



## 警示

1. 实验报告如有雷同，雷同各方当次实验成绩均以 0 分计。
2. 当次小组成员成绩只计学号、姓名登录在下表中的。
3. 在规定时间内未上交实验报告的，不得以其他方式补交，当次成绩按 0 分计。
4. 实验报告文件以 PDF 格式提交。

院系	电子与信息工程学院	班 级	通信工程 1 班	组长	刘渤
学号	16308073	16308161	16308091	16308015	
学生	刘渤	邹紫婧	彭肖文	陈瑞佳	
实验分工					
刘渤	RIPng 模块 贡献: 25%	邹紫婧	RIPng 模块 贡献: 25%		
彭肖文	RIP 路由协议模块 贡献: 25%	陈瑞佳	RIP 路由协议模块 贡献: 25%		

## 【实验题目】RIP 路由协议实验

【实验目的】掌握理解 RIP 路由协议，学会配置相应协议信息，使用 Debug 等指令进行信息分析。

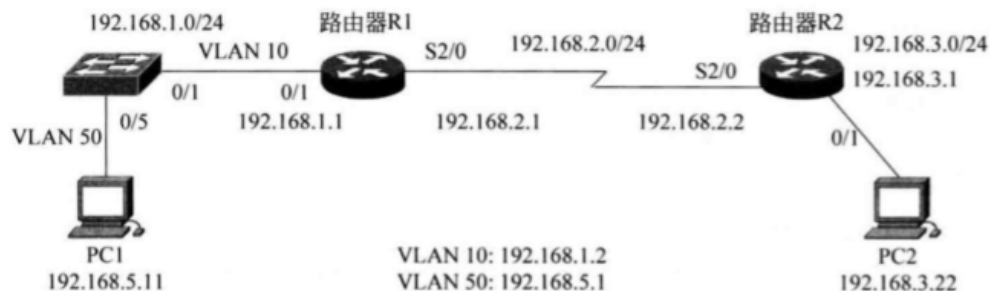
## 【实验内容】

1. 1) 完成实验手册中的实验 7-2 RIP 路由协议实验 (P243)。  
2) 完成实验手册中的实验 11-3 IPV6 RIPng 实验 (P362)。
2. 通过实验观察 RIP V1 和 V2 的区别 (重点在 VLSM 上) 给出分析过程与结果 (实验 IP 采用 10.10.x.0 网段)
3. 学会使用 Debug ip packet 和 Debug ip rip 命令，并对 debug 信息做分析。
4. 观察试验拓扑中链路状态发生改变时路由表的前后信息对比及 debug 信息的变化。

【实验记录】(如有实验拓扑请自行画出，要求自行画出拓扑图)

## 一、RIP 路由协议实验

- (1) 按照拓扑图上的标示，配置 PC1 与 PC2 的 IP 地址、子网掩码、网关，并且测试它们的连通性。



按照拓扑图进行参数的配置，配置信息如下：

PC	IP	子网掩码	默认网关
PC1	192.168.5.11	255.255.255.0	192.168.5.1
PC2	192.168.3.22	255.255.255.0	192.168.3.1

测试连通性：



```
C:\Users\Administrator>ping 192.168.3.22

正在 Ping 192.168.3.22 具有 32 字节的数据:
请求超时。
请求超时。
请求超时。
请求超时。

192.168.3.22 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 0, 丢失 = 4 (100% 丢失),
```

(图 1.1)

```
C:\Users\Administrator>ping 192.168.5.11

正在 Ping 192.168.5.11 具有 32 字节的数据:
请求超时。
请求超时。
请求超时。
请求超时。

192.168.5.11 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 0, 丢失 = 4 (100% 丢失),
```

(图 1.2)

图 1.1 是 PC1 ping PC2, 图 1.2 是 PC2 ping PC1, 可以看出, 都不能相通。

(2) 在路由器 R1 上之行 show IP route 命令, 记录路由表信息。

```
22-RSR20-2#show ip route

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, B - BGP
        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

Gateway of last resort is no set
-----
```

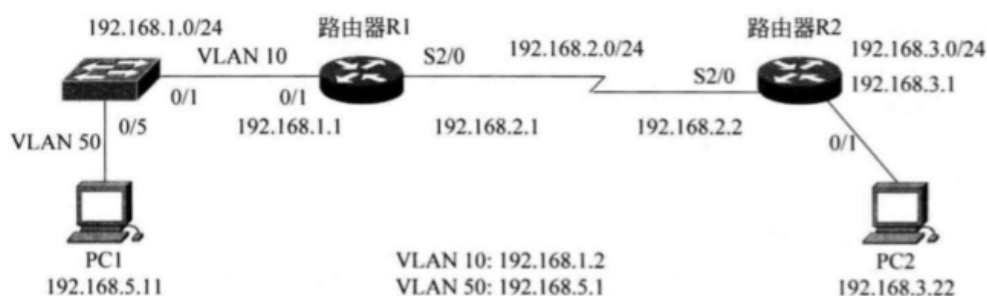
(图 1.3)

图 1.3 是路由器 R2 的路由信息表, 可以看出, 未配置的路由器没有路由端口信息。

(3) 步骤 2、3、4、5、6、7, 分别为配置三层交换机, 配置路由器 R1, 配置路由器 R2, 为交换机配置 RIPv2 路由协议, 为路由器 R1 配置 RIPv2 路由协议, 为路由器 R2 配置 RIPv2 路由协议。

◎验证 3 台路由设备的路由表:

①分析交换机 S5750 的路由, 我们可以先对照拓扑图分析:





```
S5750(config)#show ip route

Codes:  C - connected, S - static, R - RIP, B - BGP
        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

Gateway of last resort is no set
C    192.168.1.0/24 is directly connected, VLAN 10
C    192.168.1.2/32 is local host.
R    192.168.2.0/24 [120/1] via 192.168.1.1, 00:00:16, VLAN 10
R    192.168.3.0/24 [120/2] via 192.168.1.1, 00:00:16, VLAN 10
C    192.168.5.0/24 is directly connected, VLAN 50
C    192.168.5.1/32 is local host.
S5750(config)#
```

(图 1.4)

如图 1.4, 我们可以看到交换机的路由表里面多了很多信息:

有四个端口连接信息 C, 代表:

- 1.VLAN10 间路由端口的地址是 192.168.1.2, 与地址为 192.168.1.0 的交换机端口连接;
- 2.VLAN50 间路由端口的地址是 192.168.5.1, 与地址为 192.168.5.1 的交换机端口连接。

表中可以看到两个 R 条目, 即有两个 RIP 路由信息, 分别代表

1.通过端口 192.168.1.1 得到的广播信息, 广播地址为 192.168.2.0 (即路由器 R1 产生的广播)

2.通过端口 192.168.1.1 得到的广播信息, 广播地址为 192.168.3.0 (即路由器 R2 产生的广播)

并且这两个广播信息都是在 VLAN10 得到的 (所以在拓扑图上可以看成都是由“右边”传过来的)

## ②分析路由 R1 的路由表

```
22-RSR20-1(config)#show ip route

Codes:  C - connected, S - static, R - RIP, B - BGP
        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

Gateway of last resort is no set
C    192.168.1.0/24 is directly connected, GigabitEthernet 0/1
C    192.168.1.1/32 is local host.
C    192.168.2.0/24 is directly connected, Serial 2/0
C    192.168.2.1/32 is local host.
R    192.168.3.0/24 [120/1] via 192.168.2.2, 00:07:02, Serial 2/0
R    192.168.5.0/24 [120/1] via 192.168.1.2, 00:00:20, GigabitEthernet 0/1
22-RSR20-1(config)#
```

(图 1.5)

如图 1.5, 可以看出路由器 R1 的路由信息和刚才分析的交换机类似:

四个端口连接信息 C, 代表着路由器本身的端口地址和连接的端口的地址, 由于之前的实验已经做过分析, 在上一个交换机路由表分析中也详细分析过, 所以不再赘述。

从上表也可以看出, 有两个 R 条目产生

1.通过 192.168.2.2 端口传来的路由信息, 经过端口 Serial2/0, 发送的信息来自于路由器 R2, 地址: 为 192.168.3.0 (在拓扑图可以形象地看出是从“右边”传过来的)。



2.通过 192.168.1.2 端口传来的路由信息, 经过端口 GigabitEthernet 0/1 发送的信息来自于交换机 S5750, 地址为: 192.168.5.0 (在拓扑图可以形象地看出是从“左边”传过来的)

### ③分析路由 R2 的路由表

```
22-RSR20-2(config)#show ip route
```

```
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, B - BGP
        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
```

```
Gateway of last resort is no set
```

```
R    192.168.1.0/24 [120/1] via 192.168.2.1, 00:06:49, Serial 2/0
C    192.168.2.0/24 is directly connected, Serial 2/0
C    192.168.2.2/32 is local host.
C    192.168.3.0/24 is directly connected, GigabitEthernet 0/1
C    192.168.3.1/32 is local host.
R    192.168.5.0/24 [120/2] via 192.168.2.1, 00:00:04, Serial 2/0
22-RSR20-2(config)#
```

(图 1.6)

路由器 R2 的路由表和上面的交换机以及路由器 R1 也类似, 下面分析两个 R 条目:

- 1.通过 192.168.2.1 端口传来的路由信息, 经过端口 Serial2/0, 发送的信息来自于路由器 R1, 地址: 为 192.168.1.0 (在拓扑图可以形象地看出是从“左边”传过来的)。
- 2.通过 192.168.1.2 端口传来的路由信息, 经过端口 Serial 2/0 发送的信息来自于交换机 S5750, 地址为: 192.168.5.0 (在拓扑图可以形象地看出是从“左边”传过来的)。

所以我们可以看出, 在交换机和两个路由表的路由信息里面, 都会有两个 R 条目, 代表的是他们收到了两条动态路由信息。而我们设置的是三个器件全部都向外发送信息, 而且使用的都是 RIPv2 协议, 所以同一路由协议下的一个交换机和两个路由器可以共享路由消息和路由信息。所以每个设备都能得到另外两个设备的路由消息。

### (4) 步骤 8: 测试网络的连通性

(1) 对比此时的路由表和步骤 1 的路由表

此时的路由表(以路由器 R2 为例)

```
22-RSR20-2#show ip route
```

```
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, B - BGP
        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
```

```
Gateway of last resort is no set
```

(图 1.7)

(2) 步骤 1 中的路由表



```
22-RSR20-2(config)#show ip route
```

```
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, B - BGP
        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
```

```
Gateway of last resort is no set
```

```
R    192.168.1.0/24 [120/1] via 192.168.2.1, 00:06:49, Serial 2/0
C    192.168.2.0/24 is directly connected, Serial 2/0
C    192.168.2.2/32 is local host.
C    192.168.3.0/24 is directly connected, GigabitEthernet 0/1
C    192.168.3.1/32 is local host.
R    192.168.5.0/24 [120/2] via 192.168.2.1, 00:00:04, Serial 2/0
22-RSR20-2(config)#
```

(图 1.8)

经过对比，以及上述的分析，发现路由表增添了很多信息，包括静态路由信息和动态路由信息，关于包含的端口地址和路由器内部地址的信息为 C 开头的 C 条目，RIPv2 协议的动态路由信息是 R 开头的 R 条目。

由于在步骤 7 之后之前已经详细分析过，所以在这里不再赘述。  
同时我们经过了 Ping 之后发现成功导通了。

### (3) 分析 traceroute PC1 的结果

这里以 PC2 为例：

```
C:\Users\Administrator>tracert 192.168.5.11

通过最多 30 个跃点跟踪
到 STU65 [192.168.5.11] 的路由:

  1  <1 毫秒  <1 毫秒  <1 毫秒  192.168.3.1
  2  39 ms    39 ms    38 ms    192.168.2.1
  3  50 ms    51 ms    49 ms    192.168.1.2
  4  44 ms    43 ms    46 ms    STU65 [192.168.5.11]

跟踪完成。
```

(图 1.9)

我们通过 PC2 追踪 PC1，PC1 的地址是 192.168.5.11，在命令行通过输入 tracert 命令，可以看到经过的路由是：

- 1) 192.168.3.1，为路由器 R2 的 GigabitEthernet 0/1 端口的地址

```
Router2(config)#interface gigabitEthernet 0/1
Router2(config-if)#ip address 192.168.3.1 255.255.255.0
```

(图 1.10)

- 2) 192.168.2.1，为路由器 R1 的 Serial 2/0 端口的地址

```
Router1(config)#interface serial 2/0
Router1(config-if)#ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
```

(图 1.11)

- 3) 192.168.1.2，为交换机 VLAN10 端口地址

```
S5750(config)#interface vlan 10          !创建 VLAN 虚拟接口
S5750(config-if)#ip address 192.168.1.2 255.255.255.0
```

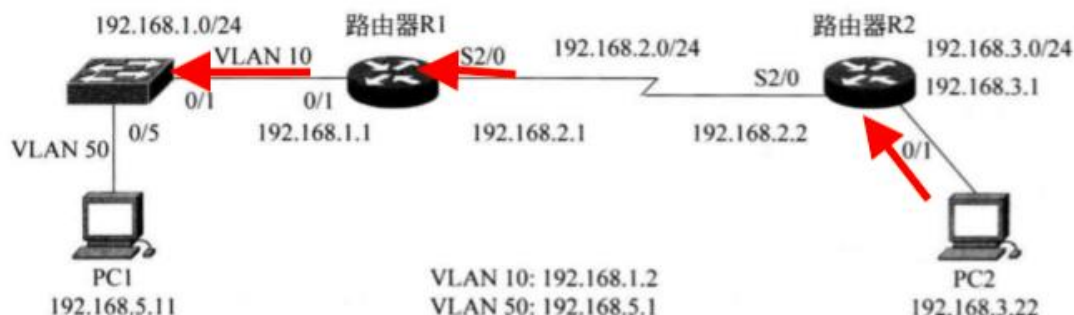
(图 1.12)





4) 192.168.5.11, 为目的主机的地址

我们可以很清晰的看到沿着这样的路径追踪:



(图 1.13)

(5) 进行拔线实验, 通过 Wireshark 测试报文变化的时间差, 有没有出现毒性反转现象?

1) 一开始我们使用 PC2 进行抓包, PC2 的地址为 192.168.3.22

在抓包的时候我们进行了拔线实验。

(此处有三种做法, 第一种是断开 PC1 与交换机之间的网线, 第二种做法是断开交换机和路由器 R1 之间的网线, 第三种是断开 PC2 于路由器 R2 之间的网线。我们不能断开两个路由器之间的网线, 因为它们默认相连的, 网线在机器后面不方便操作)

我们选择了断开了交换机和路由器之间的网线, 抓取的 RIP 包如下:

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000	192.168.3.1	224.0.0.9	RIPv2	86	Response
2	1.089576	192.168.3.1	224.0.0.9	RIPv2	106	Response
22	31.090066	192.168.3.1	224.0.0.9	RIPv2	106	Response
26	61.090842	192.168.3.1	224.0.0.9	RIPv2	106	Response
38	91.091694	192.168.3.1	224.0.0.9	RIPv2	106	Response

(图 1.14)

首先我们需要知道目的地址: 224.0.0.9, 这是 RIP 协议的组播地址, RIPv1 使用广播, RIPv2 使用组播。然后我们先分析第一条:

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000	192.168.3.1	224.0.0.9	RIPv2	86	Response

(图 1.15)

这条路由协议长度是 86, 我们主要观察它的信息:

Routing Information Protocol
Command: Response (2)
Version: RIPv2 (2)
IP Address: 192.168.1.0, Metric: 16
IP Address: 192.168.5.0, Metric: 16

(图 1.16)

这里显示的是路由信息表, 有两个响应, 版本是 RIPv2, 重点是下面的两个信息

1. 通往地址为 192.168.1.0 (即交换机) 的路由跳数是 16, 通过查阅资料得知: 当一条路径信息变为无效之后, 路由器并不立即将它从路由表中删除, 而是用 16, 即不可达的度量值将它广播出去。所以通往交换机的路径是无效的。

2. 同理我们知道, 通往地址为 192.168.5.0 (即目的主机) 的路由跳数也是 16。

不难分析原因, 因为交换机和路由器之间的连接 R1 断开了, 从 PC2 到路由器 2 之后的路径都是无效的。但是为什么没有接收到两台路由器的路径信息? 我们往下分析第二条。

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000	192.168.3.1	224.0.0.9	RIPv2	86	Response
2	1.089576	192.168.3.1	224.0.0.9	RIPv2	106	Response

(图 1.17)

我们可以看到, 第二条和第一条仅仅相差一秒, 但是长度却相差了 20, 查看路由协议:



```

▼ Routing Information Protocol
  Command: Response (2)
  Version: RIPv2 (2)
  ► IP Address: 192.168.1.0, Metric: 16
  ► IP Address: 192.168.2.0, Metric: 1
  ► IP Address: 192.168.5.0, Metric: 16
  
```

(图 1.18)

我们可以看到有一条多出来的路由信息，而且路由跳数为 1，地址为 192.168.2.0，发现这是路由器 R2，所以我们可以完美看到正常工作和毒性反转的现象。

而且我们可以看到从图中看到每次 RIPv2 包都是相隔 30s，说明 RIPv2 协议更新路由器的组播时间都是 30s 一次。

然后我们尝试将其连接，再捕获 RIPv2 数据包：

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
2	1.404089	192.168.3.1	224.0.0.9	RIPv2	66	Response
8	16.684480	192.168.3.1	224.0.0.9	RIPv2	86	Response
9	31.404610	192.168.3.1	224.0.0.9	RIPv2	106	Response
10	61.405320	192.168.3.1	224.0.0.9	RIPv2	106	Response

(图 1.19)

分析第一条：

2	1.404089	192.168.3.1	224.0.0.9	RIPv2	66	Response
---	----------	-------------	-----------	-------	----	----------

(图 1.20)

包含的路由协议是：

```

▼ Routing Information Protocol
  Command: Response (2)
  Version: RIPv2 (2)
  ► IP Address: 192.168.2.0, Metric: 1
  
```

(图 1.21)

由以上的分析可以得知，这条信息是得到了路由器 2，并且路由跳数为 1；

接着分析下一条：

8	16.684480	192.168.3.1	224.0.0.9	RIPv2	86	Response
---	-----------	-------------	-----------	-------	----	----------

```

▼ Routing Information Protocol
  Command: Response (2)
  Version: RIPv2 (2)
  ► IP Address: 192.168.1.0, Metric: 2
  ► IP Address: 192.168.5.0, Metric: 3
  
```

(图 1.22)

又得到了两个路径，路由跳数分别是 2 和 3，我们从地址也可以看出来，192.168.1.0 和 192.168.5.0 分别是路由器 R1 和 VLAN 的目的地址，所以在我们将断开的线连好之后，成功地获取了所有的路径信息。

9	31.404610	192.168.3.1	224.0.0.9	RIPv2	106	Response
10	61.405320	192.168.3.1	224.0.0.9	RIPv2	106	Response

(图 1.23)

下面两条的路由协议信息是一样的：

```

▼ Routing Information Protocol
  Command: Response (2)
  Version: RIPv2 (2)
  ► IP Address: 192.168.1.0, Metric: 2
  ► IP Address: 192.168.2.0, Metric: 1
  ► IP Address: 192.168.5.0, Metric: 3
  
```

(图 1.24)

这两个数据包整合了能接收到的信息。



再分析时间，我们发现同样的是 30s 进行一次路由信息的更新，形成了路由环路。（之前第一条和第二天因为没有完全捕获数据包缘故，所以相差十几秒，后面当设备稳定下来之后，就成功获取到了正确的数据包）。

**(8) 捕获数据包，分析 RIP 封装结构。RIP 包在 PC1 或 PC2 上能捕获到吗？如果希望两台主机都能捕获到 RIP 包，请描述实现方法。**

分析 RIP 的封装结构，我们选取了路由环路其中的一条数据包：

```
▶ Frame 9: 106 bytes on wire (848 bits), 106 bytes captured (848 bits) on interface 0
▶ Ethernet II, Src: RuijieNe_27:bf:26 (58:69:6c:27:bf:26), Dst: IPv4mcast_09 (01:00:5e:00:00:09)
▶ Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.3.1, Dst: 224.0.0.9
▶ User Datagram Protocol, Src Port: 520, Dst Port: 520
▶ Routing Information Protocol
```

(图 1.25)

```
▼ Frame 10: 106 bytes on wire (848 bits), 106 bytes captured (848 bits) on interface 0
▶ Interface id: 0 (\Device\NPF_{709ED09D-7761-498D-A9A1-D6EE1282D567})
  Encapsulation type: Ethernet (1)
  Arrival Time: Dec 4, 2018 09:28:13.790424000 CST
  [Time shift for this packet: 0.000000000 seconds]
  Epoch Time: 1543886893.790424000 seconds
  [Time delta from previous captured frame: 30.000710000 seconds]
  [Time delta from previous displayed frame: 30.000710000 seconds]
  [Time since reference or first frame: 61.405320000 seconds]
  Frame Number: 10
  Frame Length: 106 bytes (848 bits)
  Capture Length: 106 bytes (848 bits)
  [Frame is marked: False]
  [Frame is ignored: False]
  [Protocols in frame: eth:ethertype:ip:udp:rip]
  [Coloring Rule Name: UDP]
  [Coloring Rule String: udp]
```

(图 1.26)

Frame 9: --9 号帧，接口 0 上传输 106 个字节，实际捕获 106 个字节

```
▼ Ethernet II, Src: RuijieNe_27:bf:26 (58:69:6c:27:bf:26), Dst: IPv4mcast_09 (01:00:5e:00:00:09)
▶ Destination: IPv4mcast_09 (01:00:5e:00:00:09)
▶ Source: RuijieNe_27:bf:26 (58:69:6c:27:bf:26)
  Type: IPv4 (0x0800)
```

(图 1.27)

Ethernet II, Src: --数据链路层以太网头部信息

目的地址: IPv4macst\_09

源地址: RuijieNe\_27:bf:26

使用协议类型: 0x0800 IPv4 协议

```
▼ Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.3.1, Dst: 224.0.0.9
  0100 .... = Version: 4
  .... 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
▶ Differentiated Services Field: 0xc0 (DSCP: CS6, ECN: Not-ECT)
  Total Length: 92
  Identification: 0x009f (159)
▶ Flags: 0x0000
  Time to live: 1
  Protocol: UDP (17)
  Header checksum: 0x1480 [validation disabled]
  [Header checksum status: Unverified]
  Source: 192.168.3.1
  Destination: 224.0.0.9
```

(图 1.28)

Internet Protocol Version 4, Src: 网络层 IP 包信息

Version: 4: 使用互联网协议 IPv4;

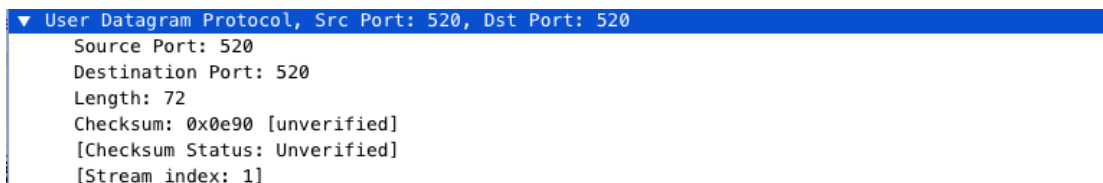




源地址: 192.168.3.1

目的地址: 224.0.0.9 (该地址为组播地址)

因为这是 IPv4 网络层的内容, 报文不做过多分析, 只需要知道协议类型、源地址以及目的地址即可。



(图 1.29)

User Datagram Protocol, Src Port: 传输层的数据概况 (传输层使用了 UDP 包)

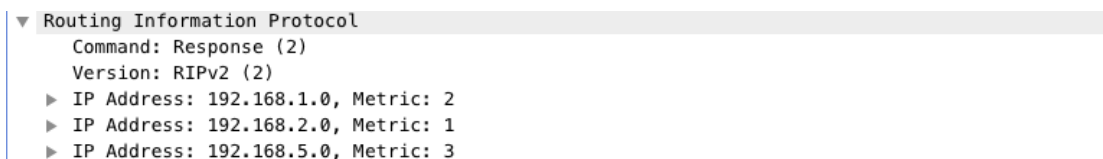
源端口: 520

目的端口: 520

UDP 报文长度: 32

UDP 报文校验和: 0x0e90

RIP 报文依赖 UDP 来告诉接收方报文的长度, 而且 RIP 工作在 UDP 上的端口是 520, 发送端可以用不同的 UDP 端口, 但是接收端 UDP 端口一般都是 520。这也是 RIP 产生广播报文的源端口。



(图 1.30)

Routing Information Protocol: 会话层数据概况, 即使用 RIP 协议的路由信息

命令: 2, RIP 响应信息

版本: RIPv2

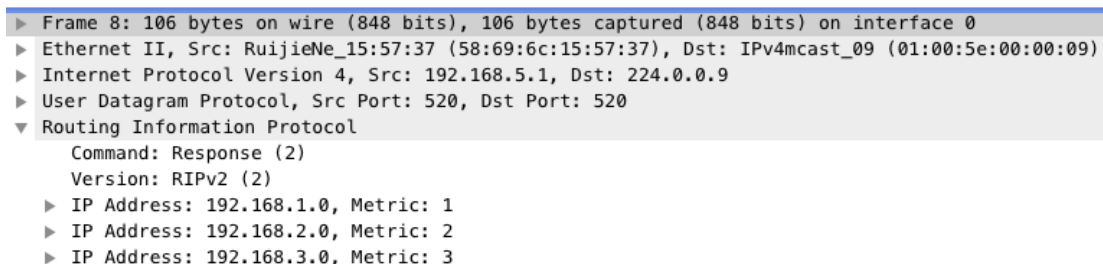
IP 地址和跳数: 路由项的网络地址, 图中对应三个路由器 (两个路由器和一个交换机) 的网络地址, 以及到不同路由器所经过的跳数。

RIP 包能在 PC1 上和 PC2 上都捕获到 RIP 数据包, 但是需要看拔线实验的选择。

刚才说过有三种情况可以进行拔线实验, 我们所进行的是拔掉交换机和路由器 R1 之间的线, 然后分别通过 PC1 和 PC2 抓取 RIP 包, 结果都可以抓到:

PC1:

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
3	11.240423	192.168.5.1	224.0.0.9	RIPv2	106	Response
8	25.370825	192.168.5.1	224.0.0.9	RIPv2	106	Response



(图 1.31)

PC2:



No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000	192.168.3.1	224.0.0.9	RIPv2	86	Response
2	1.089576	192.168.3.1	224.0.0.9	RIPv2	106	Response
3	15.408373	fe80::20c1:197d:e2...	ff02::c	UDP	718	49879 → 3702 Len=656
4	15.408376	fe80::20c1:197d:e2...	ff02::c	UDP	718	49878 → 3702 Len=656

▶ Frame 2: 106 bytes on wire (848 bits), 106 bytes captured (848 bits) on interface 0  
▶ Ethernet II, Src: RuijieNe\_27:bf:26 (58:69:6c:27:bf:26), Dst: IPv4mcast\_09 (01:00:5e:00:00:09)  
▶ Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.3.1, Dst: 224.0.0.9  
▶ User Datagram Protocol, Src Port: 520, Dst Port: 520  
▼ Routing Information Protocol  
Command: Response (2)  
Version: RIPv2 (2)  
▶ IP Address: 192.168.1.0, Metric: 16  
▶ IP Address: 192.168.2.0, Metric: 1  
▶ IP Address: 192.168.5.0, Metric: 16

(图 1.32)

但是如果拔掉了和 PC1 或者 PC2 相连的任意一根线,就无法抓取到 RIP 包,原因很显然,PC 和路由器脱离连接,是不可能获取到路由信息的。

## 【实验思考】

### (1) 查看交换机端口 0/1 所属的 VLAN 应使用:

可以使用 `#show interface gigabitethernet 0/1` 查看 0/1 端口的信息,其中包含 VLAN 信息  
或者使用 `show VLAN` 获取所有 VLAN 信息

### (2) 我们可以通过 `show ip route` 显示路由表信息,然后可以看到 R 条目就是 RIP 路由信息 或者我们可以从 Wrieshark 里面抓取的数据包看到详细的 RIP 路由信息:

▶ Frame 9: 106 bytes on wire (848 bits), 106 bytes captured (848 bits) on interface 0
▶ Ethernet II, Src: RuijieNe_27:bf:26 (58:69:6c:27:bf:26), Dst: IPv4mcast_09 (01:00:5e:00:00:09)
▶ Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.3.1, Dst: 224.0.0.9
▶ User Datagram Protocol, Src Port: 520, Dst Port: 520
▶ Routing Information Protocol

(图 2.1)

### (3) 广播地址

RIPv1 的广播地址是: 255.255.255.255, 与其在同一环境的所有路由器都会受到其广播,即使不需要。

RIPv2 的组播地址是: 224.0.0.9, 组播发送报文的好处是在同一网络中那些没有运行 RIP 的网段可以避免接收 RIP 的广播报文;另外,组播发送报文还可以使运行 RIP-1 的网段避免错误地接收和处理 RIP-2 中带有子网掩码的路由。

## (6) IPV6 实验 (RIPng)

### 步骤 1:

#### (1) 在主机上配置 IPV6 地址

☐ 自动获取 IPv6 地址(O)

☒ 使用以下 IPv6 地址(S):

IPv6 地址(I):

子网前缀长度(U):

默认网关(D):

☐ 自动获得 DNS 服务器地址(B)

☒ 使用下面的 DNS 服务器地址(E):



## (2)对 PC1 进行路由信息配置并查看路由信息

```
22-RSR20-1(config)#interface GigabitEthernet 0/1
22-RSR20-1(config-if-GigabitEthernet 0/1)#ipv6 address 2001:2::1/64
22-RSR20-1(config-if-GigabitEthernet 0/1)#ipv6 rip enable
22-RSR20-1(config-if-GigabitEthernet 0/1)#exit
22-RSR20-1(config)#show ipv6 route
IPv6 routing table name is - Default - 11 entries
Codes: C - Connected, L - Local, S - Static, R - RIP, B - BGP
       I1 - ISIS L1, I2 - ISIS L2, IA - ISIS interarea, IS - ISIS summary
       O - OSPF intra area, OI - OSPF inter area, OE1 - OSPF external type 1,
       E2 - OSPF external type 2
       ON1 - OSPF NSSA external type 1, ON2 - OSPF NSSA external type 2
L       ::1/128 via Loopback, local host
C       2001:1::/64 via GigabitEthernet 0/0, directly connected
L       2001:1::1/128 via GigabitEthernet 0/0, local host
C       2001:2::/64 via GigabitEthernet 0/1, directly connected
L       2001:2::1/128 via GigabitEthernet 0/1, local host
R       2001:3::/64 [120/2] via FE80::5A69:6CFF:FE27:BF26, GigabitEthernet 0/1
L       FE80::/10 via ::1, Null0
C       FE80::/64 via GigabitEthernet 0/0, directly connected
L       FE80::5A69:6CFF:FE27:B885/128 via GigabitEthernet 0/0, local host
C       FE80::/64 via GigabitEthernet 0/1, directly connected
L       FE80::5A69:6CFF:FE27:B886/128 via GigabitEthernet 0/1, local host
22-RSR20-1(config)#
```

## (3)对 PC2 进行路由信息配置并查看路由信息

```
22-RSR20-2(config-if-GigabitEthernet 0/0)#exit
22-RSR20-2(config)#interface Gi
22-RSR20-2(config)#interface GigabitEthernet 0/1
22-RSR20-2(config-if-GigabitEthernet 0/1)#ipv6 address 2001:2::2/64
22-RSR20-2(config-if-GigabitEthernet 0/1)#ipv6 rip enable
22-RSR20-2(config-if-GigabitEthernet 0/1)#exit
22-RSR20-2(config)#show ipv6 route
IPv6 routing table name is - Default - 10 entries
Codes: C - Connected, L - Local, S - Static, R - RIP, B - BGP
       I1 - ISIS L1, I2 - ISIS L2, IA - ISIS interarea, IS - ISIS summary
       O - OSPF intra area, OI - OSPF inter area, OE1 - OSPF external type 1,
       E2 - OSPF external type 2
       ON1 - OSPF NSSA external type 1, ON2 - OSPF NSSA external type 2
L       ::1/128 via Loopback, local host
C       2001:2::/64 via GigabitEthernet 0/1, directly connected
L       2001:2::2/128 via GigabitEthernet 0/1, local host
C       2001:3::/64 via GigabitEthernet 0/0, directly connected
L       2001:3::1/128 via GigabitEthernet 0/0, local host
L       FE80::/10 via ::1, Null0
C       FE80::/64 via GigabitEthernet 0/0, directly connected
L       FE80::5A69:6CFF:FE27:BF25/128 via GigabitEthernet 0/0, local host
C       FE80::/64 via GigabitEthernet 0/1, directly connected
L       FE80::5A69:6CFF:FE27:BF26/128 via GigabitEthernet 0/1, local host
22-RSR20-2(config)#
```

## 步骤 2

查看 PC1 与 PC2 的 rip 信息



```
L    FE00::5A69:6CFF:FE27:DOOO/120 via GigabitEthernet 0/1, local Hos
22-RSR20-1(config)#show ipv6 rip
Routing Protocol is "RIPng"
  Sending updates every 30 seconds with +/-50%, next due in 12 seconds
  Timeout after 180 seconds, garbage collect after 120 seconds
  Outgoing update filter list for all interface is: not set
  Incoming update filter list for all interface is: not set
  Default redistribution metric is 1
  Default distance is 120
  Redistribution:
    None
  Default version control:  send version 1, receive version 1
  Interface                Send    Recv
    GigabitEthernet 0/0      1        1
    GigabitEthernet 0/1      1        1
  Routing Information Sources:
    Gateway: fe80::5a69:6cff:fe27:bf26  Distance: 120
    Last Update: 00:00:17  Bad Packets: 0  Bad Routes: 0
```

```
22-RSR20-2(config)#show ipv6 rip
Routing Protocol is "RIPng"
  Sending updates every 30 seconds with +/-50%, next due in 27 seconds
  Timeout after 180 seconds, garbage collect after 120 seconds
  Outgoing update filter list for all interface is: not set
  Incoming update filter list for all interface is: not set
  Default redistribution metric is 1
  Default distance is 120
  Redistribution:
    None
  Default version control:  send version 1, receive version 1
  Interface                Send    Recv
    GigabitEthernet 0/0      1        1
    GigabitEthernet 0/1      1        1
  Routing Information Sources:
    Gateway: fe80::5a69:6cff:fe27:b886  Distance: 120
    Last Update: 00:00:20  Bad Packets: 0  Bad Routes: 0
```

```
22-RSR20-2(config)#
```

### 步骤 3

#### 验证连通性

```
C:\Users\Administrator>ping 2001:1::2

正在 Ping 2001:1::2 具有 32 字节的数据:
来自 2001:1::2 的回复: 时间<1ms
来自 2001:1::2 的回复: 时间<1ms
来自 2001:1::2 的回复: 时间<1ms
来自 2001:1::2 的回复: 时间=2ms

2001:1::2 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 = 0ms, 最长 = 2ms, 平均 = 0ms
```



```
正在 Ping 2001:3::2 具有 32 字节的数据:  
来自 2001:3::2 的回复: 时间<1ms  
来自 2001:3::2 的回复: 时间<1ms  
来自 2001:3::2 的回复: 时间<1ms  
来自 2001:3::2 的回复: 时间<1ms  
  
2001:3::2 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 = 0ms, 最长 = 0ms, 平均 = 0ms  
  
C:\Users\Administrator>
```

## 步骤 4、5

使用 Tracert 指令进行查看

```
C:\Users\Administrator>tracert 2001:1::2  
  
通过最多 30 个跃点跟踪到 2001:1::2 的路由  
  
 1    <1 毫秒    <1 毫秒    <1 毫秒 2001:3::1  
 2    <1 毫秒    <1 毫秒    <1 毫秒 2001:2::1  
 3    <1 毫秒    3 ms      1 ms    2001:1::2  
  
跟踪完成。
```

```
C:\Users\Administrator>tracert 2001:3::2  
  
通过最多 30 个跃点跟踪到 2001:3::2 的路由  
  
 1    <1 毫秒    <1 毫秒    <1 毫秒 2001:1::1  
 2    <1 毫秒    <1 毫秒    <1 毫秒 2001:2::2  
 3    <1 毫秒    <1 毫秒    <1 毫秒 2001:3::2  
  
跟踪完成。
```

在该实验中，从路由表和刚开始步骤一的路由表可以知道，配置完的路由表不仅有路由器自身配置好的路由信息，还在路由表更新期间从其他路由表中得到了新的路由信息。R1 中可以看到多了 R 条目的路由信息，这是 R1 在路由表更新期间向 R2 学习，获得了通过 GigabitEthernet 0/1 端口可以通往网段 2001:3::/64 的信息；R1 中同样也多了 R 条目的路由信息，这是 R2 在路由表更新期间向 R1 学习，获得了通过 GigabitEthernet 0/1 端口可以通往网段 2001:1::/64 的信息。

## 三、使用 Debug 指令进行信息记录

debug ip packet 主要记录链路状态改变的时间和改变的内容，包括详细的改变内容等，有接口号，标志位等。（部分截图）





```
22-RSR20-1#Jan 10 20:35:51: %7: IFSM[Serial 2/0:192.168.2.1]: Hello timer expire
*Jan 10 20:35:51: %7: SEND[Hello]: To 224.0.0.5 via Serial 2/0:192.168.2.1, length 48
*Jan 10 20:35:51: %7: -----
*Jan 10 20:35:51: %7: Header
*Jan 10 20:35:51: %7: Version 2
*Jan 10 20:35:51: %7: Type 1 (Hello)
*Jan 10 20:35:51: %7: Packet Len 48
*Jan 10 20:35:51: %7: Router ID 192.168.2.1
*Jan 10 20:35:51: %7: Area ID 0.0.0.0
*Jan 10 20:35:51: %7: Checksum 0x7647
*Jan 10 20:35:51: %7: AuType 0
*Jan 10 20:35:51: %7: Hello
*Jan 10 20:35:51: %7: NetworkMask 255.255.255.0
*Jan 10 20:35:51: %7: HelloInterval 10
*Jan 10 20:35:51: %7: Options 0x2 (-|-|-|-|E|-)
*Jan 10 20:35:51: %7: RtrPriority 1
*Jan 10 20:35:51: %7: RtrDeadInterval 40
*Jan 10 20:35:51: %7: DRouter 0.0.0.0
*Jan 10 20:35:51: %7: BDRouter 0.0.0.0
*Jan 10 20:35:51: %7: # Neighbors 1
*Jan 10 20:35:51: %7: Neighbor 192.168.3.1
```

#### 四、链路状态发生改变时路由表的前后信息对比及 debug 信息的变化

在该实验中，链路状态发生改变，我们之前已经有过分析，会出现毒性翻转的现象（详细见前面实验一）

我们分析拔掉主机线之后的 debug 信息：

```
*Aug 25 12:15:27: %7: IP: s=192.168.3.22 (GigabitEthernet 0/1), d=192.168.3.255,vrf=global(0),len=78,received
*Aug 25 12:15:28: %7: IP: s=192.168.3.22 (GigabitEthernet 0/1), d=192.168.3.255,vrf=global(0),len=78,received
*Aug 25 12:15:29: %7: IP: s=192.168.3.22 (GigabitEthernet 0/1), d=192.168.3.255,vrf=global(0),len=78,received
*Aug 25 12:15:49: %LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet 0/1, changed state to down.
*Aug 25 12:15:49: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet 0/1, changed state to down.
*Aug 25 12:15:49: %7: NSM Message Header
*Aug 25 12:15:49: %7: VR ID: 0
*Aug 25 12:15:49: %7: VRF ID: 0
*Aug 25 12:15:49: %7: Message type: Link Down (30)
*Aug 25 12:15:49: %7: Message length: 96
*Aug 25 12:15:49: %7: Message ID: 0x00000000
*Aug 25 12:15:49: %7: NSM Interface
*Aug 25 12:15:49: %7: Interface index: 5
*Aug 25 12:15:49: %7: Name: GigabitEthernet 0/1
*Aug 25 12:15:49: %7: Flags: 0x00001042
*Aug 25 12:15:49: %7: [RIP] Received interface[GigabitEthernet 0/1][vrf:0] DOWN event
*Aug 25 12:15:49: %7: [RIP] Interface[GigabitEthernet 0/1] is downing
*Aug 25 12:15:49: %7: [RIP] [192.168.3.0/24] RIP route disabling...
*Aug 25 12:15:49: %7: [RIP] [192.168.3.0/24] route timer schedule...
*Aug 25 12:15:49: %7: [RIP] Trigger timer Schedule, by instance 0
*Aug 25 12:15:49: %7: [RIP] [192.168.3.0/24] ready to add into kernel...
*Aug 25 12:15:49: %7: [RIP] NSM delete: IPv4 Route 192.168.3.0/24
*Aug 25 12:15:49: %7: [RIP] Cancel all timers of interface GigabitEthernet 0/1[192.168.3.1/24]
*Aug 25 12:15:49: %7: [RIP] Interface[GigabitEthernet 0/1] is to be deleted
*Aug 25 12:15:49: %7: [RIP] GR: Remove graceful restart data of Interface GigabitEthernet 0/1, ifindex:5.
*Aug 25 12:15:49: %7: [RIP] Setsockopt IP_LEAVE_MEMBERSHIP success: GigabitEthernet 0/1
*Aug 25 12:15:50: %7: NSM Message Header
*Aug 25 12:15:50: %7: VR ID: 0
*Aug 25 12:15:50: %7: VRF ID: 0
*Aug 25 12:15:50: %7: Message type: Router ID update (36)
*Aug 25 12:15:50: %7: Message length: 20
*Aug 25 12:15:50: %7: Message ID: 0x00000000
*Aug 25 12:15:50: %7: Router ID:
*Aug 25 12:15:50: %7: ID: 192.168.2.2
*Aug 25 12:15:50: %7: [RIP] Received vrf[0] router-id update event
*Aug 25 12:15:51: %7: [RIP] Trigger timer expired, by instance 0
*Aug 25 12:15:51: %7: [RIP] Prepare to send MULTICAST response...
*Aug 25 12:15:51: %7: [RIP] Building update entries on Serial 2/0
*Aug 25 12:15:51: %7: [RIP] Skip route[192.168.2.0/24] in trigger
*Aug 25 12:15:51: %7: 192.168.3.0/24 via 0.0.0.0 metric 16 tag 0
*Aug 25 12:15:51: %7: [RIP] Send packet to 224.0.0.9 Port 520 on Serial 2/0
*Aug 25 12:15:51: %7: IP: s=192.168.2.2 (local), d=224.0.0.9 (Serial 2/0),vrf=global(0), g=224.0.0.9,len=52,sent ip pkt to link_layer 222
*Aug 25 12:15:55: %7: [RIP] Update timer expired via interface Serial 2/0[192.168.2.2/24]
*Aug 25 12:15:55: %7: [RIP] Update timer schedule via interface Serial 2/0[192.168.2.2/24]
*Aug 25 12:15:55: %7: [RIP] Prepare to send MULTICAST response...
*Aug 25 12:15:55: %7: [RIP] Building update entries on Serial 2/0
*Aug 25 12:15:55: %7: 192.168.3.0/24 via 0.0.0.0 metric 16 tag 0
*Aug 25 12:15:55: %7: [RIP] Send packet to 224.0.0.9 Port 520 on Serial 2/0
*Aug 25 12:15:55: %7: IP: s=192.168.2.2 (local), d=224.0.0.9 (Serial 2/0),vrf=global(0), g=224.0.0.9,len=52,sent ip pkt to link_layer 222
```

断开 PC2 的连线后，发现 debug 信息会有更新，截图了部分图片分析更新的信息。我们可以看到

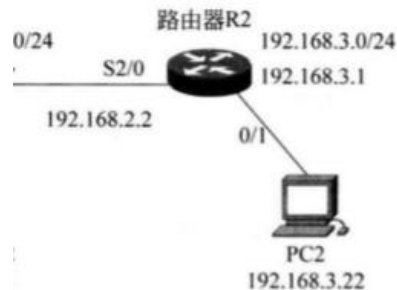
```
*Aug 25 12:15:27: %7: IP: s=192.168.3.22 (GigabitEthernet 0/1), d=192.168.3.255,vrf=global(0),len=78,received
*Aug 25 12:15:28: %7: IP: s=192.168.3.22 (GigabitEthernet 0/1), d=192.168.3.255,vrf=global(0),len=78,received
*Aug 25 12:15:29: %7: IP: s=192.168.3.22 (GigabitEthernet 0/1), d=192.168.3.255,vrf=global(0),len=78,received
```



这里是路由器 R2 向 PC2 广播三次

```
*Aug 25 12:15:49: %LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet 0/1, changed state to down.  
*Aug 25 12:15:49: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet 0/1, changed state to down.
```

但是随后跳出 GigabitEthernet 0/1 变成 down 状态，意味着关闭。  
而



GigabitEthernet 0/1 端口是连接到 PC2 的，所以说明连接出现问题。

再往下寻找信息

```
*Aug 25 12:15:49: %7: NSM Interface  
*Aug 25 12:15:49: %7: Interface index: 5  
*Aug 25 12:15:49: %7: Name: GigabitEthernet 0/1  
*Aug 25 12:15:49: %7: Flags: 0x00001042  
*Aug 25 12:15:49: %7: [RIP] Received interface[GigabitEthernet 0/1][vrf:0] DOWN event  
*Aug 25 12:15:49: %7: [RIP] Interface[GigabitEthernet 0/1] is downing  
*Aug 25 12:15:49: %7: [RIP] [192.168.3.0/24] RIP route disabling...  
*Aug 25 12:15:49: %7: [RIP] [192.168.3.0/24] route timer schedule...  
*Aug 25 12:15:49: %7: [RIP] Trigger timer Schedule, by instance 0  
*Aug 25 12:15:49: %7: [RIP] [192.168.3.0/24] ready to add into kernel...  
*Aug 25 12:15:49: %7: [RIP] NSM delete: IPv4 Route 192.168.3.0/24  
*Aug 25 12:15:49: %7: [RIP] Cancel all timers of interface GigabitEthernet 0/1[192.168.3.1/24]  
*Aug 25 12:15:49: %7: [RIP] Interface[GigabitEthernet 0/1] is to be deleted  
*Aug 25 12:15:49: %7: [RIP] GR: Remove graceful restart data of Interface GigabitEthernet 0/1, ifindex:5.  
*Aug 25 12:15:49: %7: [RIP] Setsockopt IP_LEAVE_MEMBERSHIP success: GigabitEthernet 0/1
```

这里是说 GigabitEthernet 0/1 端口取消广播并被删除

我们再观察:

```
*Aug 25 12:15:50: %7: Router ID:  
*Aug 25 12:15:50: %7: ID: 192.168.2.2  
*Aug 25 12:15:50: %7: [RIP] Received vrf[0] router-id update event  
*Aug 25 12:15:51: %7: [RIP] Trigger timer expired, by instance 0  
*Aug 25 12:15:51: %7: [RIP] Prepare to send MULTICAST response...  
*Aug 25 12:15:51: %7: [RIP] Building update entries on Serial 2/0  
*Aug 25 12:15:51: %7: [RIP] Skip route[192.168.2.0/24] in trigger  
*Aug 25 12:15:51: %7: 192.168.3.0/24 via 0.0.0.0 metric 16 tag 0  
*Aug 25 12:15:51: %7: [RIP] Send packet to 224.0.0.9 Port 520 on Serial 2/0  
*Aug 25 12:15:51: %7: IP: s=192.168.2.2 (local), d=224.0.0.9 (Serial 2/0), vrf=global(0), g=224.0.0.9, len=52, sent ip pkt to link_layer 222  
*Aug 25 12:15:55: %7: [RIP] Update timer expired via interface Serial 2/0[192.168.2.2/24]  
*Aug 25 12:15:55: %7: [RIP] Update timer schedule via interface Serial 2/0[192.168.2.2/24]  
*Aug 25 12:15:55: %7: [RIP] Prepare to send MULTICAST response...  
*Aug 25 12:15:55: %7: [RIP] Building update entries on Serial 2/0  
*Aug 25 12:15:55: %7: 192.168.3.0/24 via 0.0.0.0 metric 16 tag 0  
*Aug 25 12:15:55: %7: [RIP] Send packet to 224.0.0.9 Port 520 on Serial 2/0  
*Aug 25 12:15:55: %7: IP: s=192.168.2.2 (local), d=224.0.0.9 (Serial 2/0), vrf=global(0), g=224.0.0.9, len=52, sent ip pkt to link_layer 222
```

就可以看到 metric=16，说明路由器不可达。

至此我们就分析完毕链路状态发生改变的时候通过 debug 能够查出错误信息的方法了。

本次实验完成后，请根据组员在实验中的贡献，请实事求是，自评在实验中应得的分数。（按百分制）

学号	学生	自评分
16308073	刘渤	100
16308161	邹紫婧	100
16308091	彭肖文	100
16308015	陈瑞佳	100



# 计算机网络实验报告

上传实验报告：<ftp://222.200.181.161/>

截止日期（不迟于）：1 周之内

上传包括两个文件：

（1）小组实验报告。上传文件名格式：小组号\_Ftp 协议分析实验.pdf （由组长负责上传）

例如：文件名“10\_Ftp 协议分析实验.pdf”表示第 10 组的 Ftp 协议分析实验报告

（2）小组成员实验体会。每个同学单独交一份只填写了实验体会的实验报告。只需填写自己的学号和姓名。

文件名格式：小组号\_学号\_姓名\_Ftp 协议分析实验.pdf （由组员自行上传）

例如：文件名“10\_05373092\_张三\_Ftp 协议分析实验.pdf”表示第 10 组的 Ftp 协议分析实验报告。

**注意：不要打包上传！**