

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:	计算机系
专 业:	计算机科学与技术
学 号:	
指导教师:	黄正谦

2022 年 12 月 12 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

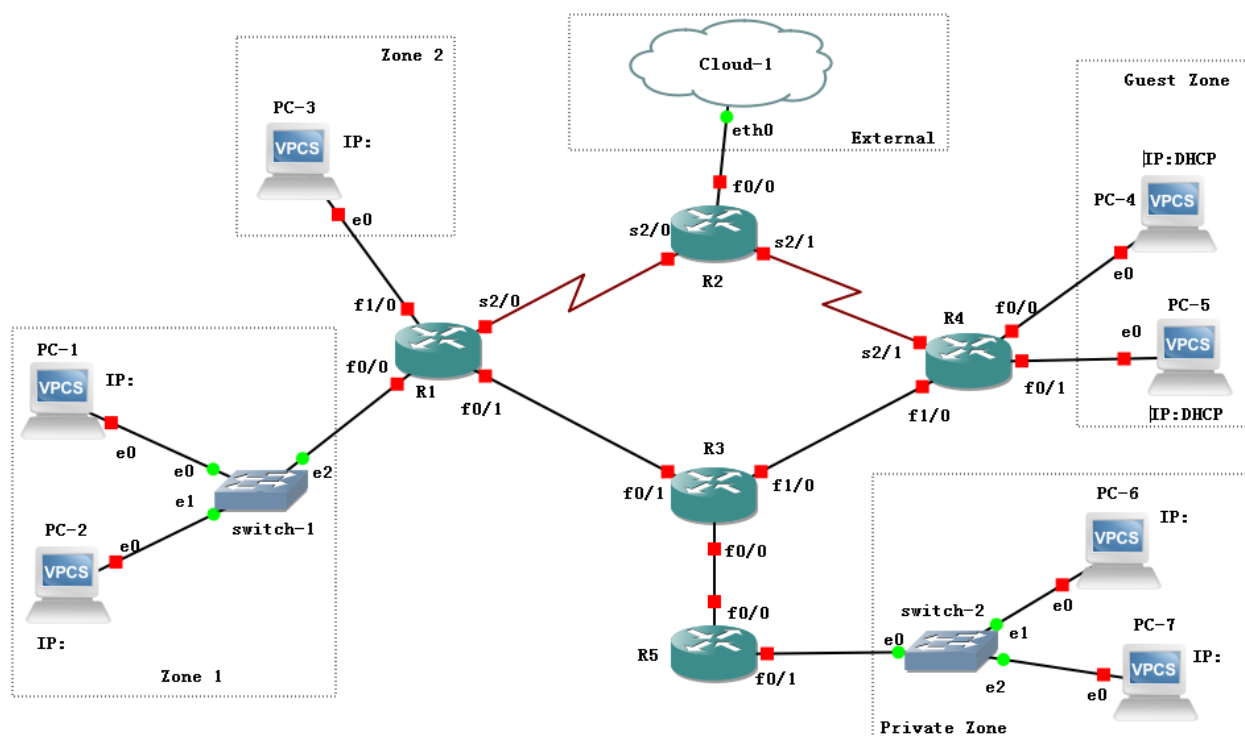
- 分别采用静态地址分配、动态地址分配构建多种类型的局域网；
- 使用多个路由器连接多个局域网；
- 分别采用以太网、高速串口等方式连接路由器；
- 通过路由器连接真实网络并实现数据通信；
- 在路由器上配置 NAT，实现私有网络和共有网络的互联；
- 在各路由器上配置静态路由，实现网络互联互通。

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；

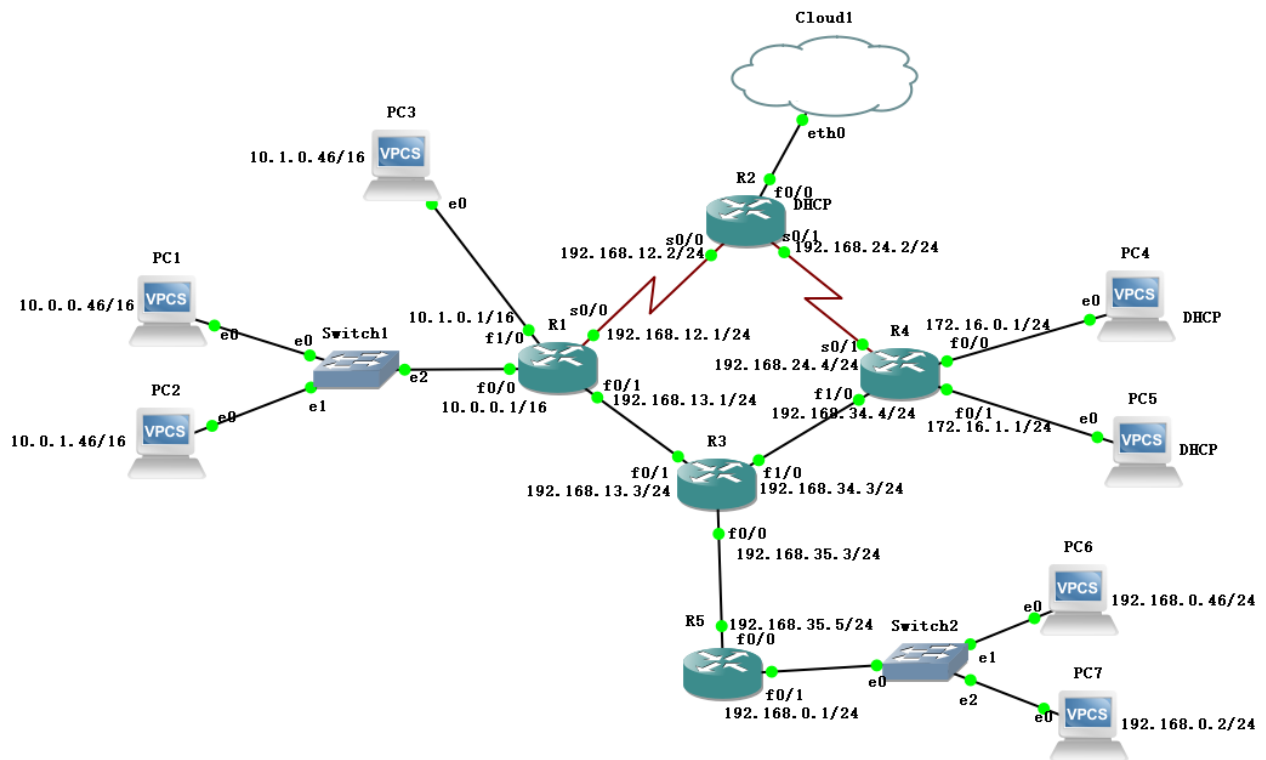
Private 区域需要经过 NAT 转换后再和其他区域通信, IP 子网为 192.168.0.0/24;

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

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)。



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)。

```
PC1> ip 10.0.0.46
Checking for duplicate address...
PC1 : 10.0.0.46 255.255.255.0

PC1> ping 10.0.1.46

No gateway found
```

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。

```
PC1> ip 10.0.0.46/16
Checking for duplicate address...
PC1 : 10.0.0.46 255.255.0.0

PC1> ping 10.0.1.46

84 bytes from 10.0.1.46 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.088 ms
84 bytes from 10.0.1.46 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.116 ms
84 bytes from 10.0.1.46 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.139 ms
84 bytes from 10.0.1.46 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.102 ms
84 bytes from 10.0.1.46 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.115 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。

R1#config t

```
R1(config)#int fo/o
R1(config-if)#ip address 10.0.0.1 255.255.0.0
R1(config-if)#no shutdown
R1(config-if)#int f1/o
R1(config-if)#ip address 10.1.0.1 255.255.0.0
R1(config-if)#no shutdown
```

```
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
```

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。

```
PC3> ip 10.1.0.46/16
Checking for duplicate address...
PC3 : 10.1.0.46 255.255.0.0

PC3> ping 10.0.0.46

No gateway found
```

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。

```
PC1> ip 10.0.0.46/16 10.0.0.1
PC3> ip 10.1.0.46/16 10.1.0.1
```

```
PC3> ping 10.0.0.46

84 bytes from 10.0.0.46 icmp_seq=1 ttl=63 time=45.376 ms
84 bytes from 10.0.0.46 icmp_seq=2 ttl=63 time=32.482 ms
84 bytes from 10.0.0.46 icmp_seq=3 ttl=63 time=31.722 ms
84 bytes from 10.0.0.46 icmp_seq=4 ttl=63 time=31.673 ms
84 bytes from 10.0.0.46 icmp_seq=5 ttl=63 time=31.564 ms
```

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

```
R4#conf t
R4(config)#int fo/o
R4(config-if)#ip address 172.16.0.1 255.255.255.0
R4(config-if)#no shutdown
R4(config-if)#int fo/1
R4(config-if)#ip address 172.16.1.1 255.255.255.0
```

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

8. 在 R4 上为第一个接口（f0/0）连接的子网配置 DHCP 服务。

```
R4#conf t
R4(config)#ip dhcp pool 1
R4(dhcp-config)#network 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。

```
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。

```
R4#conf t
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。

```
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。

```
PC5> ping 172.16.0.2

84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=1 ttl=63 time=30.999 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=2 ttl=63 time=11.720 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=3 ttl=63 time=13.407 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=4 ttl=63 time=13.571 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=5 ttl=63 time=20.931 ms
```

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/
                   Hardware address/
                   User name
172.16.0.2           0100.5079.6668.03    Mar 02 2002 12:38 AM    Automatic
172.16.1.2           0100.5079.6668.04    Mar 02 2002 12:41 AM    Automatic
```

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。

```
R1#conf t
R1(config)#int so/o
R1(config-if)#ip address 192.168.12.1 255.255.255.0
R1(config-if)#encap hdlc
R1(config-if)#no sh
R2#conf t
```

```
R2(config)#int so/0
R2(config-if)#ip address 192.168.12.2 255.255.255.0
R2(config-if)#encap hdlc
R2(config-if)#clock rate 128000
R2(config-if)#no sh
```

```
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 = 1/3/12 ms
```

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。

```
R2#conf t
R2(config)#username R4 password 1234
R2(config)#int so/1
R2(config-if)#ip addr 192.168.24.2 255.255.255.0
R2(config-if)#encap ppp
R2(config-if)#ppp authe chap
R2(config-if)#no sh
R4#conf t
R4(config)#username R2 passw 1234
R4(config)#int so/1
R4(config-if)#ip addr 192.168.24.4 255.255.255.0
R4(config-if)#encap ppp
R4(config-if)#ppp authe chap
R4(config-if)#no sh
```

```
R2#show 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
```

```
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 = 1/3/8 ms
```

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。

```
R1#conf t
R1(config)#int fo/1
```



```
R1(config-if)#ip addr 192.168.13.1 255.255.255.0
R1(config-if)#no sh
R3#conf t
R3(config)#int fo/1
R3(config-if)#ip addr 192.168.13.3 255.255.255.0
R3(config-if)#no sh
```

```
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 80 percent (4/5), round-trip min/avg/max = 16/19/20 ms
```

```
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 = 64/66/68 ms
```

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。

```
R3#conf t
R3(config)#int f1/o
R3(config-if)#ip addr 192.168.34.3 255.255.255.0
R3(config-if)#no sh
R4#conf t
R4(config)#int f1/o
R4(config-if)#ip addr 192.168.34.4 255.255.255.0
R4(config-if)#no sh
```

```
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 80 percent (4/5), round-trip min/avg/max = 16/18/20 ms
```

```
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 = 4/13/24 ms
```

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

```
PC1> ping 172.16.0.2

*10.0.0.1 icmp_seq=1 ttl=255 time=9.020 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.1 icmp_seq=2 ttl=255 time=3.672 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.1 icmp_seq=3 ttl=255 time=2.198 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.1 icmp_seq=4 ttl=255 time=5.085 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.1 icmp_seq=5 ttl=255 time=5.679 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
```



```
PC1> ping 172.16.1.2
```

```
*10.0.0.1 icmp_seq=1 ttl=255 time=6.237 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.1 icmp_seq=2 ttl=255 time=6.280 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.1 icmp_seq=3 ttl=255 time=2.339 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.1 icmp_seq=4 ttl=255 time=10.106 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.1 icmp_seq=5 ttl=255 time=7.873 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
```

```
PC3> ping 172.16.0.2
```

```
*10.1.0.1 icmp_seq=1 ttl=255 time=10.471 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=2 ttl=255 time=6.099 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=3 ttl=255 time=8.072 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=4 ttl=255 time=6.294 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=5 ttl=255 time=5.531 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
```

```
PC3> ping 172.16.1.2
```

```
*10.1.0.1 icmp_seq=1 ttl=255 time=7.139 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=2 ttl=255 time=2.868 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=3 ttl=255 time=1.072 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=4 ttl=255 time=6.030 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=5 ttl=255 time=3.923 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。

```
C    192.168.12.0/24 is directly connected, Serial0/0
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#
```

```
C    192.168.12.0/24 is directly connected, Serial0/0
C    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#
```

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

```
C    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
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。

```
R1#conf t
```

```
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#conf t
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
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
R3#conf t
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
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
R4#conf t
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
```

```
PC1> ping 172.16.0.2
```

```
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=1 ttl=61 time=93.773 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=2 ttl=61 time=92.852 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=3 ttl=61 time=95.402 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=4 ttl=61 time=93.958 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=5 ttl=61 time=95.951 ms
```

```
PC1> ping 172.16.1.2
```

```
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=1 ttl=61 time=110.321 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=2 ttl=61 time=94.442 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=3 ttl=61 time=91.464 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=4 ttl=61 time=92.729 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=5 ttl=61 time=51.509 ms
```

```
PC3> ping 172.16.0.2
```

```
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=1 ttl=61 time=93.974 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=2 ttl=61 time=94.177 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=3 ttl=61 time=94.256 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=4 ttl=61 time=94.987 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=5 ttl=61 time=92.496 ms
```

```
PC3> ping 172.16.1.2
```

```
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=1 ttl=61 time=93.745 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=2 ttl=61 time=94.652 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=3 ttl=61 time=53.268 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=4 ttl=61 time=62.680 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=5 ttl=61 time=54.280 ms
```

```

C    192.168.12.0/24 is directly connected, Serial0/0
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#

```

```

C    192.168.12.0/24 is directly connected, Serial0/0
    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#

```

```

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#

```

```

    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。

```

R1#conf t
R1(config)#ip route 172.16.0.0 255.255.255.0 192.168.12.2 30
R1(config)#ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 192.168.12.2 30
R4#conf t
R4(config)#ip route 10.0.0.0 255.255.0.0 192.168.24.2 30
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：

```

C    192.168.12.0/24 is directly connected, Serial0/0
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#

```

```

    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#

```

```

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   3.493 ms  10.311 ms  10.186 ms
 2  192.168.13.3 30.248 ms 19.481 ms 30.521 ms
 3  *192.168.34.4 51.323 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)

```

B) R1-R3、R4-R3 间链路断开后:

```

C    192.168.12.0/24 is directly connected, Serial0/0
    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
    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#

```

```

    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 [30/0] via 192.168.24.2
S      10.1.0.0 [30/0] via 192.168.24.2
R4#

```

```

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   9.809 ms  5.942 ms  5.635 ms
 2  192.168.12.2 13.675 ms 8.730 ms  8.813 ms
 3  *192.168.24.4 23.487 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)

```

C) R1-R3、R4-R3 间链路重新打开后:

```

C    192.168.12.0/24 is directly connected, Serial0/0
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#

```

```

    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。

```

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 60 percent (3/5), round-trip min/avg/max = 36/46/68 ms

```

```

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 = 1/16/44 ms

```

```

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 = 1/21/36 ms

```

```

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 = 1/5/20 ms

```

```

R1#conf t
R1(config)#ip route 192.168.24.0 255.255.255.0 192.168.12.2

```

```

R1(config)#ip route 192.168.34.0 255.255.255.0 192.168.13.3
R2#conf t
R2(config)#ip route 192.168.13.0 255.255.255.0 192.168.12.1
R2(config)#ip route 192.168.34.0 255.255.255.0 192.168.24.4
R3#conf t
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#conf t
R4(config)#ip route 192.168.12.0 255.255.255.0 192.168.24.2
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。

```

R3#conf t
R3(config)#int f0/0
R3(config-if)#ip addr 192.168.35.3 255.255.255.0
R3(config-if)#no sh
R5#conf t
R5(config)#int f0/0
R5(config-if)#ip address 192.168.35.5 255.255.255.0
R5(config-if)#no sh
R5(config-if)#int f0/1
R5(config-if)#ip address 192.168.0.1 255.255.255.0
R5(config-if)#no sh

```

```

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 80 percent (4/5), round-trip min/avg/max = 12/24/40 ms

```

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）。

```

PC6> ip 192.168.0.46/24 192.168.0.1
PC7> ip 192.168.0.2/24 192.168.0.1

```

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。

```

R5#conf t
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)#exit

```



```
R5(config)#access-list 1 permit 192.168.0.0 0.0.0.255
R5(config)#ip nat inside source list 1 int fo/o overload
```

```
R5#show ip nat t
Pro Inside global      Inside local      Outside local      Outside global
icmp 192.168.35.5:59839 192.168.0.2:59839 192.168.35.3:59839 192.168.35.3:59839
icmp 192.168.35.5:60095 192.168.0.2:60095 192.168.35.3:60095 192.168.35.3:60095
icmp 192.168.35.5:1087 192.168.0.2:60351 192.168.35.3:60351 192.168.35.3:1087
icmp 192.168.35.5:1088 192.168.0.2:60607 192.168.35.3:60607 192.168.35.3:1088
icmp 192.168.35.5:1089 192.168.0.2:60863 192.168.35.3:60863 192.168.35.3:1089
icmp 192.168.35.5:1090 192.168.0.2:61119 192.168.35.3:61119 192.168.35.3:1090
icmp 192.168.35.5:59327 192.168.0.46:59327 192.168.35.3:59327 192.168.35.3:59327
icmp 192.168.35.5:59583 192.168.0.46:59583 192.168.35.3:59583 192.168.35.3:59583
icmp 192.168.35.5:1086 192.168.0.46:59839 192.168.35.3:59839 192.168.35.3:1086
icmp 192.168.35.5:60351 192.168.0.46:60351 192.168.35.3:60351 192.168.35.3:60351
icmp 192.168.35.5:60607 192.168.0.46:60607 192.168.35.3:60607 192.168.35.3:60607
icmp 192.168.35.5:60863 192.168.0.46:60863 192.168.35.3:60863 192.168.35.3:60863
icmp 192.168.35.5:61119 192.168.0.46:61119 192.168.35.3:61119 192.168.35.3:61119
icmp 192.168.35.5:61375 192.168.0.46:61375 192.168.35.3:61375 192.168.35.3:61375
icmp 192.168.35.5:61631 192.168.0.46:61631 192.168.35.3:61631 192.168.35.3:61631
```

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）。

```
R1#conf t
R1(config)#ip route 192.168.35.0 255.255.255.0 192.168.13.3
R2#conf t
R2(config)#ip route 192.168.35.0 255.255.255.0 192.168.12.1
R2(config)#ip route 192.168.35.0 255.255.255.0 192.168.24.4 30
R4#conf t
R4(config)#ip route 192.168.35.0 255.255.255.0 192.168.34.3
R5#conf t
R5(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.35.3
```

```
PC6> ping 10.0.0.46

10.0.0.46 icmp_seq=1 timeout
84 bytes from 10.0.0.46 icmp_seq=2 ttl=61 time=57.988 ms
84 bytes from 10.0.0.46 icmp_seq=3 ttl=61 time=52.162 ms
84 bytes from 10.0.0.46 icmp_seq=4 ttl=61 time=54.661 ms
84 bytes from 10.0.0.46 icmp_seq=5 ttl=61 time=55.560 ms
```

```
PC6> ping 10.1.0.46

10.1.0.46 icmp_seq=1 timeout
84 bytes from 10.1.0.46 icmp_seq=2 ttl=61 time=56.457 ms
84 bytes from 10.1.0.46 icmp_seq=3 ttl=61 time=54.378 ms
84 bytes from 10.1.0.46 icmp_seq=4 ttl=61 time=53.226 ms
84 bytes from 10.1.0.46 icmp_seq=5 ttl=61 time=57.007 ms
```



```
PC6> ping 172.16.0.2

84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=1 ttl=61 time=126.783 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=2 ttl=61 time=93.869 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=3 ttl=61 time=94.289 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=4 ttl=61 time=96.131 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=5 ttl=61 time=96.104 ms
```

```
PC6> ping 172.16.1.2

84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=1 ttl=61 time=107.903 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=2 ttl=61 time=96.052 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=3 ttl=61 time=95.281 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=4 ttl=61 time=95.574 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=5 ttl=61 time=75.118 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。

```
R2#conf t
R2(config)#int fo/o
R2(config-if)#ip address dhcp
R2(config-if)#no sh
```

```
C:\WINDOWS\system32>ping 192.168.198.129

正在 Ping 192.168.198.129 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.198.129 的回复: 字节=32 时间=9ms TTL=255
来自 192.168.198.129 的回复: 字节=32 时间=6ms TTL=255
来自 192.168.198.129 的回复: 字节=32 时间=10ms TTL=255
来自 192.168.198.129 的回复: 字节=32 时间=6ms TTL=255

192.168.198.129 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 = 6ms, 最长 = 10ms, 平均 = 7ms
```

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#conf t
R2(config)#int fo/o
R2(config-if)#ip nat out
R2(config-if)#int so/o
R2(config-if)#ip nat in
R2(config-if)#exit
R2(config)#access-list 2 permit 10.0.0.0 0.0.255.255
R2(config)#ip nat in source list 2 int fo/o overload
R1#conf t
R1(config)#ip route 192.168.198.0 255.255.255.0 192.168.12.2
```

```
IPv4 地址 . . . . . : 192.168.198.1(首选)
子网掩码 . . . . . : 255.255.255.0
```

```
PC1> ping 192.168.198.1

84 bytes from 192.168.198.1 icmp_seq=1 ttl=126 time=19.222 ms
84 bytes from 192.168.198.1 icmp_seq=2 ttl=126 time=14.663 ms
84 bytes from 192.168.198.1 icmp_seq=3 ttl=126 time=17.066 ms
84 bytes from 192.168.198.1 icmp_seq=4 ttl=126 time=17.096 ms
84 bytes from 192.168.198.1 icmp_seq=5 ttl=126 time=11.702 ms
```

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#conf t
R2(config)#int fo/o
R2(config-if)#ip addr dhcp
R2(config-if)#exit
R2(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.101.1
R1#conf t
R1(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.12.2
```

```
R2#ping 192.168.101.4

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.101.4, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 20/56/180 ms
```

```
PC1> ping 192.168.101.4

84 bytes from 192.168.101.4 icmp_seq=1 ttl=62 time=74.100 ms
84 bytes from 192.168.101.4 icmp_seq=2 ttl=62 time=345.137 ms
84 bytes from 192.168.101.4 icmp_seq=3 ttl=62 time=223.985 ms
84 bytes from 192.168.101.4 icmp_seq=4 ttl=62 time=134.623 ms
84 bytes from 192.168.101.4 icmp_seq=5 ttl=62 time=631.824 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

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？
端口打开，但协议错误。两端协议不一致或没有正确配置。
- 路由起什么作用？什么是静态路由？
路由用以实现跨网段的数据包通信。静态路由是手动指定下一跳地址的路由方式。
- 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？
网络地址。
- 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。
- 什么是默认路由？添加默认路由的命令格式是什么？
不在路由器路由表中的地址采用默认路由。

```
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 <ip>
```
- 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？
24 位掩码时地址的网段不同。
- 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，只要有一条路由是通的就足够。

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：

无

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：

无

你对本实验安排有哪些更好的建议呢？欢迎献计献策：

无