

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:	李秋宇
学 院:	计算机学院
系:	计算机
专 业:	计算机科学与技术
学 号:	3220103373
指导教师:	邱劲松

2024 年 11 月 17 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、二层交换机、路由器、三层交换机、Console 线、直联网线、交叉网线

（本实验也可以使用 GNS3 模拟完成，具体操作请参考《使用 GNS3 软件模拟 IOS 指南》）

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的 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。

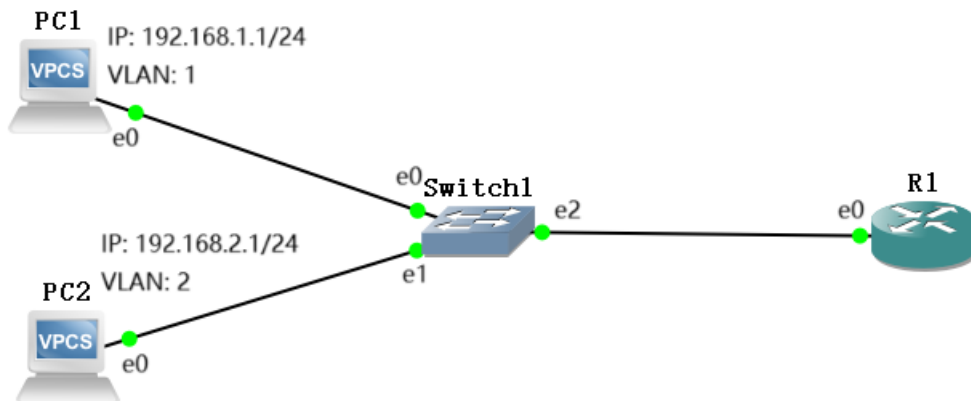
五、 实验数据记录和处理

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-----

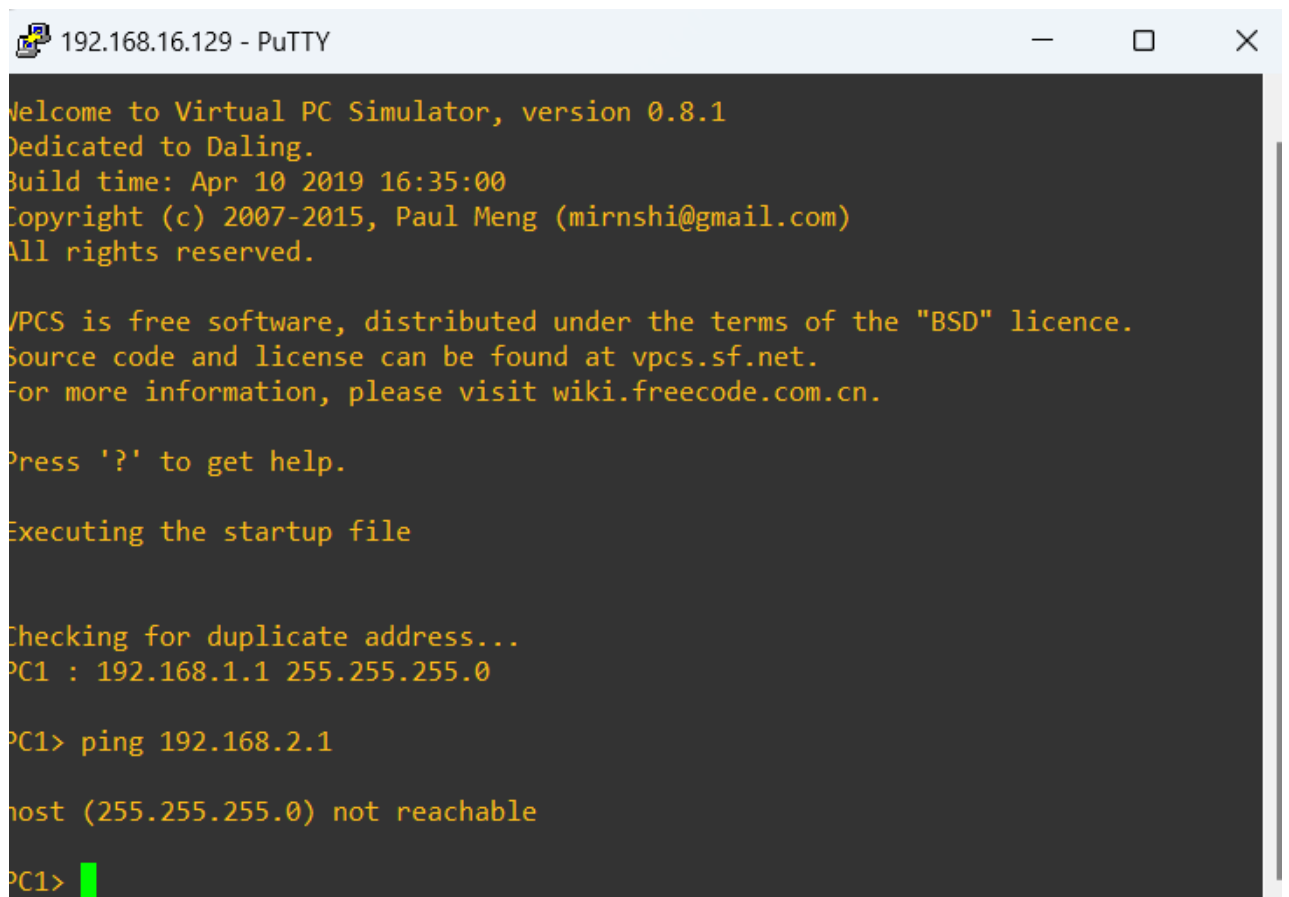
1. 将 2 台 PC 和一台路由器都连接到一台二层交换机，在交换机上增加 1 个 VLAN，并使得 2 台 PC 所连端口分别属于 2 个 VLAN。给 2 个 PC 分配不同子网的 IP 地址。

拓扑图参考，请替换成实际使用的：



2. 验证两个 PC 之间能否 Ping 通（不同的 VLAN 之间不通）

结果截图（换成你自己的）：



```
192.168.16.129 - PuTTY

Welcome to Virtual PC Simulator, version 0.8.1
Dedicated to Daling.
Build time: Apr 10 2019 16:35:00
Copyright (c) 2007-2015, Paul Meng (mirnshi@gmail.com)
All rights reserved.

VPCS is free software, distributed under the terms of the "BSD" licence.
Source code and license can be found at vpcs.sf.net.
For more information, please visit wiki.freecode.com.cn.

Press '?' to get help.

Executing the startup file

Checking for duplicate address...
PC1 : 192.168.1.1 255.255.255.0

PC1> ping 192.168.2.1

host (255.255.255.0) not reachable

PC1> █
```

3. 将二层交换机和路由器连接的端口配置成 VLAN Trunk 模式。使用物理设备或者 GNS3 IOU L2 交换机设备（指南“十九、IOU 设备”）时，请参考“实验 1”进行配置并截图。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。

配置截图（输入的命令或配置界面，示例仅为内建交换机模式，请换成你实际采用的）：

Node properties

Switch1 configuration

General

Name:

Console type:

Settings

Port:

VLAN:

Type:

QinQ EtherType:

Ports

Port	VLAN	Type	Eth
0	1	access	
1	2	access	
2	1	dot1q	

```
R1#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#int fa0/0
R1(config-if)#sw
R1(config-if)#swi
R1(config-if)#switchport mode trunk
^
% Invalid input detected at '^' marker.

R1(config-if)#no shut
R1(config-if)#no shutdown
R1(config-if)#
*Mar 1 00:08:01.183: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
*Mar 1 00:08:02.187: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up
R1(config-if)#end
R1#
```

- 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）

输入的命令，保留命令前面的提示符，如 R1(config)#:

R1#conf t

```
R1(config)#interface FastEthernet 0/0.1
R1(config-subif)#encapsulation dot1Q 1
R1(config-subif)#ip addr 192.168.1.11 255.255.255.0
R1(config-subif)#no shutdown
R1(config-subif)#end
R1#conf t
R1(config)#interface FastEthernet 0/0.2
R1(config-subif)#encapsulation dot1Q 2
R1(config-subif)#ip addr 192.168.2.11 255.255.255.0
R1(config-subif)#no shutdown
R1(config-subif)#end
```

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。

配置截图（输入的命令或配置界面，换成你自己的）：

```
PC1> ip 192.168.1.1 255.255.255.0 192.168.1.11
Checking for duplicate address...
PC1 : 192.168.1.1 255.255.255.0 gateway 192.168.1.11
PC1> █
```

```
PC2> ip 192.168.2.1 255.255.255.0 192.168.2.11
Checking for duplicate address...
PC2 : 192.168.2.1 255.255.255.0 gateway 192.168.2.11
PC2> █
```

6. 测试 2 台 PC 能否 Ping 通各自的路由器子接口地址

结果截图（换成你自己的）：

```
PC1> ping 192.168.1.11
```

```
84 bytes from 192.168.1.11 icmp_seq=1 ttl=255 time=15.368 ms
84 bytes from 192.168.1.11 icmp_seq=2 ttl=255 time=17.277 ms
84 bytes from 192.168.1.11 icmp_seq=3 ttl=255 time=17.464 ms
84 bytes from 192.168.1.11 icmp_seq=4 ttl=255 time=15.299 ms
84 bytes from 192.168.1.11 icmp_seq=5 ttl=255 time=16.562 ms
```

```
PC1> █
```

```
PC2> ping 192.168.2.11
```

```
84 bytes from 192.168.2.11 icmp_seq=1 ttl=255 time=10.790 ms
84 bytes from 192.168.2.11 icmp_seq=2 ttl=255 time=3.546 ms
84 bytes from 192.168.2.11 icmp_seq=3 ttl=255 time=3.649 ms
84 bytes from 192.168.2.11 icmp_seq=4 ttl=255 time=7.763 ms
84 bytes from 192.168.2.11 icmp_seq=5 ttl=255 time=1.526 ms
```

```
PC2> █
```

7. 测试 2 台 PC 能否互相 Ping 通

结果截图（换成你自己的）：

```
PC1> ping 192.168.2.1
```

```
84 bytes from 192.168.2.1 icmp_seq=1 ttl=63 time=17.235 ms
84 bytes from 192.168.2.1 icmp_seq=2 ttl=63 time=18.942 ms
84 bytes from 192.168.2.1 icmp_seq=3 ttl=63 time=19.190 ms
84 bytes from 192.168.2.1 icmp_seq=4 ttl=63 time=15.655 ms
84 bytes from 192.168.2.1 icmp_seq=5 ttl=63 time=33.919 ms
```

```
PC1> █
```

8. 记录路由器的路由表内容（命令：[show ip route](#)）

结果截图（换成你自己的）：

```

R1#show 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

C    192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0.1
C    192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0.2
R1#

```

- 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）。

（此处示例是截图形式，应换成文本形式）

```

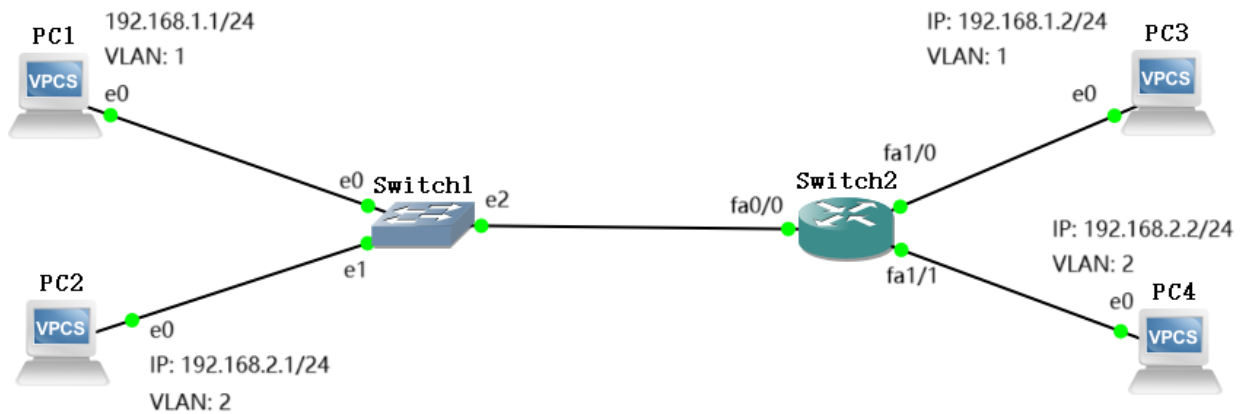
interface FastEthernet0/0.1
 encapsulation dot1Q 1 native
 ip address 192.168.1.11 255.255.255.0
 no snmp trap link-status
!
interface FastEthernet0/0.2
 encapsulation dot1Q 2
 ip address 192.168.2.11 255.255.255.0
 no snmp trap link-status
!

```

----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（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）：

拓扑图参考，请替换成实际使用的：



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。

输入的命令，保留命令前面的提示符，如 Switch2#:

```
Switch2#vlan database
```

```
Switch2(vlan)#vlan 2
```

```
Switch#conf t
```

```
Switch2(config)#int fa1/0
```

```
Switch2(config-if)#switchport access vlan 1
```

```
Switch2(config-if)#no shutdown
```

```
Switch2(config-if)#end
```

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

```
Switch2#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	

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#:

```

Switch2#
Switch2#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch2(config)#int vlan 1
Switch2(config-if)#ip addr 192.168.1.11 255.255.255.0
Switch2(config-if)#no shu
Switch2(config-if)#no shutdown
Switch2(config-if)#end
Switch2#
*Mar 1 00:13:03.523: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
Switch2#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch2(config)#int vlan 2
Switch2(config-if)#ip addr 192.168.2.11 255.255.255.0
Switch2(config-if)#no shut
Switch2(config-if)#no shutdown
Switch2(config-if)#end
Switch2#
*Mar 1 00:13:31.827: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
Switch2#show vlan-s
Switch2#show vlan-switch

```

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）
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。

配置截图（输入的命令或配置界面，换成你自己的）：

```

PC3> ip 192.168.1.2 255.255.255.0 192.168.1.11
Checking for duplicate address...
PC3 : 192.168.1.2 255.255.255.0 gateway 192.168.1.11

PC3> █

```

```

PC4> ip 192.168.2.2 255.255.255.0 192.168.2.22
Checking for duplicate address...
PC4 : 192.168.2.2 255.255.255.0 gateway 192.168.2.22

PC4> █

```

6. 测试 PC3、PC4 能否 Ping 通各自的 VLAN 接口地址

结果截图（换成你自己的）：

```
PC3> ping 192.168.1.11

84 bytes from 192.168.1.11 icmp_seq=1 ttl=255 time=9.267 ms
84 bytes from 192.168.1.11 icmp_seq=2 ttl=255 time=3.745 ms
84 bytes from 192.168.1.11 icmp_seq=3 ttl=255 time=5.553 ms
84 bytes from 192.168.1.11 icmp_seq=4 ttl=255 time=3.074 ms
84 bytes from 192.168.1.11 icmp_seq=5 ttl=255 time=9.279 ms

PC3> █
```

```
PC4> ping 192.168.2.22

84 bytes from 192.168.2.22 icmp_seq=1 ttl=255 time=9.310 ms
84 bytes from 192.168.2.22 icmp_seq=2 ttl=255 time=7.311 ms
84 bytes from 192.168.2.22 icmp_seq=3 ttl=255 time=1.297 ms
84 bytes from 192.168.2.22 icmp_seq=4 ttl=255 time=10.674 ms
84 bytes from 192.168.2.22 icmp_seq=5 ttl=255 time=4.023 ms

PC4> █
```

7. 测试 PC3、PC4 能否互相 Ping 通。

结果截图（换成你自己的）：

```
PC3> ping 192.168.2.2

84 bytes from 192.168.2.2 icmp_seq=1 ttl=63 time=11.550 ms
84 bytes from 192.168.2.2 icmp_seq=2 ttl=63 time=10.673 ms
84 bytes from 192.168.2.2 icmp_seq=3 ttl=63 time=24.904 ms
84 bytes from 192.168.2.2 icmp_seq=4 ttl=63 time=24.310 ms
84 bytes from 192.168.2.2 icmp_seq=5 ttl=63 time=34.962 ms

PC3> █
```

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）

结果截图（换成你自己的）：

PC1→PC4

```
PC1> ping 192.168.2.2

84 bytes from 192.168.2.2 icmp_seq=1 ttl=63 time=40.772 ms
84 bytes from 192.168.2.2 icmp_seq=2 ttl=63 time=30.272 ms
84 bytes from 192.168.2.2 icmp_seq=3 ttl=63 time=29.476 ms
84 bytes from 192.168.2.2 icmp_seq=4 ttl=63 time=26.275 ms
84 bytes from 192.168.2.2 icmp_seq=5 ttl=63 time=28.194 ms

PC1>
```

PC2→PC3

```
PC2> ping 192.168.1.2

host (255.255.255.0) not reachable

PC2>
```

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。

Ping 不通是因为三层交换机上的 Fa1/10 端口此时仍然设置为 Access 模式，只接受 VLAN1 的数据包

输入的命令，保留命令前面的提示符，如 Switch2#:

```
Switch2#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch2(config)#int fa1/10
Switch2(config-if)#swi
Switch2(config-if)#switchport mo
Switch2(config-if)#switchport mode t
Switch2(config-if)#switchport mode trunk
Switch2(config-if)#sw
Switch2(config-if)#switchport tr
Switch2(config-if)#switchport trunk en
Switch2(config-if)#switchport trunk encapsulation do
Switch2(config-if)#switchport trunk encapsulation dot1q
Switch2(config-if)#end
Switch2#
*Mar 1 00:07:31.791: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
Switch2#
```

10. 再次测试之前不通的 PC 间的连通性。

结果截图（换成你自己的）:

PC2→PC3

```
PC2> ping 192.168.1.2

84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=1 ttl=63 time=26.979 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=2 ttl=63 time=26.791 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=3 ttl=63 time=28.437 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=4 ttl=63 time=24.345 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=5 ttl=63 time=32.195 ms
```

11. 显示三层交换机上的路由信息

结果截图（换成你自己的）：

```
Switch2#show 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

C     192.168.1.0/24 is directly connected, Vlan1
C     192.168.2.0/24 is directly connected, Vlan2
```

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）。

（此处示例是截图形式，应换成文本形式）

```
interface FastEthernet1/0
!
interface FastEthernet1/1
 switchport access vlan 2
!
interface FastEthernet1/2
!
interface FastEthernet1/3
!
interface FastEthernet1/10
 switchport mode trunk
!
interface Vlan1
 ip address 192.168.1.11 255.255.255.0
!
interface Vlan2
 ip address 192.168.2.11 255.255.255.0
!
```

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？

交换机是链路层设备，其端口仍然是根据 VLAN 和 MAC 地址进行转发。现代引入三层交换机，允许在 VLAN 视图下配置 IP 地址，是为了帮助 VLAN 对网段进行划分，并不是为了用来路由；三层交换机设计上还是工作于链路层。而路由器本身就是网络层设备，依据 IP 地址进行路由，因此其 IP 地址属于端口。

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？

子接口可以将物理接口划分为若干逻辑接口，实现复用的效果

数目足够的话也可以使用物理接口

3. 直连三层交换机的 PC 的默认路由器地址应该设为什么？

端口所属的 VLAN 的 IP 地址

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？

Ping 不通是因为三层交换机上的 Fa0/24 端口此时仍然设置为 Access 模式，只接受 VLAN1 的数据包，应该改为 trunk 模式

5. Ping 测试时，为什么一开始有几次不通，后面又通了？

刚刚配置好时 MAC 地址表还没有完成生成，通过 ARP 询问后才能转发，才能实现 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？

三层交换机在满足跨 VLAN 数据交换的同时减少了所需的路由次数，满足较小范围网络相关需求的同时时间和价格成本较低

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：

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：

配环境非常麻烦，需要很多操作，关闭了我的 wsl，以及下了一堆，需要去琢磨这个 GNS3 怎么用，非常的累

操作非常麻烦，很容易出现灵异事件，比如莫名其妙就不通了，然后重启之后又好了

你对本实验安排有哪些更好的建议呢？欢迎献计献策：