

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： 秦嘉俊

学 院： 计算机学院

系：

专 业： 计算机科学与技术

学 号： 3210106182

指导教师： 许海涛

2023 年 12 月 6 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

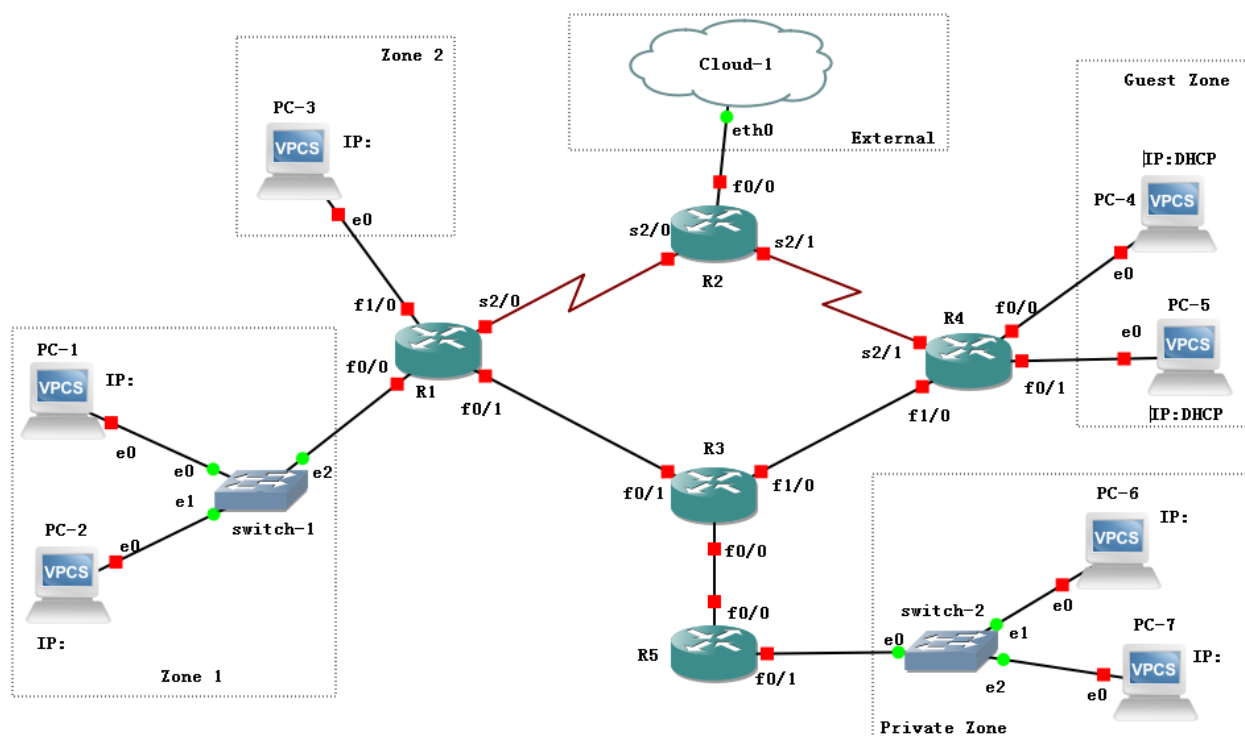
- 分别采用静态地址分配、动态地址分配构建多种类型的局域网；
- 使用多个路由器连接多个局域网；
- 分别采用以太网、高速串口等方式连接路由器；
- 通过路由器连接真实网络并实现数据通信；
- 在路由器上配置 NAT，实现私有网络和共有网络的互联；
- 在各路由器上配置静态路由，实现网络互联互通。

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)(注:由于先前比较多的同学反映因为环境原因没有配置 VM 虚拟机,该部分的三道实验题目不要求完成,实验中可以不布置这一块区域)。

- 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

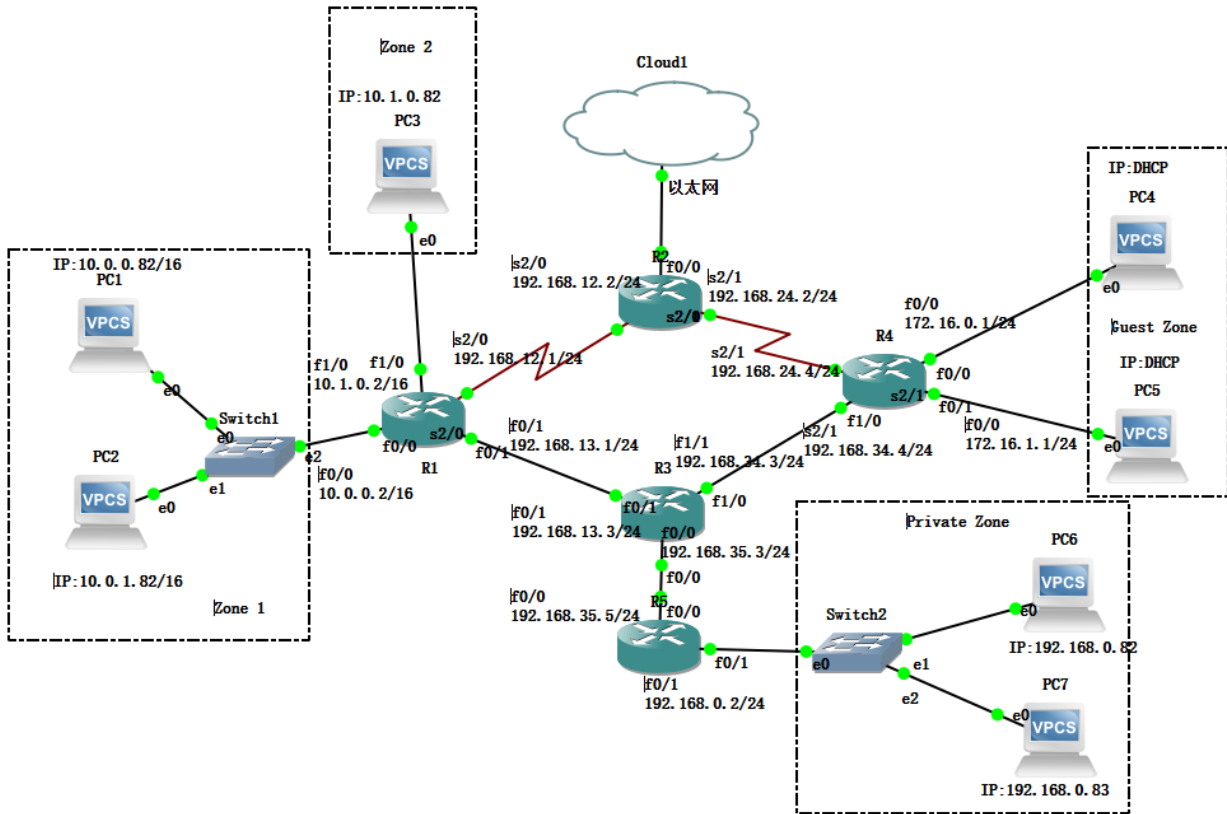
以下实验记录均需结合屏幕截图进行文字标注和描述, 图片应大小合适、关键部分清晰可见, 可直接在图片上进行标注

(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（思考为什么会出现该种提示）。

修改 PC1 和 PC2 的配置分别为 ip 10.0.0.82/24 和 ip 10.0.1.82/24, 然后互相 ping:

Ping 结果截图:

<pre>PC1> show ip NAME : PC1[1] IP/MASK : 10.0.0.82/24 GATEWAY : 0.0.0.0 DNS : MAC : 00:50:79:66:68:00 LPORT : 10052 RHOST:PORT : 127.0.0.1:10053 MTU : 1500 PC1> ping 10.0.1.82 No gateway found PC1> █</pre>	<pre>PC2> show ip NAME : PC2[1] IP/MASK : 10.0.1.82/24 GATEWAY : 0.0.0.0 DNS : MAC : 00:50:79:66:68:01 LPORT : 10050 RHOST:PORT : 127.0.0.1:10051 MTU : 1500 PC2> ping 10.0.0.82 No gateway found</pre>
---	--

无法 ping 通。

因为 PC1 和 PC2 不在同一个子网内，此时需要通过网关路由。但这里我们并没有配置网关，所以会提示 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。

修改 ip 为 10.0.0.82/16 和 10.0.1.82/16 然后互相 ping:

Ping 结果截图:

<pre>PC1> show ip NAME : PC1[1] IP/MASK : 10.0.0.82/16 GATEWAY : 0.0.0.0 DNS : MAC : 00:50:79:66:68:00 LPORT : 10052 RHOST:PORT : 127.0.0.1:10053 MTU : 1500 PC1> ping 10.0.1.82 84 bytes from 10.0.1.82 icmp_seq=1 ttl=64 time=1.815 ms 84 bytes from 10.0.1.82 icmp_seq=2 ttl=64 time=1.778 ms 84 bytes from 10.0.1.82 icmp_seq=3 ttl=64 time=2.349 ms 84 bytes from 10.0.1.82 icmp_seq=4 ttl=64 time=1.662 ms 84 bytes from 10.0.1.82 icmp_seq=5 ttl=64 time=1.485 ms</pre>	<pre>PC2> show ip NAME : PC2[1] IP/MASK : 10.0.1.82/16 GATEWAY : 0.0.0.0 DNS : MAC : 00:50:79:66:68:01 LPORT : 10050 RHOST:PORT : 127.0.0.1:10051 MTU : 1500 PC2> ping 10.0.0.82 84 bytes from 10.0.0.82 icmp_seq=1 ttl=64 time=1.773 ms 84 bytes from 10.0.0.82 icmp_seq=2 ttl=64 time=1.546 ms 84 bytes from 10.0.0.82 icmp_seq=3 ttl=64 time=1.920 ms 84 bytes from 10.0.0.82 icmp_seq=4 ttl=64 time=2.056 ms 84 bytes from 10.0.0.82 icmp_seq=5 ttl=64 time=1.591 ms</pre>
---	---

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#config t
```

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

```
R1(config)#interface f0/0
```

```
R1(config-if)#ip address 10.0.0.2 255.255.0.0
```

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

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

R1(config)#

R1(config)#interface f1/0

R1(config-if)#ip address 10.1.0.2 255.255.0.0

R1(config-if)#no shut

R1(config-if)#exit

R1(config)#

```
R1#config t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#interface f0/0
R1(config-if)#ip address 10.0.0.2 255.255.0.0
R1(config-if)#no shut
R1(config-if)#exit
R1(config)#i
*Mar  1 00:01:30.959: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
*Mar  1 00:01:31.959: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up
R1(config)#interface f1/0
R1(config-if)#ip address 10.1.0.2 255.255.0.0
R1(config-if)#no shut
R1(config-if)#exit
R1(config)#
```

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。

通过 ip 10.1.0.82/16 命令配置 PC3, 随后互 ping

Ping 结果截图:

<pre>PC3> show ip NAME : PC3[1] IP/MASK : 10.1.0.82/16 GATEWAY : 0.0.0.0 DNS : MAC : 00:50:79:66:68:02 LPORT : 10054 RHOST:PORT : 127.0.0.1:10055 MTU : 1500 PC3> ping 10.0.0.82 No gateway found</pre>	<pre>PC1> show ip NAME : PC1[1] IP/MASK : 10.0.0.82/16 GATEWAY : 0.0.0.0 DNS : MAC : 00:50:79:66:68:00 LPORT : 10052 RHOST:PORT : 127.0.0.1:10053 MTU : 1500 PC1> ping 10.1.0.82 No gateway found</pre>
--	--

可见还是无法 ping 通，提示 No gateway found，这是因为这两个 PC 不在同一个子网里，需要经过路由才可以。但是两边都没有配置相关网关。

- 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 10.0.0.82/16 10.0.0.2

Checking for duplicate address...

PC1 : 10.0.0.82 255.255.0.0 gateway 10.0.0.2

PC3> ip 10.1.0.82/16 10.1.0.2

Checking for duplicate address...

PC1 : 10.1.0.82 255.255.0.0 gateway 10.1.0.2
```

Ping 结果截图：

<pre>PC3> ping 10.0.0.82 10.0.0.82 icmp_seq=1 timeout 84 bytes from 10.0.0.82 icmp_seq=2 ttl=63 time=31.812 ms 84 bytes from 10.0.0.82 icmp_seq=3 ttl=63 time=29.610 ms 84 bytes from 10.0.0.82 icmp_seq=4 ttl=63 time=29.893 ms 84 bytes from 10.0.0.82 icmp_seq=5 ttl=63 time=30.428 ms</pre>	<pre>PC1> ping 10.1.0.82 84 bytes from 10.1.0.82 icmp_seq=1 ttl=63 time=32.321 ms 84 bytes from 10.1.0.82 icmp_seq=2 ttl=63 time=30.943 ms 84 bytes from 10.1.0.82 icmp_seq=3 ttl=63 time=31.165 ms 84 bytes from 10.1.0.82 icmp_seq=4 ttl=63 time=31.386 ms 84 bytes from 10.1.0.82 icmp_seq=5 ttl=63 time=31.402 ms</pre>
--	--

可以看到添加路由后，可以互相 ping 通。

- 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 t

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

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-if)#exit
```

```
R4(config)#
```

```
*Mar  1 00:12:26.579: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
```

```
*Mar  1 00:12:27.579: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up
```

```
R4(config)#interface f0/1
```

```
R4(config-if)#ip address 172.16.1.1 255.255.255.0
```

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

```
R4(config-if)#exit
```

```
R4#config t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
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-if)#exit
R4(config)#
*Mar  1 00:12:26.579: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
*Mar  1 00:12:27.579: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up
R4(config)#interface f0/1
R4(config-if)#ip address 172.16.1.1 255.255.255.0
R4(config-if)#no shut
R4(config-if)#exit
R4(config)#
```

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#config t
```

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

```
R4(config)#ip dhcp pool 1
```

```
R4(dhcp-config)#network 172.16.0.0 /24
```

```
R4(dhcp-config)#default-rou
```

```
R4(dhcp-config)#default-router 172.16.0.1
```

```
R4(dhcp-config)#exit
```

```
R4(config)#exit
```

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
```



```

PC4> show ip

NAME       : PC4[1]
IP/MASK    : 0.0.0.0/0
GATEWAY    : 0.0.0.0
DNS        :
MAC        : 00:50:79:66:68:03
LPORT      : 10056
RHOST:PORT : 127.0.0.1:10057
MTU:       : 1500

PC4> ip dhcp
DDORA IP 172.16.0.2/24 GW 172.16.0.1

PC4> show ip

NAME       : PC4[1]
IP/MASK    : 172.16.0.2/24
GATEWAY    : 172.16.0.1
DNS        :
DHCP SERVER : 172.16.0.1
DHCP LEASE  : 86386, 86400/43200/75600
MAC        : 00:50:79:66:68:03
LPORT      : 10056
RHOST:PORT : 127.0.0.1:10057
MTU:       : 1500

```

可以看到我们分配得到的 ip 地址为 172.16.0.2/24，网关为 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）：

```

R4#config t

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

R4(config)#ip dhcp pool 2

R4(dhcp-config)#network 172.16.1.0 /24

R4(dhcp-config)#default-router 172.16.1.1

R4(dhcp-config)#exit

R4(config)#exit

```

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

```

```

PC5> show ip

NAME       : PC5[1]
IP/MASK    : 0.0.0.0/0
GATEWAY    : 0.0.0.0
DNS        :
MAC        : 00:50:79:66:68:04
LPORT     : 10058
RHOST:PORT : 127.0.0.1:10059
MTU        : 1500

PC5> ip dhcp
DDORA IP 172.16.1.2/24 GW 172.16.1.1

PC5> show ip

NAME       : PC5[1]
IP/MASK    : 172.16.1.2/24
GATEWAY    : 172.16.1.1
DNS        :
DHCP SERVER : 172.16.1.1
DHCP LEASE  : 86386, 86400/43200/75600
MAC        : 00:50:79:66:68:04
LPORT     : 10058
RHOST:PORT : 127.0.0.1:10059
MTU        : 1500

```

可以看到外面分配得到的 ip 地址为 172.16.1.2/24，网关为 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> show ip	PC4> show ip
NAME : PC5[1]	NAME : PC4[1]
IP/MASK : 172.16.1.2/24	IP/MASK : 172.16.0.2/24
GATEWAY : 172.16.1.1	GATEWAY : 172.16.0.1
DNS :	DNS :
DHCP SERVER : 172.16.1.1	DHCP SERVER : 172.16.0.1
DHCP LEASE : 86273, 86400/43200/75600	DHCP LEASE : 86074, 86400/43200/75600
MAC : 00:50:79:66:68:04	MAC : 00:50:79:66:68:03
LPORT : 10058	LPORT : 10056
RHOST:PORT : 127.0.0.1:10059	RHOST:PORT : 127.0.0.1:10057
MTU : 1500	MTU : 1500

PC5> ping 172.16.0.2	PC4> ping 172.16.1.2
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=1 ttl=63 time=31.923 ms	172.16.1.2 icmp_seq=1 timeout
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=2 ttl=63 time=32.014 ms	172.16.1.2 icmp_seq=2 timeout
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=3 ttl=63 time=31.500 ms	84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=3 ttl=63 time=32.086 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=4 ttl=63 time=30.045 ms	84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=4 ttl=63 time=30.841 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=5 ttl=63 time=30.091 ms	84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=5 ttl=63 time=28.624 ms

可以看到此时 PC4、PC5 可以互相 ping 通。

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 12:15 AM Automatic
172.16.1.2          0100.5079.6668.04   Mar 02 2002 12:19 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#config t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
R1(config)#interface s2/0
R1(config-if)#ip address 192.168.12.1 255.255.255.0
R1(config-if)#encapsulation hdlc
R1(config-if)#no shut
R1(config-if)#exit
R2#config t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
R2(config)#interface s2/0
R2(config-if)#ip address 192.168.12.2 255.255.255.0
R2(config-if)#encapsulation hdlc
R2(config-if)#clock rate 128000
R2(config-if)#no shut
R2(config-if)#exit

```

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 = 32/59/104 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:

R2#config t

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

R2(config)#username R4 password 1234

R2(config)#interface s2/1

R2(config-if)#ip address 192.168.24.2 255.255.255.0

R2(config-if)#encapsulation ppp

R2(config-if)#ppp authentication chap

R2(config-if)#no shut

R2(config-if)#exit

R4:

R4#config t

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

R4(config)#username R2 password 1234

R4(config)#interface s2/1

R4(config-if)#ip address 192.168.24.4 255.255.255.0

R4(config-if)#encapsulation ppp

R4(config-if)#ppp authentication chap

R4(config-if)#no shut

R4(config-if)#exit

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 s2/1
Serial2/1 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 00:00:26, output 00:00:03, output hang never
  Last clearing of "show interface" counters 00:03:07
  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
    29 packets input, 1110 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
    48 packets output, 1146 bytes, 0 underruns
    0 output errors, 0 collisions, 3 interface resets
    0 unknown protocol drops
    0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out
    3 carrier transitions      DCD=up   DSR=up   DTR=up   RTS=up   CTS=up

```

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 = 32/33/36 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#config t

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

R1(config)#interface f0/1

R1(config-if)#ip address 192.168.13.1 255.255.255.0

R1(config-if)#no shut

R1(config-if)#exit

R1(config)#

```
R3#config t
```

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

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

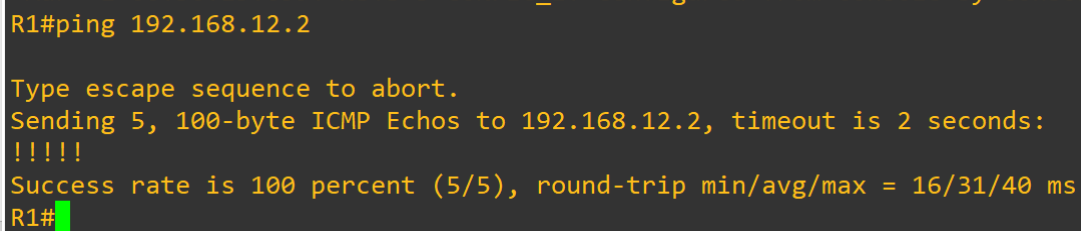
```
R3(config-if)#ip address 192.168.13.3 255.255.255.0
```

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

```
R3(config-if)#exit
```

```
R3(config)#
```

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 = 16/31/40 ms
R1#
```

可以看到 R1、R3 可以 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:

```
R3#config t
```

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

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

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

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

```
R3(config-if)#exit
```

```
R3(config)#
```

```
R4#config t
```

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

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

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

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

```
R4(config-if)#exit
```

```
R4(config)#
```

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 = 16/27/40 ms
R3#
```

可以看到 R3、R4 可以 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 与 PC5:

```
PC1> show ip

NAME       : PC1[1]
IP/MASK    : 10.0.0.82/16
GATEWAY    : 10.0.0.2
DNS        :
MAC        : 00:50:79:66:68:00
LPORT      : 10052
RHOST:PORT : 127.0.0.1:10053
MTU        : 1500

PC1> ping 172.16.0.2
*10.0.0.2 icmp_seq=1 ttl=255 time=15.504 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.2 icmp_seq=2 ttl=255 time=17.612 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.2 icmp_seq=3 ttl=255 time=17.230 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.2 icmp_seq=4 ttl=255 time=17.611 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.2 icmp_seq=5 ttl=255 time=18.402 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)

PC1> ping 172.16.1.2
*10.0.0.2 icmp_seq=1 ttl=255 time=15.867 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.2 icmp_seq=2 ttl=255 time=16.966 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.2 icmp_seq=3 ttl=255 time=15.447 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.2 icmp_seq=4 ttl=255 time=15.741 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.2 icmp_seq=5 ttl=255 time=16.279 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
```

可以看到 PC1 无法 ping 通 PC4、PC5。

PC3 与 PC4:

PC3 与 PC5:

```

PC3> show ip

NAME       : PC3[1]
IP/MASK    : 10.1.0.82/16
GATEWAY    : 10.1.0.2
DNS        :
MAC        : 00:50:79:66:68:02
LPORT     : 10054
RHOST:PORT : 127.0.0.1:10055
MTU        : 1500

PC3> ping 172.16.0.2
*10.1.0.2 icmp_seq=1 ttl=255 time=17.163 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.2 icmp_seq=2 ttl=255 time=16.523 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.2 icmp_seq=3 ttl=255 time=15.754 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.2 icmp_seq=4 ttl=255 time=15.174 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.2 icmp_seq=5 ttl=255 time=15.596 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)

PC3> ping 172.16.1.2
*10.1.0.2 icmp_seq=1 ttl=255 time=16.628 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.2 icmp_seq=2 ttl=255 time=14.936 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.2 icmp_seq=3 ttl=255 time=16.724 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.2 icmp_seq=4 ttl=255 time=16.811 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.2 icmp_seq=5 ttl=255 time=16.441 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)

```

可以看到 PC3 也无法 ping 通 PC4、PC5

- 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#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

C    192.168.12.0/24 is directly connected, Serial2/0
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:


```

R2#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

C     192.168.12.0/24 is directly connected, Serial2/0
      192.168.24.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C     192.168.24.0/24 is directly connected, Serial2/1
C     192.168.24.4/32 is directly connected, Serial2/1
R2#

```

R3:

```

R3#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

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

```

R4:

```

R4#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

      192.168.24.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C     192.168.24.0/24 is directly connected, Serial2/1
C     192.168.24.2/32 is directly connected, Serial2/1
      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#

```

因此上一问无法 ping 通的原因在于，R1、R2、R3、R4 这四个路由器上都只配置了直接连接的路由，因此同一路由上的不同接口是无法联通的。

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）：

这里我们在 R1、R3、R4 上配置双向静态路由。

R1（此处为截图形式的示例，请使用文本形式）：

```
R1#config 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
R1(config)#
```

R3:

```
R3#config t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
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:

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

Ping 结果截图:

PC1 与 PC4:

PC1 与 PC5:

```
PC1> show ip

NAME       : PC1[1]
IP/MASK    : 10.0.0.82/16
GATEWAY    : 10.0.0.2
DNS        :
MAC        : 00:50:79:66:68:00
LPORT     : 10052
RHOST:PORT : 127.0.0.1:10053
MTU:       : 1500

PC1> ping 172.16.0.2
172.16.0.2 icmp_seq=1 timeout
172.16.0.2 icmp_seq=2 timeout
172.16.0.2 icmp_seq=3 timeout
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=4 ttl=61 time=76.906 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=5 ttl=61 time=91.667 ms

PC1> 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=91.169 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=4 ttl=61 time=91.665 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=5 ttl=61 time=93.558 ms
```

PC3 与 PC4:

PC3 与 PC5:

```
PC3> show ip

NAME       : PC3[1]
IP/MASK    : 10.1.0.82/16
GATEWAY    : 10.1.0.2
DNS        :
MAC        : 00:50:79:66:68:02
LPORT     : 10054
RHOST:PORT : 127.0.0.1:10055
MTU:       : 1500

PC3> ping 172.16.0.2
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=1 ttl=61 time=92.959 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=2 ttl=61 time=79.225 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=3 ttl=61 time=90.850 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=4 ttl=61 time=92.373 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=5 ttl=61 time=93.208 ms

PC3> ping 172.16.1.2
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=1 ttl=61 time=75.359 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=2 ttl=61 time=78.439 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=3 ttl=61 time=91.908 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=4 ttl=61 time=77.256 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=5 ttl=61 time=91.720 ms
```

路由表信息截图:

R1 (此处为示例):

```
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

C    192.168.12.0/24 is directly connected, Serial2/0
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#
```

R2:

```
R2#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

C    192.168.12.0/24 is directly connected, Serial2/0
     192.168.24.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C      192.168.24.0/24 is directly connected, Serial2/1
C      192.168.24.4/32 is directly connected, Serial2/1
R2#
```

R3:

```

R3#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

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:

```

R4#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

    192.168.24.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    192.168.24.0/24 is directly connected, Serial2/1
C    192.168.24.2/32 is directly connected, Serial2/1
    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#config 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
```

```
R1(config)#ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 192.168.12.2 30
```

```
R1(config)#
```

R4:

```
R4#config 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
```

```
R4(config)#ip route 10.1.0.0 255.255.0.0 192.168.24.2 30
```

```
R4(config)#
```

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, Serial2/0
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, Serial2/1
C      192.168.24.2/32 is directly connected, Serial2/1
    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 上的路由跟踪截图 (命令: trace 目标网络):

```
PC1> trace 172.16.0.2
trace to 172.16.0.2, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  10.0.0.2    17.716 ms  16.495 ms  15.356 ms
 2  192.168.13.3 17.638 ms  32.270 ms  32.821 ms
 3  192.168.34.4 62.706 ms  77.574 ms  77.223 ms
 4  *172.16.0.2 77.801 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)
```

通过下面的命令断开链路:

R1:

```
R1#config t
```

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

```
R1(config)#interface f0/1
```

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

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

```
R1(config)#
```

R4:

```
R4#config t
```

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

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

```
R4(config-if)#shutdown
```

```
R4(config-if)#exit
```

```
R4(config)#
```

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, Serial2/0
     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#
```

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, Serial2/1
C       192.168.24.2/32 is directly connected, Serial2/1
    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 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 172.16.0.2
trace to 172.16.0.2, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  10.0.0.2  11.607 ms  11.475 ms  11.351 ms
 2  192.168.12.2  14.370 ms  42.273 ms  42.832 ms
 3  192.168.24.4  67.302 ms  72.334 ms  73.282 ms
 4  *172.16.0.2  87.172 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, Serial2/0
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：

```

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, Serial2/1
C       192.168.24.2/32 is directly connected, Serial2/1
    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#  
R1#ping 192.168.24.4 source 10.0.0.2  
  
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 10.0.0.2  
!!!!!  
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 44/48/64 ms  
R1#
```

R1 的 f0/1 与 R4 的 s2/1:

```
R1#ping 192.168.24.4 source 10.1.0.2  
  
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 10.1.0.2  
!!!!!  
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 44/56/64 ms  
R1#
```

R1 的 f1/0 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 = 48/57/68 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 = 32/56/68 ms  
R1#
```

补充静态路由的配置命令:

R1:

```
R1#config t
```

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

```
R1(config)#ip route 192.168.24.0 255.255.255.0 192.168.12.2
```

```
R1(config)#exit
```

R4:

```
R4#config
```

```
Configuring from terminal, memory, or network [terminal]?
```

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

```
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
```

```
R4(config)#exit
```

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#config t
```

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

```
R3(config)#interface f0/0
```

```
R3(config-if)#ip address 192.168.35.3 255.255.255.0
```

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

```
R3(config-if)#exit
```

```
R3(config)#
```

R5:

```
R5#config t
```

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

```
R5(config)#interface f0/0
```

```
R5(config-if)#ip address 192.168.35.5 255.255.255.0
```

```
R5(config-if)#no shut
```

```
R5(config-if)#exit
```

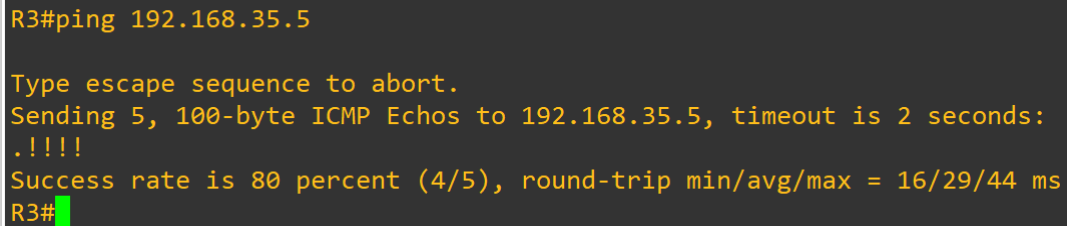
```
R5(config)#interface f0/1
```

```
R5(config-if)#ip address 192.168.0.2 255.255.255.0
```

```
R5(config-if)#no shut
```

```
R5(config-if)#exit
```

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 80 percent (4/5), round-trip min/avg/max = 16/29/44 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：

```
PC6> ip 192.168.0.82/24 192.168.0.2
```

```
Checking for duplicate address...
```

```
PC1 : 192.168.0.82 255.255.255.0 gateway 192.168.0.2
```

```
PC7> ip 192.168.0.83/24 192.168.0.2
```

```
Checking for duplicate address...
```

```
PC1 : 192.168.0.83 255.255.255.0 gateway 192.168.0.2
```

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(config)#interface f0/1
```

```
R5(config-if)#ip address 192.168.0.2 255.255.255.0
```

```
R5(config-if)#no shut
```

```
R5(config-if)#exit
```

```
R5(config)#interface f0/1
```

```
R5(config-if)#ip nat inside
```

```

R5(config-if)#exit

R5(config)#interface f0/0

R5(config-if)#ip nat outside

R5(config-if)#exit

R5(config)#acce

R5(config)#access-list 1 permit 192.168.0.0 0.0.0.255

R5(config)#ip nat inside source list 1 interface f0/0 overload

R5(config)#exit

```

NAT 信息截图：

PC6 上 ping R3 的 f0/0，输入命令 ping 192.168.35.3 -t。

与此同时通过 show ip nat translations 查看 R5 上的 NAT 信息。

```

R5#show ip nat translations
Pro Inside global      Inside local      Outside local      Outside global
icmp 192.168.35.5:56211 192.168.0.82:56211 192.168.35.3:56211 192.168.35.3:56211
icmp 192.168.35.5:56467 192.168.0.82:56467 192.168.35.3:56467 192.168.35.3:56467
icmp 192.168.35.5:56723 192.168.0.82:56723 192.168.35.3:56723 192.168.35.3:56723
icmp 192.168.35.5:56979 192.168.0.82:56979 192.168.35.3:56979 192.168.35.3:56979
icmp 192.168.35.5:57235 192.168.0.82:57235 192.168.35.3:57235 192.168.35.3:57235
icmp 192.168.35.5:57491 192.168.0.82:57491 192.168.35.3:57491 192.168.35.3:57491
icmp 192.168.35.5:57747 192.168.0.82:57747 192.168.35.3:57747 192.168.35.3:57747
icmp 192.168.35.5:58003 192.168.0.82:58003 192.168.35.3:58003 192.168.35.3:58003
icmp 192.168.35.5:58259 192.168.0.82:58259 192.168.35.3:58259 192.168.35.3:58259
icmp 192.168.35.5:58515 192.168.0.82:58515 192.168.35.3:58515 192.168.35.3:58515
icmp 192.168.35.5:58771 192.168.0.82:58771 192.168.35.3:58771 192.168.35.3:58771
icmp 192.168.35.5:59027 192.168.0.82:59027 192.168.35.3:59027 192.168.35.3:59027
icmp 192.168.35.5:59283 192.168.0.82:59283 192.168.35.3:59283 192.168.35.3:59283
icmp 192.168.35.5:59539 192.168.0.82:59539 192.168.35.3:59539 192.168.35.3:59539
icmp 192.168.35.5:60051 192.168.0.82:60051 192.168.35.3:60051 192.168.35.3:60051
icmp 192.168.35.5:60307 192.168.0.82:60307 192.168.35.3:60307 192.168.35.3:60307
icmp 192.168.35.5:60563 192.168.0.82:60563 192.168.35.3:60563 192.168.35.3:60563
icmp 192.168.35.5:60819 192.168.0.82:60819 192.168.35.3:60819 192.168.35.3:60819
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#config 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

R1(config)#exit

R4:

R4#config 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

R4(config)#exit

R5:

R5#config 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

R5(config)#exit

R5#show ip route

```
R5#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 192.168.35.3 to network 0.0.0.0

C    192.168.0.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
C    192.168.35.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
S*   0.0.0.0/0 [1/0] via 192.168.35.3
R5#
```

Ping 结果截图:

PC6 与 PC1:

```
PC6> ping 10.0.0.82
10.0.0.82 icmp_seq=1 timeout
10.0.0.82 icmp_seq=2 timeout
84 bytes from 10.0.0.82 icmp_seq=3 ttl=61 time=76.581 ms
84 bytes from 10.0.0.82 icmp_seq=4 ttl=61 time=91.713 ms
84 bytes from 10.0.0.82 icmp_seq=5 ttl=61 time=92.695 ms
```

PC6 与 PC3:

```
PC6> ping 10.1.0.82
10.1.0.82 icmp_seq=1 timeout
10.1.0.82 icmp_seq=2 timeout
84 bytes from 10.1.0.82 icmp_seq=3 ttl=61 time=76.549 ms
84 bytes from 10.1.0.82 icmp_seq=4 ttl=61 time=92.960 ms
84 bytes from 10.1.0.82 icmp_seq=5 ttl=61 time=92.895 ms
```

PC6 与 PC4:

```
PC6> 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=91.767 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=4 ttl=61 time=91.926 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=5 ttl=61 time=90.883 ms
```

PC6 与 PC5:

```
PC6> 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=62.449 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=4 ttl=61 time=91.102 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=5 ttl=61 time=96.547 ms
```

注：由于先前比较多的同学反映因为环境原因没有配置 VM 虚拟机，该部分的三道实验题目改为选做，感兴趣的同学可以自己尝试。

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。
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。
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。

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?

该状态表示端口工作正常但是链路层异常, 产生该状态的原因可能是在一条线路两端的配置 (协议 / 速率等) 不一样, 或者路由器端对端的 IP 不在同一个网段内, 或对方端口异常。

- 路由起什么作用? 什么是静态路由?

路由用来指示我们如何到达目的地址, 通过选择数据传送的路径并转发起到了联通不同网络的作用。静态路由指手动配置并在路由器运行过程中保持不变的路由信息, 用来直接告诉路由器某一目的地址的下一跳在哪里。

- 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?

只需要为网络地址添加路由, 每个 PC 都添加路由浪费难以维护, 而且在路由时我们查询的都是目标子网, 而不是目标主机。

- 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?

接收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?

默认路由是路由表没有其他匹配项时自动选择的路由。

```
Ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 x.x.x.x
```

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：

本次实验比较流畅，没有遇到太多问题。~~就是最开始被 30 道题吓到了~~，实际体验比上次好。

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：

有的时候配置了之后要等一会 GNS3 才会生效。。。不要一失败就抓狂，别急！

你对本实验安排有哪些更好的建议呢？欢迎献计献策：