

# 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：	刘轩铭
学 院：	计算机学院
系：	计算机系
专 业：	软件工程专业
学 号：	3180106071
指导教师：	邱劲松

2020 年      10 月      29 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。

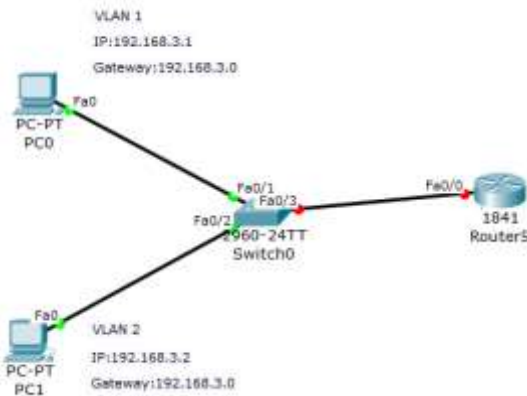
## 五、 实验数据记录和处理

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。

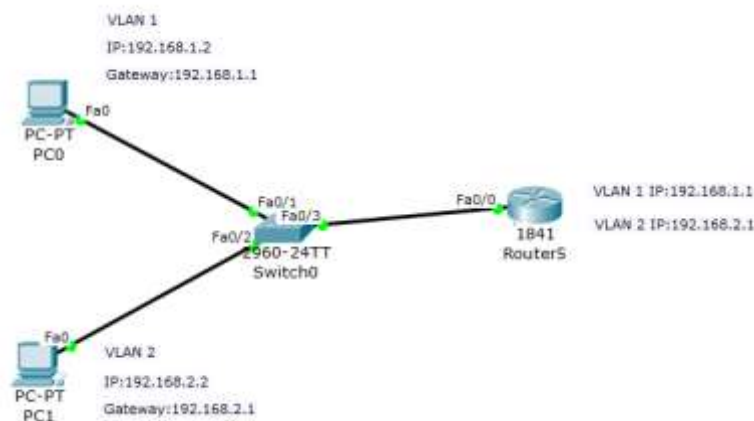
## ----Part 1 单臂路由----

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。

下图为未配置路由器之前的网络拓扑图：



配置路由器和 IP 后：



2. 验证两个 PC 之间能否 Ping 通（不同的 VLAN 之间不通）

在将两台 PC 机分配到不同的 VLAN 以后，两者之间无法 PING 通

```
Packet Tracer PC Command Line 1.0
C:\>ping 192.168.3.2

Pinging 192.168.3.2 with 32 bytes of data:

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

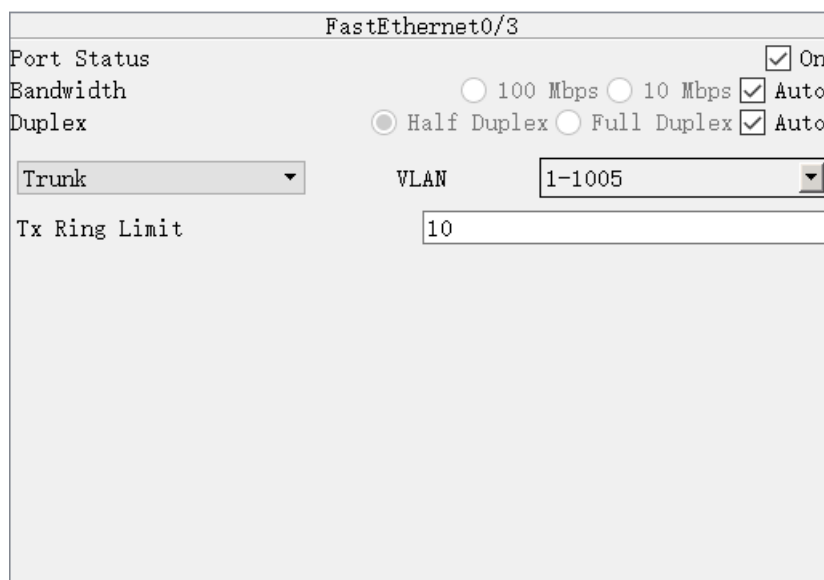
Ping statistics for 192.168.3.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 0, Lost = 4 (100% loss),
```

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）。

使用 Cisco 的模拟器进行配置并截图如下：

```
Switch>en
Switch#config
Configuring from terminal, memory, or network [terminal]?
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#interface fa0/3
Switch(config-if)#switchport mode trunk
Switch(config-if)#
```

配置后，fa0/3 的 trunk 状态截图如下：



FastEthernet0/3

Port Status ☒ On

Bandwidth ☐ 100 Mbps ☐ 10 Mbps ☒ Auto

Duplex ☐ Half Duplex ☐ Full Duplex ☒ Auto

Trunk  VLAN

Tx Ring Limit

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）

输入的命令，保留命令前面的提示符，如 R1(config)#:

Router>en

Router#config

Router(config)#interface fa0/0

Router(config-if)#no shutdown

Router(config-if)#exit

Router(config)#interface fa0/0.1

Router(config-subif)#encapsulation dot1q 1

Router(config-subif)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.0

Router(config-subif)#encapsulation dot1q 2

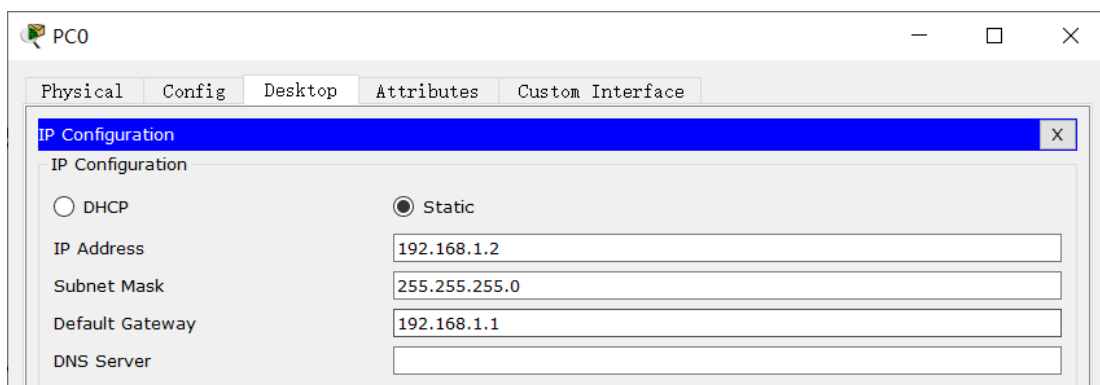
Router(config-subif)#ip address 192.168.2.1 255.255.255.0

Router(config-subif)#end

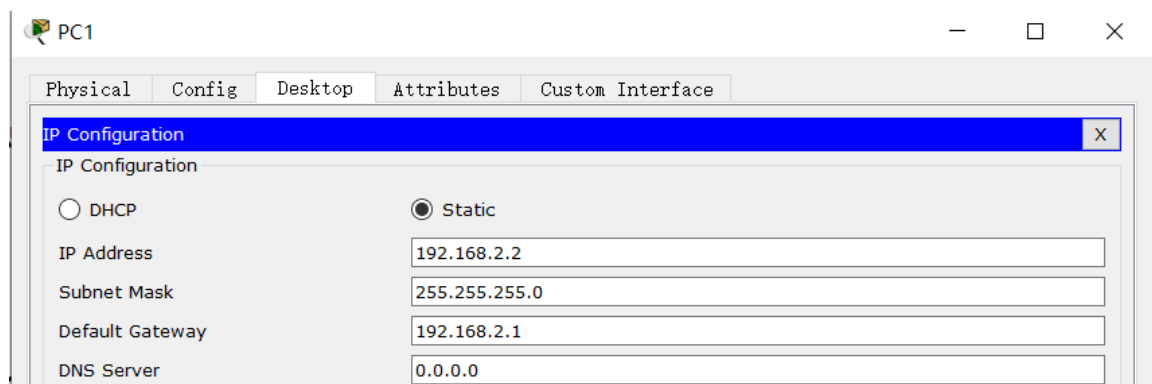
5. 按照前述拓扑图，给 PC 配置 IP 地址，并将默认路由器地址（gateway）按照所属 VLAN，分别设置为路由器的 2 个子接口的 IP 地址。

配置截图（输入的命令或配置界面，换成你自己的）：

PC0:



PC1:



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）：

PC0:

```
C:\>ping 192.168.1.1

Pinging 192.168.1.1 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=1ms TTL=255

Ping statistics for 192.168.1.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms
```

PC1:

```
C:\>ping 192.168.2.1

Pinging 192.168.2.1 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.2.1: bytes=32 time=1ms TTL=255
Reply from 192.168.2.1: bytes=32 time=1ms TTL=255
Reply from 192.168.2.1: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.2.1: bytes=32 time=1ms TTL=255

Ping statistics for 192.168.2.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms
```

## 7. 测试 2 台 PC 能否互相 Ping 通

结果截图（换成你自己的）：

PC0 PING PC1 能够通

```
C:\>ping 192.168.2.2

Pinging 192.168.2.2 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.2.2: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.2.2: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.2.2: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.2.2: bytes=32 time=2ms TTL=127

Ping statistics for 192.168.2.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 2ms, Average = 0ms
```

## 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）：

```

Router#show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, 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, E - EGP
i - IS-IS, 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

```

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）。

```

10. interface FastEthernet0/0
11. no ip address
12. duplex auto
13. speed auto
14. !
15. interface FastEthernet0/0.1
16. encapsulation dot1Q 1 native
17. ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
18. !
19. interface FastEthernet0/0.2
20. encapsulation dot1Q 2
21. ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
22. !
23. interface FastEthernet0/1
24. no ip address
25. duplex auto
26. speed auto
27. shutdown
28. !
29. interface Vlan1
30. no ip address
31. shutdown

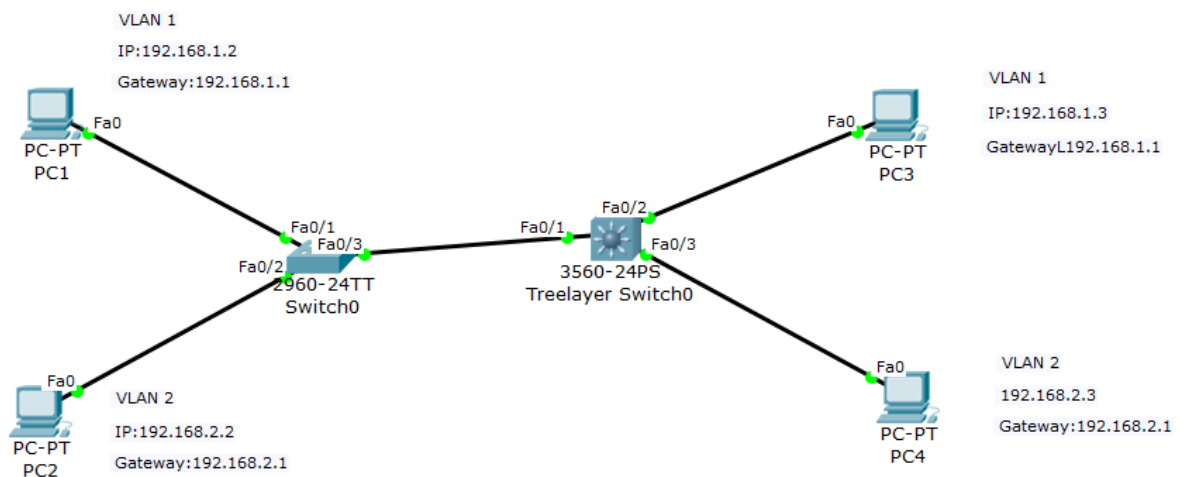
```



## ----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）：

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#：

```
Switch>en
Switch#config
Configuring from terminal, memory, or network [terminal]?
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#vlan 2
Switch(config-vlan)#exit
Switch(config)#interface fa0/3
Switch(config-if)#switchport access vlan 2
Switch(config-if)#exit
```

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

```
Switch#show vlan
```

VLAN Name	Status	Ports
1 default	active	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 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	

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#:

Switch0:

```
Switch(config)#interface vlan 1
Switch(config-if)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
Switch(config-if)#no shutdown
Switch(config)#interface vlan 2
Switch(config-if)#ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
Switch(config-if)#no shutdown
```

Switch1:

```
Switch(config)#interface vlan 1
Switch(config-if)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
Switch(config-if)#no shutdown
Switch(config)#interface vlan 2
Switch(config-if)#ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
Switch(config-if)#no shutdown
```

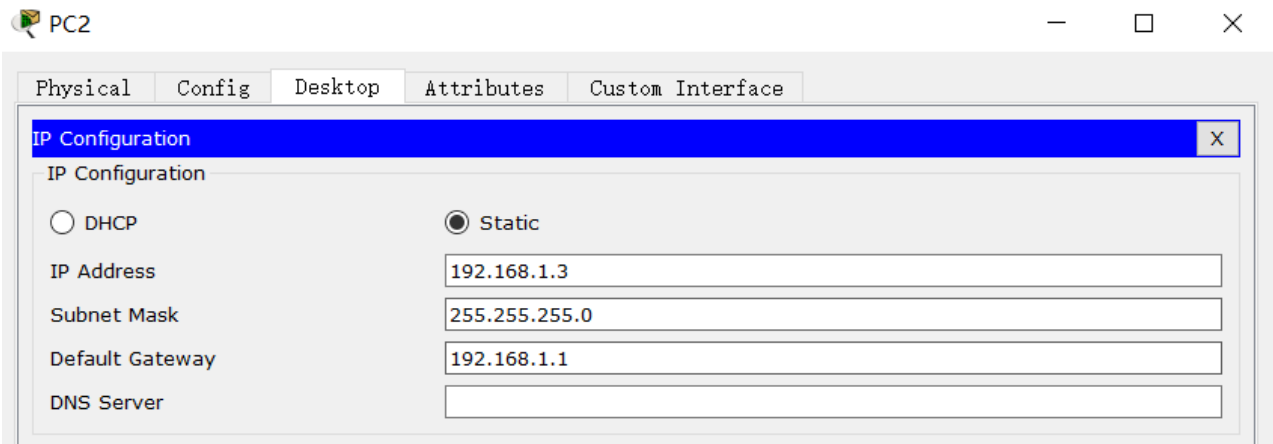
4. 在三层交换机上启用路由功能（命令：ip routing）（在 GNS3 上用路由器模拟三层交换机时，此步骤不需要）

```
Switch#config
Configuring from terminal, memory, or network [terminal]?
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#ip routing
Switch(config)#
```

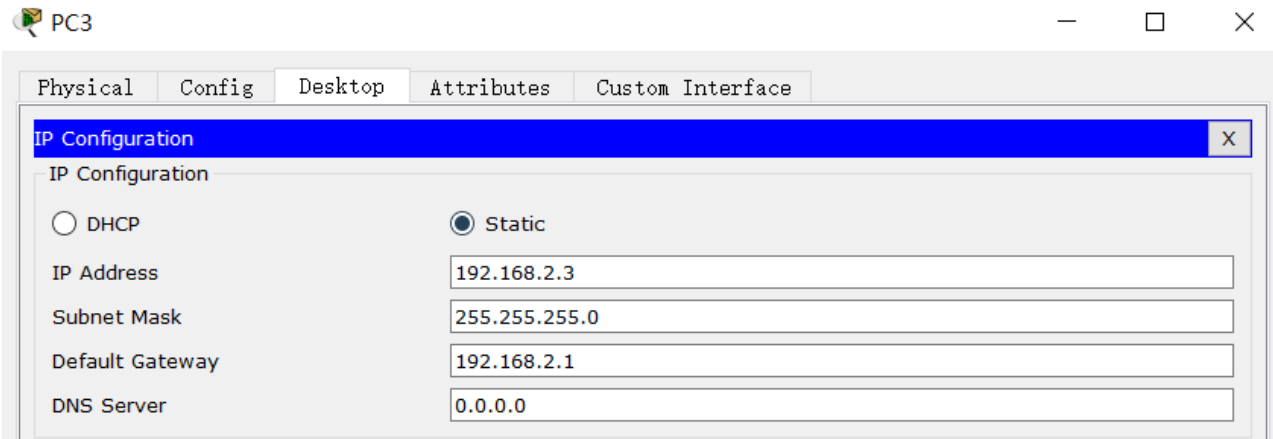
5. 按照前述拓扑图，给 PC3、PC4 配置 IP 地址，并将 PC3、PC4 的默认路由器分别设置为三层交换机 2 个 VLAN 接口的 IP 地址。

配置截图（输入的命令或配置界面，换成你自己的）：

PC3:



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 VLAN 接口，能够通：

```
C:\>ping 192.168.1.1

Pinging 192.168.1.1 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time<1ms TTL=255

Ping statistics for 192.168.1.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms
```

PC4 PING VLAN 接口，能够通：

```
C:\>ping 192.168.2.1

Pinging 192.168.2.1 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.2.1: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.2.1: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.2.1: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.2.1: bytes=32 time<1ms TTL=255

Ping statistics for 192.168.2.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms
```

7. 测试 PC3、PC4 能否互相 Ping 通。

结果截图（换成你自己的）：

PC3 PING PC4，能够通：

```
C:\>ping 192.168.2.3

Pinging 192.168.2.3 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.2.3: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.2.3: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.2.3: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.2.3: bytes=32 time=3ms TTL=127

Ping statistics for 192.168.2.3:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 3ms, Average = 0ms
```

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，能通：

```
C:\>ping 192.168.2.3

Pinging 192.168.2.3 with 32 bytes of data:

Request timed out.
Reply from 192.168.2.3: bytes=32 time=1ms TTL=127
Reply from 192.168.2.3: bytes=32 time=1ms TTL=127
Reply from 192.168.2.3: bytes=32 time<1ms TTL=127

Ping statistics for 192.168.2.3:
    Packets: Sent = 4, Received = 3, Lost = 1 (25% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms

C:\>
```

PC2→PC3, 无法 PING 通

```
C:\>ping 192.168.1.3

Pinging 192.168.1.3 with 32 bytes of data:

Request timed out.
Request timed out.
```

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。

原因在于两者不在同一个 VLAN 内

输入的命令, 保留命令前面的提示符, 如 Switch2#:

Switch(config)#interface FastEthernet0/1

Switch(config-if)#

Switch(config-if)#switchport mode trunk

10. 再次测试之前不通的 PC 间的连通性。

PC2→PC3, 此时可以 PING 通

```
C:\>ping 192.168.1.3

Pinging 192.168.1.3 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.1.3: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.1.3: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.1.3: bytes=32 time=1ms TTL=127
Reply from 192.168.1.3: bytes=32 time<1ms TTL=127

Ping statistics for 192.168.1.3:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms
```

11. 显示三层交换机上的路由信息

```

Switch#show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, 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, E - EGP
        i - IS-IS, 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）。

```

1. interface FastEthernet0/1
2.   switchport trunk encapsulation dot1q
3.   switchport mode trunk
4.   !
5. interface FastEthernet0/2
6.   !
7. interface FastEthernet0/3
8.   switchport access vlan 2
9.   !
10. interface FastEthernet0/4
11. !
12. interface FastEthernet0/5
13. !
14. interface FastEthernet0/6
15. !
16. interface FastEthernet0/7
17. !
18. interface FastEthernet0/8
19. !
20. interface FastEthernet0/9
21. !
22. interface FastEthernet0/10
23. !
24. interface FastEthernet0/11
25. !
26. interface FastEthernet0/12
27. !
28. interface FastEthernet0/13

```

```
29. !
30. interface FastEthernet0/14
31. !
32. interface FastEthernet0/15
33. !
34. interface FastEthernet0/16
35. !
36. interface FastEthernet0/17
37. !
38. interface FastEthernet0/18
39. !
40. interface FastEthernet0/19
41. !
42. interface FastEthernet0/20
43. !
44. interface FastEthernet0/21
45. !
46. interface FastEthernet0/22
47. !
48. interface FastEthernet0/23
49. !
50. interface FastEthernet0/24
51. !
52. interface GigabitEthernet0/1
53. !
54. interface GigabitEthernet0/2
55. !
56. interface Vlan1
57. ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
58. !
59. interface Vlan2
60. mac-address 0005.5e2e.d101
61. ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
62. !
```

## 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？

我二层交换机属数据链路层设备，可以识别数据包中的 MAC 地址信息，根据 MAC 地址进行转发，并将这些 MAC 地址与对应的端口记录在自己内部的一个地址表中。三层交换机的三层交换技术就是将路由技术与交换技术合二为一的技术。所以端口不可以配置 IP 地址。

而路由器是具有路由功能的，处于网络层，可以将识别 IP 地址并转发。

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？

在 VLAN 虚拟局域网中，通常是一个物理接口对应一个 VLAN。在多个 VLAN 的网络上，无法使用单台路由器的一个物理接口实现 VLAN 间通信，同时路由器有其物理局限性，不可能带有大量的物理接口。所以要使用子接口

子接口的产生正是为了打破物理接口的局限性，它允许一个路由器的单个物理接口通过划分多个子接口的方式，实现多个 VLAN 间的路由和通信。

使用物理接口也可以。但是一些情况下由于物理接口不够，所以优先使用子接口。

3. 直连三层交换机的 PC 的默认路由器地址应该设为什么？

网关地址应该设置为 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？

因为不在同一个 VLAN 内，无法进行通信。

5. Ping 测试时，为什么一开始有几次不通，后面又通了？

路由器需要一段时间建立路由表，寻找目标 PC 的地址。



## 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？

路由器自身处于 OSI 第三层, 对于接收到的数据帧, 必须解封装, 取得三层数据, 根据三层数据的目的 IP, 查找路由表, 封装下一跳的 MAC 地址等等一系列动作, 相比交换机而言较慢。

## 七、 讨论、心得

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

我比较疑惑的是在 VLAN 的作用下, 同一 vlan, 同一网段; 同一 vlan, 不同网段; 不同 vlan, 同一网段, 不同 vlan, 不同网段这四种情况在二层交换机和三层交换机是否可以 ping 通。

另外, 我对于 trunk 接口的作用是不是特别明白, 除了能增加数据传输速率, 还有其他功能吗?

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:

在使用 Cisco 模拟器的时候, 需要选取合适的 Router 型号和 Switch 型号, 三层交换机是 MultiLayer Switch, 注意不要弄错了。

另外, 在 PART2 中进行试验时, 记得首先将三层交换机和二层交换机相连的端口的模式更改为 access, 之后再调整为 trunk, 不然第一次试验就可以 ping 通 PC2 和 PC3.

**你对本实验安排有哪些更好的建议呢? 欢迎献计献策:**

实验较为简单, 也比较好上手。

希望老师能够先上课讲解一下 Cisco 模拟器的用法, 然后再给大家进行实验。