

实验四：

交换机和VLAN实验

卢姜蓬

北京邮电大学

计算机学院（国家示范性软件学院）

网络体系结构中心

mllu@bupt.edu.cn

实验内容

- 实验4.1: 以太网交换机简单组网
- 实验4.2: 以太网交换机划分VLAN
- 实验4.3: VLAN互联

实验4.1：以太网交换机简单组网

□ 实验名称：以太网交换机简单组网

- 学会使用以太网交换机进行局域网的组建，并对局域网中的主机进行配置，使得局域网内主机之间能够实现互相通信

□ 实验目的

- 掌握以太网交换机的使用方法，能够在模拟环境中使用以太网交换机组建局域网

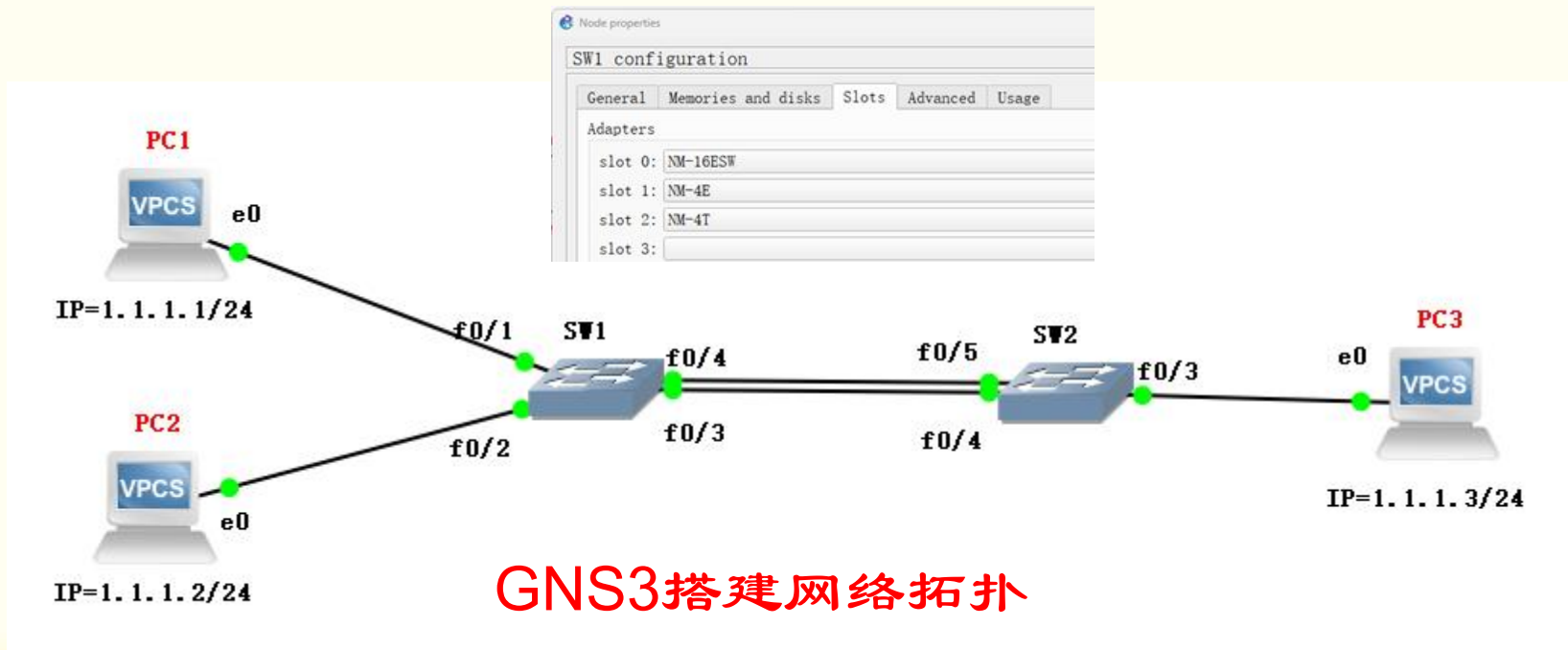
□ 实验环境

- 采用Dynamips仿真环境，利用GNS3进行图形拓扑设计和网络配置

实验4.1：以太网交换机简单组网

□ 实验拓扑

- 使用两台交换机SW1和SW2将3台PC（PC1、PC2、PC3）互相连接在一起，两台交换机之间采用双链路进行连接，实现链路备份
- 两台交换机由Cisco的3640路由器模拟：通过在路由器的扩展槽中插入NM-16ESW来实现交换机的部分功能（GNS3也自带了Switch）
- 主机由Cisco的低端路由器2621进行模拟（GNS3也自带了VPCS）

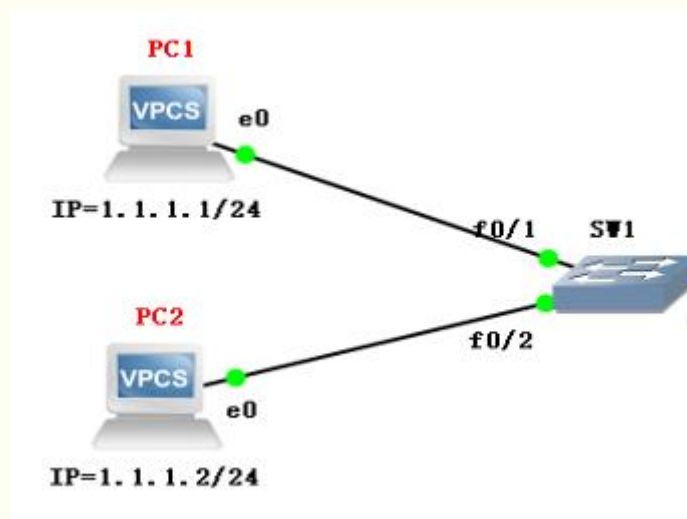


实验4.1：以太网交换机简单组网

□ 实验步骤

1. 用一台交换机连接两台主机组成局域网，并通过在两台主机上的配置完成局域网内部主机之间的互通

注意配置完主机的IP地址后要进行Save操作



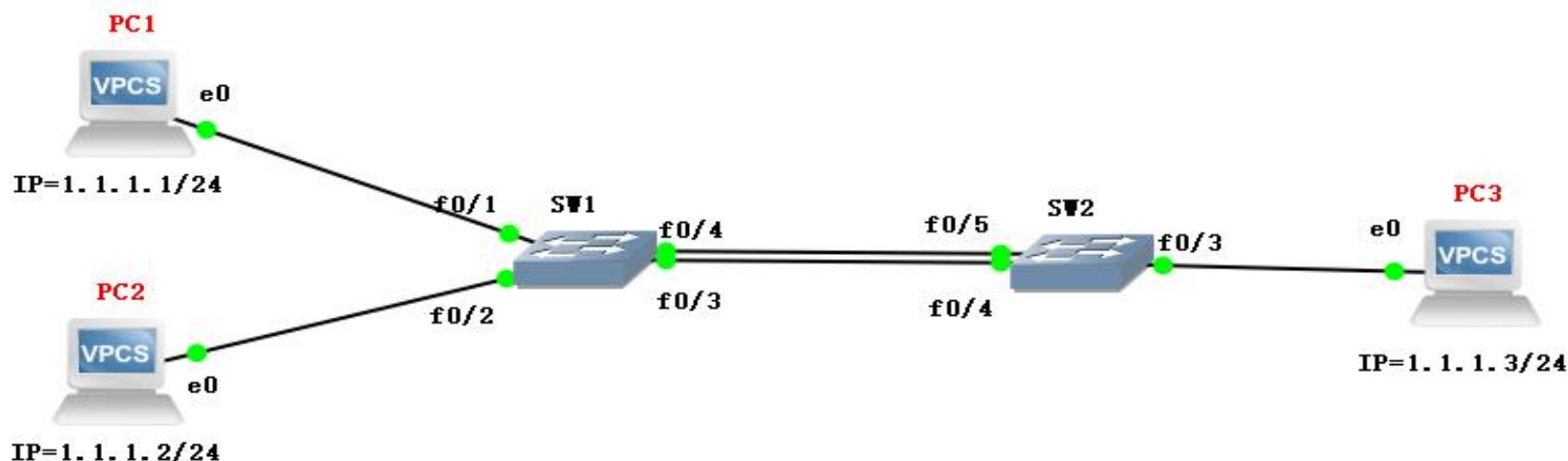
- 启动SW1、PC1、PC2
- 打开SW1、PC1、PC2的Console窗口选择通过Telnet进行配置
- PC1的e0接口配置IP地址1.1.1.1和子网掩码255.255.255.0
- PC2的e0接口配置IP地址1.1.1.2和子网掩码255.255.255.0
- 在相应链路上启动Wireshark，检测PC1和PC2是否能够互相ping通？

实验4.1：以太网交换机简单组网

□ 实验步骤

2. 用两台交换机将三台主机组成一个局域网，并通过在三台主机上的配置完成局域网内部主机之间的互通

- 启动SW1、SW2、PC1、PC2、PC3
- Telnet到PC1、PC2、PC3上进行配置
- PC1的e0接口配置IP地址1.1.1.1和子网掩码255.255.255.0
- PC2的e0接口配置IP地址1.1.1.2和子网掩码255.255.255.0
- PC3的e0接口配置IP地址1.1.1.3和子网掩码255.255.255.0
- 在相应链路上启动Wireshark，检测PC1和PC3是否能够互相ping通？



思考题

1. PC1和PC2的IP地址如果不配置在一个网段中，是否能够通信？
2. 交换机之间用两条线连通，在同一时刻这两条线是否都能够传输数据？
3. PC1和PC3如何能够跨越两台交换机通信？

实验内容

- 实验4.1: 以太网交换机简单组网
- 实验4.2: 以太网交换机划分VLAN
- 实验4.3: VLAN互联

实验4.2：以太网交换机划分VLAN

□ 实验名称：以太网交换机划分VLAN

- 学会在以太网交换机上进行VLAN划分的方法，使得同一VLAN内的主机间能够互相通信，不同VLAN的主机间无法通信

□ 实验目的

- 掌握以太网交换机的VLAN划分和配置方法，能够在仿真环境中使用以太网组建虚拟局域网

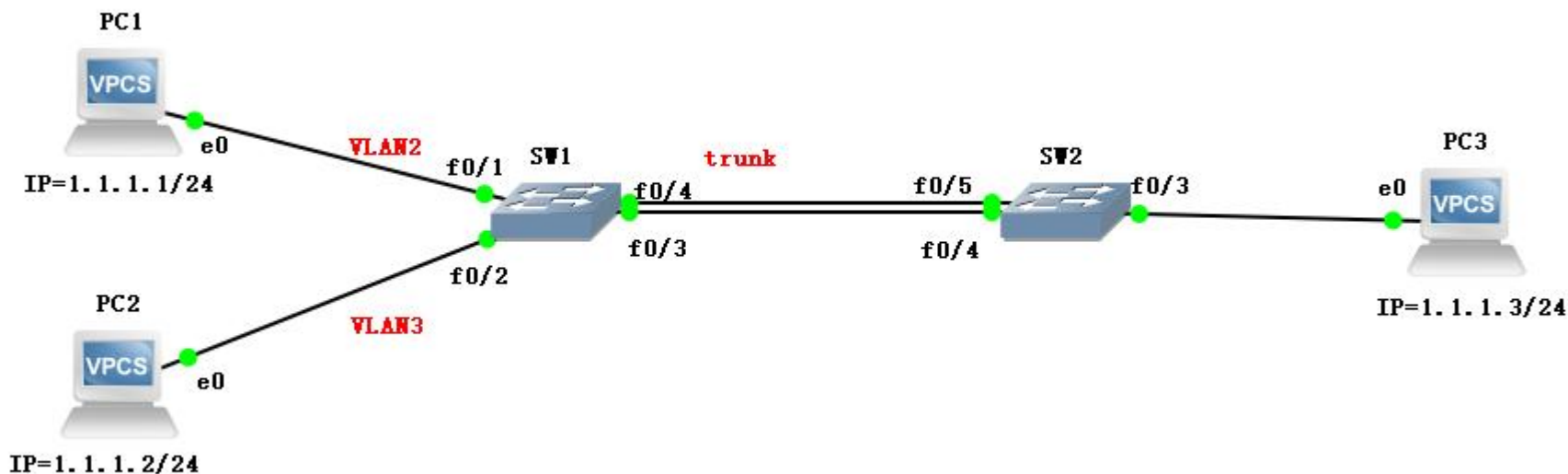
□ 实验环境

- 采用Dynamips仿真环境，利用GNS3进行图形拓扑设计和网络配置

实验4.2：以太网交换机划分VLAN

□ 实验配置一

- 使用两台交换机SW1和SW2将3台主机PC1、PC2、PC3互相连接在一起，两台交换机之间采用双链路进行连接，实现链路备份
- SW1连接两台主机PC1和PC2组成局域网，在SW1上建立VLAN2和VLAN3，并将PC1和PC2配置在同一网段上



GNS3搭建网络拓扑

实验4.2：以太网交换机划分VLAN

□ 实验步骤

注意配置完SW
后Write配置信
息

1. 启动SW1、PC1、PC2
2. 对于没有idlepc值的设备获取idlepc值
3. 打开SW1、PC1、PC2的控制台
4. PC1的e0接口配IP地址1.1.1.1/255.255.255.0
PC2的e0接口配IP地址1.1.1.2/255.255.255.0
Save PC1和PC2的IP地址
5. 在SW1上将PC1接入的端口f0/1 配成VLAN 2
在SW1上将PC2接入的端口f0/2 配成VLAN 3
6. 在PC1上用ping命令测试其与PC2是否能够互相通信?
7. 将SW1的端口f0/2配置成VLAN 2
8. 在PC1上用ping命令测试其与PC2是否能够互相通信?

步骤5:

进入SW1的特权执行模式:

```
SW1# vlan database
```

```
SW1(vlan) vlan 2
```

```
SW1(vlan) vlan 3
```

```
Exit
```

进入SW1的接口f0/1将其配置成VLAN2

```
SW1# configure terminal
```

```
SW1(config)# interface f0/1
```

```
SW1(config-if)# switchport access vlan 2
```

同样方法将f0/2配置成VLAN3

```
SW1(config)# interface f0/2
```

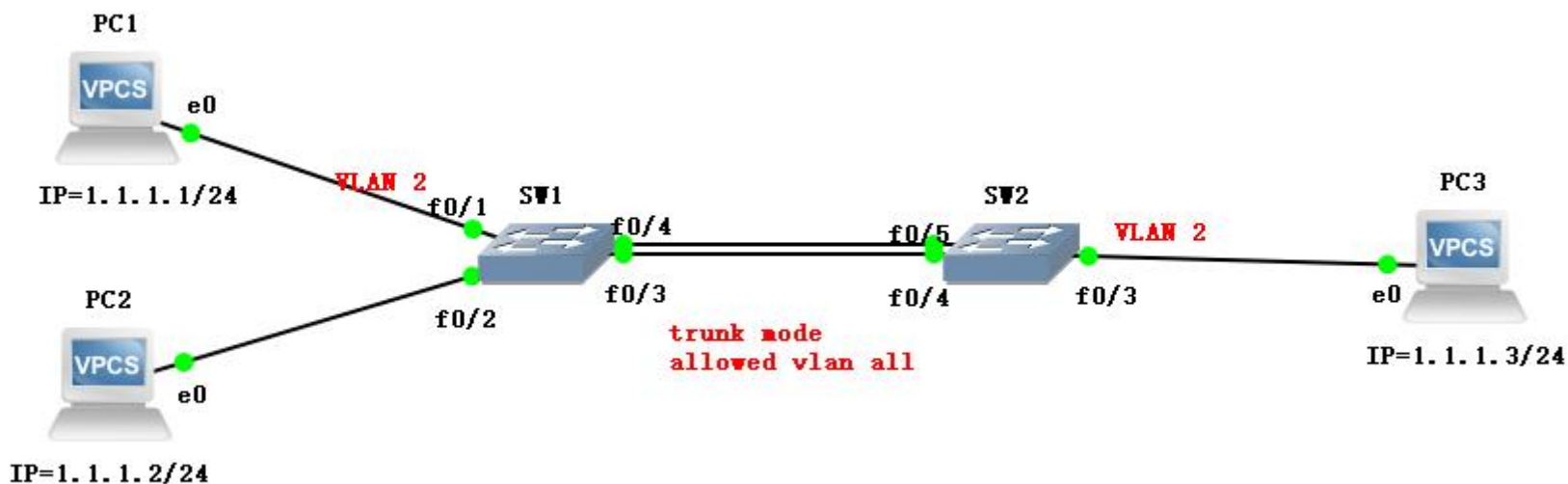
```
SW1(config-if)# switchport access vlan 3
```

通过Wireshark抓包查
看是否能够ping通

实验4.2：以太网交换机划分VLAN

□ 实验配置二

- 使用两台交换机SW1和SW2将3台主机PC1、PC2、PC3互相连接在一起，两台交换机之间采用双链路进行连接，实现链路备份
- SW1和SW2连接3台主机组成局域网，在SW1和SW2上建立VLAN2，并将PC1和PC3所连接的接口都配置到VLAN2，将PC1和PC3配置在同一网段。



实验4.2：以太网交换机划分VLAN

```
SW1(config-if)#switchport mode trunk
SW1(config-if)#
*Mar  1 01:20:13.191: %DTP-5-TRUNKPORTON: Port Fa1/2 has become dot1q trunk
```

□ 实验步骤

1. 启动SW1、SW2、PC1、PC3
2. 对于没有idlepc值的设备获取idlepc值
3. 打开SW1、SW2、PC1、PC3的控制台
4. PC1的e0接口配IP地址1.1.1.1/255.255.255.0
PC3的e0接口配IP地址1.1.1.3/255.255.255.0
Save PC1和PC3的IP地址
5. 在SW1上将PC1接入的端口f0/1 配成VLAN 2
在SW2上将PC3接入的端口f0/3 配成VLAN 2
6. 在PC1上用ping命令测试其与PC3是否能够互相通信？

7. 将SW1的接口f0/3和SW2的接口f0/4配置成允许VLAN2的数据帧通过
8. 在PC1上用ping命令测试PC1与PC3是否能够互相通信？

步骤7

方法1：将SW1的端口f0/3、f0/4和将SW2的端口f0/4、f0/5都配置成Trunk模式，并允许所有的数据帧通过。【优选方法】

```
SW1(config)#
SW1(config-if)# switchport mode trunk
SW1(config-if)# switchport trunk
allowed vlan all
```

方法2：将SW1的端口f0/3和SW2的端口f0/4都配置成VLAN 2

思考题

1. 实验过程中为什么总是出现接口不匹配的提示，妨碍实验过程？
2. 在同一个局域网或者同一个VLAN中的主机是否必须配置在同一个网段？在不同局域网或不同VLAN中的主机是否必须配置在不同的网段？
3. 两个交换机之间的双链路备份是否会产生环路？当配置了VLAN后，如何避免产生环路？

4. 两个交换机之间如果需要VLAN能够互通的话，可以采用Trunk方式和Access方式进行互联，它们的区别在哪？
5. 当一个接口配置为Trunk模式并且允许所有VLAN通过时，是否真的允许所有的VLAN数据通过？
6. 在同一个VLAN中，将两台PC配置为1.1.0.1 255.0.0.0和1.1.1.1 255.255.0.0，这两个PC是否能够互通？

实验内容

- 实验4.1：以太网交换机简单组网
- 实验4.2：以太网交换机划分VLAN
- 实验4.3：VLAN互通

实验4.3: VLAN互通

□ 实验目的

- 掌握通过路由器实现不同VLAN间互通的方法，学会使用单臂路由通过交换机的Trunk接口完成多个VLAN间的互通

□ 实验环境

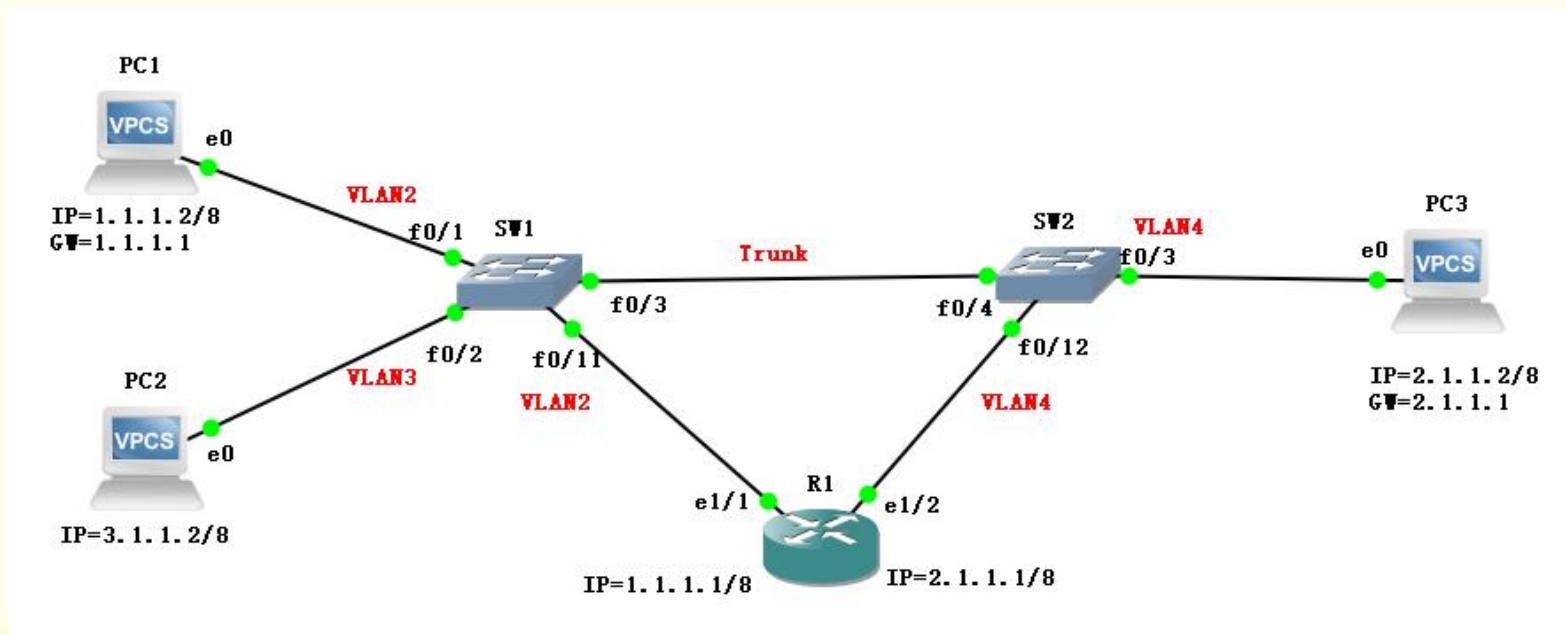
- 采用Dynamips仿真环境，利用GNS3进行图形拓扑设计和网络配置
- 交换机用C3640路由器配置

实验4.3: VLAN互通

□ 方法1: 用一台路由器, 分别接入两个VLAN

□ 实验拓扑

- 交换机SW1将主机PC1和PC2组成局域网, 交换机SW2将主机PC3组成局域网, SW1和SW2之间通过Trunk接口相连
- 添加路由器R1, SW1和SW2分别将R1接入VLAN2和VLAN4, 使得位于不同VLAN的PC1和PC3能够互通



方法1配置过程

1. 启动PC1、PC2、PC3、SW1、SW2、R1
2. 打开SW1、SW2、R1、PC1、PC2、PC3的控制台
3. 配置并保存PC1、PC2、PC3的IP地址和网关

PC1> ip 1.1.1.2/8 1.1.1.1, PC1>save

PC2> ip 3.1.1.2/8, PC2>save

PC3> ip 2.1.1.2/8, 2.1.1.1 PC3>save

4. 在SW1上配置VLAN 2和VLAN 3，并分别
将PC1和PC2接入VLAN2和VLAN3

SW1# vlan database

SW1(vlan)# vlan 2

SW1(vlan)# vlan 3

Exit

SW1# configure terminal

SW1(config)# interface f0/1

SW1(config-if)# switchport access vlan 2

SW1(config-if)# exit

SW1(config)# interface f0/2

SW1(config-if)# switchport access vlan 3

SW1(config-if)# exit

注意：SW和R1上各接口执行no shutdown操作；接口配置完后要Write配置信息

5. 在SW2上配置VLAN 4，并将PC3
接入VLAN4

SW2# vlan database

SW2(vlan)# vlan 4

Exit

SW2# configure terminal

SW2(config)# interface f0/3

SW2(config-if)# switchport access vlan 4

SW2(config-if)# exit

方法1配置过程

6. 配置SW1和SW2之间的Trunk链路

```
interface f0/3
```

```
switchport trunk encapsulation dot1q
```

```
switchport mode trunk
```

```
switchport trunk allowed vlan all
```

```
interface f0/4
```

```
switchport trunk encapsulation dot1q
```

```
switchport mode trunk
```

```
switchport trunk allowed vlan all
```

7. 在R1上配置两个接入SW1和SW2的接口IP地址

```
R1# configure terminal
```

```
R1(config)# interface e1/1
```

```
R1(config-if)# ip address 1.1.1.1 255.0.0.0
```

```
R1(config-if)#no shutdown
```

```
R1(config-if)# exit
```

```
R1(config)# interface e1/2
```

```
R1(config-if)# ip address 2.1.1.1 255.0.0.0
```

```
R1(config-if)#no shutdown
```

```
R1(config-if)# exit
```

```
R1#wr
```

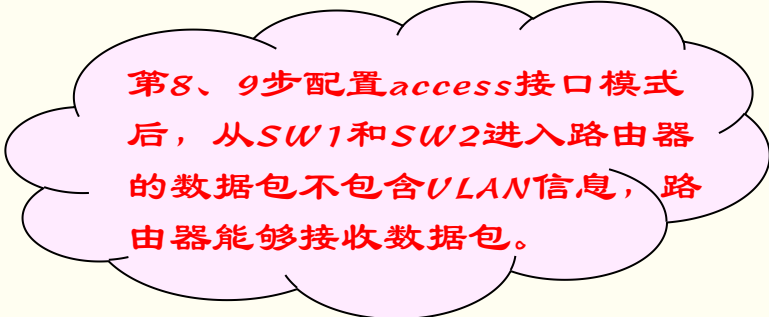
方法1配置过程

8. SW1的f0/11接口配置access链路将R2接入vlan2

```
SW1# configure terminal
SW1(config)# interface f0/11
SW1(config-if)# switchport access vlan 2
SW1(config-if)# exit
SW1# wr
```

9. 同样，SW2的f0/12接口配置access链路将R2接入vlan4

```
SW1# configure terminal
SW1(config)# interface f0/12
SW1(config-if)# switchport access vlan 4
SW1(config-if)# exit
SW1# wr
```



第8、9步配置access接口模式后，从SW1和SW2进入路由器的数据包不包含VLAN信息，路由器能够接收数据包。

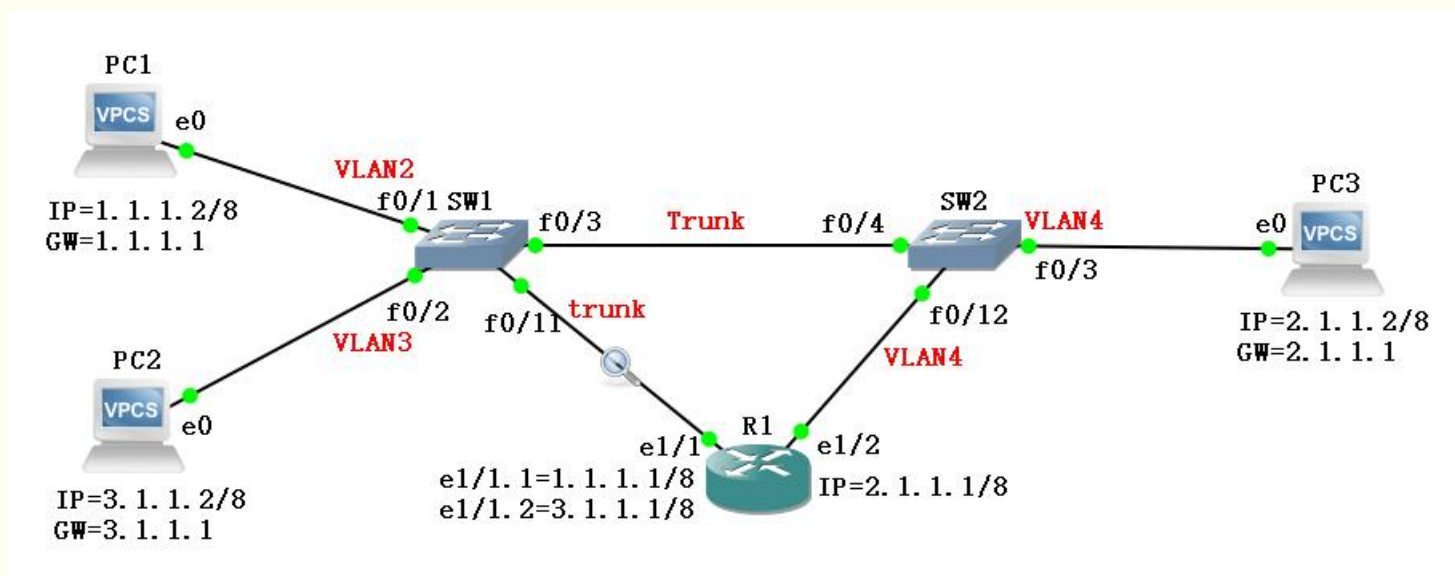
然后PC1和PC3之间就能互相Ping通了，但是和PC2之间无法Ping通

实验4.3: VLAN互通

□ 方法2: 单臂路由器: 用一条物理线路互联多个VLAN

□ 实验拓扑

- 交换机SW1将主机PC1和PC2组成局域网, 交换机SW2将主机PC3组成局域网, SW1和SW2之间通过Trunk接口相连
- 添加路由器R1, SW1和SW2配置到路由器的trunk连接模式, 使得位于不同VLAN的PC1和PC3能够互通



方法2配置过程：单臂路由

- ❑ 在方法2单臂路由器配置中，要想让交换机能够与路由器互通，就需要对路由器进行特殊的配置，将与SW1的f0/11接口相连的路由器R1的e1/1接口划分出两个子接口：e1/1.1和e1/1.2，并在这两个接口上分别封装dot1q 2和dot1q 3
- ❑ 由于dot1q就是VLAN的标签协议，封装dot1q 2表示能够进行VLAN 2标签的添加和删除，可以接收带有VLAN 2标签的数据帧，并把帧中的VLAN 2标签删除后发送到路由器内部，从此接口发出的数据帧也会带上VLAN 2的标签
- ❑ 这样将子接口e1/1.1与PC1配置到一个网段，就可以直接与PC1进行通信；将子接口e1/1.2与PC2配置在一个网段，就可以和PC2进行通信。将PC1和PC2的网关分别配置为子接口e1/1.1和e1/1.2的IP地址，它们就能够通过这两个子接口与其他网络互通
- ❑ 这样配置好后，R1上会有到达VLAN2、VLAN3和VLAN4这三个网络的三条直连路由，对应的转发接口分别是e1/1.1、e1/1.2和e1/2。路由器通过这三条路由就可以将这三个网络进行互联，PC1、PC2和PC3之间就可以互相通信了

方法2配置过程：单臂路由

1、设置PC1、PC2和PC3的IP地址和默认路由，并将PC1和PC2的网关配置为R1的子接口e1/1.1和e1/1.2

```
PC1 # ip 1.1.1.2/8 1.1.1.1
```

```
PC2 # ip 3.1.1.2/8 3.1.1.1
```

```
PC3 # ip 2.1.1.2/8 2.1.1.1
```

2、为R1的e1/1配置子接口e1/1.1和e1/1.2并分别封装dot1q 2和dot1q 3，并分别与PC1和PC2配置到同一网段；将R1的e1/2接口与PC3配置在同一网段

- 启动R1的**物理接口interface e1/1**【注意：该操作在逻辑接口上无效】

```
R1 (config) # interface e1/1
```

```
R1 (config-if) # no shutdown
```

- 进入R1的逻辑接口e1/1.1和e1/1.2配置模式，封装dot1q，并配置IP

```
R1 (config) # interface e1/1.1
```

```
R1 (config-if) # encapsulation dot1q 2
```

```
R1 (config-if) # ip address 1.1.1.1 255.0.0.0
```

```
R1 (config) # interface e1/1.2
```

```
R1 (config-if) # encapsulation dot1q 3
```

```
R1 (config-if) # ip address 3.1.1.1 255.0.0.0
```

- 配置e1/2的IP地址

```
R1 (config) # interface e1/2
```

```
R1 (config-if) # ip address 2.1.1.1 255.0.0.0
```


方法2配置过程：单臂路由

- 3、在SW1中创建VLAN2和VLAN3，并分别将PC1和PC2接入VLAN2和VLAN3

```
SW1# vlan database
SW1(vlan)# vlan 2
SW1(vlan)# valn 3
SW1(config)# interface f0/1
SW1(config-if)# switchport access vlan 2
SW1(config)# interface f0/2
SW1(config-if)# switchport access vlan 3
```

注意交换机和路由器的各接口
一定要执行no shutdown操作

4. 配置SW1的f0/3和f0/11接口为trunk模式，并允许所有VLAN通过

```
SW1(config)# interface f0/3
SW1(config-if)#switchport trunk encapsulation dot1q
SW1(config-if)#switchport mode trunk
SW1(config-if)#switchport trunk allowed vlan all

SW1(config)# interface f0/11
SW1(config-if)#switchport trunk encapsulation dot1q
SW1(config-if)#switchport mode Trunk
SW1(config-if)#switchport trunk allowed vlan all
```

方法2配置过程：单臂路由

5. 配置SW2的Trunk链路，并允许所有VLAN通过

```
SW2(config)# interface f0/4
```

```
SW2(config-if)#switchport trunk encapsulation dot1q
```

```
SW2(config-if)#switchport mode trunk
```

```
SW1(config-if)#switchport trunk allowed vlan all
```

6. 在SW2上创建VLAN4，配置SW2的f0/3和f0/12接口为access模式，将PC3和R1接入VLAN 4

```
SW2# vlan database
```

```
SW2(vlan)# vlan 4
```

```
SW2(config)# interface f0/3
```

```
SW2(config-if)#switchport access vlan 4
```

```
SW2(config)# interface f0/12
```

```
SW2(config-if)#switchport access vlan 4
```



项目关闭重启后，VLAN信息
会丢失，需要重新配置一下

测试PC1、PC2和PC3之间是否能够互通？

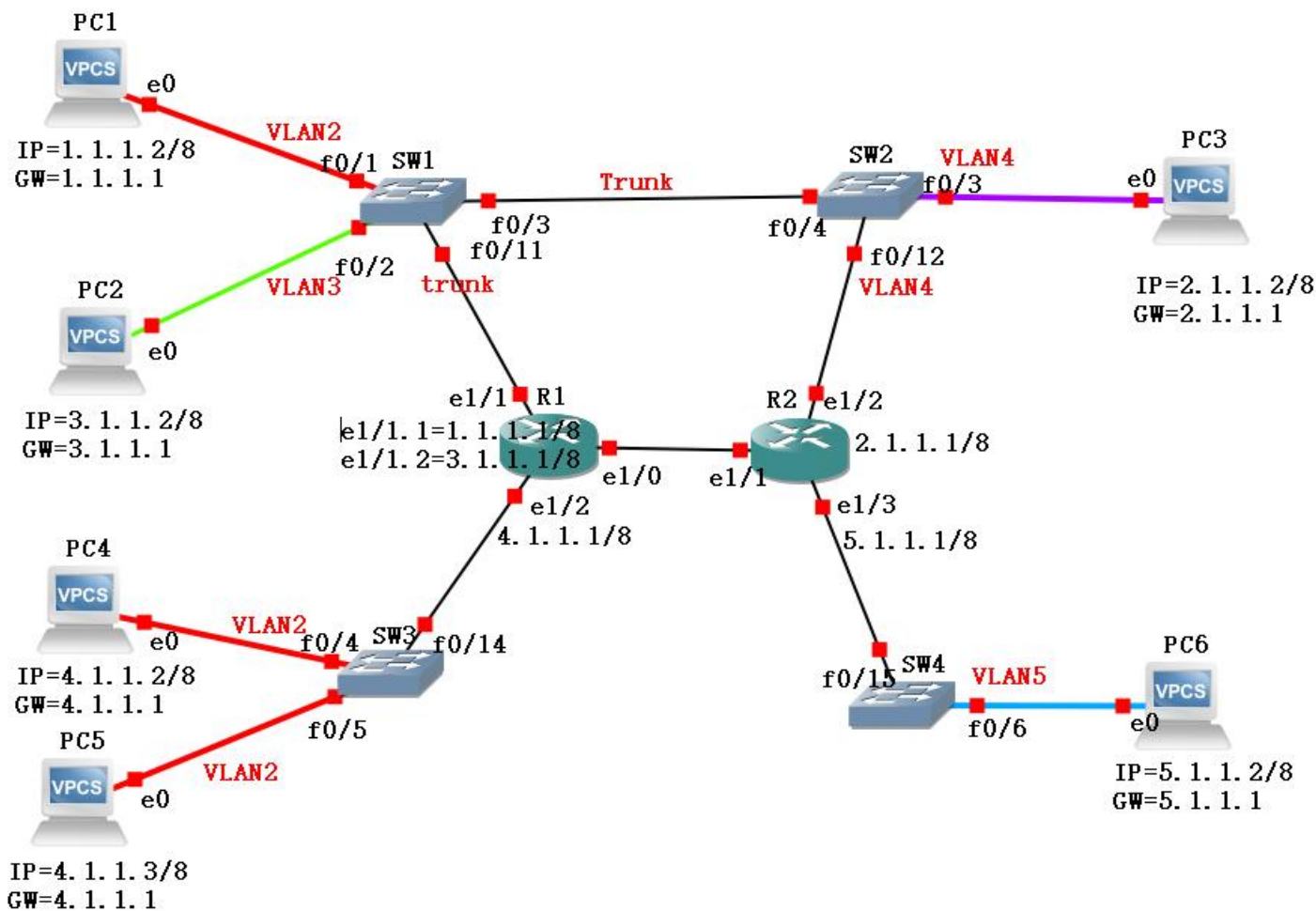
问题和分析

- 问题1：在路由器的子接口中，no shutdown后路由器仍然不能与对应PC互相ping通？
 - 子接口中no shutdown不起作用，要到物理接口中no shutdown才行

- 问题3：能否在物理接口中封装dot1q协议？
 - 不能

- 问题2：能否在物理接口上不封装dot1q就配置IP地址？
 - 不能。不封装dot1q就不是一个真正支持VLAN标签的子接口，所以不能配置IP地址

4.3 VLAN互通：复杂拓扑



验收说明

□ 只验收复杂拓扑：

- 要求不少于4台交换机和2台路由器（IP地址第2位是学号后3位/255）；
- 至少五个VLAN（不用VLAN1），用2台以上的路由器将其连通，需要采用两种互联方法
- 路由器上可以配置静态路由或者动态路由
- 不同VLAN内的主机间可以互相ping通
- 路由器上的路由表正确，清楚数据包走的路径
- 能解释清楚不同VLAN配置的区别和原理

思考题

- 如何在同一个局域网中，配置两个IP网段（要求这两个网段的设备可以互相ping通，采用两种以上的配置方法）
- 选择两个不同VLAN中的PC机，中间要经过trunk链路连接的路由器，阐述互相ping时的完整传输流程。（包括交换机和路由器的简单处理过程，并且要指出VLAN标签的变化）
- 请阐述VLAN、物理网络及IP网段的关系。