

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：	使用模拟软件组建互联网络
姓 名：	应承峻
学 院：	计算机学院
系：	计算机系
专 业：	软件工程
学 号：	3170103456
指导教师：	高艺

2019 年 11 月 1 日

浙江大学实验报告

实验名称： 使用模拟软件组建互连网络 实验类型： 设计实验

同组学生： _____ 实验地点： 计算机网络实验室

一、 实验目的：

- 学习掌握 GNS3 模拟软件的使用法
- 学习掌握交换机、路由器的配置方法
- 学习掌握 VLAN 的工作原理，以及如何配置 VLAN
- 学习掌握 IP 路由的工作原理，以及如何设置静态路由表

二、 实验内容

- GNS3 是一款具有图形化界面可以运行在多平台（包括 Windows, Linux, and MacOS 等）的网络虚拟软件。
- 分别采用以下方式组建网络，测试连通性，产生模拟数据包，观察网络数据包流向
 - ✓ 使用 HUB、无线 AP 和 PC 机搭建局域网，
 - ✓ 使用单个交换机和 PC 机搭建局域网并配置 VLAN，观察网络数据包流向
 - ✓ 使用多个交换机和建局域网并配置 VLAN 中继，观察网络数据包流向
 - ✓ 使用多个路由器连接多个局 PC 机搭域网，并配置静态路由

三、 主要仪器设备

- 联网的 PC 机
- GNS3 模拟软件

四、 操作方法与实验步骤

- 安装 GNS3 模拟软件

Part 1. 组网

- 使用 1 个 HUB 和 5 个 PC 机搭建第 1 个局域网，并使用子网地址 10.1.0.0/8
- 使用 1 个 HUB 和 3 个 PC 机搭建第 2 个局域网，并使用子网地址 10.2.0.0/8
- 使用 1 个交换机和 3 个 PC 机搭建第 3 个局域网，并使用子网地址 10.3.0.0/8
- 使用 1 个交换机和 3 个 PC 机搭建第 4 个局域网，并使用子网地址 10.4.0.0/8
- 使用第 5 个交换机，将 4 个局域网连接起来
- 使用 Ping 命令查看各个网络之间的连通性
- 修改第 1、2 局域网的子网掩码为 16 位，再次查看各个网络之间的连通性
- 修改第 3、4 局域网的子网掩码为 16 位，再次查看各个网络之间的连通性

Part 2. VLAN

- 将 HUB 换成交换机，并在 4 个局域网交换机上划分出 2 个 VLAN，让 PC 机属于不同 VLAN
- 使用 Ping 命令查看各个网络的联通性
- 修改 4 个局域网的子网地址，给不同组的 VLAN 分配不同的子网地址，再次查看各个网络之间的联通性
- 在第 5 个交换机（互联交换机）上设置 VLAN，使不同局域网内某个 VLAN 组的 PC 之间能够互通
- 在第 5 个交换机（互联交换机）上启用 VLAN Trunk，使不同局域网内相同 VLAN 组的 PC 之间都能够互通

Part 3. 路由

- 将第 5 个交换机删除，每个局域网分别设立一个路由器
- 给各个路由器创建 2 个子接口，并分配合适的 IP 地址，使得同一局域网内，不同 VLAN 的 PC 之间能够互通
- 使用第 5 台路由器分别连接 4 个局域网的路由器
- 启用动态路由协议 RIP，使得不同子网的 PC 之间能够互通
- 关闭动态路由协议 RIP，给各个路由器设置正确的静态路由，使得不同子网的 PC 之间能够互通

五、 实验数据记录和处理

- 运行 GNS3 模拟软件，界面上由哪些部分组成，分别有什么作用？



如图，页面主要由菜单栏、快捷菜单栏、设备状况列表、服务器资源状况列表和控制台构成。其中①用于打开 IOS 模型库列表，②用于打开交换机列表，③用于打开 PC 库列表，

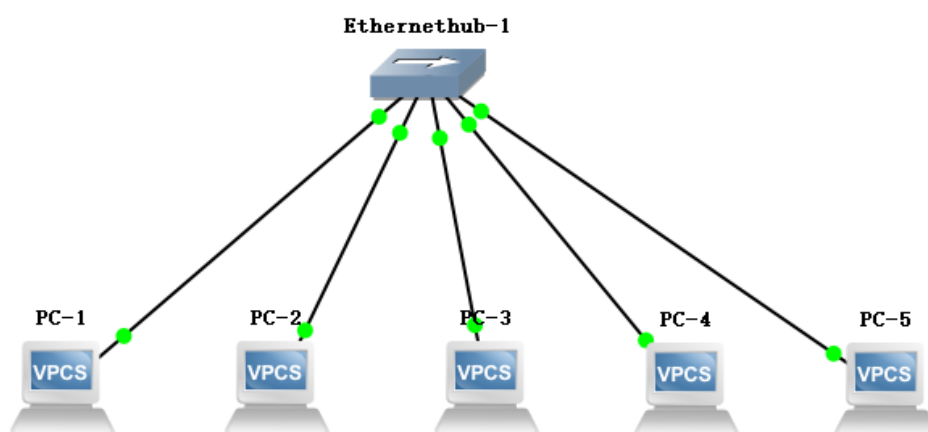
④用于连接设备网线，⑤用于显示接口名称，⑥用于运行/暂停/停止所有设备，⑦是绘图工具。

-----Part 1. 组网-----

以下在控制台设置每个 PC 的 ip（以及后续其他配置）时需要注意及时 save，否则停止节点（stop nodes）或退出 GNS3 后 ip 配置便会失效。

- 使用 1 个 HUB 和 5 个 PC 机搭建第 1 个局域网，并使用子网地址 10.1.0.0/8 给每个 PC 配置 IP 地址。使用另 1 个 HUB 和 3 个 PC 机搭建第 2 个局域网，并使用子网地址 10.2.0.0/8 给每个 PC 配置 IP 地址。在每个局域网中的其中一台 PC 上使用 Ping 命令 ping 同一局域网内的另外一台 PC，查看主机之间的联通性。

第一个子网的连接图如下：



以此在 PC-1 至 PC-5 的控制台之间执行以下命令（以 PC-2 为例）：

```
PC-2> ip 10.1.1.2/8 10.1.0.1
Checking for duplicate address...
PC1 : 10.1.1.2 255.0.0.0 gateway 10.1.0.1

PC-2> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done

PC-2> show

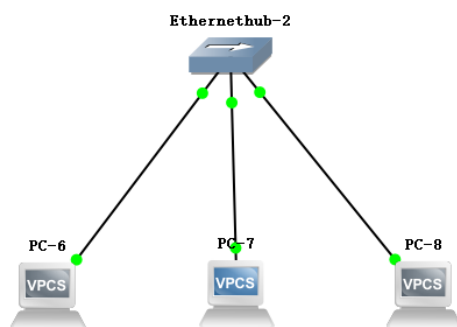
NAME      IP/MASK      GATEWAY      MAC          LPORT  RHOST:PORT
PC-2      10.1.1.2/8   10.1.0.1     00:50:79:66:68:01 10028  127.0.0.1:10029
fe80::250:79ff:fe66:6801/64
```

其中 save 的作用是保存 IP 配置，show 是显示当前的 IP 配置。

设置好之后测试连通性，5 台 PC 之间两两连通一共有 $C(5,2)=10$ 种可能性，因此这里仅对 PC-1 与 PC-2 之间的连通性进行测试：

```
PC-1> ping 10.1.1.2
84 bytes from 10.1.1.2 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.182 ms
84 bytes from 10.1.1.2 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.352 ms
84 bytes from 10.1.1.2 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.390 ms
84 bytes from 10.1.1.2 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.503 ms
84 bytes from 10.1.1.2 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.230 ms
```

第二个子网的连接图如下：PC-6 至 PC-8 的 IP 地址分别是 10.2.1.6、10.2.1.7、10.2.1.8



重复之前的操作后，测试连通性（以 PC-6 为例）：

```
PC-6> ping 10.2.1.7
84 bytes from 10.2.1.7 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.125 ms
84 bytes from 10.2.1.7 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.193 ms
84 bytes from 10.2.1.7 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.189 ms
84 bytes from 10.2.1.7 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.159 ms
84 bytes from 10.2.1.7 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.116 ms
```

以下使用的交换机为二层交换机，如 GNS3 中的 Ethernet switch。

- 使用 1 个交换机和 3 个 PC 机搭建第 3 个局域网，并使用子网地址 10.3.0.0/8 给每个 PC 配置 IP 地址。使用另 1 个交换机和 3 个 PC 机搭建第 4 个局域网，并使用子网地址 10.4.0.0/8 给每个 PC 配置 IP 地址。在每个局域网中的其中一台 PC 上使用 Ping 命令 ping 同一局域网内的另外一台 PC，查看主机之间的联通性。

两个局域网的连接图如下：



IP 配置同前面的步骤，分别为 10.3.1.9~10.3.1.11，10.4.1.12~10.4.1.14

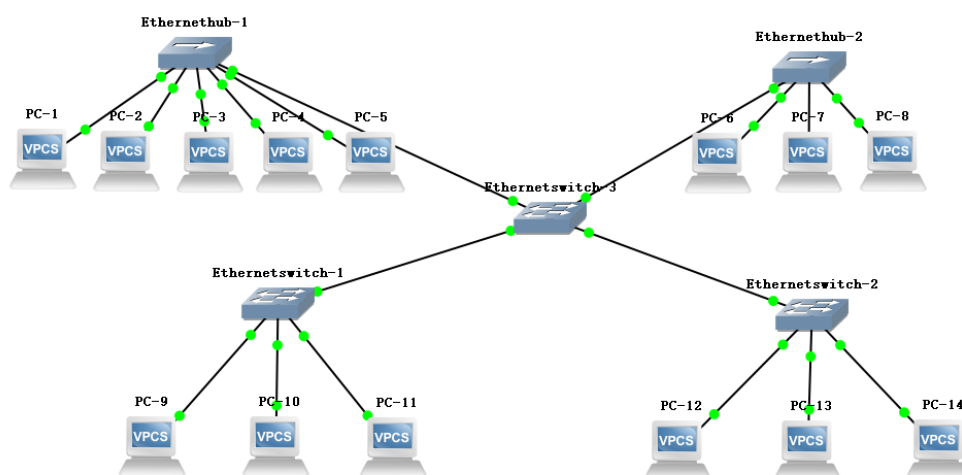
第 3 个局域网连通测试：

```
PC-9> ping 10.3.1.10
84 bytes from 10.3.1.10 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.118 ms
84 bytes from 10.3.1.10 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.151 ms
84 bytes from 10.3.1.10 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.159 ms
84 bytes from 10.3.1.10 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.159 ms
84 bytes from 10.3.1.10 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.125 ms
```

第 4 个局域网连通测试：

```
PC-12> ping 10.4.1.13
84 bytes from 10.4.1.13 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.053 ms
84 bytes from 10.4.1.13 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.282 ms
84 bytes from 10.4.1.13 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.167 ms
84 bytes from 10.4.1.13 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.216 ms
84 bytes from 10.4.1.13 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.141 ms
```

- 使用第 5 个交换机，将 4 个局域网连接起来。使用 Ping 命令检查各个局域网 PC 之间的联通性（每个局域网选取 2 台 PC 做代表）。是否都能 Ping 通？如果不通，请检查原因。



选取（PC-1、PC-2）、（PC-6、PC-7）、（PC-9、PC-10）、（PC-12、PC-13）为代表，交叉测试

Group1（LAN1-LAN2）：PC-1 PC-6

```
PC-1> ping 10.2.1.6
84 bytes from 10.2.1.6 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.368 ms
84 bytes from 10.2.1.6 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.248 ms
84 bytes from 10.2.1.6 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.214 ms
84 bytes from 10.2.1.6 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.224 ms
84 bytes from 10.2.1.6 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.214 ms
```

Group2（LAN1-LAN3）：PC-2 PC-9

```
PC-2> ping 10.3.1.9
84 bytes from 10.3.1.9 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.201 ms
84 bytes from 10.3.1.9 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.394 ms
84 bytes from 10.3.1.9 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.567 ms
84 bytes from 10.3.1.9 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.235 ms
84 bytes from 10.3.1.9 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.292 ms
```

Group3（LAN1-LAN3）：PC-1 PC-12

```
PC-1> ping 10.4.1.12
84 bytes from 10.4.1.12 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.241 ms
84 bytes from 10.4.1.12 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.230 ms
84 bytes from 10.4.1.12 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.312 ms
84 bytes from 10.4.1.12 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.297 ms
84 bytes from 10.4.1.12 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.194 ms
```

Group4 (LAN2-LAN3): PC-7 PC-10

```
PC-7> ping 10.3.1.10
84 bytes from 10.3.1.10 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.219 ms
84 bytes from 10.3.1.10 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.155 ms
84 bytes from 10.3.1.10 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.184 ms
84 bytes from 10.3.1.10 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.188 ms
84 bytes from 10.3.1.10 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.252 ms
```

Group5 (LAN2-LAN4): PC-6 PC-12

```
PC-6> ping 10.4.1.12
84 bytes from 10.4.1.12 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.290 ms
84 bytes from 10.4.1.12 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.316 ms
84 bytes from 10.4.1.12 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.201 ms
84 bytes from 10.4.1.12 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.425 ms
84 bytes from 10.4.1.12 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.355 ms
```

Group6 (LAN3-LAN4): PC-10 PC-13

```
PC-10> ping 10.4.1.13
84 bytes from 10.4.1.13 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.149 ms
84 bytes from 10.4.1.13 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.198 ms
84 bytes from 10.4.1.13 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.119 ms
84 bytes from 10.4.1.13 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.190 ms
84 bytes from 10.4.1.13 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.200 ms
```

- 把第 1、2 局域网中所有 PC 机的子网掩码从 8 位改成 16 位，再次用 Ping 检查各个 PC 之间的联通性（每个局域网选取 2 台 PC 做代表）。哪些通？哪些不通？跟踪下不通的 PC 之间的数据流，哪一个环节数据包不再流动了？原因是什么？

在 PC-1 至 PC-5 的控制台中执行 ip 10.1.1.x/16 10.1.0.1 （其中 x 代表第几台）

在 PC-6 至 PC-8 的控制台中执行 ip 10.2.1.x/16 10.2.0.1 （其中 x 代表第几台）

Group1 (LAN1-LAN2): PC-1 PC-6

```
PC-1> ping 10.2.1.6
host (10.1.0.1) not reachable
```

Group2 (LAN1-LAN3): PC-2 PC-9

```
PC-2> ping 10.3.1.9
host (10.1.0.1) not reachable
```

Group3 (LAN1-LAN3): PC-1 PC-12

```
PC-1> ping 10.4.1.12
host (10.1.0.1) not reachable
```

Group4 (LAN2-LAN3): PC-7 PC-10

```
PC-7> ping 10.3.1.10
host (10.2.0.1) not reachable
```

Group5 (LAN2-LAN4): PC-6 PC-12

```
PC-6> ping 10.4.1.12
host (10.2.0.1) not reachable
```

Group6 (LAN3-LAN4): PC-10 PC-13

```
PC-10> ping 10.4.1.13
84 bytes from 10.4.1.13 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.155 ms
84 bytes from 10.4.1.13 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.138 ms
84 bytes from 10.4.1.13 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.148 ms
84 bytes from 10.4.1.13 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.231 ms
84 bytes from 10.4.1.13 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.121 ms
```

只有 LAN3-LAN4 之间的是连通的。

通过测试 PC-1 和 PC-6 之间的连通性并抓包，可以发现是从 PC-1 到网关之间的数据不流动了。

41 983.646003	Private_66:68:00	Broadcast	ARP	64 Who has 10.1.0.1? Tell 10.1.1.1
42 984.647488	Private_66:68:00	Broadcast	ARP	64 Who has 10.1.0.1? Tell 10.1.1.1
43 985.647551	Private_66:68:00	Broadcast	ARP	64 Who has 10.1.0.1? Tell 10.1.1.1

因为 LAN1 中子网掩码是 255.255.0.0 指明了局域网中 IP 地址的前 16 位需要相同，而 LAN2 中的网关 IP 地址前 16 位 (10.2.*.*) 中只有前 8 位与 LAN1 一致，因此协议会根据子网掩码判定两个机器不是处于同一个网络环境中。

- 把第 3、4 局域网的子网掩码从 8 位改成 16 位，再次用 Ping 检查各个 PC 之间的连通性（每个局域网选取 2 台 PC 做代表）。哪些通？哪些不通？

Group1 (LAN1-LAN2): PC-1 PC-6

```
PC-1> ping 10.2.1.6
host (10.1.0.1) not reachable
```

Group2 (LAN1-LAN3): PC-2 PC-9

```
PC-2> ping 10.3.1.9
host (10.1.0.1) not reachable
```

Group3 (LAN1-LAN3): PC-1 PC-12

```
PC-1> ping 10.4.1.12
host (10.1.0.1) not reachable
```


Group4 (LAN2-LAN3): PC-7 PC-10

```
PC-7> ping 10.3.1.10
host (10.2.0.1) not reachable
```

Group5 (LAN2-LAN4): PC-6 PC-12

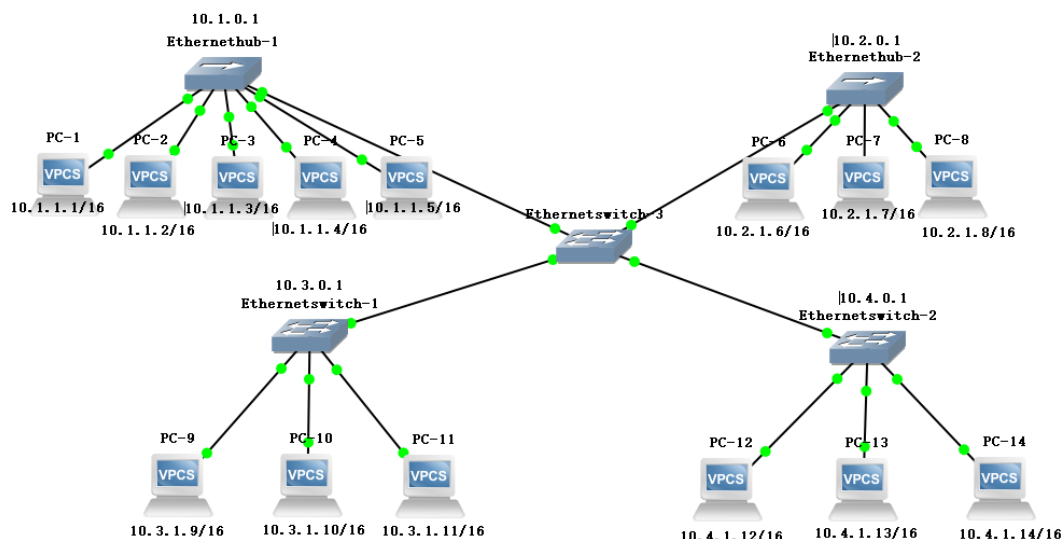
```
PC-6> ping 10.4.1.12
host (10.2.0.1) not reachable
```

Group6 (LAN3-LAN4): PC-10 PC-13

```
PC-10> ping 10.4.1.13
host (10.3.0.1) not reachable
```

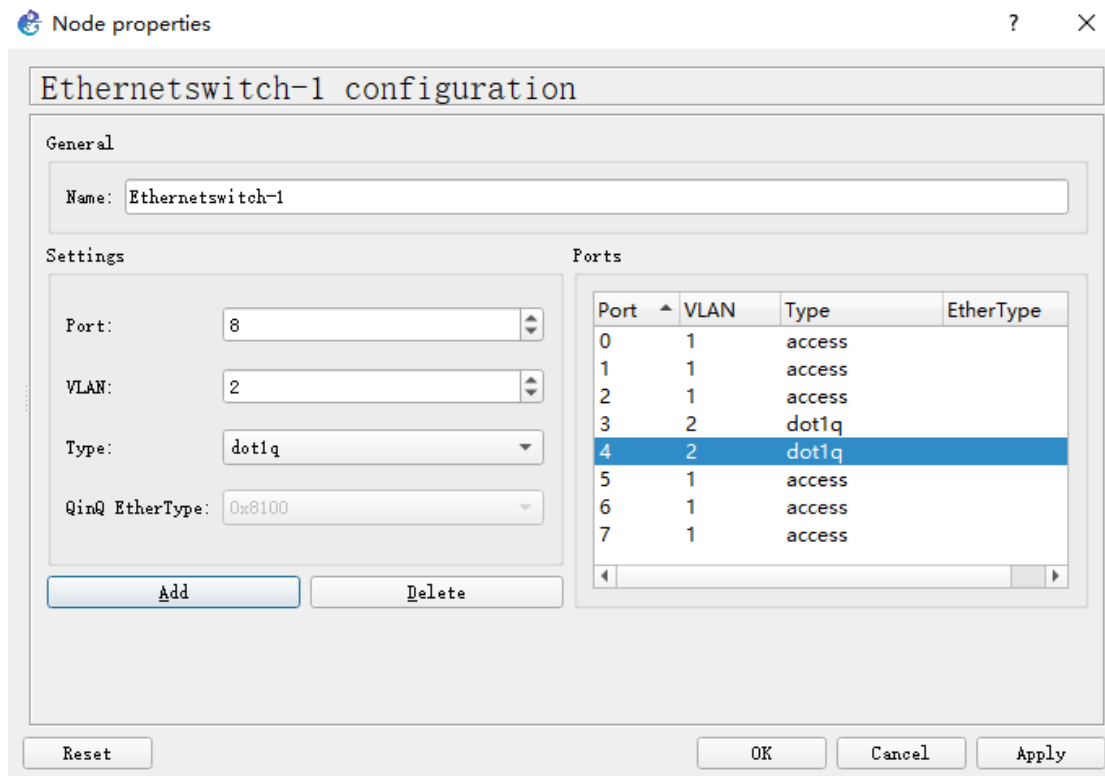
全部都不通（只有局域网内部是通的）

- 请把本部分的最后完整拓扑图记录在此。并标注每台 PC 的 IP 地址、子网掩码。（将实验拓扑数据保存为 part1 目录，随实验报告一起打包上交）



-----Part 2. VLAN-----

- 将 HUB 都换成交换机。在第 1-4 局域网交换机上都新增 1 个 VLAN 2（请参考指南“十四、二层交换机”进行配置并截图），让每个局域网中都有一部分 PC 属于 VLAN 2（默认所有的 PC 都属于 VLAN 1）。使用 Ping 命令检查各个 PC 之间的连通性。哪些通？哪些不通？不通的 PC 之间的数据包，什么时候显示是不可达的，什么时候显示是超时的？



设置 PC-4、PC-5、PC-8、PC-11、PC-14 属于 VLAN2

```
PC-1> ping 10.1.1.2
84 bytes from 10.1.1.2 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.066 ms
84 bytes from 10.1.1.2 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.091 ms
84 bytes from 10.1.1.2 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.129 ms
84 bytes from 10.1.1.2 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.107 ms
84 bytes from 10.1.1.2 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.087 ms
```

```
PC-1> ping 10.1.1.4
10.1.1.4 icmp_seq=1 timeout
10.1.1.4 icmp_seq=2 timeout
10.1.1.4 icmp_seq=3 timeout
10.1.1.4 icmp_seq=4 timeout
10.1.1.4 icmp_seq=5 timeout
```

```
PC-1> ping 10.2.1.8
host (10.1.0.1) not reachable
```

```
PC-1> ping 10.3.1.11
host (10.1.0.1) not reachable

PC-1> ping 10.4.1.14
host (10.1.0.1) not reachable
```

如图，当处于不同局域网时显示不可到达，当在同一局域网的不同网段则显示超时。

- 在第 1-4 局域网上,把属于 VLAN 1 的 PC 的 IP 地址都改成 10.1.0.0/16 子网内的地址,把属于 VLAN 2 的 PC 的 IP 地址都改成 10.2.0.0/16 子网内的地址。使用 Ping

命令检查同属于 VLAN 1，但在不同局域网的 PC 之间的连通性（应该通）。使用

Ping 命令检查同属于 VLAN 2，但在不同局域网的 PC 之间的连通性（应该不通）。

使用 PC-1 和 PC-6/10/12 进行连通性测试，不同局域网的 PC 连通：

```
PC-1> ping 10.1.1.10
84 bytes from 10.1.1.10 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.095 ms
84 bytes from 10.1.1.10 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.128 ms
84 bytes from 10.1.1.10 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.130 ms
84 bytes from 10.1.1.10 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.134 ms
84 bytes from 10.1.1.10 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.202 ms

PC-1> ping 10.1.1.12
84 bytes from 10.1.1.12 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.150 ms
84 bytes from 10.1.1.12 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.118 ms
84 bytes from 10.1.1.12 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.148 ms
84 bytes from 10.1.1.12 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.165 ms
84 bytes from 10.1.1.12 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.142 ms
```

```
PC-1> ping 10.1.1.6
84 bytes from 10.1.1.6 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.089 ms
84 bytes from 10.1.1.6 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.130 ms
84 bytes from 10.1.1.6 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.138 ms
84 bytes from 10.1.1.6 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.112 ms
84 bytes from 10.1.1.6 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.109 ms
```

使用 PC-1 和 PC-4/5/11/14 进行连通性测试，不同局域网的 PC 不连通：

```
PC-1> ping 10.2.1.14
host (10.1.0.1) not reachable

PC-1> ping 10.2.1.11
host (10.1.0.1) not reachable

PC-1> ping 10.2.1.4
host (10.1.0.1) not reachable

PC-1> ping 10.2.1.5
host (10.1.0.1) not reachable
```

- 在第 5 个交换机（互联交换机）上新增 VLAN 2，将该交换机上连接 4 个局域网的端口（包括 4 个交换机的端口）都修改为属于 VLAN 2。使用 Ping 命令检查同属于 VLAN 2，但在不同局域网的 PC 之间的连通性（应该通）。此时，再次使用 Ping 命令检查同属于 VLAN 1，但在不同局域网的 PC 之间的连通性（应该不通）。

（PS：此时不是 trunk 模式）

1. 检查（PC-5，PC-8）、（PC-4，PC-11）、（PC-8，PC-11）、（PC-11，PC-14）的连通性

```
PC-5> ping 10.2.1.8
84 bytes from 10.2.1.8 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.160 ms
84 bytes from 10.2.1.8 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.172 ms
84 bytes from 10.2.1.8 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.179 ms
84 bytes from 10.2.1.8 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.142 ms
84 bytes from 10.2.1.8 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.110 ms
```

```
PC-4> ping 10.2.1.11
84 bytes from 10.2.1.11 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.166 ms
84 bytes from 10.2.1.11 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.211 ms
84 bytes from 10.2.1.11 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.156 ms
84 bytes from 10.2.1.11 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.182 ms
84 bytes from 10.2.1.11 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.119 ms
```

```
PC-8> ping 10.2.1.11
84 bytes from 10.2.1.11 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.166 ms
84 bytes from 10.2.1.11 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.144 ms
84 bytes from 10.2.1.11 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.380 ms
84 bytes from 10.2.1.11 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.264 ms
84 bytes from 10.2.1.11 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.392 ms
```

```
PC-11> ping 10.2.1.14
84 bytes from 10.2.1.14 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.174 ms
84 bytes from 10.2.1.14 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.203 ms
84 bytes from 10.2.1.14 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.391 ms
84 bytes from 10.2.1.14 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.172 ms
84 bytes from 10.2.1.14 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.251 ms
```

2. 检查（PC-1, PC-6）、（PC-9, PC-13）的连通性

```
PC-1>
PC-1> ping 10.1.1.6
host (10.1.1.6) not reachable
```

```
PC-9> ping 10.1.1.13
host (10.1.1.13) not reachable
```

- 在第 5 个交换机（互联交换机）上将连接 4 个局域网的端口都修改为 VLAN Trunk 模式（注意同时需要修改对应的 4 个交换机的端口）。使用 Ping 命令检查同属于 VLAN 1，但在不同局域网的 PC 之间的连通性。使用 Ping 命令检查同属于 VLAN 2，但在不同局域网的 PC 之间的连通性。

1. 检查（PC-5, PC-8）、（PC-11, PC-14）的连通性

```
PC-5> ping 10.2.1.8
84 bytes from 10.2.1.8 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.118 ms
84 bytes from 10.2.1.8 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.126 ms
84 bytes from 10.2.1.8 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.148 ms
84 bytes from 10.2.1.8 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.178 ms
84 bytes from 10.2.1.8 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.141 ms
```

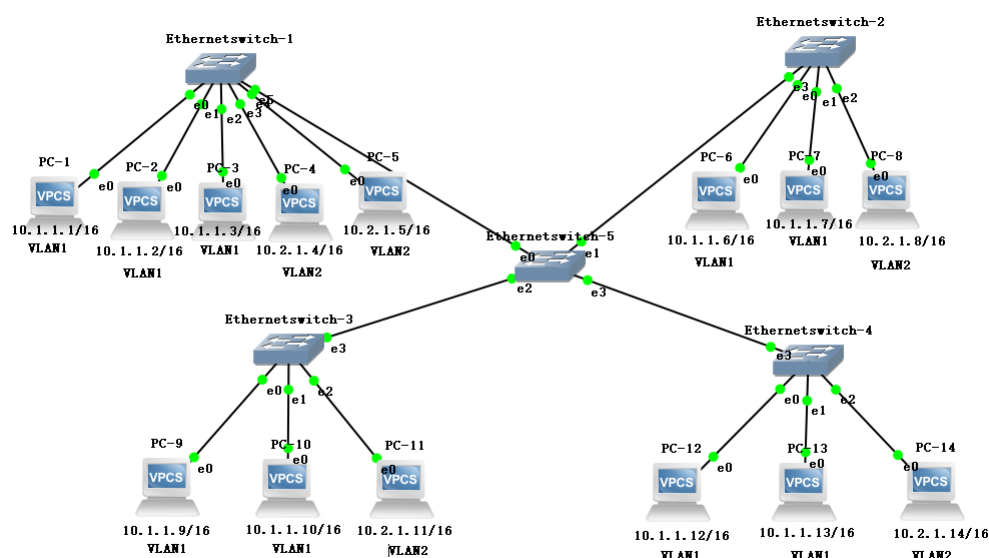
```
PC-11> ping 10.2.1.14
84 bytes from 10.2.1.14 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.142 ms
84 bytes from 10.2.1.14 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.112 ms
84 bytes from 10.2.1.14 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.126 ms
84 bytes from 10.2.1.14 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.128 ms
84 bytes from 10.2.1.14 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.179 ms
```

2. 检查（PC-1，PC-6）、（PC-9，PC-13）的连通性

```
PC-1> ping 10.1.1.6
84 bytes from 10.1.1.6 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.080 ms
84 bytes from 10.1.1.6 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.122 ms
84 bytes from 10.1.1.6 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.123 ms
84 bytes from 10.1.1.6 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.134 ms
84 bytes from 10.1.1.6 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.126 ms
```

```
PC-9> ping 10.1.1.13
84 bytes from 10.1.1.13 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.078 ms
84 bytes from 10.1.1.13 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.121 ms
84 bytes from 10.1.1.13 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.241 ms
84 bytes from 10.1.1.13 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.402 ms
84 bytes from 10.1.1.13 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.364 ms
```

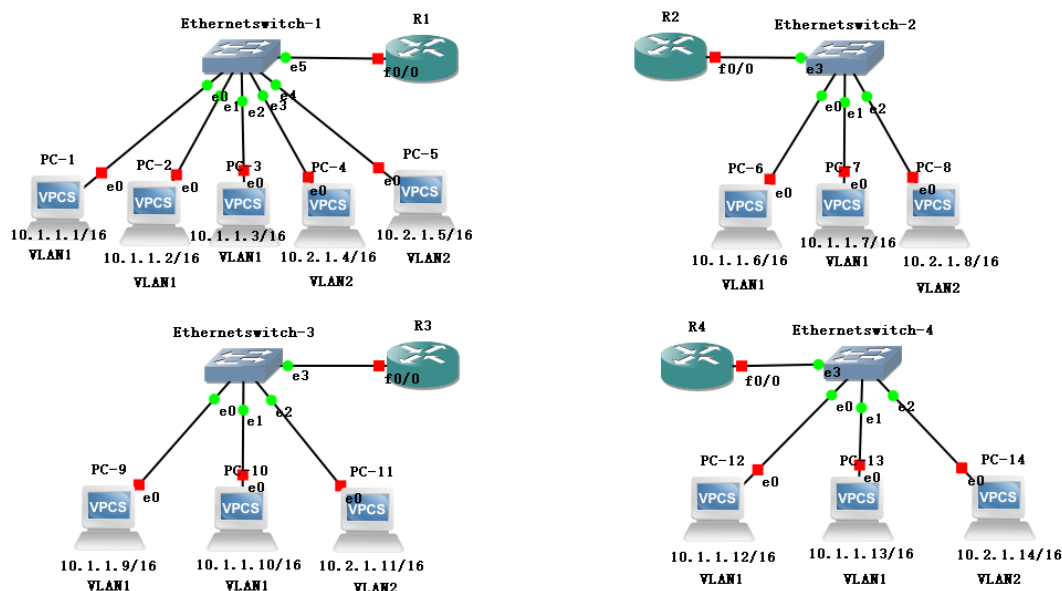
- 请把本部分的最后完整拓扑图记录在此。并标注每台 PC 的 IP 地址、子网掩码和属于的 VLAN。（将实验拓扑数据保存为 part2 目录，随实验报告一起打包上交）



-----Part 3. 路由-----

以下使用的路由器是前面导入的 c3745 或 c3725 路由器。注意在路由器的 Console 中输入配置命令前需要先输入 `conf t` 进入配置模式。

- 将第 5 个交换机删除，为每个局域网增加一个路由器，并用网线将本局域网的路由器与交换机连接起来（记录下拓扑图）。



- 下面的 2 个步骤在第 1 个局域网中进行
 - 步骤 1: 在路由器上与交换机连接的物理端口上创建 2 个逻辑子接口（命令格式: `interface 物理接口.子接口`, 如 `interface e0/0.1`），2 个子接口的 IP 地址分别配置为 10.1.0.0/16 和 10.2.0.0/16 子网内的地址，让 2 个子接口分别属于 VLAN 1 和 VLAN 2（命令: `encapsulation dot1q VLAN 编号`），最后激活端口（命令: `no shutdown`）。（本步骤截取实际使用的配置命令）

```

R1#
R1#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#interface FastEthernet0/0.1
R1(config-subif)#encapsulation dot1q 1
R1(config-subif)#ip address 10.1.0.1 255.255.0.0
R1(config-subif)#no shutdown
R1(config-subif)#exit
R1(config)#interface FastEthernet0/0.2
R1(config-subif)#encapsulation dot1q 2
R1(config-subif)#ip address 10.2.0.1 255.255.0.0
R1(config-subif)#no shutdown
R1(config-subif)#exit
R1(config)#exit
R1#
*Mar 1 01:05:24.935: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R1#write
Building configuration...
[OK]

```

```

R1#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#interface FastEthernet0/0
R1(config-if)#no shut
R1(config-if)#exit

```

- 步骤 2: 给 2 个 VLAN 内的 PC 机配置默认路由器/网关 (gateway) 地址, 分别设置为路由器上所属 VLAN 的子接口的 IP 地址。使用 Ping 检查属于不同 VLAN 的 PC 之间的联通性 (应该通)。

```

PC-15> ping 10.2.1.4
84 bytes from 10.2.1.4 icmp_seq=1 ttl=63 time=12.714 ms
84 bytes from 10.2.1.4 icmp_seq=2 ttl=63 time=15.856 ms
84 bytes from 10.2.1.4 icmp_seq=3 ttl=63 time=19.213 ms
84 bytes from 10.2.1.4 icmp_seq=4 ttl=63 time=11.751 ms
84 bytes from 10.2.1.4 icmp_seq=5 ttl=63 time=17.889 ms

```

- 修改第 2 个局域网中 PC 的 IP 地址, 把 10.1.0.0/16、10.2.0.0/16 子网内的 IP 地址分别改成 12.1.0.0/16、12.2.0.0/16 子网内的 IP 地址。然后按照第 1 个局域网的 2 个步骤, 给路由器分配 IP 地址, 给 PC 配置默认路由器/网关地址。用 Ping 检查不同 VLAN 的 PC 之间联通性。

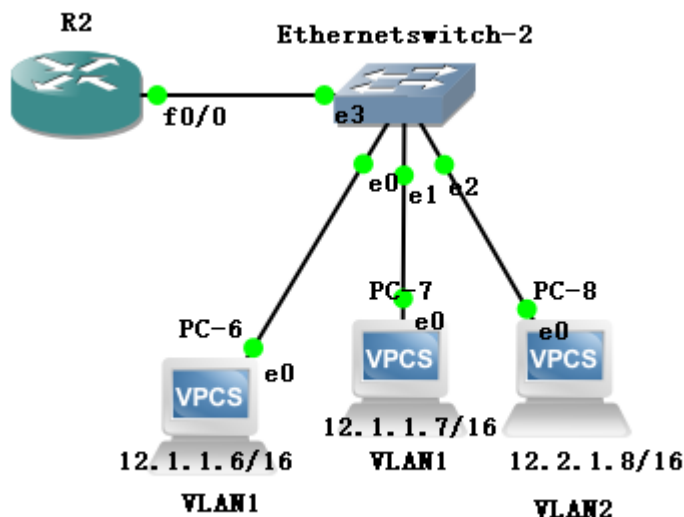
```

R2#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R2(config)#interface FastEthernet0/0.1
R2(config-subif)#encapsulation dot1q 1
R2(config-subif)#ip address 12.1.0.1 255.255.0.0
R2(config-subif)#no shutdown
R2(config-subif)#exit
R2(config)#interface FastEthernet0/0.2
R2(config-subif)#encapsulation dot1q 2
R2(config-subif)#ip address 12.2.0.1 255.255.0.0
R2(config-subif)#no shutdown
R2(config-subif)#exit
R2(config)#interface FastEthernet0/0
R2(config-if)#no shut
R2(config-if)#exit

PC-6> ping 12.2.1.8
84 bytes from 12.2.1.8 icmp_seq=1 ttl=63 time=15.145 ms
84 bytes from 12.2.1.8 icmp_seq=2 ttl=63 time=18.876 ms
84 bytes from 12.2.1.8 icmp_seq=3 ttl=63 time=11.835 ms
84 bytes from 12.2.1.8 icmp_seq=4 ttl=63 time=18.888 ms
84 bytes from 12.2.1.8 icmp_seq=5 ttl=63 time=17.491 ms

```

注：此图中 e3.VLAN 应该为 1



- 修改第 3 个局域网中 PC 的 IP 地址，把 10.1.0.0/16、10.2.0.0/16 子网内的 IP 地址分别改成 13.1.0.0/16、13.2.0.0/16 子网内的 IP 地址。然后按照第 1 个局域网的 2 个步骤，给路由器分配 IP 地址，给 PC 配置默认路由器/网关地址。用 Ping 检查不同 VLAN 的 PC 之间联通性。

```

PC-9> ping 13.2.1.11
84 bytes from 13.2.1.11 icmp_seq=1 ttl=63 time=13.416 ms
84 bytes from 13.2.1.11 icmp_seq=2 ttl=63 time=19.552 ms
84 bytes from 13.2.1.11 icmp_seq=3 ttl=63 time=21.907 ms
84 bytes from 13.2.1.11 icmp_seq=4 ttl=63 time=18.931 ms
84 bytes from 13.2.1.11 icmp_seq=5 ttl=63 time=12.528 ms

```



```
PC-10> ping 13.2.1.11
84 bytes from 13.2.1.11 icmp_seq=1 ttl=63 time=33.731 ms
84 bytes from 13.2.1.11 icmp_seq=2 ttl=63 time=31.691 ms
84 bytes from 13.2.1.11 icmp_seq=3 ttl=63 time=33.569 ms
84 bytes from 13.2.1.11 icmp_seq=4 ttl=63 time=32.114 ms
84 bytes from 13.2.1.11 icmp_seq=5 ttl=63 time=32.689 ms
```

- 修改第 4 个局域网中 PC 的 IP 地址，把 10.1.0.0/16、10.2.0.0/16 子网内的 IP 地址分别改成 14.1.0.0/16、14.2.0.0/16 子网内的 IP 地址。然后按照第 1 个局域网的 2 个步骤，给路由器分配 IP 地址，给 PC 配置默认路由器/网关地址。用 Ping 检查不同 VLAN 的 PC 之间联通性。

```
PC-12> ping 14.2.1.14
84 bytes from 14.2.1.14 icmp_seq=1 ttl=63 time=17.545 ms
84 bytes from 14.2.1.14 icmp_seq=2 ttl=63 time=16.013 ms
84 bytes from 14.2.1.14 icmp_seq=3 ttl=63 time=33.474 ms
84 bytes from 14.2.1.14 icmp_seq=4 ttl=63 time=32.695 ms
84 bytes from 14.2.1.14 icmp_seq=5 ttl=63 time=33.626 ms
```

```
PC-13> ping 14.2.1.14
84 bytes from 14.2.1.14 icmp_seq=1 ttl=63 time=21.055 ms
84 bytes from 14.2.1.14 icmp_seq=2 ttl=63 time=19.031 ms
84 bytes from 14.2.1.14 icmp_seq=3 ttl=63 time=13.498 ms
84 bytes from 14.2.1.14 icmp_seq=4 ttl=63 time=12.032 ms
84 bytes from 14.2.1.14 icmp_seq=5 ttl=63 time=16.535 ms
```

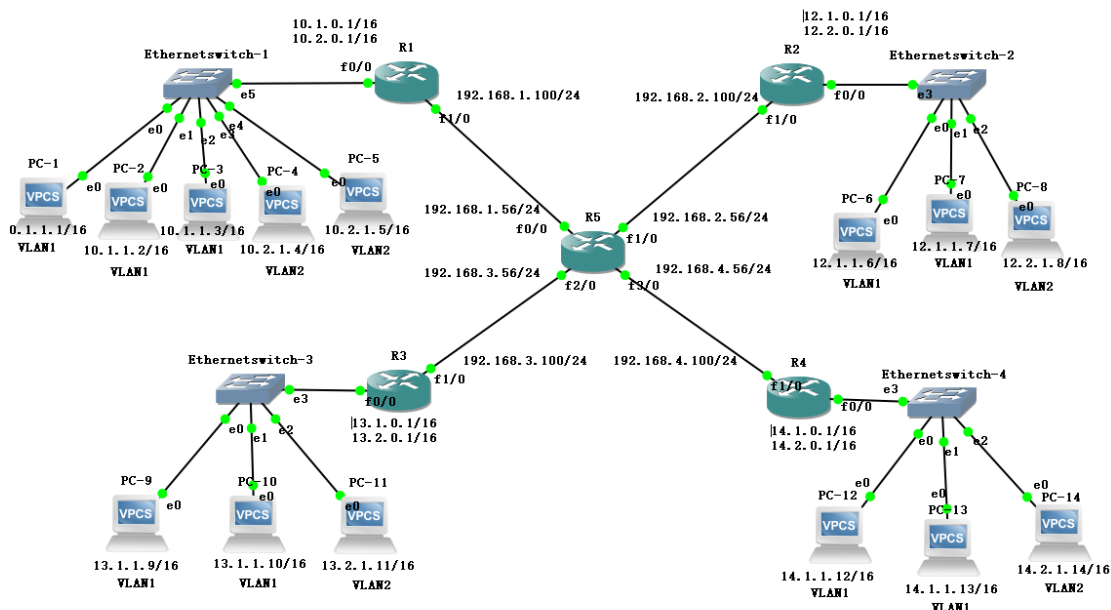
- 使用第 5 台路由器分别连接 4 个局域网的路由器，并给路由器互联的 4 对端口分别配置以下子网内的 IP 地址：192.168.1.0/24、192.168.2.0/24、192.168.3.0/24、192.168.4.0/24。（记录下拓扑图，并标记 4 对端口的 IP 地址和子网掩码）

```
R5#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R5(config)#interface FastEthernet0/0
R5(config-if)#ip address 192.168.1.56 255.255.255.0
R5(config-if)#no shutdown
R5(config-if)#exit
R5(config)#interface FastEthernet1/0
R5(config-if)#ip address 192.168.2.56 255.255.255.0
R5(config-if)#no shutdown
R5(config-if)#exit
R5(config)#interface FastEthernet2/0
R5(config-if)#ip address 192.168.3.56 255.255.255.0
R5(config-if)#no shutdown
R5(config-if)#exit
R5(config)#interface FastEthernet3/0
R5(config-if)#ip address 192.168.4.56 255.255.255.0
R5(config-if)#no shutdown
R5(config-if)#exit
```

```

R4#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R4(config)#interface FastEthernet1/0
R4(config-if)#ip address 192.168.4.100 255.255.255.0
R4(config-if)#no shutdown
R4(config-if)#exit
R4(config)#exit
R4#write
Building configuration...

```



- 启用各路由器上的动态路由协议 RIP(命令: `router rip`), 版本设置成 2(命令: `version 2`, 感兴趣的同学可以研究不同协议版本的影响), 将本路由器上的各端口所在子网加入到路由信息交换 (命令: `network 子网`, 如 `network 10.1.0.0`)。等待一段时间后, 使用 Ping 命令测试下各 PC 之间的联通性。截图显示各路由器上的路由表信息 (命令: `show ip route`, 标记哪些路由是直连的, 哪些是通过路由协议动态获取的)。

以 R4 为例进行配置:

```

R4#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R4(config)#router rip
R4(config-router)#version 2
R4(config-router)#network 14.1.0.1
R4(config-router)#network 14.2.0.1
R4(config-router)#network 192.168.4.100
R4(config-router)#exit
R4(config)#exit

```

通过 PC-1 测试各个 PC 的连通性:

```

PC-1> ping 10.2.1.5
10.2.1.5 icmp_seq=1 timeout
84 bytes from 10.2.1.5 icmp_seq=2 ttl=63 time=20.705 ms
84 bytes from 10.2.1.5 icmp_seq=3 ttl=63 time=20.613 ms

PC-1> ping 12.1.1.6
12.1.1.6 icmp_seq=1 timeout
12.1.1.6 icmp_seq=2 timeout
84 bytes from 12.1.1.6 icmp_seq=3 ttl=61 time=65.778 ms
84 bytes from 12.1.1.6 icmp_seq=4 ttl=61 time=64.759 ms
84 bytes from 12.1.1.6 icmp_seq=5 ttl=61 time=45.557 ms

PC-1> ping 12.1.1.6
84 bytes from 12.1.1.6 icmp_seq=1 ttl=61 time=56.630 ms
84 bytes from 12.1.1.6 icmp_seq=2 ttl=61 time=61.162 ms
84 bytes from 12.1.1.6 icmp_seq=3 ttl=61 time=51.123 ms
84 bytes from 12.1.1.6 icmp_seq=4 ttl=61 time=45.119 ms
84 bytes from 12.1.1.6 icmp_seq=5 ttl=61 time=62.667 ms

PC-1> ping 13.2.1.11
13.2.1.11 icmp_seq=1 timeout
13.2.1.11 icmp_seq=2 timeout
84 bytes from 13.2.1.11 icmp_seq=3 ttl=61 time=49.634 ms
84 bytes from 13.2.1.11 icmp_seq=4 ttl=61 time=53.642 ms
84 bytes from 13.2.1.11 icmp_seq=5 ttl=61 time=56.003 ms

PC-1> ping 14.1.1.13
14.1.1.13 icmp_seq=1 timeout
14.1.1.13 icmp_seq=2 timeout
84 bytes from 14.1.1.13 icmp_seq=3 ttl=61 time=45.536 ms
84 bytes from 14.1.1.13 icmp_seq=4 ttl=61 time=63.172 ms
84 bytes from 14.1.1.13 icmp_seq=5 ttl=61 time=59.156 ms

PC-1> ping 14.2.1.14
14.2.1.14 icmp_seq=1 timeout
14.2.1.14 icmp_seq=2 timeout
84 bytes from 14.2.1.14 icmp_seq=3 ttl=61 time=41.755 ms
84 bytes from 14.2.1.14 icmp_seq=4 ttl=61 time=57.970 ms
84 bytes from 14.2.1.14 icmp_seq=5 ttl=61 time=56.466 ms

```

路由器 R1 的路由表信息（其中 R 标记的是路由协议动态获取的，C 标记的是直接获得的，下同）：

【动态获取】12.0.0.0 13.0.0.0 14.0.0.0 192.168.2.0 192.168.3.0 192.168.4.0

【直接获得】10.1.0.0 10.2.0.0

```

R    192.168.4.0/24 [120/1] via 192.168.1.56, 00:00:20, FastEthernet1/0
    10.0.0.0/16 is subnetted, 2 subnets
C      10.2.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0.2
C      10.1.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0.1
R    12.0.0.0/8 [120/2] via 192.168.1.56, 00:00:20, FastEthernet1/0
C    192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0
R    13.0.0.0/8 [120/2] via 192.168.1.56, 00:00:20, FastEthernet1/0
R    192.168.2.0/24 [120/1] via 192.168.1.56, 00:00:20, FastEthernet1/0
R    14.0.0.0/8 [120/2] via 192.168.1.56, 00:00:21, FastEthernet1/0
R    192.168.3.0/24 [120/1] via 192.168.1.56, 00:00:21, FastEthernet1/0
R1#

```

路由器 R2 的路由表信息：

```

R    192.168.4.0/24 [120/1] via 192.168.2.56, 00:00:17, FastEthernet1/0
R    10.0.0.0/8 [120/2] via 192.168.2.56, 00:00:17, FastEthernet1/0
R    12.0.0.0/16 is subnetted, 2 subnets
C    12.1.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0.1
C    12.2.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0.2
R    192.168.1.0/24 [120/1] via 192.168.2.56, 00:00:17, FastEthernet1/0
R    13.0.0.0/8 [120/2] via 192.168.2.56, 00:00:17, FastEthernet1/0
C    192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0
R    14.0.0.0/8 [120/2] via 192.168.2.56, 00:00:18, FastEthernet1/0
R    192.168.3.0/24 [120/1] via 192.168.2.56, 00:00:18, FastEthernet1/0

```

路由器 R3 的路由表信息：

```

R    192.168.4.0/24 [120/1] via 192.168.3.56, 00:00:00, FastEthernet1/0
R    10.0.0.0/8 [120/2] via 192.168.3.56, 00:00:00, FastEthernet1/0
R    12.0.0.0/8 [120/2] via 192.168.3.56, 00:00:00, FastEthernet1/0
R    192.168.1.0/24 [120/1] via 192.168.3.56, 00:00:00, FastEthernet1/0
R    13.0.0.0/16 is subnetted, 2 subnets
C    13.1.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0.1
C    13.2.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0.2
R    192.168.2.0/24 [120/1] via 192.168.3.56, 00:00:00, FastEthernet1/0
R    14.0.0.0/8 [120/2] via 192.168.3.56, 00:00:01, FastEthernet1/0
C    192.168.3.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0

```

路由器 R4 的路由表信息：

```

C    192.168.4.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0
R    10.0.0.0/8 [120/2] via 192.168.4.56, 00:00:01, FastEthernet1/0
R    12.0.0.0/8 [120/2] via 192.168.4.56, 00:00:01, FastEthernet1/0
R    192.168.1.0/24 [120/1] via 192.168.4.56, 00:00:01, FastEthernet1/0
R    13.0.0.0/8 [120/2] via 192.168.4.56, 00:00:01, FastEthernet1/0
R    192.168.2.0/24 [120/1] via 192.168.4.56, 00:00:01, FastEthernet1/0
R    14.0.0.0/16 is subnetted, 2 subnets
C    14.2.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0.2
C    14.1.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0.1
R    192.168.3.0/24 [120/1] via 192.168.4.56, 00:00:02, FastEthernet1/0
R4#

```

路由器 R5 的路由表信息：

```

C    192.168.4.0/24 is directly connected, FastEthernet3/0
R    10.0.0.0/8 [120/1] via 192.168.1.100, 00:00:26, FastEthernet0/0
R    12.0.0.0/8 [120/1] via 192.168.2.100, 00:00:05, FastEthernet1/0
C    192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
R    13.0.0.0/8 [120/1] via 192.168.3.100, 00:00:11, FastEthernet2/0
C    192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0
R    14.0.0.0/8 [120/1] via 192.168.4.100, 00:00:04, FastEthernet3/0
C    192.168.3.0/24 is directly connected, FastEthernet2/0
R5#

```

- 关闭各路由器上的动态路由协议 RIP（命令：no router rip）。等待一段时间后，显示各路由器上的路由表信息（动态获取的路由信息是否消失了？）。再次使用 Ping 命令测试下各 PC 之间的连通性。哪些通？哪些不通？不通的数据包在哪个环节不再转发了（是不是在该路由器上缺少对应的路由信息？）。

以 R1 为例，发现动态获取的路由消失了：

```

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

    10.0.0.0/16 is subnetted, 2 subnets
C       10.2.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0.2
C       10.1.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0.1
C       192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0

```

以 R1 为例，去 PING 不同局域网、不同 VLAN 的 IP，结果发现都不通：

```

PC-1> ping 12.1.1.6
*10.1.0.1 icmp_seq=1 ttl=255 time=18.709 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=2 ttl=255 time=6.818 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=3 ttl=255 time=10.783 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=4 ttl=255 time=9.758 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=5 ttl=255 time=11.572 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)

PC-1> ping 12.1.1.8
*10.1.0.1 icmp_seq=1 ttl=255 time=9.517 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=2 ttl=255 time=9.052 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=3 ttl=255 time=6.356 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=4 ttl=255 time=6.518 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=5 ttl=255 time=10.022 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)

PC-1> ping 13.1.1.9
*10.1.0.1 icmp_seq=1 ttl=255 time=2.503 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=2 ttl=255 time=6.017 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=3 ttl=255 time=3.003 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=4 ttl=255 time=4.512 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=5 ttl=255 time=11.529 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)

PC-1> ping 14.1.1.12
*10.1.0.1 icmp_seq=1 ttl=255 time=3.003 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=2 ttl=255 time=7.063 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=3 ttl=255 time=10.028 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=4 ttl=255 time=10.630 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=5 ttl=255 time=10.644 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)

```

以 R1 为例，去 PING 同一局域网、相同或不同 VLAN 的 IP，发现都能连通：

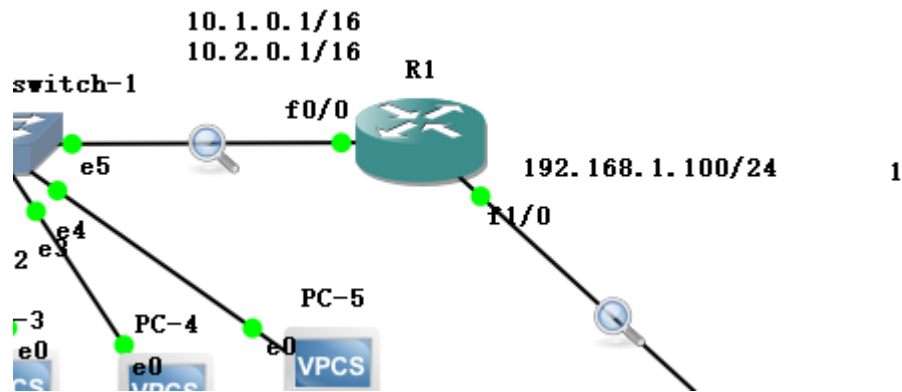
```

PC-1> ping 10.1.1.3
84 bytes from 10.1.1.3 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.993 ms
84 bytes from 10.1.1.3 icmp_seq=2 ttl=64 time=1.015 ms
84 bytes from 10.1.1.3 icmp_seq=3 ttl=64 time=1.003 ms
84 bytes from 10.1.1.3 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.968 ms
84 bytes from 10.1.1.3 icmp_seq=5 ttl=64 time=1.163 ms

PC-1> ping 10.2.1.4
10.2.1.4 icmp_seq=1 timeout
84 bytes from 10.2.1.4 icmp_seq=2 ttl=63 time=17.080 ms
84 bytes from 10.2.1.4 icmp_seq=3 ttl=63 time=18.920 ms
84 bytes from 10.2.1.4 icmp_seq=4 ttl=63 time=21.558 ms
84 bytes from 10.2.1.4 icmp_seq=5 ttl=63 time=13.555 ms

```

使用 WireShark 对 SW-1~R1，R1~R5 之间的路径进行检测：



在 SW-1~R1 上抓到了数据包：

11	64.284852	10.1.1.1	12.1.1.6	ICMP	98 Echo (ping) request id=0xd55d, seq=1/256, ttl=64 (no response found!)
12	64.293863	10.1.0.1	10.1.1.1	ICMP	70 Destination unreachable (Host unreachable)
13	65.296093	10.1.1.1	12.1.1.6	ICMP	98 Echo (ping) request id=0xd65d, seq=2/512, ttl=64 (no response found!)
14	65.300722	10.1.0.1	10.1.1.1	ICMP	70 Destination unreachable (Host unreachable)
15	66.302905	10.1.1.1	12.1.1.6	ICMP	98 Echo (ping) request id=0xd75d, seq=3/768, ttl=64 (no response found!)
16	66.305259	10.1.0.1	10.1.1.1	ICMP	70 Destination unreachable (Host unreachable)

而在 R1~R5 上没有抓到数据包：

17	70.024756	c4:01:09:81:00:10	c4:01:09:81:00:10	LOOP	60 Reply
18	75.481495	c4:06:08:d6:00:00	c4:06:08:d6:00:00	LOOP	60 Reply
19	77.697734	c4:01:09:81:00:10	CDP/VTP/DTP/PAgP/UD...	CDP	368 Device ID: R1 Port ID: FastEthernet1/0
20	79.999220	c4:01:09:81:00:10	c4:01:09:81:00:10	LOOP	60 Reply
21	85.469312	c4:06:08:d6:00:00	c4:06:08:d6:00:00	LOOP	60 Reply
22	90.022543	c4:01:09:81:00:10	c4:01:09:81:00:10	LOOP	60 Reply

说明不通的数据包在两个路由器之间不再转发（即以 PC-1 测试 PC-6 为例，PC-1 发送的数据包经过 R1 后就不再流通到 R5）

- 在相应的路由器上为某些子网添加正确的静态路由（命令：`ip route 目标网络 子网掩码 下一跳地址`，如 `ip route 11.1.0.0 255.255.0.0 192.168.1.100`）。使用 Ping 命令测试下各 PC 之间的联通性。不断的添加静态路由，让所有的 PC 之间都能互相 Ping 通。完成后，截图显示 5 个路由器上的路由表。

R1 配置命令

```
R1#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 192.168.1.56
R1(config)#ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 192.168.1.56
R1(config)#ip route 192.168.3.0 255.255.255.0 192.168.1.56
R1(config)#ip route 192.168.4.0 255.255.255.0 192.168.1.56
R1(config)#ip route 12.1.0.0 255.255.0.0 192.168.2.56
R1(config)#ip route 12.2.0.0 255.255.0.0 192.168.2.56
R1(config)#ip route 13.1.0.0 255.255.0.0 192.168.3.56
R1(config)#ip route 13.2.0.0 255.255.0.0 192.168.3.56
R1(config)#ip route 14.1.0.0 255.255.0.0 192.168.4.56
R1(config)#ip route 14.2.0.0 255.255.0.0 192.168.4.56
R1(config)#exit
```


R2 配置命令

```
R2#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R2(config)#ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 192.168.2.56
R2(config)#ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 192.168.2.56
R2(config)#ip route 192.168.3.0 255.255.255.0 192.168.2.56
R2(config)#ip route 192.168.4.0 255.255.255.0 192.168.2.56
R2(config)#ip route 10.1.0.0 255.255.0.0 192.168.1.100
R2(config)#ip route 10.2.0.0 255.255.0.0 192.168.1.100
R2(config)#ip route 13.1.0.0 255.255.0.0 192.168.3.100
R2(config)#ip route 13.2.0.0 255.255.0.0 192.168.3.100
R2(config)#ip route 14.1.0.0 255.255.0.0 192.168.4.100
R2(config)#ip route 14.2.0.0 255.255.0.0 192.168.4.100
R2(config)#exit
R2#write
Building configuration...
```

R3 配置命令

```
R3#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R3(config)#ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 192.168.3.56
R3(config)#ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 192.168.3.56
R3(config)#ip route 192.168.3.0 255.255.255.0 192.168.3.56
R3(config)#ip route 192.168.4.0 255.255.255.0 192.168.3.56
R3(config)#ip route 10.1.0.0 255.255.0.0 192.168.1.100
R3(config)#ip route 10.2.0.0 255.255.0.0 192.168.1.100
R3(config)#ip route 12.1.0.0 255.255.0.0 192.168.2.100
R3(config)#ip route 12.2.0.0 255.255.0.0 192.168.2.100
R3(config)#ip route 14.1.0.0 255.255.0.0 192.168.4.100
R3(config)#ip route 14.2.0.0 255.255.0.0 192.168.4.100
R3(config)#exit
R3#write
Building configuration...
```

R4 配置命令

```
R4#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R4(config)#ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 192.168.4.56
R4(config)#ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 192.168.4.56
R4(config)#ip route 192.168.3.0 255.255.255.0 192.168.4.56
R4(config)#ip route 192.168.4.0 255.255.255.0 192.168.4.56
R4(config)#ip route 10.1.0.0 255.255.0.0 192.168.1.100
R4(config)#ip route 10.2.0.0 255.255.0.0 192.168.1.100
R4(config)#ip route 12.1.0.0 255.255.0.0 192.168.2.100
R4(config)#ip route 12.2.0.0 255.255.0.0 192.168.2.100
R4(config)#ip route 13.1.0.0 255.255.0.0 192.168.3.100
R4(config)#ip route 13.2.0.0 255.255.0.0 192.168.3.100
R4(config)#exit
R4#write
```

R5 配置命令

```
R5#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
R5(config)#ip route 10.1.0.0 255.255.0.0 192.168.1.100
R5(config)#ip route 10.2.0.0 255.255.0.0 192.168.1.100
R5(config)#ip route 12.1.0.0 255.255.0.0 192.168.2.100
R5(config)#ip route 12.2.0.0 255.255.0.0 192.168.2.100
R5(config)#ip route 13.1.0.0 255.255.0.0 192.168.3.100
R5(config)#ip route 13.2.0.0 255.255.0.0 192.168.3.100
R5(config)#ip route 14.1.0.0 255.255.0.0 192.168.4.100
R5(config)#ip route 14.2.0.0 255.255.0.0 192.168.4.100
R5(config)#exit
R5#write
```

连接测试以 PC-1 为例:

```
PC-1> ping 12.1.1.6
12.1.1.6 icmp_seq=1 timeout
12.1.1.6 icmp_seq=2 timeout
84 bytes from 12.1.1.6 icmp_seq=3 ttl=61 time=58.579 ms
84 bytes from 12.1.1.6 icmp_seq=4 ttl=61 time=59.758 ms
84 bytes from 12.1.1.6 icmp_seq=5 ttl=61 time=64.835 ms

PC-1> ping 12.2.1.8
12.2.1.8 icmp_seq=1 timeout
12.2.1.8 icmp_seq=2 timeout
84 bytes from 12.2.1.8 icmp_seq=3 ttl=61 time=55.222 ms
84 bytes from 12.2.1.8 icmp_seq=4 ttl=61 time=38.095 ms
84 bytes from 12.2.1.8 icmp_seq=5 ttl=61 time=37.593 ms
```

```
PC-1> ping 13.1.1.9
13.1.1.9 icmp_seq=1 timeout
13.1.1.9 icmp_seq=2 timeout
84 bytes from 13.1.1.9 icmp_seq=3 ttl=61 time=60.200 ms
84 bytes from 13.1.1.9 icmp_seq=4 ttl=61 time=61.635 ms
84 bytes from 13.1.1.9 icmp_seq=5 ttl=61 time=63.750 ms

PC-1> ping 13.2.1.11
13.2.1.11 icmp_seq=1 timeout
13.2.1.11 icmp_seq=2 timeout
84 bytes from 13.2.1.11 icmp_seq=3 ttl=61 time=59.747 ms
84 bytes from 13.2.1.11 icmp_seq=4 ttl=61 time=95.380 ms
84 bytes from 13.2.1.11 icmp_seq=5 ttl=61 time=47.406 ms
```

```
PC-1> ping 14.1.1.12
14.1.1.12 icmp_seq=1 timeout
14.1.1.12 icmp_seq=2 timeout
84 bytes from 14.1.1.12 icmp_seq=3 ttl=61 time=54.173 ms
84 bytes from 14.1.1.12 icmp_seq=4 ttl=61 time=55.684 ms
84 bytes from 14.1.1.12 icmp_seq=5 ttl=61 time=55.153 ms

PC-1> ping 14.2.1.14
14.2.1.14 icmp_seq=1 timeout
14.2.1.14 icmp_seq=2 timeout
84 bytes from 14.2.1.14 icmp_seq=3 ttl=61 time=40.974 ms
84 bytes from 14.2.1.14 icmp_seq=4 ttl=61 time=37.593 ms
84 bytes from 14.2.1.14 icmp_seq=5 ttl=61 time=58.273 ms
```

R1 路由表:


```

S    192.168.4.0/24 [1/0] via 192.168.1.56
    10.0.0.0/16 is subnetted, 2 subnets
C    10.2.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0.2
C    10.1.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0.1
    12.0.0.0/16 is subnetted, 2 subnets
S    12.1.0.0 [1/0] via 192.168.2.100
        [1/0] via 192.168.2.56
S    12.2.0.0 [1/0] via 192.168.2.100
        [1/0] via 192.168.2.56
C    192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0
    13.0.0.0/16 is subnetted, 2 subnets
S    13.1.0.0 [1/0] via 192.168.3.100
        [1/0] via 192.168.3.56
S    13.2.0.0 [1/0] via 192.168.3.100
        [1/0] via 192.168.3.56
S    192.168.2.0/24 [1/0] via 192.168.1.56
    14.0.0.0/16 is subnetted, 2 subnets
S    14.2.0.0 [1/0] via 192.168.4.100
        [1/0] via 192.168.4.56
S    14.1.0.0 [1/0] via 192.168.4.100
        [1/0] via 192.168.4.56
        [1/0] via 192.168.3.56
S    192.168.3.0/24 [1/0] via 192.168.1.56

```

R2 路由表:

```

S    192.168.4.0/24 [1/0] via 192.168.2.56
    10.0.0.0/16 is subnetted, 2 subnets
S    10.2.0.0 [1/0] via 192.168.1.100
S    10.1.0.0 [1/0] via 192.168.1.100
        [1/0] via 192.168.1.56
    12.0.0.0/16 is subnetted, 2 subnets
C    12.1.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0.1
C    12.2.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0.2
S    192.168.1.0/24 [1/0] via 192.168.2.56
    13.0.0.0/16 is subnetted, 2 subnets
S    13.1.0.0 [1/0] via 192.168.3.100
        [1/0] via 192.168.3.56
S    13.2.0.0 [1/0] via 192.168.3.100
C    192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0
    14.0.0.0/16 is subnetted, 2 subnets
S    14.2.0.0 [1/0] via 192.168.4.100
S    14.1.0.0 [1/0] via 192.168.4.100
        [1/0] via 192.168.4.56
S    192.168.3.0/24 [1/0] via 192.168.2.56

```

R3 路由表:

```

S    192.168.4.0/24 [1/0] via 192.168.3.56
    10.0.0.0/16 is subnetted, 2 subnets
S    10.2.0.0 [1/0] via 192.168.1.100
S    10.1.0.0 [1/0] via 192.168.1.100
    12.0.0.0/16 is subnetted, 2 subnets
S    12.1.0.0 [1/0] via 192.168.2.100
S    12.2.0.0 [1/0] via 192.168.2.100
S    192.168.1.0/24 [1/0] via 192.168.3.56
    13.0.0.0/16 is subnetted, 2 subnets
C    13.1.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0.1
C    13.2.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0.2
S    192.168.2.0/24 [1/0] via 192.168.3.56
    14.0.0.0/16 is subnetted, 2 subnets
S    14.2.0.0 [1/0] via 192.168.4.100
S    14.1.0.0 [1/0] via 192.168.4.100
C    192.168.3.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0

```

R4 路由表:

```

C 192.168.4.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0
10.0.0.0/16 is subnetted, 2 subnets
S 10.2.0.0 [1/0] via 192.168.1.100
S 10.1.0.0 [1/0] via 192.168.1.100
12.0.0.0/16 is subnetted, 2 subnets
S 12.1.0.0 [1/0] via 192.168.2.100
S 12.2.0.0 [1/0] via 192.168.2.100
S 192.168.1.0/24 [1/0] via 192.168.4.56
13.0.0.0/16 is subnetted, 2 subnets
S 13.1.0.0 [1/0] via 192.168.3.100
S 13.2.0.0 [1/0] via 192.168.3.100
S 192.168.2.0/24 [1/0] via 192.168.4.56
14.0.0.0/16 is subnetted, 2 subnets
C 14.2.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0.2
C 14.1.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0.1
S 192.168.3.0/24 [1/0] via 192.168.4.56

```

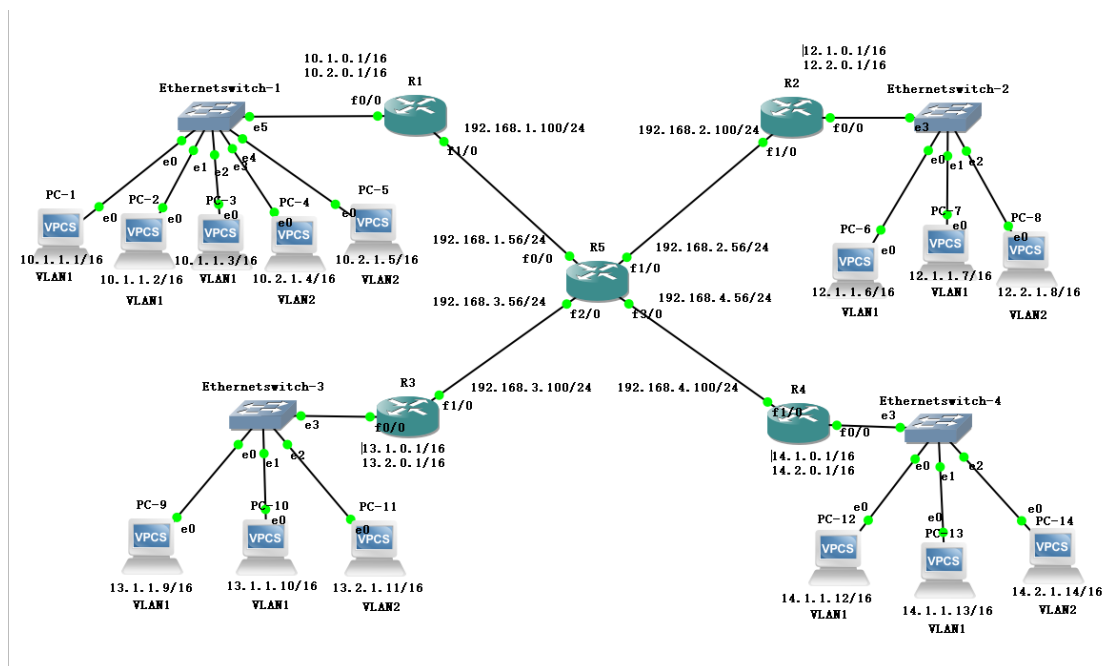
R5 路由表:

```

C 192.168.4.0/24 is directly connected, FastEthernet3/0
10.0.0.0/16 is subnetted, 2 subnets
S 10.2.0.0 [1/0] via 192.168.1.100
S 10.1.0.0 [1/0] via 192.168.1.100
12.0.0.0/16 is subnetted, 2 subnets
S 12.1.0.0 [1/0] via 192.168.2.100
S 12.2.0.0 [1/0] via 192.168.2.100
C 192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
13.0.0.0/16 is subnetted, 2 subnets
S 13.1.0.0 [1/0] via 192.168.3.100
S 13.2.0.0 [1/0] via 192.168.3.100
C 192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0
14.0.0.0/16 is subnetted, 2 subnets
S 14.2.0.0 [1/0] via 192.168.4.100
S 14.1.0.0 [1/0] via 192.168.4.100
C 192.168.3.0/24 is directly connected, FastEthernet2/0

```

- 请把本部分的最后完整拓扑图记录在此。并标注每台 PC 的 IP 地址、子网掩码和属于的 VLAN，以及每个路由器的端口分配的 IP 地址、子网掩码。（将实验拓扑数据保存为 part3 目录，随实验报告一起打包上交）



六、 实验结果与分析

- 在同一个局域网内的 2 台 PC 机，IP 地址分别为 10.0.0.1/8 和 10.1.0.1/8，都属于 VLAN1，一开始可以互相 Ping 通，为什么把子网掩码长度从 8 位变成 16 位，就

不通了？

答：因为子网掩码长度 16 位指明了局域网中 IP 地址的前 16 位需要相同，两台 PC 机的前 16 位 IP 地址中只有前 8 位是一致的，因此 TCP/IP 协议会根据子网掩码判定两个 PC 机前者处于同一个网络环境而后者不是处于同一个网络环境中，所以一开始可以互相 PING 通而后来 PING 不通。

- 仅使用二层交换机的情况下，同一个局域网内，属于不同 VLAN 的 PC 之间为何不能 Ping 通呢？

答：因为 VLAN 能够通过限制广播帧转发的范围而分割广播域，不同的广播域之间无法直接进行通信。

- 交换机的端口设置为 VLAN Trunk 模式后，在通过该端口转发数据包时，交换机会插入什么信息，使得对方交换机能够将数据包转发到正确的 VLAN？

答：TRUNK 模式可以允许多个 VLAN 通过，在通过端口转发数据包后，会插入一个 TAG 表示 VLAN 的值，使得交换机能够将数据包转发到正确的 VLAN。

- 为了让不同局域网的 PC 之间能够互相 Ping 通，在设置静态路由时，所有路由器之间互联的子网是否一定要全部加入到第 1-4 个局域网路由器的路由表中？

答：不一定，只需要将需要 PING 通的路线添加到静态路由，保证每 2 台 PC 之间都有一条通路即可，多余的路由不需要。

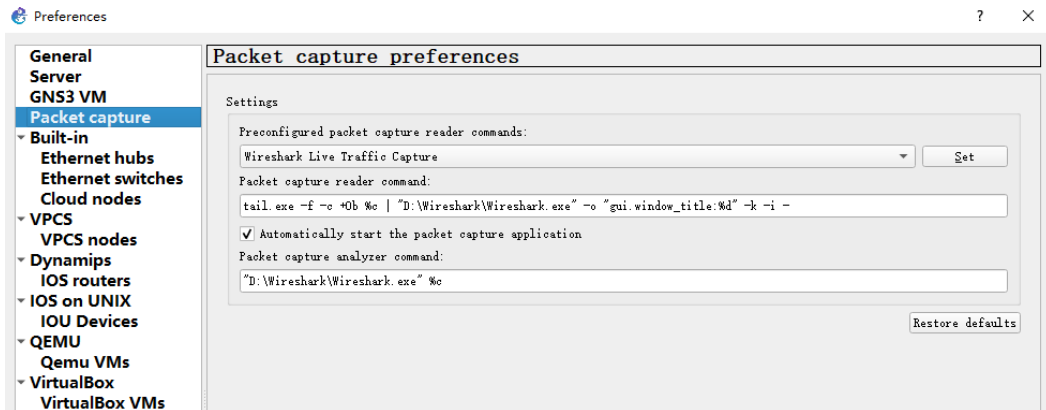
七、 讨论、心得

在本次实验中，我主要通过了 GNS3 软件进行模拟网络的组建，这次实验加深了我对网关、子网掩码、局域网、VLAN、HUB、交换机、路由器等概念的理解。在实验中我主要遇到了以下问题：

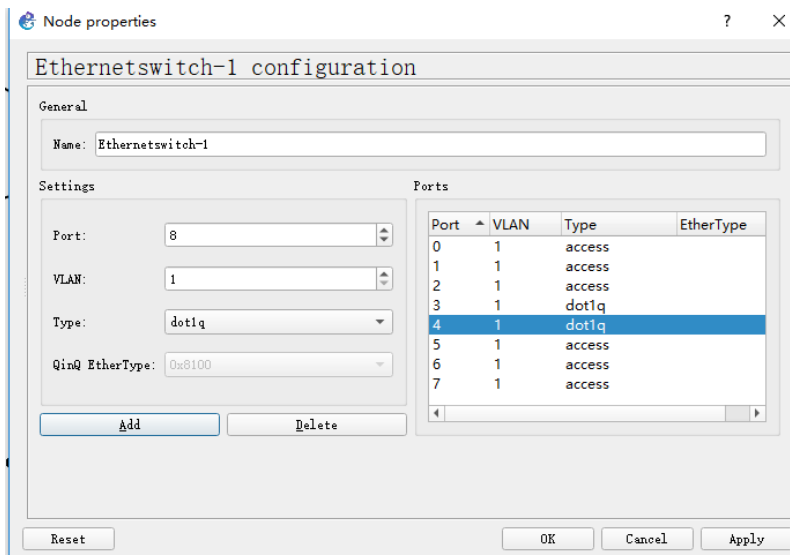
1. 一开始我没有理清子网的概念，以为子网是一个具体的 IP 地址，而实际上子网是一个 IP 地址段。所以我一开始将网关设置成了 10.1.0.0，而最后一个字节为 0 的地址一般是保留地址，所以出现了下图的问题。解决方案是把网关地址改成 10.1.0.1

```
PC-1> ip 10.1.0.1/16 10.1.0.0
Invalid gateway address
```

2. 在抓包之前需要对 Packet Capture 进行配置，由于我之前已经装过 wireshark 软件，因此需要修改对应的 exe 文件地址。



3. 在 PART2 中，由于一开始没有对 VLAN 进行深入的理解，导致在修改时，只修改了 type（从 access 到 dot1q）而没有修改 VLAN 的值（应该从 1 改成 2）



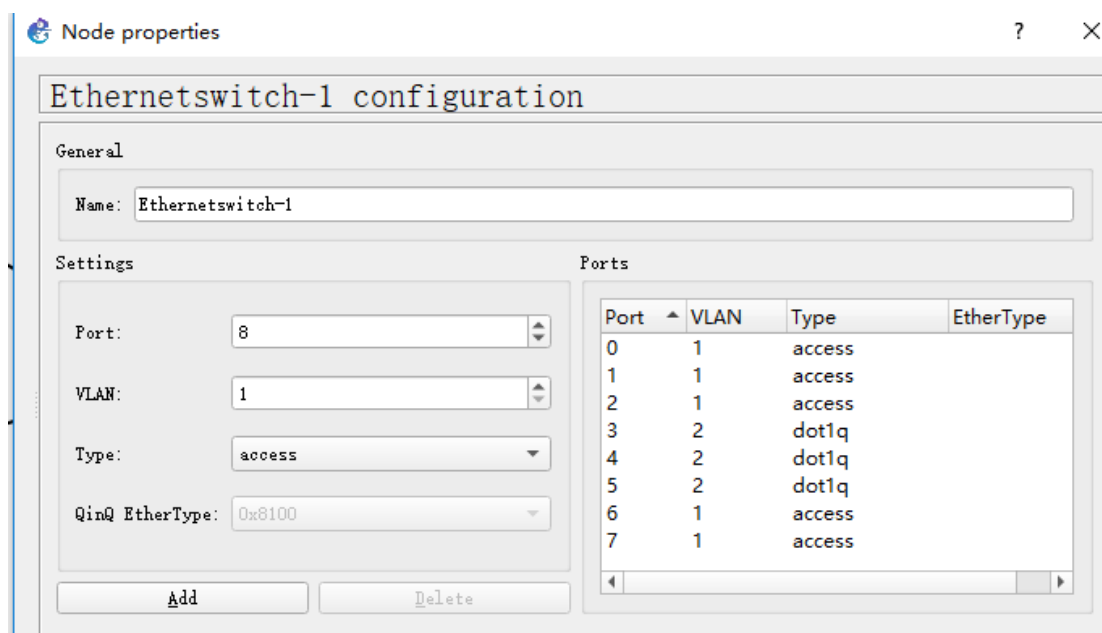
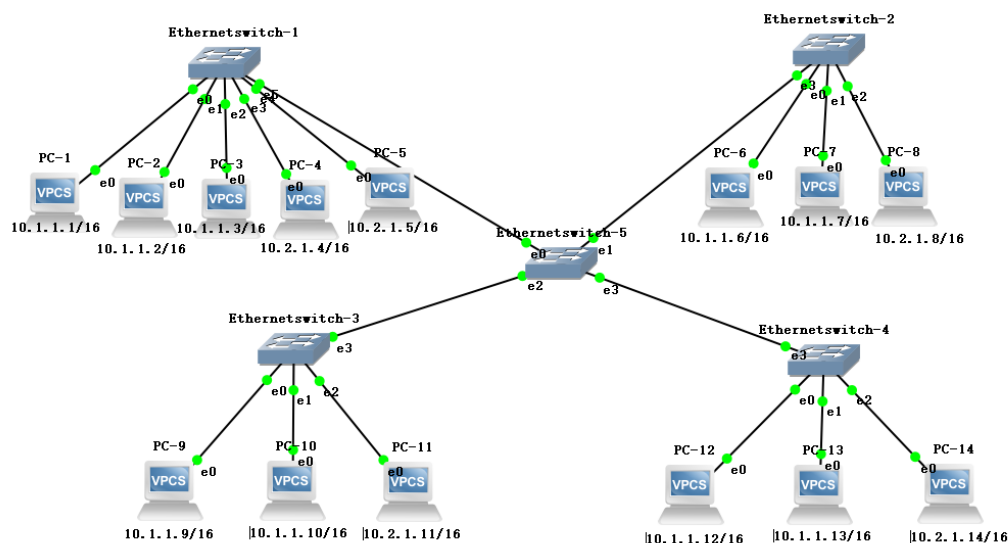
4. 实验中遇到了一个奇怪的问题，修改了网段后，直接 ping 会出现不可到达的提示而不是超时的提示。而如果在修改网段前先 ping 一次则不会。（至今未明白是什么原因）

```
PC-1> ping 10.1.1.4
host (10.1.1.4) not reachable

PC-1> ping 10.1.1.4
84 bytes from 10.1.1.4 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.075 ms
84 bytes from 10.1.1.4 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.147 ms
84 bytes from 10.1.1.4 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.089 ms
84 bytes from 10.1.1.4 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.106 ms
84 bytes from 10.1.1.4 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.094 ms

PC-1> ping 10.1.1.4
10.1.1.4 icmp_seq=1 timeout
10.1.1.4 icmp_seq=2 timeout
10.1.1.4 icmp_seq=3 timeout
10.1.1.4 icmp_seq=4 timeout
10.1.1.4 icmp_seq=5 timeout
```

5. 在 PART2 中修改第 5 个交换机的 VLAN=2 时，只顾着修改这个，而没有修改 4 个交换机与 Switch5 之间连接的端口的 VLAN=2，导致这个问题排查了很久。



6. 在路由器配置前需要先输入 config terminal 进入配置状态才可以配置

```
R1#interface FastEthernet0/0.1
^
% Invalid input detected at '^' marker.

R1#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#interface FastEthernet0/0.1
R1(config-subif)#
```

7.我认为本实验最坑的地方就是，路由器设置好 FastEthernet0/0.1、FastEthernet0/0.2 逻辑子接口后，还需要进入 FastEthernet0/0 子接口执行 no shutdown 命令，否则无法运行！

```
R1#configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
R1(config)#interface FastEthernet0/0
R1(config-if)#no shut
R1(config-if)#exit
```

8.在配置静态路由时（IP ROUTE 目标网络 子网掩码 下一跳地址），目标网络表示的是一个网段而不是一个具体的 PC，所以目标网络的最后一个字节应该是 0，否则会出现子网掩码不一致的报错信息。