

## 实验 3：综合组网设计实验(新老校区网络模拟)

### 1. 实验目的

- 1) 了解不同类型的计算机网络，及其组网形式。
- 2) 深入理解 TCP/IP 协议，掌握传统网络的基本架构及基于 TCP/IP 协议的基本工作原理
- 3) 理解并掌握 RIP、OSPF 等网络协议在传统局域网的原理，并能实际运用。了解 vlan 间路由的基本原理。
- 4) 掌握 CIDR 地址划分的方法，掌握 vlan 划分在交换机中的实际运用。
- 5) 深入理解 DNS、HTTP 等协议的原理。

### 2. 实验环境

- 1) 接入 Internet 的实验主机
- 2) windows 操作系统
- 3) Cisco Packet Tracer 软件

### 3. 实验内容

- 1) 用两台路由器连接两个局域网，并熟悉 RIP、OSPF 协议的配置、Trace Route 命令的使用。
- 2) 用多台交换机组成局域网，并熟悉三层交换机的配置、vlan 的配置。
- 3) 熟悉 DNS 服务器与 HTTP 服务器的配置。
- 4) 设计并模拟实现天津大学两个校区之间的校园网连接。

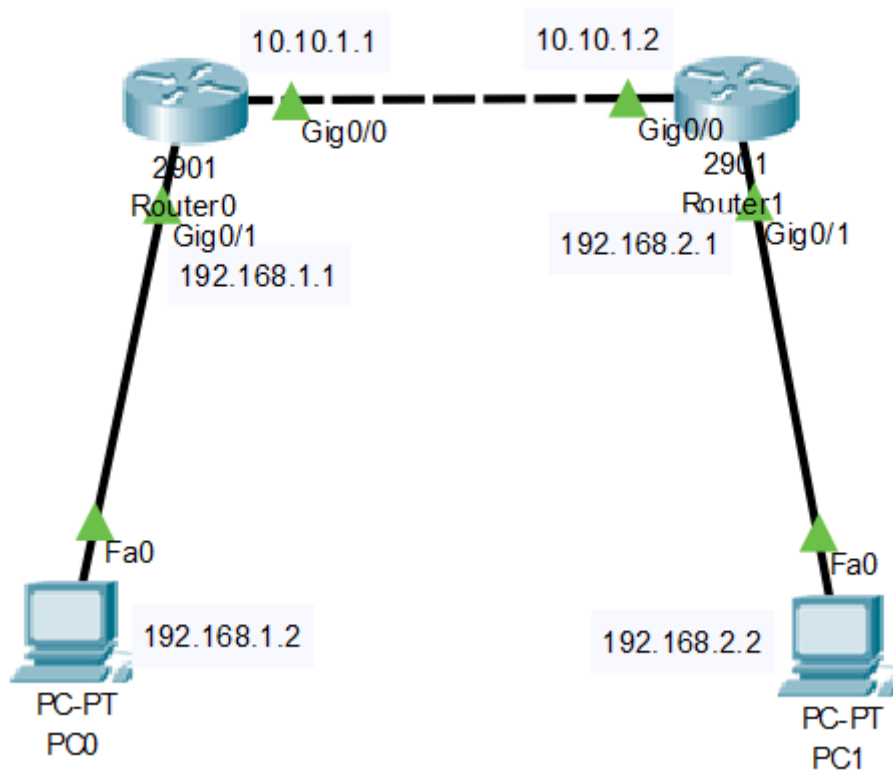
要求：每个校区需支持 4 个学院使用校园网，老校区学院 1 至 4 最多支持的设备数为 2000、4000、4000、6000，新校区学院 5 至 8 最多支持的设备数为 1000、2000、4000、8000，请给出两个校区 IP block 区间。在新校区，学院 5 与学院 6 两个学院物理位置相邻共享一个路由器，使用 VLAN 技术设置为不同的子网，并给出每个学院的地址块。给出每个路由器、交换机的端口数。测试网络连通性后，在老校区架设一台 HTTP 服务器，指定域名(www.tju.edu.cn)、IP 并添加一个 html 静态页面，在新老校区各架设一台 DNS 服务器，实现新老校区均可以使用

www.tju.edu.cn 访问 HTTP 服务器。

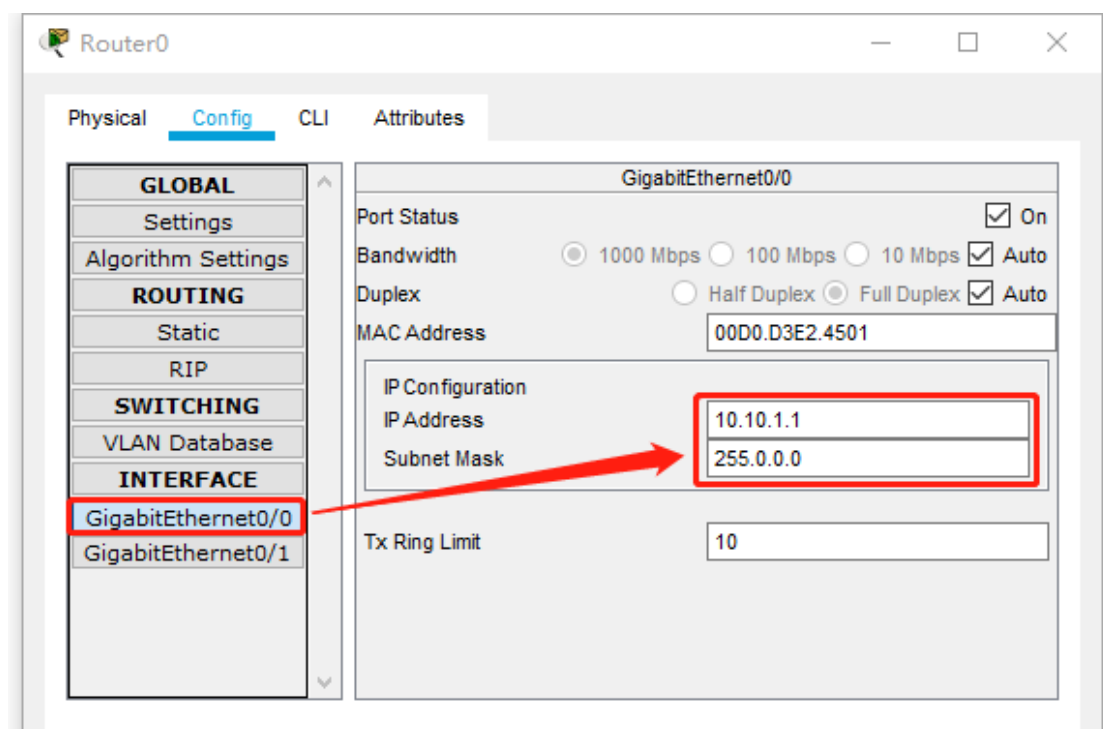
#### 4. 实验参考步骤

1) 用两台路由器连接两个局域网，并熟悉 RIP、OSPF 协议的配置、**Trace Route** 命令的使用。

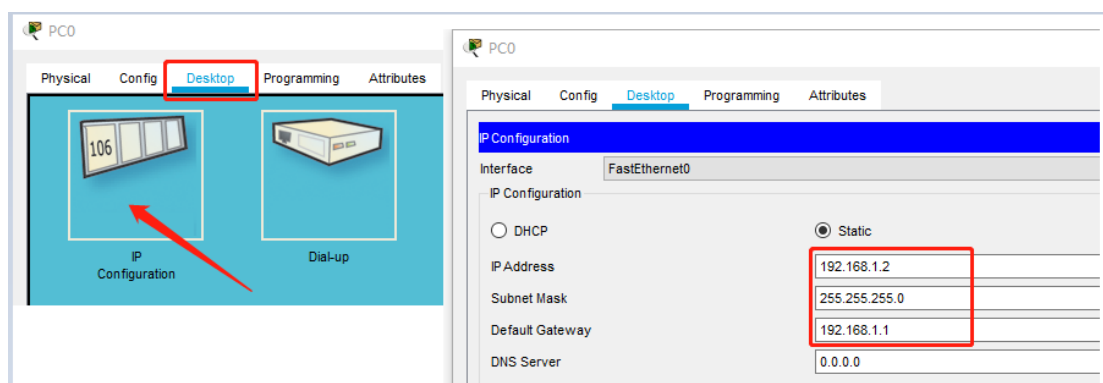
(1)建立如图所示拓扑：



使用两个型号为‘2901’的路由器，分别为 Router0 与 Router1，并为其分配如上所示 IP 地址。路由器配置界面如图所示：



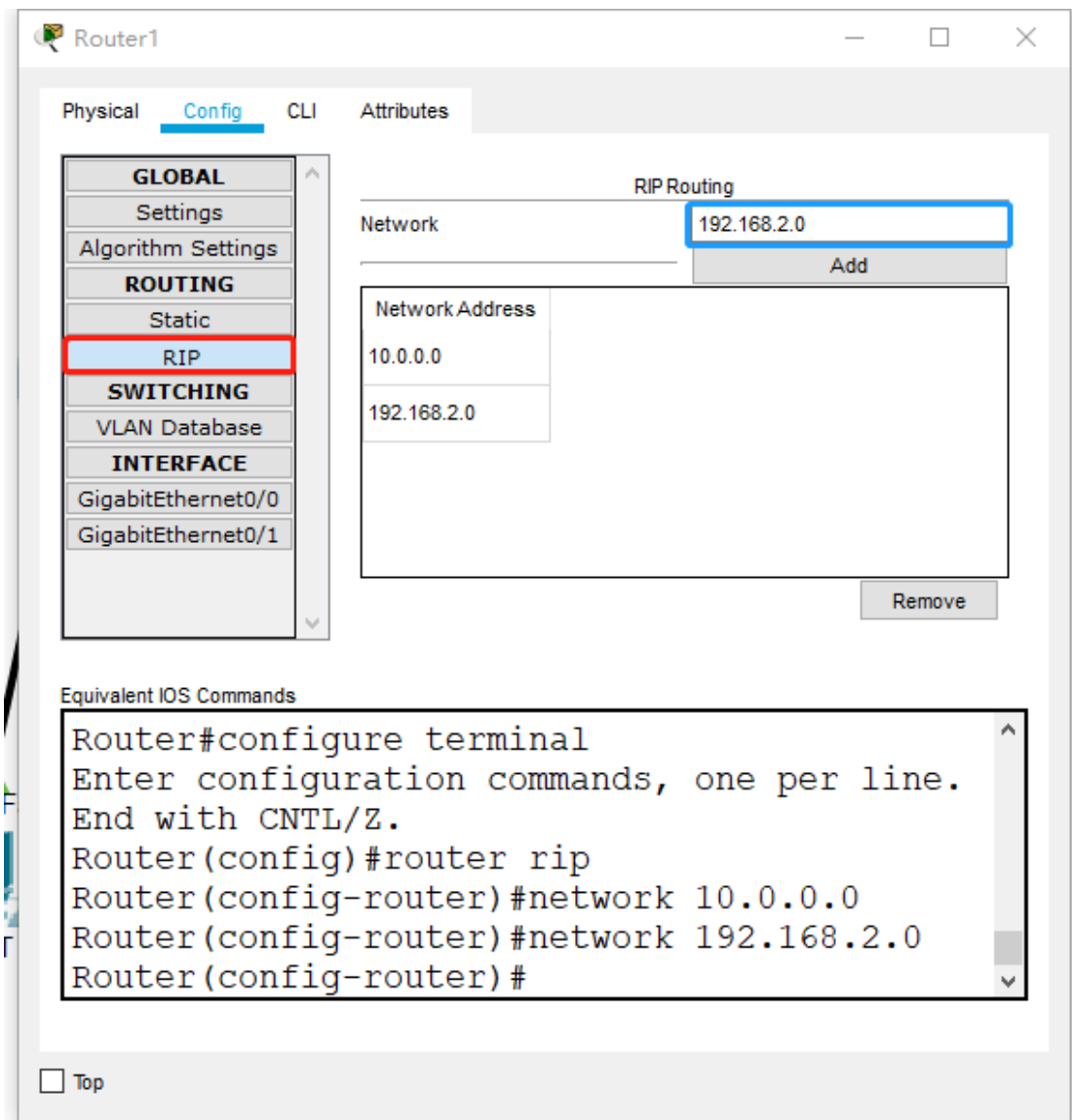
PC 配置界面如图所示：



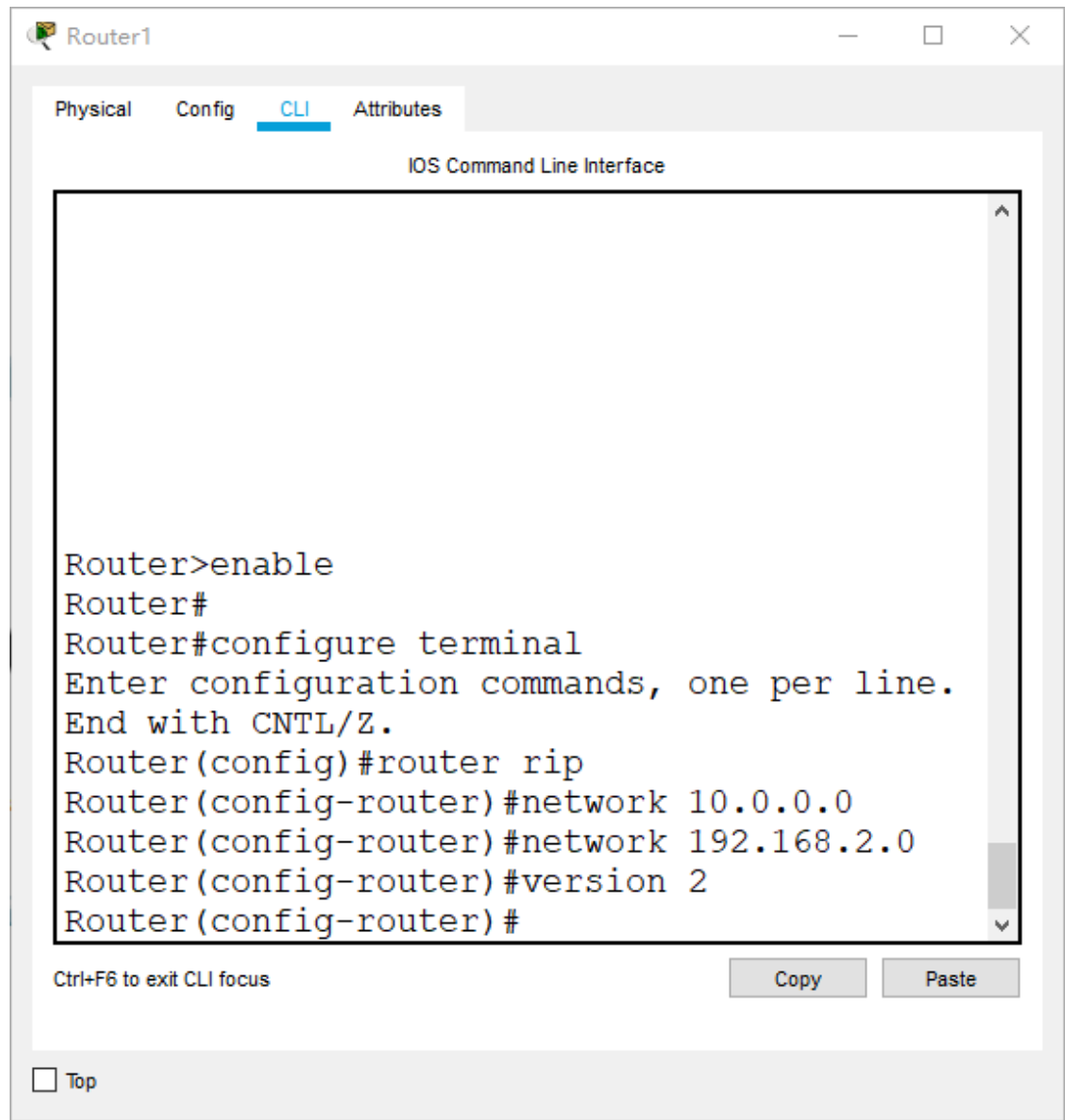
## (2) 配置路由协议

将 IP 地址与子网掩码等配置完成后，还需对路由器配置路由协议，本次实验选择 RIPv2 路由协议进行实验，OSPF 等协议可自行学习。RIP 协议的配置有两种方法：一种是使用图形化窗口，另一种使用命令行模式。

图形化方式：



如上图所示：在路由器配置界面选择 RIP，并声明路由器两个端口所在的网段。此时 RIP 协议为 v1 版，进入 CLI 界面，输入 version 2 使 RIP 协议升级为 v2。如下如所示：



命令行方式：

在路由器配置窗口直接进入 CLI 命令行，依次输入：

enable

conf t

router rip

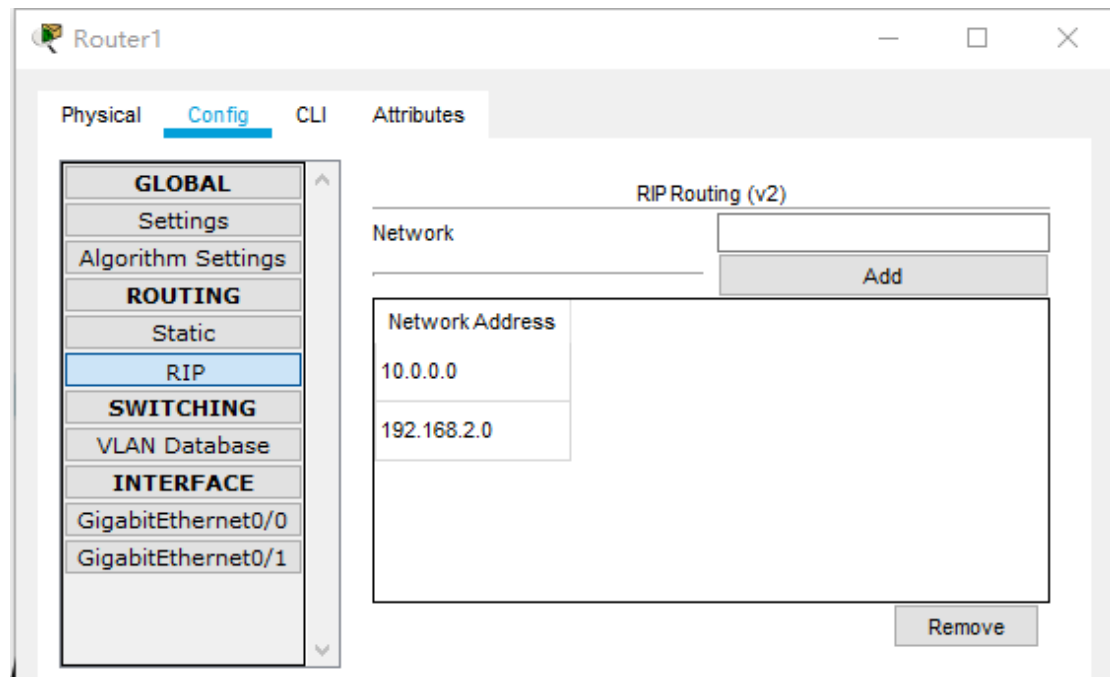
version 2

network 10.0.0.0

network 192.168.2.0

ex

完成后即可在图形化界面看到 RIP 的配置。即，

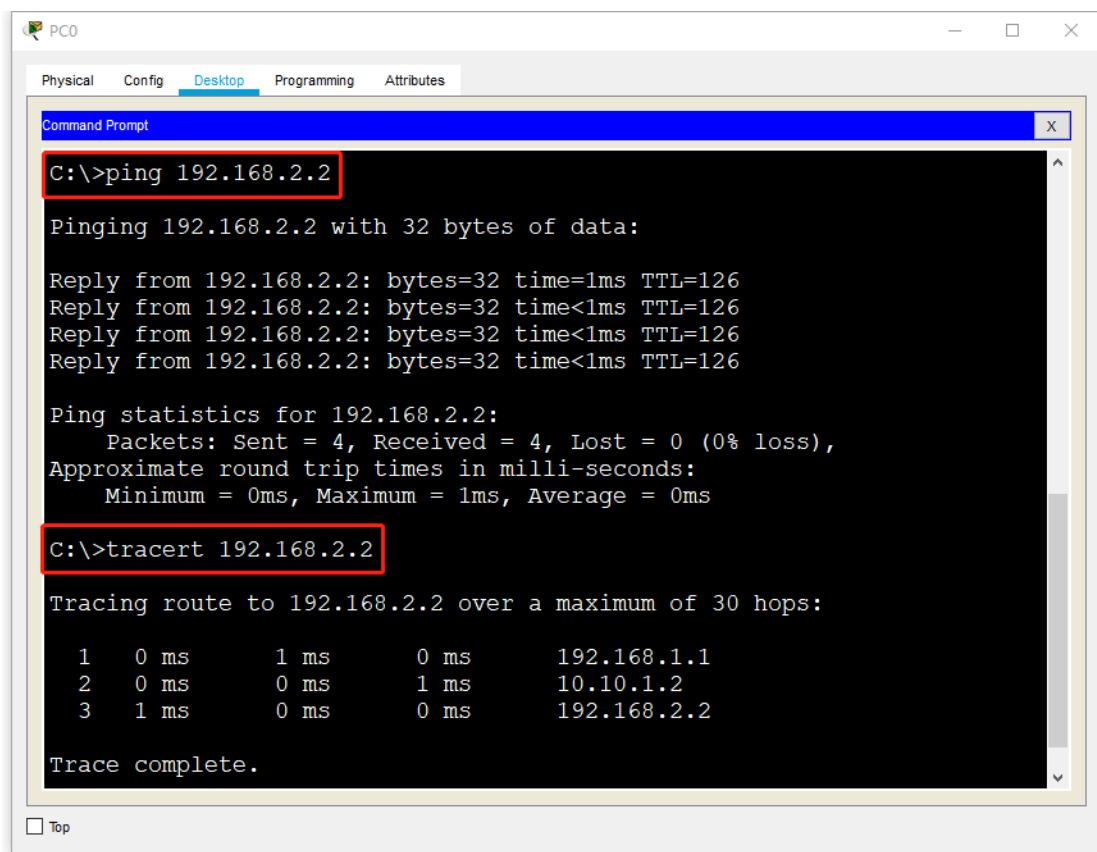


### (3) 测试网络的联通性

进入 PC0 的管理界面，选择'Desktop'，点击 'Command Prompt' 进入命令行。如下图所示：



在弹出的黑色命令行界面进行 ping 测试与 trace route 测试。如下图所示：



PC0

Physical Config Desktop Programming Attributes

Command Prompt

```
C:\>ping 192.168.2.2
```

Pinging 192.168.2.2 with 32 bytes of data:

```
Reply from 192.168.2.2: bytes=32 time=1ms TTL=126
Reply from 192.168.2.2: bytes=32 time<1ms TTL=126
Reply from 192.168.2.2: bytes=32 time<1ms TTL=126
Reply from 192.168.2.2: bytes=32 time<1ms TTL=126
```

Ping statistics for 192.168.2.2:

```
Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms
```

```
C:\>tracert 192.168.2.2
```

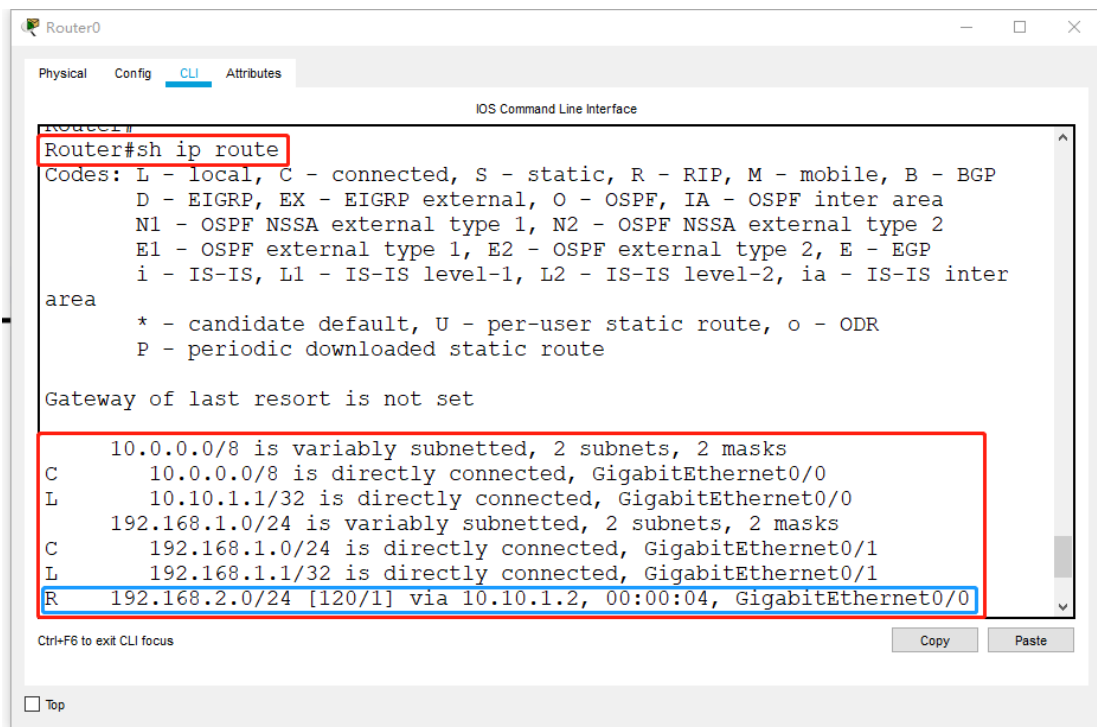
Tracing route to 192.168.2.2 over a maximum of 30 hops:

Hop	Source	Destination	Source IP	Destination IP	Source Port	Destination Port	Source MAC	Destination MAC	Source Interface	Destination Interface	Source Port	Destination Port	Source MAC	Destination MAC	Source Interface	Destination Interface
1	0 ms	1 ms	0 ms	192.168.1.1												
2	0 ms	0 ms	1 ms	10.10.1.2												
3	1 ms	0 ms	0 ms	192.168.2.2												

Trace complete.

☐ Top

此时，可以查看 Router0 中的路由表，进入 Router0 的命令行，输入 show ip route，如下图所示：



Router0

Physical Config CLI Attributes

IOS Command Line Interface

```
Router#sh ip route
```

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, 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

```
10.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    10.0.0.0/8 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L    10.10.1.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
192.168.1.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    192.168.1.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L    192.168.1.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
R    192.168.2.0/24 [120/1] via 10.10.1.2, 00:00:04, GigabitEthernet0/0
```

Ctrl+F6 to exit CLI focus

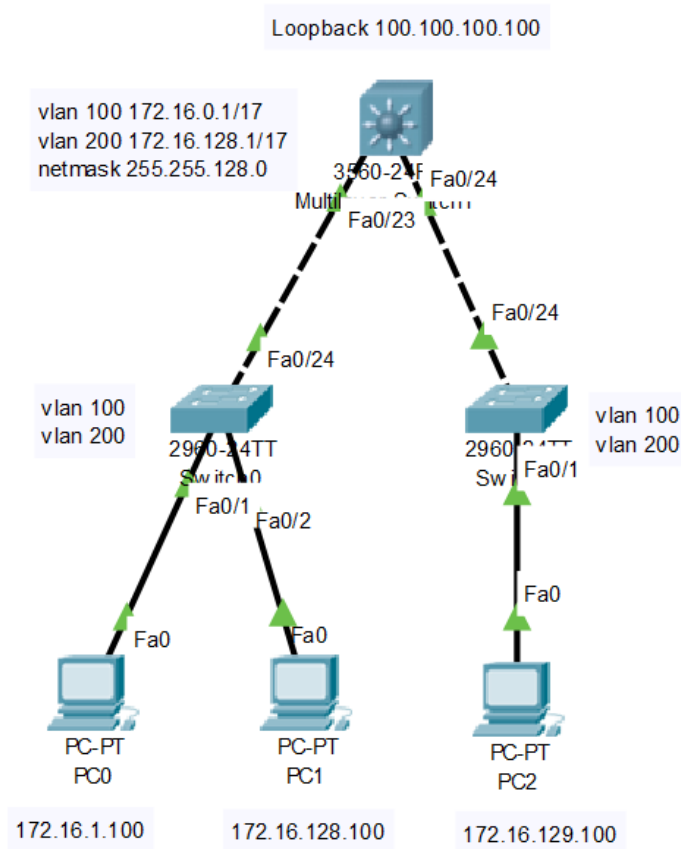
☐ Top

Copy Paste

可以看到 Router0 通过 RIP 协议学习到了 Router1 上的网段。

## 2) 用多台交换机组成局域网，并熟悉三层交换机的配置、vlan 的配置

(1) 建立如下图所示拓扑，并为 PC 配置 IP 地址、掩码、网关。



PC0 的配置为:

IP: 172.16.1.100

Mask: 255.255.128.0

Gateway: 172.16.0.1

PC1 的配置为:

IP: 172.16.128.100

Mask: 255.255.128.0

Gateway: 172.16.128.1

PC2 的配置为:

IP: 172.16.129.100

Mask: 255.255.128.0



Gateway: 172.16.128.1

这里使用了三层交换机(3560-24PS)进行 vlan 间路由。由于端口没有接入外网，因此配置回环地址进行联通测试。配置方法如下：

进入三层交换机命令行，输入：

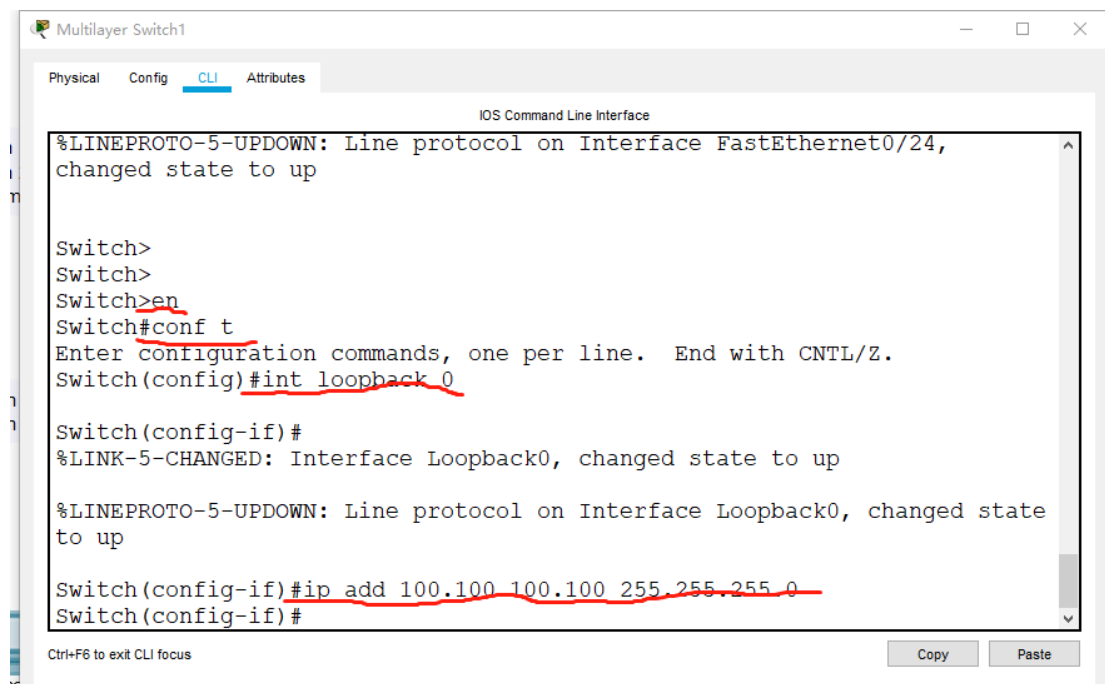
`enable`

`conf t`

`int loopback 0`

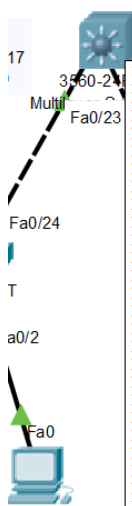
`ip add 100.100.100.100 255.255.255.0`

如下如所示：



配置结果如下图所示：

Loopback 100.100.100.100

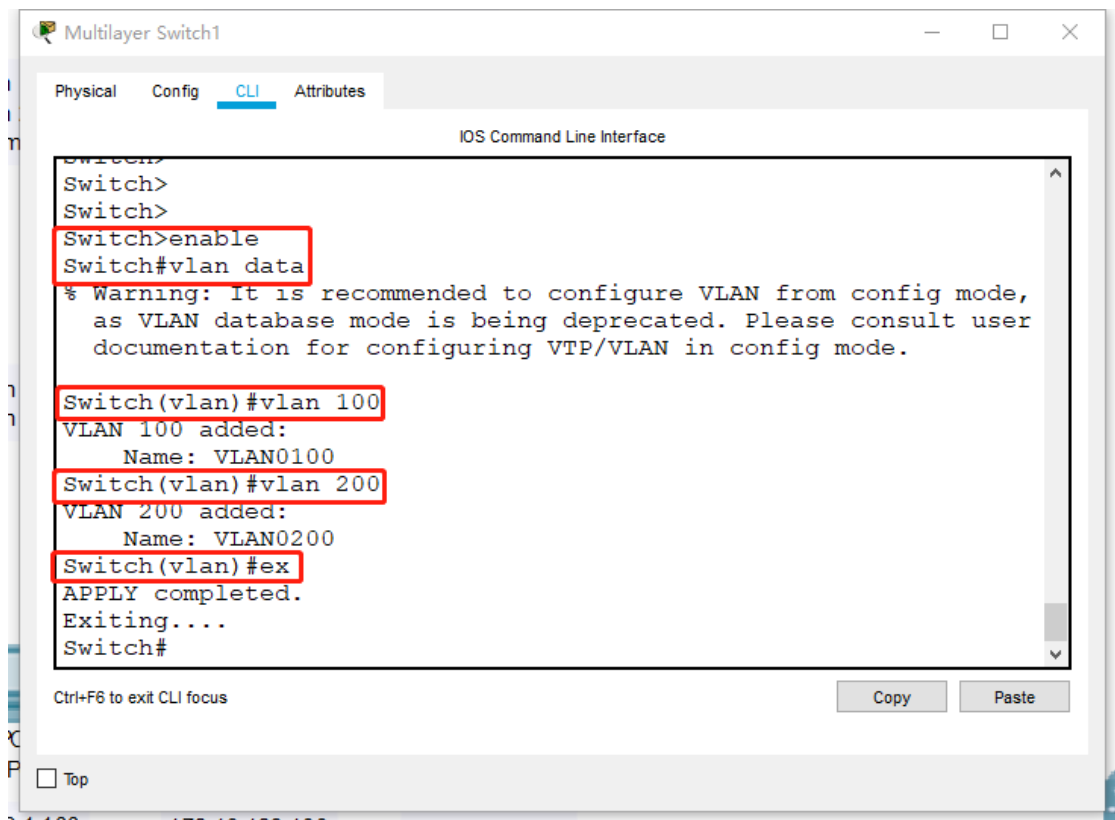


Port	Link	VLAN	IP Address	IPv6 Address	MAC Address
FastEthernet0/1	Down	1	<not set>	<not set>	000A.F304.CD01
FastEthernet0/2	Down	1	<not set>	<not set>	000A.F304.CD02
FastEthernet0/3	Down	1	<not set>	<not set>	000A.F304.CD03
FastEthernet0/4	Down	1	<not set>	<not set>	000A.F304.CD04
FastEthernet0/5	Down	1	<not set>	<not set>	000A.F304.CD05
FastEthernet0/6	Down	1	<not set>	<not set>	000A.F304.CD06
FastEthernet0/7	Down	1	<not set>	<not set>	000A.F304.CD07
FastEthernet0/8	Down	1	<not set>	<not set>	000A.F304.CD08
FastEthernet0/9	Down	1	<not set>	<not set>	000A.F304.CD09
FastEthernet0/10	Down	1	<not set>	<not set>	000A.F304.CD0A
FastEthernet0/11	Down	1	<not set>	<not set>	000A.F304.CD0B
FastEthernet0/12	Down	1	<not set>	<not set>	000A.F304.CD0C
FastEthernet0/13	Down	1	<not set>	<not set>	000A.F304.CD0D
FastEthernet0/14	Down	1	<not set>	<not set>	000A.F304.CD0E
FastEthernet0/15	Down	1	<not set>	<not set>	000A.F304.CD0F
FastEthernet0/16	Down	1	<not set>	<not set>	000A.F304.CD10
FastEthernet0/17	Down	1	<not set>	<not set>	000A.F304.CD11
FastEthernet0/18	Down	1	<not set>	<not set>	000A.F304.CD12
FastEthernet0/19	Down	1	<not set>	<not set>	000A.F304.CD13
FastEthernet0/20	Down	1	<not set>	<not set>	000A.F304.CD14
FastEthernet0/21	Down	1	<not set>	<not set>	000A.F304.CD15
FastEthernet0/22	Down	1	<not set>	<not set>	000A.F304.CD16
FastEthernet0/23	Up	1	<not set>	<not set>	000A.F304.CD17
FastEthernet0/24	Up	1	<not set>	<not set>	000A.F304.CD18
GigabitEthernet0/1	Down	1	<not set>	<not set>	000A.F304.CD19
GigabitEthernet0/2	Down	1	<not set>	<not set>	000A.F304.CD1A
Loopback0	Up	--	100.100.100.100/24	<not set>	0002.175E.607E
Vlan1	Down	1	<not set>	<not set>	0001.4386.2B94

Hostname: Switch

## (2) 在三层交换机中配置 vlan

进入命令行界面，先在 vlan 数据库中建立 vlan100 和 vlan200。如下图所示：



```

Multilayer Switch1
Physical Config CLI Attributes
IOS Command Line Interface
Switch>
Switch>
Switch>enable
Switch#vlan data
% Warning: It is recommended to configure VLAN from config mode,
as VLAN database mode is being deprecated. Please consult user
documentation for configuring VTP/VLAN in config mode.
Switch(vlan)#vlan 100
VLAN 100 added:
Name: VLAN0100
Switch(vlan)#vlan 200
VLAN 200 added:
Name: VLAN0200
Switch(vlan)#ex
APPLY completed.
Exiting....
Switch#
Ctrl+F6 to exit CLI focus
Copy Paste

```

下一步，进入配置模式，配置 vlan100 与 vlan200 的 IP 地址。如下图所示：

Multilayer Switch1

Physical Config CLI Attributes

IOS Command Line Interface

```

Switch#
Switch#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#int vlan 100
Switch(config-if) #
%LINK-5-CHANGED: Interface Vlan100, changed state to up

Switch(config-if) #ip add 172.16.0.1 255.255.128.0
Switch(config-if) #no sh
Switch(config-if) #

Switch(config-if) #int vlan 200
Switch(config-if) #
%LINK-5-CHANGED: Interface Vlan200, changed state to up

Switch(config-if) #ip add 172.16.128.1 255.255.128.0
Switch(config-if) #no sh
Switch(config-if) #
Switch(config-if) #ex
Switch(config) #
  
```

Ctrl+F6 to exit CLI focus

Copy Paste

正确配置结果如下图所示：

Port	Link	VLAN	IP Address	IPv6 Address
FastEthernet0/1	Down	1	<not set>	<not set>
FastEthernet0/2	Down	1	<not set>	<not set>
FastEthernet0/3	Down	1	<not set>	<not set>
FastEthernet0/4	Down	1	<not set>	<not set>
FastEthernet0/5	Down	1	<not set>	<not set>
FastEthernet0/6	Down	1	<not set>	<not set>
FastEthernet0/7	Down	1	<not set>	<not set>
FastEthernet0/8	Down	1	<not set>	<not set>
FastEthernet0/9	Down	1	<not set>	<not set>
FastEthernet0/10	Down	1	<not set>	<not set>
FastEthernet0/11	Down	1	<not set>	<not set>
FastEthernet0/12	Down	1	<not set>	<not set>
FastEthernet0/13	Down	1	<not set>	<not set>
FastEthernet0/14	Down	1	<not set>	<not set>
FastEthernet0/15	Down	1	<not set>	<not set>
FastEthernet0/16	Down	1	<not set>	<not set>
FastEthernet0/17	Down	1	<not set>	<not set>
FastEthernet0/18	Down	1	<not set>	<not set>
FastEthernet0/19	Down	1	<not set>	<not set>
FastEthernet0/20	Down	1	<not set>	<not set>
FastEthernet0/21	Down	1	<not set>	<not set>
FastEthernet0/22	Down	1	<not set>	<not set>
FastEthernet0/23	Up	1	<not set>	<not set>
FastEthernet0/24	Up	1	<not set>	<not set>
GigabitEthernet0/1	Down	1	<not set>	<not set>
GigabitEthernet0/2	Down	1	<not set>	<not set>
Loopback0	Up	--	100.100.100.100/24	<not set>
Vlan1	Down	1	<not set>	<not set>
Vlan100	Up	100	172.16.0.1/17	<not set>
Vlan200	Up	200	172.16.128.1/17	<not set>

Hostname: Switch

### (3) 为三层交换机配置路由

首先进入命令行，开启路由功能，如下图所示：

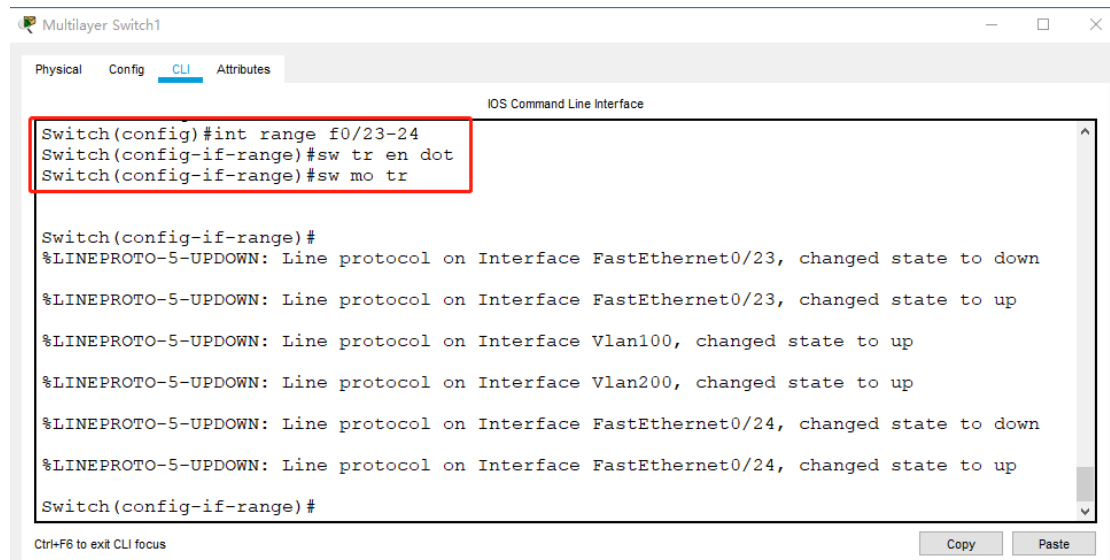
```
Switch#enable
Switch#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#ip routing
Switch(config)#
```

开启路由功能后，配置 RIPv2 协议，这样 vlan100 与 vlan200 才能通信。

```
Switch(config)#router rip
Switch(config-router)#version 2
Switch(config-router)#network 172.16.0.0
Switch(config-router)#network 100.100.100.0
Switch(config-router)#ex
Switch(config)#
```

#### (4) 为三层交换机封装 trunk 链路

将三层交换机的 f0/23-24 端口封装为 trunk 链路，如下图所示：



此时，与三层交换机相连的二层交换机对应的端口自动变为 trunk 模式。

#### (5) 配置二层交换机

为二层交换机添加 vlan100 与 vlan200，并将‘Switch 0’的 f0/1 端口分配给 vlan100，将‘Switch 0’的 f0/2 端口分配给 vlan200，将‘Switch 1’的 f0/1 端口分配给 vlan100。下图以‘Switch 0’为例：

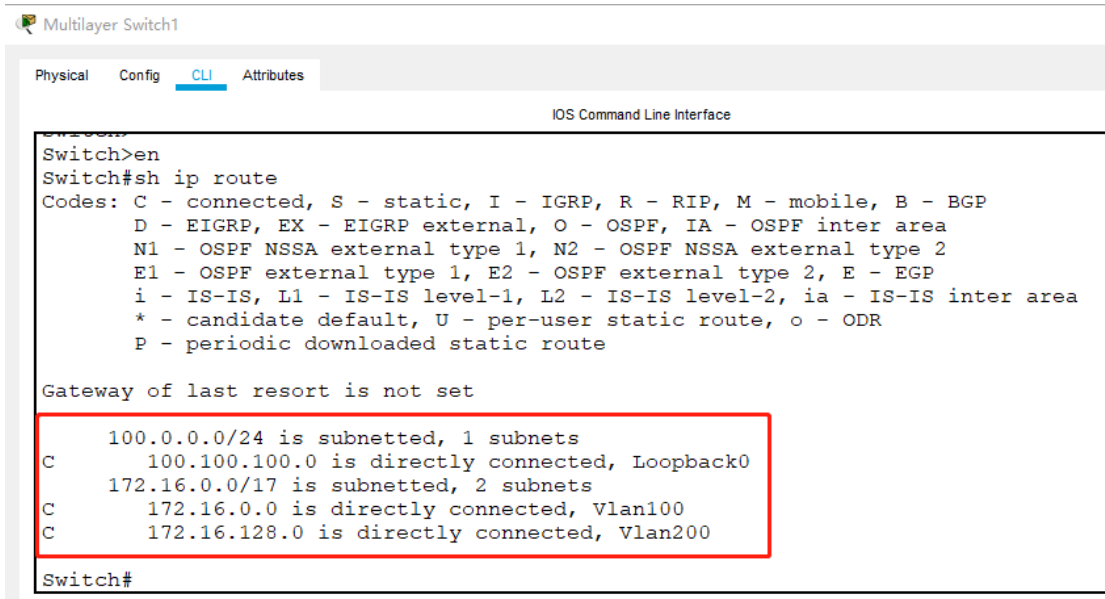
```

Switch>en
Switch#vlan database
Switch(vlan)#vlan 100
VLAN 100 added:
    Name: VLAN0100
Switch(vlan)#vlan 200
VLAN 200 added:
    Name: VLAN0200
Switch(vlan)#ex
APPLY completed.
Exiting...
Switch#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)#int f0/1
Switch(config-if)#sw acc vlan 100
Switch(config-if)#ex
Switch(config)#interface FastEthernet0/2
Switch(config-if)#switchport access vlan 200
Switch(config-if)#ex
Switch(config)#

```

## (6) 测试网络连通性

查看三层交换机的路由表：



```

Multilayer Switch1
Physical Config CLI Attributes
IOS Command Line Interface
Switch>en
Switch#sh ip route
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

    100.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
C       100.100.100.0 is directly connected, Loopback0
    172.16.0.0/17 is subnetted, 2 subnets
C       172.16.0.0 is directly connected, Vlan100
C       172.16.128.0 is directly connected, Vlan200
Switch#

```

PC0 上 ping 测试：

```
PC0
Physical Config Desktop Programming Attributes
Command Prompt
C:\>ping 100.100.100.100

Pinging 100.100.100.100 with 32 bytes of data:

Reply from 100.100.100.100: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 100.100.100.100: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 100.100.100.100: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 100.100.100.100: bytes=32 time<1ms TTL=255

Ping statistics for 100.100.100.100:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

C:\>ping 172.16.128.100

Pinging 172.16.128.100 with 32 bytes of data:

Reply from 172.16.128.100: bytes=32 time=1ms TTL=127
Reply from 172.16.128.100: bytes=32 time=5ms TTL=127
Reply from 172.16.128.100: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 172.16.128.100: bytes=32 time<1ms TTL=127

Ping statistics for 172.16.128.100:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 5ms, Average = 1ms

C:\>ping 172.16.129.100

Pinging 172.16.129.100 with 32 bytes of data:

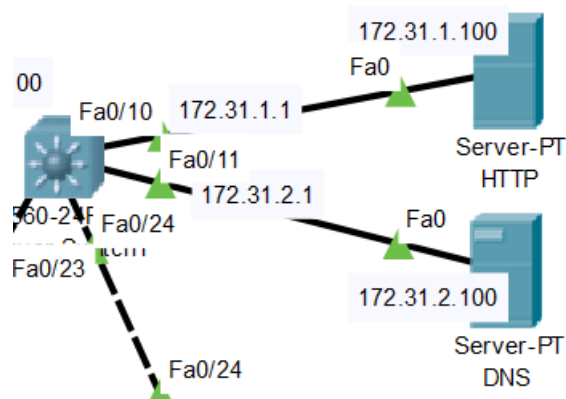
Reply from 172.16.129.100: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 172.16.129.100: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 172.16.129.100: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 172.16.129.100: bytes=32 time<1ms TTL=127

Ping statistics for 172.16.129.100:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

C:\>
```

所有 PC 均能互相访问，也能访问外网。

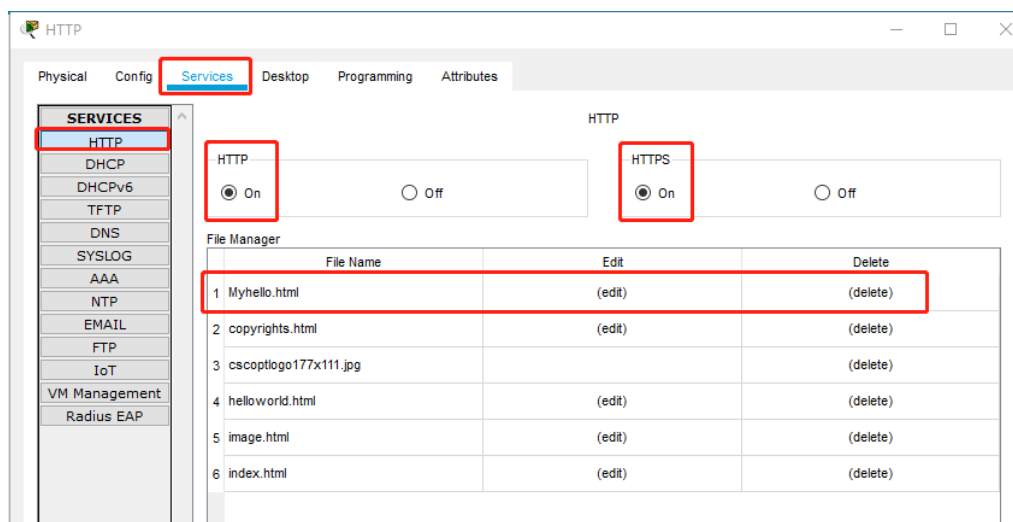
### 3) 熟悉 DNS 服务器与 HTTP 服务器的配置



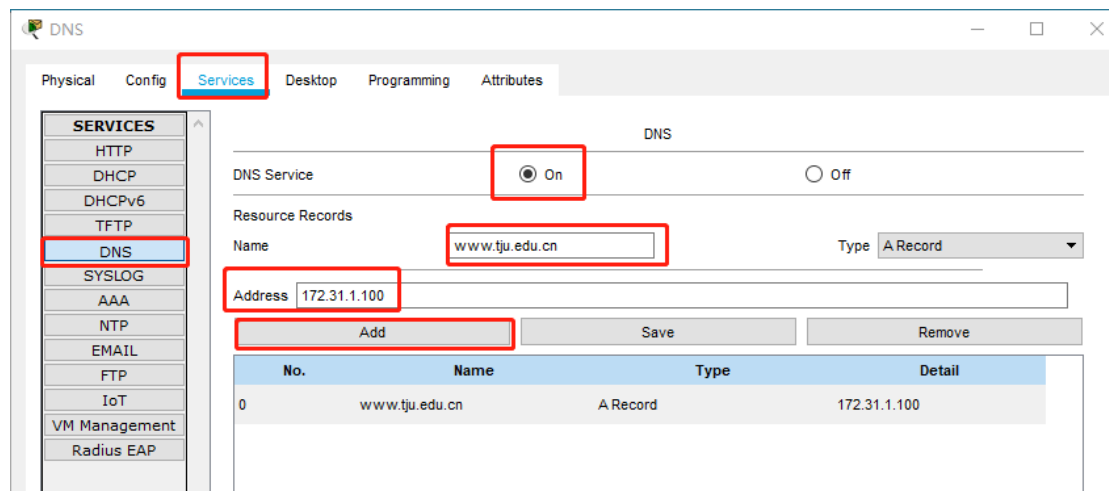
(1) 添加两台服务器，将其连接到三层交换机上，并按上图所示配置 IP 地址，三层交换机对应端口配置如下(以 f0/10 为例)：

```
Switch>en
Switch#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#int f0/10
Switch(config-if)#no sw
Switch(config-if)#ip add 172.31.1.1 255.255.255.0
Switch(config-if)#no sh
Switch(config-if)#exit
```

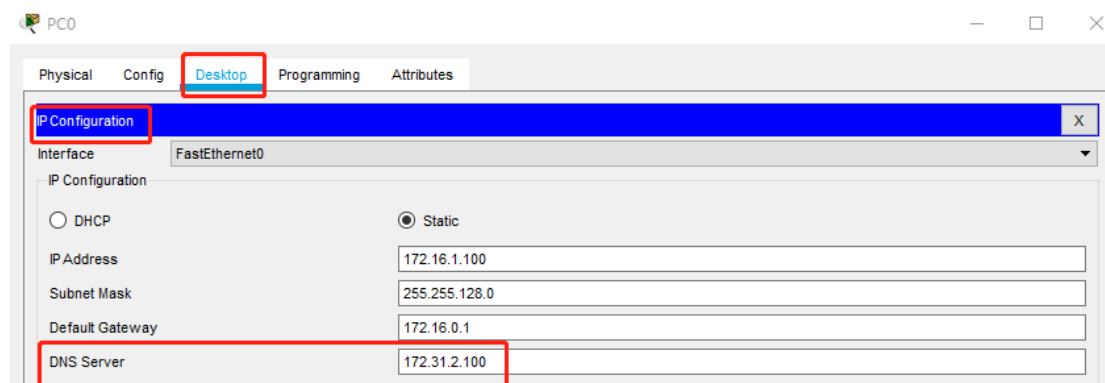
(2) 配置 HTTP 服务器，进入服务器配置界面，开启 HTTP 服务，并添加一个 HTML 静态页面，内容可自由编写，注意网页的编写只支持英文。如下图所示：



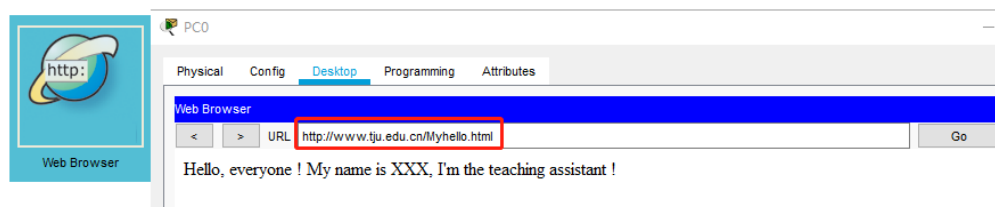
(3) 配置 DNS 服务器，进入服务器配置界面，开启 DNS 服务，并添加一条 IP 为 172.31.1.100 到域名 www.tju.edu.cn 的 DNS 映射，如下如所示：



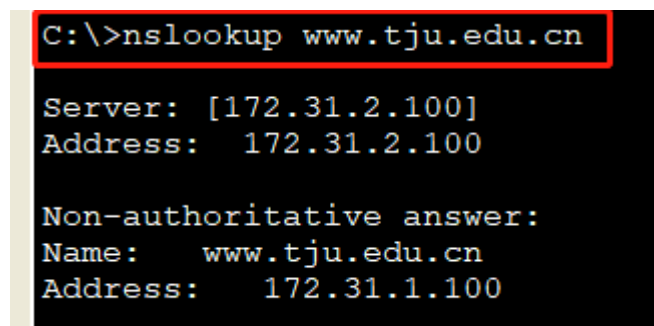
(4) 为 PC0 添加 DNS 服务器地址，如下图所示：



测试 DNS 服务与 HTTP 服务是否正常：



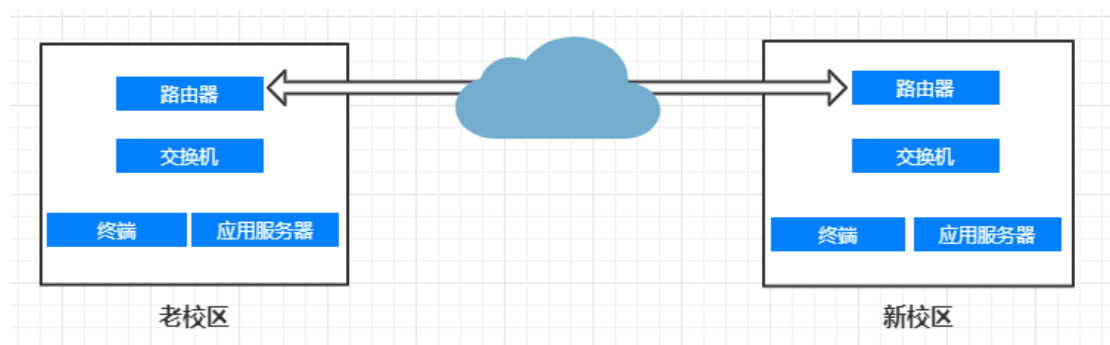
DNS lookup 命令查看 HTTP 服务器 IP 和域名



#### 4) 设计并模拟实现天津大学两个校区之间的校园网连接

建立如下网络拓扑并正确配置路由器、交换机、应用服务器的参数，两个校区的 PC 可相互访问，两个校区的 PC 均可通过域名访问放在老校区的 HTML 页面，在新校区 PC 上使用 DNS Lookup 命令查看 HTTP 服务器的 IP 和域名，并用 Trace Route 命令查看访问 HTTP 服务器所经过的路由。查看路由器上的路由表。





## 5. 实验方式

每位同学独立上机进行实验，实验指导教师及助教现场指导。

## 6. 参考内容

1) vlan 间路由的两个方法：使用路由器的单臂路由与使用三层交换机的 vlan 间路由。推荐使用三层交换机进行 vlan 间路由。参考网址：  
<https://blog.51cto.com/lddxf/1320041>

2) RIP 协议在中小型局域网中具有良好的性能、开销小、便于维护等优点，但在大中型网络中没有 OSPF、IS-IS 等路由协议表现好。参看地址：

RIP: <https://jingyan.baidu.com/article/00a07f38043ff782d028dc23.html>

OSPF: <https://www.docin.com/p-514710010.html?docfrom=rrela>

## 7. 相关软件下载

Cisco Packet Tracer

<https://www.netacad.com/courses/packet-tracer>

## 8. 实验报告要求

- 1) 网络仿真拓扑截图；各路由器、三层交换机、PC、应用服务器配置截图。
- 2) 说明新老校区 IP 地址块区间、各学院 IP 地址块分配情况。
- 3) vlan 划分情况截图。
- 4) 路由器、三层交换机路由表截图。

- 5) 两个校区 PC 间 ping 测试截图。
- 6) 新校区 PC 通过域名访问老校区 HTTP 服务器 HTML 页面截图。