

实验 15：帧中继（Frame Relay）配置实验

姓名	学号	合作学生	指导教师	实验地点	实验时间
林继申	2250758	无	陈伟超	济事楼 330	2024/04/11

【实验目的】

本次实验的目的是学习和实践帧中继（Frame Relay）配置，这是一种重要的广域网（WAN）连接标准。实验的核心目标包括：

- 理解帧中继技术的基础知识，包括其工作原理及关键技术概念，如虚电路（Virtual Circuits, VCs）、数据链路连接标识符（DLCI）以及逻辑链路控制和适配协议（LMI）类型。
- 学习如何配置帧中继连接，包括设置路由器接口的封装类型、地址映射和 LMI 类型。
- 实践帧中继的地址解析协议（ARP）和反向 ARP，通过动态和手动方式配置网络层地址和映射。
- 验证配置的正确性和网络通信功能，通过在路由器间进行 ping 测试来检查接口之间的互通性。

【实验原理】

帧中继（Frame Relay）技术

- 虚电路（Virtual Circuit, VC）
 - PVC（永久虚电路）：一旦建立，PVC 会持续存在，无需每次通信时重新建立，适用于常规和持续的数据传输需求。
 - SVC（交换虚电路）：为临时或需求驱动的通信提供服务，每次通信前需建立连接，通信结束后连接会断开，适用于不定期的数据交换。
- 数据链路连接标识符（DLCI）
 - DLCI 是帧中继网络中分配给每条虚电路的唯一标识符，用于在一个物理链路上标记和区分不同的虚拟连接。
 - DLCI 不提供端到端的全局意义，其作用范围限定于单个链路。
- 封装与映射
 - 帧中继协议允许数据封装，并使用 DLCI 进行路由，将每个数据帧映射到正确的虚电路。

- 地址映射可以通过动态或静态方式配置，动态地址映射依赖于帧中继地址解析协议（ARP），以动态学习网络中其他设备的地址。

4. 逻辑链路控制和适配（LMI）

- LMI 是一种信令协议，用于在帧中继交换机和连接的设备（如路由器）之间管理和维护虚电路的状态。
- 提供几种类型的 LMI，包括 ITU-T Q.933 和 ANSI T1.617，以支持不同地区和设备的标准兼容性。

5. 性能与效率

- 帧中继技术通过简化高性能数据传输和利用更可靠的网络基础设施（如光纤），以及减少传输中的错误校验负担（依靠高层协议进行错误处理），来提高传输效率。

6. 配置与应用

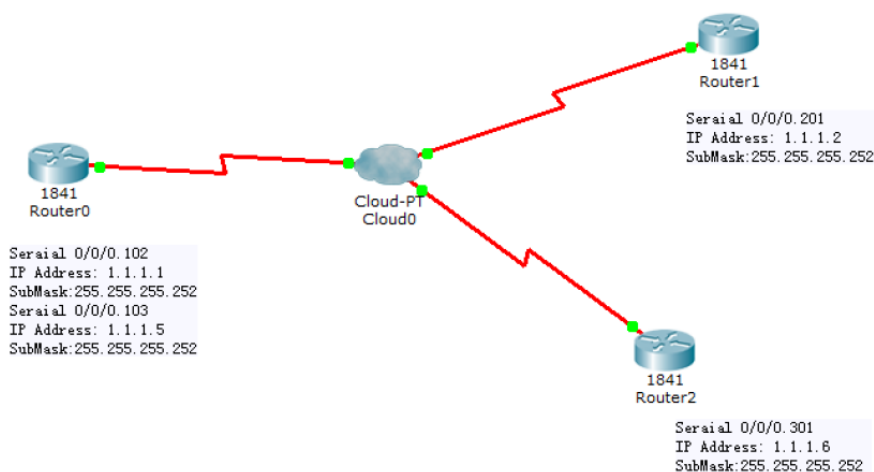
- 帧中继配置过程包括设定适当的接口封装类型，配置必要的虚电路和 DLCI，以及可选地实现路由协议或静态路由以确保数据正确路由。此外，交换机配置涉及到虚电路的创建和维护，以及确保通过正确的输出端口转发数据帧。

【实验设备】

1. 操作系统：Windows 10
2. 网络环境：局域网
3. 应用程序：Cisco Packet Tracer 6.0

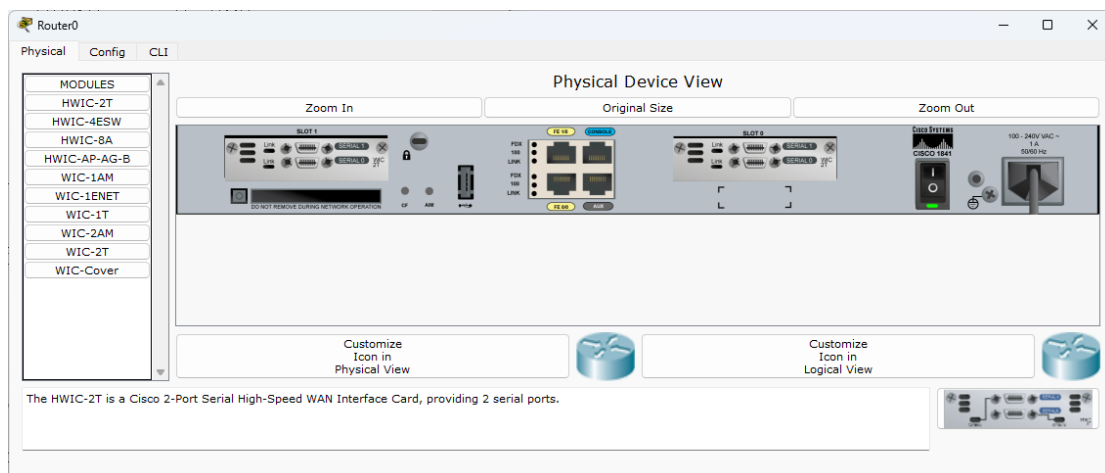
【实验步骤】

1. 规划网络地址及拓扑图。

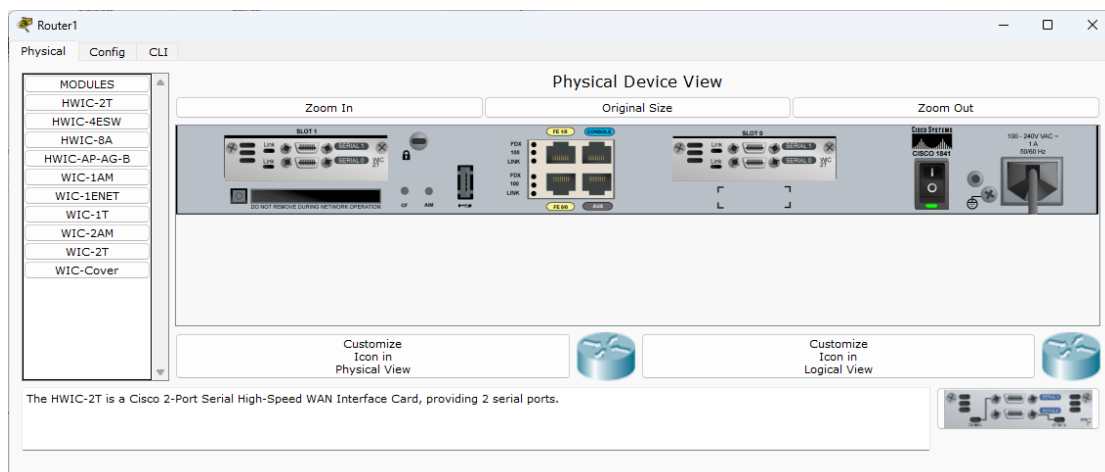


2. 在 Router0、Router1 和 Router2 中分别安装 WIC-2T，并重启设备。

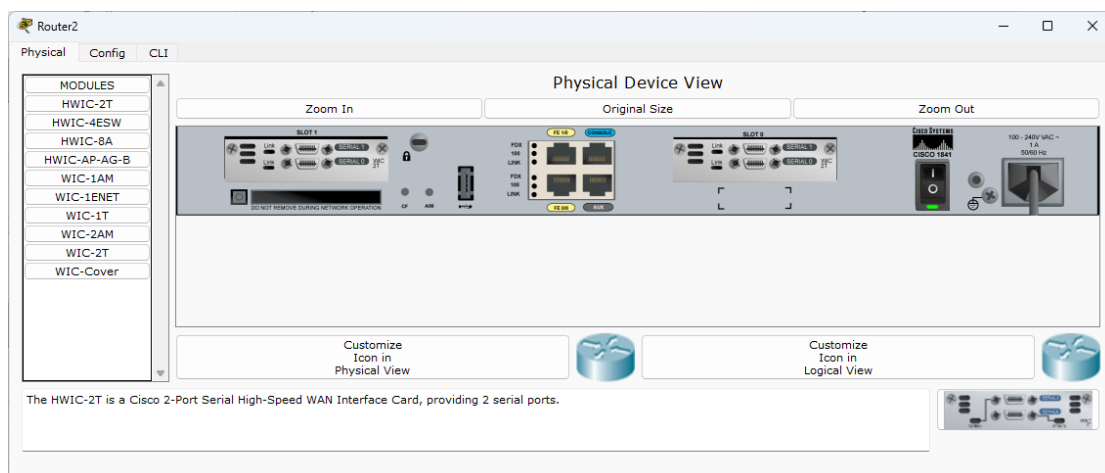
- 在 Router0 中安装 WIC-2T。



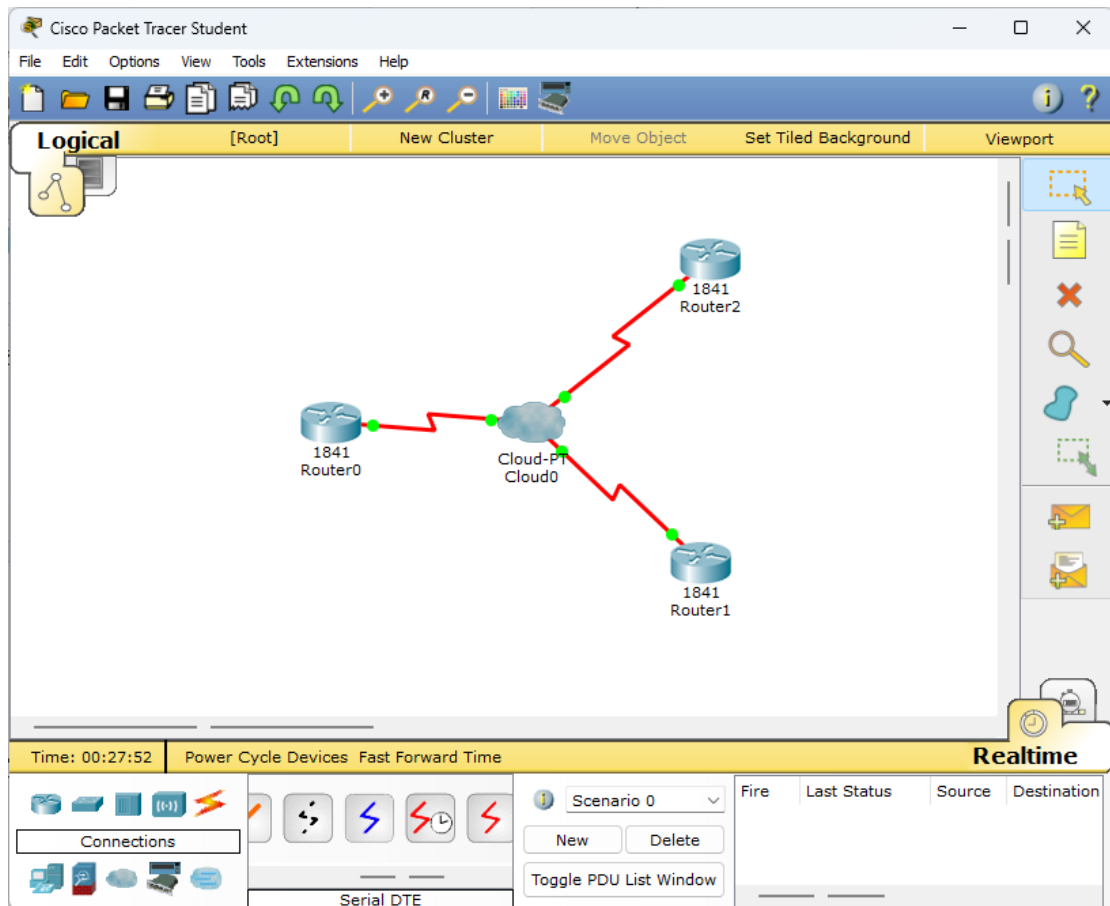
- 在 Router1 中安装 WIC-2T。



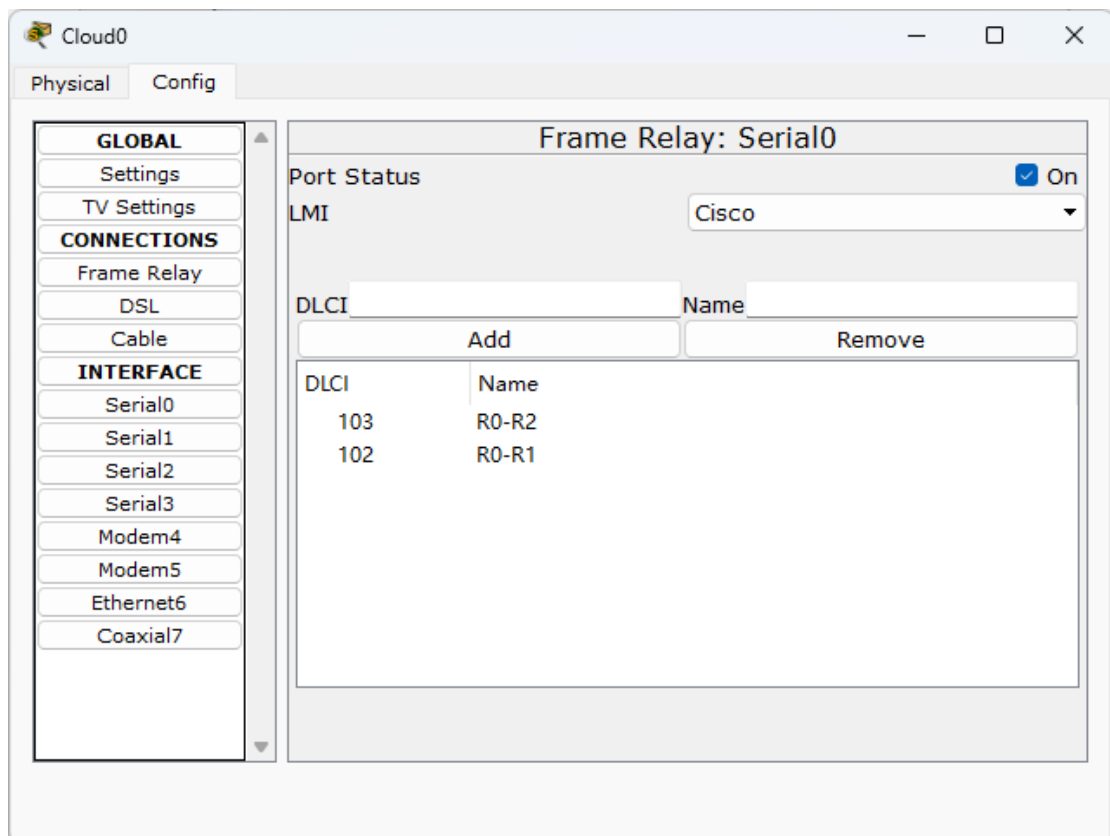
- 在 Router2 中安装 WIC-2T。



3. 启动 Cisco Packet Tracer，按照上述拓扑结构连接设备。



4. 进行帧中继交换机配置。



Cloud0

Physical

Config

GLOBAL

Settings

TV Settings

CONNECTIONS

Frame Relay

DSL

Cable

INTERFACE

Serial0

Serial1

Serial2

Serial3

Modem4

Modem5

Ethernet6

Coaxial7

Frame Relay: Serial1

Port Status

☒ On

LMI

Cisco

DLCI

Name

Add

Remove

DLCI	Name
201	R1-R0

Cloud0

Physical

Config

GLOBAL

Settings

TV Settings

CONNECTIONS

Frame Relay

DSL

Cable

INTERFACE

Serial0

Serial1

Serial2

Serial3

Modem4

Modem5

Ethernet6

Coaxial7

Frame Relay: Serial2

Port Status

☒ On

LMI

Cisco

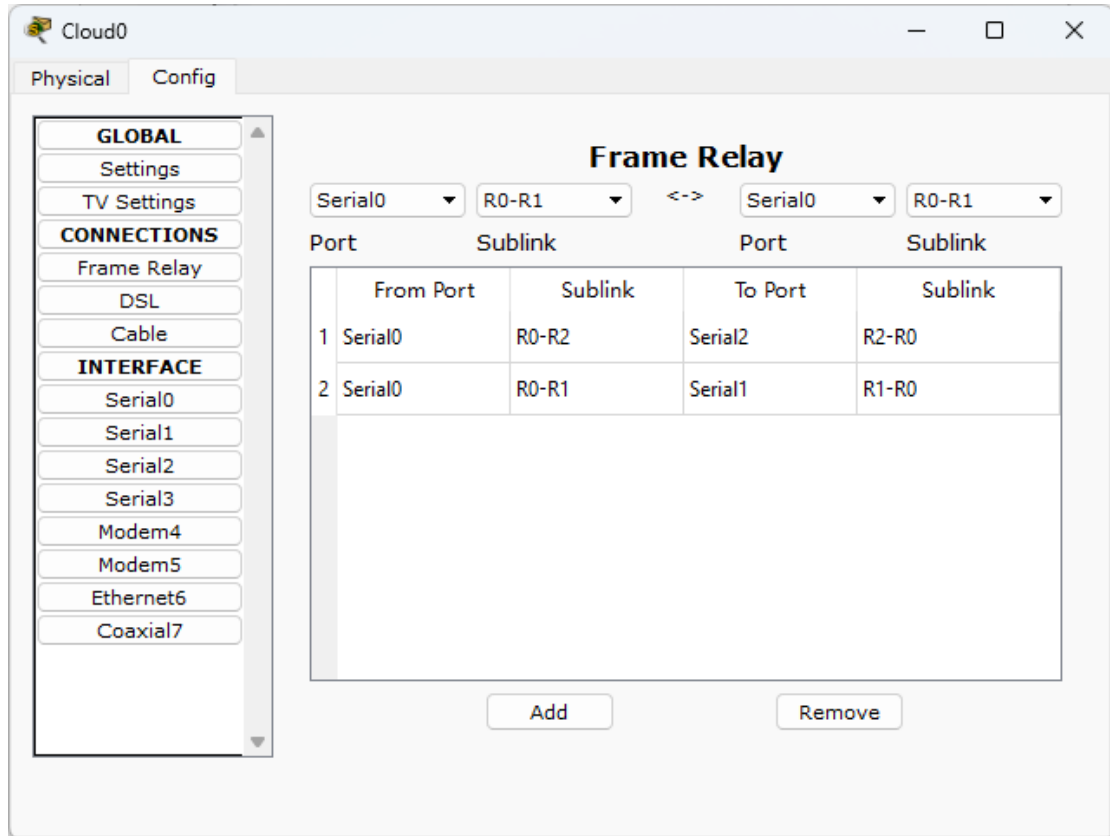
DLCI

Name

Add

Remove

DLCI	Name
301	R2-R0



5. 在 Router0 的 CLI 中输入以下命令进行配置。

```
enable
configure terminal
interface Serial 0/0/0
no shutdown
encapsulation frame-relay
exit
interface Serial 0/0/0.102 point-to-point
ip address 1.1.1.1 255.255.255.252
frame-relay interface-dlci 102
exit
interface Serial 0/0/0.103 point-to-point
ip address 1.1.1.5 255.255.255.252
frame-relay interface-dlci 103
```

6. 在 Router1 的 CLI 中输入以下命令进行配置。

```
enable
configure terminal
interface Serial 0/0/0
```

```
no shutdown
encapsulation frame-relay
exit
interface Serial 0/0/0.201 point-to-point
ip address 1.1.1.2 255.255.255.252
frame-relay interface
frame-relay interface-dlci 201
```

7. 在 Router2 的 CLI 中输入以下命令进行配置。

```
enable
configure terminal
interface Serial 0/0/0
no shutdown
encapsulation frame-relay
exit
interface Serial 0/0/0.301 point-to-point
ip address 1.1.1.6 255.255.255.252
frame-relay interface-dlci 301
```

8. 为 Router1 和 Router2 配置静态路由之前检查接口间能否相互 ping 通。

9. 为 Router1 配置静态路由。

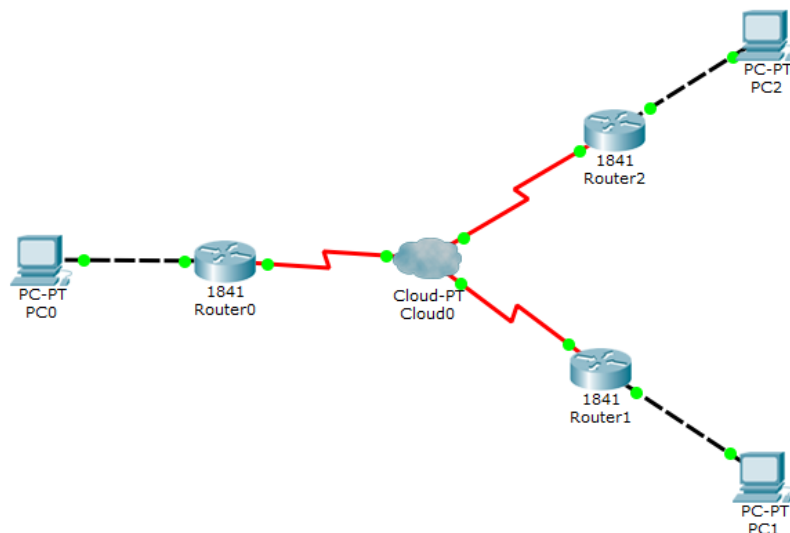
```
ip route 1.1.1.4 255.255.255.252 1.1.1.1
```

10. 为 Router2 配置静态路由。

```
ip route 1.1.1.0 255.255.255.252 1.1.1.5
```

11. 为 Router1 和 Router2 配置静态路由之后检查接口间能否相互 ping 通。

12. 将三台 PC 机 PC1、PC2 和 PC3 分别连接至 Router0、Router1 和 Router2。



13. 分别配置 Router0、Router1 和 Router2 的 FastEthernet0/0 的 IP 地址和子网掩码，并在 RIP 路由协议中添加 1.0.0.0。

The screenshot shows the configuration window for Router0, specifically the 'Config' tab and the 'FastEthernet0/0' interface settings. The left sidebar contains a tree view with categories: GLOBAL, ROUTING, SWITCHING, and INTERFACE. Under INTERFACE, 'FastEthernet0/0' is selected. The main area displays the following settings:

- Port Status: ☒ On
- Bandwidth: ☒ 100 Mbps ☐ 10 Mbps ☒ Auto
- Duplex: ☐ Half Duplex ☒ Full Duplex ☒ Auto
- MAC Address: 0003.E495.E301
- IP Configuration:
 - IP Address: 1.1.1.9
 - Subnet Mask: 255.255.255.252
- Tx Ring Limit: 10

Below the settings, the 'Equivalent IOS Commands' section shows the following commands:

```
Router(config-router)#exit
Router(config)#interface FastEthernet0/0
Router(config-if)#
Router(config-if)#exit
Router(config)#interface FastEthernet0/0
Router(config-if)#
Router(config-if)#exit
Router(config)#interface FastEthernet0/0
Router(config-if)#
```

The screenshot shows the configuration window for Router0, specifically the 'Config' tab and the 'RIP Routing' settings. The left sidebar is the same as in the previous screenshot, with 'RIP' selected under the ROUTING category. The main area displays the following settings:

- Network: 1.0.0.0
- Add:
- Network Address: 1.0.0.0
- Remove:

Below the settings, the 'Equivalent IOS Commands' section shows the following commands:

```
Router(config-if)#
Router(config-if)#exit
Router(config)#interface FastEthernet0/0
Router(config-if)#
Router(config-if)#exit
Router(config)#interface FastEthernet0/0
Router(config-if)#
Router(config-if)#exit
Router(config)#router rip
Router(config-router)#
```


Router1

PhysicalConfigCLI

GLOBAL

Settings

Algorithm Settings

ROUTING

Static

RIP

SWITCHING

VLAN Database

INTERFACE

FastEthernet0/0

FastEthernet0/1

Serial0/0/0

Serial0/0/1

Serial0/1/0

Serial0/1/1

FastEthernet0/0

Port Status

Bandwidth

Duplex

MAC Address

IP Configuration

IP Address

Subnet Mask

Tx Ring Limit

On

100 Mbps10 MbpsAuto

Half DuplexFull DuplexAuto

0060.47B8.1E01

1.1.1.13

255.255.255.252

10

Equivalent IOS Commands

```

Router(config)#interface FastEthernet0/0
Router(config-if)#
Router(config-if)#exit
Router(config)#router rip
Router(config-router)#network 1.0.0.0
Router(config-router)#
Router(config-router)#exit
Router(config)#interface FastEthernet0/0
Router(config-if)#

```

Router1

PhysicalConfigCLI

GLOBAL

Settings

Algorithm Settings

ROUTING

Static

RIP

SWITCHING

VLAN Database

INTERFACE

FastEthernet0/0

FastEthernet0/1

Serial0/0/0

Serial0/0/1

Serial0/1/0

Serial0/1/1

RIP Routing

Network

Add

Network Address

1.0.0.0

Remove

Equivalent IOS Commands

```

Router(config-if)#exit
Router(config)#router rip
Router(config-router)#network 1.0.0.0
Router(config-router)#
Router(config-router)#exit
Router(config)#interface FastEthernet0/0
Router(config-if)#
Router(config-if)#exit
Router(config)#router rip
Router(config-router)#

```

Router2

Physical
Config
CLI

GLOBAL
Settings
Algorithm Settings
ROUTING
Static
RIP
SWITCHING
VLAN Database
INTERFACE
FastEthernet0/0
FastEthernet0/1
Serial0/0/0
Serial0/0/1
Serial0/1/0
Serial0/1/1

FastEthernet0/0

Port Status
☒ On

Bandwidth
☒ 100 Mbps
☐ 10 Mbps
☒ Auto

Duplex
☐ Half Duplex
☒ Full Duplex
☒ Auto

MAC Address
0001.C702.0501

IP Configuration

IP Address
1.1.1.17

Subnet Mask
255.255.255.252

Tx Ring Limit
10

Equivalent IOS Commands

```

Router(config-if)#ip address 1.1.1.17 255.255.255.252
Router(config-if)#
Router(config-if)#exit
Router(config)#router rip
Router(config-router)#network 1.0.0.0
Router(config-router)#
Router(config-router)#exit
Router(config)#interface FastEthernet0/0
Router(config-if)#

```

Router2

Physical
Config
CLI

GLOBAL
Settings
Algorithm Settings
ROUTING
Static
RIP
SWITCHING
VLAN Database
INTERFACE
FastEthernet0/0
FastEthernet0/1
Serial0/0/0
Serial0/0/1
Serial0/1/0
Serial0/1/1

RIP Routing

Network

Add

Network Address

1.0.0.0

Remove

Equivalent IOS Commands

```

Router(config)#router rip
Router(config-router)#network 1.0.0.0
Router(config-router)#
Router(config-router)#exit
Router(config)#interface FastEthernet0/0
Router(config-if)#
Router(config-if)#exit
Router(config)#
Router(config)#router rip
Router(config-router)#

```

14. 配置 PC0、PC1 和 PC2 的网关、IP 地址和子网掩码。

PC0

Physical Config Desktop Custom Interface

IP Configuration

IP Configuration

☐ DHCP ☒ Static

IP Address: 1.1.1.10

Subnet Mask: 255.255.255.252

Default Gateway: 1.1.1.9

DNS Server:

IPv6 Configuration

☐ DHCP ☐ Auto Config ☒ Static

IPv6 Address: /

Link Local Address: FE80::2E0:A3FF:FEC7:6985

IPv6 Gateway:

IPv6 DNS Server:

PC1

Physical Config Desktop Custom Interface

IP Configuration

IP Configuration

☐ DHCP ☒ Static

IP Address: 1.1.1.14

Subnet Mask: 255.255.255.252

Default Gateway: 1.1.1.13

DNS Server:

IPv6 Configuration

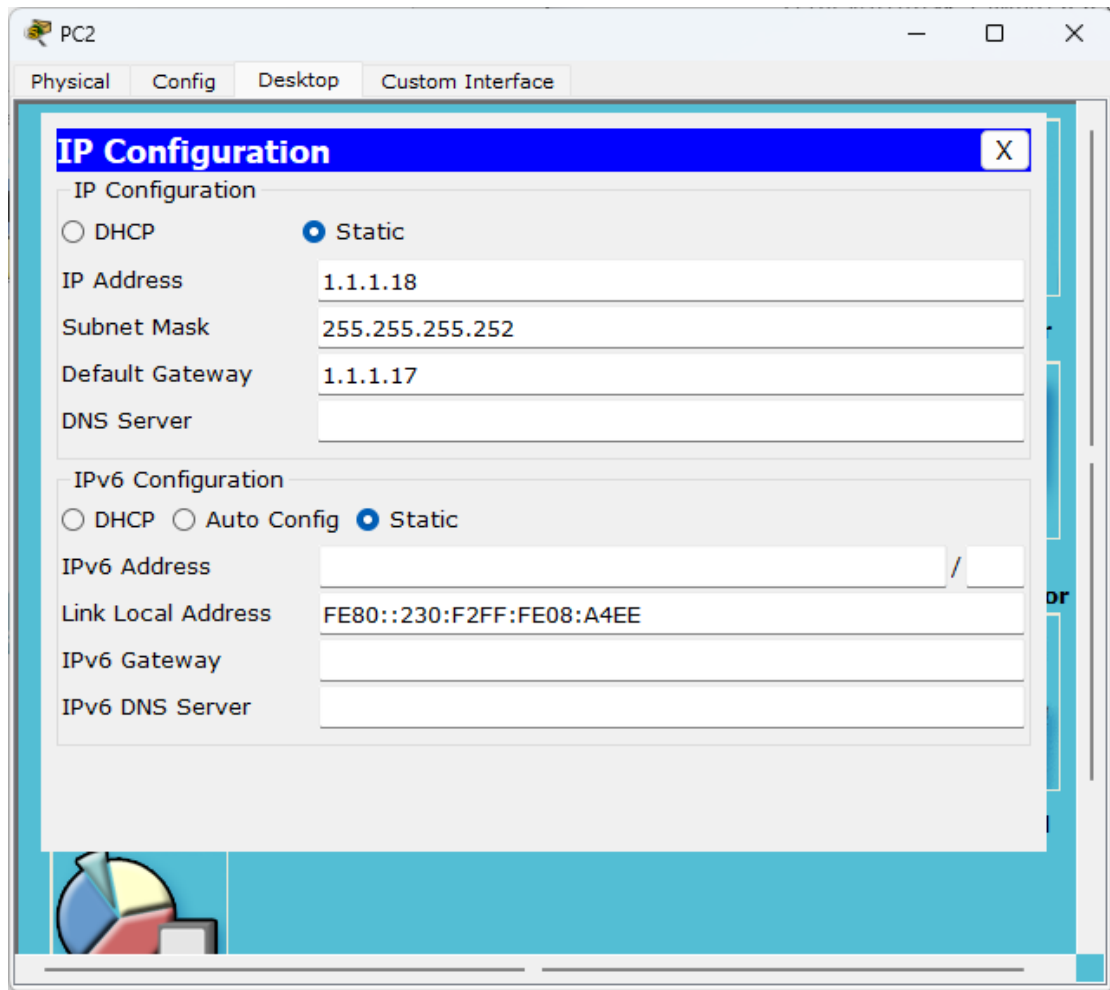
☐ DHCP ☐ Auto Config ☒ Static

IPv6 Address: /

Link Local Address: FE80::2E0:B0FF:FEB4:6D7

IPv6 Gateway:

IPv6 DNS Server:

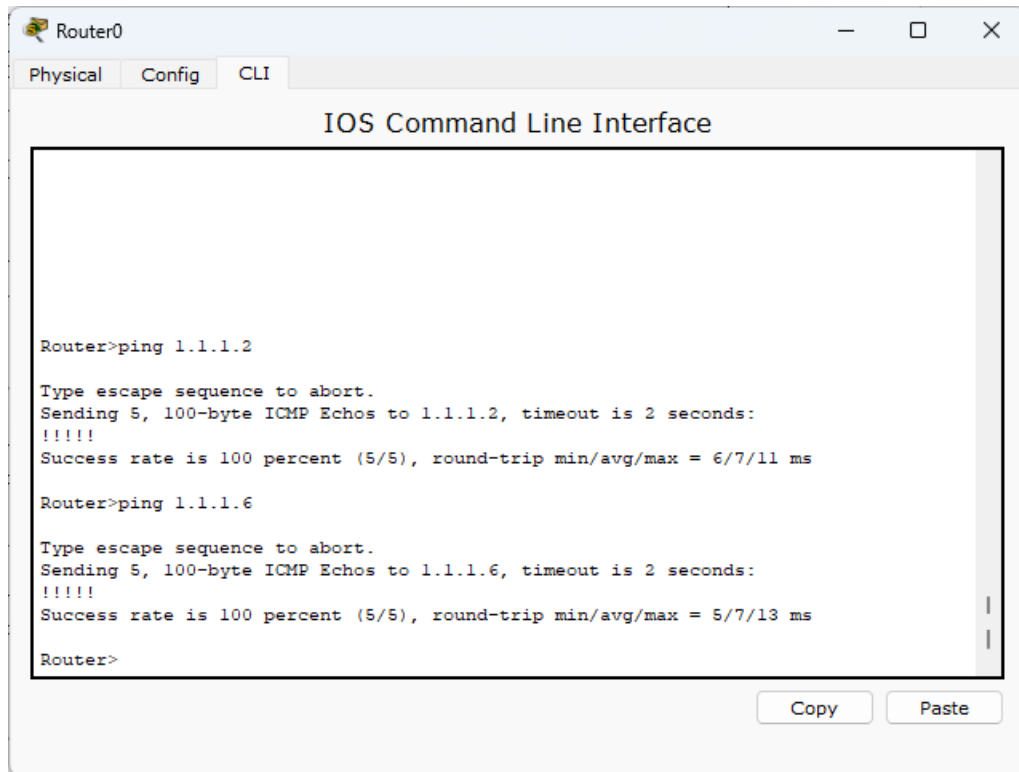


15. PC0、PC1 和 PC2 之间相互进行 ping 测试，观察实验结果。

- PC0:
 - 网关：1.1.1.9
 - IP 地址：1.1.1.10
 - 子网掩码：255.255.255.252
- PC1:
 - 网关：1.1.1.13
 - IP 地址：1.1.1.14
 - 子网掩码：255.255.255.252
- PC2:
 - 网关：1.1.1.17
 - IP 地址：1.1.1.18
 - 子网掩码：255.255.255.252

【实验现象】

1. 为 Router1 和 Router2 配置静态路由之前检查接口间能否相互 ping 通。实验结果显示 Router0 分别与 Router1 和 Router2 之间能够相互 ping 通，但是 Router1 与 Router2 之间不能够 ping 通。



Router0

Physical Config CLI

IOS Command Line Interface

```
Router>ping 1.1.1.2

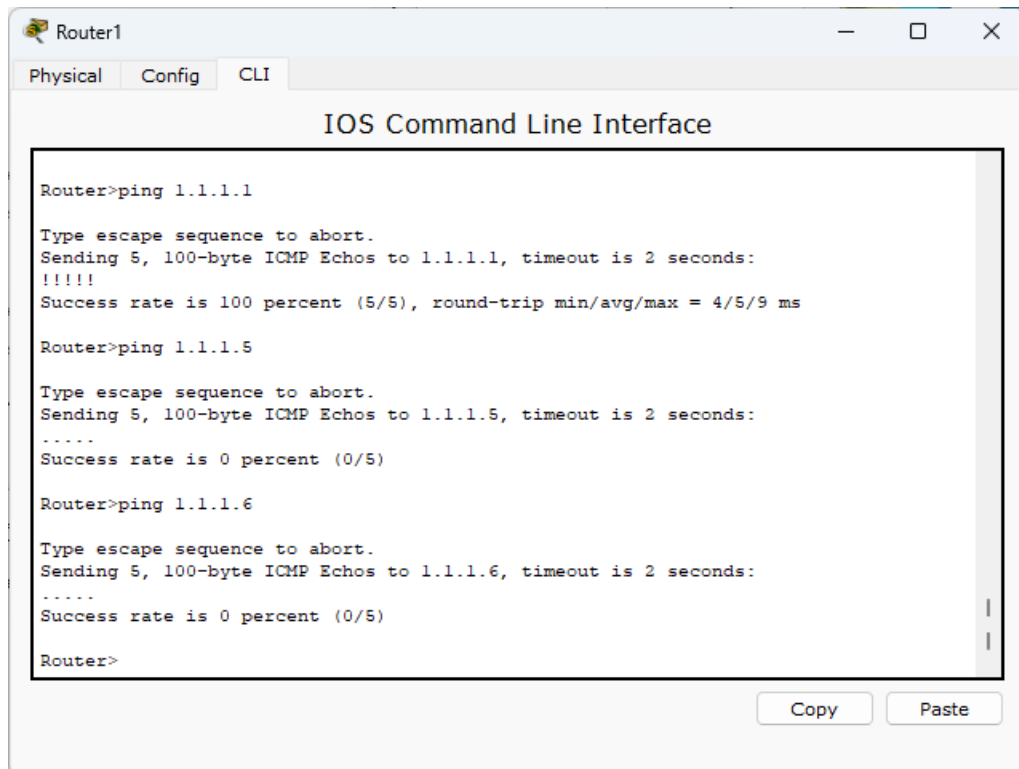
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 1.1.1.2, timeout is 2 seconds:
!!!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 6/7/11 ms

Router>ping 1.1.1.6

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 1.1.1.6, timeout is 2 seconds:
!!!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 5/7/13 ms

Router>
```

Copy Paste



Router1

Physical Config CLI

IOS Command Line Interface

```
Router>ping 1.1.1.1

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 1.1.1.1, timeout is 2 seconds:
!!!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 4/5/9 ms

Router>ping 1.1.1.5

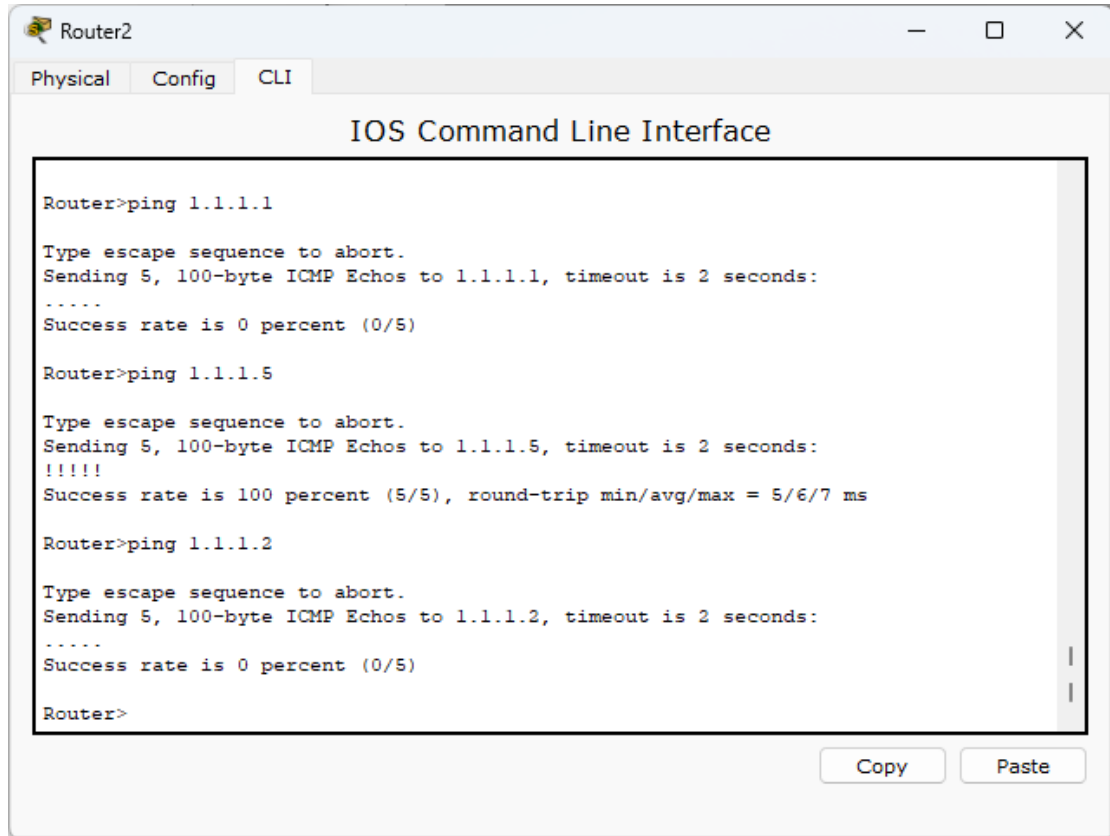
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 1.1.1.5, timeout is 2 seconds:
.....
Success rate is 0 percent (0/5)

Router>ping 1.1.1.6

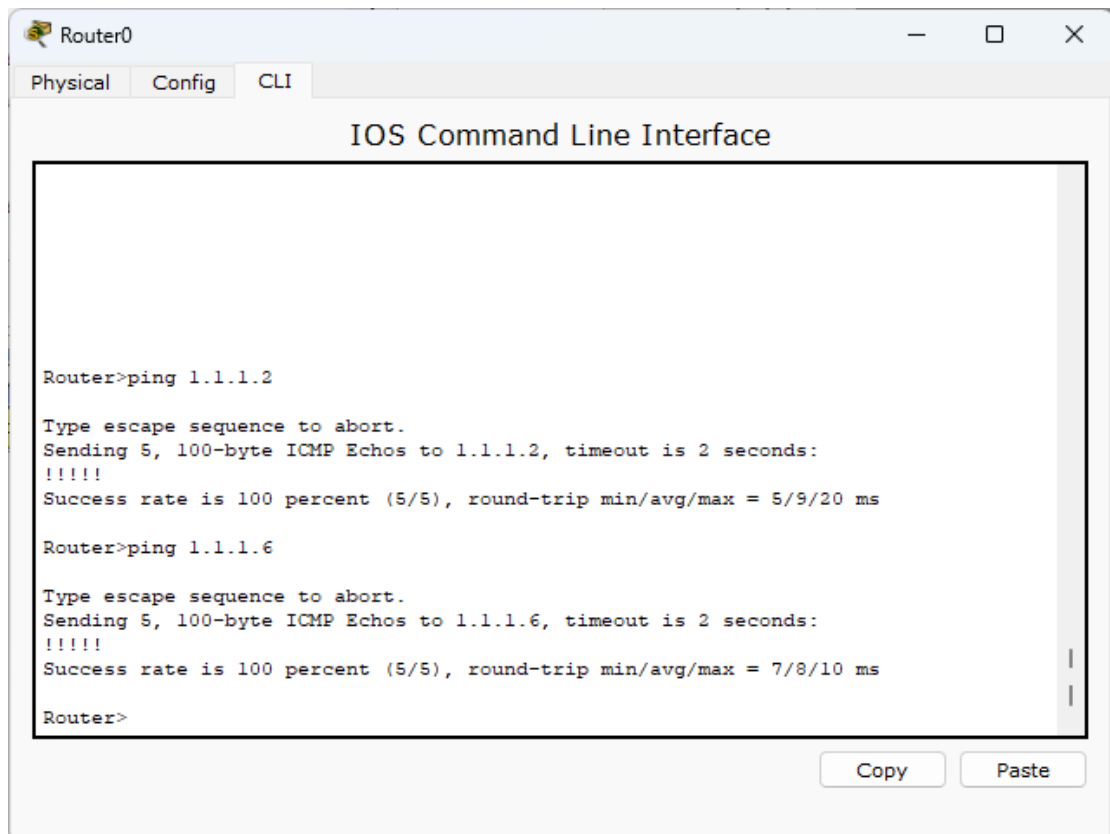
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 1.1.1.6, timeout is 2 seconds:
.....
Success rate is 0 percent (0/5)

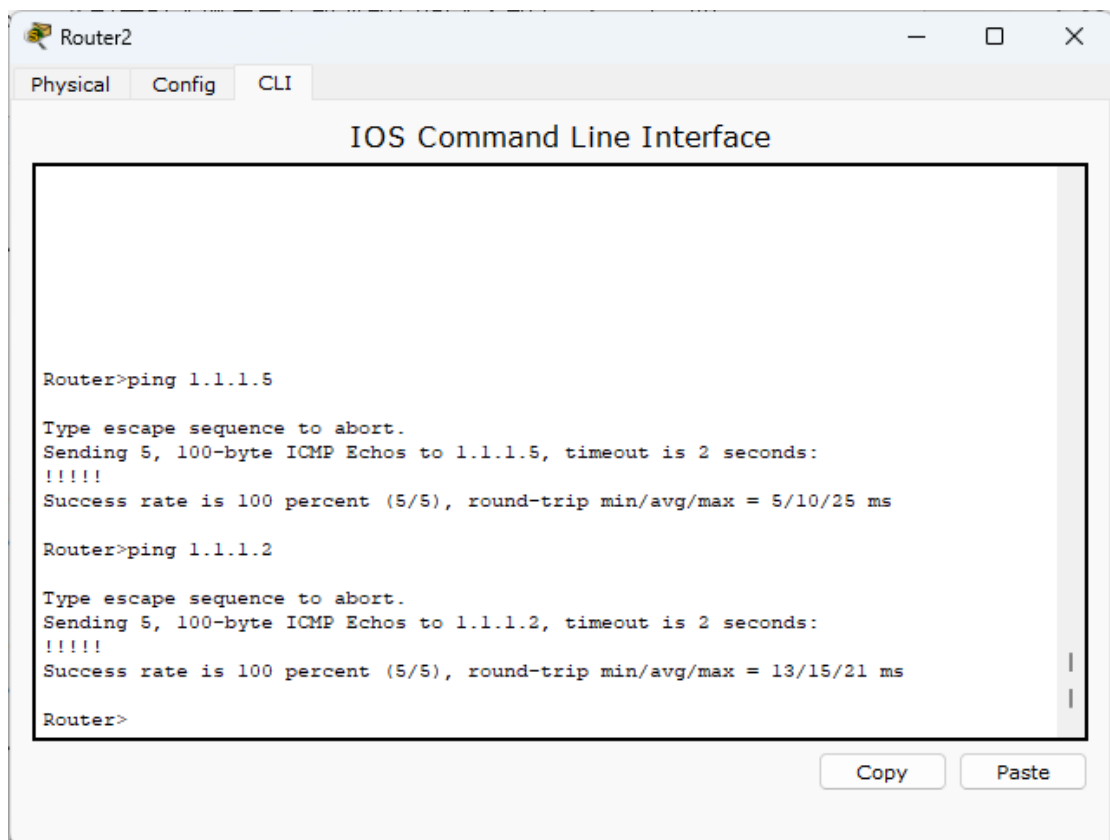
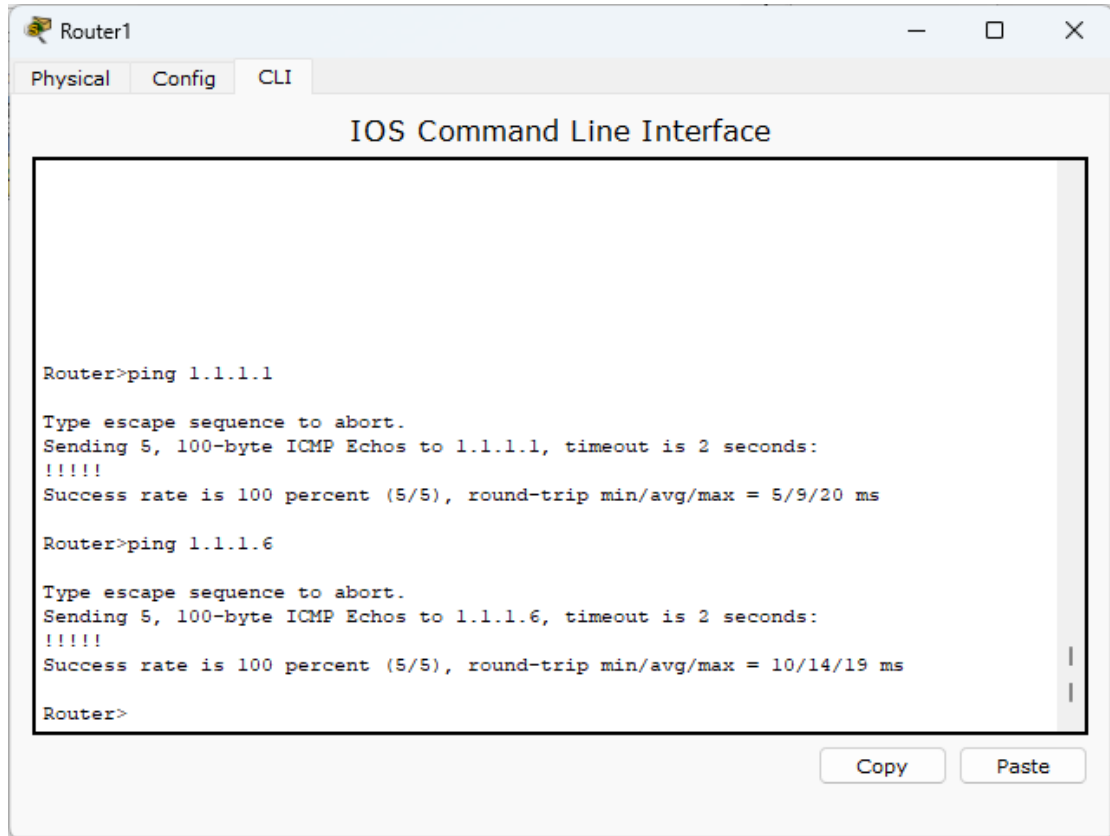
Router>
```

Copy Paste

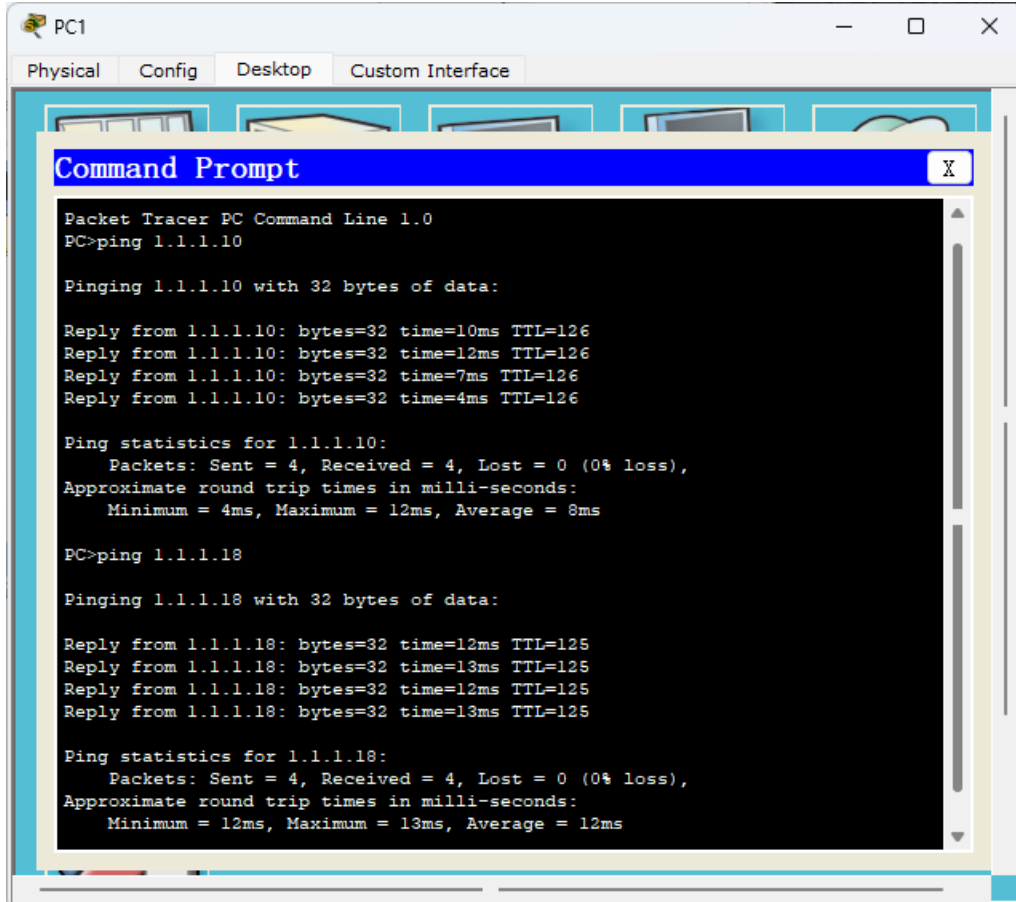
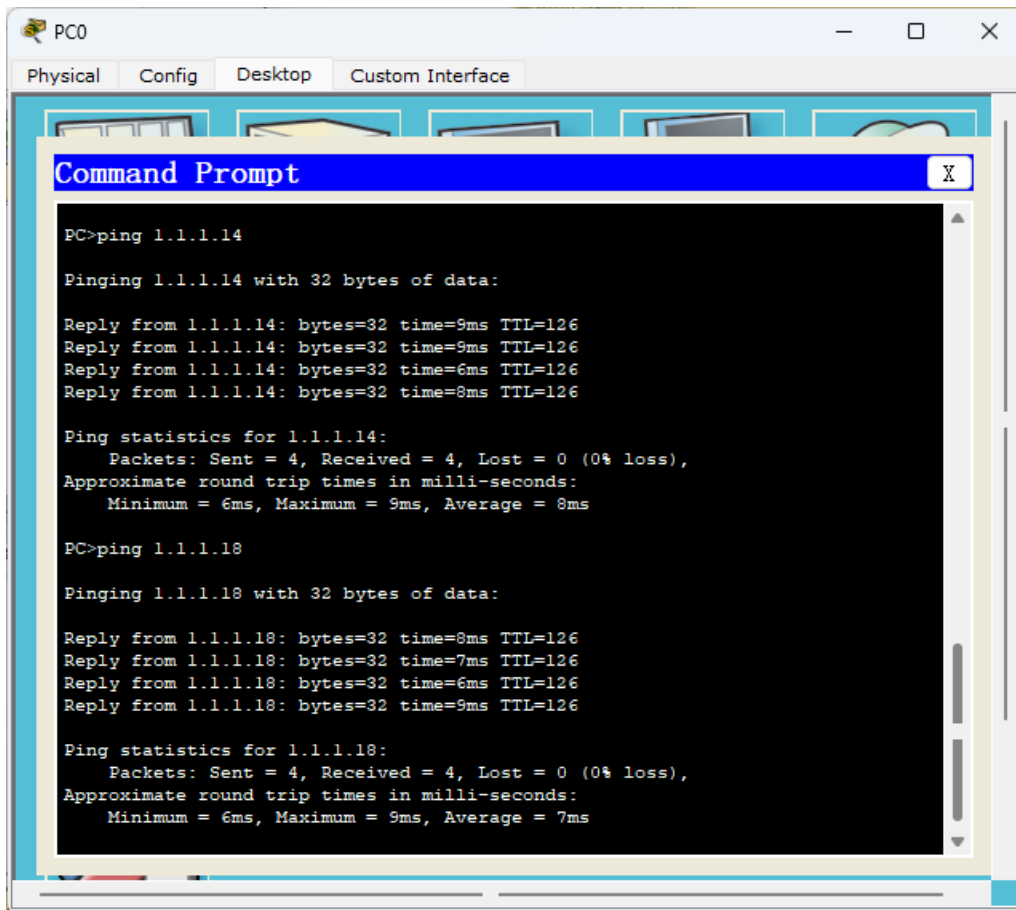


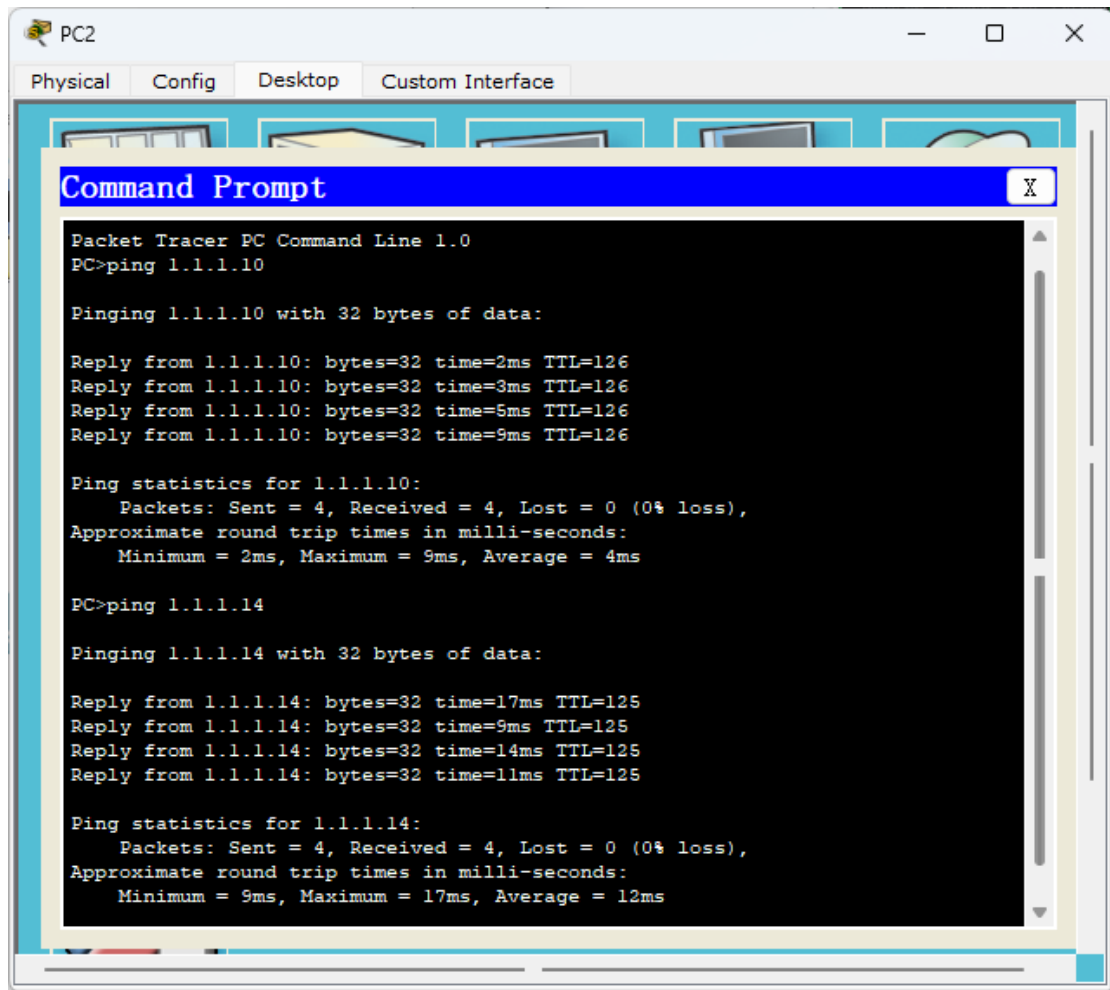
2. 为 Router1 和 Router2 配置静态路由之后检查接口间能否相互 ping 通。实验结果显示 Router0、Router1 和 Router2 之间能够相互 ping 通。





3. PC0、PC1 和 PC2 之间相互进行 ping 测试，均成功。





The screenshot shows a Packet Tracer PC Command Prompt window for PC2. The window has tabs for Physical, Config, Desktop, and Custom Interface. The Command Prompt displays the following text:

```
Packet Tracer PC Command Line 1.0
PC>ping 1.1.1.10

Pinging 1.1.1.10 with 32 bytes of data:

Reply from 1.1.1.10: bytes=32 time=2ms TTL=126
Reply from 1.1.1.10: bytes=32 time=3ms TTL=126
Reply from 1.1.1.10: bytes=32 time=5ms TTL=126
Reply from 1.1.1.10: bytes=32 time=9ms TTL=126

Ping statistics for 1.1.1.10:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 2ms, Maximum = 9ms, Average = 4ms

PC>ping 1.1.1.14

Pinging 1.1.1.14 with 32 bytes of data:

Reply from 1.1.1.14: bytes=32 time=17ms TTL=125
Reply from 1.1.1.14: bytes=32 time=9ms TTL=125
Reply from 1.1.1.14: bytes=32 time=14ms TTL=125
Reply from 1.1.1.14: bytes=32 time=11ms TTL=125

Ping statistics for 1.1.1.14:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 9ms, Maximum = 17ms, Average = 12ms
```

【分析讨论】

一、路由器间的通信连通性

在配置静态路由之前，虽然 Router0 能够与 Router1 和 Router2 分别进行 ping 通，但 Router1 与 Router2 之间无法直接通信。这一现象指出，单独的帧中继配置无法解决跨不同网络的路由问题，必须通过适当的路由配置来确保端到端的通信连通性。静态路由的添加后，所有路由器之间的通信均恢复正常，验证了静态路由在指导数据包正确传输路径中的关键作用。

二、帧中继的多路复用功能

实验中，通过一个物理接口实现多个虚拟连接的配置展示了帧中继的多路复用能力。这种配置允许单个物理链路上运行多个虚拟电路，从而提高了网络资源的利用效率，并减少了所需的物理接口数量，显著降低了设备和管理成本。

三、动态与静态地址映射的应用

通过实践帧中继的地址解析协议（ARP）和反向 ARP，实验不仅强化了理论知

识，也展示了动态和静态地址映射在实际网络配置中的应用。动态地址映射允许设备在无需手动介入的情况下学习和更新网络地址，这对于大型动态网络环境尤为重要。

四、PC 终端的网络连接测试

连接 PC 机至各路由器并进行 ping 测试的步骤展示了端到端配置的正确性。所有 PC 机之间的成功通信表明了网络接口、IP 配置及路由配置的正确无误。此外，使用 RIP 动态路由协议进行的配置测试，验证了在更广泛的网络环境中，如何利用动态路由协议自动管理和更新路由信息。