

浙江大学

本科实验报告

课程名称：网络系统设计与工程

姓 名：葛现隆

学 院：计算机学院与软件学院

系：计算机系

专 业：计算机科学与技术专业

学 号：3120102146

指导教师：邱劲松

2015 年 6 月 6 日

浙江大学实验报告

课程名称： 网络系统设计与工程 实验类型： 设计性实验

实验项目名称： 三层交换实验

学生姓名： 葛现隆 专业： 计算机专业 学号： 3120102146

同组学生姓名： 胡春望、陈昕伟、秦卓 指导老师： 邱劲松

实验地点： 网络实验室 实验日期： 2016 年 6 月 3 日

一. 实验目的和要求

1. 加深对VLAN的理解
2. 理解VLAN间路由的原理
3. 理解三层交换机的工作机制
4. 掌握配置和调试三层交换机的方法

二. 实验内容和原理

在以交换机为主构建的网络中，通常为了减少网络广播包的数量，会把整个网络划分成多个VLAN。按照IP组网的原则，每个VLAN相当于一个独立的物理IP子网，必须为每个VLAN分配不同的IP子网。这样，如果VLAN间需要通信，则必须经过路由器来通信。传统的组网方式，就是采用在整个网络中单独设置路由器的方案，可以只使用1个路由器来连接整个网络（此时称为单臂路由器），该方案中的路由器只有一个接口连在交换机上的VLAN Trunk口，路由器上的接口必须支持子接口方式，即一个物理接口上被划分出若干个逻辑接口，每个逻辑接口分别属于不同的VLAN和IP子网。

随着网络中VLAN间的流量不断增大，采用路由器方案的缺点逐渐显露：所有跨VLAN的通信均通过路由器转发，而路由器是根据单个IP包来查找路由表的，是在第三层进行转发的，转发速度低，会成为整个网络的瓶颈。因此，三层交换技术应运而生。

所谓三层交换，就是使用交换机替代路由器来进行跨VLAN数据包的转发，而且交换机可以对一段时间内的同一目的/源IP地址间的通信进行流式处理，在一次连续的通信开始

时，三层交换机根据IP路由表建立一个第二层的转发路径，在接下来的后续数据包转发时，直接通过第二层的转发路径快速转发，不再查询路由表。

本实验分为2部分：前一部分采用路由器来进行VLAN间互联，后一部分采用三层交换机来进行VLAN间互联。

三. 主要仪器设备

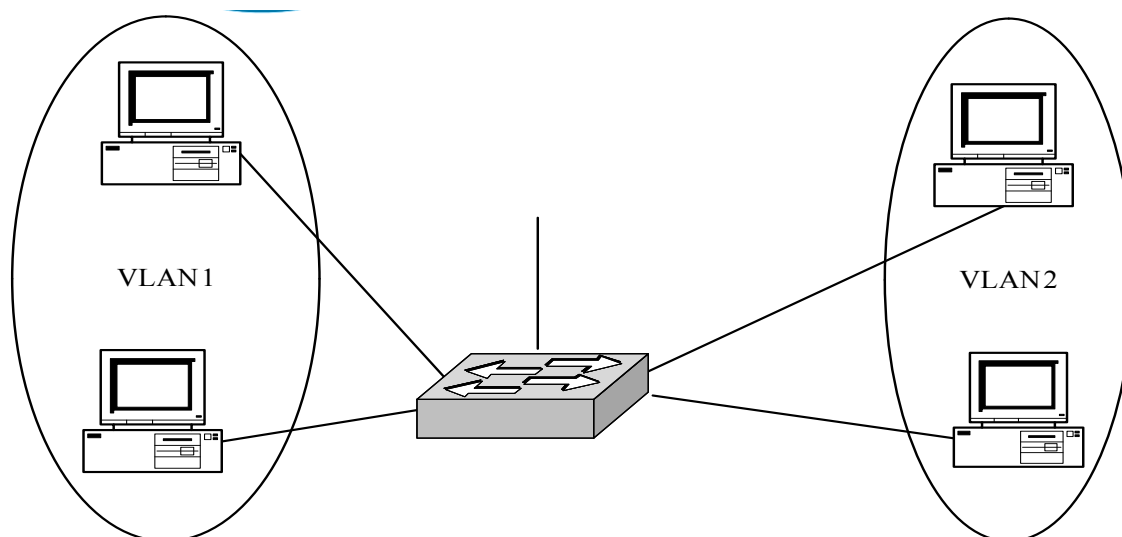
PC机、路由器、Console连接线、直联网络线、交叉网络线

其中，路由器型号为_____

三层交换机型号为_____

四. 操作方法与实验步骤

第一部分 采用单臂路由器进行VLAN互联



1. 如图连接设备，用一台二层交换机连接4台PC，另加1台路由器连接交换机
2. 配置二层交换机，划分出2个VLAN，让4台PC分为2组，每组属于1个VLAN
3. 测试同一VLAN内各PC间是否能PING通，不同VLAN间PC应无法PING通
4. 配置交换机上与路由器连接的端口为VLAN TRUNK模式
5. 为路由器上与交换机连接的端口增加2个子接口

```
Router(config)# interface <type> <slot/unit.sub>
```

示例：interface Ethernet 0/1.1

6. 为每个子接口设置所属VLAN

Router(config-subif)# encapsulation dot1q <vlan-number>

示例: encapsulation dot1q 1

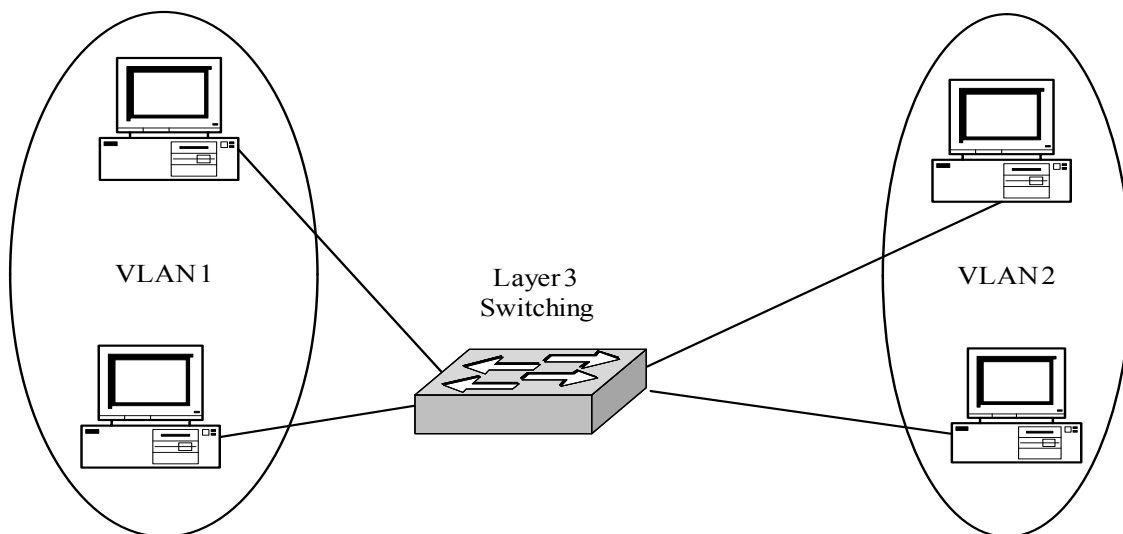
7. 为每个子接口设置IP地址

Router(config-subif)# ip address ip-addr subnet-mask

8. 将对应路由器的子接口IP地址作为2组VLAN中PC的默认网关地址

9. 全部完成后, 检查配置是否成功, 2组VLAN间PC应能互相PING通

第二部分 采用三层交换机互联VLAN



1. 如图连接设备, 用一台三层交换机连接4台PC

2. 配置二层交换机, 划分出2个VLAN, 让4台PC分为2组, 每组属于1个VLAN

3. 测试同一VLAN内各PC间是否能PING通, 不同VLAN间PC应无法PING通

4. 为三层交换机的每个VLAN配置一个独立的IP地址

5. 在三层交换机上启用路由转发功能

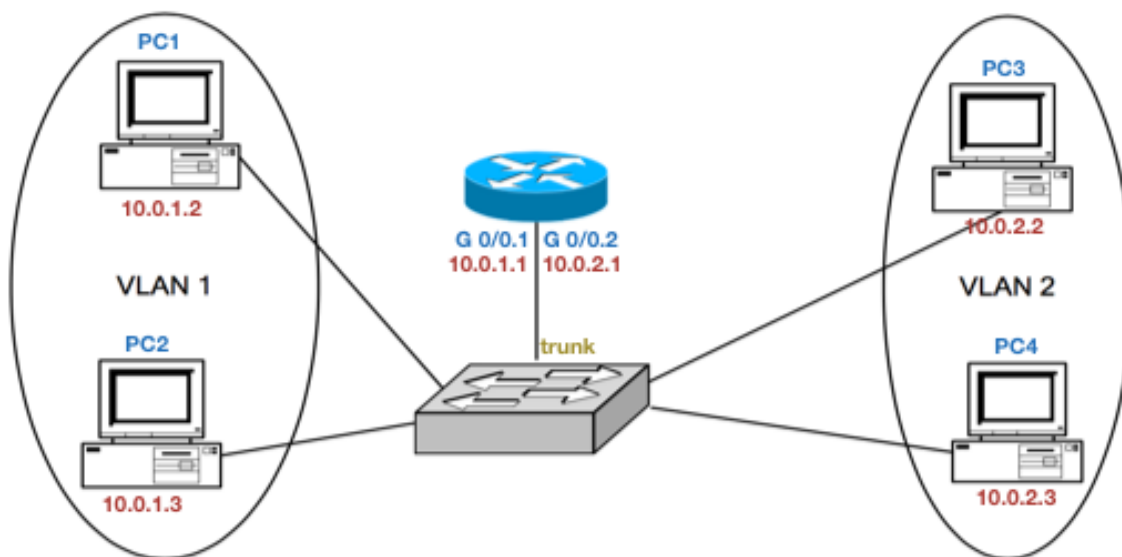
6. 将交换机上对应VLAN的IP地址作为2组VLAN中PC的默认网关地址

7. 全部完成后, 检查配置是否成功, 2组VLAN间PC应能互相PING通

五. 实验数据记录和处理

第一部分 采用单臂路由器进行VLAN互联

实验拓扑图（请在图中描述接口信息、IP地址）



所使用的命令及实验数据

1. 配置路由器各接口的命令（以太口、子接口）：

```
(config)# interface g 0/0
```

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

```
Router#config t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Router(config)#interf g 0/0
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#
```

```
(config)# interface g 0/0.1
```

```
(config-subif)# encapsulation dot1Q 2
```

```
(config-subif)# ip address 10.0.1.1 255.255.255.0
```

```
Router(config)#interface g 0/0.1
Router(config-subif)#encapsulation dot1Q 2
Router(config-subif)#ip address 10.0.1.1 255.255.255.0
Router(config-subif)#exit
Router(config)#interface g 0/0.2
Router(config-subif)#ip address 10.0.2.1 255.255.255.0
Router(config-subif)#encapsulation dot1Q 3
Router(config-subif)#
```

```
(config-subif)# exit
(config)# interface g 0/0.2
(config-subif)# encapsulation dot1Q 3
(config-subif)# ip address 10.0.2.1 255.255.255.0
```

2. 显示路由器的接口状态:

```
# ip interface brief
```

```
Router#show ip interface brief
Interface                IP-Address      OK? Method Status        Protocol
Embedded-Service-Engine0/0 unassigned      YES unset  administratively down down
GigabitEthernet0/0       unassigned      YES unset  up            up
GigabitEthernet0/0.1     10.0.1.1        YES manual  up            up
GigabitEthernet0/0.2     10.0.2.1        YES manual  up            up
GigabitEthernet0/1       unassigned      YES unset  administratively down down
FastEthernet0/0/0        unassigned      YES unset  administratively down down
FastEthernet0/0/1        unassigned      YES unset  administratively down down
Router#
```

3. 在PC上设置的默认网关分别为:

PC1/2 : 10.0.1.1

PC3/4 : 10.0.2.1

4. 配置交换机vlan

命名vlan 2, 3为vlan2, vlan3;

```
Switch#vlan database
% Warning: It is recommended to configure VLAN from config mode,
as VLAN database mode is being deprecated. Please consult user
documentation for configuring VTP/VLAN in config mode.

Switch(vlan)#vlan 2 name vlan2
VLAN 2 modified:
    Name: vlan2
Switch(vlan)#vlan 3 name vlan3
VLAN 3 modified:
    Name: vlan3
Switch(vlan)#
```

5. 配置交换机端口

配置端口1(PC1)为vlan2，配置端口2(PC2)为vlan2；

配置端口3(PC3)为vlan3，配置端口4(PC4)为vlan4；

```
Switch(config)#interface g 0/1
Switch(config-if)#switchport mode access
Switch(config-if)#switch access vlan 2
Switch(config-if)#exit
Switch(config)#interface g 0/2
Switch(config-if)#switchport mode access
Switch(config-if)#switch access vlan 2
Switch(config-if)#exit
Switch(config)#interface g 0/3
Switch(config-if)#switchport mode access
Switch(config-if)#switch access vlan 3
Switch(config-if)#exit
Switch(config)#interface g 0/4
Switch(config-if)#switchport mode access
Switch(config-if)#switch access vlan 3
Switch(config-if)#exit
```

配置端口5(router)为trunk；

```
Switch(config)#interface g 0/5
Switch(config-if)#interface g 0/5
Switch(config-if)#switchport trunk encapsulation dot1q
Switch(config-if)#switchport mode trunk
Switch(config-if)#
```

6. 使用Ping测试PC与路由器各接口的结果：

PC1 ping router g 0/0.1，**可ping通**； ping router g 0/0.2，**可ping通**。

```
C:\Users\root>ping 10.0.1.1

正在 Ping 10.0.1.1 具有 32 字节的数据:
来自 10.0.1.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 10.0.1.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 10.0.1.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 10.0.1.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

10.0.1.1 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 丢失 = 0 (0% 丢失),
    往返行程的估计时间<以毫秒为单位>:
        最短 = 0ms, 最长 = 0ms, 平均 = 0ms

C:\Users\root>ping 10.0.2.1

正在 Ping 10.0.2.1 具有 32 字节的数据:
来自 10.0.2.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 10.0.2.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 10.0.2.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 10.0.2.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
```

5. 使用Ping测试PC之间的结果:

PC1 ping PC2/3/ 4, 都可ping通;

```
C:\Users\root>ping 10.0.1.3 -n 1

正在 Ping 10.0.1.3 具有 32 字节的数据:
来自 10.0.1.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

10.0.1.3 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 1, 已接收 = 1, 丢失 = 0 (0% 丢失),
    往返行程的估计时间(以毫秒为单位):
        最短 = 0ms, 最长 = 0ms, 平均 = 0ms

C:\Users\root>ping 10.0.2.2 -n 1

正在 Ping 10.0.2.2 具有 32 字节的数据:
来自 10.0.2.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=127

10.0.2.2 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 1, 已接收 = 1, 丢失 = 0 (0% 丢失),
    往返行程的估计时间(以毫秒为单位):
        最短 = 0ms, 最长 = 0ms, 平均 = 0ms

C:\Users\root>ping 10.0.2.3 -n 1

正在 Ping 10.0.2.3 具有 32 字节的数据:
来自 10.0.2.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=127

10.0.2.3 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 1, 已接收 = 1, 丢失 = 0 (0% 丢失),
    往返行程的估计时间(以毫秒为单位):
        最短 = 0ms, 最长 = 0ms, 平均 = 0ms

C:\Users\root>
```

PC2 ping PC1/3/4, 都可ping通;

```
C:\Users\root>ping 10.0.1.2 -n 1

正在 Ping 10.0.1.2 具有 32 字节的数据:
来自 10.0.1.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=127

10.0.1.2 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 1, 已接收 = 1, 丢失 = 0 (0% 丢失),
    往返行程的估计时间(以毫秒为单位):
        最短 = 0ms, 最长 = 0ms, 平均 = 0ms

C:\Users\root>ping 10.0.1.3 -n 1

正在 Ping 10.0.1.3 具有 32 字节的数据:
来自 10.0.1.3 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=127

10.0.1.3 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 1, 已接收 = 1, 丢失 = 0 (0% 丢失),
    往返行程的估计时间(以毫秒为单位):
        最短 = 1ms, 最长 = 1ms, 平均 = 1ms

C:\Users\root>ping 10.0.2.3 -n 1

正在 Ping 10.0.2.3 具有 32 字节的数据:
来自 10.0.2.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

10.0.2.3 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 1, 已接收 = 1, 丢失 = 0 (0% 丢失),
    往返行程的估计时间(以毫秒为单位):
        最短 = 0ms, 最长 = 0ms, 平均 = 0ms

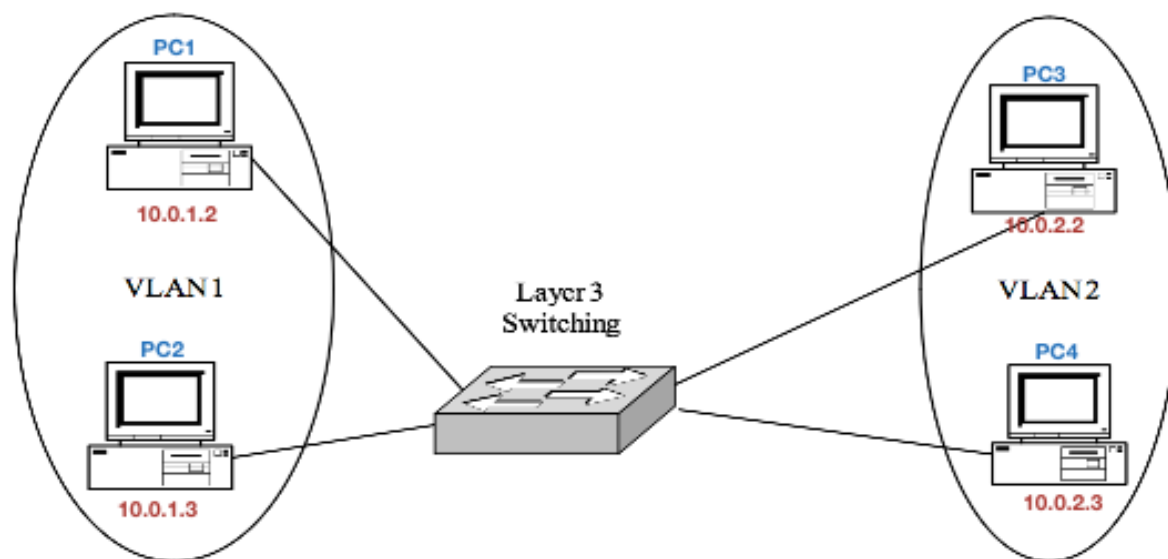
C:\Users\root>
```


7. 实验结束后，路由器上的当前运行配置为（从show running-config的显示结果中，截取与本实验相关的内容）：

```
interface GigabitEthernet0/0.1
 encapsulation dot1Q 2
 ip address 10.0.1.1 255.255.255.0
!
interface GigabitEthernet0/0.2
 encapsulation dot1Q 3
 ip address 10.0.2.1 255.255.255.0
!
interface GigabitEthernet0/1
 no ip address
 shutdown
 duplex auto
 speed auto
!
```

第二部分 采用三层交换机互联VLAN

实验拓扑图（请在图中描述接口信息、IP地址）



所使用的命令及实验数据

1. 显示交换机VLAN的信息:

VLAN	Name	Status	Ports
1	default	active	Gi0/5, Gi0/6, Gi0/7, Gi0/8 Gi0/9, Gi0/10, Gi0/11, Gi0/12 Gi0/13, Gi0/14, Gi0/15, Gi0/16 Gi0/17, Gi0/18, Gi0/19, Gi0/20 Gi0/21, Gi0/22, Gi0/23, Gi0/24
2	vlan2	active	Gi0/1, Gi0/2
3	vlan3	active	Gi0/3, Gi0/4
10	work1	active	
20	work2	active	
30	work3	active	
1002	fddi-default	act/unsup	
1003	token-ring-default	act/unsup	
1004	fddinet-default	act/unsup	
1005	trnet-default	act/unsup	

2. 在PC上设置的默认网关分别为:

PC1/2 : 10.0.1.1

PC3/4 : 10.0.2.1

3. 开启ip routing功能

Switch(config)# ip routing

```
Switch(config)#ip routing
Switch(config)#
```

4. 为vlan 配置ip

Switch(config)# interface vlan 2

Switch(config-if)# ip address 10.0.1.1 255.255.255.0

Switch(config-if)# exit

Switch(config)# interface vlan 3

Switch(config-if)# ip address 10.0.2.1 255.255.255.0

```
Switch(config)#interface vlan 2
Switch(config-if)#ip address 10.0.1.1 255.255.255.0
Switch(config-if)#exit
Switch(config)#interface vlan 3
Switch(config-if)#ip address 10.0.1.1 255.255.255.0
*Mar 1 02:19:41.267: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Int
Switch(config-if)#ip address 10.0.2.1 255.255.255.0
Switch(config-if)#
```

5. 使用Ping测试PC与PC之间的联通性结果:

PC1 ping PC2, 3, 4都可ping通;

```
C:\Users\root>ping 10.0.1.3 -n 1

正在 Ping 10.0.1.3 具有 32 字节的数据:
来自 10.0.1.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

10.0.1.3 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 1, 已接收 = 1, 丢失 = 0 (0% 丢失),
往返行程的估计时间<以毫秒为单位>:
    最短 = 0ms, 最长 = 0ms, 平均 = 0ms

C:\Users\root>ping 10.0.2.3 -n 1

正在 Ping 10.0.2.3 具有 32 字节的数据:
来自 10.0.2.3 的回复: 字节=32 时间=7ms TTL=127

10.0.2.3 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 1, 已接收 = 1, 丢失 = 0 (0% 丢失),
往返行程的估计时间<以毫秒为单位>:
    最短 = 7ms, 最长 = 7ms, 平均 = 7ms

C:\Users\root>ping 10.0.2.2 -n 1

正在 Ping 10.0.2.2 具有 32 字节的数据:
来自 10.0.2.2 的回复: 字节=32 时间=2ms TTL=127

10.0.2.2 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 1, 已接收 = 1, 丢失 = 0 (0% 丢失),
往返行程的估计时间<以毫秒为单位>:
    最短 = 2ms, 最长 = 2ms, 平均 = 2ms

C:\Users\root>
```

PC2 ping PC1, 3, 4都可ping通;

```
C:\Users\root>ping 10.0.1.2 -n 1

正在 Ping 10.0.1.2 具有 32 字节的数据:
来自 10.0.1.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=127

10.0.1.2 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 1, 已接收 = 1, 丢失 = 0 (0% 丢失),
往返行程的估计时间<以毫秒为单位>:
    最短 = 0ms, 最长 = 0ms, 平均 = 0ms

C:\Users\root>ping 10.0.1.3 -n 1

正在 Ping 10.0.1.3 具有 32 字节的数据:
来自 10.0.1.3 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=127

10.0.1.3 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 1, 已接收 = 1, 丢失 = 0 (0% 丢失),
往返行程的估计时间<以毫秒为单位>:
    最短 = 1ms, 最长 = 1ms, 平均 = 1ms

C:\Users\root>ping 10.0.2.3 -n 1

正在 Ping 10.0.2.3 具有 32 字节的数据:
来自 10.0.2.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

10.0.2.3 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 1, 已接收 = 1, 丢失 = 0 (0% 丢失),
往返行程的估计时间<以毫秒为单位>:
    最短 = 0ms, 最长 = 0ms, 平均 = 0ms

C:\Users\root>
```

6. 实验结束后，交换机上的当前运行配置为（从show running-config的显示结果中，截取与本实验相关的内容）：

```
interface GigabitEthernet0/1
  switchport access vlan 2
  switchport mode access
!
interface GigabitEthernet0/2
  switchport access vlan 2
  switchport mode access
!
interface GigabitEthernet0/3
  switchport access vlan 3
  switchport mode access
!
interface GigabitEthernet0/4
  switchport access vlan 3
  switchport mode access
!
interface GigabitEthernet0/5
  switchport trunk encapsulation dot1q
  switchport mode trunk
!
interface GigabitEthernet0/6
!
interface GigabitEthernet0/7
!
interface GigabitEthernet0/8
!
interface GigabitEthernet0/9
!
```

六. 实验结果与分析

实验结果:见第五步中红色标注;

实验分析

1. 在配置路由器子接口、交换机trunk口之前，不同vlan之间无法ping通，PC1只能与PC3相互ping通，PC2只能与PC4相互ping通；
2. 在配置路由器子接口、交换机trunk口之后，由于可通过路由器实现不同网段通讯，不同vlan之间可以ping通，PC1能与PC2/3/4相互ping通，PC2能与PC1/3/4相互ping通；
3. 在拔除5号端口后，路由器功能丧失，不同vlan之间无法ping通，PC1只能与PC3相互

ping通，PC2只能与PC4相互ping通；

4. 在设置ip routing、vlan ip之后，通过交换机三层协议，可以实现vlan之间的通讯，PC1能与PC2/3/4相互ping通，PC2能与PC1/3/4相互ping通；

七. 讨论、心得

在第一部分实验过程中，遇到的一个主要问题是，原先trunk配置方式为auto，一开始我下意识以为是默认开启，没有多加关注，从而导致PC连网关都无法ping通，之后在老师的指导下，关闭了auto，重新配置，总算解决了问题。其实在lab2中就遇到了这个情况，只是当时实验进展成功，也就没有过多关注，由此可见实验细节还是非常重要的。