

电子科技大学计算机科学与工程学院

# 标准实验报告

(实验) 课程名称 计算机网络基础

电子科技大学教务处制表

# 电子科技大学

## 实验报告

学生姓名：韩博宇      学号：2019040708023      指导教师：张骏

实验地点：主楼 A2-412      实验时间：2020 年 5 月

实验室名称：计算机网络实验室

### 实验2 虚拟局域网VLAN组网

#### 【实验名称】

虚拟局域网 VLAN 组网

#### 【实验原理】

##### （1）使用 VLAN 实现隔离：

VLAN（Virtual Local Area Network，虚拟局域网）是指在一个物理网段内，进行逻辑的划分，划分成若干个虚拟局域网。VLAN 最大的特性是不受物理位置的限制，可以进行灵活的划分。VLAN 具备了一个物理网段所具备的特性。相同 VLAN 内的主机可以互相直接访问，不同 VLAN 间的主机之间互相访问必须经由路由设备进行转发。广播数据包只可以在本 VLAN 内进行传播，不能传输到其他 VLAN 中。

Port Vlan 是实现 VLAN 的方式之一，Port Vlan 是利用交换机的端口进行 VLAN 的划分，一个端口只能属于一个 VLAN。

Tag Vlan 是基于交换机端口的另外一种类型，主要用于实现跨交换机的相同 VLAN 内主机之间可以直接访问，同时对于不同 VLAN 的主机进行隔离。Tag Vlan 遵循了 IEEE802.1q 协议的标准。在利用配置了 Tag vlan 的接口进行数据传输时，需要在数据帧内添加 4 个字节的 802.1q 标签信息，用于标识该数据帧属于哪个 VLAN，以便于对端交换机接收到数据帧后进行准确的过滤。

##### （2）使用三层交换机实现 VLAN 间的互联互通

在交换网络中，通过 VLAN 对一个物理网络进行了逻辑划分，不同的 VLAN 之间是无法直接访问的，必须通过三层的路由设备进行连接。一般利用路由器或三层交换机来实现不同 VLAN 之间的互相访问。三层交换机和路由器具备网络层的功能，能够根据数据的 IP 包头信息，进行选路和转发，从而实现不同网段之间的访问。

直连路由是指：为三层设备的接口配置 IP 地址，并且激活该端口，三层设备会自动产生该接口 IP 所在网段的直连路由信息。

三层交换机实现 VLAN 互访的原理是，利用三层交换机的路由功能，通过识别数据包

的 IP 地址，查找路由表进行选路转发。三层交换机利用直连路由可以实现不同 VLAN 之间的互相访问。三层交换机给接口配置 IP 地址，采用 SVI（交换虚拟接口）的方式实现 VLAN 间互连。SVI 是指为交换机中的 VLAN 创建虚拟接口，并且配置 IP 地址。

### 【实验目的】

掌握如何在交换机上划分基于端口的 VLAN、如何给 VLAN 内添加端口，理解跨交换机之间 VLAN 的特点。

### 【实验内容】

本实验包括两阶段组网需求：

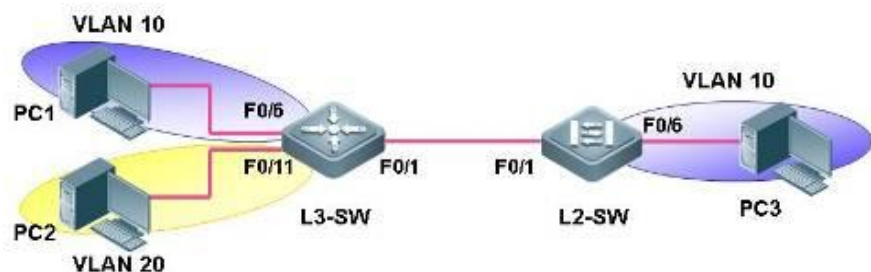
（1）**阶段一：使用 VLAN 实现隔离。**假设某企业有两个主要部门：销售部和技术部，其中销售部门内部的个人计算机系统连接在不同的交换机上，他们之间需要相互进行通信，但为了数据安全起见，销售部和技术部需要进行相互隔离，现要在交换机上做适当配置来实现这一目标。

通过划分 Port VLAN 实现交换机的端口隔离，然后使在同一 VLAN 里的计算机系统能跨交换机进行相互通信，而在不同 VLAN 里的计算机系统不能进行相互通信。

（2）**阶段二：使用三层交换机实现 VLAN 间互联互通。**在采用 VLAN 实现了阶段一的不同 VLAN 之间隔离需求后，现在销售部和技术部之间也需要互联。现要在交换机上做适当配置来实现这一目标。

需要在网络内所有的交换机上配置 VLAN，然后在三层交换机上给相应的 VLAN 设置 IP 地址，以实现 VLAN 间的路由。

### 【实验环境】



### 【实验设备】

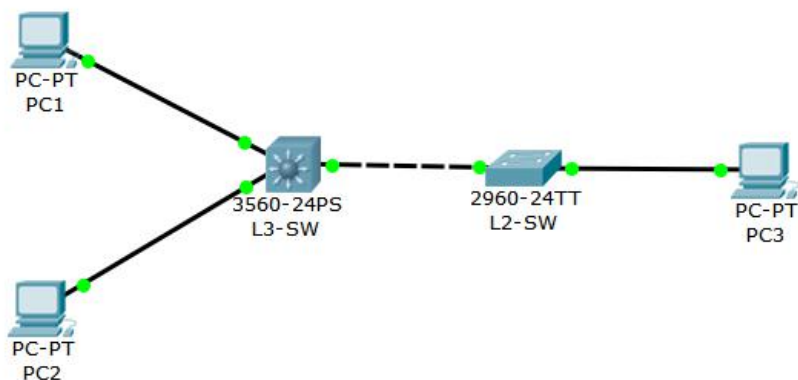
三层交换机： 1 台

二层交换机： 1 台

PC：若干

## 【实验步骤】

### 一、网络拓扑构建



#### 1.设备：

- (1) 三层交换机 L3-SW： 3560-24PS
- (2) 二层交换机 L2-SW： 2960-24TT
- (3) 终端： 普通 PC

2.计算机与交换机之间用双绞线(straight-through 直通线)连接,交换机与交换机之间用双绞线(cross-over 交叉线)连接,图中用虚线表示,待所有端口建立通信(显示为绿灯后),开始下一步操作。

### 二、使用 VLAN 实现隔离

- ①配置两台交换机的主机名,分别命名为 L3-SW、L2-SW
- ②在三层交换机 L3-SW 上生成 VLAN 并添加成员端口: VLAN10 (端口 Fa0/6 至 Fa0/10): 销售部, VLAN20 (端口 Fa0/11 至 Fa0/15): 技术部
- ③在二层交换机 L2-SW 上生成 VLAN 并添加成员端口: VLAN10 (端口 Fa0/6 至 Fa0/10): 销售部, VLAN20: 技术部
- ④设置交换机之间的链路为 Trunk
- ⑤检查 VLAN 和 Trunk 的配置,一切正常, VLAN10, VLAN20 均在两台交换机上正确配置。(结果见【实验数据及结果分析】部分)
- ⑥给 PC1、PC2、PC3 分配 IP 地址, PC3 和 PC1 都属于 VLAN 10, 它们的 IP 地址都在 C 类网络 192.168.10.0/24 内, PC2 属于 VLAN 20, 它的 IP 地址在 C 类网络 192.168.20.0/24 内。所以设置 PC1 的 ip 为 192.168.10.1, PC3 的 ip 为 192.168.10.2, PC2 的 ip 为 192.168.20.1
- ⑦ping 测试(结果见【实验数据及结果分析】部分)

### 三、使用三层交换机实现 VLAN 间互联互通

- ①在三层交换机上配置 SVI 端口, 注意要使 VLAN 10/20 为 no shutdown 状态
- ②启动三层交换机路由转发
- ③检查 SVI 端口的配置(结果见【实验数据及结果分析】部分)
- ④ping 测试(结果见【实验数据及结果分析】部分)

## 一、使用 VLAN 实现隔离：

### ①交换机 L3-SW 的配置:

由实验结果可知，FastEthernet0/6-10 已设置为 VLAN 10，FastEthernet0/11-15 已设置为 VLAN 20

②交换机 L2-SW 的配置:



```

L2-SW#show running-config
Building configuration...

Current configuration : 1320 bytes
!
version 12.2
no service timestamps log datetime msec
no service timestamps debug datetime msec
no service password-encryption
!
hostname L2-SW
!
!
!
!
spanning-tree mode pvst
!
interface FastEthernet0/1
 switchport mode trunk
!
interface FastEthernet0/2
!
interface FastEthernet0/3
!
interface FastEthernet0/4
!
interface FastEthernet0/5
!
interface FastEthernet0/6
 switchport access vlan 10
 switchport mode access
!
interface FastEthernet0/7
 switchport access vlan 10
 switchport mode access
!
interface FastEthernet0/8
 switchport access vlan 10
 switchport mode access
!
interface FastEthernet0/9
 switchport access vlan 10
 switchport mode access
!
interface FastEthernet0/10
 switchport access vlan 10
 switchport mode access
!
interface FastEthernet0/11
!
interface FastEthernet0/12
!
interface FastEthernet0/13
!
interface FastEthernet0/14
!
interface FastEthernet0/15
!
interface FastEthernet0/16
!
interface FastEthernet0/17
!
interface FastEthernet0/18
!
interface FastEthernet0/19
!
interface FastEthernet0/20
!
interface FastEthernet0/21
!
interface FastEthernet0/22
!
interface FastEthernet0/23
!
interface FastEthernet0/24
!
interface GigabitEthernet0/1
!
interface GigabitEthernet0/2
!
interface Vlan1
 no ip address
 shutdown
!
!
!
!
line con 0
!
line vty 0 4
 login
line vty 5 15
 login
!
!
end

```

## 2. 各个 ping 的测试结果截图

### ① PC3 应该能 ping 通 PC1:

```

PC>ping 192.168.10.1

Pinging 192.168.10.1 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.10.1: bytes=32 time=10ms TTL=128
Reply from 192.168.10.1: bytes=32 time=8ms TTL=128
Reply from 192.168.10.1: bytes=32 time=5ms TTL=128
Reply from 192.168.10.1: bytes=32 time=6ms TTL=128

Ping statistics for 192.168.10.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 5ms, Maximum = 10ms, Average = 7ms

```

图 2-1 从 PC3 可以 ping 通 PC1

可以看到成功 ping 通 PC1。

### ② PC3 应不能 ping 通 PC2:

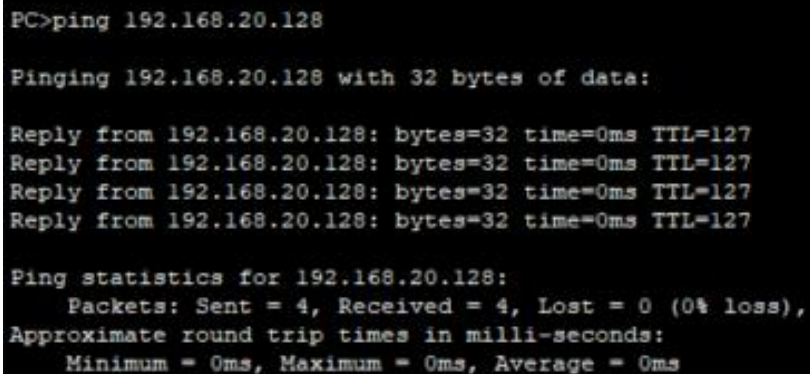


## ②交换机 L2-SW 的配置:

```
L2-SW#show running-config
Building configuration...

Current configuration : 1320 bytes
!
version 12.2
no service timestamps log datetime msec
no service timestamps debug datetime msec
no service password-encryption
!
hostname L2-SW
!
!
!
!
spanning-tree mode pvst
!
interface FastEthernet0/1
 switchport mode trunk
!
interface FastEthernet0/2
!
interface FastEthernet0/3
!
interface FastEthernet0/4
!
interface FastEthernet0/5
!
interface FastEthernet0/6
 switchport access vlan 10
 switchport mode access
!
interface FastEthernet0/7
 switchport access vlan 10
 switchport mode access
!
interface FastEthernet0/8
 switchport access vlan 10
 switchport mode access
!
interface FastEthernet0/9
 switchport access vlan 10
 switchport mode access
!
interface FastEthernet0/10
 switchport access vlan 10
 switchport mode access
!
interface FastEthernet0/11
!
interface FastEthernet0/12
!
interface FastEthernet0/13
!
interface FastEthernet0/14
!
interface FastEthernet0/15
!
interface FastEthernet0/16
!
interface FastEthernet0/17
!
interface FastEthernet0/18
!
interface FastEthernet0/19
!
interface FastEthernet0/20
!
interface FastEthernet0/21
!
interface FastEthernet0/22
!
interface FastEthernet0/23
!
interface FastEthernet0/24
!
interface GigabitEthernet0/1
!
interface GigabitEthernet0/2
!
interface Vlan1
 no ip address
 shutdown
!
!
!
!
line con 0
!
line vty 0 4
 login
line vty 5 15
 login
!
!
end
```

## 2.各个 ping 的测试结果截图



```
PC>ping 192.168.20.128

Pinging 192.168.20.128 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.20.128: bytes=32 time=0ms TTL=127
Reply from 192.168.20.128: bytes=32 time=0ms TTL=127
Reply from 192.168.20.128: bytes=32 time=0ms TTL=127
Reply from 192.168.20.128: bytes=32 time=0ms TTL=127

Ping statistics for 192.168.20.128:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms
```

图 2-4 设置三层交换机后, PC3 可以 ping 通 PC2



### 【实验结论】

实现 VLAN 之间的互联互通，必须借助于更高的层次，即在网络层上实现。三层交换机(二层交换机和路由器的功能集成)实现了 VLAN 的划分、VLAN 内部的二层交换和 VLAN 间路由的功能。它能自动识别交换帧和路由帧：对于同一子网或网段的帧，只进行交换处理，直接转发到相应的端口。对于不同子网或网段的帧，则先路由到相应子网或网段后，再转发到相应端口。交换和路由均在同一设备中进行。

可以为不同 VLAN 配置虚拟的路由接口（子网设置），从而实现三层数据的转发，通过第三层路由功能实现不同 VLAN 之间的互联。

### 【总结及心得体会】

1. 交换机所有的端口在默认情况下属于 ACCESS 端口，可直接将端口加入某一 VLAN。利用 `switchport mode access/trunk` 命令可以更改端口的 VLAN 模式。
2. VLAN1 属于系统的默认 VLAN，不可以被删除
3. 删除某个 VLAN，使用 `no` 命令。例如：`switch(config)#no vlan 10`
4. 删除当前某个 VLAN 时，注意先将属于该 VLAN 的端口加入别的 VLAN，再删除 VLAN。
5. 两台交换机之间相连的端口应该设置为 `tag vlan` 模式。
6. Trunk 接口在默认情况下支持所有 VLAN 的传输。
7. 两台交换机之间相连的端口应该设置为 `tag vlan` 模式。
8. 给 SVI 端口设置完 IP 地址后，一定要使用 `no shutdown` 命令进行激活，否则无法正常使用。
9. 如果 VLAN 内没有激活的端口，相应 VLAN 的 SVI 端口将无法被激活。
10. 需要设置 PC 的网关为相应 VLAN 的 SVI 接口地址。

通过这次实验让我对计算机网络这门课有了更为深入的理解，让我能够将课堂所学动手实现，非常有成就感，但实验时应该注意细节，例如：PC 机的 IP、子网掩码、网关一定要设置正确，在实现 VLAN 间的互联互通时，网关要设置为 VLAN 对应的 SVI 接口地址。

报告评分：

指导教师签字：

电子科技大学计算机科学与工程学院

# 标准实验报告

(实验) 课程名称 计算机网络基础

电子科技大学教务处制表

# 电子科技大学

# 实验报告

学生姓名：韩博宇      学 号：2019040708023      指导教师： 张骏

实验地点：主楼 A2-412      实验时间：2020 年 5 月

实验室名称：计算机网络实验室

## 实验3 静态路由

### 【实验名称】

静态路由

### 【实验原理】

路由器属于网络层设备，能够根据 IP 包头的信息，选择一条最佳路径，将数据包转发出去。实现不同网段的主机之间的互相访问。

路由器是根据路由表进行选路和转发的。而路由表里就是由一条条的路由信息组成。路由表的产生方式一般有 3 种：

①直连路由：给路由器接口配置一个 IP 地址，路由器自动产生本接口 IP 所在网段的路由信息。

②静态路由：在拓扑结构简单的网络中，网管员通过手工的方式配置本路由器未知网段的路由信息，从而实现不同网段之间的连接。

③动态路由协议学习产生的路由：在大规模的网络中，或网络拓扑相对复杂的情况下，通过在路由器上运行动态路由协议，路由器之间互相自动学习产生路由信息。

### 【实验目的】

理解静态路由的工作原理，掌握如何配置静态路由。

### 【实验内容】

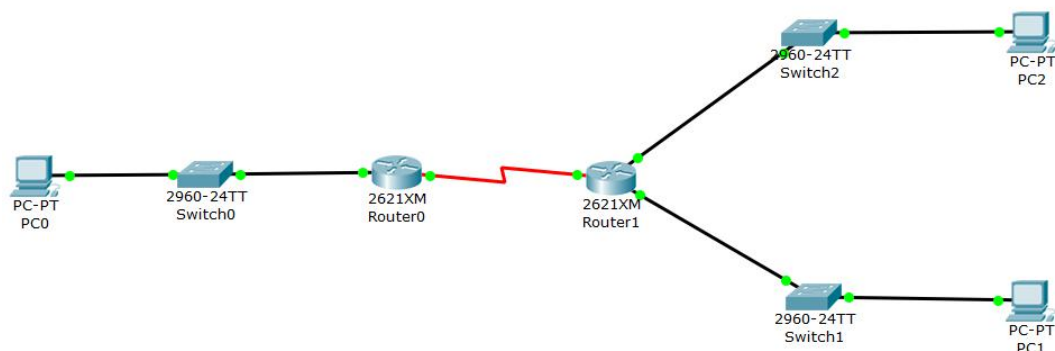
假设计划建设的园区网，分为两个区域，距离较远。其中区域 1 中存在网络 NET1，区域 2 中存在网络 NET3，NET4。现在需要使用两台路由器实现两个区域之间的互联互通。

NET1，NET3 和 NET4 均是通过二层交换机构建的以太网局域网，连接用户 PC 机，每个局域网均连接到各自的网关路由器以太网接口上。NET2 是广域网，实现两个区域两台路由器之间的连接。局域网 NET1 中的 PC 机与 NET3、NET4 中 PC 机的通信通过广域网 NET2 实现。现要在路由器上做适当配置，实现园区网内各个区域子网之间的相互通信。

两台路由器通过广域网串行接口，以 V.35 DCE/DTE 广域网专用电缆连接在一起，设置

静态路由，实现所有子网间的互通。

### 【实验环境】



### 【实验设备】

交换机：3 台

路由器（带广域网串行接口）：2 台

广域网电缆 V.35 DCE/DTE：1 对

PC：若干

### 【实验步骤】

#### 一、网络拓扑构建

##### 1. 设备准备

###### （1）路由器：

- 型号—2621XM
- 端口扩展：采用**扩展模块 NM-4A/S** 进行端口数量和类型的扩展。采用 NM-4A/S 扩展后，每个路由器将增加 4 个广域网接口（serial 接口），用于路由器之间的互联。

###### （2）交换机型号：2960-24TT

###### （3）终端：普通 PC

##### 2. 线路和网络端口连接

（1）交换机—PC 机：非屏蔽双绞线直通线（Copper Straight-Through）

（2）交换机—路由器：非屏蔽双绞线直通线（Copper Straight-Through）

Switch0—Router0：以太网 Fa 0/1——Fa 0/0

Switch1—Router1：以太网 Fa 0/1——Fa 0/0

Switch2—Router1：以太网 Fa 0/1——Fa 0/1

Router0—Router1：广域网 Serial 1/0——Serial 1/0（用广域网电缆 V.35 DCE 连接）

### 3.网络地址分配

网络	IP 地址范围	网络地址	子网掩码
NET 1	192.168.1.0—192.168.1.255	192.168.1.0	255.255.255.0
NET 2	202.115.18.0—202.115.18.3	202.115.18.0	255.255.255.252
NET 3	192.168.5.0—192.168.5.255	192.168.5.0	255.255.255.0
NET 4	192.168.9.0—192.168.9.255	192.168.9.0	255.255.255.0

## 二、静态路由配置

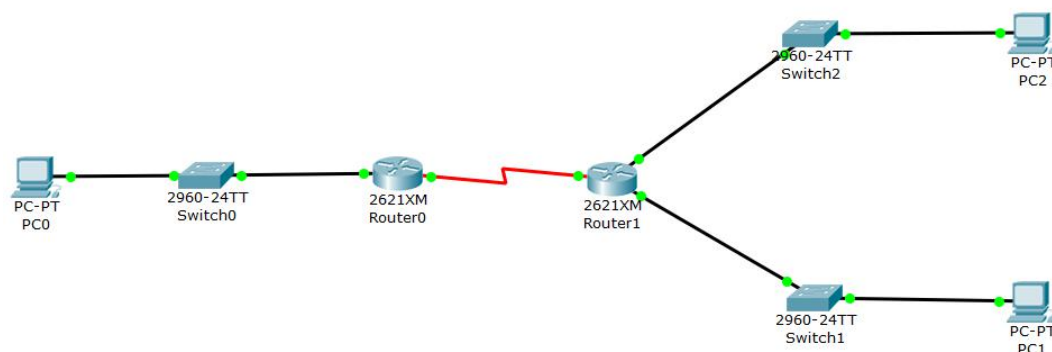
1.为路由器 Router0 的端口（局域网、广域网）配置：

- ①修改路由器的名字为 Router0
- ②对端口 fastEthernet 0/0 配置 IP 地址（NET1），地址为 192.168.1.1，子网掩码 255.255.255.0
- ③配置广域网端口 serial 1/0，对端口 serial 1/0 配置 IP 地址（NET2），ip 地址 202.115.18.1，子网掩码 255.255.255.252，并为端口设置时钟速率 64000

2.为路由器 Router1 的端口（局域网、广域网）配置：

- ①修改路由器的名字为 Router1
- ②对端口 fastEthernet 0/0 配置 IP 地址（NET4），地址为 192.168.9.1，子网掩码 255.255.255.0
- ③对端口 fastEthernet 0/1 配置 IP 地址（NET3），地址为 192.168.5.1，子网掩码 255.255.255.0
- ④对端口 serial 1/0 配置 IP 地址（NET2），ip 地址 202.115.18.2，子网掩码 255.255.255.252，时钟速率无须重复设置，因为对 Route0 已经设置过

这时，网络拓扑状态图如下：



可以看到所有灯都已变绿，表示各个端口都已经打开并连接成功。

## 三、对路由器 Router0 配置静态路由

为 Router0 添加连接到 Router1 的两个远程局域网 NET3 和 NET4 的静态路由，均转发到 202.115.18.2，保存配置，并显示 Route0 的路由表，如下：



```

Router0#show 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

C    192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
S    192.168.5.0/24 [1/0] via 202.115.18.2
S    192.168.9.0/24 [1/0] via 202.115.18.2
      202.115.18.0/30 is subnetted, 1 subnets
C      202.115.18.0 is directly connected, Serial1/0
Router0#

```

可以看到共有 4 条网络的路由，包括 2 个直连网络，2 个远程网络。Router0 路由表完整。

#### 四、对路由器 Router1 配置静态路由

NET2、3、4 已被 Route1 自动添加到路由表中，只需添加连接到 Router0 的远程局域网 NET1 的静态路由，转发到 202.115.18.1，保存配置，并显示 Route1 的路由表：

```

Router1#show 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

S    192.168.1.0/24 [1/0] via 202.115.18.1
C    192.168.5.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
C    192.168.9.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
      202.115.18.0/30 is subnetted, 1 subnets
C      202.115.18.0 is directly connected, Serial1/0
Router1#

```

可以看到共有 4 条网络的路由，包括 3 个直连网络，1 个远程网络。Router1 路由表完整。

#### 五、网络测试

1. 为各个 PC 分配 IP 地址，子网掩码和网关地址等必要信息，如下表所示：

PC 编号	IP 地址	子网掩码	网络地址
PC0	192.168.1.10	255.255.255.0	192.168.1.1
PC1	192.168.9.10	255.255.255.0	192.168.9.1
PC2	192.168.5.10	255.255.255.0	192.168.5.1

2. Ping 测试（结果见【实验数据及结果分析】部分）

#### 六、配置缺省路由

在 Router0 上，配置到 NET3 和 NET4 的缺省路由，代替之前配置的 2 条静态路由。

① 在 Router0 上删除对应的两条静态路由。此时 PC0 不能 ping 通 PC1、PC2，显示

Destination host unreachable.

②为 Router0 配置缺省路由，将缺省路由 S\* 0.0.0.0/0 [1/0] via 202.115.18.2 添加到路由表中。Router0 通过缺省路由的信息，可以路由数据包到达 NET3 和 NET4。PC0 现在又可以 ping 通 PC1 与 PC2 了。

### 【实验数据及结果分析】

## 五、网络测试

(1) 各个路由器的配置文件内容，即 `show running-config` 的结果。

Router0:

```
Router0#show running-config
Building configuration...

Current configuration : 821 bytes
!
version 12.2
no service timestamps log datetime msec
no service timestamps debug datetime msec
no service password-encryption
!
hostname Router0
!
!
!
!
!
!
!
no ip cef
no ipv6 cef
!
!
!
!
!
!
!
!
!
!
ip classless
ip route 192.168.5.0 255.255.255.0 202.115.18.2
ip route 192.168.9.0 255.255.255.0 202.115.18.2
!
ip flow-export version 9
!
!
!
!
!
!
line con 0
!
line aux 0
!
line vty 0 4
login
!
!
!
interface FastEthernet0/0
ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
duplex auto
speed auto
!
```

Router1:

[illegible]

(2) 各个 ping 的测试结果截图。

①测试 PC0 到 PC1 和 PC2 是否能够正常连通:

<pre> PC&gt;ping 192.168.9.10  Pinging 192.168.9.10 with 32 bytes of data:  Reply from 192.168.9.10: bytes=32 time=3ms TTL=126 Reply from 192.168.9.10: bytes=32 time=1ms TTL=126 Reply from 192.168.9.10: bytes=32 time=1ms TTL=126 Reply from 192.168.9.10: bytes=32 time=1ms TTL=126  Ping statistics for 192.168.9.10:     Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),     Approximate round trip times in milli-seconds:         Minimum = 1ms, Maximum = 3ms, Average = 1ms </pre>	<pre> PC&gt;ping 192.168.5.10  Pinging 192.168.5.10 with 32 bytes of data:  Reply from 192.168.5.10: bytes=32 time=9ms TTL=126 Reply from 192.168.5.10: bytes=32 time=2ms TTL=126 Reply from 192.168.5.10: bytes=32 time=6ms TTL=126 Reply from 192.168.5.10: bytes=32 time=4ms TTL=126  Ping statistics for 192.168.5.10:     Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),     Approximate round trip times in milli-seconds:         Minimum = 2ms, Maximum = 9ms, Average = 5ms </pre>
---	---

可以看到连接均正常，相互之间能够相互通信。

②再以 PC1 为例，测试到 PC0 和 PC2 之间是否能够 ping 通：

<pre> PC&gt;ping 192.168.1.10  Pinging 192.168.1.10 with 32 bytes of data:  Reply from 192.168.1.10: bytes=32 time=6ms TTL=126 Reply from 192.168.1.10: bytes=32 time=10ms TTL=126 Reply from 192.168.1.10: bytes=32 time=1ms TTL=126 Reply from 192.168.1.10: bytes=32 time=1ms TTL=126  Ping statistics for 192.168.1.10:     Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),     Approximate round trip times in milli-seconds:         Minimum = 1ms, Maximum = 10ms, Average = 4ms </pre>	<pre> PC&gt;ping 192.168.5.10  Pinging 192.168.5.10 with 32 bytes of data:  Reply from 192.168.5.10: bytes=32 time=2ms TTL=127 Reply from 192.168.5.10: bytes=32 time=0ms TTL=127 Reply from 192.168.5.10: bytes=32 time=0ms TTL=127 Reply from 192.168.5.10: bytes=32 time=0ms TTL=127  Ping statistics for 192.168.5.10:     Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),     Approximate round trip times in milli-seconds:         Minimum = 0ms, Maximum = 2ms, Average = 0ms </pre>
---	---

可以看到连接均正常，相互之间能够相互通信。

## 六、配置缺省路由

(1) 各个路由器的配置文件内容，即 `show running-config` 的结果。

Router0:

```
Router0#show running-config                               interface FastEthernet0/1
Building configuration...                                no ip address
                                                         duplex auto
                                                         speed auto
Current configuration : 762 bytes                         shutdown
!                                                        !
version 12.2                                              !
no service timestamps log datetime msec                  !
no service timestamps debug datetime msec                interface Serial1/0
no service password-encryption                          ip address 202.115.18.1 255.255.255.252
!                                                        clock rate 64000
!                                                        !
hostname Router0                                         !
!                                                        interface Serial1/1
!                                                        no ip address
!                                                        shutdown
!                                                        !
!                                                        interface Serial1/2
!                                                        no ip address
!                                                        shutdown
!                                                        !
!                                                        interface Serial1/3
no ip cef                                                 no ip address
no ipv6 cef                                               shutdown
!                                                        !
!                                                        ip classless
!                                                        ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 202.115.18.2
!                                                        !
!                                                        ip flow-export version 9
!                                                        !
!                                                        !
!                                                        !
!                                                        !
!                                                        !
!                                                        line con 0
!                                                        !
!                                                        line aux 0
!                                                        !
!                                                        line vty 0 4
interface FastEthernet0/0                                login
ip address 192.168.1.1 255.255.255.0                    !
duplex auto                                             !
speed auto                                              !
!                                                        end
```

可以看到缺省路由已经添加。

(2) 各个 ping 的测试结果截图。

测试从 PC0 能否 ping 通 PC1 与 PC2:

<pre>PC&gt;ping 192.168.9.10  Pinging 192.168.9.10 with 32 bytes of data:  Reply from 192.168.9.10: bytes=32 time=1ms TTL=126 Reply from 192.168.9.10: bytes=32 time=1ms TTL=126 Reply from 192.168.9.10: bytes=32 time=6ms TTL=126 Reply from 192.168.9.10: bytes=32 time=1ms TTL=126  Ping statistics for 192.168.9.10:     Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),     Approximate round trip times in milli-seconds:         Minimum = 1ms, Maximum = 6ms, Average = 2ms</pre>	<pre>PC&gt;ping 192.168.5.10  Pinging 192.168.5.10 with 32 bytes of data:  Reply from 192.168.5.10: bytes=32 time=15ms TTL=126 Reply from 192.168.5.10: bytes=32 time=1ms TTL=126 Reply from 192.168.5.10: bytes=32 time=1ms TTL=126 Reply from 192.168.5.10: bytes=32 time=1ms TTL=126  Ping statistics for 192.168.5.10:     Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),     Approximate round trip times in milli-seconds:         Minimum = 1ms, Maximum = 15ms, Average = 4ms</pre>
---	---

发现均能够正常 ping 通，符合预期结果。

### 【实验结论】

实现了静态路由的配置，主机之间联通，缺省路由配置成功，主机之间连通。

### 【总结及心得体会】

- 1.如果两台路由器通过广域网串行接口直接互连，则必须在其中一端设置时钟频率（DCE）
- 2.静态路由必须双向都配置才能互通，配置时注意回程路由
- 3.配置缺省路由时，要将静态路由删除

报告评分:

指导教师签字:



电子科技大学计算机科学与工程学院

# 标准实验报告

(实验) 课程名称 计算机网络基础

电子科技大学教务处制表

# 电子科技大学

## 实验报告

学生姓名：韩博宇      学号：2019040708023      指导教师：张骏

实验地点：主楼 A2-412      实验时间：2020 年 5 月

实验室名称：计算机网络实验室

### 实验4 动态路由协议OSPF

#### 【实验名称】

动态路由协议 OSPF

#### 【实验原理】

OSPF（Open Shortest Path First，开放最短路径优先协议）是应用较早、使用较普遍的 IGP（Interior Gateway Protocol，内部网关协议），适用于中大型同类网络，是典型的链路状态（Link-State）协议。OSPF 协议已成为目前 Internet 广域网和 Intranet 企业网采用最多、应用最广泛的路由协议之一。OSPF 协议是由 IETF（Internet Engineering Task Force）IGP 工作小组提出的，是一种基于 SPF 算法的路由协议。

OSPF 路由协议一般用于同一个路由域内。在这里，路由域是指一个自治系统 Autonomous System—AS。在 AS 中，所有的 OSPF 路由器都维护一个相同的描述这个 AS 结构的数据库，该数据库中存放的是路由域中相应链路的状态信息，OSPF 路由器正是通过这个数据库计算出其 OSPF 路由表的。OSPF 将链路状态广播数据包 LSA（Link State Advertisement）传送给在某一区域内的所有路由器，这一点与距离矢量路由协议不同。运行距离矢量路由协议的路由器是将部分或全部的路由表传递给与其相邻的路由器。

SPF 算法（也被称为 Dijkstra 算法）是 OSPF 路由协议的基础。SPF 算法将每一个路由器作为根（ROOT）来计算其到每一个目的地路由器的距离，每一个路由器根据一个统一的数据库会计算出路由域的拓扑结构图，该结构图类似于一棵树，在 SPF 算法中，被称为最短路径树。

在 OSPF 路由协议中，最短路径树的树干长度，即 OSPF 路由器至每一个目的地路由器的距离，称为 OSPF 的 Cost，其算法为： $Cost = 100 \times 106 / \text{链路带宽}$ 。在这里，链路带宽以 bps 来表示。也就是说，OSPF 的 Cost 与链路的带宽成反比，带宽越高，Cost 越小，表示 OSPF 到目的地的距离越近。举例来说，FDDI 或快速以太网的 Cost 为 1，2M 串行链路的 Cost 为 48，10M 以太网的 Cost 为 10 等。

## 【实验目的】

掌握在路由器上如何配置 OSPF 路由协议。

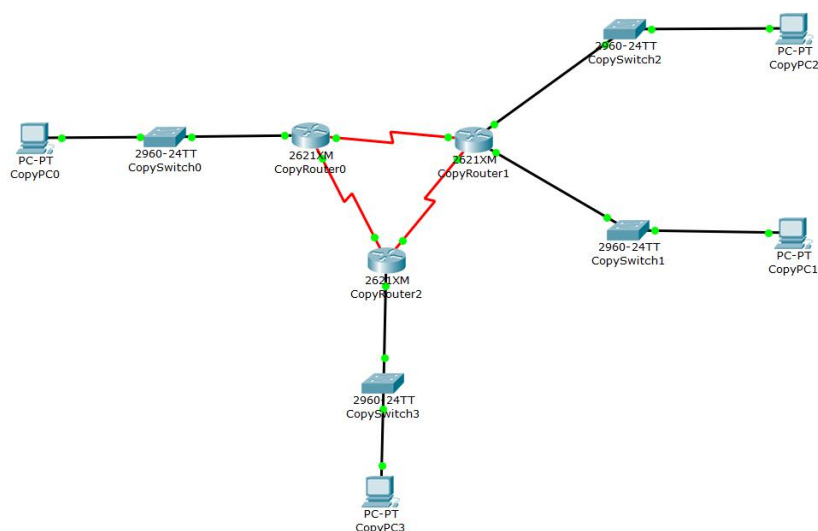
## 【实验内容】

假设计划建设的园区网分为三个区域，距离较远。其中区域 1 中存在网络 NET1，区域 2 中存在网络 NET3，NET4，区域 3 中存在网络 NET7。现在需要使用三台路由器实现三个区域之间的互联互通。

NET1，NET3、NET4 和 NET7 均是通过二层交换机构建的以太网局域网，连接用户 PC 机，每个局域网均连接到各自的网关路由器以太网接口上。NET2、NET5 和 NET6 各是一个广域网，分别实现三个区域三台路由器之间的连接。现在要在路由器上做适当配置，实现园区网内各个区域子网之间的相互通信。

如拓扑图中的连接关系，三台路由器两两之间需要通过广域网串行接口，以 V.35 DCE/DTE 广域网专用电缆连接在一起。为了在未来每个园区区域扩充子网数量的时候，管理员不需要同时更改路由器的配置，计划在路由器上启动 OSPF 路由协议实现所有子网之间的互通。

## 【实验环境】



## 【实验设备】

交换机：4 台

路由器（带广域网串行接口）：3 台

广域网电缆 V.35 DCE/DTE：3 对

PC：若干

## 【实验步骤】

### 一、网络拓扑构建

#### 1. 设备准备

（1）路由器：

①型号—2621XM

②端口扩展：采用扩展模块 NM-4A/S 进行端口数量和类型的扩展。（插入扩展模块前请关闭

路由器的电源，插入后打开路由器电源。)，采用 NM-4A/S 扩展后，每个路由器将增加 4 个广域网接口（serial 接口），用于路由器之间的互联。

(2) 交换机型号：2960-24TT

(3) 终端：普通 PC

2.线路和网络端口连接

(1) 交换机—PC 机：非屏蔽双绞线直通线（Copper Straight-Through）

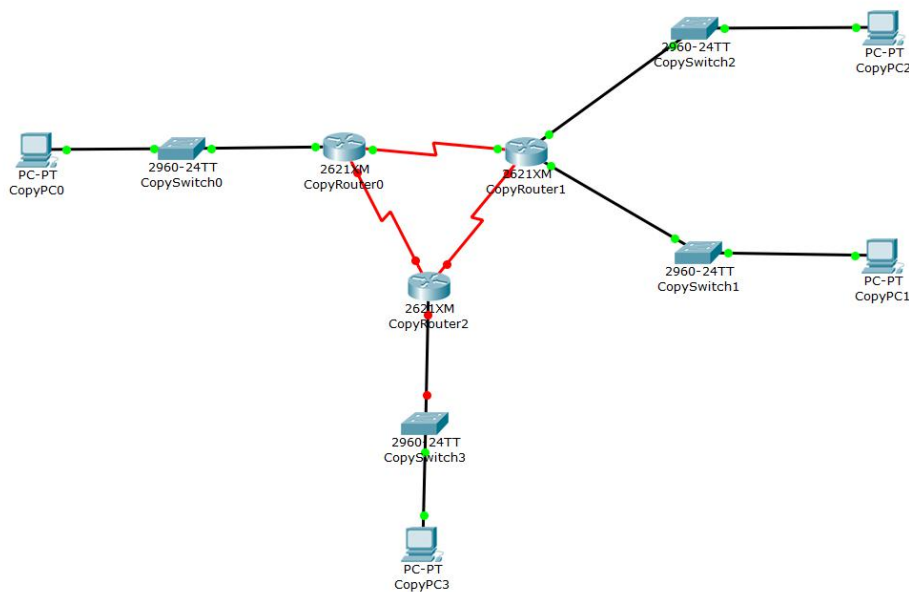
(2) 交换机—路由器：非屏蔽双绞线直通线（Copper Straight-Through）

- Switch0—Router0:           以太网 Fa 0/1——Fa 0/0
- Switch1—Router1:           以太网 Fa 0/1——Fa 0/0
- Switch2—Router1:           以太网 Fa 0/1——Fa 0/1
- Switch3—Router2:           以太网 Fa 0/1——Fa 0/0
- Router0—Router1:          广域网 Serial 1/0——Serial 1/0
- Router0—Router2:          广域网 Serial 1/1——Serial 1/0
- Router1—Router2:          广域网 Serial 1/1——Serial 1/1

3.网络地址分配

网络	IP 地址范围	网络地址	子网掩码
NET 1	192.168.1.0—192.168.1.255	192.168.1.0	255.255.255.0
NET 2	202.115.18.0—202.115.18.3	202.115.18.0	255.255.255.252
NET 3	192.168.5.0—192.168.5.255	192.168.5.0	255.255.255.0
NET 4	192.168.9.0—192.168.9.255	192.168.9.0	255.255.255.0
NET 5	202.115.18.4—202.115.18.7	202.115.18.4	255.255.255.252
NET 6	202.115.18.8—202.115.18.11	202.115.18.8	255.255.255.252
NET 7	192.168.12.0—192.168.12.255	192.168.12.0	255.255.255.0

最终建立好的拓扑结构图如下图所示：



## 二、配置静态路由（与后续的 OSPF 作对比）

本实验是在实验 3 的基础上，增加了路由器 Router2，以及 NET5、NET6、NET7 三个网络。因此，我们需要在实验 3 的配置基础上，完成实验的路由配置。

依照实验 3 的方法，分别对 Router0、Router1、Router2 的端口进行局域网、广域网的配置。

假设：根据网络拓扑图，管理员选择的通信路径为 Router0-Router2-Router1（反向路径为 Router1-Router2-Router0），根据此路径，配置各路由器上的静态路由。

①配置从 Router0 到其他各个网络（NET3，NET4，NET6，NET7）的静态路由。

192.168.5.0 255.255.255.0 202.115.18.6

192.168.9.0 255.255.255.0 202.115.18.6

202.115.18.8 255.255.255.252 202.115.18.6

192.168.12.0 255.255.255.0 202.115.18.6

现在，拓扑图中的 7 个网络（包括直连网络和远程网络）均出现在 Router0 的路由表中。

②配置从 Router1 到其他各个网络（NET1，NET5，NET7）的静态路由。

192.168.1.0 255.255.255.0 202.115.18.10

202.115.18.4 255.255.255.252 202.115.18.10

192.168.12.0 255.255.255.0 202.115.18.10

③配置 Router2 到其他各个网络（NET1，NET2，NET3，NET4）的静态路由。

192.168.1.0 255.255.255.0 202.115.18.5

202.115.18.0 255.255.255.252 202.115.18.5

192.168.5.0 255.255.255.0 202.115.18.9

192.168.9.0 255.255.255.0 202.115.18.9

接下来进行网络测试，为各个 PC 分配 IP 地址、子网掩码和网关地址等必要信息如下：

PC 编号	IP 地址	子网掩码	网络地址
PC0	192.168.1.10	255.255.255.0	192.168.1.1
PC1	192.168.9.10	255.255.255.0	192.168.9.1
PC2	192.168.5.10	255.255.255.0	192.168.5.1
PC3	192.168.12.10	255.255.255.0	192.168.12.1

在不同 PC 上，使用 PING 命令，进行测试，并完成跟踪路由（结果见【实验数据及结果分析】部分）。

## 三、配置动态路由 OSPF

静态路由的方式，在网络结构复杂时，管理员的路由配置工作量很大，容易出错，并且无法根据网络运行状况（如线路中断等故障发生时）进行及时的、自动的调整。而动态路由能够解决这个问题。

①删除 Router0、Router1、Router2 上面配置的静态路由

②依次启用 OSPF 动态路由协议

③检查三个路由器上面的路由表，发现都已完整，包括由 OSPF 协议获知的远程网络

④进行网络测试（结果见【实验数据及结果分析】部分）。



## 【实验数据及结果分析】

### 二、配置静态路由（与后续的 OSPF 作对比）

ping 的测试结果截图：

①在 PC3 上 ping 通 PC0、PC1、PC2，经过测试，均可以 ping 通，说明网络通信正常。

```
PC>ping 192.168.1.10
Pinging 192.168.1.10 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.1.10: bytes=32 time=1ms TTL=126
Reply from 192.168.1.10: bytes=32 time=1ms TTL=126
Reply from 192.168.1.10: bytes=32 time=1ms TTL=126
Reply from 192.168.1.10: bytes=32 time=1ms TTL=126
Ping statistics for 192.168.1.10:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 1ms, Maximum = 11ms, Average = 3ms

PC>ping 192.168.9.10
Pinging 192.168.9.10 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.9.10: bytes=32 time=7ms TTL=126
Reply from 192.168.9.10: bytes=32 time=7ms TTL=126
Reply from 192.168.9.10: bytes=32 time=1ms TTL=126
Reply from 192.168.9.10: bytes=32 time=6ms TTL=126
Ping statistics for 192.168.9.10:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 1ms, Maximum = 7ms, Average = 5ms

PC>ping 192.168.5.10
Pinging 192.168.5.10 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.5.10: bytes=32 time=3ms TTL=126
Reply from 192.168.5.10: bytes=32 time=6ms TTL=126
Reply from 192.168.5.10: bytes=32 time=1ms TTL=126
Reply from 192.168.5.10: bytes=32 time=1ms TTL=126
Ping statistics for 192.168.5.10:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 1ms, Maximum = 6ms, Average = 2ms
```

在其他 PC 上也均能 ping 通。

②使用 tracert 命令，跟踪由 PC0 发送到 PC2 的数据包所走的路径，在 PC0 上运行 tracert 192.168.5.10，结果如下：

```
Packet Tracer PC Command Line 1.0
PC>tracert 192.168.5.10

Tracing route to 192.168.5.10 over a maximum of 30 hops:

  0  0 ms    0 ms    0 ms    192.168.1.1
  1  2 ms    1 ms    0 ms    202.115.18.6
  2  1 ms    0 ms    6 ms    202.115.18.9
  3  2 ms    2 ms    6 ms    192.168.5.10
  4  14 ms   1 ms    5 ms    192.168.5.10

Trace complete.
```

从 tracert 命令的运行结果可以看出，由 PC0(192.168.1.10)发送到 PC2(192.168.5.10)的数据包，经过的路径为 192.168.1.1 (Router0 的 Fa0/0 端口)——202.115.18.6 (Router2 的 se1/0 端口)——202.115.18.9 (Router1 的 se1/1 端口)——192.168.5.10 (PC2)，与设计的数据传输路径（图中箭头所示）一致。

### 三、配置动态路由 OSPF

(1) 使用动态路由 OSPF 协议完成组网后，各个路由器的配置文件内容，即 show running-config 的结果。

①Router0:



③Router2:

```
Router2#show running-config
Building configuration...

Current configuration : 928 bytes
!
version 12.2
no service timestamps log datetime msec
no service timestamps debug datetime msec
no service password-encryption
!
hostname Router2
!
!
!
!
!
!
!
!
no ip cef
no ipv6 cef
!
!
!
!
!
!
!
!
interface FastEthernet0/0
ip address 192.168.12.1 255.255.255.0
duplex auto
speed auto
!
interface FastEthernet0/1
no ip address
duplex auto
speed auto
shutdown
!
!
```

```

interface Serial1/0
ip address 202.115.18.6 255.255.255.252
!
interface Serial1/1
ip address 202.115.18.10 255.255.255.252
!
interface Serial1/2
no ip address
clock rate 2000000
shutdown
!
interface Serial1/3
no ip address
clock rate 2000000
shutdown
!
router ospf 1
log-adjacency-changes
network 202.115.18.4 0.0.0.3 area 0
network 202.115.18.8 0.0.0.3 area 0
network 192.168.12.0 0.0.0.255 area 0
!
ip classless
!
ip flow-export version 9
!
!
!
!
!
no cdp run
!
!
!
!
!
line con 0
!
line aux 0
!
line vty 0 4
login
!
!
end
```

(2) 各个 ping 的测试结果截图。

①在 PC3 上 ping 通 PC0、PC1、PC2，经过测试，均可以 ping 通，说明网络通信正常。

```
PC>ping 192.168.1.10

Pinging 192.168.1.10 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.1.10: bytes=32 time=5ms TTL=126
Reply from 192.168.1.10: bytes=32 time=1ms TTL=126
Reply from 192.168.1.10: bytes=32 time=1ms TTL=126
Reply from 192.168.1.10: bytes=32 time=1ms TTL=126

Ping statistics for 192.168.1.10:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 1ms, Maximum = 5ms, Average = 2ms

PC>ping 192.168.5.10

Pinging 192.168.5.10 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.5.10: bytes=32 time=2ms TTL=126
Reply from 192.168.5.10: bytes=32 time=8ms TTL=126
Reply from 192.168.5.10: bytes=32 time=2ms TTL=126
Reply from 192.168.5.10: bytes=32 time=2ms TTL=126

Ping statistics for 192.168.5.10:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 2ms, Maximum = 8ms, Average = 3ms

PC>ping 192.168.9.10

Pinging 192.168.9.10 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.9.10: bytes=32 time=8ms TTL=126
Reply from 192.168.9.10: bytes=32 time=4ms TTL=126
Reply from 192.168.9.10: bytes=32 time=11ms TTL=126
Reply from 192.168.9.10: bytes=32 time=3ms TTL=126

Ping statistics for 192.168.9.10:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 3ms, Maximum = 11ms, Average = 6ms
```

②使用 `tracert` 命令，跟踪由 PC0 发送到 PC2 的数据包所走的路径，在 PC0 上运行 `tracert 192.168.5.10`，结果如下：

```
PC>tracert 192.168.5.10

Tracing route to 192.168.5.10 over a maximum of 30 hops:

  1  1 ms      0 ms      0 ms      192.168.1.1
  2  0 ms      0 ms      0 ms      202.115.18.2
  3  1 ms      0 ms      0 ms      192.168.5.10

Trace complete.
```

从 traceroute 命令的运行结果可以看出，由 PC0（192.168.1.10）发送到 PC2（192.168.5.10）的数据包，经过的路径为 192.168.1.1（Router0 的 Fa0/0 端口）——202.115.18.2（Router1 的 se1/0 端口）——192.168.5.10（PC2）。OSPF 协议为 PC0 到 PC2 的通信，选择了 Router0—Router1 的路径（该路径与各个路由器路由表中的信息一致），与我们静态路由时人工选择的路径不同，这取决于 OSPF 对最佳路径的度量标准和决策。

```
PC>tracert 192.168.9.10

Tracing route to 192.168.9.10 over a maximum of 30 hops:

  1  0 ms      3 ms      1 ms      192.168.1.1
  2  4 ms      1 ms      0 ms      202.115.18.2
  3  4 ms      1 ms      0 ms      192.168.9.10

Trace complete.
```

同样，PC0 到 PC1 发送的数据包也是选择的 Router0-Router1 的这条路径。

```
PC>tracert 192.168.12.10

Tracing route to 192.168.12.10 over a maximum of 30 hops:

  1  1 ms      0 ms      0 ms      192.168.1.1
  2  0 ms      0 ms      0 ms      202.115.18.6
  3  1 ms      11 ms     0 ms      192.168.12.10

Trace complete.
```

而 PC0 到 PC3 发送的数据包则选择的是 Router0-Router2 这条路径，该路径与各个路由器路由表中的信息一致。

再以 PC1 为例，分别向 PC0、PC2、PC3 发送数据，测试是否能够 ping 通和数据包的流向。

PC1-PC0:

```
Packet Tracer PC Command Line 1.0
PC>ping 192.168.1.10

Pinging 192.168.1.10 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.1.10: bytes=32 time=1ms TTL=126
Reply from 192.168.1.10: bytes=32 time=1ms TTL=126
Reply from 192.168.1.10: bytes=32 time=2ms TTL=126
Reply from 192.168.1.10: bytes=32 time=1ms TTL=126

Ping statistics for 192.168.1.10:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 1ms, Maximum = 2ms, Average = 1ms

PC>tracert 192.168.1.10

Tracing route to 192.168.1.10 over a maximum of 30 hops:

  1  0 ms      0 ms      0 ms      192.168.9.1
  2  1 ms      1 ms      0 ms      202.115.18.1
  3  11 ms     1 ms      0 ms      192.168.1.10

Trace complete.
```

PC1-PC2:

```
PC>ping 192.168.5.10

Pinging 192.168.5.10 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.5.10: bytes=32 time=1ms TTL=127
Reply from 192.168.5.10: bytes=32 time=10ms TTL=127
Reply from 192.168.5.10: bytes=32 time=0ms TTL=127
Reply from 192.168.5.10: bytes=32 time=0ms TTL=127

Ping statistics for 192.168.5.10:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 10ms, Average = 2ms

PC>tracert 192.168.5.10

Tracing route to 192.168.5.10 over a maximum of 30 hops:

  1  0 ms      0 ms      1 ms      192.168.9.1
  2  0 ms      0 ms      0 ms      192.168.5.10

Trace complete.
```

PC1-PC3:

```
PC>ping 192.168.12.10
Pinging 192.168.12.10 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.12.10: bytes=32 time=2ms TTL=126
Reply from 192.168.12.10: bytes=32 time=2ms TTL=126
Reply from 192.168.12.10: bytes=32 time=4ms TTL=126
Reply from 192.168.12.10: bytes=32 time=1ms TTL=126
Ping statistics for 192.168.12.10:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 1ms, Maximum = 4ms, Average = 2ms
PC>tracert 192.168.12.10
Tracing route to 192.168.12.10 over a maximum of 30 hops:
  0  1 ms    0 ms    1 ms    192.168.9.1
  1  2 ms    1 ms    1 ms    202.115.18.10
  2  0 ms    1 ms    3 ms    192.168.12.10
Trace complete.
```

### 【实验结论】

实现了 OSPF 动态路由协议的配置，并且测试成功。

动态路由协议能够：

- ①动态分享两个路由器之间的信息
- ②当拓扑改变时自动更新
- ③确定到达目的的最佳路径

OSPF 是采用链路状态路由选择算法的协议，它适合分层网络结构，每个域中的路由器只需要建立本域的网络拓扑数据库，并以此计算最短路径，路由计算的复杂性大为降低，位于两域边界的路由器将对各域的路由信息进行聚合，因此要求每个域的 IP 地址分配尽可能连续，这样路由选择的效率更高。

### 【总结及心得体会】

1.在配置路由器端口时，一定要清楚时间速率，一个广域网只有一个一段端口需要配置时间速率。

2.在 OSPF 协议配置，使用 network 命令时，要注意路由器上任何符合 network 命令中的网络地址的接口都将启用，可发送和接收 OSPF 数据包。如果所有路由器都处于同一个 OSPF 区域，则必须在所有路由器上使用相同的 area-id。配置 network 命令比较好的做法是在单区域 OSPF 中使用 area-id 0。

报告评分：

指导教师签字：