

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：	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 22 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。

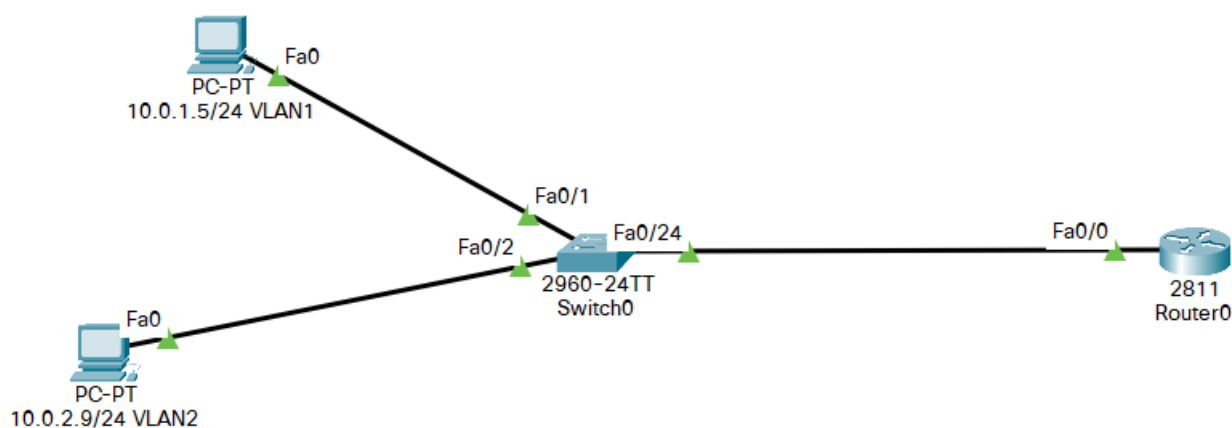
Part 2. 三层交换

- 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

-----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）

Ping 不通：

```
C:\>ping 10.0.2.9

Pinging 10.0.2.9 with 32 bytes of data:

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

Ping statistics for 10.0.2.9:
    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）。

交换机的 Access 口只允许一个 VLAN 通过，一般用于连接计算机的端口；Trunk 口允许多个 VLAN 通过，一般用于交换机之间的端口。

配置截图：

```
Switch>en
Switch#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#int fa0/24
Switch(config-if)#switchport mode trunk

Switch(config-if)#
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/24, changed
state to down

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/24, changed
state to up

Switch(config-if)#switchport trunk allowed vlan all
```

配置后的结果截图：

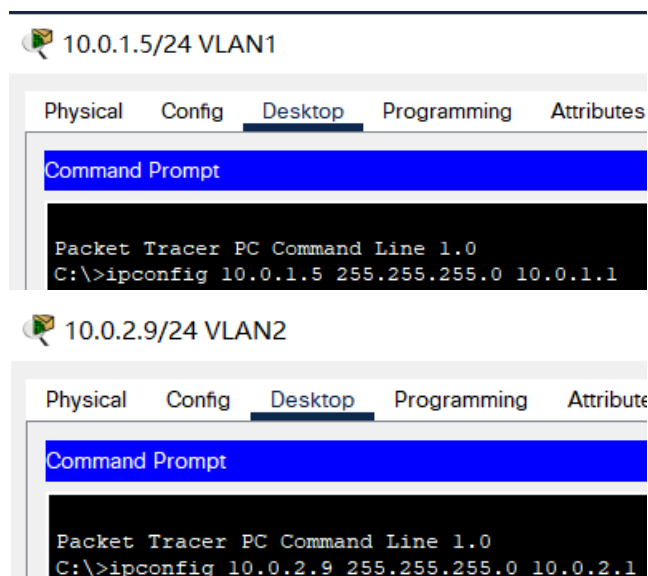
FastEthernet0/23	Down	1	--
FastEthernet0/24	Up	--	--
GigabitEthernet0/1	Down	1	--

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：

```
Router>en
Router#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#int fa0/0
Router(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。



6. 测试 2 台 PC 能否 Ping 通各自的路由器子接口地址

可以 Ping 通：

```
C:\>ping 10.0.1.1

Pinging 10.0.1.1 with 32 bytes of data:

Reply from 10.0.1.1: bytes=32 time=8ms TTL=255
Reply from 10.0.1.1: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 10.0.1.1: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 10.0.1.1: bytes=32 time<1ms TTL=255

Ping statistics for 10.0.1.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 8ms, Average = 2ms
```

```
C:\>ping 10.0.2.1

Pinging 10.0.2.1 with 32 bytes of data:

Reply from 10.0.2.1: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 10.0.2.1: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 10.0.2.1: bytes=32 time=5ms TTL=255
Reply from 10.0.2.1: bytes=32 time<1ms TTL=255

Ping statistics for 10.0.2.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 5ms, Average = 1ms
```

7. 测试 2 台 PC 能否互相 Ping 通

可以 Ping 通:

```
C:\>ping 10.0.2.9

Pinging 10.0.2.9 with 32 bytes of data:

Reply from 10.0.2.9: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 10.0.2.9: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 10.0.2.9: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 10.0.2.9: bytes=32 time<1ms TTL=127

Ping statistics for 10.0.2.9:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms
```

8. 记录路由器的路由表内容（命令：show ip route）

```
Router>show ip route
Codes: L - local, 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, 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

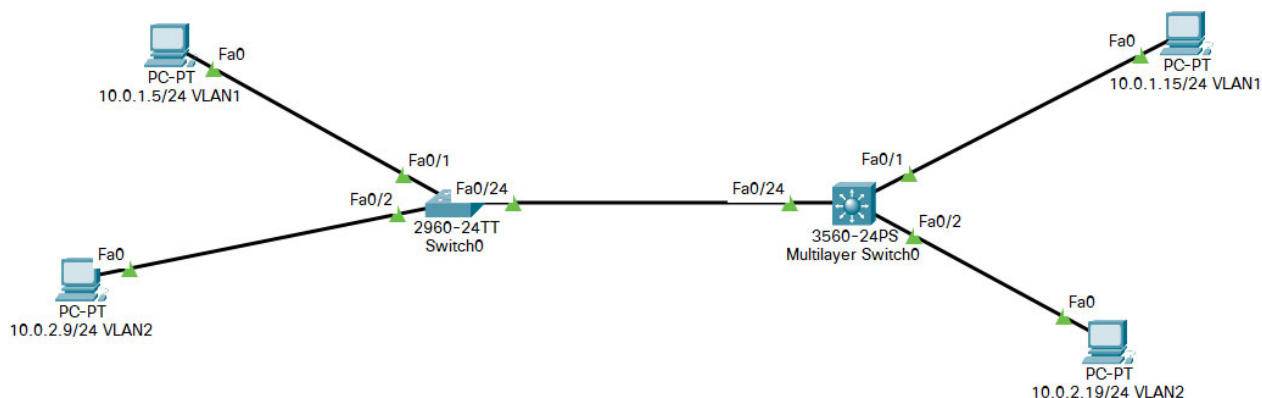
    10.0.0.0/8 is variably subnetted, 4 subnets, 2 masks
C       10.0.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0.1
L       10.0.1.1/32 is directly connected, FastEthernet0/0.1
C       10.0.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0.2
L       10.0.2.1/32 is directly connected, FastEthernet0/0.2
```

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）。

见 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）：



（PC1 和 PC2 的 gateway 改为了 10.0.1.10 和 10.0.2.10）

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#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#vlan 2
Switch(config-vlan)#exit
Switch(config)#int fa0/2
Switch(config-if)#switchport access vlan 2
Switch(config-if)#exit
```

配置的结果：

```
Switch(config)#do show vlan br
```

VLAN Name	Status	Ports
1 default	active	Fa0/1, 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, Gig0/1, Gig0/2
2 VLAN0002	active	Fa0/2
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）

```
Switch(config)#int vlan1
Switch(config-if)#ip addr 10.0.1.10 255.255.255.0
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

Switch(config-if)#exit
Switch(config)#int vlan2
Switch(config-if)#ip addr 10.0.2.10 255.255.255.0
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)#ip routing
```

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。

```
C:\>ipconfig 10.0.2.19 255.255.255.0 10.0.2.10
```

```
C:\>ipconfig 10.0.1.15 255.255.255.0 10.0.1.10
```

6. 测试 PC3、PC4 能否 Ping 通各自的 VLAN 接口地址

```
C:\>ping 10.0.1.10

Pinging 10.0.1.10 with 32 bytes of data:

Reply from 10.0.1.10: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 10.0.1.10: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 10.0.1.10: bytes=32 time=5ms TTL=255
Reply from 10.0.1.10: bytes=32 time<1ms TTL=255

Ping statistics for 10.0.1.10:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 5ms, Average = 1ms
```

```
C:\>ping 10.0.2.10

Pinging 10.0.2.10 with 32 bytes of data:

Reply from 10.0.2.10: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 10.0.2.10: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 10.0.2.10: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 10.0.2.10: bytes=32 time<1ms TTL=255

Ping statistics for 10.0.2.10:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms
```


7. 测试 PC3、PC4 能否互相 Ping 通。

```
C:\>ping 10.0.1.15

Pinging 10.0.1.15 with 32 bytes of data:

Reply from 10.0.1.15: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 10.0.1.15: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 10.0.1.15: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 10.0.1.15: bytes=32 time<1ms TTL=127

Ping statistics for 10.0.1.15:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, 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

```
C:\>ping 10.0.2.19

Pinging 10.0.2.19 with 32 bytes of data:

Reply from 10.0.2.19: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 10.0.2.19: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 10.0.2.19: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 10.0.2.19: bytes=32 time<1ms TTL=127

Ping statistics for 10.0.2.19:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms
```

PC2→PC3

```
C:\>ping 10.0.1.15

Pinging 10.0.1.15 with 32 bytes of data:

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

Ping statistics for 10.0.1.15:
    Packets: Sent = 4, Received = 0, Lost = 4 (100% loss),
```

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 Fa0/24 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#：

```
Switch(config-if)#switchport trunk encapsulation dot1q
Switch(config-if)#switchport mode trunk
```

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

```
C:\>ping 10.0.1.15

Pinging 10.0.1.15 with 32 bytes of data:

Reply from 10.0.1.15: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 10.0.1.15: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 10.0.1.15: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 10.0.1.15: bytes=32 time<1ms TTL=127

Ping statistics for 10.0.1.15:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms
```

11. 显示三层交换机上的路由信息

```
Switch(config)#do 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

    10.0.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
C       10.0.1.0 is directly connected, Vlan1
C       10.0.2.0 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）。

见 S2.txt。

六、 实验结果与分析

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 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。

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。

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

no shutdown!!!