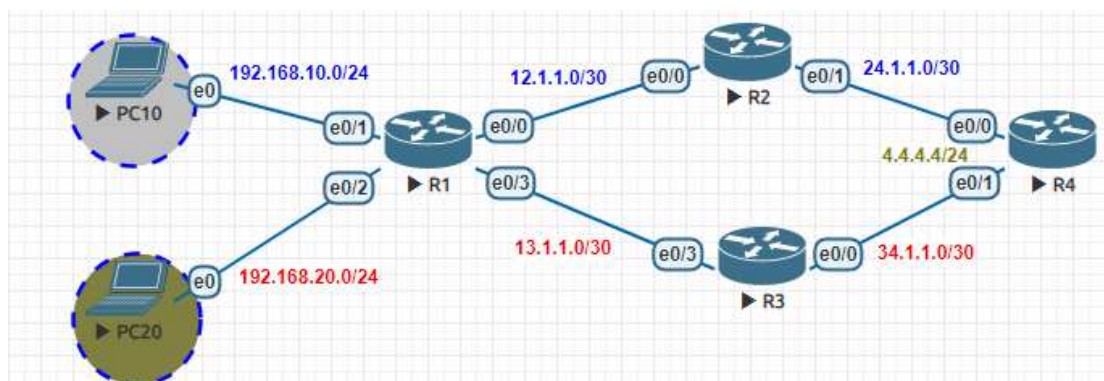


单接入双 ISP 模拟

一、拓扑



要求：

1. 路由器 R1 上边界路由器，通过两个 ISP 分别接入 Internet，其中 R2、R3 为两个不同 ISP 的边界设备。
2. 在 R1 上配置 NAT，使 PC10、PC20 能够正常访问 R4（R4 上有环回口 4.4.4.4/24）。
3. 正常时，PC10 访问 R4 时，走 R1、R2、R4 的路径，如果 R1 和 R2 之间的链路发生故障时，则走 R1、R3、R4 的路径，故障处理后，又能自动恢复。
4. 正常时，PC20 访问 R4 时，走 R1、R3、R4 的路径，如果 R1 和 R3 之间的链路发生故障时，则走 R1、R2、R4 的路径，故障处理后，又能自动恢复。

二、配置

1. 基本 IP 地址配置（这里省略所有的 IP 地址配置）

2. R1 上配置

(1) R1 配置 DHCP，为 PC10、PC20 自动分配 IP 地址

```
service dhcp
```

```
ip dhcp pool POOL_VLAN10
```

```
network 192.168.10.0 255.255.255.0
```

```
default-router 192.168.10.254
```

```
ip dhcp excluded-address 192.168.10.254
```

```
ip dhcp pool POOL_VLAN20
```

```
network 192.168.20.0 255.255.255.0
```

```
default-router 192.168.20.254
```

```
ip dhcp excluded-address 192.168.20.254
```

(2) R1 配置浮动默认路由

通过 SLA 技术，在 R1 上配置两条浮动默认路由，正常时，R1 拥有下一跳分别为 12.1.1.2/30、13.1.1.2/30 的两条默认路由，如果 R2、R3 和 R1 之间的链路发生故障时，则默认路由自动消失。

```
ip sla 10
```

```
icmp-echo 12.1.1.2 source-interface e0/0
```

```
frequency 10
```

```
ip sla schedule 10 life forever start-time now
```

```
track 10 ip sla 10 reachability
```

```
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 12.1.1.2 track 10
```

```

ip sla 20
icmp-echo 13.1.1.2 source-interface e0/3
frequency 10
ip sla schedule 20 life forever start-time now
track 20 ip sla 20 reachability
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 13.1.1.2 track 20

```

(3)配置路由策略

正常时，来自于 PC10 的数据流量，通过 R1 时，R1 自动将其转发自 R2，如果 R1 和 R2 之间的链路发生故障时，则将其转发于 R3；来自于 PC20 的数据流量，通过 R1 时，R1 自动将其转发自 R3，如果 R1 和 R3 之间的链路发生故障时，则将其转发于 R2，从而实现负载均衡和冗余备份的目的。

```

ip access-list extend ACL_VLAN10
permit ip 192.168.10.0 0.0.0.255 any
ip access-list extend ACL_VLAN20
permit ip 192.168.20.0 0.0.0.255 any
track 30 ip sla 10 reachability
track 40 ip sla 20 reachability
route-map POLICY_MAP permit 10
match ip address ACL_VLAN10
set ip next-hop verify-availability 12.1.1.2 1 track 30
set ip next-hop 13.1.1.2
route-map POLICY_MAP permit 20
match ip address ACL_VLAN20
set ip next-hop verify-availability 13.1.1.2 track 40
set ip next-hop 12.1.1.2
interface e0/1
ip policy route-map POLICY_MAP
interface e0/2
ip policy route-map POLICY_MAP

```

(4)配置 NAT

```

interface range e0/0,e0/1
ip nat outside
interface range e0/1,e0/2
ip nat inside
route-map POLICY_NAT_1 permit 10
match ip address ACL_VLAN10
match interface e0/0
route-map POLICY_NAT_2 permit 10
match ip address ACL_VLAN10
route-map POLICY_NAT_3 permit 10

```

*注意此处：在 route-map 下带了两个 match 语句，代表是与关系，即数据流量不仅要符合 ACL_VLAN10，并且其出口还要是 R1 的 e0/0。

*注意此处：在 route-map 下仅有一个 match 语句，即当数据流量仅是符合 ACL_VLAN10 时，由该 route-map 进行调用。

```
match ip address ACL_VLAN20
match interface e0/3
route-map POLICY_NAT_4 permit 10
match ip address ACL_VLAN20
```

接着做 NAT，即带有 route-map 的 NAT 转换，

```
ip nat inside source route-map POLICY_NAT_1 interface e0/0 overload
ip nat inside source route-map POLICY_NAT_2 interface e0/3 overload
ip nat inside source route-map POLICY_NAT_3 interface e0/3 overload
ip nat inside source route-map POLICY_NAT_4 interface e0/0 overload
```

*在这里注意，当一台设备上有多条 NAT 转换语句时，则由上到下按顺序进行转换，即来自于 PC10 的流量，当 R1、R2 之间的链路是正常的，R1 会自动将其下一跳设为 12.1.1.2，则其出接口则为 R1 的 e0/0，则肯定会被 route-map POLICY_NAT_1 匹配中，则会被第 1 条 NAT 语句进行转换。

而当 R1、R2 之间的链路出现故障时，R1 会将其下一跳设为 13.1.1.2，则其出接口不为 R1 的 e0/0，则肯定不会被 route-map POLICY_NAT_2 匹配中，则由第 2 条语句进行转换。

这里特别强调一下，由于 NAT 语句由上到下执行，必须在配置所有的 NAT 语句后，查看 NAT 语句的执行顺序，否则由于 NAT 语句排序的问题（这个由设备自动排序），导致负载均衡运行不正常。

3.R2 上配置

```
router ospf 110
router-id 2.2.2.2
network 12.1.1.0 0.0.0.3 area 0
network 24.1.1.0 0.0.0.3 area 0
```

4.R3 上配置

```
router ospf 110
router-id 3.3.3.3
network 13.1.1.0 0.0.0.3 area 0
network 34.1.1.0 0.0.0.3 area 0
```

5.R4 上配置

```
router ospf 110
router-id 4.4.4.4
network 4.4.4.0 0.0.0.255 area 0
network 24.1.1.0 0.0.0.3 area 0
network 34.1.1.0 0.0.0.3 area 0
```

三、测试

1.正常时，PC10 访问 R4

```

QEMU (PC10)
Administrator: Command Prompt
C:\Users\Administrator>tracert 4.4.4.4

Tracing route to 4.4.4.4 over a maximum of 30 hops

  1    1 ms    <1 ms    <1 ms  192.168.10.254
  2    1 ms    <1 ms    <1 ms  12.1.1.2
  3   <1 ms    <1 ms    <1 ms  4.4.4.4

Trace complete.

```

可以看出，此时，PC10 访问 R4 时，走 R1、R2、R4 的路径，符合负载均衡的要求。

2.正常时，PC20 访问 R4

```

QEMU (PC20)
Administrator: Command Prompt
C:\Users\Administrator>tracert 4.4.4.4

Tracing route to 4.4.4.4 over a maximum of 30 hops

  1   <1 ms    <1 ms    <1 ms  192.168.20.254
  2   <1 ms    <1 ms    <1 ms  13.1.1.2
  3   <1 ms    <1 ms    <1 ms  4.4.4.4

Trace complete.

```

可以看出，此时，PC20 访问 R4 时，走 R1、R3、R4 的路径，符合负载均衡的要求。

3.R1、R2 之间的链路出现故障时，PC10 访问 R4

可以通过关闭 R2 的接口 e0/0，来模拟 R1、R2 之间的链路发生故障，

```

R2(config)#interface e0/0
R2(config-if)#shutdown

```

查看 R1 上的默认路由

```

R1#show ip route static
Codes: L - local, 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, H - NHRP, l - LISP
       a - application
       + - replicated route, % - next hop override, p - overrides from PfR

Gateway of last resort is 13.1.1.2 to network 0.0.0.0

S*    0.0.0.0/0 [1/0] via 13.1.1.2
R1#

```

可以看到 R1 上仅有一条默认路由，即下一跳指向 R3 的默认路由。

```

QEMU (PC10)
Administrator: Command Prompt
C:\Users\Administrator>tracert 4.4.4.4

Tracing route to 4.4.4.4 over a maximum of 30 hops

  1  <1 ms    2 ms    <1 ms  192.168.10.254
  2  <1 ms    <1 ms   <1 ms  13.1.1.2
  3  <1 ms    <1 ms   <1 ms  4.4.4.4

```

此时，可看到 PC10 访问 R4 时，走 R1、R3、R4 的路径，符合冗余备份的要求。

4.R1、R2 之间的链路恢复正常时，PC10 访问 R4

可以将 R2 的接口 e0/0 打开，使 R1、R2 之间的链路恢复正常，查看 PC10 访问 R4 的路径

```

R2(config)#interface e0/0
R2(config-if)#no shutdown

```

查看 R1 上的默认路由

```

R1#show ip route static
Codes: L - local, 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, H - NHRP, l - LISP
       a - application route
       + - replicated route, % - next hop override, p - overrides from PfR

Gateway of last resort is 13.1.1.2 to network 0.0.0.0

S*    0.0.0.0/0 [1/0] via 13.1.1.2
          [1/0] via 12.1.1.2
R1#

```

可看到，此时 R1 上拥有两条默认路由，下一跳分别为 R2、R3。

```

QEMU (PC10)
Administrator: Command Prompt
C:\Users\Administrator>tracert 4.4.4.4

Tracing route to 4.4.4.4 over a maximum of 30 hops

  1  <1 ms    <1 ms    <1 ms  192.168.10.254
  2  <1 ms    <1 ms    <1 ms  12.1.1.2
  3  <1 ms    <1 ms    <1 ms  4.4.4.4

```

同时也看到，当 R1、R2 之间的链路恢复正常时，PC10 访问 R4 时，又走 R1、R2、R4 的路径，符合故障恢复的要求。

5.R1、R3 之间的链路出现故障时，PC20 访问 R4

可以通过关闭 R3 的接口 e0/3，来模拟 R1、R3 之间的链路出现故障，

```

R3(config)#interface e0/3
R3(config-if)#shutdown

```

接着查看 R1 上的默认路由

```

R1#show ip route static
Codes: L - local, 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, H - NHRP, l - LISP
a - application route
+ - replicated route, % - next hop override, p - overrides from PfR

Gateway of last resort is 12.1.1.2 to network 0.0.0.0

S*   0.0.0.0/0 [1/0] via 12.1.1.2
R1#

```

可以看到此时，R1 上仅拥有一条默认路由，下一跳指向 R2。

```

QEMU (PC20)
Administrator: Command Prompt
C:\Users\Administrator>tracert 4.4.4.4

Tracing route to 4.4.4.4 over a maximum of 30 hops

  1  <1 ms  <1 ms  <1 ms  192.168.20.254
  2  <1 ms  <1 ms  <1 ms  12.1.1.2
  3  <1 ms  <1 ms  <1 ms  4.4.4.4

```

可以看到，PC20 访问 R4 时，走 R1、R2、R4 的路径，符合冗余的要求。

6.R1、R3 之间的链路恢复正常时，PC20 访问 R4
通过打开 R3 的 e0/3 接口， 模拟 R1、R3 之间的链路恢复正常，

```

R3(config)#interface e0/3
R3(config-if)#no shutdown

R1#show ip route static
Codes: L - local, 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, H - NHRP, l - LISP
a - application route
+ - replicated route, % - next hop override, p - overrides from PfR

Gateway of last resort is 13.1.1.2 to network 0.0.0.0

S*   0.0.0.0/0 [1/0] via 13.1.1.2
      [1/0] via 12.1.1.2
R1#

```

可以看到，此时 R1 又拥有两条默认路由，下一跳分别为 R2、R3。

```

QEMU (PC20)
Administrator: Command Prompt
C:\Users\Administrator>tracert 4.4.4.4

Tracing route to 4.4.4.4 over a maximum of 30 hops

  1  <1 ms  <1 ms  3 ms  192.168.20.254
  2  1 ms   <1 ms  <1 ms  13.1.1.2
  3  1 ms   <1 ms  <1 ms  4.4.4.4

```

可看到，此时 PC20 访问 R4 时，又走 R1、R3、R4 的路径，满足故障恢复的要求。

最后再补充一下：在 R1 的 e0/1、e0/2 接口上做路由策略时，R1 上用到了两条 route-map，这样显得紧凑一些，但是逻辑上不太好理顺，使用下面的代码，可以让逻辑上更加清晰

```
route-map POLICY_VLAN10 permit 10
match ip address ACL_VLAN10
set ip next-hop verify-availability 12.1.1.2 1 track 30
set ip next-hop 13.1.1.2
route-map POLICY_VLAN20 permit 20
match ip address ACL_VLAN20
set ip next-hop verify-availability 13.1.1.2 1 track 40
set ip next-hop 12.1.1.2
interface e0/1
ip policy route-map POLICY_VLAN10
interface e0/2
ip policy route-map POLICY_VLAN20
```

采用上面的代码，同样可以完成相应的功能。

QQ:1786046994