

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:	蒋奕 郑乔尹	
学 院:	计算机学院	
系:	计算机系	
专 业:	计算机科学与技术	
学 号:	3210103803	3210104169
指导教师:	陆魁军	

第 13 页有错，已修改

2023 年 11 月 11 日

分工情况	
蒋奕	静态路由配置，50%
郑乔尹	静态路由配置，50%

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

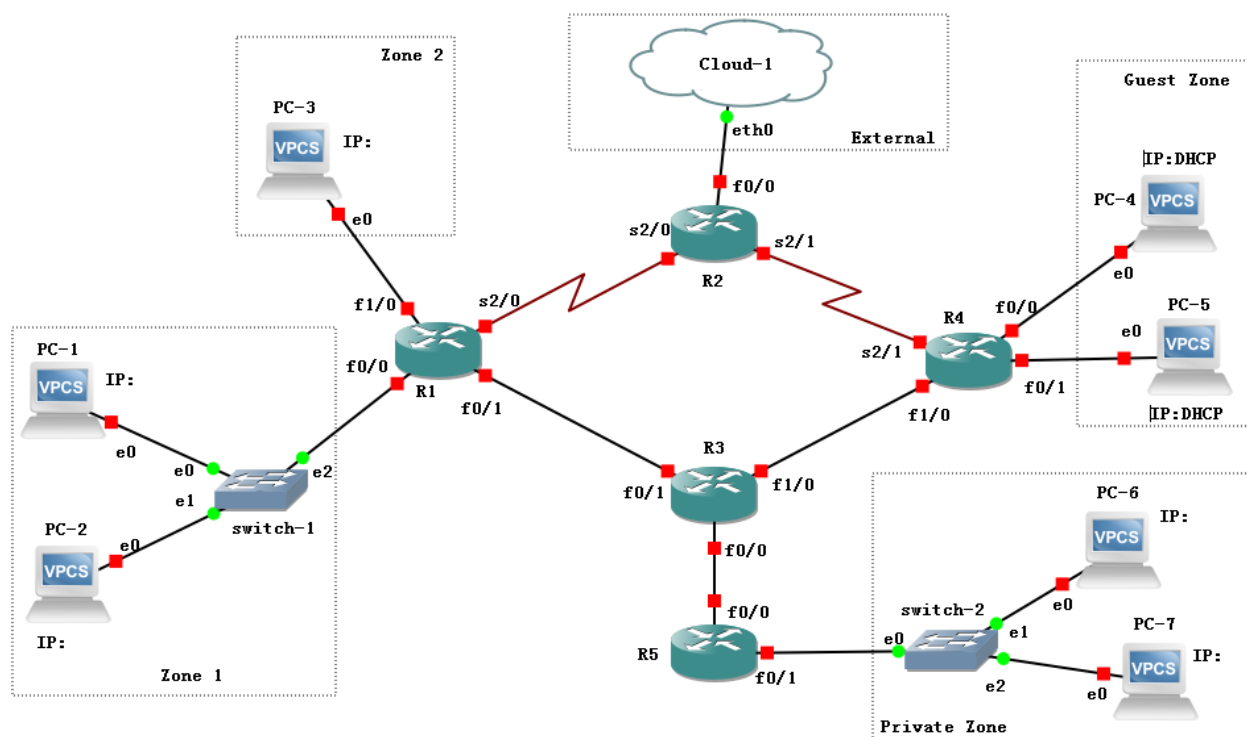
- 分别采用静态地址分配、动态地址分配构建多种类型的局域网；
- 使用多个路由器连接多个局域网；
- 分别采用以太网、高速串口等方式连接路由器；
- 通过路由器连接真实网络并实现数据通信；
- 在路由器上配置 NAT，实现私有网络和共有网络的互联；
- 在各路由器上配置静态路由，实现网络互联互通。

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。

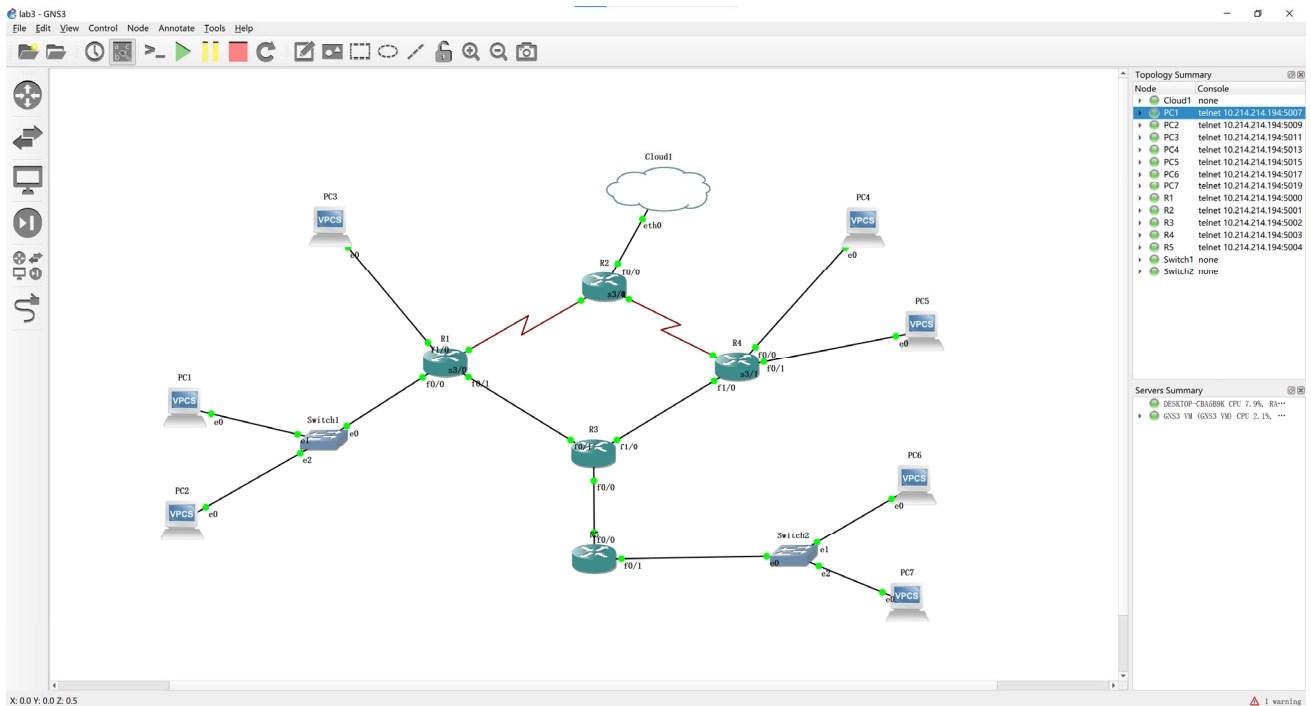
五、 实验数据记录和处理

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

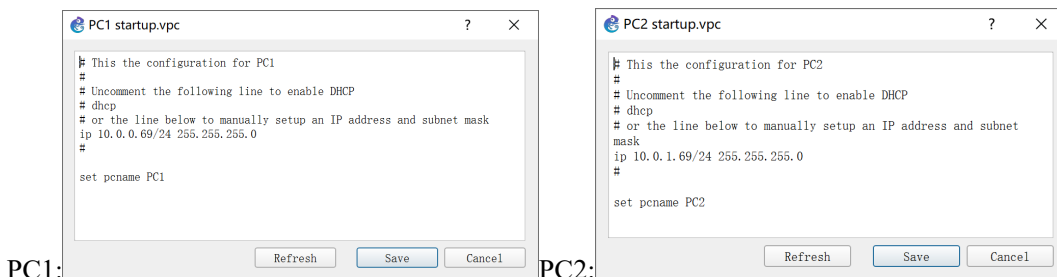
（本文档中的截图仅用于示例，请更换成你自己的）。记录输入的命令时，直接粘贴文字即可（保留命令前面的提示符，如 R1#）。

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）。

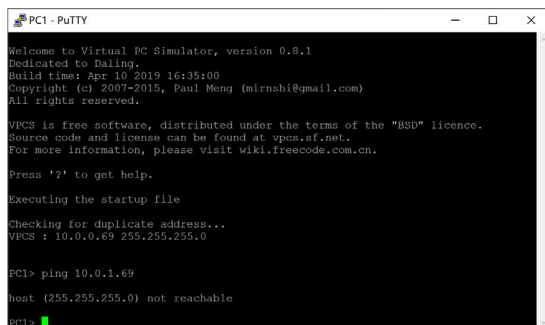
设计的拓扑图:



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)。

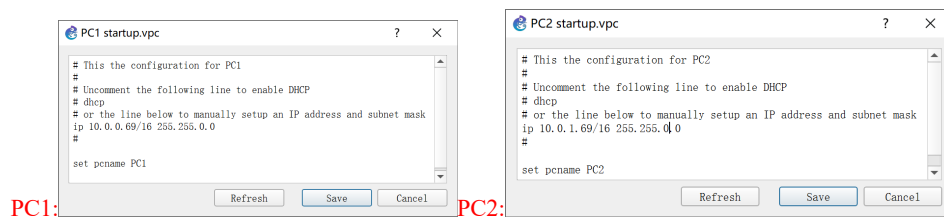


Ping 结果截图:



因为 IP 地址与子网掩码按位与之后，发现结果不同，即两个 IP 地址不在同一个子网下，故无法 ping 通

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:

```
PC1 - PuTTY
Copyright (c) 2007-2015, Paul Meng (mirnshi@gmail.com)
All rights reserved.

VPCS is free software, distributed under the terms of the "BSD" licence.
Source code and license can be found at vpcs.sf.net.
For more information, please visit wiki.freecode.com.cn.

Press '?' to get help.

Executing the startup file

Checking for duplicate address...
VPCS : 10.0.0.69 255.255.0.0

PC1> ping 10.0.1.69

84 bytes from 10.0.1.69 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.082 ms
84 bytes from 10.0.1.69 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.157 ms
84 bytes from 10.0.1.69 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.177 ms
84 bytes from 10.0.1.69 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.175 ms
84 bytes from 10.0.1.69 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.257 ms

PC1>
```

可以 ping 通

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）：

Zone1(对应 f0/0):

```
1. R1#enable
2. R1#config
3. R1(config)#interface f0/0
4. R1(config-if)#ip address 10.0.0.1 255.255.0.0
5. R1(config-if)#no shut
6. R1(config-if)#exit
```

Zone2(对应 f1/0):

```
1. R1(config)#interface f1/0
2. R1(config-if)#ip address 10.1.0.1 255.255.0.0
3. R1(config-if)#no shut
4. R1(config-if)#exit
```

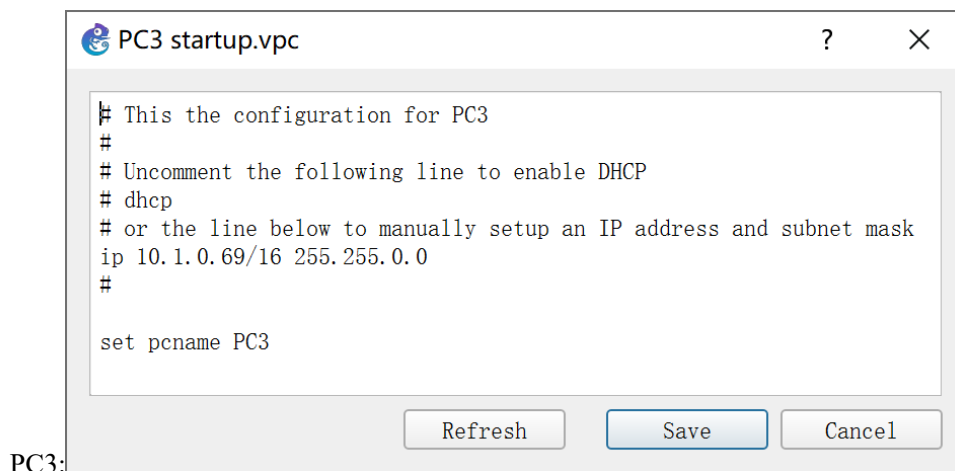
路由表信息截图:

```
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

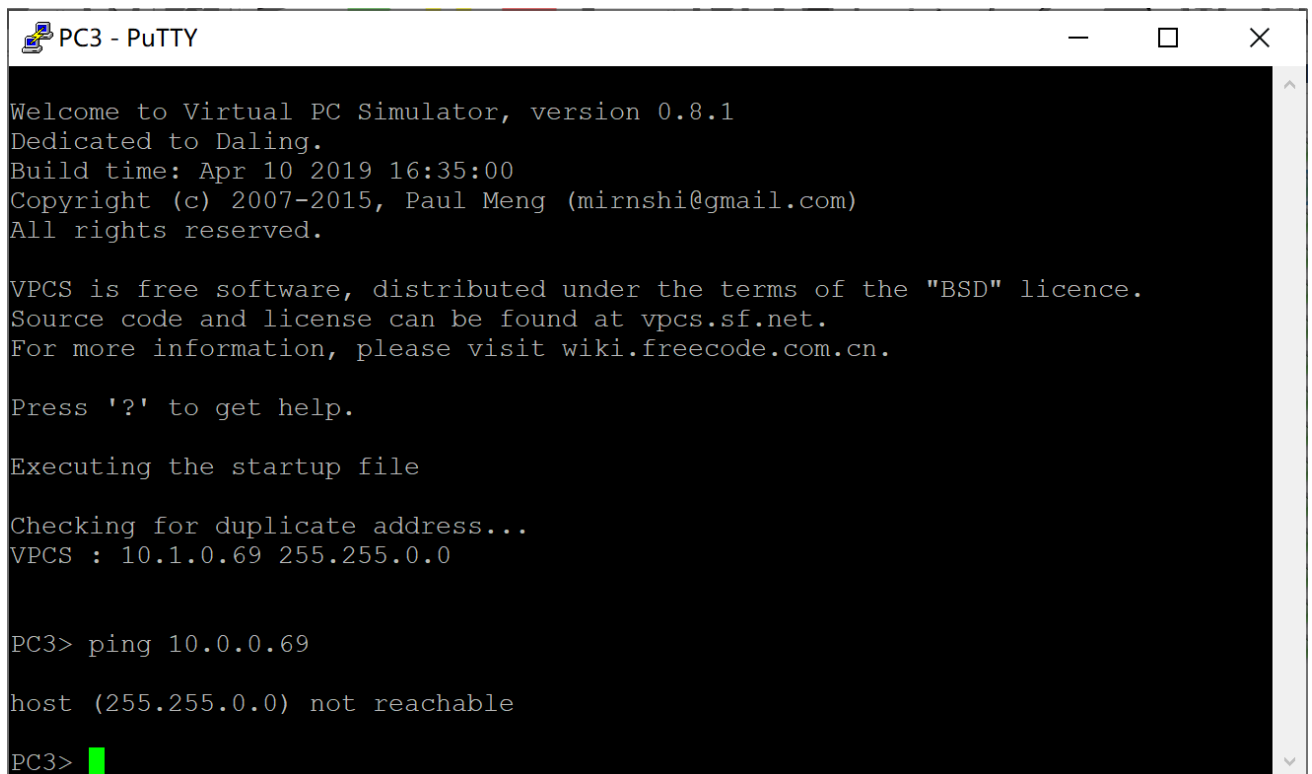
Gateway of last resort is not set

10.0.0.0/16 is subnetted, 2 subnets
C       10.0.0.0 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:



```
PC3 - PuTTY

Welcome to Virtual PC Simulator, version 0.8.1
Dedicated to Daling.
Build time: Apr 10 2019 16:35:00
Copyright (c) 2007-2015, Paul Meng (mirnshi@gmail.com)
All rights reserved.

VPCS is free software, distributed under the terms of the "BSD" licence.
Source code and license can be found at vpcs.sf.net.
For more information, please visit wiki.freecode.com.cn.

Press '?' to get help.

Executing the startup file

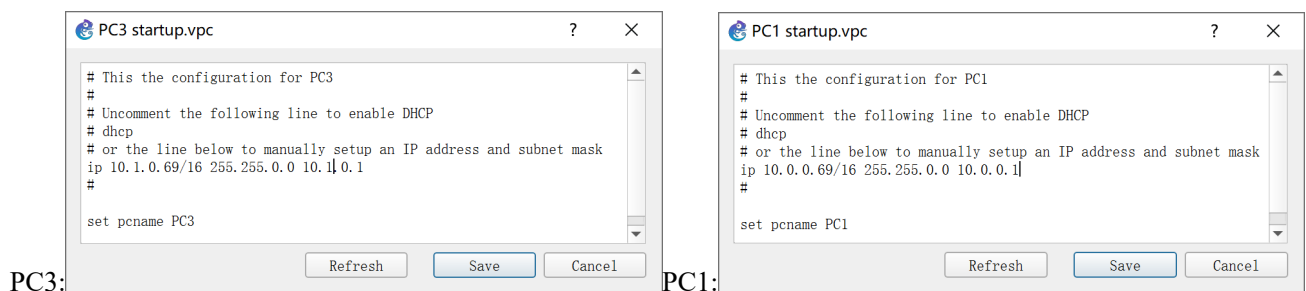
Checking for duplicate address...
VPCS : 10.1.0.69 255.255.0.0

PC3> ping 10.0.0.69

host (255.255.0.0) not reachable

PC3>
```

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。

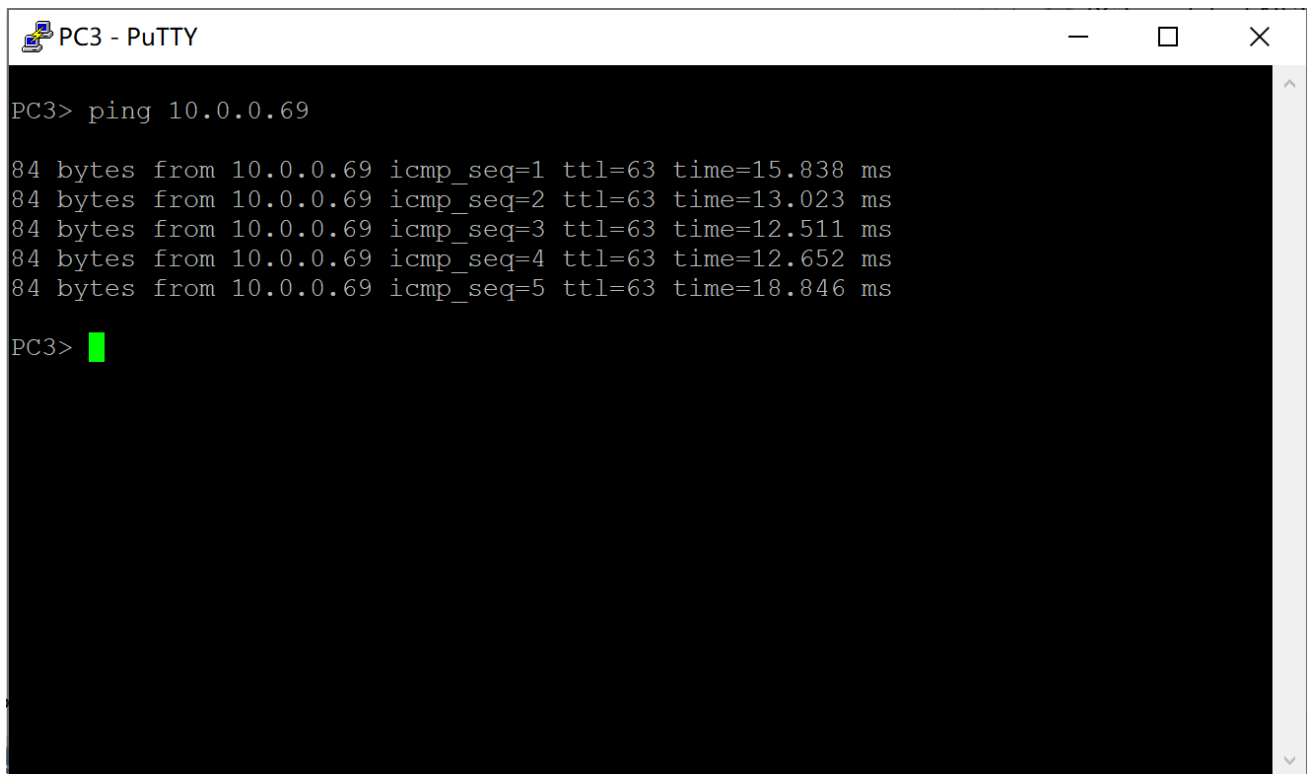


配置命令（此处示例为截图形式，请替换成文本形式）：

PC1:ip 10.0.0.69/16 255.255.0.0 10.0.0.1

PC3:ip 10.1.0.69/16 255.255.0.0 10.1.0.1

Ping 结果截图:



```
PC3 - PuTTY
PC3> ping 10.0.0.69

84 bytes from 10.0.0.69 icmp_seq=1 ttl=63 time=15.838 ms
84 bytes from 10.0.0.69 icmp_seq=2 ttl=63 time=13.023 ms
84 bytes from 10.0.0.69 icmp_seq=3 ttl=63 time=12.511 ms
84 bytes from 10.0.0.69 icmp_seq=4 ttl=63 time=12.652 ms
84 bytes from 10.0.0.69 icmp_seq=5 ttl=63 time=18.846 ms

PC3> █
```

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(config)#interface f0/0

R4(config-if)#ip address 172.16.0.1 255.255.255.0

R4(config-if)#no shut

R4(config)#interface f0/1

R4(config-if)#ip address 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）：

```
1. R4(config)#ip dhcp pool 1
2. R4(dhcp-config)#network 172.16.0.0 /24
3. 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：

```
PC4> ip dhcp
DDORA IP 172.16.0.2/24 GW 172.16.0.1
```

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）：

```
1. R4(config)#ip dhcp pool 2
2. R4(dhcp-config)#network 172.16.1.0 /24
3. R4(dhcp-config)#default-router 172.16.1.1
```

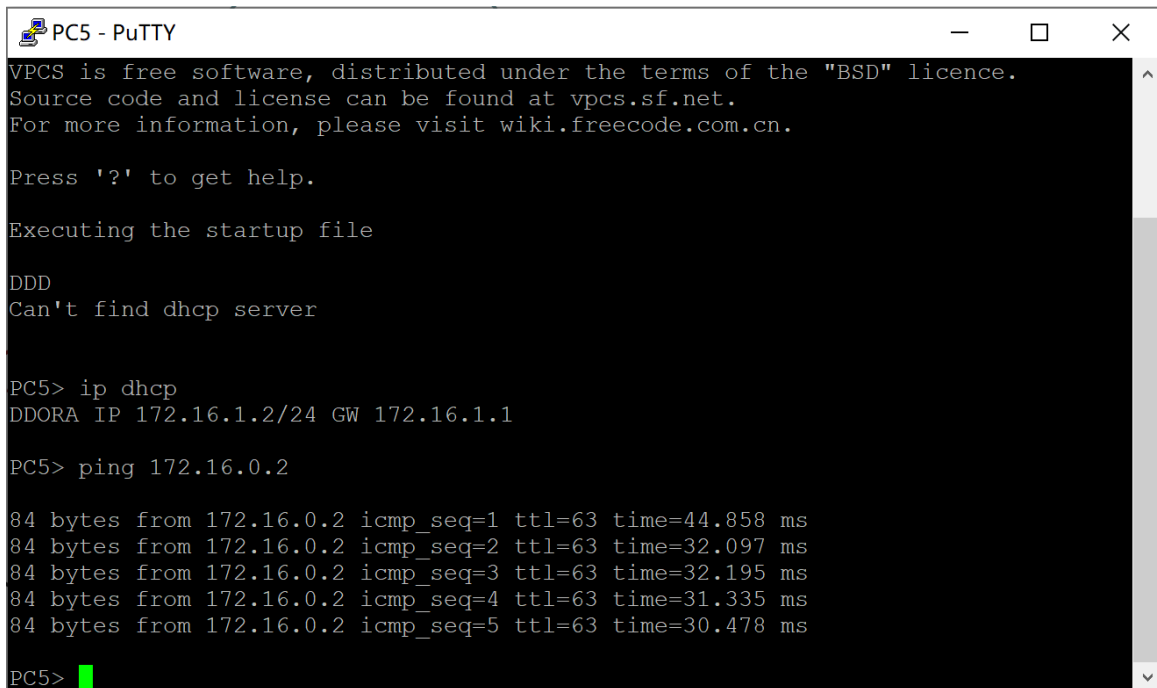
11. 在 PC5 上使用 DHCP 动态分配地址，查看获得的 IP 地址。

配置命令及获得的 IP 地址截图：

```
PC5> ip dhcp
DDORA IP 172.16.1.2/24 GW 172.16.1.1
```

12. 用 Ping 命令测试 PC4、PC5 之间的连通性。

Ping 结果截图：



```
PC5 - PuTTY
VPCS is free software, distributed under the terms of the "BSD" licence.
Source code and license can be found at vpcs.sf.net.
For more information, please visit wiki.freecode.com.cn.

Press '?' to get help.

Executing the startup file

DDD
Can't find dhcp server

PC5> ip dhcp
DDORA IP 172.16.1.2/24 GW 172.16.1.1

PC5> ping 172.16.0.2

84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=1 ttl=63 time=44.858 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=2 ttl=63 time=32.097 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=3 ttl=63 time=32.195 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=4 ttl=63 time=31.335 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=5 ttl=63 time=30.478 ms

PC5>
```

13. 显示 R4 上的已分配 DHCP 主机信息

```
R4#show ip dhcp binding
Bindings from all pools not associated with VRF:
IP address          Client-ID/          Lease expiration    Type
                   Hardware address/
                   User name
172.16.0.2          0100.5079.6668.03   Mar 02 2002 12:06 AM Automatic
172.16.1.2          0100.5079.6668.04   Mar 02 2002 12:07 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：

```
1. R1(config)#interface serial 3/0
2. R1(config-if)#ip address 192.168.12.1 255.255.255.0
3. R1(config-if)#encapsulation hdlc
4. R1(config-if)#no shut
5. R2(config)#interface serial 3/0
6. R2(config-if)#ip address 192.168.12.2 255.255.255.0
7. R2(config-if)#encapsulation hdlc
8. R2(config-if)#clock rate 128000
9. R2(config-if)#no shut
```

Ping 结果截图：

```
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 = 64/67/76 ms
R1#
```

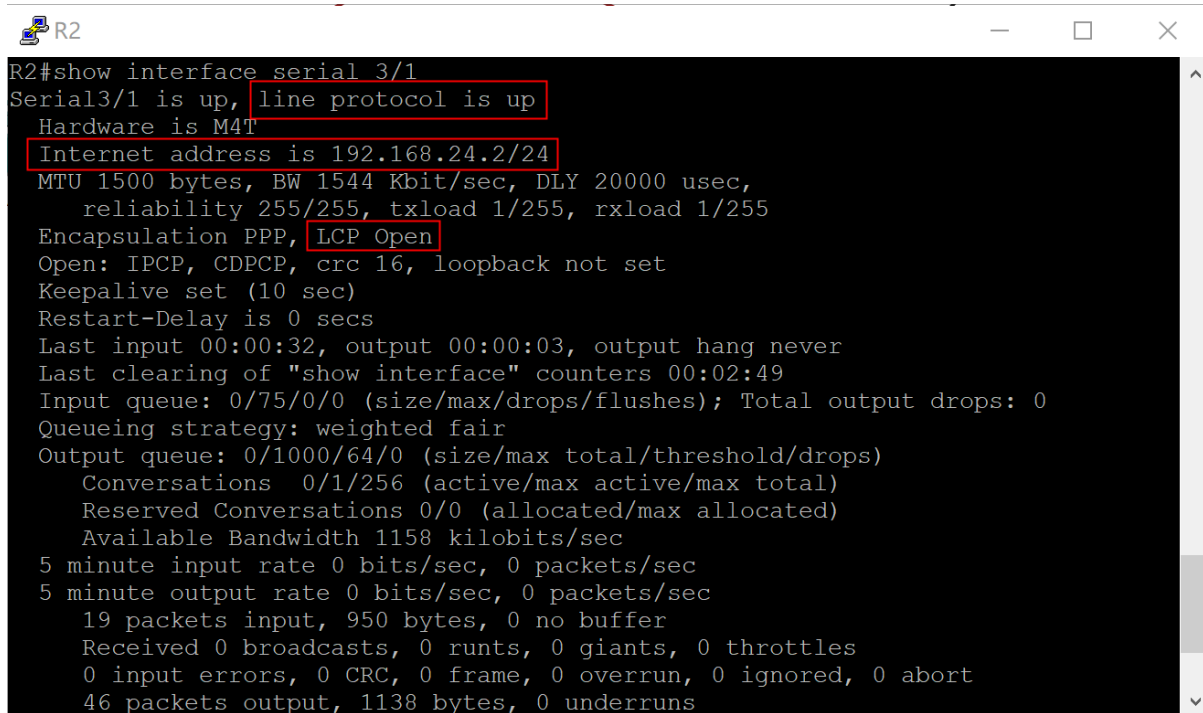
15. 配置 R4、R2 路由器之间的串口，设置 IP 地址，设置数据链路层协议为 PPP（命令：`encapsulation ppp`），设置 PPP 认证模式为 CHAP（命令：`ppp authentication chap`），为对方设置认证用户名和密码（命令：`username R4 password 1234`），用户名默认就是对方的路由器 hostname（区分大小写），密码要设置成一样的。激活接口，查看串口状态并测试两个路由器之间的连通性。

配置命令：

```
1. R2(config)#username R4 password 1234
2. R2(config)#interface serial 3/1
3. R2(config-if)#ip address 192.168.24.2 255.255.255.0
4. R2(config-if)#encapsulation ppp
5. R2(config-if)#ppp authentication chap
6. R2(config-if)#no shut
7. R4(config)#username R2 password 1234
8. R4(config)#interface serial 3/1
```

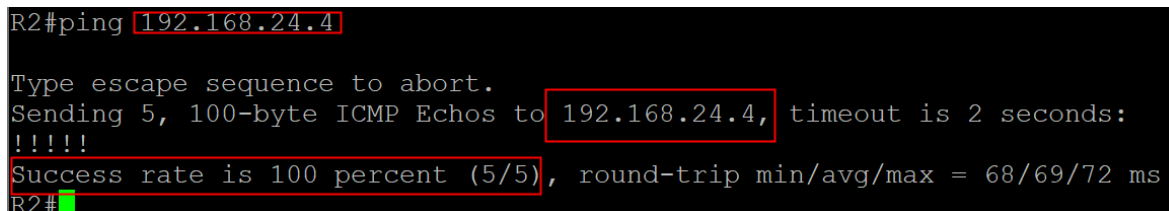
```
9. R4(config-if)#ip address 192.168.24.4 255.255.255.0
10. R4(config-if)#encapsulation ppp
11. R4(config-if)#ppp authentication chap
12. R4(config-if)#no shut
```

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#show interface serial 3/1
Serial3/1 is up, line protocol is up
Hardware is M4T
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, crc 16, loopback not set
Keepalive set (10 sec)
Restart-Delay is 0 secs
Last input 00:00:32, output 00:00:03, output hang never
Last clearing of "show interface" counters 00:02:49
Input queue: 0/75/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output drops: 0
Queueing strategy: weighted fair
Output queue: 0/1000/64/0 (size/max total/threshold/drops)
  Conversations 0/1/256 (active/max active/max total)
  Reserved Conversations 0/0 (allocated/max allocated)
  Available Bandwidth 1158 kilobits/sec
5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
5 minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
  19 packets input, 950 bytes, 0 no buffer
  Received 0 broadcasts, 0 runts, 0 giants, 0 throttles
  0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored, 0 abort
  46 packets output, 1138 bytes, 0 underruns
```

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 = 68/69/72 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：

```
1. R1(config)#interface f0/1
2. R1(config-if)#ip address 192.168.13.1 255.255.255.0
3. R1(config-if)#no shut
4. R3(config)#interface f0/1
5. R3(config-if)#ip address 192.168.13.3 255.255.255.0
6. R3(config-if)#no shut
```

Ping 结果截图：

```
R1#ping 192.168.13.3
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.13.3, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 4/12/32 ms
R1#
```

成功 ping 通

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：

```
1. R3(config)#interface f1/0
2. R3(config-if)#ip address 192.168.34.3 255.255.255.0
3. R3(config-if)#no shut
4. R4(config)#interface f1/0
5. R4(config-if)#ip address 192.168.34.4 255.255.255.0
6. R4(config-if)#no shut
```

Ping 结果截图：

```
R3#ping 192.168.34.4
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.34.4, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 16/22/32 ms
R3#
```

成功 ping 通

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）：

```
PC1> ping 172.16.0.1 PC4
*10.0.0.1 icmp_seq=1 ttl=255 time=9.190 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.1 icmp_seq=2 ttl=255 time=1.075 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.1 icmp_seq=3 ttl=255 time=10.968 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.1 icmp_seq=4 ttl=255 time=2.309 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.1 icmp_seq=5 ttl=255 time=1.194 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
```

PC1 与 PC5：

```
PC1> ping 172.16.0.2 PC5
*10.0.0.1 icmp_seq=1 ttl=255 time=9.732 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.1 icmp_seq=2 ttl=255 time=8.131 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.1 icmp_seq=3 ttl=255 time=9.866 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.1 icmp_seq=4 ttl=255 time=2.012 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.1 icmp_seq=5 ttl=255 time=1.823 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
```

PC3 与 PC4:

```
PC3> ping 172.16.0.1 PC4
*10.1.0.1 icmp_seq=1 ttl=255 time=9.950 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=2 ttl=255 time=1.849 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=3 ttl=255 time=1.054 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=4 ttl=255 time=8.715 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=5 ttl=255 time=9.519 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
```

PC3 与 PC5:

```
PC3> ping 172.16.0.2 PC5
*10.1.0.1 icmp_seq=1 ttl=255 time=7.460 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=2 ttl=255 time=1.939 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=3 ttl=255 time=3.205 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=4 ttl=255 time=2.638 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=5 ttl=255 time=1.605 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
```

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）:

```
C    192.168.12.0/24 is directly connected, Serial3/0
C    192.168.13.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
C    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:

```
C    192.168.12.0/24 is directly connected, Serial3/0
C    192.168.24.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    192.168.24.0/24 is directly connected, Serial3/1
C    192.168.24.4/32 is directly connected, Serial3/1
R2#
```

R3:

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

R4:

```
C    192.168.24.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    192.168.24.0/24 is directly connected, Serial3/1
C    192.168.24.2/32 is directly connected, Serial3/1
C    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#
```

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）：

```
1. R1(config)#ip route 172.16.0.0 255.255.255.0 192.168.13.3
2. R1(config)#ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 192.168.13.3
```

R2:

无需配置

R3:

```
1. R3(config)#ip route 172.16.0.0 255.255.255.0 192.168.34.4
2. R3(config)#ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 192.168.34.4
3. R3(config)#ip route 10.0.0.0 255.255.0.0 192.168.13.1
4. R3(config)#ip route 10.1.0.0 255.255.0.0 192.168.13.1
```

R4:

```
1. R4(config)#ip route 10.0.0.0 255.255.0.0 192.168.34.3
2. R4(config)#ip route 10.1.0.0 255.255.0.0 192.168.34.3
```

Ping 结果截图:

PC1 与 PC4:

```
PC1> ping 172.16.0.1 PC4
84 bytes from 172.16.0.1 icmp_seq=1 ttl=253 time=51.941 ms
84 bytes from 172.16.0.1 icmp_seq=2 ttl=253 time=41.591 ms
84 bytes from 172.16.0.1 icmp_seq=3 ttl=253 time=43.402 ms
84 bytes from 172.16.0.1 icmp_seq=4 ttl=253 time=43.257 ms
84 bytes from 172.16.0.1 icmp_seq=5 ttl=253 time=52.022 ms
```

PC1 与 PC5:

```
PC1> ping 172.16.0.2 PC5
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=1 ttl=61 time=68.330 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=2 ttl=61 time=54.154 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=3 ttl=61 time=44.435 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=4 ttl=61 time=54.907 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=5 ttl=61 time=62.585 ms
```

PC3 与 PC4:

```
PC3> ping 172.16.0.1 PC4
84 bytes from 172.16.0.1 icmp_seq=1 ttl=253 time=41.089 ms
84 bytes from 172.16.0.1 icmp_seq=2 ttl=253 time=49.552 ms
84 bytes from 172.16.0.1 icmp_seq=3 ttl=253 time=45.316 ms
84 bytes from 172.16.0.1 icmp_seq=4 ttl=253 time=47.831 ms
84 bytes from 172.16.0.1 icmp_seq=5 ttl=253 time=43.461 ms
```

PC3 与 PC5:

```
PC3> ping 172.16.0.2 PC5
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=1 ttl=61 time=54.375 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=2 ttl=61 time=58.020 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=3 ttl=61 time=62.409 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=4 ttl=61 time=38.934 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=5 ttl=61 time=55.500 ms
```

路由表信息截图:

R1 (此处为示例):

```
C    192.168.12.0/24 is directly connected, Serial3/0
C    192.168.13.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
C    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
C    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:


```
C    192.168.12.0/24 is directly connected, Serial3/0
    192.168.24.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    192.168.24.0/24 is directly connected, Serial3/1
C    192.168.24.4/32 is directly connected, Serial3/1
R2#
```

R3:

```
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:

```
    192.168.24.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    192.168.24.0/24 is directly connected, Serial3/1
C    192.168.24.2/32 is directly connected, Serial3/1
    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:

```
1. R1(config)#ip route 172.16.0.0 255.255.255.0 192.168.12.2 30
2. R1(config)#ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 192.168.12.2 30
```

R4:

```
1. R4(config)#ip route 10.0.0.0 255.255.0.0 192.168.24.2 30
2. R4(config)#ip route 10.1.0.0 255.255.0.0 192.168.24.2 30
```

A) R1-R3、R4-R3 间链路断开前:

R1 路由表信息截图

```
C 192.168.12.0/24 is directly connected, Serial3/0
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

```
192.168.24.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C 192.168.24.0/24 is directly connected, Serial3/1
C 192.168.24.2/32 is directly connected, Serial3/1
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
```

PC1 上的路由跟踪截图 (命令: trace 目标网络):

```
PC1> trace 172.16.0.1
trace to 172.16.0.1, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  10.0.0.1    14.482 ms  14.456 ms  15.411 ms
 2  192.168.13.3 45.806 ms  48.093 ms  43.434 ms
 3  *192.168.34.4 74.707 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)
```

B) R1-R3、R4-R3 间链路断开后:

```
1. R1(config)#int f0/1
2. R1(config-if)#shut
3. R4(config)#int f1/0
4. R4(config-if)#shut
```

为 R2 添加路由:

```
1. R2(config)#ip route 172.16.0.0 255.255.255.0 192.168.24.4
```

2. R2(config)#ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 192.168.24.4
3. R2(config)#ip route 10.0.0.0 255.255.0.0 192.168.12.1
4. R2(config)#ip route 10.1.0.0 255.255.0.0 192.168.12.1

R1 路由表信息截图:

```
C    192.168.12.0/24 is directly connected, Serial3/0
S    172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
S      172.16.0.0 [30/0] via 192.168.12.2
S      172.16.1.0 [30/0] via 192.168.12.2    R2
C    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
```

R4 路由表信息截图:

```
192.168.24.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    192.168.24.0/24 is directly connected, Serial3/1
C    192.168.24.2/32 is directly connected, Serial3/1
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 [30/0] via 192.168.24.2
S      10.1.0.0 [30/0] via 192.168.24.2    R2
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):

```
PC1> trace 172.16.0.1
trace to 172.16.0.1, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  10.0.0.1  9.500 ms  9.520 ms  9.270 ms
 2  192.168.12.2  29.498 ms  29.662 ms  29.865 ms
 3  *192.168.24.4  50.498 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)
```

C) R1-R3、R4-R3 间链路重新打开后:

1. R1(config)#int f0/1
2. R1(config-if)#no shut
3. R4(config)#int f1/0
4. R4(config-if)#no shut

R1 路由表信息截图:

```
C    192.168.12.0/24 is directly connected, Serial3/0
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
C    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:

```
192.168.24.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    192.168.24.0/24 is directly connected, Serial3/1
C    192.168.24.2/32 is directly connected, Serial3/1
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
```

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 (10.0.0.1) 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 = 96/104/128 ms
```

R1 的 f0/1 (192.168.13.1) 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 = 12/18/20 ms
```

R1 的 f1/0 (10.1.0.1) 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 = 96/97/104 ms
```

R1 的 s2/0 (192.168.12.1) 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 = 16/36/44 ms
R1#
```

补充静态路由的配置命令：

R1:

```
1. R1(config)#ip route 192.168.24.4 255.255.255.255 192.168.12.2
```

R2:

```
1. R2(config)#ip route 192.168.13.1 255.255.255.255 192.168.12.1
```

R3:

无需配置

R4:

```
1. R4(config)#ip route 192.168.12.1 255.255.255.255 192.168.24.2
2. R4(config)#ip route 192.168.13.1 255.255.255.255 192.168.24.2
```

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:

```
1. R3(config)#interface f0/0
2. R3(config-if)#ip address 192.168.35.3 255.255.255.0
3. R3(config-if)#no shut
```

R5:

```
1. R5(config)#interface f0/0
2. R5(config-if)#ip address 192.168.35.5 255.255.255.0
3. R5(config-if)#no shut
```

Ping 结果截图：

```
R3#ping 192.168.35.5
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.35.5, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 8/17/24 ms
R3#
```

成功 ping 通

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

你的学号后 2 位或后 3 位（规则同前）。

配置命令：

为 R5 的 f0/1 端口分配 IP 地址：

```
1. R5(config)#interface f0/1
2. R5(config-if)#ip address 192.168.0.1 255.255.255.0
3. R5(config-if)#no shut
```

PC6:

```
1. PC6> ip 192.168.0.69 255.255.255.0 192.168.0.1
```

PC7:

```
1. PC7> ip 192.168.0.169 255.255.255.0 192.168.0.1
```

25. 在 R5 路由器上配置 NAT 服务，定义 fa0/1 接口为内部接口，定义 fa0/0 接口为外部接口。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）：

```
1. R5(config-if)#interface f0/1
2. R5(config-if)#ip nat inside
3. R5(config-if)#exit
4. R5(config)#interface f0/0
5. R5(config-if)#ip nat outside
6. R5(config-if)#exit
7. R5(config)#access-list 1 permit 192.168.0.0 0.0.0.255
8. R5(config)#ip nat inside source list 1 interface f0/0 overload
```

NAT 信息截图：

```
R5
R5#show ip nat translations
Pro Inside global      Inside local      Outside local      Outside global
icmp 192.168.35.5:25332 192.168.0.69:25332 192.168.35.3:25332 192.168.35.3:25332
icmp 192.168.35.5:25588 192.168.0.69:25588 192.168.35.3:25588 192.168.35.3:25588
icmp 192.168.35.5:25844 192.168.0.69:25844 192.168.35.3:25844 192.168.35.3:25844
icmp 192.168.35.5:26100 192.168.0.69:26100 192.168.35.3:26100 192.168.35.3:26100
icmp 192.168.35.5:26356 192.168.0.69:26356 192.168.35.3:26356 192.168.35.3:26356
icmp 192.168.35.5:26612 192.168.0.69:26612 192.168.35.3:26612 192.168.35.3:26612
icmp 192.168.35.5:1025 192.168.0.69:26868 192.168.35.3:26868 192.168.35.3:1025
icmp 192.168.35.5:1026 192.168.0.69:27124 192.168.35.3:27124 192.168.35.3:1026
icmp 192.168.35.5:1027 192.168.0.69:27380 192.168.35.3:27380 192.168.35.3:1027
icmp 192.168.35.5:1028 192.168.0.69:27636 192.168.35.3:27636 192.168.35.3:1028
icmp 192.168.35.5:1029 192.168.0.69:27892 192.168.35.3:27892 192.168.35.3:1029
icmp 192.168.35.5:1030 192.168.0.69:28148 192.168.35.3:28148 192.168.35.3:1030
icmp 192.168.35.5:1031 192.168.0.69:28404 192.168.35.3:28404 192.168.35.3:1031
icmp 192.168.35.5:1032 192.168.0.69:28660 192.168.35.3:28660 192.168.35.3:1032
icmp 192.168.35.5:1033 192.168.0.69:28916 192.168.35.3:28916 192.168.35.3:1033
icmp 192.168.35.5:1034 192.168.0.69:29172 192.168.35.3:29172 192.168.35.3:1034
icmp 192.168.35.5:1035 192.168.0.69:29428 192.168.35.3:29428 192.168.35.3:1035
icmp 192.168.35.5:1036 192.168.0.69:29684 192.168.35.3:29684 192.168.35.3:1036
icmp 192.168.35.5:1024 192.168.0.169:26356 192.168.35.3:26356 192.168.35.3:1024
icmp 192.168.35.5:26868 192.168.0.169:26868 192.168.35.3:26868 192.168.35.3:26868
8
icmp 192.168.35.5:27124 192.168.0.169:27124 192.168.35.3:27124 192.168.35.3:27124
4
icmp 192.168.35.5:27380 192.168.0.169:27380 192.168.35.3:27380 192.168.35.3:27380
icmp 192.168.35.5:27636 192.168.0.169:27636 192.168.35.3:27636 192.168.35.3:27636
icmp 192.168.35.5:27892 192.168.0.169:27892 192.168.35.3:27892 192.168.35.3:27892
icmp 192.168.35.5:28148 192.168.0.169:28148 192.168.35.3:28148 192.168.35.3:28148
icmp 192.168.35.5:28404 192.168.0.169:28404 192.168.35.3:28404 192.168.35.3:28404
icmp 192.168.35.5:28660 192.168.0.169:28660 192.168.35.3:28660 192.168.35.3:28660
icmp 192.168.35.5:28916 192.168.0.169:28916 192.168.35.3:28916 192.168.35.3:28916
icmp 192.168.35.5:29172 192.168.0.169:29172 192.168.35.3:29172 192.168.35.3:29172
icmp 192.168.35.5:29428 192.168.0.169:29428 192.168.35.3:29428 192.168.35.3:29428
icmp 192.168.35.5:29684 192.168.0.169:29684 192.168.35.3:29684 192.168.35.3:29684
icmp 192.168.35.5:29940 192.168.0.169:29940 192.168.35.3:29940 192.168.35.3:29940
icmp 192.168.35.5:30196 192.168.0.169:30196 192.168.35.3:30196 192.168.35.3:30196
icmp 192.168.35.5:30452 192.168.0.169:30452 192.168.35.3:30452 192.168.35.3:30452
icmp 192.168.35.5:30708 192.168.0.169:30708 192.168.35.3:30708 192.168.35.3:30708
icmp 192.168.35.5:30964 192.168.0.169:30964 192.168.35.3:30964 192.168.35.3:30964
icmp 192.168.35.5:31220 192.168.0.169:31220 192.168.35.3:31220 192.168.35.3:31220
```

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:

```
1. R1(config)#ip route 192.168.35.5 255.255.255.255 192.168.13.3
```

R2:

无

R3:

无

R4:

```
1. R4(config)#ip route 192.168.35.5 255.255.255.255 192.168.34.3
```

R5:

1. R5(config) #ip route 10.0.0.0 255.255.0.0 192.168.35.3
2. R5(config) #ip route 10.1.0.0 255.255.0.0 192.168.35.3
3. R5(config) #ip route 172.16.0.0 255.255.255.0 192.168.35.3
4. R5(config) #ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 192.168.35.3

Ping 结果截图:

PC6 与 PC1 (10.0.0.69) :

```
PC6> ping 10.0.0.69

10.0.0.69 icmp_seq=1 timeout
84 bytes from 10.0.0.69 icmp_seq=2 ttl=61 time=47.463 ms
84 bytes from 10.0.0.69 icmp_seq=3 ttl=61 time=42.564 ms
84 bytes from 10.0.0.69 icmp_seq=4 ttl=61 time=41.393 ms
84 bytes from 10.0.0.69 icmp_seq=5 ttl=61 time=38.803 ms
```

PC6 与 PC3 (10.1.0.69) :

```
PC6> ping 10.1.0.69

84 bytes from 10.1.0.69 icmp_seq=1 ttl=61 time=105.271 ms
84 bytes from 10.1.0.69 icmp_seq=2 ttl=61 time=92.612 ms
84 bytes from 10.1.0.69 icmp_seq=3 ttl=61 time=93.219 ms
84 bytes from 10.1.0.69 icmp_seq=4 ttl=61 time=94.223 ms
84 bytes from 10.1.0.69 icmp_seq=5 ttl=61 time=91.988 ms
```

PC6 与 PC4(172.16.0.1):

```
PC6> ping 172.16.0.1

84 bytes from 172.16.0.1 icmp_seq=1 ttl=253 time=72.889 ms
84 bytes from 172.16.0.1 icmp_seq=2 ttl=253 time=77.730 ms
84 bytes from 172.16.0.1 icmp_seq=3 ttl=253 time=58.756 ms
84 bytes from 172.16.0.1 icmp_seq=4 ttl=253 time=47.533 ms
84 bytes from 172.16.0.1 icmp_seq=5 ttl=253 time=47.624 ms
```

PC6 与 PC5(172.16.0.2):

```
PC6> ping 172.16.0.2

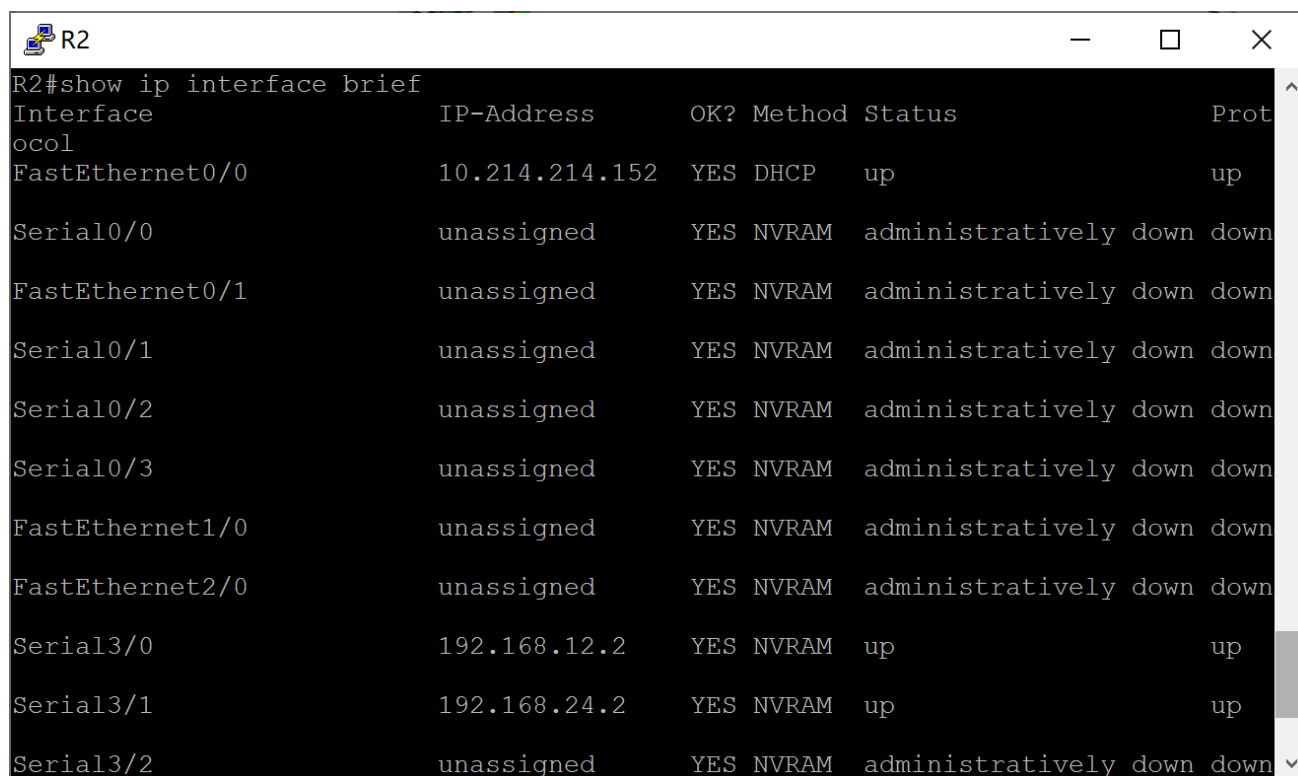
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=1 ttl=61 time=61.372 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=2 ttl=61 time=44.314 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=3 ttl=61 time=33.608 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=4 ttl=61 time=34.774 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=5 ttl=61 time=42.770 ms
```


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：

```
1. R2(config)#interface f0/0
2. R2(config-if)#ip address dhcp
3. R2(config-if)#no shut
```

可以看到获得的 ip 地址为 10.214.214.152：



Interface	IP-Address	OK?	Method	Status	Protocol
FastEthernet0/0	10.214.214.152	YES	DHCP	up	up
Serial0/0	unassigned	YES	NVRAM	administratively down	down
FastEthernet0/1	unassigned	YES	NVRAM	administratively down	down
Serial0/1	unassigned	YES	NVRAM	administratively down	down
Serial0/2	unassigned	YES	NVRAM	administratively down	down
Serial0/3	unassigned	YES	NVRAM	administratively down	down
FastEthernet1/0	unassigned	YES	NVRAM	administratively down	down
FastEthernet2/0	unassigned	YES	NVRAM	administratively down	down
Serial3/0	192.168.12.2	YES	NVRAM	up	up
Serial3/1	192.168.24.2	YES	NVRAM	up	up
Serial3/2	unassigned	YES	NVRAM	administratively down	down

电脑主机与 R2 之间 Ping 结果截图：

```
命令提示符
Microsoft Windows [版本 10.0.19045.3570]
(c) Microsoft Corporation。保留所有权利。

C:\Users\CS>ping 10.214.214.152

正在 Ping 10.214.214.152 具有 32 字节的数据:
来自 10.214.214.152 的回复: 字节=32 时间=27ms TTL=255
来自 10.214.214.152 的回复: 字节=32 时间=16ms TTL=255
来自 10.214.214.152 的回复: 字节=32 时间=16ms TTL=255
来自 10.214.214.152 的回复: 字节=32 时间=16ms TTL=255

10.214.214.152 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 = 16ms, 最长 = 27ms, 平均 = 18ms

C:\Users\CS>
```

可以 ping 通

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：

```
1. R2(config)#interface f0/0
2. R2(config-if)#ip nat outside
3. R2(config-if)#exit
4. R2(config)#interface s3/0
5. R2(config-if)#ip nat inside
6. R2(config-if)#exit
7. R2(config)#access-list 2 permit 10.0.0.0 0.255.255.255
8. R2(config)#ip nat inside source list 2 interface f0/0 overload
```

R1 配置命令：

```
1. R1(config)#ip route 10.214.214.0 255.255.255.0 192.168.12.2
```

电脑主机的 IP 地址：

```
命令提示符

以太网适配器 以太网:

    连接特定的 DNS 后缀 . . . . . : 
    IPv6 地址 . . . . . : 2001:da8:e000:1686:cb64:bc12:21ad:d041
    临时 IPv6 地址. . . . . : 2001:da8:e000:1686:3de6:a307:64e0:f2ba
    本地链接 IPv6 地址. . . . . : fe80::2e31:615f:641a:1751%15
    IPv4 地址 . . . . . : 10.214.214.241
    子网掩码 . . . . . : 255.255.255.0
    默认网关. . . . . : fe80::4a46:fbff:feef:5ad5%15
                        10.214.214.1

以太网适配器 VMware Network Adapter VMnet1:

    连接特定的 DNS 后缀 . . . . . : 
    本地链接 IPv6 地址. . . . . : fe80::776b:f63f:607c:3588%10
    IPv4 地址 . . . . . : 192.168.192.1
    子网掩码 . . . . . : 255.255.255.0
    默认网关. . . . . : 

以太网适配器 VMware Network Adapter VMnet8:

    连接特定的 DNS 后缀 . . . . . : 
    本地链接 IPv6 地址. . . . . : fe80::5a93:1bf7:d495:4182%13
    IPv4 地址 . . . . . : 192.168.58.1
    子网掩码 . . . . . : 255.255.255.0
    默认网关. . . . . : 

C:\Users\CS>S
```

不知道为什么，我的 R2 dhcp 得到的地址不是 VMware 的 IPv4 地址，而是物理主机的 IPv4 地址，故我使用了宿主机的地址

PC1 与电脑主机 Ping 结果截图（请关闭电脑上的防火墙）：

```
PC1 - PuTTY

For more information, please visit wiki.freecode.com.cn.

Press '?' to get help.

Executing the startup file

Checking for duplicate address...
PC1 : 10.0.0.69 255.255.0.0 gateway 10.0.0.1

PC1> ping 10.214.214.241

10.214.214.241 icmp_seq=1 timeout
84 bytes from 10.214.214.241 icmp_seq=2 ttl=126 time=63.507 ms
84 bytes from 10.214.214.241 icmp_seq=3 ttl=126 time=65.347 ms
84 bytes from 10.214.214.241 icmp_seq=4 ttl=126 time=62.464 ms
84 bytes from 10.214.214.241 icmp_seq=5 ttl=126 time=62.184 ms

PC1> ping 10.214.214.241

84 bytes from 10.214.214.241 icmp_seq=1 ttl=126 time=40.719 ms
84 bytes from 10.214.214.241 icmp_seq=2 ttl=126 time=35.705 ms
84 bytes from 10.214.214.241 icmp_seq=3 ttl=126 time=38.150 ms
84 bytes from 10.214.214.241 icmp_seq=4 ttl=126 time=37.471 ms
84 bytes from 10.214.214.241 icmp_seq=5 ttl=126 time=40.984 ms

PC1> █
```

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。

R2 配置命令：

```
1. R2(config)#interface f0/0
2. R2(config-if)#ip address dhcp
3. R2(config-if)#exit
4. R2(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.192.1
```

R2 分配到 192.168.58.130

```
*Mar  1 00:00:29.707: %DHCP-6-ADDRESS_ASSIGN: Interface FastEthernet0/0 assigned
DHCP address 192.168.58.130, mask 255.255.255.0, hostname R2
```

R1 配置命令：

```
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(另一台主机 H 的 IP 地址为 10.214.214.245):

```
R2#ping 10.214.214.245

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 10.214.214.245, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 8/49/72 ms
```

PC1 与真实网络主机 H 的 Ping 结果截图:

```
PC1> ping 10.214.214.245

84 bytes from 10.214.214.245 icmp_seq=1 ttl=126 time=42.067 ms
84 bytes from 10.214.214.245 icmp_seq=2 ttl=126 time=41.696 ms
84 bytes from 10.214.214.245 icmp_seq=3 ttl=126 time=32.014 ms
84 bytes from 10.214.214.245 icmp_seq=4 ttl=126 time=39.709 ms
84 bytes from 10.214.214.245 icmp_seq=5 ttl=126 time=31.777 ms
```

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

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

因为端口被打开，但是封装的格式不匹配

- 路由起什么作用？什么是静态路由？

路由的作用：

路由是网络中负责决定数据包从源到目的地之间传输路径的过程。路由器是执行这种路由功能的设备。路由器从一个接口上收到数据包，然后根据数据包的目的地址进行定向，再转发到另一个接口。其主要功能包括：

1. 路径选择：路由器决定数据包应该沿着哪一条路径传输。这个路径可以是直接连接到路由器的接口，也可以是通过其他路由器中转的路径。
2. 转发：一旦路径被选择，路由器就负责将数据包从一个接口接收并通过另一个接口发送。
3. 分割广播域： 路由器可以将网络划分成不同的子网，以限制广播流量和提高网络性能。
4. 连接不同网络： 路由器可以连接不同的物理网络或逻辑网络，使得数据可以在它们之间传输。

静态路由：

静态路由是一种路由的方式，路由项手动配置。静态路由是管理员手动配置的路由信息，不依赖于动态路由协议的自动学习。在静态路由中，管理员手动指定网络路径，告诉路由器数据包应该通过哪个接口发送。

- 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？

需要为网络地址添加路由

- 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？

下一跳填写的是目的网络的路由器端口地址。

- 什么是默认路由？添加默认路由的命令格式是什么？

默认路由：

默认路由是指当路由器无法找到匹配目标网络的路由表项时，将数据包发送到的预定义路由。默认路由通常用于指定下一跳，使得所有不匹配其他路由表项的数据包都被发送到默认路由所指定的目的地。

添加默认路由的命令格式：

在 Cisco 设备上，配置默认路由的命令格式如下：

`route -p add 目的网路地址 mask 子网掩码 本机的网关地址`

格式举例：`ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.1.1`

- 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？

当两个 PC 分别属于不同的子网，而且子网掩码长度为/24（表示 24 位网络部分，剩余 8 位为主机部分），它们会被认为在不同的网络上。这是因为子网掩码决定了哪些 IP 地址属于同一子网，而/24 的子网掩码长度会将 IP 地址分为不同的子网。如果将子网掩码长度从/24 变为/16，就意味着更多的 IP 地址被认为在同一个网络上。具体而言，/16 掩码长度将网络部分扩展到 16 位，因此前两个字节将用于网络标识。这导致 10.0.0.x 和 10.0.1.x 都被视为同一网络，因为它们的前两个字节是相同的。当子网掩码变 16 位，两台 PC 机就在一个网段，一个 vlan 下，能够接通。

- 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？

不需要把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。

原因：只需要把 ping 通的路线添加到静态路由里就可以让不同区域内的 PC 之间能够互相 Ping 通了，子网中多余的部分是不会用到的。

七、 讨论、心得

在完成本实验后，你可能会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：

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的时候，不知道为什么，我的 R2 dhcp 得到的地址不是 VMware 的 IPv4 地址，而是物理主机的 IPv4 地址，故我使用了宿主机的地址。

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：

比较大的困难是设备安装上的问题，有些时候难以配置，推测是因为它自动寻址的时候我对 VMware 安装并不是默认路径下的，所以出问题

你对本实验安排有哪些更好的建议呢？欢迎献计献策：

希望这个实验有一个视频演示操作的 demo