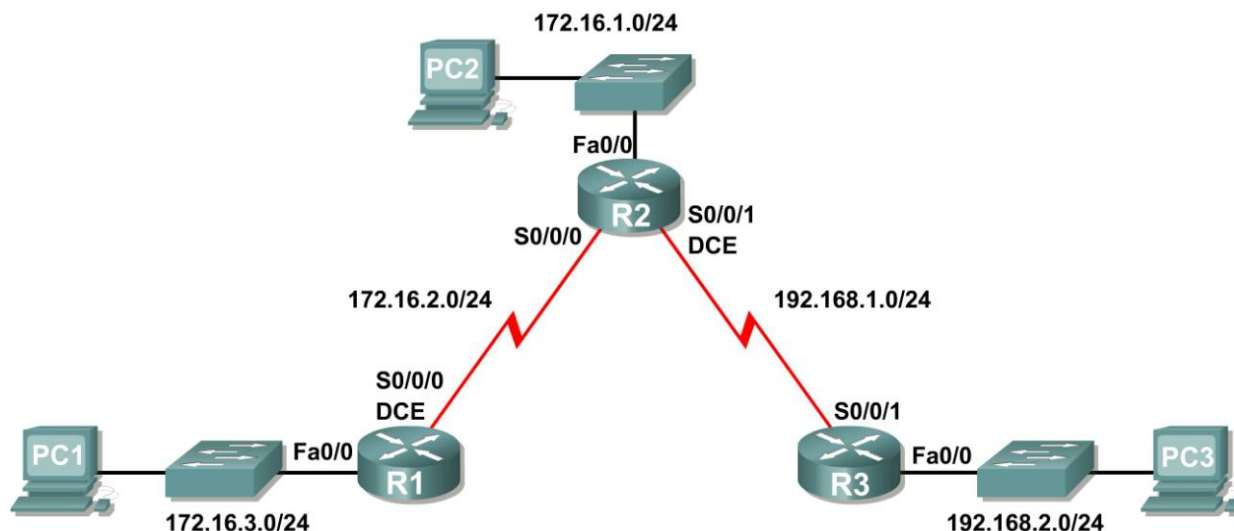


實驗 2.8.1：基本靜態路由設定

拓樸圖



位址表

設備	介面	IP 位址	子網路遮罩	預設閘道
R1	Fa0/0	172.16.3.1	255.255.255.0	不適用
	S0/0/0	172.16.2.1	255.255.255.0	不適用
R2	Fa0/0	172.16.1.1	255.255.255.0	不適用
	S0/0/0	172.16.2.2	255.255.255.0	不適用
	S0/0/1	192.168.1.2	255.255.255.0	不適用
R3	FA0/0	192.168.2.1	255.255.255.0	不適用
	S0/0/1	192.168.1.1	255.255.255.0	不適用
PC1	網卡	172.16.3.10	255.255.255.0	172.16.3.1
PC2	網卡	172.16.1.10	255.255.255.0	172.16.1.1
PC3	網卡	192.168.2.10	255.255.255.0	192.168.2.1

學習目標

完成本實驗後，你將能夠：

- 根據拓樸圖進行網路佈線。
- 清除啟動設定並將路由器重載為預設狀態。
- 在路由器上執行基本設定任務。
- 解釋 **debug ip routing** 的輸出。
- 設定並啟動序列介面和乙太網介面。
- 測試連通性。
- 收集資訊並據此找出設備之間無法連通的原因。
- 使用下一跳位址設定靜態路由。
- 使用送出介面設定靜態路由。
- 比較使用下一跳位址的靜態路由和使用送出介面的靜態路由。
- 設定預設靜態路由。
- 設定摘要靜態路由。
- 記錄網路實施方案。

場景

在本次實驗中，你將新增一個與拓樸圖類似的網路。首先請根據拓樸圖佈線。然後執行網路通暢所需的初始路由器設定。使用位址表中提供的 IP 位址為網路設備配置位址。完成基本設定之後，測試網路設備間的連通性。首先測試直連設備之間的連接，然後測試非直連設備之間的連通性。要使網路主機之間能夠實作端對端通信，必須在路由器上設定靜態路由。所以你要設定主機間通信所需的靜態路由。每增加一條靜態路由，就請觀察路由表，查看路由表是如何發生變化的。

任務 1：佈線、清除設定並重載路由器。

步驟 1：構建一個類似拓樸圖所示的網路。

步驟 2：清除每台路由器上的設定。

使用 **erase startup-config** 命令清除每台路由器上的設定，然後使用 **reload** 命令重載路由器。如果詢問你是否保存更改，回答 **no**。

任務 2：執行基本路由器設定。

注意：如果在使用本任務所涉及的命令時遇到任何困難，請參考**實驗 1.5.1：網路佈線和路由器基本設定**。

步驟 1：使用全域設定命令。

進入路由器的全域設定模式，然後設定基本全域設定命令，包括：

- **hostname**
- **no ip domain-lookup**
- **enable secret**

步驟 2：在每台路由器上設定主控台密碼和虛擬終端線路密碼。

- **password**

- **login**

步驟 3：在主控台和虛擬終端線路上增加 `logging synchronous` 命令。

此命令在實驗室環境和生產環境中都非常有用，其語法如下：

```
Router(config-line)#logging synchronous
```

對於特定主控台連接埠線路、輔助連接埠線路或虛擬終端線路，要將自動提供的訊息和除錯輸出與所請求的 Cisco IOS 軟體輸出以及提示字元相同步，我們可以使用 **logging synchronous** 線路設定命令。也就是說 **logging synchronous** 命令能防止傳送到主控台或 Telnet 線路的 IOS 訊息對你的按鍵輸入造成干擾。

例如，你可能在實際操作程序中遭遇到過與下例類似的情況：

注意：目前不要設定 R1 介面。

```
R1(config)#interface fastethernet 0/0
R1(config-if)#ip address 172.16.3.1 255.255.255.0
R1(config-if)#no shutdown
R1(config-if)#descri
*Mar 1 01:16:08.212: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed
state to up
*Mar 1 01:16:09.214: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface
FastEthernet0/0, changed state to upption
R1(config-if)#
```

當你使用 **no shutdown** 命令啟動介面時，IOS 會向主控台發送自動提供的訊息。結果你輸入的下一條命令（本例中為 **description**）被這些訊息隔斷。**logging synchronous** 命令可解決這一問題，它會複製你在受到干擾之前輸入的命令，將其顯示在下一個路由器提示字元下。

```
R1(config)#interface fastethernet 0/0
R1(config-if)#ip address 172.16.3.1 255.255.255.0
R1(config-if)#no shutdown
R1(config-if)#description
*Mar 1 01:28:04.242: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed
state to up
*Mar 1 01:28:05.243: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface
FastEthernet0/0, changed state to up
R1(config-if)#description <-- 複製的按鍵輸入，顯示在訊息之後
```

此處的 R1 是一個範例。在所有路由器的主控台和虛擬終端線路上增加 **logging synchronous**。

```
R1(config)#line console 0
R1(config-line)#logging synchronous
R1(config-line)#line vty 0 4
R1(config-line)#logging synchronous
```

步驟 4：在主控台和虛擬終端線路上增加 **exec-timeout** 命令。

要設定 EXEC 命令解釋程式用來等待檢測到使用者輸入的時間間隔，我們可使用 **exec-timeout** 線路設定命令。如果在此時間間隔內沒有檢測到任何輸入，則 EXEC 程式會恢復當前連接。如果不存在任何連接，那麼 EXEC 程式會使終端回到空閒狀態，並斷開與傳入會談之間的連接。透過此命令，我們便可控制在會談終止以前，主控台或虛擬終端線路能夠處於空閒狀態的時間量。此命令的語法如下：

```
Router(config-line)#exec-timeout minutes [seconds]
```

語法說明：

minutes—整數，指定分鐘數。

seconds—（選擇性）附加的時間間隔，以秒為單位。

在實驗環境中，你可輸入 **exec-timeout 0 0** 命令來指定“永不超時”。此命令非常有用，因為線路的預設超時時間是 10 分鐘。但是，出於安全考慮，在生產環境中一般不要將線路設定為“永不超時”。

此處的 R1 是一個範例。

在所有路由器的主控台和虛擬終端線路上增加 **exec-timeout 0 0**。

```
R1(config)#line console 0  
R1(config-line)#exec-timeout 0 0  
R1(config-line)#line vty 0 4  
R1(config-line)#exec-timeout 0 0
```

任務 3：解釋除錯輸出。

注意：如果你已在 R1 上設定了 IP 位址，請刪除所有 **interface** 命令，然後再執行後續操作。在任務 2 結束時，我們所設定的 R1、R2 和 R3 上不能有任何介面設定。

步驟 1：在 R1 的特權執行模式下，輸入 **debug ip routing** 命令。

```
R1#debug ip routing  
IP routing debugging is on
```

debug ip routing 命令顯示路由表中的路由是何時增加、修改和刪除的。例如，每次成功設定並啟動介面後，Cisco IOS 便會在路由表中增加路由。觀察 **debug ip routing** 命令的輸出即可驗證這一點。

步驟 2：進入 R1 LAN 介面的介面設定模式。

```
R1#configure terminal  
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.  
R1(config)#interface fastethernet 0/0
```

按照拓撲圖設定 IP 位址。

```
R1(config-if)#ip address 172.16.3.1 255.255.255.0  
is_up: 0 state: 6 sub state: 1 line: 1 has_route: False
```

你只要一按 **Enter** 鍵，Cisco IOS 除錯輸出就會通知你目前有一條路由，但其狀態為 **False**。也就是說該路由尚未增加到路由表中。為什麼會這樣？要確保該路由輸入路由表，我們應該執行什麼操作？

步驟 3：輸入將路由增加到路由表中所需的命令。

如果你不確定正確的命令是什麼，請複習 2.2 節“路由器設定介紹”中“檢查路由器介面”部分的內容。

輸入正確的命令後，你應該就能看到除錯輸出。你的輸出可能與以下所示的略有差異。

```
is_up: 1 state: 4 sub state: 1 line: 1 has_route: False
RT: add 172.16.3.0/24 via 0.0.0.0, connected metric [0/0]
RT: NET-RED 172.16.3.0/24
RT: NET-RED queued, Queue size 1
RT: interface FastEthernet0/0 added to routing table
%LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
is_up: 1 state: 4 sub state: 1 line: 1 has_route: True
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up
is_up: 1 state: 4 sub state: 1 line: 1 has_route: True
is_up: 1 state: 4 sub state: 1 line: 1 has_route: True
```

你在 LAN 介面上設定的新網路現在便已增加到路由表中，如反白顯示的輸出所示。

如果你沒有看到增加到路由表中的路由，則表示介面沒有進入工作狀態。使用以下流程來排除連接故障：

1. 檢查與 LAN 介面的實體連線。
所連接的介面是否正確？ _____
你的路由器上可能不止一個 LAN 介面。你連接的 LAN 介面是否正確？ _____
除非介面在實體層檢測到來自其它設備的載波檢測信號，否則介面不會進入工作狀態。介面是否連接到了其它設備，例如集線器、交換器或 PC？ _____
2. 檢查鏈路指示燈。是否所有鏈路指示燈都在閃爍？ _____
3. 檢查佈線。連接設備的纜線是否正確？ _____
4. 是否啟動或啓用了該介面？ _____

如果上述所有問題的答案都為是，那麼介面就應該進入工作狀態。

步驟 4：輸入命令檢驗新路由是否加入路由表中。

螢幕上會顯示與以下類似的輸出。現在 R1 的表中應該有一條路由。你使用的是什麼命令？

```
R1#
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, 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, E - EGP
       i - IS-IS, 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

172.16.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
C    172.16.3.0 is directly connected, FastEthernet0/0
```

步驟 5：進入連接到 R1 的 R2 WAN 介面的介面設定模式。

```
R1#configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
R1(config)#interface Serial 0/0/0
```

按照拓撲圖設定 IP 位址。

```
R1(config-if)#ip address 172.16.2.1 255.255.255.0
is_up: 0 state: 0 sub state: 1 line: 0 has_route: False
```

你只要一按 Enter 鍵，Cisco IOS 除錯輸出就會通知你目前有一條路由，但其狀態為 False。由於 R1 是實驗環境中的 DCE 端，所以我們必須指定 R1 和 R2 之間的位元的時鐘頻率。

步驟 6：在 R1 上輸入 clock rate 命令。

你可以指定任何有效的時鐘速度。利用 ? 可查看有效的速率。在此，我們使用 64000 bps。

```
R1(config-if)#clock rate 64000
is_up: 0 state: 0 sub state: 1 line: 0 has_route: False
```

某些版本的 IOS 會每 30 秒顯示一次以上輸出。為什麼該路由的狀態仍為 False？要確保該介面得到完整設定，現在應該如何操作？

步驟 7：輸入必要的命令以確保該介面得到完整設定。

如果你不確定正確的命令是什麼，請複習 2.2 節“路由器設定介紹”中“檢查路由器介面”部分的內容。

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

輸入正確的命令後，你應該就能看到與以下類似的除錯輸出：is_up: 0 state: 0 sub state: 1 line: 0 has_route: False

```
%LINK-3-UPDOWN: Interface Serial0/0/0, changed state to down
```

與設定 LAN 介面不同，完整設定 WAN 介面不一定能保證路由會增加到路由表中，即使你的電纜連線正確也一樣。WAN 鏈路的另一端也必須進行相應的設定。

步驟 8：如有可能，從另一個工作站進入 R2 主控台，然後建立一個單獨的終端會談。這樣你就可在對 R2 進行修改時，觀察 R1 上的除錯輸出。你可以打開 R2 上的 debug ip routing。

```
R2#debug ip routing
IP routing debugging is on
```

進入連接到 R1 的 R2 WAN 介面的介面設定模式。

```
R2#configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
R2(config)#interface serial 0/0/0
```

按照拓撲圖設定 IP 位址。

```
R2(config-if)#ip address 172.16.2.2 255.255.255.0
is_up: 0 state: 6 sub state: 1 line: 0
```

步驟 9：輸入必要的命令以確保該介面得到完整設定。

如果你不確定正確的命令是什麼，請複習 2.2 節“路由器設定介紹”中“檢查路由器介面”部分的內容。

```
R2(config-if)# _____
```

輸入正確的命令後，你應該就能看到與以下類似的除錯輸出：

```
is_up: 0 state: 4 sub state: 1 line: 0
%LINK-3-UPDOWN: Interface Serial0/0/0, changed state to up
is_up: 1 state: 4 sub state: 1 line: 0
RT: add 172.16.2.0/24 via 0.0.0.0, connected metric [0/0]
RT: interface Serial0/0/0 added to routing table
is_up: 1 state: 4 sub state: 1 line: 0
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial0/0/0, changed state to
up
is_up: 1 state: 4 sub state: 1 line: 0
```

你在 WAN 介面上設定的新網路現在已增加到路由表中，如反白顯示的輸出所示。

如果你沒有看到增加到路由表中的路由，則表示介面沒有進入工作狀態。使用以下流程來排除連接故障：

1. 檢查 R1 和 R2 上兩個 WAN 介面之間的實體連線。
所連接的介面是否正確？ _____
你的路由器上可能不止一個 WAN 介面。所連接的 WAN 介面是否正確？ _____
除非介面在實體層檢測到來自其它設備的鏈路活動信號，否則介面不會進入工作狀態。該介面是否
連接到了其它路由器的介面？ _____
2. 檢查鏈路指示燈。是否所有鏈路指示燈都在閃爍？ _____
3. 檢查佈線。R1 必須連接纜線的 DCE 端，R2 必須連接纜線的 DTE 端。連接路由器的纜線是否正
確？ _____
4. 是否啟動或啓用了該介面？ _____

如果上述所有問題的答案都為是，那麼介面就應該進入工作狀態。

步驟 10：輸入命令檢驗新路由是否加入 R1 和 R2 的路由表中。

螢幕上會顯示與以下類似的輸出。現在 R1 的路由表中應該有兩條路由，R2 的表中應該有一條。你使用的是什麼命令？

```
R1# _____
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
```

```
172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
C    172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/0
C    172.16.3.0 is directly connected, FastEthernet0/0
```

```
R2# _____
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, 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, E - EGP
i - IS-IS, 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

172.16.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

C 172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/0

步驟 11：使用 `no debug ip routing` 或簡單地輸入 `undebug all` 來關閉兩台路由器上的除錯程序。

```
R1(config-if)#end
R1#no debug ip routing
IP routing debugging is off
```

任務 4：完成路由器介面設定

步驟 1：設定餘下的 R2 介面

根據拓樸圖和位址表，完成 R2 上餘下介面的設定。

步驟 2：設定 R3 的介面

進入 R3 主控台，根據拓樸圖和位址表設定必要的介面。

任務 5：設定主機 PC 上的 IP 位址。

步驟 1：設定主機 PC1。

將主機 PC1 的 IP 位址設定為 172.16.3.10/24，預設閘道設定為 172.16.3.1。

步驟 2：設定主機 PC2。

將主機 PC2 的 IP 位址設定為 172.16.1.10/24，預設閘道設定為 172.16.1.1。

步驟 3：設定主機 PC3。

將主機 PC3 的 IP 位址設定為 192.168.2.10/24，預設閘道設定為 192.168.2.1。

任務 6：測試並檢查設定。

步驟 1：測試連通性。

從每台主機 ping 其預設閘道，以此來測試連通性。

在主機 PC1 上，是否能 ping 通其預設閘道？_____

在主機 PC2 上，是否能 ping 通其預設閘道？_____

在主機 PC3 上，是否能 ping 通其預設閘道？_____

如果上述任一問題的答案為**不能**，則按照以下流程檢查設定，找出問題所在：

1. 檢查佈線。
PC 是否實際連接到了正確的路由器？_____（應該是直連相連或透過交換器連接在一起）
是否所有相關連接埠的鏈路指示燈都在閃爍？_____
2. 檢查 PC 的設定。PC 的設定是否與拓樸圖一致？_____
3. 使用 **show ip interface brief** 命令檢查路由器介面。
是否所有相關介面都為 **up** 和 **up**？_____

如果上述所有三個環節的答案都為**是**，那麼你應該能成功 ping 通預設閘道。

步驟 2：使用 ping 命令測試直接直連路由器之間的連通性。

在路由器 R2 上，是否能 ping 通位於 172.16.2.1 的 R1？_____

在路由器 R2 上，是否能 ping 通位於 192.168.1.1 的 R3？_____

如果上述任一問題的答案為**否**，則按照以下流程檢查設定，找出問題所在：

1. 檢查佈線。
路由器是否連接妥當？_____是否所有相關連接埠的鏈路指示燈都在閃爍？_____
2. 檢查路由器設定。
路由器設定是否與拓樸圖一致？_____你是否在鏈路的 DCE 端設定了 **clock rate** 命令？_____
3. 是否啓動或啓用了該介面？_____
4. 使用 **show ip interface brief** 命令檢查路由器介面。
是否所有介面都為 **up** 和 **up**？_____

如果上述所有四個環節的答案都為**是**，那麼你應該能成功從 R2 ping 通 R1，從 R2 ping 通 R3。

步驟 3：使用 ping 檢查非直接相連設備之間的連通性。

在主機 PC3 上，是否能 ping 通主機 PC1？_____

在主機 PC3 上，是否能 ping 通主機 PC2？_____

在主機 PC2 上，是否能 ping 通主機 PC1？_____

在路由器 R1 上，是否能 ping 通路由器 R3？_____

這些 ping 命令全部都會失敗。為什麼？

任務 7：收集資訊。

步驟 1：檢查介面的狀態。

使用命令 **show ip interface brief** 檢查每台路由器上介面的狀態。以下為 R2 的輸出。

```
R2#show ip interface brief
Interface                IP-Address      OK? Method Status        Protocol
FastEthernet0/0          172.16.1.1      YES manual up             up
FastEthernet0/1          unassigned      YES unset  administratively down down
Serial0/0/0              172.16.2.2      YES manual up             up
Serial0/0/1              192.168.1.2     YES manual up             up
Vlan1                    unassigned      YES manual administratively down down
```

是否每台路由器上的相關介面都已啟動（即處於 **up** 和 **up** 狀態）？_____

R1 和 R3 上啟動了多少個介面？_____

為什麼 R2 上啟動了 3 個介面？_____

步驟 2：查看所有三台路由器的路由表資訊。

```
R1#
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, 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, E - EGP
       i - IS-IS, 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

      172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
C       172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/0
C       172.16.3.0 is directly connected, FastEthernet0/0
```

哪些網路存在於拓樸圖中，但不在 R1 的路由表中？

```
R2#
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, 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, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, * - candidate default
       U - per-user static route, o - ODR

Gateway of last resort is not set

      172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
C       172.16.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0
C       172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/0
C       192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
```

哪些網路存在於拓樸圖中，但不在 R2 的路由表中？

```
R3#
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, 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, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, * - candidate default
       U - per-user static route, o - ODR
```

```
Gateway of last resort is not set
```

```
C    192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
C    192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
```

哪些網路存在於拓樸圖中，但不在 R3 的路由表中？

為什麼並非所有網路都在這些路由器的路由表中？

要使非直接相連的設備能彼此 ping 通，應該在網路中增加什麼？

任務 8：使用下一跳位址設定靜態路由。

步驟 1：要使用指定的下一跳位址設定靜態路由，使用以下語法：

```
Router(config)# ip route network-address subnet-mask ip-address
```

- *network-address*：—要加入路由表的遠端網路的目的網路位址。
- *subnet-mask*：—要加入路由表的遠端網路的子網路遮罩。可對此子網路遮罩進行修改，以摘要一組網路。
- *ip-address*：—一般指下一跳路由器的 IP 位址。

在 R3 路由器上，設定通往 172.16.1.0 網路的靜態路由（使用 R2 的 Serial 0/0/1 介面作為下一跳位址）。

```
R3(config)#ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 192.168.1.2
R3(config)#
```

步驟 2：查看路由表，驗證新增加的靜態路由條目。

注意該路由前帶有程式碼 **S**，這表示它是靜態路由。

```
R3#  
  
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, 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, E - EGP  
        i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, * - candidate default  
        U - per-user static route, o - ODR  
  
Gateway of last resort is not set  
  
      172.16.0.0/24 is subnetted, 1 subnets  
S       172.16.1.0 [1/0] via 192.168.1.2  
C       192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/0/1  
C       192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0  
R3#
```

此路由增加到路由表中後，凡是與 172.16.1.0/24 靠左 24 位元匹配的封包都會被轉發到位於 192.168.1.2 的下一跳路由器。

R3 會使用哪個介面來將封包轉發到 172.16.1.0/24 網路？_____

假設以下具有指定目的地址的資料報到達了 R3。R3 會丟棄還是轉發這些封包？如果 R3 轉發封包，那麼它會使用哪個介面？

封包	目的 IP	丟棄還是轉發？	介面
1	172.16.2.1	_____	_____
2	172.16.1.10	_____	_____
3	192.168.1.2	_____	_____
4	172.16.3.10	_____	_____
5	192.16.2.10	_____	_____

儘管 R3 會將封包轉發到有路由的目的地，但這並不表示該封包會安全到達最終目的地。

步驟 3：使用 ping 檢查主機 PC3 與主機 PC2 之間的連通性。

在主機 PC3 上，是否能 ping 通主機 PC2？_____

這些 ping 會失敗。如果你已設定了所有設備並按照任務 7 “收集資訊”進行了驗證，那麼 ping 會到達 PC2。PC2 將對 PC3 發回 ping 回覆。然而，ping 回覆會被 R2 丟棄，因為 R2 的路由表中沒有通往 192.168.2.0 網路的返回路由。

步驟 4：在 R2 路由器上，設定通往 192.168.2.0 網路的靜態路由。

R2 會將目的地為 192.168.2.0/24 網路的封包轉發到哪個下一跳位址？

```
R2(config)#ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 _____  
R2(config)#
```

步驟 5：查看路由表，驗證新增加的靜態路由條目。

注意該路由前帶有程式碼 **S**，這表示它是靜態路由。

```
R2#  
  
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, 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, E - EGP  
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, * - candidate default  
       U - per-user static route, o - ODR  
  
Gateway of last resort is not set  
  
172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets  
C      172.16.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0  
C      172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/0  
C      192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/0/1  
S      192.168.2.0/24 [1/0] via 192.168.1.1  
R2#
```

步驟 6：使用 ping 檢查主機 PC3 與主機 PC2 之間的連通性。

在主機 PC3 上，是否能 ping 通主機 PC2？_____

該 ping 操作應該能夠成功。

任務 9：使用送出介面設定靜態路由。

要使用指定的送出介面設定靜態路由，使用以下語法：

```
Router(config)# ip route network-address subnet-mask exit-interface
```

- *network-address*—要加入路由表的遠端網路的目的網路位址。
- *subnet-mask*—要加入路由表的遠端網路的子網路遮罩。可對此子網路遮罩進行修改，以摘要一組網路。
- *exit-interface*—將封包轉發到目的網路時使用的傳出介面。

步驟 1：在 R3 路由器上設定靜態路由。

在 R3 路由器上，設定通往 172.16.2.0 網路的靜態路由（使用 R3 路由器的 Serial 0/0/1 介面作為送出介面）。

```
R3(config)# ip route 172.16.2.0 255.255.255.0 Serial0/0/1  
R3(config)#
```

步驟 2：查看路由表，驗證新增加的靜態路由條目。

```
R3#
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, 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, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, * - candidate default
       U - per-user static route, o - ODR
```

Gateway of last resort is not set

```
      172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
S      172.16.1.0 [1/0] via 192.168.1.2
S      172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/1
C      192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
C      192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
```

R3#

使用 **show running-config** 命令驗證 R3 上當前設定的靜態路由。

```
R3#show running-config
Building configuration...
```

<省略輸出>

```
!
!
hostname R3
!
interface FastEthernet0/0
ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
!
interface Serial0/0/0
no ip address
shutdown
!
interface Serial0/0/1
ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
!
ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 192.168.1.2
ip route 172.16.2.0 255.255.255.0 Serial0/0/1
!
end
```

怎樣從設定中刪除這些路由？

步驟 3：在 R2 路由器上設定靜態路由。

在 R2 路由器上，設定通往 172.16.3.0 網路的靜態路由（使用 R2 路由器的 Serial 0/0/0 介面作為送出介面）。

```
R2(config)# ip route 172.16.3.0 255.255.255.0 Serial0/0/0
R2(config)#
```

步驟 4：查看路由表，驗證新增加的靜態路由條目。

```
R2#  
  
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, 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, E - EGP  
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, * - candidate default  
       U - per-user static route, o - ODR  
  
Gateway of last resort is not set  
  
      172.16.0.0/24 is subnetted, 3 subnets  
C      172.16.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0  
C      172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/0  
S      172.16.3.0 is directly connected, Serial0/0/0  
C      192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/0/1  
S      192.168.2.0/24 [1/0] via 192.168.1.1  
R2#
```

此時，R2 具有完整的路由表，其中包含通往拓模圖所示的所有五個網路的有效路由。

這是否意味著 R2 能夠收到拓模圖所示的所有目的地的 ping 回覆？_____

原因是什麼？

步驟 5：使用 ping 檢查主機 PC2 與 PC1 之間的連通性。

該 ping 應該會失敗，因為 R1 路由器的路由表中沒有通往 172.16.1.0 網路的返回路由。

任務 10：設定預設靜態路由。

在之前的步驟中，你已為路由器設定了通往特定目的地的具體路由。但是你能為 Internet 上的每一台路由器都執行同樣的操作嗎？答案是不能。工作量是如此之大，你根本無法應付。為了縮小路由表的大小，我們使用了預設靜態路由。當路由器沒有更好、更精確的路由能到達目的地時，它就會使用預設靜態路由。

先不要急著在 R1 的路由表中增加靜態路由，在本實驗中 R1 實際是一台末節路由器。這意味著 R2 即是 R1 的預設閘道。如果 R1 要路由的封包不屬於其任何一個直連網路，那麼 R1 應將該封包發給 R2。不過，我們必須首先在 R1 上明確設定一條預設路由，這樣 R1 才能將目的地未知的封包發給 R2。否則 R1 會將目的地未知的封包丟棄。

要設定預設靜態路由，請使用以下語法：

```
Router(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 { ip-address | interface }
```

步驟 1：為 R1 路由器設定預設路由。

使用 R1 的 Serial 0/0/0 上的介面選擇作為下一跳介面，為 R1 設定預設路由。

```
R1(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 172.16.2.2  
R1(config)#
```


步驟 2：查看路由表，驗證新增加的靜態路由條目。

```
R1#  
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, 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, E - EGP  
        i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, * - candidate default  
        U - per-user static route, o - ODR
```

```
Gateway of last resort is 172.16.2.2 to network 0.0.0.0
```

```
172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets  
C      172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/0  
C      172.16.3.0 is directly connected, FastEthernet0/0  
S*    0.0.0.0/0 [1/0] via 172.16.2.2
```

```
R1#
```

注意，R1 路由器現在擁有一條預設路由，即最後選用關道，所有未知流量都會從連接到 R2 的 Serial 0/0/0 介面轉發出去。

步驟 3：使用 ping 檢查主機 PC2 與 PC1 之間的連通性。

在主機 PC2 上，是否能 ping 通 PC1？_____

這次 ping 應該能成功，因為 R1 路由器現在能使用預設路由返回封包。

在主機 PC3 上，是否能 ping 通主機 PC1？_____

R3 路由器的路由表中是否有通往 172.16.3.0 網路的路由？_____

任務 11：設定摘要靜態路由。

我們可以在 R3 上再設定一條指向 172.16.3.0 網路的靜態路由。但是，我們現在已有兩條靜態路由，可分別到達 172.16.2.0/24 和 172.16.1.0/24。由於這些網路彼此非常接近，所以我們可將它們摘要為一條路由。此方法同樣可縮小路由表的大小，從而使得路由查詢程序更有效率。

觀察以二進位形式表示的這三個網路，你會發現它們的靠左 22 位完全相同。

```
172.16.1.0    10101100.00010000.000000001.00000000  
172.16.2.0    10101100.00010000.0000000010.00000000  
172.16.3.0    10101100.00010000.0000000011.00000000
```

如果不考慮這 22 位之後的其餘位，我們可以將這三個網路摘要為 172.16.0.0。

```
Prefix    172.16.0.0
```

為了遮罩靠左前 22 位，我們使用靠左 22 位為全 1 的遮罩：

```
Bit Mask 11111111.11111111.11111100.00000000
```

如果以點分十進位格式來表示，則此遮罩為：

```
Mask      255.255.252.0
```

步驟 1：在 R3 路由器上設定摘要靜態路由。

摘要路由中將使用網路 172.16.0.0/22。

```
R3(config)#ip route 172.16.0.0 255.255.252.0 192.168.1.2
```

步驟 2：檢查該摘要路由是否確實增加到了路由表中。

```
R3#
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, 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, E - EGP
       i - IS-IS, 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

      172.16.0.0/16 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks
S       172.16.0.0/22 [1/0] via 192.168.1.2
S       172.16.1.0/24 [1/0] via 192.168.1.2
S       172.16.2.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
C       192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
C       192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
```

在 R3 上設定摘要路由不會刪除之前設定的靜態路由，因為這些路由更加精確。之前的路由都使用 **/24** 遮罩，而新的摘要路由使用 **/22** 遮罩。為了縮小路由表的大小，我們現在可以刪除更為精確的 **/24** 路由。

步驟 3：刪除 R3 上的靜態路由。

使用 **no** 形式的以下命令，將 R3 上當前設定的兩條靜態路由刪除。

```
R3(config)#no ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 192.168.1.2
R3(config)#no ip route 172.16.2.0 255.255.255.0 Serial0/0/1
```

步驟 4：檢查這些路由是否確實已從路由表中消失。

```
R3#
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, 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, E - EGP
       i - IS-IS, 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

      172.16.0.0/22 is subnetted, 1 subnets
S       172.16.0.0 [1/0] via 192.168.1.2
C       192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
C       192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
```

R3 現在只有一條路由可到達 172.16.0.0/24、172.16.1.0/24、172.16.2.0/24 和 172.16.3.0/24 網路上的主機。發往這些網路的流量會被發送給位於 192.168.1.2 的 R2。

步驟 5：使用 ping 檢查主機 PC3 與 PC1 之間的連通性。

在主機 PC3 上，是否能 ping 通主機 PC1？_____

這次 ping 應該能夠成功，因為 R3 路由器上有通往 172.16.3.0 網路的路由，而且 R1 路由器可以使用預設路由返回封包。

任務 12：摘要、思考並記錄

透過完成本實驗，你已經：

- 結合使用靜態路由和預設路由設定完成你的首個網路，該網路中的所有網路都能相互連通
- 觀察到在正確設定和啟動介面後，路由是如何增加到路由表中的
- 瞭解如何設定指向非直接相連目的地的靜態路由
- 瞭解如何設定用來轉發目的地未知的封包的預設路由
- 瞭解如何將一組網路摘要為一條靜態路由，從而縮小路由表的大小

在此程序中，你可能在實驗環境搭建或執行設定時遇到一些問題。希望你已學會使用系統化的方法來解決這些問題。現在，請記錄下能對你將來的實驗有所幫助的想法或注意事項。

最後，請記錄下你的網路實施方案。在每台路由器上，截取以下命令的輸出並保存到文字檔 (.txt)，以供將來參考。

- **show running-config**
- **show ip route**
- **show ip interface brief**

如果你需要回顧截取命令輸出的方法，請參考實驗 1.5.1。

任務 13：清理實驗設施

清除設定並重載路由器。斷開連接並將纜線收好。對於平時連接到其它網路（例如學校 LAN 或 Internet）的 PC 主機，請恢復往日的連接並還原 TCP/IP 設定。

任務 14：測驗

請填寫下列空白，將 ping 從來源到目的地之間的程序補充完整。如果你在做練習時遇到困難，可以參考 1.4 節“路徑決定和交換功能”。

1. PC3 上的 ICMP 程序產生一個對 PC2 的 ping 請求，並將該要求傳送給 IP 程序。
2. PC3 上的 IP 程序將 ping 封裝到封包中，其中來源 IP 位址為 _____，目的 IP 位址為 _____。
3. PC3 隨後將該封包封裝到訊框中，其中來源 MAC 位址為（指出設備名稱）_____，而目的 MAC 位址為（指出設備名稱）_____。
4. 然後，PC3 將訊框作為編碼後的位元串流通過媒體發送出去。
5. R3 在 _____ 介面上收到該位元串流。由於目的 MAC 位址與接收介面的 MAC 位址匹配，所以 R3 解開了乙太網標頭。
6. R3 在其路由表中查詢目的網路位址 _____。該目的地的下一跳 IP 位址為 _____。該下一跳 IP 位址可透過介面 _____ 到達。

7. R3 將封包封裝到 HDLC 訊框中，然後將該訊框從正確的介面轉發出去。（因為這是一條點對點鏈路，所以不需要位址。不過，HDLC 封包的位址欄位的值為 0x8F。）
8. R2 在 _____ 介面上收到該訊框。由於該訊框為 HDLC，R2 解開其標頭並在自己的路由表中查詢網路位址 _____。該目的地址直接連接到 _____ 介面。
9. R2 將 ping 請求封裝到訊框中，其中來源 MAC 位址為（指出設備名稱）_____，而目的 MAC 位址為（指出設備名稱）_____。
10. 然後，R2 將訊框作為編碼後的位元串流通過媒體發送出去。
11. PC2 在 _____ 介面上收到該位元串流。由於目的 MAC 位址與 PC2 的 MAC 位址匹配，所以 PC2 解開了乙太網標頭。
12. PC2 上的 IP 程序檢查 _____ IP 位址，以確保其與自己的 IP 位址相匹配。接著 PC2 將資料傳遞給 ICMP 程序。
13. PC2 上的 ICMP 程序產生一個對 PC3 的 ping 回覆，並將該回覆發給 IP 程序。
14. PC2 上的 IP 程序將 ping 封裝到封包中，其中來源 IP 位址為 _____，目的 IP 位址為 _____。
15. PC2 隨後將該封包封裝到訊框中，其中來源 MAC 位址為（指出設備名稱）_____，而目的 MAC 位址為（指出設備名稱）_____。
16. 然後，PC2 將訊框作為編碼後的位元串流通過媒體發送出去。
17. R2 在 _____ 介面上收到該位元串流。由於目的 MAC 位址與接收介面的 MAC 位址匹配，所以 R2 解開了乙太網標頭。
18. R2 在其路由表中查詢目的網路位址 _____。該目的地的下一跳 IP 位址為 _____。該下一跳 IP 位址可透過介面 _____ 到達。
19. R2 將封包封裝到 HDLC 訊框中，然後將該訊框從正確的介面轉發出去。（因為這是一條點對點鏈路，所以不需要位址。不過，HDLC 封包的位址欄位的值為 0x8F。）
20. R3 在 _____ 介面上收到該訊框。由於該訊框為 HDLC，R3 解開其標頭並在自己的路由表中查詢目的網路位址 _____。該目的地址直接連接到 _____ 介面。
21. R3 將 ping 請求封裝到訊框中，其中來源 MAC 位址為（指出設備名稱）_____，而目的 MAC 位址為（指出設備名稱）_____。
22. 然後，R3 將訊框作為編碼後的位元串流通過媒體發送出去。
23. PC3 在 _____ 介面上收到該位元串流。由於目的 MAC 位址與 PC3 的 MAC 位址匹配，所以 PC3 解開了乙太網標頭。
24. PC3 上的 IP 程序檢查 _____ IP 位址，以確保其與自己的 IP 位址相匹配。接著 PC3 將資料傳遞給 ICMP 程序。
25. ICMP 對發送請求的應用程式發出 "success"（成功）訊息。