

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:	使用三层交换机组网
姓 名:	卢雨洁
学 院:	计算机学院
系:	计算机科学与技术学院
专 业:	计算机科学与技术
学 号:	3150105267
指导教师:	邱劲松

2018 年 11 月 5 日

浙江大学实验报告

一、 实验目的

1. 掌握并比较两种 VLAN 间数据交换的方法。
2. 学习如何配置子接口；
3. 学习掌握三层交换机的工作原理；
4. 学习如何配置三层交换机；

二、 实验内容

由于二层交换机不转发不同 VLAN 间的数据，所以有 2 种方式让不同 VLAN 的 PC 能够相互通信。第一种方式称为单臂路由器，是利用路由器的子接口功能，将路由器的物理接口逻辑上分为多个子接口，每个子接口属于不同的 VLAN，能够接收到不同的 VLAN 数据，然后在路由器内部通过第三层进行数据交换，实现 VLAN 间通信。第二种方式是采用三层交换机，是将二层交换机的功能加入了三层路由功能的做法。实验分为两部分，将分别按照两种方式进行。

三、 主要仪器设备

PC 机、路由器、Console 连接线、直联网络线、交叉网络线

（可以使用模拟器完成）

四、 操作方法与实验步骤

Part 1. 单臂路由

- 将 2 台 PC（PC1、PC2）和一台路由器都连接到一台 **二层交换机**；
- 在交换机上增加 1 个 VLAN，并使得 2 台 PC 所连端口分别属于 2 个 VLAN。给 2 个 PC 配置不同子网的 IP 地址；
- 将二层交换机和路由器连接的端口配置成 VLAN Trunk 模式；
- 在路由器连接交换机的端口上创建 2 个子接口，并配置子接口所属的 VLAN，分别给 2 个子接口配置 IP 地址，并激活端口；
- 将 2 台 PC 的默认网关分别设置为路由器的 2 个子接口的 IP 地址；
- 测试 2 台 PC 能否互相 Ping 通。

Part 2. 三层交换

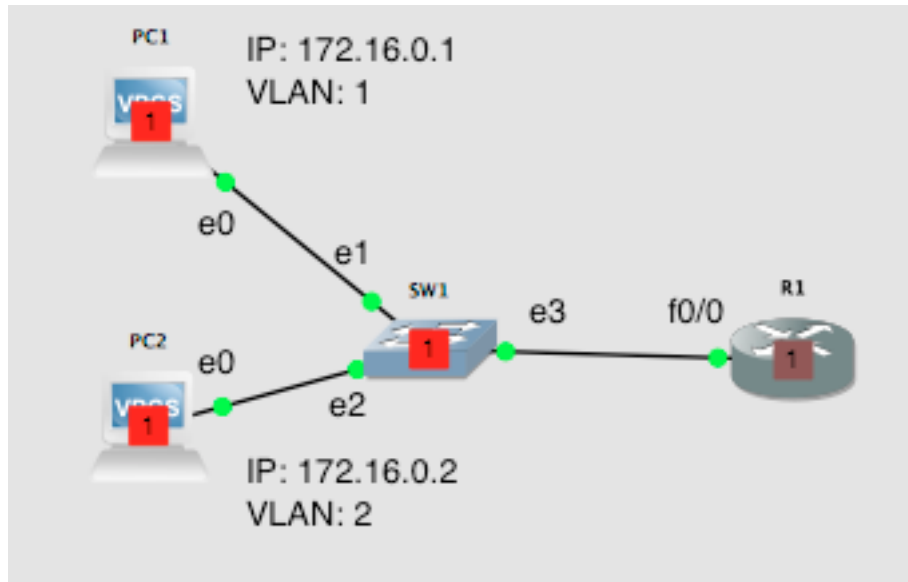
- 将第一部分的路由器删除后，将二层交换机和一台三层交换机连接，并新增 2 台 PC（PC3、PC4）直接连接到三层交换机；
- 在三层交换机上增加 1 个 VLAN，并使得 PC3、PC4 所连端口分别属于 2 个 VLAN。给这 2 个 VLAN 接口配置 IP 地址，并启用路由功能；
- 给 PC3、PC4 配置所在 VLAN 内的合适 IP 地址，并将 2 台 PC 的默认网关分别设置为三层交换机 2 个 VLAN 接口的 IP 地址；
- 测试 PC3、PC4 能否互相 Ping 通。
- 测试不同交换机上的 PC 间（如 PC1、PC3）能否互相 Ping 通。

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 单臂路由----

1. 将 2 台 PC 和一台路由器都连接到一台二层交换机，在交换机上增加 1 个 VLAN，并使得 2 台 PC 所连端口分别属于 2 个 VLAN。给 2 个 PC 分配不同子网的 IP 地址。



2. 验证两个 PC 之间能否 Ping 通（不同的 VLAN 之间不通）

PC1

```
[PC1> ping 172.16.0.2

host (172.16.0.2) not reachable

[PC1> ping 172.16.0.1

172.16.0.1 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.001 ms
172.16.0.1 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.001 ms
172.16.0.1 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.001 ms
172.16.0.1 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.001 ms
172.16.0.1 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.001 ms
```

PC2

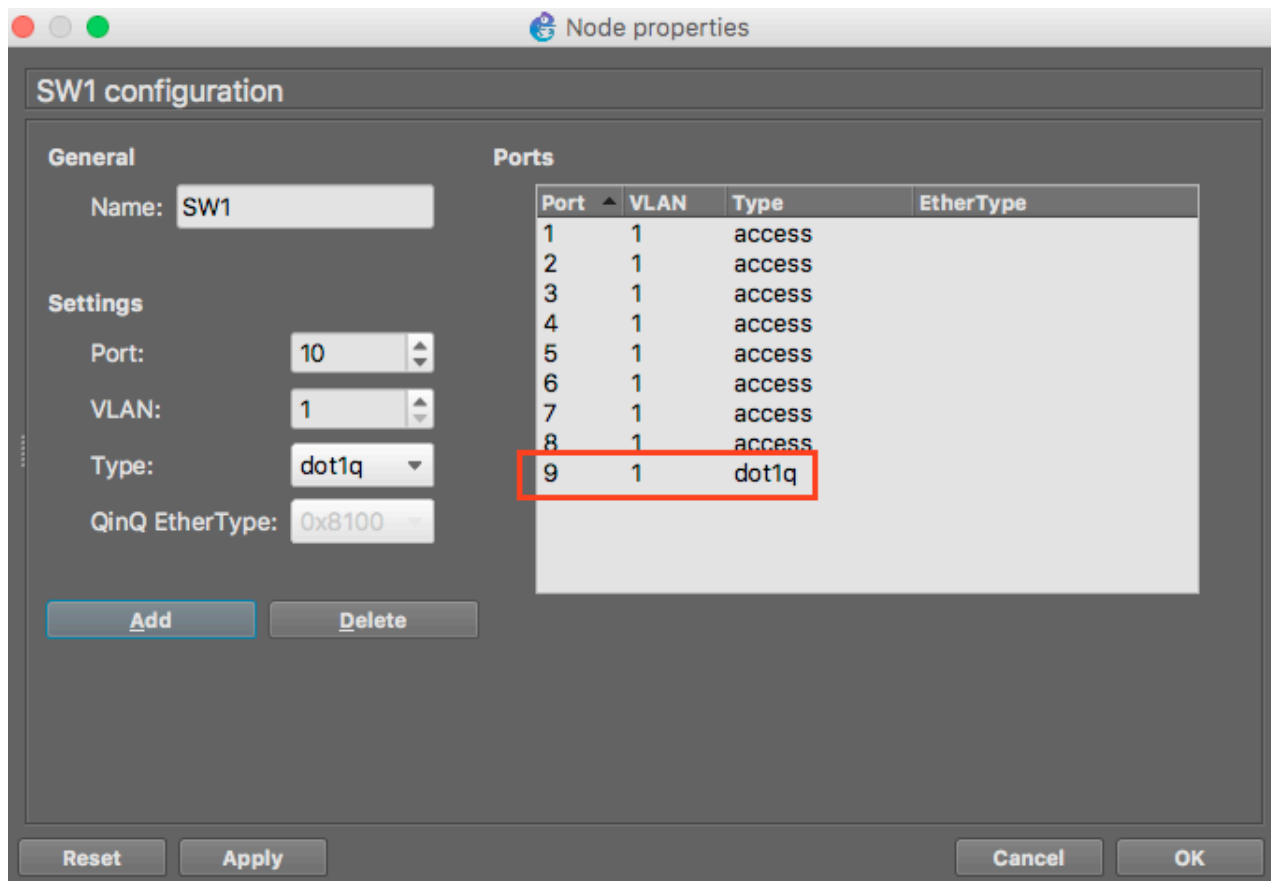
```
---
[PC2> ping 172.16.0.1

host (172.16.0.1) not reachable

[PC2> ping 172.16.0.2

172.16.0.2 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.001 ms
172.16.0.2 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.001 ms
172.16.0.2 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.001 ms
172.16.0.2 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.001 ms
172.16.0.2 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.001 ms
```

3. 将二层交换机和路由器连接的端口配置成 VLAN Trunk 模式（使用 GNS3 的内建交换机模块时，请参考指南“十四、二层交换机”进行配置并截图，使用实际设备时，请参考“实验 1”进行配置并截图）。



4. 连接路由器的 Console 口，进入路由器的配置模式。在路由器连接交换机的端口上创建 2 个子接口（命令：interface <type> <slot/unit.sub>，例如 interface e0/1.1），并配置子接口所属的 VLAN（命令：encapsulation dot1q VLAN 编号），然后使用与 2 台 PC 一致的子网，分别给 2 个子接口配置 IP 地址，最后激活端口（命令：no shutdown）

```

R1(config)#interface fa0/0.1
R1(config-subif)#encapsulation dot1q 1
R1(config-subif)#ip address 10.0.0.2 255.255.255.0
R1(config-subif)#no shutdown
R1(config-subif)#exit
R1(config)#interface fa0/0.2
R1(config-subif)#encapsulation dot1q 2
R1(config-subif)#ip address 10.0.1.2 255.255.255.0
R1(config-subif)#no shutdown
R1(config-subif)#exit
R1(config)#interface fa0/0
R1(config-if)#no shutdown

```

5. 按照前述拓扑图，给 PC 配置 IP 地址，并将默认路由器地址（gateway）按照所属 VLAN，分别设置为路由器的 2 个子接口的 IP 地址。

PC1

```
[PC1> ip 10.0.0.1 255.255.255.0 10.0.0.2  
Checking for duplicate address...  
PC1 : 10.0.0.1 255.255.255.0 gateway 10.0.0.2
```

PC2

```
[PC2> ip 10.0.1.1 255.255.255.0 10.0.1.2  
Checking for duplicate address...  
PC1 : 10.0.1.1 255.255.255.0 gateway 10.0.1.2
```

6. 测试 2 台 PC 能否 Ping 通各自的路由器子接口地址

PC1

```
[PC1> ping 10.0.0.2  
  
84 bytes from 10.0.0.2 icmp_seq=1 ttl=255 time=9.197 ms  
84 bytes from 10.0.0.2 icmp_seq=2 ttl=255 time=1.247 ms  
84 bytes from 10.0.0.2 icmp_seq=3 ttl=255 time=5.823 ms  
84 bytes from 10.0.0.2 icmp_seq=4 ttl=255 time=14.883 ms  
84 bytes from 10.0.0.2 icmp_seq=5 ttl=255 time=3.429 ms
```

PC2

```
[PC2> ping 10.0.1.2  
  
84 bytes from 10.0.1.2 icmp_seq=1 ttl=255 time=9.141 ms  
84 bytes from 10.0.1.2 icmp_seq=2 ttl=255 time=5.796 ms  
84 bytes from 10.0.1.2 icmp_seq=3 ttl=255 time=11.452 ms  
84 bytes from 10.0.1.2 icmp_seq=4 ttl=255 time=12.480 ms  
84 bytes from 10.0.1.2 icmp_seq=5 ttl=255 time=6.745 ms
```

7. 测试 2 台 PC 能否互相 Ping 通

PC1

```
PC1> ping 10.0.0.1
```

```
10.0.0.1 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.001 ms
10.0.0.1 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.001 ms
10.0.0.1 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.001 ms
10.0.0.1 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.001 ms
10.0.0.1 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.001 ms
```

```
PC1> ping 10.0.1.1
```

```
84 bytes from 10.0.1.1 icmp_seq=1 ttl=63 time=18.190 ms
84 bytes from 10.0.1.1 icmp_seq=2 ttl=63 time=20.536 ms
84 bytes from 10.0.1.1 icmp_seq=3 ttl=63 time=20.484 ms
84 bytes from 10.0.1.1 icmp_seq=4 ttl=63 time=25.959 ms
84 bytes from 10.0.1.1 icmp_seq=5 ttl=63 time=17.122 ms
```

PC2

```
PC2> ping 10.0.1.1
```

```
10.0.1.1 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.001 ms
10.0.1.1 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.001 ms
10.0.1.1 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.001 ms
10.0.1.1 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.001 ms
10.0.1.1 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.001 ms
```

```
PC2> ping 10.0.0.1
```

```
84 bytes from 10.0.0.1 icmp_seq=1 ttl=63 time=36.014 ms
84 bytes from 10.0.0.1 icmp_seq=2 ttl=63 time=16.014 ms
84 bytes from 10.0.0.1 icmp_seq=3 ttl=63 time=14.611 ms
84 bytes from 10.0.0.1 icmp_seq=4 ttl=63 time=19.310 ms
84 bytes from 10.0.0.1 icmp_seq=5 ttl=63 time=22.542 ms
```

8. 记录路由器的路由表内容（命令：show ip route）

```
R1#
*Mar  1 00:37:36.059: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R1#sh ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

10.0.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
C      10.0.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0.1
C      10.0.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0.2
```

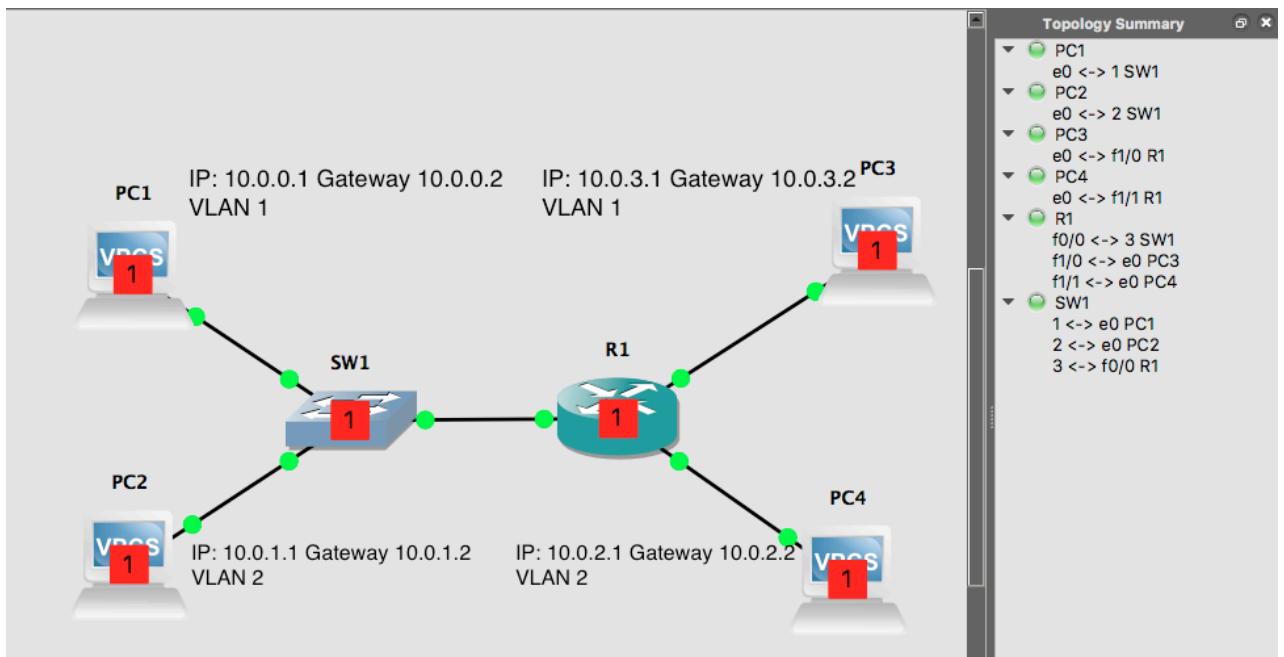
9. 记录路由器上的运行配置（命令：[show running-config](#)），复制粘贴本节相关的文本（完整的内容请放在文件中，命名为 R1.txt）。

```
:
interface FastEthernet0/0
  no ip address
  duplex auto
  speed auto
!
interface FastEthernet0/0.1
  encapsulation dot1Q 1 native
  ip address 10.0.0.2 255.255.255.0
  no snmp trap link-status
!
interface FastEthernet0/0.2
  encapsulation dot1Q 2
  ip address 10.0.1.2 255.255.255.0
  no snmp trap link-status
```

（R1.txt 附在文件夹中）

----Part 2 三层交换----

1. 将第一部分的路由器删除后，将二层交换机和一台[三层交换机](#)连接（使用 GNS3 模拟时，请参见指南中“十五、使用路由器模拟三层交换机”的具体步骤，创建一个三层交换机设备），并新增 2 台 PC（PC3、PC4）直接连接到[三层交换机](#)，标记各设备的 IP 地址和 VLAN（给 PC3、PC4 分配所在 VLAN 内的合适 IP 地址）：



2. 在三层交换机上增加 1 个 VLAN，并使得 2 台 PC 所连端口分别属于 2 个 VLAN。

```
Switch2#vlan database
Switch2(vlan)#vlan 2
VLAN 2 added:
    Name: VLAN0002
Switch2(vlan)#exit
APPLY completed.
Exiting....
Switch2#configure terminal
Switch2(config)#interface f1/1
Switch2(config-if)#switchport access vlan 2
Switch2(config-if)#exit
```

配置的结果（换成你自己的，命令 `show vlan` 或者 `show vlan-switch`）:

[R1#show vlan-switch

VLAN Name		Status	Ports
1	default	active	Fa1/0, 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
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

3. 给 2 个 VLAN 接口配置 IP 地址（命令：interface vlan VLAN 编号，ip address IP 地址）

输入的命令，保留命令前面的提示符，如 Switch2#:

此处已更名为原名称 R1

```
R1(config)#interface vlan 1
R1(config-if)#ip address 10.0.3.2 255.255.255.0
R1(config-if)#no shutdown
R1(config-if)#exit
R1(config)#interface vlan 2
R1(config-if)#ip address 10.0.2.2 255.255.255.0
R1(config-if)#no shutdown
R1(config-if)#exit
```

4. 在三层交换机上启用路由功能（命令：ip routing）（在 GNS3 上用路由器模拟三层交换机时，此步骤不需要）

依照实验要求，在 GNS3 上用路由器模拟三层交换机

5. 按照前述拓扑图，给 PC3、PC4 配置 IP 地址，并将 PC3、PC4 的默认路由器分别设置为三层交换机 2 个 VLAN 接口的 IP 地址。

PC3

```
PC3> ip 10.0.3.1 255.255.255.0 10.0.3.2
Checking for duplicate address...
PC1 : 10.0.3.1 255.255.255.0 gateway 10.0.3.2
```

PC4

```
PC4> ip 10.0.2.1 255.255.255.0 10.0.2.2
Checking for duplicate address...
PC1 : 10.0.2.1 255.255.255.0 gateway 10.0.2.2
```

6. 测试 PC3、PC4 能否 Ping 通各自的 VLAN 接口地址

PC3

```
[PC3> ping 10.0.3.2

84 bytes from 10.0.3.2 icmp_seq=1 ttl=255 time=21.550 ms
84 bytes from 10.0.3.2 icmp_seq=2 ttl=255 time=15.964 ms
84 bytes from 10.0.3.2 icmp_seq=3 ttl=255 time=4.603 ms
84 bytes from 10.0.3.2 icmp_seq=4 ttl=255 time=10.206 ms
84 bytes from 10.0.3.2 icmp_seq=5 ttl=255 time=8.180 ms
```

PC4

```
PC4> ping 10.0.2.2

84 bytes from 10.0.2.2 icmp_seq=1 ttl=255 time=9.283 ms
84 bytes from 10.0.2.2 icmp_seq=2 ttl=255 time=9.225 ms
84 bytes from 10.0.2.2 icmp_seq=3 ttl=255 time=3.526 ms
84 bytes from 10.0.2.2 icmp_seq=4 ttl=255 time=7.677 ms
84 bytes from 10.0.2.2 icmp_seq=5 ttl=255 time=2.366 ms
```

7. 测试 PC3、PC4 能否互相 Ping 通。

```
PC3> ping 10.0.2.1

84 bytes from 10.0.2.1 icmp_seq=1 ttl=63 time=14.888 ms
84 bytes from 10.0.2.1 icmp_seq=2 ttl=63 time=17.148 ms
84 bytes from 10.0.2.1 icmp_seq=3 ttl=63 time=15.947 ms
84 bytes from 10.0.2.1 icmp_seq=4 ttl=63 time=17.124 ms
84 bytes from 10.0.2.1 icmp_seq=5 ttl=63 time=16.019 ms
```

8. 测试不同交换机上属于不同 VLAN 的 PC 间的连通性（如 PC1->PC4, PC2->PC3）

PC1→PC4

```
[PC1> ping 10.0.2.1
```

```
84 bytes from 10.0.2.1 icmp_seq=1 ttl=63 time=23.793 ms
84 bytes from 10.0.2.1 icmp_seq=2 ttl=63 time=21.707 ms
84 bytes from 10.0.2.1 icmp_seq=3 ttl=63 time=17.517 ms
84 bytes from 10.0.2.1 icmp_seq=4 ttl=63 time=18.326 ms
84 bytes from 10.0.2.1 icmp_seq=5 ttl=63 time=20.564 ms
```

PC2→PC3

```
[PC2> ping 10.0.3.1
```

```
host (10.0.1.2) not reachable
```

9. 如果有些 PC 之间是不能 Ping 通的, 思考一下是什么原因造成的。接下来在三层交换机上把与二层交换机互联的端口设置成 Trunk 模式。

输入的命令, 保留命令前面的提示符, 如 Switch2#:

```
R1(config)#interface fa2/0
```

```
R1(config-if)#switchport mode trunk
```

10. 再次测试之前不通的 PC 间的连通性。

PC2→PC3

```
[PC2> ping 10.0.3.1
```

```
host (10.0.1.2) not reachable
```

11. 显示三层交换机上的路由信息

```
[R1#sh ip route
```

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP

D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area

N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2

E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2

i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2

ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route

o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

10.0.0.0/24 is subnetted, 2 subnets

C 10.0.2.0 is directly connected, Vlan2

C 10.0.3.0 is directly connected, Vlan1

12. 记录三层交换机上的当前运行配置, 复制粘贴本节相关的文本 (完整的内容请放在文件中, 命名为 S2.txt)。

```
[interface FastEthernet1/1
[ switchport access vlan 2
[interface FastEthernet2/0
[ switchport mode trunk
!
[interface Vlan1
[ ip address 10.0.3.2 255.255.255.0
!
[interface Vlan2
[ ip address 10.0.2.2 255.255.255.0
```

(S2.txt 附在文件夹中)

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:

1. 为什么路由器的端口可以配置 IP 地址, 而三层交换机的端口跟二层交换机一样不能配置 IP 地址?

三层交换机开启路由功能, 可以配置 IP 地址, 否则就像二层设备一样无法配置地址。

2. 本实验中为什么要用子接口? 有什么好处? 使用物理接口可以吗?

子接口突破了物理接口的数量限制。同时, 一个物理接口只能对应一个 VLAN, 而物理接口划分为子接口后, 实现单个物理接口下的多个 VLAN 间的通信和路由。

3. 直连三层交换机的 PC 的默认路由器地址应该设为什么?

应该设置为 PC 的网关地址 (vlan 接口上的 ip)

4. 三层交换机和二层交换机互联时, 连在二层交换机上 VLAN 2 的 PC 为什么 Ping 不通连在三层交换机上 VLAN 1 的 PC?

三层交换机与二层交换机之间的端口未设置 trunk 模式前只允许单个 VLAN 间的通信,

因此 VLAN2 的 PC 无法通过此端口与 VLAN1 的 PC 通信

5. Ping 测试时，为什么一开始有几次不通，后面又通了？

设置成 trunk 模式后，启动生成树协议将会有一定耗时，造成最初几次无法 ping 通

6. 既然路由器可以实现 VLAN 间数据交换，为何还要设计三层交换机呢？

三层交换机比路由器仍有一些优点，比如三层交换机用生成树算法阻塞造成回路的端口，而路由选择无法实现。同时，三层交换机转发报文速度也比路由器要快。

七、 讨论、心得

在完成本实验后，你可能会有很多待解答的问题，你可以把它们记在这里，接下来的学习中，你也许会逐渐得到答案的，同时也可以让老师了解到你有哪些困惑，老师在课堂可以安排针对性地解惑。等到课程结束后，你再回头看看这些问题时你或许会有不同的见解：

1. 对于路由器设置为三层交换机只是跟着指导做实验，还不明白原理
2. 有时需要重新连接网线，换其他接口，连在网线另一端的 PC 就会进程终止，重新 start 后又需要重新设置 ip，不知是否有更方便的方法切换接口（物理设备上实验时，拔网线换接口是不需要重新设置 PC 的 ip 的）
3. 三层交换机设置 trunk 模式后，仍然出现 ping 不通的问题。有时，PC 设置 ip 和 gateway 后，路由器连接交换机的端口上创建 2 个子接口后，会出现 PC ping 不通自己的路由器子接口地址。当时检查了 show vlan, show interfaces，地址也是按照实验指导配的。最后还是重新连接图，重新配解决的。不知这类问题是否有其他需要排查的原因。
4. 两层交换机与三层交换机的不同构造，以及原理还需再看课本进一步了解。

在实验过程中你可能会遇到的困难，并得到了宝贵的经验教训，请把它们记录下来，提供给其他人参考吧：

1. 删除连接的网线后，PC 需要重新 start, 要注意重新配置它的 IP 与 gateway
2. 对路由器的一些配置，无法在 running 状态下进行，需要停止，才能 configure
3. 选择 3725 型号，只有两个 slot 可以配置，对于实验 part2 是不够的，选择 3745 可配置多个 slot
4. 实验过程 part2 在路由器上的端口尝试 switchport 并无可用指令，浪费了很多时间排查问题，最终发现是，参见指南中“十五、使用路由器模拟三层交换机”的具体步骤，创建一个三层交换机设备)，这一步骤没有完成好，忘记设置一个 slot 的类型，而无法模拟三层交换机。

你对本实验安排有哪些更好的建议呢？欢迎献计献策：

- 1.实验指导较为完整，同时配置指引部分，与实验要求指引分成不同文档，配置指引单独为一份文档，结构清晰，方便实验的进行。
- 2.仍然存在的问题是，实验的任务全部给出了指引，都是按照指导步骤无需多加思考即可完成，也许可以设计一些不给指引的任务，验证一下是否真的具备相关独立实践能力。