

浙江大学

本科实验报告

课程名称： 计算机网络

实验名称： 静态路由配置

姓 名：

学 院： 计算机学院

系： 计算机科学与技术

专 业： 计算机科学与技术

学 号：

指导教师： 黄正谦

2021 年 12 月 16 日

浙江大学实验报告

一、 实验目的：

- 学习掌握路由器的工作原理和配置方法；
- 加深路由和交换功能的区别和联系；
- 理解路由表的原理，掌握子网划分原则；
- 理解静态路由的概念，掌握设置静态路由和默认路由的方法；

二、 实验内容

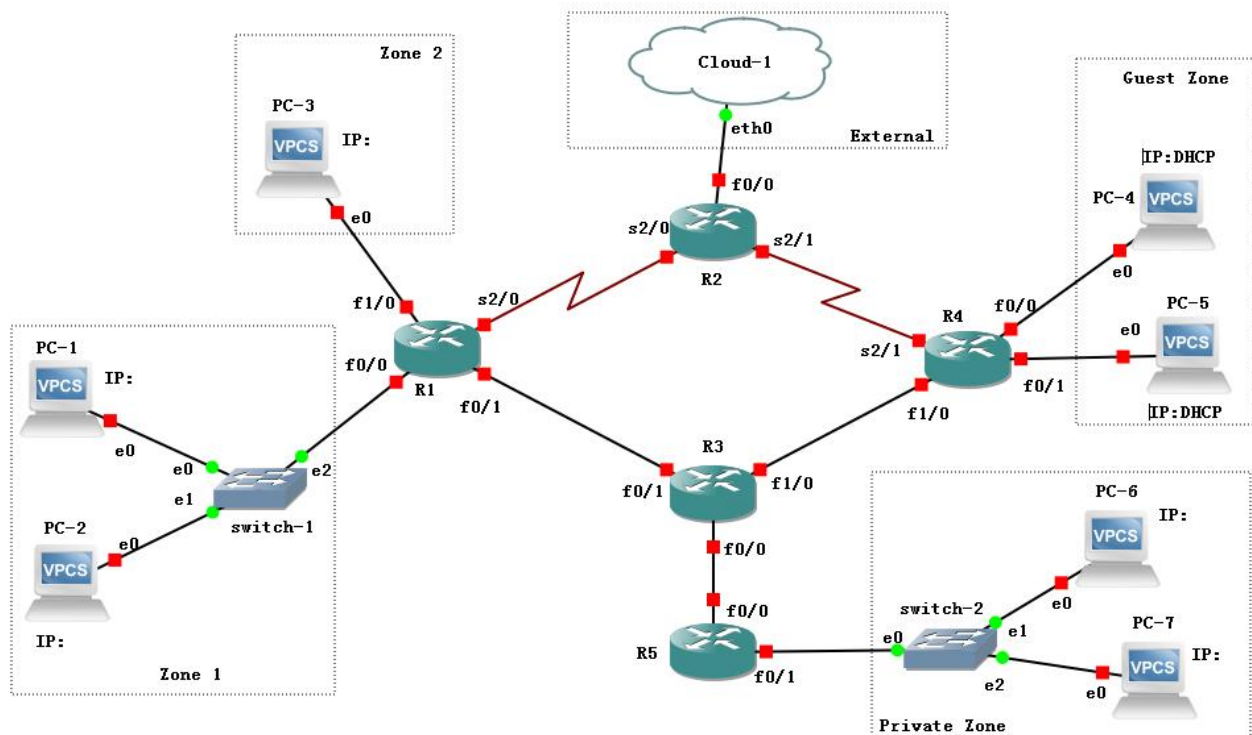
- 分别采用静态地址分配、动态地址分配构建多种类型的局域网；
- 使用多个路由器连接多个局域网；
- 分别采用以太网、高速串口等方式连接路由器；
- 通过路由器连接真实网络并实现数据通信；
- 在路由器上配置 NAT，实现私有网络和共有网络的互联；
- 在各路由器上配置静态路由，实现网络互联互通。

三、 主要仪器设备

联网的 PC 机、路由器、交换机（如果物理设备不足，可以使用模拟软件）。

四、 操作方法与实验步骤

- 按拓扑图连接路由器、交换机和 PC 机；



- 设计好每个区域内 PC 和路由器接口的 IP 地址及掩码，其中：
Zone1 区域的 IP 子网为 10.0.0.0/16；
Zone2 区域的 IP 子网为 10.1.0.0/16；
Guest 区域使用 DHCP 动态地址分配，IP 子网为 172.16.0.0/24 和 172.16.1.0/24；

Private 区域需要经过 NAT 转换后再和其他区域通信, IP 子网为 192.168.0.0/24;

External 区域代表外部实际网络(即 R2 的 f0/0 接口连接的是外部真实网络,如校园网),使用 GNS3 模拟时,是通过 Cloud-1 这个特殊设备连接外部网络(具体请参考 GNS3 指南)。

- 为便于记忆,建议路由器之间的接口统一采用 192.168.X.Y/24 的形式,其中 X 为两个路由器的编号组合,如 12 代表 R1 和 R2 之间的子网,Y 为路由器编号,如 192.168.12.1 分配给 R1 的 s2/0 接口,192.168.12.2 分配给 R2 的 s2/0 接口。
- 按照上述设计给 PC 配置合适的 IP 地址及掩码;
- 按照上述设计给各路由器接口分配合适的 IP 地址、掩码并激活接口(命令参考下面):
R1(config)# interface 接口名
R1(config-if)# ip address IP 地址 掩码
R1(config-if)# no shutdown
- 给 PC 配置默认路由器地址,测试跨路由器通信;
- 在 R4 路由器上配置 DHCP 服务,步骤如下:
 - a) 配置路由器接口的 IP 地址;
 - b) 定义第一个子网的 DHCP 地址池(命令: ip dhcp pool 地址池编号);
 - c) 定义 DHCP 网络地址(命令: network IP 地址 /子网掩码长度);
 - d) 定义 DHCP 默认网关(命令: default-router 默认路由器 IP 地址);
 - e) 根据需要定义第二个子网的 DHCP 地址池;
 - f) 启动 DHCP 服务(命令: service dhcp);
 - g) 在 PC 上运行 ip dhcp,获取 IP 地址,并查看获得的 IP 地址。
- 配置 R1、R2 路由器之间的串口的数据链路层协议为 HDLC,并设置 IP 地址;
- 配置 R2、R4 路由器之间的串口的数据链路层协议为 PPP,并设置 IP 地址;
- 在各路由器上配置静态路由,使得不相邻路由器之间能够相互通信(命令: ip route 目标网络 子网掩码 下一跳地址);
- 在 R5 路由器上配置 NAT 服务,使得 PC6、PC7 以 R5 的 f0/0 接口的 IP 地址对外通信。配置步骤如下:
 - a) 定义内部接口(命令: interface fa0/1, ip nat inside),假设 fa0/1 是连接内部网络的接口;
 - b) 定义外部接口(命令: interface fa0/0, ip nat outside),假设 fa0/0 是连接外部网络的接口;
 - c) 设置访问控制列表(命令: access-list 1 permit 192. 168. 0. 0 0. 0. 0. 255),允许网络(假设是 192. 168. 0. 0/24)向外访问;
 - d) 定义从内到外的访问需要进行源地址转换,使用路由器的外部接口地址作为转换后的外部地址(命令: ip nat inside source list 1 interface fa0/0 overload)。
- 配置 R2 的 f0/0 接口,使其能够与外部真实网络上的主机进行通信(请参考《使用 GNS3 软件模拟 IOS 指南》中的第十二节“增加网络云”相关内容);
- 使用 Ping 命令测试各个区域的 PC 之间的联通性,根据需要在相应的路由器上补充静态路由设置。

五、实验数据记录和处理

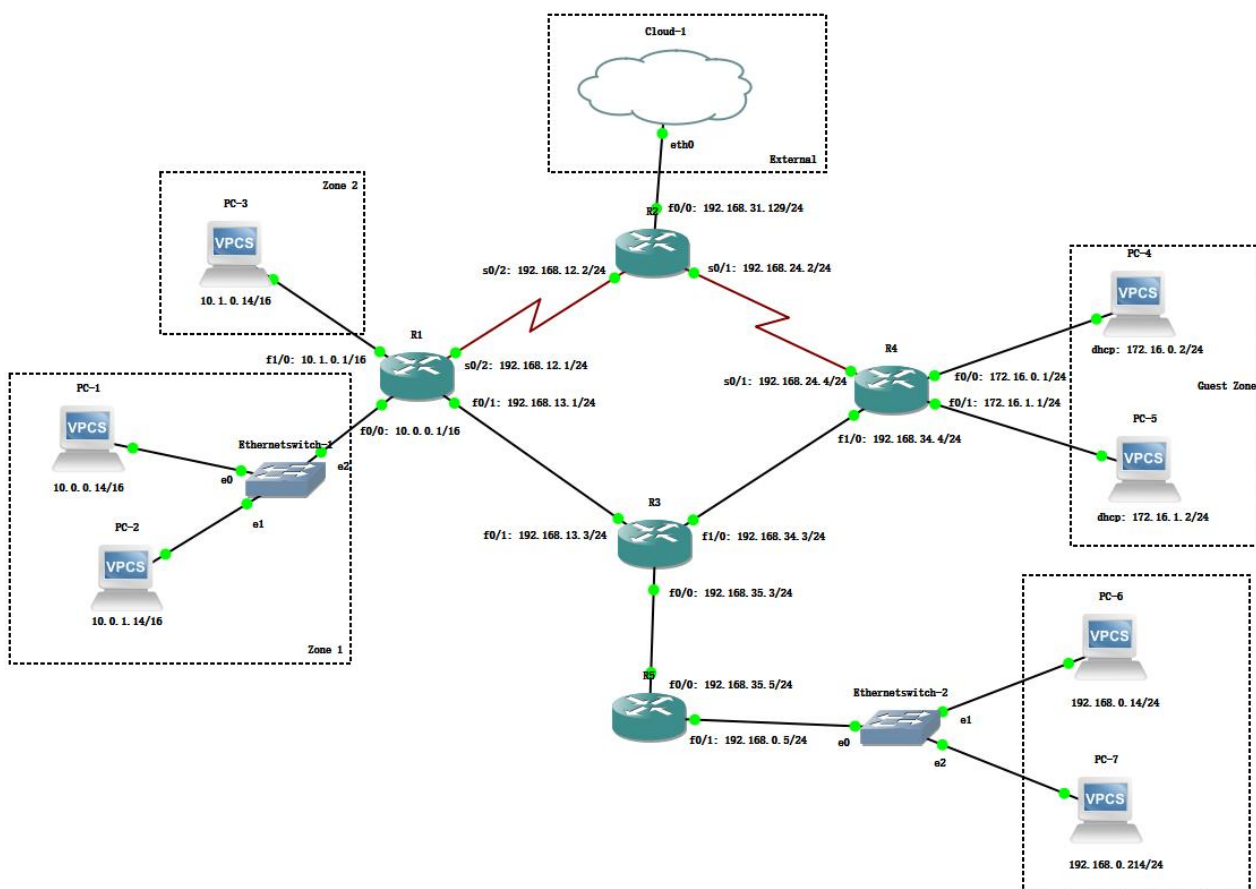
以下实验记录均需结合屏幕截图进行文字标注和描述,图片应大小合适、关键部分清晰可见,可直接在图片上进行标注

(本文档中的截图仅用于示例,请更换成你自己的)。记录输入的命令时,直接粘贴文字即可(保留命令前面的提示符,

如 R1#)。

1. 设计好每个 PC、路由器各接口的 IP 地址及掩码，并标注在拓扑图上（后续全部按照这个图进行配置）。

设计的拓扑图:



2. 给 PC1 配置 IP 地址为 10.0.0.X, 给 PC2 配置 IP 地址为 10.0.1.X, 其中 X 为你的学号后 2 位或后 3 位（如果 3 位都为 0, 往前取, 直到 3 位不全为 0, 后同不再说明）, 均使用 24 位长度的掩码（即 255.255.255.0）。然后用 Ping 检查 PC1、PC2 之间的连通性（思考为什么不通）。

原因：两台 PC 属于不同的子网

Ping 结果截图:

```
PC-1>
PC-1> ip 10.0.0.14/24
Checking for duplicate address...
PC1 : 10.0.0.14 255.255.255.0
PC-1>
```

```

PC-2>
PC-2> ip 10.0.1.14/24
Checking for duplicate address...
PC1 : 10.0.1.14 255.255.255.0

PC-2> ping 10.0.0.14
No gateway found

PC-2>

```

3. 将 PC1、PC2 的掩码长度均改为 16 位（即 255.255.0.0）。然后用 Ping 检查 PC1、PC2 之间的连通性。

Ping 结果截图:

```

PC-2> ip 10.0.1.14/16
Checking for duplicate address...
PC1 : 10.0.1.14 255.255.0.0

PC-2> ping 10.0.0.14
84 bytes from 10.0.0.14 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.850 ms
84 bytes from 10.0.0.14 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.267 ms
84 bytes from 10.0.0.14 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.230 ms
84 bytes from 10.0.0.14 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.162 ms
84 bytes from 10.0.0.14 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.150 ms

```

4. 给 R1 的两个接口 f0/0、f1/0 分别配置合适的 IP 地址，掩码长度均为 16，并激活接口。然后查看路由表信息。

输入的配置命令（此处示例为截图形式，请替换成文本形式，下同）:

```

R1#ena
R1#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#int fa0/0
R1(config-if)#ip addr 10.0.0.1 255.255.0.0
R1(config-if)#no shut
R1(config-if)#int fa1/0
R1(config-if)#ip addr 10.1.0.1 255.255.0.0
R1(config-if)#no shut

```

路由表信息截图:

```

R1#sh ip rou
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      10.0.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0
C      10.1.0.0 is directly connected, FastEthernet1/0
R1#

```


5. 给 PC3 配置 IP 地址 10.1.0.X，其中 X 为你的学号后 2 位或后 3 位，掩码长度 16 位（即 255.255.0.0）。

然后用 Ping 检查 PC1、PC3 之间的连通性。

Ping 结果截图:

```
PC-3>
PC-3> ip 10.1.0.14/16
Checking for duplicate address...
PC1 : 10.1.0.14 255.255.0.0

PC-3> ping 10.0.1.14
No gateway found

PC-3> ping 10.0.0.14
No gateway found

PC-3> █
```

6. 如果上一步 Ping 的结果是不通，请给 PC1、PC3 配置合适的路由器地址（Gateway），并再次检查两者之间的连通性。

配置命令（此处示例为截图形式，请替换成文本形式）:

```
PC-1> ip 10.0.0.14/16 10.0.0.1
```

```
PC-3> ip 10.1.0.14/16 10.1.0.1
```

Ping 结果截图:

```
PC-3> ip 10.1.0.14/16 10.1.0.1
Checking for duplicate address...
PC1 : 10.1.0.14 255.255.0.0 gateway 10.1.0.1

PC-3>
PC-3> ping 10.0.0.14
10.0.0.14 icmp_seq=1 timeout
84 bytes from 10.0.0.14 icmp_seq=2 ttl=63 time=30.766 ms
84 bytes from 10.0.0.14 icmp_seq=3 ttl=63 time=31.882 ms
84 bytes from 10.0.0.14 icmp_seq=4 ttl=63 time=32.023 ms
84 bytes from 10.0.0.14 icmp_seq=5 ttl=63 time=29.937 ms
```

7. 给 R4 的 f0/0、f0/1 两个接口配置 IP 地址并激活接口。

配置命令（此处示例为截图形式，请替换成文本形式）:

```
R4#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R4(config)#int f0/0
R4(config-if)#ip addr 172.16.0.1 255.255.255.0
R4(config-if)#no shut
R4(config-if)#int f0/1
R4(config-if)#ip addr 172.16.1.1 255.255.255.0
R4(config-if)#no shut
```

8. 在 R4 上为第一个接口（f0/0）连接的子网配置 DHCP 服务。

配置命令（此处示例为截图形式，请替换成文本形式）：

```
R4#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
R4(config)#ip dhcp pool 1
R4(dhcp-config)#netw 172.16.0.0 /24
R4(dhcp-config)#default-router 172.16.0.1
```

9. 在 PC4 上使用 DHCP 动态分配地址，查看获得的 IP 地址。

配置命令及获得的 IP 地址截图：



```
PC-4>
PC-4> ip dhcp
DDORA IP 172.16.0.2/24 GW 172.16.0.1
PC-4> █
```

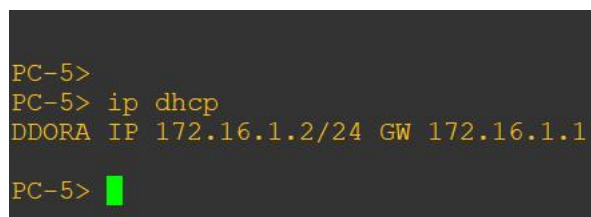
10. 在 R4 上为第二个接口（f0/1）配置 DHCP 服务。

配置命令（此处示例为截图形式，请替换成文本形式）：

```
R4#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
R4(config)#ip dhcp pool 2
R4(dhcp-config)#netw 172.16.1.0 /24
R4(dhcp-config)#default-router 172.16.1.1
```

11. 在 PC5 上使用 DHCP 动态分配地址，查看获得的 IP 地址。

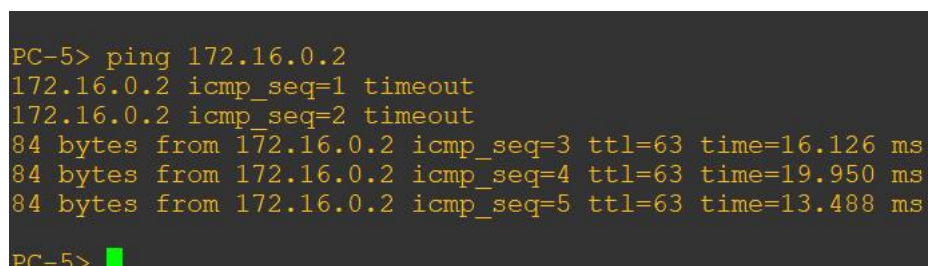
配置命令及获得的 IP 地址截图：



```
PC-5>
PC-5> ip dhcp
DDORA IP 172.16.1.2/24 GW 172.16.1.1
PC-5> █
```

12. 用 Ping 命令测试 PC4、PC5 之间的连通性。

Ping 结果截图：



```
PC-5> ping 172.16.0.2
172.16.0.2 icmp_seq=1 timeout
172.16.0.2 icmp_seq=2 timeout
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=3 ttl=63 time=16.126 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=4 ttl=63 time=19.950 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=5 ttl=63 time=13.488 ms
PC-5> █
```

13. 显示 R4 上的已分配 DHCP 主机信息

```
R4#
R4#sh ip dhcp bind
Bindings from all pools not associated with VRF:
IP address          Client-ID/
                    Hardware address/
                    User name
172.16.0.2          0100.5079.6668.03    Mar 02 2002 12:04 AM    Automatic
172.16.1.2          0100.5079.6668.04    Mar 02 2002 12:05 AM    Automatic
R4#
```

14. 配置 R1、R2 路由器之间的串口，设置数据链路层协议为 HDLC（命令：encapsulation hdlc），在其中一台路由器上设置时钟速率（命令：clock rate 速率值），设置 IP 地址，激活接口，并测试两个路由器之间的连通性。

配置命令：

```
R1#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
R1(config)#int s0/2
R1(config-if)#ip addr 192.168.12.1 255.255.255.0
R1(config-if)#encap hdlc
R1(config-if)#no shut

R2#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
R2(config)#int s0/2
R2(config-if)#ip addr 192.168.12.2 255.255.255.0
R2(config-if)#encap hdlc
R2(config-if)#clock rate 128000
R2(config-if)#no shut
```

Ping 结果截图：

```
R1#
R1#ping 192.168.12.2

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.12.2, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/15/68 ms
R1#
```

15. 配置 R4、R2 路由器之间的串口，设置 IP 地址，设置数据链路层协议为 PPP（命令：encapsulation ppp），设置 PPP 认证模式为 CHAP（命令：ppp authentication chap），为对方设置认证用户名和密码（命令：username R4 password 1234），用户名默认就是对方的路由器 hostname（区分大小写），密码要设置成一样的。激活接口，查看串口状态并测试两个路由器之间的连通性。

配置命令：


```

R2#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
R2(config)#username R4 passw 1234
R2(config)#int s0/1
R2(config-if)#ip addr 192.168.24.2 255.255.255.0
R2(config-if)#encap ppp
R2(config-if)#ppp authen chap
R2(config-if)#no shut

R4#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
R4(config)#username R2 passw 1234
R4(config)#int s0/1
R4(config-if)#ip addr 192.168.24.4 255.255.255.0
R4(config-if)#encap ppp
R4(config-if)#ppp authen chap
R4(config-if)#no shut

```

查看串口状态（LCP Open 表明 PPP 的 LCP 已经协商完成，身份验证通过）：

```

R2#
R2#sh int s0/1
Serial0/1 is up, line protocol is up
  Hardware is GT96K Serial
  Internet address is 192.168.24.2/24
  MTU 1500 bytes, BW 1544 Kbit/sec, DLY 20000 usec,
    reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
  Encapsulation PPP, LCP Open
  Open: IPCP, CDPCP, loopback not set
  Keepalive set (10 sec)
  Last input 00:00:05, output 00:00:09, output hang never
  Last clearing of "show interface" counters 00:03:10
  Input queue: 0/75/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output drops: 0
  Queueing strategy: weighted fair

```

Ping 结果截图：

```

R2#ping 192.168.24.4

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.24.4, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/12/48 ms
R2#

```

16. 配置 R1、R3 路由器之间接口的 IP 地址，激活接口，并测试两个路由器之间的连通性。

配置命令：

```

R1#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
R1(config)#int f0/1
R1(config-if)#ip addr 192.168.13.1 255.255.255.0

```

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

```
R3#conf t
```

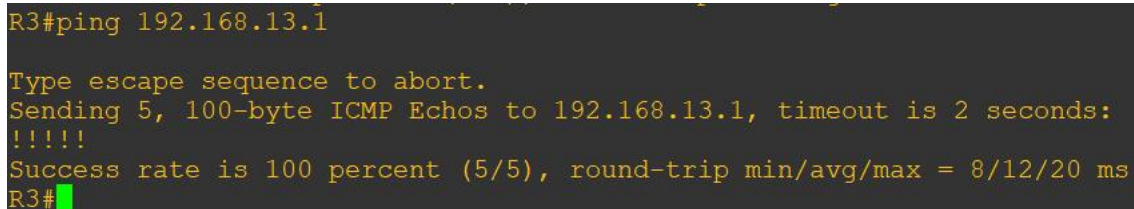
```
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
```

```
R3(config)#int f0/1
```

```
R3(config-if)#ip addr 192.168.13.3 255.255.255.0
```

```
R3(config-if)#no shut
```

Ping 结果截图:



```
R3#ping 192.168.13.1
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.13.1, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 8/12/20 ms
R3#
```

17. 配置 R4、R3 路由器之间接口的 IP 地址，激活接口，并测试两个路由器之间的连通性。

配置命令:

```
R3#conf t
```

```
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
```

```
R3(config)#int f1/0
```

```
R3(config-if)#ip addr 192.168.34.3 255.255.255.0
```

```
R3(config-if)#no shut
```

```
R4#conf t
```

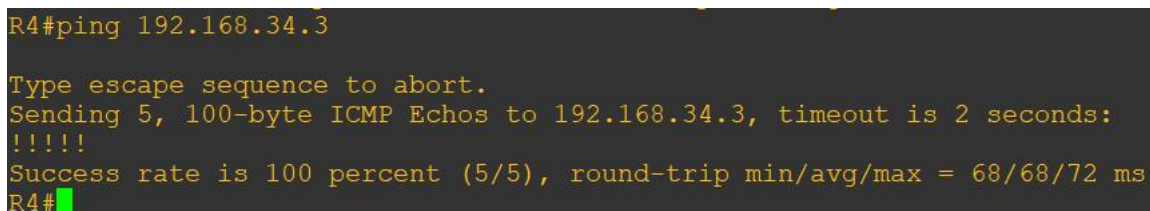
```
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
```

```
R4(config)#int f1/0
```

```
R4(config-if)#ip addr 192.168.34.4 255.255.255.0
```

```
R4(config-if)#no shut
```

Ping 结果截图:



```
R4#ping 192.168.34.3
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.34.3, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 68/68/72 ms
R4#
```

18. 分别测试 PC1 与 PC4、PC1 与 PC5、PC3 与 PC4、PC3 与 PC5 之间的连通性。

Ping 结果截图:

PC1 与 PC4 (此处为示例):

```
PC-1> ping 172.16.0.2
*10.0.0.1 icmp_seq=1 ttl=255 time=16.871 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.1 icmp_seq=2 ttl=255 time=15.742 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.1 icmp_seq=3 ttl=255 time=16.056 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.1 icmp_seq=4 ttl=255 time=15.722 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.1 icmp_seq=5 ttl=255 time=15.777 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)

PC-1> █
```

PC1 与 PC5:

```
PC-1> ping 172.16.1.2
*10.0.0.1 icmp_seq=1 ttl=255 time=1.376 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.1 icmp_seq=2 ttl=255 time=15.973 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.1 icmp_seq=3 ttl=255 time=16.082 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.1 icmp_seq=4 ttl=255 time=16.138 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.1 icmp_seq=5 ttl=255 time=15.580 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)

PC-1> █
```

PC3 与 PC4:

```
PC-3> ping 172.16.0.2
*10.1.0.1 icmp_seq=1 ttl=255 time=15.549 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=2 ttl=255 time=15.919 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=3 ttl=255 time=4.519 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=4 ttl=255 time=8.404 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=5 ttl=255 time=2.384 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)

PC-3> █
```

PC3 与 PC5:

```
PC-3> ping 172.16.1.2
*10.1.0.1 icmp_seq=1 ttl=255 time=3.445 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=2 ttl=255 time=7.263 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=3 ttl=255 time=4.020 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=4 ttl=255 time=0.857 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=5 ttl=255 time=1.510 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)

PC-3> █
```

19. 查看各路由器的路由表信息（命令：[show ip route](#)），分析上述不能 Ping 通的原因是缺少了哪些路由信息，为下一步添加路由做准备。

路由表信息截图:

R1（此处为示例）:


```

R1#sh ip rou
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    192.168.12.0/24 is directly connected, Serial0/2
C    192.168.13.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
     10.0.0.0/16 is subnetted, 2 subnets
C      10.0.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0
C      10.1.0.0 is directly connected, FastEthernet1/0
R1#

```

R2:

```

Gateway of last resort is not set

C    192.168.12.0/24 is directly connected, Serial0/2
     192.168.24.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C      192.168.24.0/24 is directly connected, Serial0/1
C      192.168.24.4/32 is directly connected, Serial0/1
R2#

```

R3:

```

Gateway of last resort is not set

C    192.168.13.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
C    192.168.34.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0
R3#

```

R4:

```

Gateway of last resort is not set

     192.168.24.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C      192.168.24.0/24 is directly connected, Serial0/1
C      192.168.24.2/32 is directly connected, Serial0/1
     172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
C      172.16.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0
C      172.16.1.0 is directly connected, FastEthernet0/1
C    192.168.34.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0
R4#
R4#

```

20. 在各个路由器上为相应的目标网络（Zone1, Zone2, Guest zone 所在子网）添加静态路由（[优先选择以太网线路作为下一跳路径](#)），以便上述三个区内的 PC 能够互相 Ping 通（不通请仔细分析是哪一台路由器缺少了路由）。记录最后的路由表信息。

配置命令（请保留路由器提示符）：

R1（此处为截图形式的示例，请使用文本形式）：

```
R1#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
R1(config)#ip route 172.16.0.0 255.255.255.0 192.168.13.3
R1(config)#ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 192.168.13.3
```

R2:

```
R2#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
R2(config)#ip route 10.0.0.0 255.255.0.0 192.168.12.1
R2(config)#ip route 10.1.0.0 255.255.0.0 192.168.12.1
R2(config)#ip route 172.16.0.0 255.255.255.0 192.168.24.4
R2(config)#ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 192.168.24.4
```

R3:

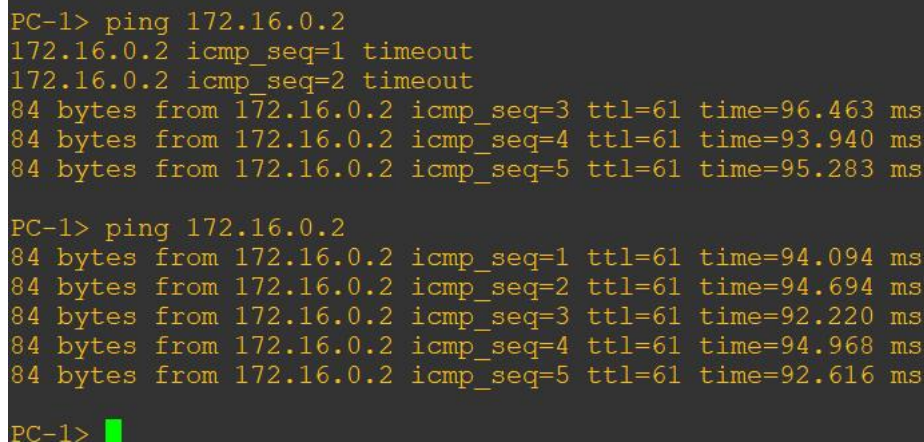
```
R3#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
R3(config)#ip route 10.0.0.0 255.255.0.0 192.168.13.1
R3(config)#ip route 10.1.0.0 255.255.0.0 192.168.13.1
R3(config)#ip route 172.16.0.0 255.255.255.0 192.168.34.4
R3(config)#ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 192.168.34.4
```

R4:

```
R4#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
R4(config)#ip route 10.0.0.0 255.255.0.0 192.168.34.3
R4(config)#ip route 10.1.0.0 255.255.0.0 192.168.34.3
```

Ping 结果截图:

PC1 与 PC4:



```
PC-1> ping 172.16.0.2
172.16.0.2 icmp_seq=1 timeout
172.16.0.2 icmp_seq=2 timeout
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=3 ttl=61 time=96.463 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=4 ttl=61 time=93.940 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=5 ttl=61 time=95.283 ms

PC-1> ping 172.16.0.2
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=1 ttl=61 time=94.094 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=2 ttl=61 time=94.694 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=3 ttl=61 time=92.220 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=4 ttl=61 time=94.968 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=5 ttl=61 time=92.616 ms

PC-1> █
```

PC1 与 PC5:

```
PC-1> ping 172.16.1.2
172.16.1.2 icmp_seq=1 timeout
172.16.1.2 icmp_seq=2 timeout
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=3 ttl=61 time=53.138 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=4 ttl=61 time=34.192 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=5 ttl=61 time=42.163 ms

PC-1> ping 172.16.1.2
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=1 ttl=61 time=55.832 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=2 ttl=61 time=93.249 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=3 ttl=61 time=92.677 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=4 ttl=61 time=57.425 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=5 ttl=61 time=57.152 ms

PC-1> █
```

PC3 与 PC4:

```
PC-3> ping 172.16.0.2
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=1 ttl=61 time=51.706 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=2 ttl=61 time=52.857 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=3 ttl=61 time=63.521 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=4 ttl=61 time=48.470 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=5 ttl=61 time=57.657 ms
```

PC3 与 PC5:

```
PC-3> ping 172.16.1.2
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=1 ttl=61 time=93.156 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=2 ttl=61 time=94.550 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=3 ttl=61 time=92.453 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=4 ttl=61 time=95.166 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=5 ttl=61 time=91.059 ms

PC-3> █
```

路由表信息截图:

R1 (此处为示例):

```
C    192.168.12.0/24 is directly connected, Serial0/2
C    192.168.13.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
     172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
S      172.16.0.0 [1/0] via 192.168.13.3
S      172.16.1.0 [1/0] via 192.168.13.3
     10.0.0.0/16 is subnetted, 2 subnets
C      10.0.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0
C      10.1.0.0 is directly connected, FastEthernet1/0
R1# █
```

R2:


```

Gateway of last resort is not set

C    192.168.12.0/24 is directly connected, Serial0/2
    192.168.24.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    192.168.24.0/24 is directly connected, Serial0/1
C    192.168.24.4/32 is directly connected, Serial0/1
    172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
S    172.16.0.0 [1/0] via 192.168.24.4
S    172.16.1.0 [1/0] via 192.168.24.4
    10.0.0.0/16 is subnetted, 2 subnets
S    10.0.0.0 [1/0] via 192.168.12.1
S    10.1.0.0 [1/0] via 192.168.12.1
R2#

```

R3:

```

Gateway of last resort is not set

C    192.168.13.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
    172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
S    172.16.0.0 [1/0] via 192.168.34.4
S    172.16.1.0 [1/0] via 192.168.34.4
    10.0.0.0/16 is subnetted, 2 subnets
S    10.0.0.0 [1/0] via 192.168.13.1
S    10.1.0.0 [1/0] via 192.168.13.1
C    192.168.34.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0
R3#

```

R4:

```

Gateway of last resort is not set

    192.168.24.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    192.168.24.0/24 is directly connected, Serial0/1
C    192.168.24.2/32 is directly connected, Serial0/1
    172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
C    172.16.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0
C    172.16.1.0 is directly connected, FastEthernet0/1
    10.0.0.0/16 is subnetted, 2 subnets
S    10.0.0.0 [1/0] via 192.168.34.3
S    10.1.0.0 [1/0] via 192.168.34.3
C    192.168.34.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0
R4#

```

21. 在 R1 和 R4 上增加备用路由，选择串口线路作为下一跳的路径，并将路由距离设置成 30（命令：[ip route 目标网络 子网掩码 下一跳地址 距离](#)）。此时查看路由表，该新增路由信息并不会出现，但在主路由链路断开时（在 R1、R4 上关闭与 R3 连接的端口），该路由会被自动添加进路由表。通过实验验证一下。

配置命令：

R1:

```

R1#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
R1(config)#ip route 172.16.0.0 255.255.255.0 192.168.12.2 30

```

R4:

```
R4#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
R4(config)#ip route 10.0.0.0 255.255.0.0 192.168.24.2 30
```

A) R1-R3、R4-R3 间链路断开前:

R1 路由表信息截图

```
Gateway of last resort is not set

C    192.168.12.0/24 is directly connected, Serial0/2
C    192.168.13.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
S    172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
S      172.16.0.0 [1/0] via 192.168.13.3
S      172.16.1.0 [1/0] via 192.168.13.3
S    10.0.0.0/16 is subnetted, 2 subnets
C      10.0.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0
C      10.1.0.0 is directly connected, FastEthernet1/0
R1#
```

R4 路由表信息截图

```
Gateway of last resort is not set

      192.168.24.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C      192.168.24.0/24 is directly connected, Serial0/1
C      192.168.24.2/32 is directly connected, Serial0/1
S    172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
C      172.16.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0
C      172.16.1.0 is directly connected, FastEthernet0/1
S    10.0.0.0/16 is subnetted, 2 subnets
S      10.0.0.0 [1/0] via 192.168.34.3
S      10.1.0.0 [1/0] via 192.168.34.3
C    192.168.34.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0
R4#
```

PC1 上的路由跟踪截图 (命令: trace 目标网络):

```
PC-1> trace 172.16.0.1
trace to 172.16.0.1, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  10.0.0.1    9.238 ms  9.410 ms  9.800 ms
 2  192.168.13.3 28.884 ms 31.106 ms 34.143 ms
 3  *192.168.34.4 57.266 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)
PC-1>
```

B) R1-R3、R4-R3 间链路断开后:

R1 路由表信息截图:

```

Gateway of last resort is not set

C    192.168.12.0/24 is directly connected, Serial0/2
    172.16.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
S    172.16.0.0 [30/0] via 192.168.12.2
    10.0.0.0/16 is subnetted, 2 subnets
C    10.0.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0
C    10.1.0.0 is directly connected, FastEthernet1/0
R1#

```

R4 路由表信息截图:

```

Gateway of last resort is not set

    192.168.24.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    192.168.24.0/24 is directly connected, Serial0/1
C    192.168.24.2/32 is directly connected, Serial0/1
    172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
C    172.16.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0
C    172.16.1.0 is directly connected, FastEthernet0/1
    10.0.0.0/16 is subnetted, 1 subnets
S    10.0.0.0 [30/0] via 192.168.24.2
R4#

```

PC1 上的路由跟踪截图 (如果不通, 请检查 R2 上是否添加了相应的路由):

```

PC-1>
PC-1> trace 172.16.0.1
trace to 172.16.0.1, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  10.0.0.1    8.077 ms  9.992 ms  20.661 ms
 2  192.168.12.2 10.490 ms  8.935 ms  8.918 ms
 3  *192.168.24.4 9.113 ms  (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)

```

C) R1-R3、R4-R3 间链路重新打开后:

R1 路由表信息截图:

```

Gateway of last resort is not set

C    192.168.12.0/24 is directly connected, Serial0/2
C    192.168.13.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
    172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
S    172.16.0.0 [1/0] via 192.168.13.3
S    172.16.1.0 [1/0] via 192.168.13.3
    10.0.0.0/16 is subnetted, 2 subnets
C    10.0.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0
C    10.1.0.0 is directly connected, FastEthernet1/0
R1#

```

R4 路由表信息截图:


```

Gateway of last resort is not set

    192.168.24.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.24.0/24 is directly connected, Serial0/1
C       192.168.24.2/32 is directly connected, Serial0/1
    172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
C       172.16.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0
C       172.16.1.0 is directly connected, FastEthernet0/1
    10.0.0.0/16 is subnetted, 2 subnets
S       10.0.0.0 [1/0] via 192.168.34.3
S       10.1.0.0 [1/0] via 192.168.34.3
C       192.168.34.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0
R4#

```

22. 在 R1 上分别使用 f1/0、s2/0 接口的 IP 地址作为源地址，测试到 R4 的 s2/1 接口地址的连通性（命令：
ping 目标 IP 地址 source 源 IP 地址），如果有哪个不通，在各个路由器上增加相应的静态路由信息。

Ping 结果截图（通了后再截图）：

R1 的 f0/0 与 R4 的 s2/1:

```

R1#ping 192.168.24.4 source 10.0.0.1

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.24.4, timeout is 2 seconds:
Packet sent with a source address of 10.0.0.1
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 124/129/136 ms
R1#

```

R1 的 f0/1 与 R4 的 s2/1:

```

R1#ping 192.168.24.4 source 192.168.13.1

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.24.4, timeout is 2 seconds:
Packet sent with a source address of 192.168.13.1
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 96/96/96 ms
R1#

```

R1 的 f1/0 与 R4 的 s2/1:

```

R1#ping 192.168.24.4 source 10.1.0.1

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.24.4, timeout is 2 seconds:
Packet sent with a source address of 10.1.0.1
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 96/97/100 ms
R1#

```

R1 的 s2/0 与 R4 的 s2/1:

```
R1#ping 192.168.24.4 source 192.168.12.1
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.24.4, timeout is 2 seconds:
Packet sent with a source address of 192.168.12.1
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 96/96/100 ms
R1#
```

补充静态路由的配置命令：

R1:

```
R1#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#ip route 192.168.24.0 255.255.255.0 192.168.13.3
```

R2:

```
R2#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R2(config)#ip route 192.168.13.0 255.255.255.0 192.168.12.1
```

R3:

```
R3#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R3(config)#ip route 192.168.12.0 255.255.255.0 192.168.13.1
R3(config)#ip route 192.168.24.0 255.255.255.0 192.168.34.4
```

R4:

```
R4#ena
R4#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R4(config)#ip route 192.168.12.0 255.255.255.0 192.168.34.3
R4(config)#ip route 192.168.13.0 255.255.255.0 192.168.34.3
```

23. 给 R3 的 f0/0（R3-R5 之间）接口配置 IP 地址，给 R5 各接口配置 IP 地址，激活接口，并测试两个路由器之间的连通性。

配置命令：

R3:

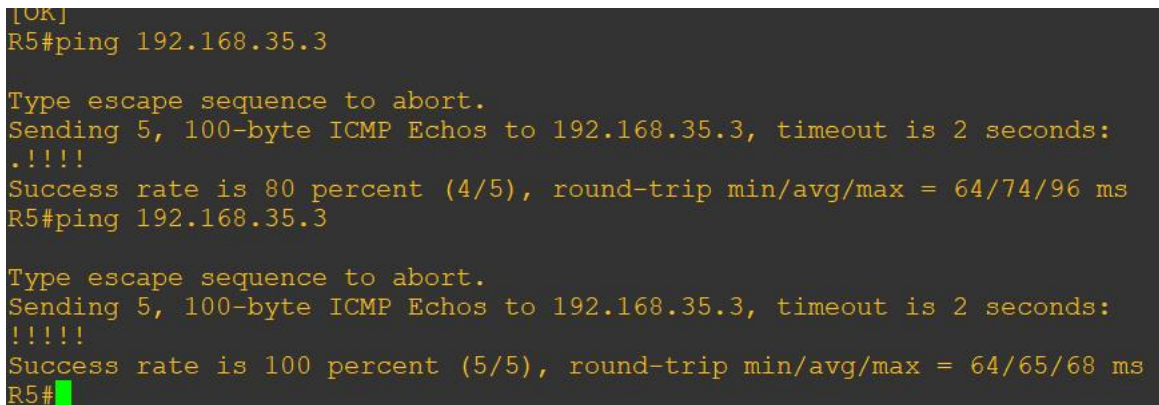
```
R3#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R3(config)#int f0/0
R3(config-if)#ip addr 192.168.35.3 255.255.255.0
R3(config-if)#no shut
```

R5:

```
R5#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
```

```
R5(config)#int f0/0
R5(config-if)#ip addr 192.168.35.5 255.255.255.0
R5(config-if)#no shut
R5(config-if)#int f0/1
R5(config-if)#ip addr 192.168.0.5 255.255.255.0
R5(config-if)#no shut
```

Ping 结果截图:



```
[OK]
R5#ping 192.168.35.3

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.35.3, timeout is 2 seconds:
.!!!!
Success rate is 80 percent (4/5), round-trip min/avg/max = 64/74/96 ms
R5#ping 192.168.35.3

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.35.3, timeout is 2 seconds:
!!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 64/65/68 ms
R5#
```

24. 给 PC6、PC7 配置 IP 地址及默认路由器地址（选 R5 作为默认路由器），其中 PC6 地址的主机部分为你学号后 2 位或后 3 位（规则同前）。

配置命令:

```
PC-6> ip 192.168.0.14/24 192.168.0.5
```

```
PC-7> ip 192.168.0.214/24 192.168.0.5
```

25. 在 R5 路由器上配置 NAT 服务，定义 fa0/1 接口为外部接口，定义 fa0/0 接口为内部接口。配置完成后同时在 PC6、PC7 上持续 Ping 路由器 R3 的 fa0/0 接口地址（命令 `ping ip 地址 -t`），Ping 通后在 R5 上显示 NAT 信息（命令: `show ip nat translation`），可以看出内部的源 IP 地址被转换成了外部 IP 地址。

配置命令（此处为截图形式的示例，请使用文本形式）:

```
R5#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R5(config)#int f0/1
R5(config-if)#ip nat inside
R5(config-if)#int f0/0
R5(config-if)#ip nat outside
R5(config-if)#exi
R5(config)#access-li 1 permit 192.168.0.0 0.0.0.255
R5(config)#ip nat inside source list 1 int f0/0 overload
```


NAT 信息截图：

```
PC-6> ping 192.168.35.3 -t
84 bytes from 192.168.35.3 icmp_seq=1 ttl=254 time=30.778 ms
84 bytes from 192.168.35.3 icmp_seq=2 ttl=254 time=26.289 ms
84 bytes from 192.168.35.3 icmp_seq=3 ttl=254 time=22.572 ms
84 bytes from 192.168.35.3 icmp_seq=4 ttl=254 time=25.021 ms
84 bytes from 192.168.35.3 icmp_seq=5 ttl=254 time=20.578 ms
84 bytes from 192.168.35.3 icmp_seq=6 ttl=254 time=14.328 ms
84 bytes from 192.168.35.3 icmp_seq=7 ttl=254 time=13.487 ms
84 bytes from 192.168.35.3 icmp_seq=8 ttl=254 time=20.806 ms
84 bytes from 192.168.35.3 icmp_seq=9 ttl=254 time=22.912 ms
```

```
PC-7>
PC-7> ping 192.168.35.3 -t
84 bytes from 192.168.35.3 icmp_seq=1 ttl=254 time=46.424 ms
84 bytes from 192.168.35.3 icmp_seq=2 ttl=254 time=45.436 ms
84 bytes from 192.168.35.3 icmp_seq=3 ttl=254 time=46.989 ms
84 bytes from 192.168.35.3 icmp_seq=4 ttl=254 time=47.936 ms
84 bytes from 192.168.35.3 icmp_seq=5 ttl=254 time=47.732 ms
^C
```

Pro	Inside global	Inside local	Outside local	Outside global
icmp	192.168.35.5:32789	192.168.0.14:32789	192.168.35.3:32789	192.168.35.3:32789
icmp	192.168.35.5:33045	192.168.0.14:33045	192.168.35.3:33045	192.168.35.3:33045
icmp	192.168.35.5:33301	192.168.0.14:33301	192.168.35.3:33301	192.168.35.3:33301
icmp	192.168.35.5:33557	192.168.0.14:33557	192.168.35.3:33557	192.168.35.3:33557
icmp	192.168.35.5:33813	192.168.0.14:33813	192.168.35.3:33813	192.168.35.3:33813
icmp	192.168.35.5:34069	192.168.0.14:34069	192.168.35.3:34069	192.168.35.3:34069
icmp	192.168.35.5:34325	192.168.0.14:34325	192.168.35.3:34325	192.168.35.3:34325
icmp	192.168.35.5:34581	192.168.0.14:34581	192.168.35.3:34581	192.168.35.3:34581
icmp	192.168.35.5:34837	192.168.0.14:34837	192.168.35.3:34837	192.168.35.3:34837
icmp	192.168.35.5:35093	192.168.0.14:35093	192.168.35.3:35093	192.168.35.3:35093
icmp	192.168.35.5:35349	192.168.0.14:35349	192.168.35.3:35349	192.168.35.3:35349
icmp	192.168.35.5:35605	192.168.0.14:35605	192.168.35.3:35605	192.168.35.3:35605
icmp	192.168.35.5:35861	192.168.0.14:35861	192.168.35.3:35861	192.168.35.3:35861
icmp	192.168.35.5:36373	192.168.0.14:36373	192.168.35.3:36373	192.168.35.3:36373
icmp	192.168.35.5:36629	192.168.0.14:36629	192.168.35.3:36629	192.168.35.3:36629
icmp	192.168.35.5:36885	192.168.0.14:36885	192.168.35.3:36885	192.168.35.3:36885
icmp	192.168.35.5:37141	192.168.0.14:37141	192.168.35.3:37141	192.168.35.3:37141
icmp	192.168.35.5:1024	192.168.0.214:36373	192.168.35.3:36373	192.168.35.3:1024
icmp	192.168.35.5:1025	192.168.0.214:36629	192.168.35.3:36629	192.168.35.3:1025
icmp	192.168.35.5:1026	192.168.0.214:36885	192.168.35.3:36885	192.168.35.3:1026
icmp	192.168.35.5:1027	192.168.0.214:37141	192.168.35.3:37141	192.168.35.3:1027
icmp	192.168.35.5:37653	192.168.0.214:37653	192.168.35.3:37653	192.168.35.3:37653

R5#

26. 在各路由器上增加静态路由信息，使得 PC6 能够与 Zone1、Zone2、Guest Zone 的 PC 机通信。提示：在 R5 上可以通过设置默认路由方式简化路由配置（命令：ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 默认路由器 IP 地址），而 Private Zone 对其他区域是不可见的，所以在外部路由器上是不需要为其添加路由的（只需要添加 R3-R5 之间的子网）。

配置命令（请保留路由器提示符）：

R1:

```
R1#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
```

```
R1(config)#ip route 192.168.35.0 255.255.255.0 192.168.13.3
```

R2:

不必修改配置

R3:

不必修改配置

R4:

```
R4#conf t
```

Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.

```
R4(config)#ip route 192.168.35.0 255.255.255.0 192.168.34.3
```

R5:

```
R5#conf t
```

Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.

```
R5(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.35.3
```

Ping 结果截图:

PC6 与 PC1:

```
PC-6> ping 10.0.0.14
10.0.0.14 icmp_seq=1 timeout
10.0.0.14 icmp_seq=2 timeout
84 bytes from 10.0.0.14 icmp_seq=3 ttl=61 time=93.489 ms
84 bytes from 10.0.0.14 icmp_seq=4 ttl=61 time=94.468 ms
84 bytes from 10.0.0.14 icmp_seq=5 ttl=61 time=94.287 ms

PC-6> ping 10.0.0.14
84 bytes from 10.0.0.14 icmp_seq=1 ttl=61 time=94.328 ms
84 bytes from 10.0.0.14 icmp_seq=2 ttl=61 time=94.153 ms
84 bytes from 10.0.0.14 icmp_seq=3 ttl=61 time=94.279 ms
84 bytes from 10.0.0.14 icmp_seq=4 ttl=61 time=94.495 ms
84 bytes from 10.0.0.14 icmp_seq=5 ttl=61 time=93.804 ms
```

PC6 与 PC3:

```
PC-6> ping 10.1.0.14
10.1.0.14 icmp_seq=1 timeout
10.1.0.14 icmp_seq=2 timeout
84 bytes from 10.1.0.14 icmp_seq=3 ttl=61 time=61.590 ms
84 bytes from 10.1.0.14 icmp_seq=4 ttl=61 time=61.607 ms
84 bytes from 10.1.0.14 icmp_seq=5 ttl=61 time=56.925 ms

PC-6> ping 10.1.0.14
84 bytes from 10.1.0.14 icmp_seq=1 ttl=61 time=56.950 ms
84 bytes from 10.1.0.14 icmp_seq=2 ttl=61 time=45.087 ms
84 bytes from 10.1.0.14 icmp_seq=3 ttl=61 time=41.436 ms
84 bytes from 10.1.0.14 icmp_seq=4 ttl=61 time=53.073 ms
84 bytes from 10.1.0.14 icmp_seq=5 ttl=61 time=31.968 ms

PC-6> █
```

PC6 与 PC4:


```
PC-6> ping 172.16.0.2
172.16.0.2 icmp_seq=1 timeout
172.16.0.2 icmp_seq=2 timeout
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=3 ttl=61 time=93.646 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=4 ttl=61 time=94.956 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=5 ttl=61 time=88.089 ms

PC-6> ping 172.16.0.2
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=1 ttl=61 time=93.578 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=2 ttl=61 time=92.811 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=3 ttl=61 time=94.975 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=4 ttl=61 time=93.568 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=5 ttl=61 time=93.636 ms

PC-6> █
```

PC6 与 PC5:

```
PC-6> ping 172.16.1.2
172.16.1.2 icmp_seq=1 timeout
172.16.1.2 icmp_seq=2 timeout
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=3 ttl=61 time=94.592 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=4 ttl=61 time=95.404 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=5 ttl=61 time=92.526 ms

PC-6> ping 172.16.1.2
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=1 ttl=61 time=94.437 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=2 ttl=61 time=95.648 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=3 ttl=61 time=94.000 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=4 ttl=61 time=94.493 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=5 ttl=61 time=89.660 ms

PC-6> █
```

27. 默认情况下，Cloud-1 的 eth0 接口工作在仅主机模式，IP 地址是动态分配的，与电脑主机的某个虚拟网卡处于同一个子网。因此配置 R2 的 f0/0 接口 IP 地址时也采用动态分配方式（命令：ip address dhcp）。配置完成后查看 R2 获得的 IP 地址，然后在电脑主机上打开命令行，Ping 一下 R2 的 IP 地址。

配置命令：

```
R2#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
R2(config)#int f0/0
R2(config-if)#ip addr dhcp
R2(config-if)#no shut
```

电脑主机与 R2 之间 Ping 结果截图:

```
R2#sh int f0/0
FastEthernet0/0 is up, line protocol is up
Hardware is Gt96k FE, address is c402.07cd.0000 (bia c402.07cd.0000)
Internet address is 192.168.31.129/24
MTU 1500 bytes, BW 10000 Kbit/sec, DLY 1000 usec,
    reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
Encapsulation ARPA, loopback not set
Keepalive set (10 sec)
Half-duplex, 10Mb/s, 100BaseTX/FX
ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00
Last input 00:00:08, output 00:00:07, output hang never
Last clearing of "show interface" counters never
Input queue: 0/75/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output drops: 0
Queueing strategy: fifo
```

```
C:\Users\lenovo>ping 192.168.31.129
```

```
正在 Ping 192.168.31.129 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.31.129 的回复: 字节=32 时间=21ms TTL=255
来自 192.168.31.129 的回复: 字节=32 时间=14ms TTL=255
来自 192.168.31.129 的回复: 字节=32 时间=9ms TTL=255
来自 192.168.31.129 的回复: 字节=32 时间=19ms TTL=255
```

```
192.168.31.129 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 = 9ms, 最长 = 21ms, 平均 = 15ms
```

28. 在 R2 上配置 NAT 服务, 并且在 R1 上添加电脑主机的子网路由, 使得 Zone 1 的 PC 机也能与电脑主机通信。提示: 定义 f0/0 接口为外部接口, s2/0 为内部接口。

R2 配置命令:

```
R2#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
R2(config)#int f0/0
R2(config-if)#ip nat outsi
R2(config-if)#int s0/2
R2(config-if)#ip nat insi
R2(config-if)#exi
R2(config)#access-li 2 permit 10.0.0.0 0.255.255.255
R2(config)#ip nat inside source list 2 int f0/0 overload
```

R1 配置命令:

```
R1#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
R1(config)#ip route 192.168.31.0 255.255.255.0 192.168.12.2
```

电脑主机的 IP 地址:

以太网适配器 VMware Network Adapter VMnet1:

```
连接特定的 DNS 后缀 . . . . . :  
本地连接 IPv6 地址 . . . . . : fe80::3058:78ac:5a7a:52fc%13  
IPv4 地址 . . . . . : 192.168.31.1  
子网掩码 . . . . . : 255.255.255.0  
默认网关 . . . . . :
```

PC1 与电脑主机 Ping 结果截图（请关闭电脑上的防火墙）:

```
PC-1> ping 192.168.31.1  
84 bytes from 192.168.31.1 icmp_seq=1 ttl=126 time=20.299 ms  
84 bytes from 192.168.31.1 icmp_seq=2 ttl=126 time=12.113 ms  
84 bytes from 192.168.31.1 icmp_seq=3 ttl=126 time=13.753 ms  
84 bytes from 192.168.31.1 icmp_seq=4 ttl=126 time=11.703 ms  
84 bytes from 192.168.31.1 icmp_seq=5 ttl=126 time=16.668 ms  
PC-1> █
```

29. 找一个不需要认证、没有地址绑定限制的网络环境（首选实验室、机房，或者自己搭一个环境），首先配置电脑主机的 IP 地址和默认网关，以便让电脑主机能够正常连接真实网络，再找一台该网络可以 Ping 通的主机 H。

接下来让 R2 的 f0/0 口改为连接 Cloud-1 的 eth2 接口（该接口采用桥接模式，如果没有 eth2，请参照 GNS 指南添加一个），使用静态或动态方式给 R2 的 f0/0 口配置 IP 地址（采用动态分配时需要再次输入 `ip address dhcp`，以便路由器重新获取 IP 地址），设置 R2 的默认路由地址为真实网络上的默认网关，在 R1 上为主机 H 的子网配置路由（可以简化配置成默认路由），测试 R2 以及 PC1 能否 Ping 通该主机。

主机配置（连接手机热点，不能用校网）:

无线局域网适配器 WLAN:

```
连接特定的 DNS 后缀 . . . . . :  
IPv6 地址 . . . . . : 2409:8928:8c8:3a04:b03c:a7ea:f85f:feb8  
临时 IPv6 地址 . . . . . : 2409:8928:8c8:3a04:30d8:189a:65c:3fc9  
本地链接 IPv6 地址 . . . . . : fe80::b03c:a7ea:f85f:feb8%5  
IPv4 地址 . . . . . : 192.168.43.31  
子网掩码 . . . . . : 255.255.255.0  
默认网关 . . . . . : fe80::92f0:52ff:fe0e:761f%5  
192.168.43.80
```

以太网适配器 蓝牙网络连接:

```
媒体状态 . . . . . : 媒体已断开连接  
连接特定的 DNS 后缀 . . . . . :
```

```
C:\Users\lenovo>ping 114.114.114.114
```

```
正在 Ping 114.114.114.114 具有 32 字节的数据:  
来自 114.114.114.114 的回复: 字节=32 时间=157ms TTL=75  
来自 114.114.114.114 的回复: 字节=32 时间=57ms TTL=77  
来自 114.114.114.114 的回复: 字节=32 时间=67ms TTL=79  
来自 114.114.114.114 的回复: 字节=32 时间=56ms TTL=87
```

```
114.114.114.114 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 = 56ms, 最长 = 157ms, 平均 = 84ms
```

```
C:\Users\lenovo>
```

R2 配置命令:

```
R2#conf t  
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.  
R2(config)#int f0/0  
R2(config-if)#ip addr dhcp  
R2(config-if)#  
*Mar 1 00:02:54.547: %DHCP-6-ADDRESS_ASSIGN: Interface FastEthernet0/0 assigned DHCP address  
192.168.43.19, mask 255.255.255.0, hostname R2  
  
R2(config-if)#exi  
R2(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.43.80
```

R1 配置命令:

```
R1#conf t  
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.  
R1(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.12.2
```

R2 与真实网络主机 H 的 Ping 结果截图:


```
R2#ping 114.114.114.114
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 114.114.114.114, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 44/54/68 ms
R2#
```

PC1 与真实网络主机 H 的 Ping 结果截图:

```
PC-1>
PC-1> ping 114.114.114.114
84 bytes from 114.114.114.114 icmp_seq=1 ttl=81 time=75.299 ms
84 bytes from 114.114.114.114 icmp_seq=2 ttl=72 time=61.050 ms
84 bytes from 114.114.114.114 icmp_seq=3 ttl=76 time=79.253 ms
84 bytes from 114.114.114.114 icmp_seq=4 ttl=73 time=268.614 ms
84 bytes from 114.114.114.114 icmp_seq=5 ttl=68 time=250.571 ms

PC-1>
```

30. 整理各路由器的当前运行配置，选择与本实验相关的内容记录在文本文件中，每个设备一个文件，分别命名为 R1.txt、R2.txt 等，随实验报告一起打包上传。

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：

- 路由器的接口为什么会出现：FastEthernet0/1 is up, line protocol is down 的状态？

路由器的该端口被开启，因此会显示 FastEthernet0/1 is up。但是该端口连接的线缆或者线缆连接的对端路由器未完成配置或存在问题，数据链路无法正常工作。

- 路由起什么作用？什么是静态路由？

路由是指路由器从一个接口上收到数据包，根据数据包的目的地址进行定向并转发到另一个接口的过程，最终使得该数据包可以正确到达目的地。静态路由指管理员手动指定发向某个子网的下一跳的 IP 地址。

- 需要为每个 PC 的 IP 地址添加路由，还是只需要为其网络地址添加路由？

只需要为其网络地址添加路由。

- 添加静态路由时，下一跳地址是填写本路由器的端口地址，还是对方路由器的端口地址？或者是目的地网络的路由器端口地址？

对方路由器的端口地址。有时对方路由器的端口地址和目的地网络的路由器端口地址一样。

- 什么是默认路由？添加默认路由的命令格式是什么？

如果一个路由器在自己的路由表找不到目的地址且该路由器配置了默认路由，路由器会将发至该目的地址的数据包发向默认路由。

命令格式：`ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 <default-router>`

- 在同一个局域网内的 2 台 PC 机，IP 地址分别为 10.0.0.x/24 和 10.0.1.x/24，都属于 VLAN1，一开始不能互相 Ping 通，为什么把子网掩码长度从 24 位变成 16 位，就通了？掩码为 24 位时，两台 PC 处于不同的子网下，因此不能互通。而掩码为 16 位时，二者处于同一子网下，因此可以互通。

- 如果仅仅是为了让不同区域内的 PC 之间能够互相 Ping 通，在设置静态路由时，路由器之间互联的子网是否全部都要加入到所有路由器的路由表中？为什么？

不必。源地址和目的地址之间存在至少一条通路即可通信。如 26 步中不必配置 R2，只需要确保经过 R3 的通路也可 ping 通。

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：

对桥接模式、主机模式缺乏深入理解

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：

做第 29 步的时候，R2 无法通过 DHCP 获得地址。经过查询，似乎是校网进行了设置，不会给未认证的端口分配地址，因此我开启手机热点在移动网络下进行这一步实验，最终成功完成了这一步。

你对本实验安排有哪些更好的建议呢？欢迎献计献策：