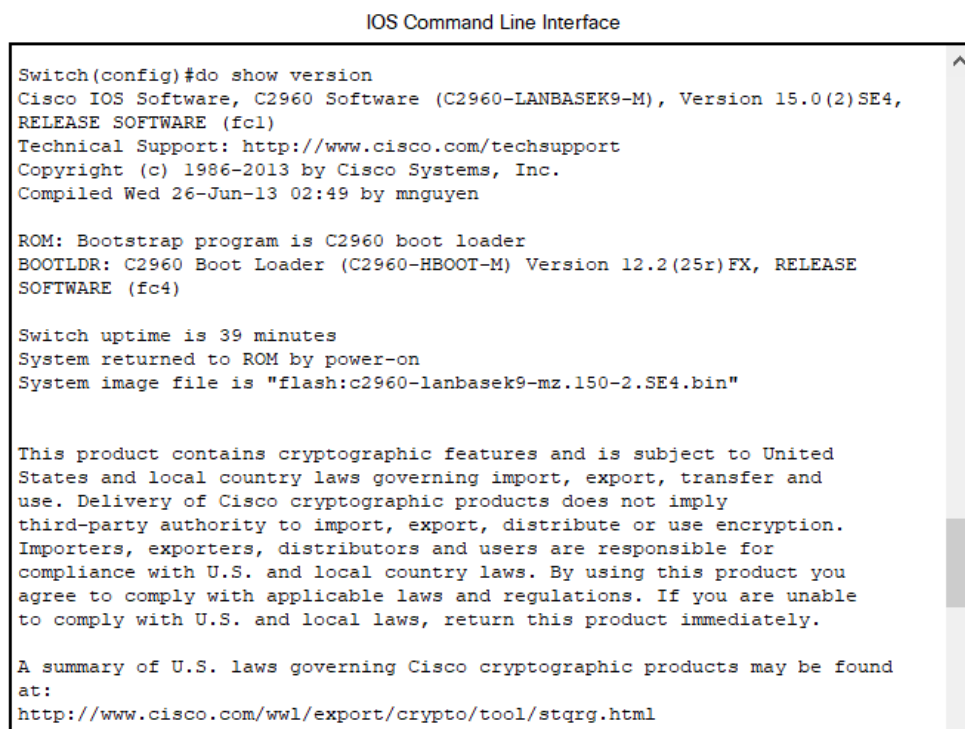
进行 switch 的配置：

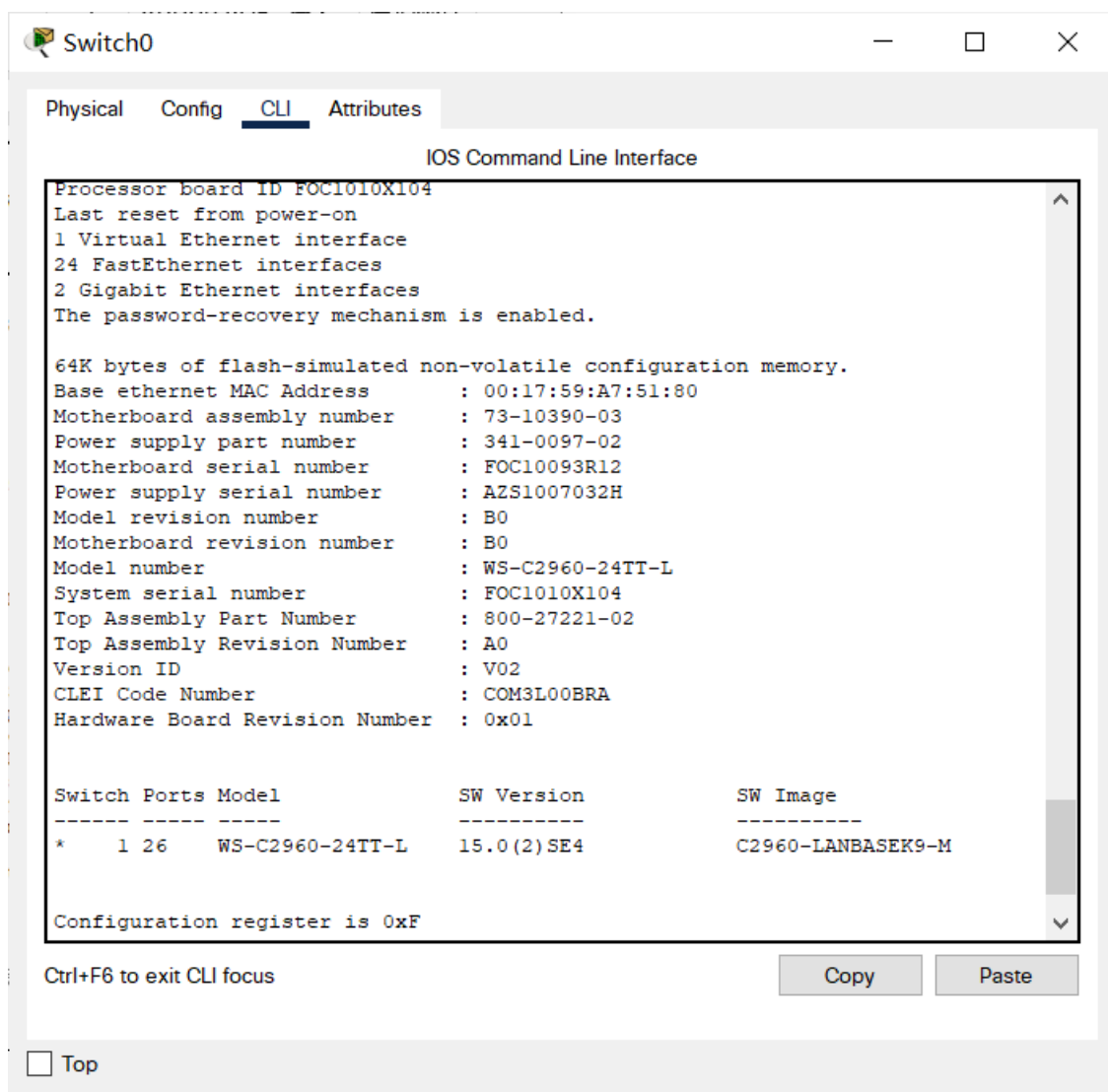
(1) enable 进入特权模式

(2) configure terminal 进入全局配置模式



do show version 查看型号信息：





设备型号： WS-C2960-24TT-L ， IOS 软件版本： 15.0(2)SE4 ，
软件映像文件名： C2960-LANBASEK9-M ， 端口数量： 24 。

3. 输入命令 `show flash`: 查看当前文件系统的内容:

```
Switch#dir flash
Directory of flash:/

 1  -rw-      4670455          <no date>  2960-lanbasek9-mz.150-2.SE4.bin
64016384 bytes total (59345929 bytes free)
```

4. 显示交换机的 VLAN 数据（命令 `show vlan`），所有的端口应该都属于 VLAN 1。（如果存在其他 VLAN，先通过命令 `no vlan id` 删除）

Switch#show vlan

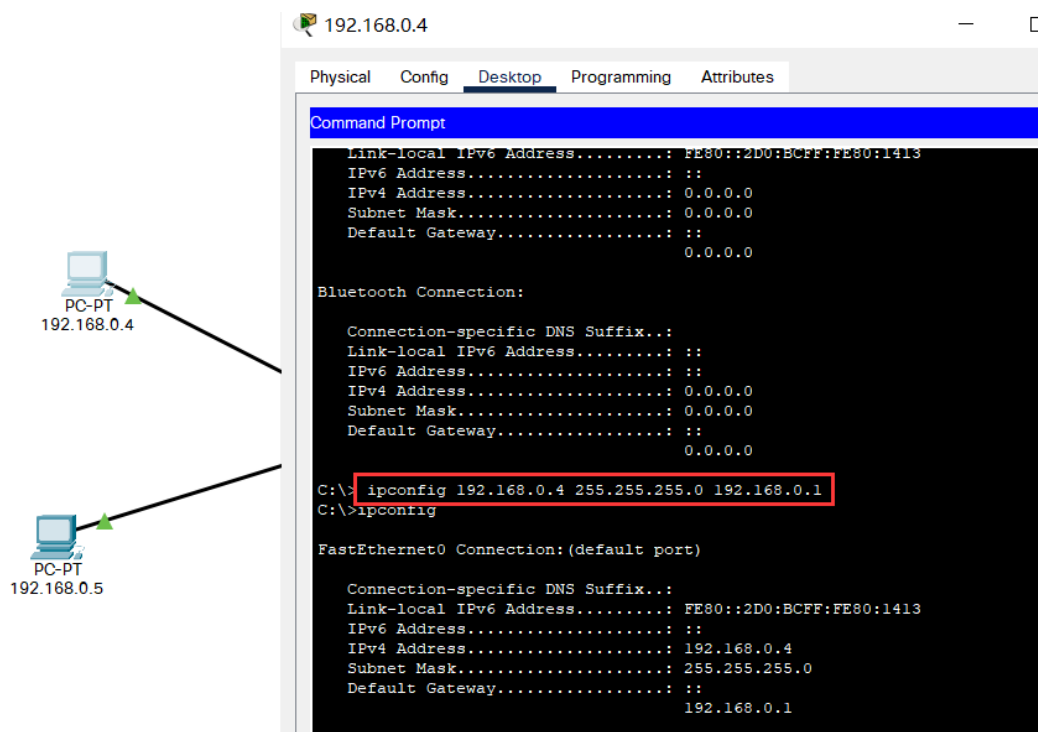
VLAN Name	Status	Ports
1 default	active	Fa0/1, Fa0/2, Fa0/3, Fa0/4 Fa0/5, Fa0/6, Fa0/7, Fa0/8 Fa0/9, Fa0/10, Fa0/11, Fa0/12 Fa0/13, Fa0/14, Fa0/15, Fa0/16 Fa0/17, Fa0/18, Fa0/19, Fa0/20 Fa0/21, Fa0/22, Fa0/23, Fa0/24 Gig0/1, Gig0/2
1002 fddi-default	active	
1003 token-ring-default	active	
1004 fddinet-default	active	
1005 trnet-default	active	

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

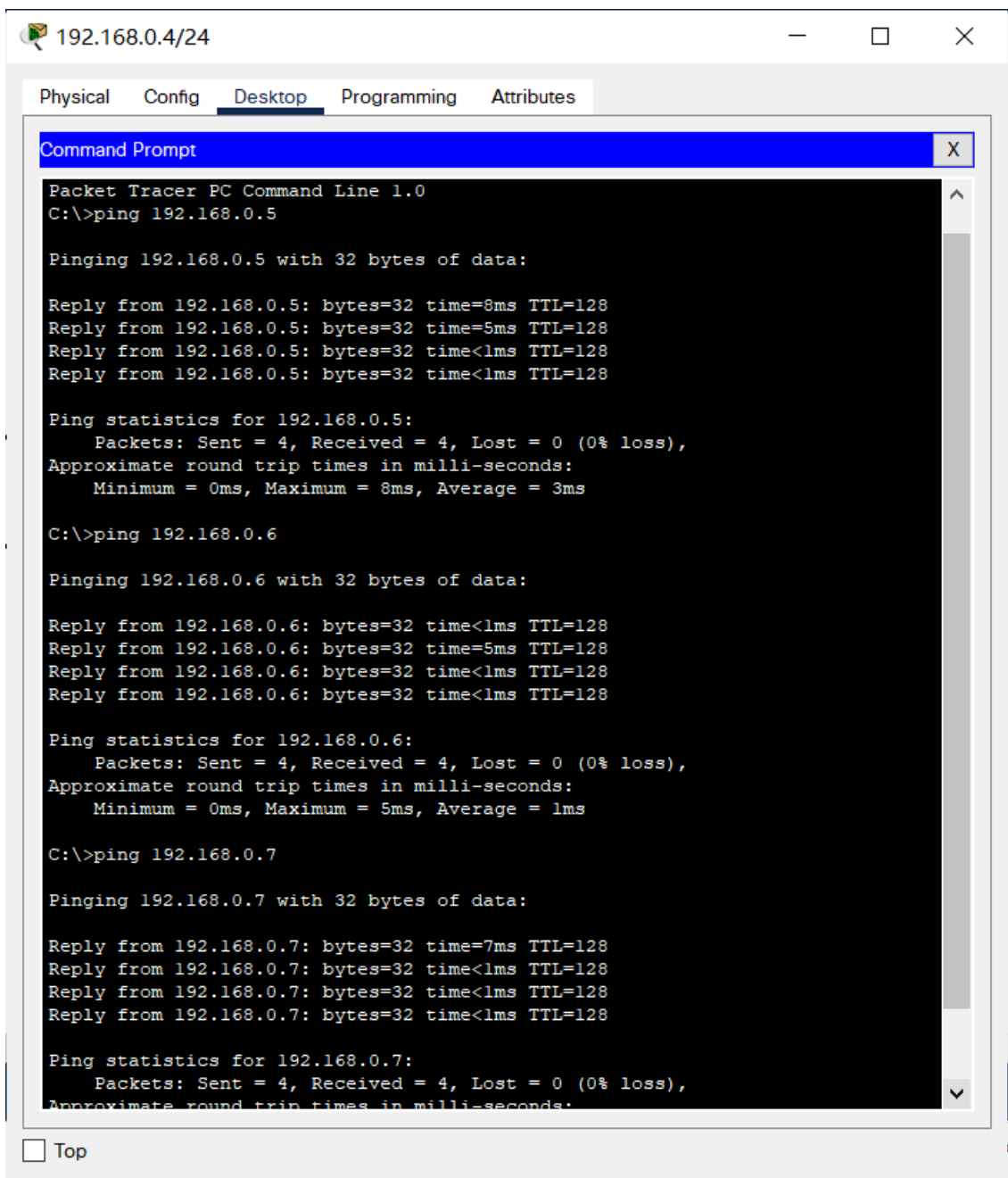
--More--

5. 用直连网线（straight through）将 PC 按照前述拓扑结构连接到交换机。然后给各 PC 配置 IP 地址，并用 Ping 检查各 PC 之间的联通性，确保都能 Ping 通，否则请检查网线连接。

配置 IP 地址：



Ping 一例：



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。

关闭端口:

```
Switch(config)#int FastEthernet 0/1
Switch(config-if)#shutdown

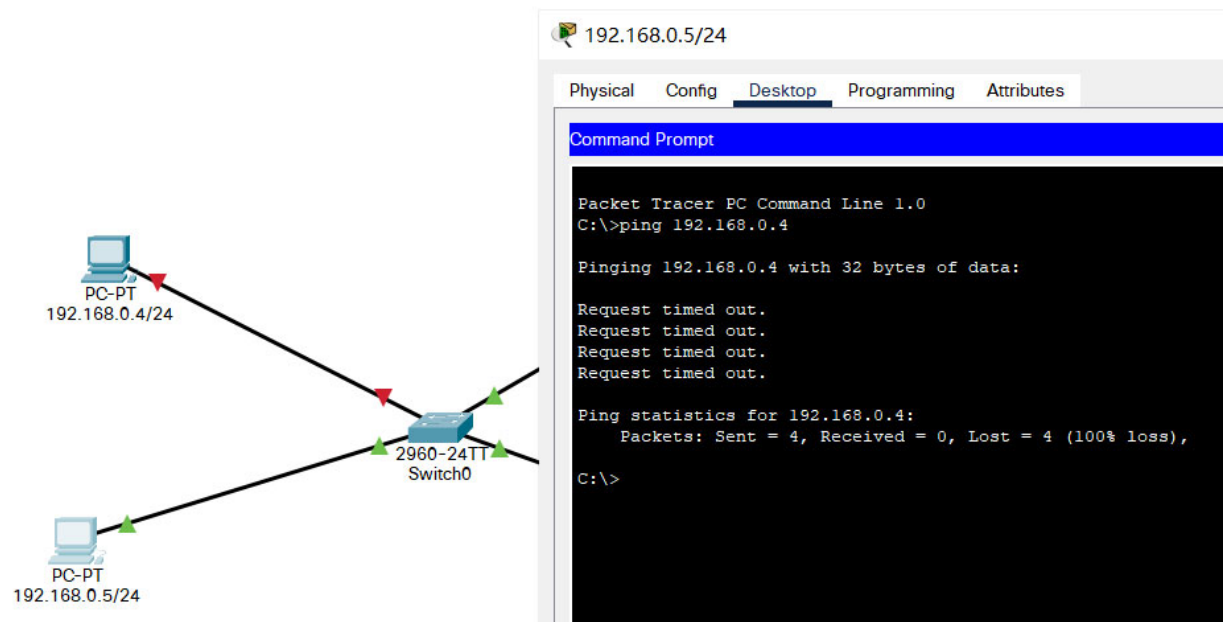
Switch(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/1, changed state to administratively
down

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/1, changed
state to down
```

查看端口状态：

```
Switch(config)#do show interface fa0/1
FastEthernet0/1 is administratively down, line protocol is down (disabled)
  Hardware is Lance, address is 0002.162c.b601 (bia 0002.162c.b601)
  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 off, output flow-control is off
  ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00
  Last input 00:00:08, output 00:00:05, 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
    956 packets input, 193351 bytes, 0 no buffer
    Received 956 broadcasts, 0 runts, 0 giants, 0 throttles
    0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored, 0 abort
    0 watchdog, 0 multicast, 0 pause input
    0 input packets with dribble condition detected
    2357 packets output, 263570 bytes, 0 underruns
--More--
```

尝试 Ping 该端口上的机器，发现 Ping 不通：



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

打开端口，查看端口状态：

```

Switch(config)#int FastEthernet 0/1
Switch(config-if)#no shutdown

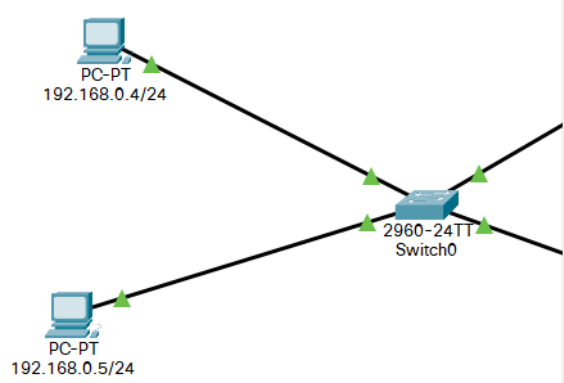
Switch(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/1, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/1, changed
state to up

Switch(config-if)#do show inter
Switch(config-if)#do show interface fa0/1
FastEthernet0/1 is up, line protocol is up (connected)
  Hardware is Lance, address is 0002.162c.b601 (bia 0002.162c.b601)
  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 off, output flow-control is off
  ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00
  Last input 00:00:08, output 00:00:05, 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

```

尝试 Ping 该端口上的机器，发现可以 Ping 通：



192.168.0.5/24

Physical Config Desktop Programming Attributes

Command Prompt

```

Packet Tracer PC Command Line 1.0
C:\>ping 192.168.0.4

Pinging 192.168.0.4 with 32 bytes of data:

Request timed out.
Request timed out.
Request timed out.
Request timed out.

Ping statistics for 192.168.0.4:
    Packets: Sent = 4, Received = 0, Lost = 4 (100% loss),

C:\>ping 192.168.0.4

Pinging 192.168.0.4 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.0.4: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 192.168.0.4: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 192.168.0.4: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 192.168.0.4: bytes=32 time<1ms TTL=128

Ping statistics for 192.168.0.4:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

C:\>

```

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：

```
Switch(config)#interface vlan 1
Switch(config-if)#ip address 192.168.0.10 255.255.255.0

Switch(config)#int Vlan 1
Switch(config-if)#no shutdown

Switch(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface Vlan1, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Vlan1, changed state to up
```



```
C:\>ping 192.168.0.10

Pinging 192.168.0.10 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.0.10: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.0.10: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.0.10: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.0.10: bytes=32 time<1ms TTL=255

Ping statistics for 192.168.0.10:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms
```

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）

```
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 3190105871
```

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。

没有 Putty，直接 telnet 就行了：

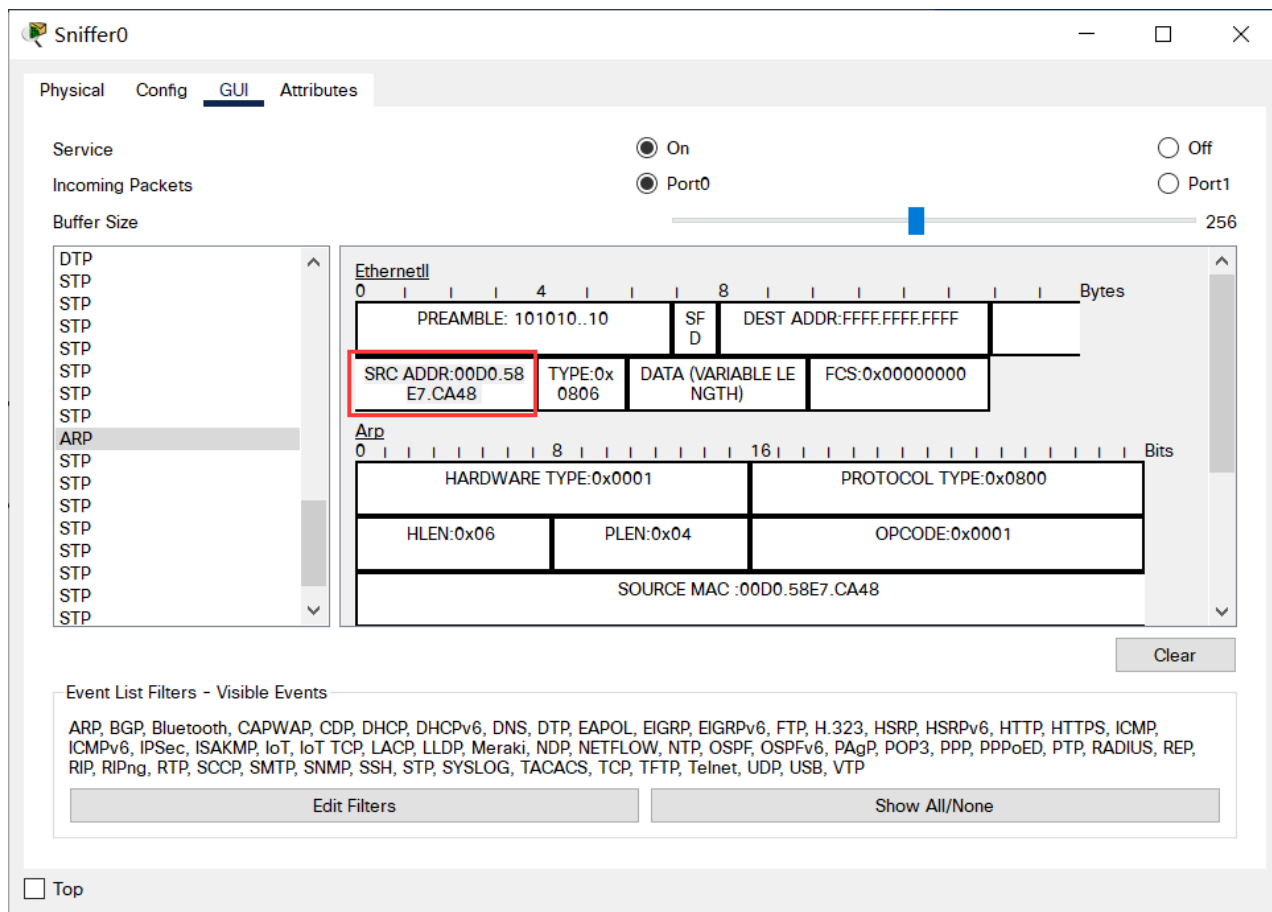
```
C:\>telnet 192.168.0.10
Trying 192.168.0.10 ...Open

User Access Verification

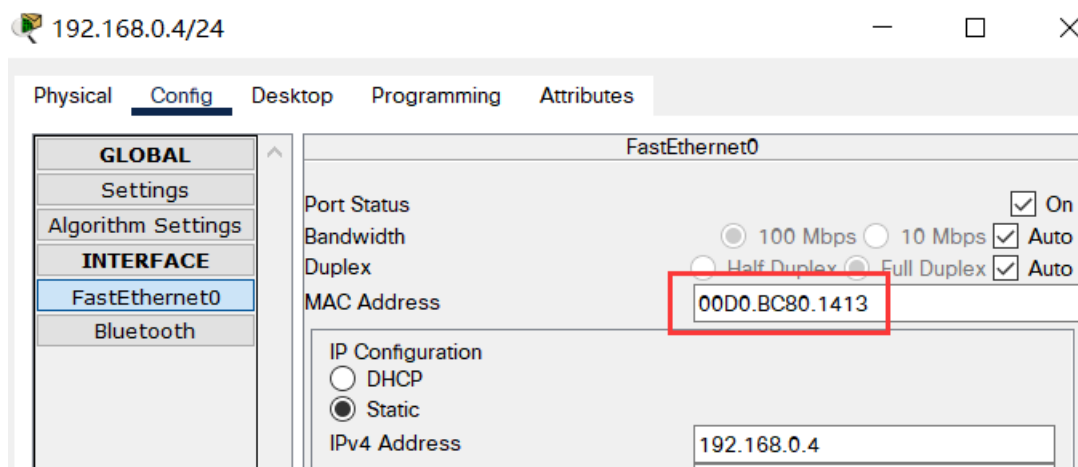
Password:
Switch>
```

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：



以太网帧中的源地址与发送方的 MAC 地址一致。

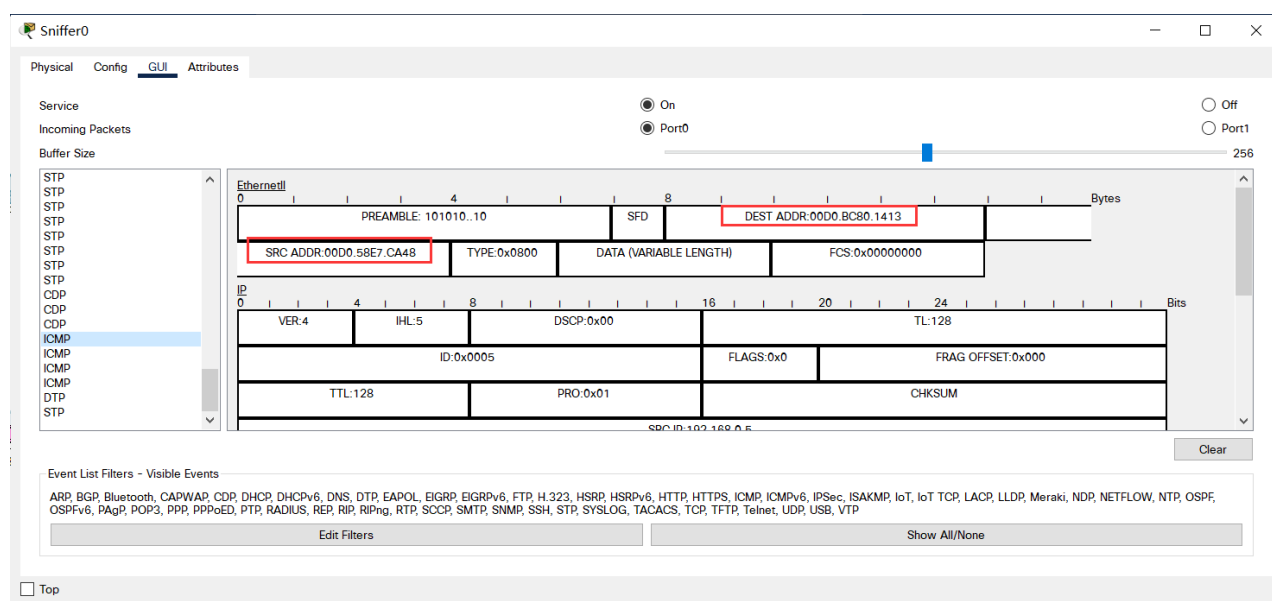


11. 选择一个交换机端口配置为镜像端口（命令：`monitor session 1 destination interface 端口`），将 PC1 的网线切换到该端口，将 PC2 和 PC3 所连端口配置为被镜像端口（命令：`monitor session 1 source interface 端口`）。继续运行 Wireshark，观察在 PC1 上是否能抓取到 PC2 和 PC3 的 ICMP 响应包。

输入的命令：

```
Switch#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#monitor session 1 destination interface fa0/3
Switch(config)#monitor session 1 source interface fa0/1
Switch(config)#monitor session 1 source interface fa0/2
Switch(config)#do show monitor
Session 1
-----
Type                : Local Session
Description          : -
Source Ports         :
    Both             : Fa0/1,Fa0/2
Destination Ports    : Fa0/3
Encapsulation        : Native
    Ingress          : Disabled
```

抓包截图：



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：

```
Switch(config)#no monitor session 1 destination interface fa0/3
```

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）。

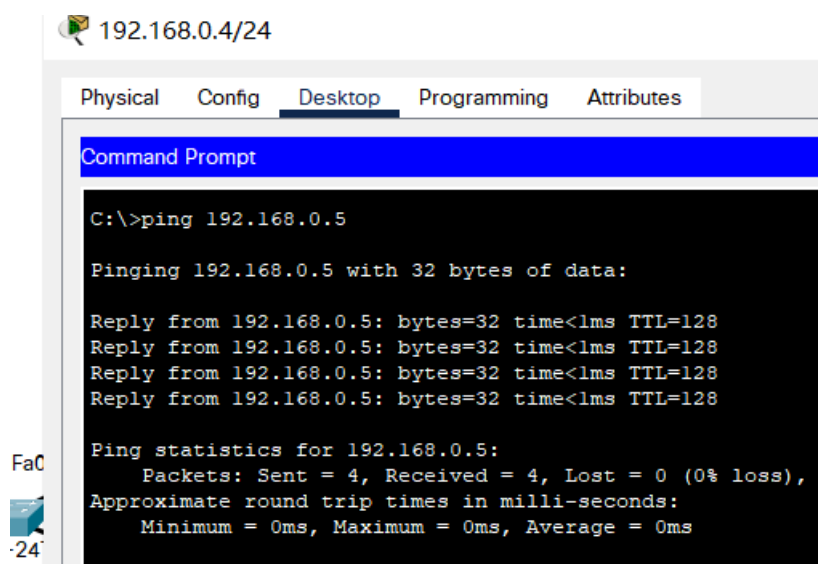
输入的命令：

```
Switch(config)#vlan 2
Switch(config-vlan)#interface Fa0/3
Switch(config-if)#switchport access vlan 2
Switch(config-if)#exit
Switch(config)#vlan 2
Switch(config-vlan)#interface Fa0/4
Switch(config-if)#switchport access vlan 2
Switch(config-if)#do show vlan
```

VLAN	Name	Status	Ports
1	default	active	Fa0/1, Fa0/2, Fa0/5, Fa0/6 Fa0/7, Fa0/8, Fa0/9, Fa0/10 Fa0/11, Fa0/12, Fa0/13, Fa0/14 Fa0/15, Fa0/16, Fa0/17, Fa0/18 Fa0/19, Fa0/20, Fa0/21, Fa0/22 Fa0/23, Fa0/24, Gig0/1, Gig0/2
2	VLAN0002	active	Fa0/3, Fa0/4
1002	fddi-default	active	
1003	token-ring-default	active	
1004	fddinet-default	active	
1005	trnet-default	active	

联通性检测截图：

PC1→PC2



PC1→PC3

192.168.0.4/24

```
Physical  Config  Desktop  Programming  Attributes

Command Prompt

C:\>ping 192.168.0.6

Pinging 192.168.0.6 with 32 bytes of data:

Request timed out.
Request timed out.
Request timed out.
Request timed out.

Ping statistics for 192.168.0.6:
    Packets: Sent = 4, Received = 0, Lost = 4 (100% loss),
```

PC4→PC2

192.168.0.7/24

```
Physical  Config  Desktop  Programming  Attributes

Command Prompt

C:\>ping 192.168.0.5

Pinging 192.168.0.5 with 32 bytes of data:

Request timed out.
Request timed out.
Request timed out.
Request timed out.

Ping statistics for 192.168.0.5:
    Packets: Sent = 4, Received = 0, Lost = 4 (100% loss),
```

PC4→PC3

192.168.0.7/24

```
Physical  Config  Desktop  Programming  Attributes

Command Prompt

C:\>ping 192.168.0.6

Pinging 192.168.0.6 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.0.6: bytes=32 time=11ms TTL=128
Reply from 192.168.0.6: bytes=32 time=5ms TTL=128
Reply from 192.168.0.6: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 192.168.0.6: bytes=32 time=15ms TTL=128

Ping statistics for 192.168.0.6:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 15ms, Average = 7ms
```

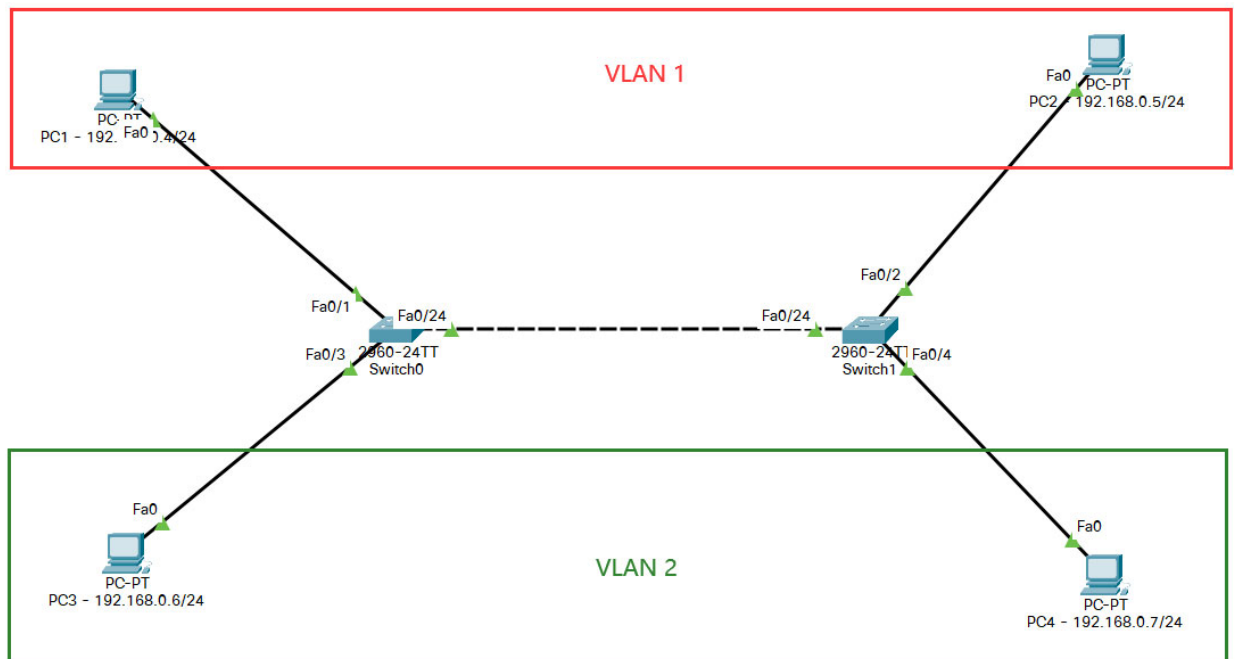

14. 查看交换机上的运行配置（命令 `show running-config`），复制粘贴本节相关的文本。

```
Switch#show running-config
Building configuration...

Current configuration : 1249 bytes
!
version 15.0
no service timestamps log datetime msec
no service timestamps debug datetime msec
no service password-encryption
!
hostname Switch
!
!
!
!
!
spanning-tree mode pvst
spanning-tree extend system-id
!
interface FastEthernet0/1
!
interface FastEthernet0/2
!
interface FastEthernet0/3
    switchport access vlan 2
!
interface FastEthernet0/4
    switchport access vlan 2
!
interface FastEthernet0/5
!
(省略了 6~23)
interface FastEthernet0/24
!
interface GigabitEthernet0/1
!
interface GigabitEthernet0/2
!
interface Vlan1
    ip address 192.168.0.10 255.255.255.0
!
!
!
!
line con 0
!
line vty 0 4
    password 3190105871
    login
line vty 5 15
    login
!
!
monitor session 1 source interface Fa0/1
monitor session 1 source interface Fa0/2
!
!
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：



在 Switch2 上增加 VLAN 2，将 PC4 所连端口加入到 VLAN 2。

```
Switch(config)#vlan 2
Switch(config-vlan)#int fa0/3
Switch(config-if)#swi acc vlan 2 (PC3 所连端口也加入了 VLAN 2)
```

```
Switch>ena
Switch#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#vlan 2
Switch(config-vlan)#int fa0/4
Switch(config-if)#awitchp acc vlan 2
^
% Invalid input detected at '^' marker.

Switch(config-if)#switchp acc 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：

Switch0

Physical Config CLI Attributes

IOS Command Line Interface

```
Switch(config-if)#do show vlan
```

VLAN	Name	Status	Ports
1	default	active	Fa0/1, Fa0/2, 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, Gig0/1 Gig0/2
2	VLAN0002	active	Fa0/3
1002	fddi-default	active	
1003	token-ring-default	active	
1004	fddinet-default	active	
1005	trnet-default	active	

Switch2 的 vlan 数据：

Switch1

Physical Config CLI Attributes

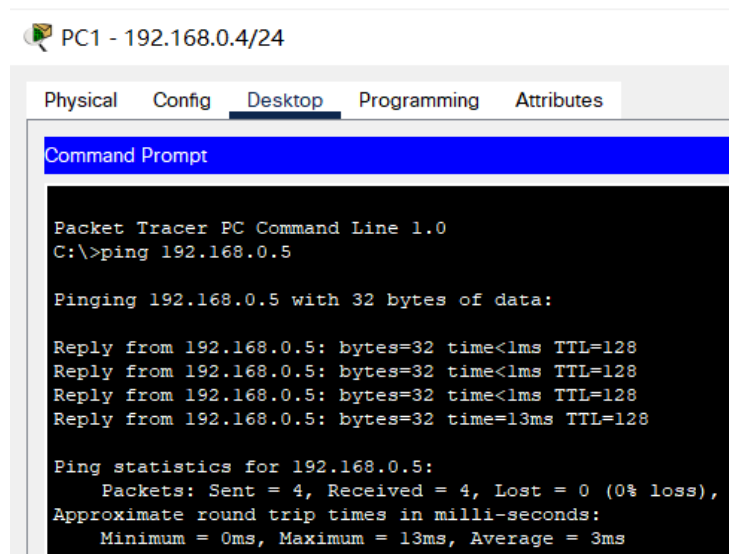
IOS Command Line Interface

```
Switch(config-if)#do show vlan
```

VLAN	Name	Status	Ports
1	default	active	Fa0/1, Fa0/2, Fa0/3, 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, Gig0/1 Gig0/2
2	VLAN0002	active	Fa0/4
1002	fddi-default	active	
1003	token-ring-default	active	
1004	fddinet-default	active	
1005	trnet-default	active	

联通性检测截图：

PC1→PC2



PC1 - 192.168.0.4/24

Physical Config Desktop Programming Attributes

Command Prompt

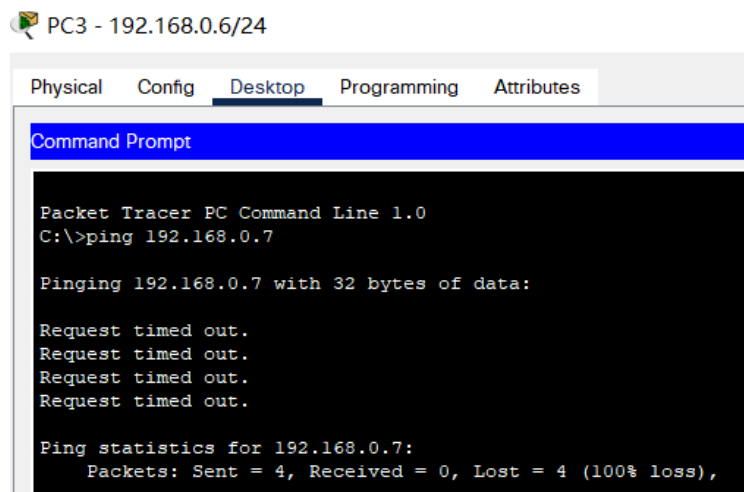
```
Packet Tracer PC Command Line 1.0
C:\>ping 192.168.0.5

Pinging 192.168.0.5 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.0.5: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 192.168.0.5: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 192.168.0.5: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 192.168.0.5: bytes=32 time=13ms TTL=128

Ping statistics for 192.168.0.5:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 13ms, Average = 3ms
```

PC3→PC4



PC3 - 192.168.0.6/24

Physical Config Desktop Programming Attributes

Command Prompt

```
Packet Tracer PC Command Line 1.0
C:\>ping 192.168.0.7

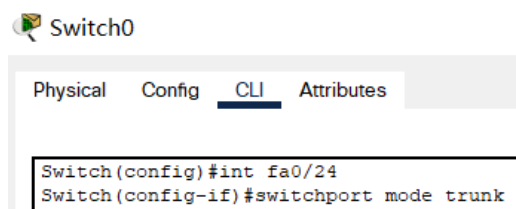
Pinging 192.168.0.7 with 32 bytes of data:

Request timed out.
Request timed out.
Request timed out.
Request timed out.

Ping statistics for 192.168.0.7:
    Packets: Sent = 4, Received = 0, Lost = 4 (100% loss),
```

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：



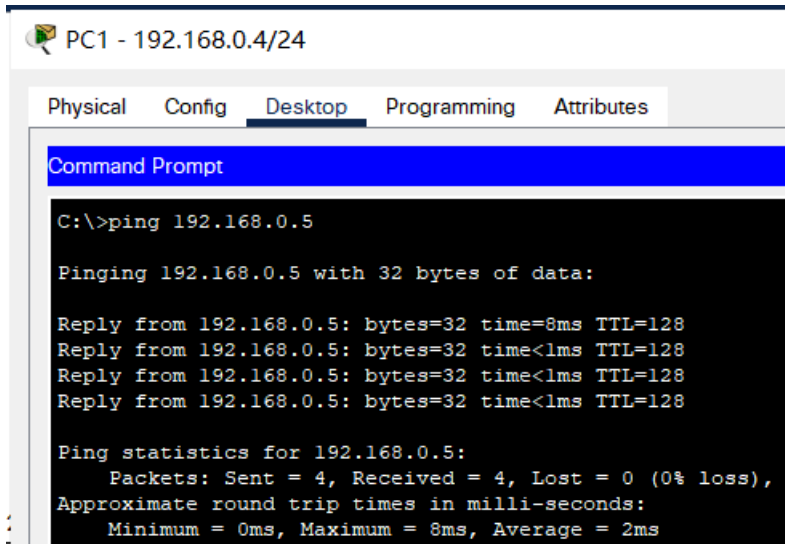
Switch0

Physical Config CLI Attributes

```
Switch(config)#int fa0/24
Switch(config-if)#switchport mode trunk
```

联通性检测截图：

PC1→PC2



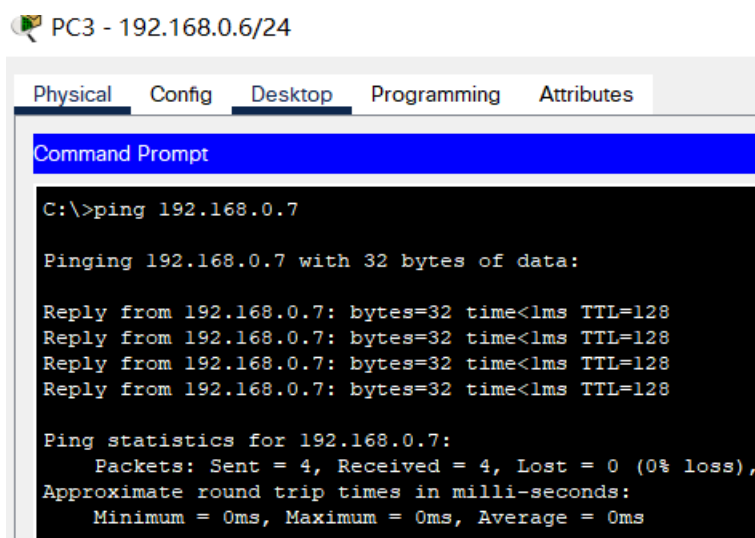
```
PC1 - 192.168.0.4/24
Physical Config Desktop Programming Attributes
Command Prompt
C:\>ping 192.168.0.5

Pinging 192.168.0.5 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.0.5: bytes=32 time=8ms TTL=128
Reply from 192.168.0.5: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 192.168.0.5: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 192.168.0.5: bytes=32 time<1ms TTL=128

Ping statistics for 192.168.0.5:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 8ms, Average = 2ms
```

PC3→PC4



```
PC3 - 192.168.0.6/24
Physical Config Desktop Programming Attributes
Command Prompt
C:\>ping 192.168.0.7

Pinging 192.168.0.7 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.0.7: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 192.168.0.7: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 192.168.0.7: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 192.168.0.7: bytes=32 time<1ms TTL=128

Ping statistics for 192.168.0.7:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 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）。

Spanning-tree 数据截图示例（请替换成实际显示的）：

Switch0

Physical Config CLI Attributes

IOS Command Line Interface

```
Switch>show spann
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32769
            Address    0001.978E.2BB6
            Cost       19
            Port       23(FastEthernet0/23)
            Hello time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
            Address    00E0.F76E.ED60
            Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
            Aging Time 20

Interface    Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Fa0/1        Desg FWD 19        128.1   P2p
Fa0/23       Root FWD 19        128.23  P2p
Fa0/24       Altn BLK 19        128.24  P2p

VLAN0002
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32770
            Address    0001.978E.2BB6
            Cost       19
            Port       23(FastEthernet0/23)
            Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32770 (priority 32768 sys-id-ext 2)
            Address    00E0.F76E.ED60
            Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
            Aging Time 20

Interface    Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Fa0/3        Desg FWD 19        128.3   P2p
Fa0/23       Root FWD 19        128.23  P2p
Fa0/24       Altn BLK 19        128.24  P2p

Switch>
```

Ctrl+F6 to exit CLI focus

Copy Paste

☐ Top

Switch1

Physical Config CLI Attributes

IOS Command Line Interface

```
Switch(config)#do show sp
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32769
            Address    0001.978E.2BB6
            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    0001.978E.2BB6
            Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
            Aging Time 20

Interface    Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Fa0/24       Altn BLK 19        128.24  P2p
Fa0/23       Desg FWD 19        128.23  P2p
Fa0/2        Desg FWD 19        128.2   P2p
```

```

VLAN0002
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32770
             Address     0001.978E.2BB6
             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     0001.978E.2BB6
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
             Aging Time  20

```

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Fa0/24	Altn	BLK	19	128.24	P2p
Fa0/23	Desg	FWD	19	128.23	P2p
Fa0/4	Desg	FWD	19	128.4	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)。

```

Switch>en
Switch#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)#no spanning-tree vlan 1
Switch(config)#no spanning-tree vlan 2

```

Ping 结果截图:

```

C:\>ping 192.168.0.5

Pinging 192.168.0.5 with 32 bytes of data:

Request timed out.
Reply from 192.168.0.5: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 192.168.0.5: bytes=32 time<1ms TTL=128
Request timed out.
Reply from 192.168.0.5: bytes=32 time<1ms TTL=128

Ping statistics for 192.168.0.5:
    Packets: Sent = 4, Received = 3, Lost = 1 (25% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

```

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:\>ping 192.168.0.5

Pinging 192.168.0.5 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.0.5: bytes=32 time=7ms TTL=128
Reply from 192.168.0.5: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 192.168.0.5: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 192.168.0.5: bytes=32 time<1ms TTL=128

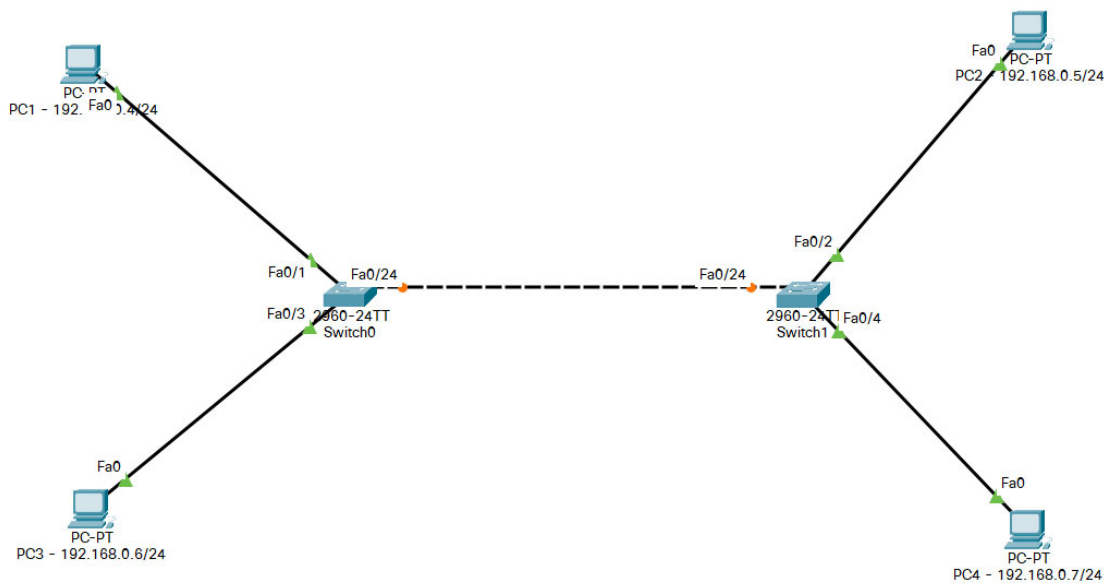
Ping statistics for 192.168.0.5:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 7ms, Average = 1ms

```

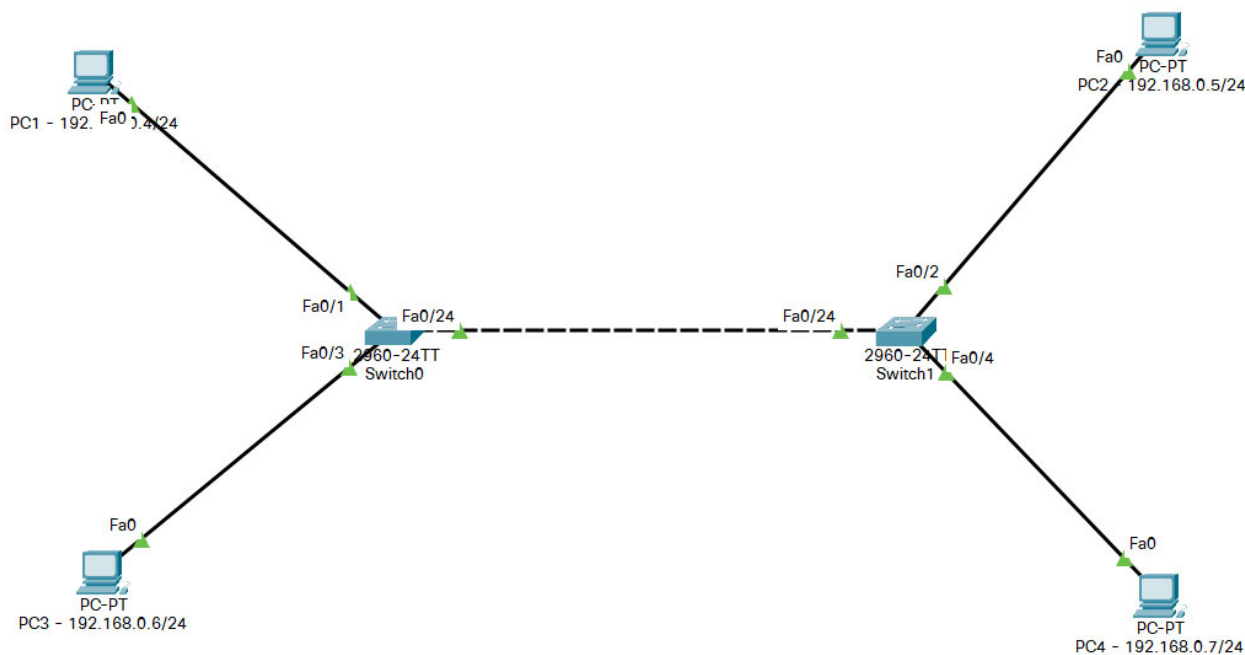
20. 拔掉连接在 2 个处于 FWD 状态端口之间的网线，等待一会儿，查看 4 个互联端口的状态（命令：`show spanning-tree`）（有些端口可能已经消失）。标出原 BLK 状态的端口是否变成了 FWD 状态。

拔掉之前如 17 题所示；

刚刚拔掉时：



经过一段时间，线路之间有数据交流：



可见原 BLK 的端口已经变成了 FWD:

Switch0

Physical Config CLI Attributes

IOS Command Line Interface

```
Switch>show span
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32769
             Address    0001.978E.2BB6
             Cost        19
             Port        24(FastEthernet0/24)
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
             Address    00E0.F76E.ED60
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
             Aging Time  20

Interface      Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Fa0/1          Desg FWD 19       128.1    P2p
Fa0/24         Root FWD 19       128.24   P2p

VLAN0002
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32770
             Address    0001.978E.2BB6
             Cost        19
             Port        24(FastEthernet0/24)
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32770 (priority 32768 sys-id-ext 2)
             Address    00E0.F76E.ED60
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
             Aging Time  20

Interface      Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Fa0/3          Desg FWD 19       128.3    P2p
Fa0/24         Root FWD 19       128.24   P2p
```

Switch1

Physical Config CLI Attributes

IOS Command Line Interface

```
Switch>show span
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32769
             Address    0001.978E.2BB6
             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    0001.978E.2BB6
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
             Aging Time  20

Interface      Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Fa0/24         Desg FWD 19       128.24   P2p
Fa0/2          Desg FWD 19       128.2    P2p
```

```

VLAN0002
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32770
             Address     0001.978E.2BB6
             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     0001.978E.2BB6
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
             Aging Time  20

```

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Fa0/24	Desg FWD	19	128.24	P2p	
Fa0/4	Desg FWD	19	128.4	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：

```

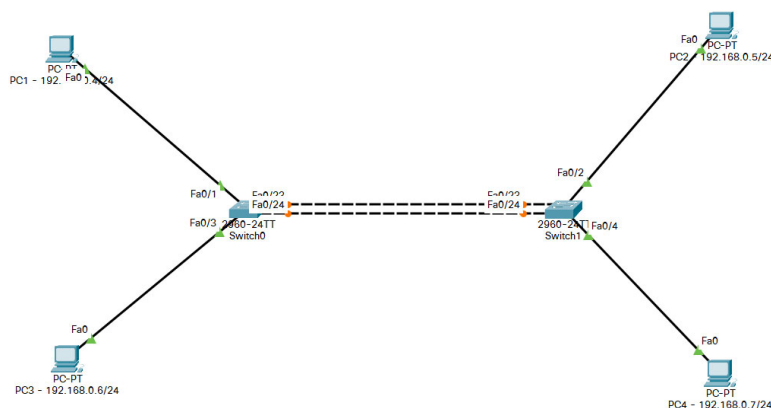
Switch#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#inter fa0/23
Switch(config-if)#span vlan 1 port-pr 16
Switch(config-if)#exit
Switch(config)#inter fa0/24
Switch(config-if)#span vlan 2 port-pr 16

Switch>en
Switch#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/:
Switch(config)#int fa0/23
Switch(config-if)#span vl 1 port-p 16
Switch(config-if)#exit
Switch(config)#int fa0/24
Switch(config-if)#span vl 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。

刚插上：



```
Switch(config-if)#do show span
```

```
VLAN0001
```

```
Spanning tree enabled protocol ieee
```

```
Root ID    Priority    32769
          Address    0001.978E.2BB6
          Cost      19
          Port      23(FastEthernet0/23)
          Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
```

```
Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
          Address    00E0.F76E.ED60
          Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
          Aging Time 20
```

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Fa0/1	Desg	FWD	19	128.1	P2p
Fa0/23	Root	FWD	19	16.23	P2p
Fa0/24	Altn	BLK	19	128.24	P2p

```
VLAN0002
```

```
Spanning tree enabled protocol ieee
```

```
Root ID    Priority    32770
          Address    0001.978E.2BB6
          Cost      19
          Port      24(FastEthernet0/24)
          Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
```

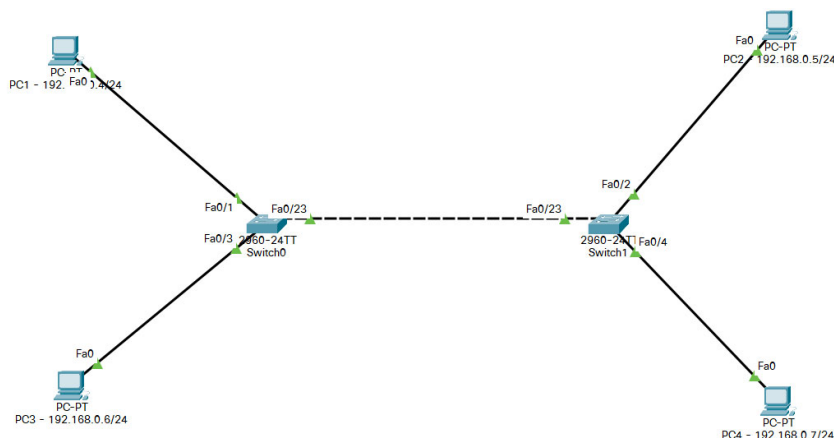
```
Bridge ID  Priority    32770 (priority 32768 sys-id-ext 2)
          Address    00E0.F76E.ED60
          Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
          Aging Time 20
```

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Fa0/3	Desg	FWD	19	128.3	P2p
Fa0/23	Altn	BLK	19	128.23	P2p
Fa0/24	Root	FWD	19	16.24	P2p

可以看到，两个 VLAN 根据优先级的不同选用了不同的接口进行转发。

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）

刚拔掉：



Switch(config-if)#do show span

VLAN0001

Spanning tree enabled protocol ieee

```

Root ID    Priority    32769
           Address    0001.978E.2BB6
           Cost       19
           Port       23(FastEthernet0/23)
           Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

```

```

Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
           Address    00E0.F76E.ED60
           Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
           Aging Time 20

```

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Fa0/1	Desg FWD 19			128.1	P2p
Fa0/23	Root FWD 19			16.23	P2p

VLAN0002

Spanning tree enabled protocol ieee

```

Root ID    Priority    32770
           Address    0001.978E.2BB6
           Cost       19
           Port       23(FastEthernet0/23)
           Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

```

```

Bridge ID  Priority    32770 (priority 32768 sys-id-ext 2)
           Address    00E0.F76E.ED60
           Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
           Aging Time 20

```

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Fa0/3	Desg FWD 19			128.3	P2p
Fa0/23	Root FWD 19			128.23	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:（见 S1.txt）

Switch2:（见 S2.txt）

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？

即端口被管理员的 shutdown 人为关闭了。

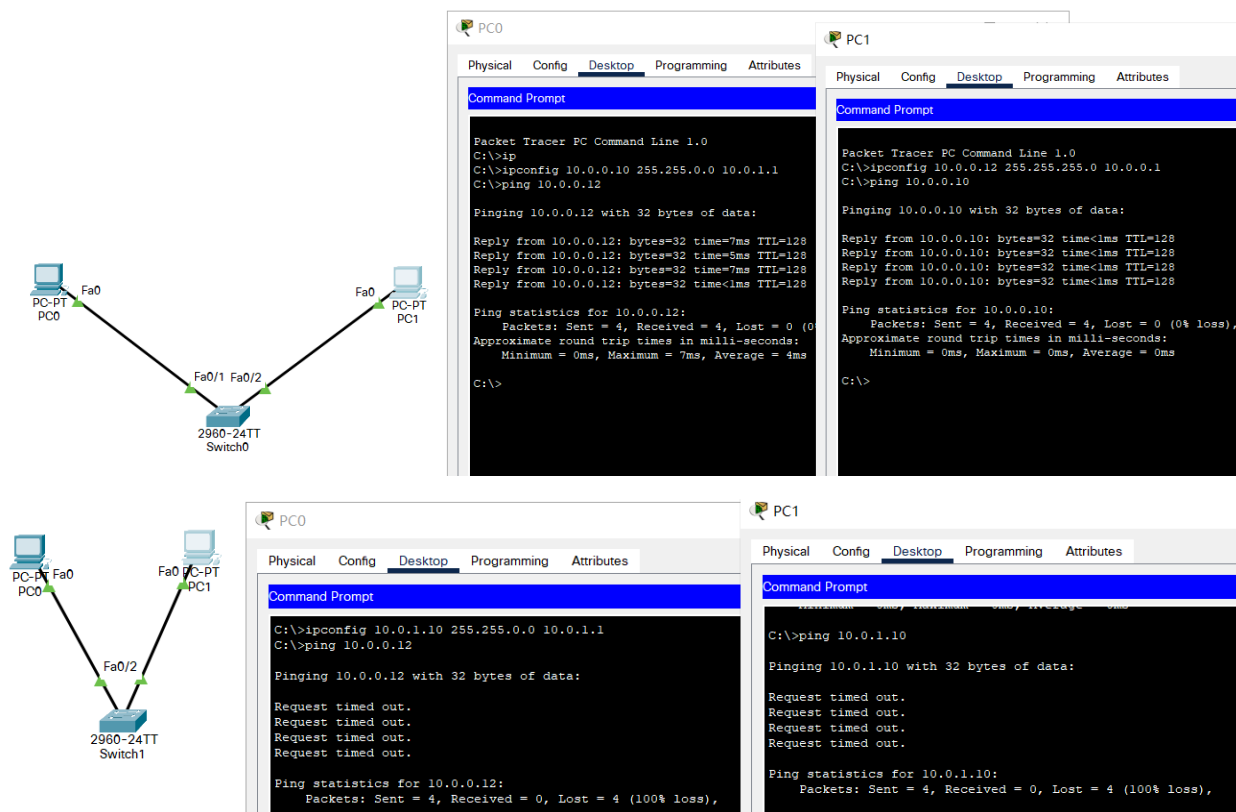
- 在交换机配置为镜像端口前，为什么可以抓取到其他 PC 之间的 ARP 请求包，而不能抓取 ARP 响应包？

ARP 请求包是广播的，从实验中也可以看到其目的地址是 FFFF:FFFF:FFFF，即广播。而 ARP 响应包是发回给请求包的发送方的，而且此时交换机也已经得知了请求方在哪个端口，因此可以直接转发到那个端口，无需广播。

- 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？

通过配置交换机可以指定若干端口处于同一 VLAN 下。

- 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？



经过测试，实际上取决于是否实际处于子网掩码更长的视角下的同一子网。

- 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？

交换机只会将数据包转发给与来源端口处于同一 VLAN 的端口。

- 交换机在 VLAN Trunk 模式下使用的封装协议是什么？

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？

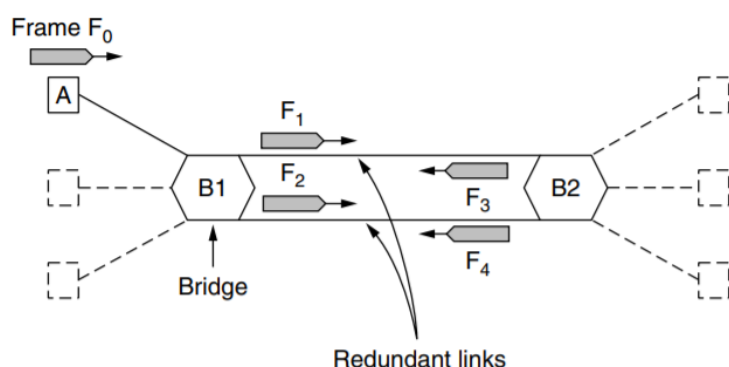


Figure 4-43. Bridges with two parallel links.

这样的冗余引入了拓扑环路。考虑这样的情形：如上图，刚开始，B1 和 B2 的哈希表都是空的。此时 A 给 B1 发送了一帧 F0，B1 将帧从它的所有端口发送了出去，但是由于它到 B2 有两条链路，因此它在这两条链路上分别发送了帧 F1 和 F2。此时 B2 收到了这两个帧，并不知道这两个帧是同一个帧的副本，因此它分别对这两个帧进行 flooding；这样就会导致 F1 的副本从 F2 的链路被发回 B1，F2 的副本从 F1 的链路发回 B1，从此造成这个循环无限进行下去。

如果发送的是广播帧，这样的广播风暴更会导致网络瘫痪，因此 Ping 的延迟就会越来越大。

- 从插上网线后开始，交换机的端口状态出现了哪些变化？

LSN（监听）→ LRN（学习）→ FWD（转发）

大约需要多少时间才能成为 FWD 状态？大约 30s 左右

期间，连接在该端口的计算机是否能够 Ping 通？不能

七、 讨论、心得

- 交换机 CLI 遇到 Translating "XXXX"...domain server (255.255.255.255) 可以用 Ctrl+Shift+6 终止。
- Sniffer 的使用讲解 <https://www.youtube.com/watch?v=gsCSKQAVT2M>
- 对“端口镜像”还没有很理解
- 交换机可以自己学习到 VLAN 吗？
- 交换机在 VLAN Trunk 模式下使用的封装协议是什么？