

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

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

-
- 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。

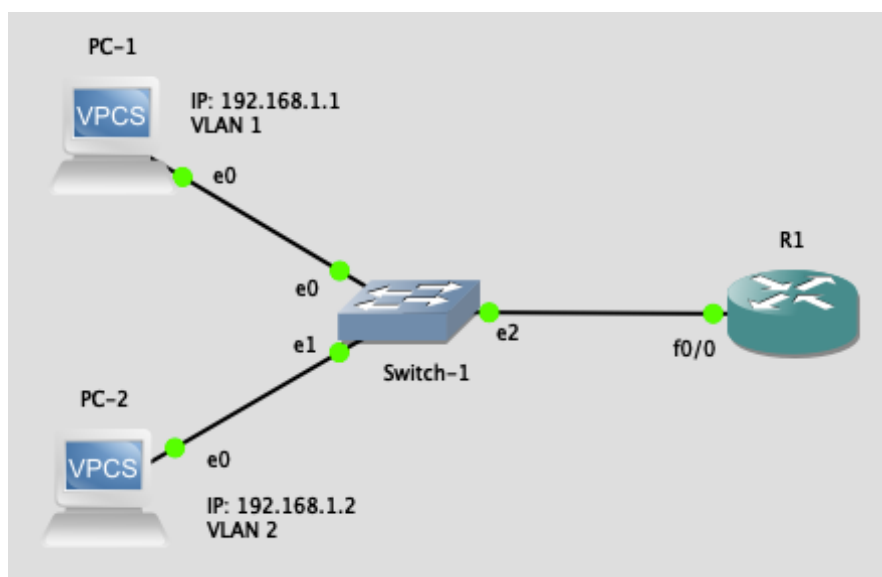
Part 2. 三层交换

- 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

----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）

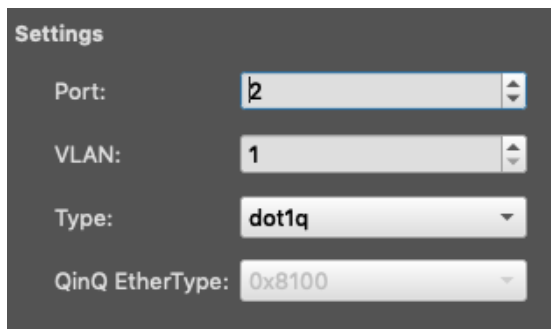
```
PC-1> ping 192.168.2.1
host (192.168.2.1) not reachable
```

```
PC-2> ping 192.168.1.1
host (192.168.1.1) not reachable
```

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)。

配置截图（输入的命令或配置界面，换成你自己的）：



Settings

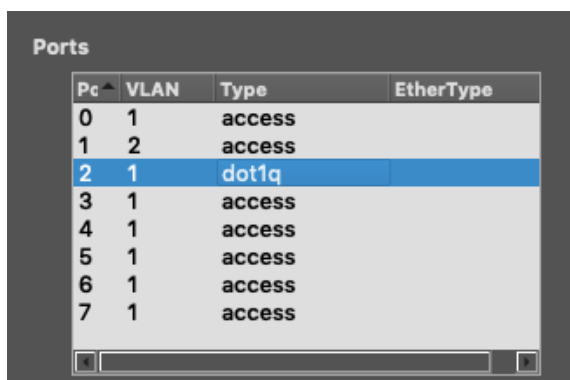
Port: 2

VLAN: 1

Type: dot1q

QinQ EtherType: 0x8100

配置后的结果截图（换成你自己的）：



Pc	VLAN	Type	EtherType
0	1	access	
1	2	access	
2	1	dot1q	
3	1	access	
4	1	access	
5	1	access	
6	1	access	
7	1	access	

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)#int fa0/0.1

R1(config-subif)#encapsu dot1q 1

R1(config-subif)#ip address 192.168.1.2 255.255.255.0

R1(config)#int fa0/0.2

R1(config-subif)#encapsu dot1q 2

R1(config-subif)#ip address 192.168.2.2 255.255.255.0

R1(config)#int fa0/0

R1(config-if)#no shut

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。

```
PC-1> ip 192.168.1.1 255.255.255.0 192.168.1.2
Checking for duplicate address...
PC1 : 192.168.1.1 255.255.255.0 gateway 192.168.1.2

PC-2> ip 192.168.2.1 255.255.255.0 192.168.2.2
Checking for duplicate address...
PC1 : 192.168.2.1 255.255.255.0 gateway 192.168.2.2
```

6. 测试 2 台 PC 能否 Ping 通各自的路由器子接口地址

```
PC-1> ping 192.168.1.2
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=1 ttl=255 time=9.402 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=2 ttl=255 time=8.461 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=3 ttl=255 time=8.224 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=4 ttl=255 time=8.910 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=5 ttl=255 time=7.397 ms
```

```
PC-2> ping 192.168.2.2
84 bytes from 192.168.2.2 icmp_seq=1 ttl=255 time=9.006 ms
84 bytes from 192.168.2.2 icmp_seq=2 ttl=255 time=7.180 ms
84 bytes from 192.168.2.2 icmp_seq=3 ttl=255 time=8.846 ms
84 bytes from 192.168.2.2 icmp_seq=4 ttl=255 time=7.609 ms
84 bytes from 192.168.2.2 icmp_seq=5 ttl=255 time=8.058 ms
```

7. 测试 2 台 PC 能否互相 Ping 通

```
PC-1> ping 192.168.2.1
84 bytes from 192.168.2.1 icmp_seq=1 ttl=63 time=16.130 ms
84 bytes from 192.168.2.1 icmp_seq=2 ttl=63 time=17.136 ms
84 bytes from 192.168.2.1 icmp_seq=3 ttl=63 time=17.280 ms
84 bytes from 192.168.2.1 icmp_seq=4 ttl=63 time=19.765 ms
84 bytes from 192.168.2.1 icmp_seq=5 ttl=63 time=18.022 ms
```

```
PC-2> ping 192.168.1.1
84 bytes from 192.168.1.1 icmp_seq=1 ttl=63 time=12.783 ms
84 bytes from 192.168.1.1 icmp_seq=2 ttl=63 time=17.351 ms
84 bytes from 192.168.1.1 icmp_seq=3 ttl=63 time=17.483 ms
84 bytes from 192.168.1.1 icmp_seq=4 ttl=63 time=18.072 ms
84 bytes from 192.168.1.1 icmp_seq=5 ttl=63 time=18.160 ms
```

8. 记录路由器的路由表内容（命令：[show ip route](#)）

```
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

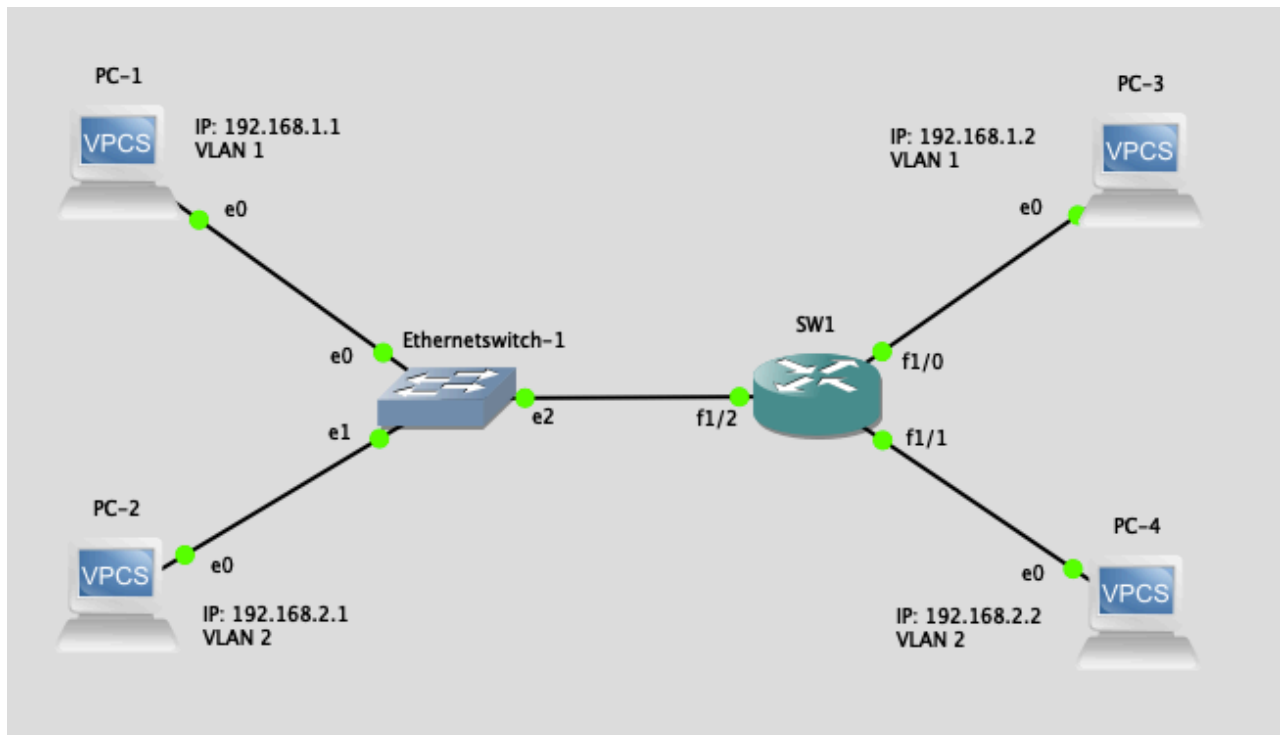
Gateway of last resort is not set

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

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）。

----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。

SW1#vlan database

SW1(vlan)#vlan 2

SW1(vlan)#abort

SW1(config)#int fa1/0

SW1(config-if)#switchport access vlan 1

SW1(config-if)#exit

SW1(config)#int fa1/1

SW1(config-if)#switchport access vlan 2

SW1(config-if)#exit

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）

```
SW1(config)#interface vlan 1
```

```
SW1(config-if)#ip address 192.168.1.3 255.255.255.0
```

```
SW1(config)#interface vlan 2
```

```
SW1(config-if)#ip address 192.168.2.3 255.255.255.0
```

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。

```
PC-3> ip 192.168.1.2 255.255.255.0 192.168.1.3
Checking for duplicate address...
PC1 : 192.168.1.2 255.255.255.0 gateway 192.168.1.3
```

```
PC-4> ip 192.168.2.2 255.255.255.0 192.168.2.3
Checking for duplicate address...
PC1 : 192.168.2.2 255.255.255.0 gateway 192.168.2.3
```

6. 测试 PC3、PC4 能否 Ping 通各自的 VLAN 接口地址

```
PC-3> ping 192.168.1.3
84 bytes from 192.168.1.3 icmp_seq=1 ttl=255 time=8.491 ms
84 bytes from 192.168.1.3 icmp_seq=2 ttl=255 time=7.504 ms
84 bytes from 192.168.1.3 icmp_seq=3 ttl=255 time=7.328 ms
84 bytes from 192.168.1.3 icmp_seq=4 ttl=255 time=9.056 ms
84 bytes from 192.168.1.3 icmp_seq=5 ttl=255 time=8.687 ms
```

```
PC-4> ping 192.168.2.3
84 bytes from 192.168.2.3 icmp_seq=1 ttl=255 time=9.349 ms
84 bytes from 192.168.2.3 icmp_seq=2 ttl=255 time=8.239 ms
84 bytes from 192.168.2.3 icmp_seq=3 ttl=255 time=8.204 ms
84 bytes from 192.168.2.3 icmp_seq=4 ttl=255 time=8.109 ms
84 bytes from 192.168.2.3 icmp_seq=5 ttl=255 time=8.480 ms
```

7. 测试 PC3、PC4 能否互相 Ping 通。

```
PC-3> ping 192.168.2.2
84 bytes from 192.168.2.2 icmp_seq=1 ttl=63 time=11.492 ms
84 bytes from 192.168.2.2 icmp_seq=2 ttl=63 time=18.895 ms
84 bytes from 192.168.2.2 icmp_seq=3 ttl=63 time=19.024 ms
84 bytes from 192.168.2.2 icmp_seq=4 ttl=63 time=18.922 ms
84 bytes from 192.168.2.2 icmp_seq=5 ttl=63 time=19.655 ms
```

```
PC-4> ping 192.168.1.2
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=1 ttl=63 time=16.544 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=2 ttl=63 time=30.126 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=3 ttl=63 time=18.863 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=4 ttl=63 time=19.788 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=5 ttl=63 time=12.028 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

```
PC-1> ping 192.168.2.2
192.168.2.2 icmp_seq=1 timeout
192.168.2.2 icmp_seq=2 timeout
84 bytes from 192.168.2.2 icmp_seq=3 ttl=63 time=14.577 ms
84 bytes from 192.168.2.2 icmp_seq=4 ttl=63 time=19.090 ms
84 bytes from 192.168.2.2 icmp_seq=5 ttl=63 time=18.957 ms
```

PC2→PC3

```
PC-2> ping 192.168.1.2
host (192.168.2.3) 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。

SW1(config)#int fa1/2

SW1(config-if)#switchport mode trunk

10. 再次测试之前不通的 PC 间的连通性。

PC2→PC3

```
PC-2> ping 192.168.1.2
192.168.1.2 icmp_seq=1 timeout
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=2 ttl=63 time=17.001 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=3 ttl=63 time=19.508 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=4 ttl=63 time=18.261 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=5 ttl=63 time=17.763 ms
```


11. 显示三层交换机上的路由信息

```
SW1#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）。

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?

三层交换机在端口下是二层透传, 无法直接配置 IP 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?

单臂路由需要用到子接口(虚拟接口)让二层交换机和三层交换机连接。

好处: 扩展设备存的接口数量

可以使用, 两对接口分别连接 VLAN1 和 VLAN2

3. 直连三层交换机的 PC 的默认路由器地址应该设为什么?

是对应 VLAN 所配置的 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?

因为两台 PC 并不在一个单臂路由里面，此时不同 VLAN 的 PC 不能互通。

5. Ping 测试时，为什么一开始有几次不通，后面又通了？

一开始的时候没有 ARP 缓存，找不到对应 IP 的 MAC，在 ping 的时候会发 ARP 寻找 MAC，找到之后，ping 已经发了若干 ICMP 包(timeout)，这之后 ping 才会通。

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？

三层交换机的数据包交换是硬件级别的，路由器则基于软件来交换数据包，所以三层交换机的交换效率更高，在高流量的数据交换中更加稳定。

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：

为什么当路由器中有多个模块时，`show vlan-switch` 只显示其中的一个模块的接口

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：

正确的配置顺序是接线——配置路由——创建 `vlan`、配置接口——开接口、配置 `ip`

你对本实验安排有哪些更好的建议呢？欢迎献计献策：