

实验八：通过路由器实现 VLAN 间通信

一、实验目的

- 1、理解路由器的基本工作原理；
- 2、掌握路由器的管理配置方法，并能够实现路由器的基本配置；
- 3、理解路由组网的方法，并掌握静态路由的具体使用；
- 4、理解基于路由器的园区网的结构，并进一步体会园区网的设计思路。

二、实验环境

- 1、Windows 7 操作系统，安装 Putty 软件；
- 2、每位学生配备计算机一台；
- 3、每个小组配备：二层交换机 2 台，路由交换机 2 台，路由器 1 台。

三、实验要求

- 1、完成网络拓扑设计、VLAN 设计和 IP 地址规划工作；
- 2、完成二层交换机、路由器的配置；
- 3、完成 VLAN 的配置工作；
- 4、完成路由器的配置工作，并实现 VLAN 间通信；
- 5、网络通信测试。

四、实验原理

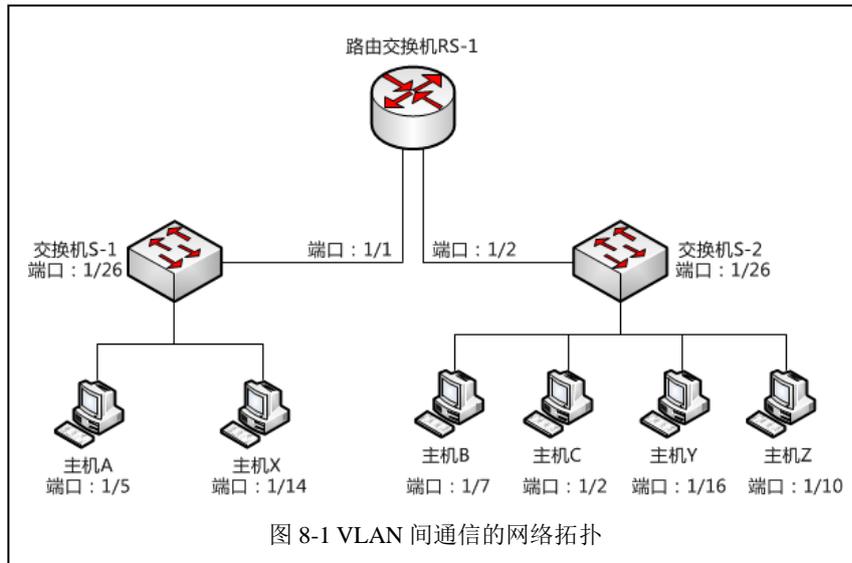
- 1、数据链路层、网络层的基本原理；
- 2、VLAN 的基本原理；
- 3、二层交换机、路由交换机、路由器的工作原理和配置方法；
- 4、局域网、园区网的规划设计和基本原理。

五、实验步骤

说明：本实验指导所使用的二层交换机为神州数码 DCS-3950、路由交换机为 DCRS-5650、路由器为 DCR-2600，所有实验操作和命令都以此为基础。本实验最低需要 2 台 DCN DCS-3950、1 台 DCRS-5650、1 台 DCR DCR-2600、6 台主机支持。

1、问题的提出

(1) 在实验七中，曾经通过两台二层交换机、一台路由交换机设计了一个园区网，通过 VLAN 划分实现了跨交换机的 VLAN，通过路由交换机实现了 VLAN 间通信。具体如图 8-1 所示。

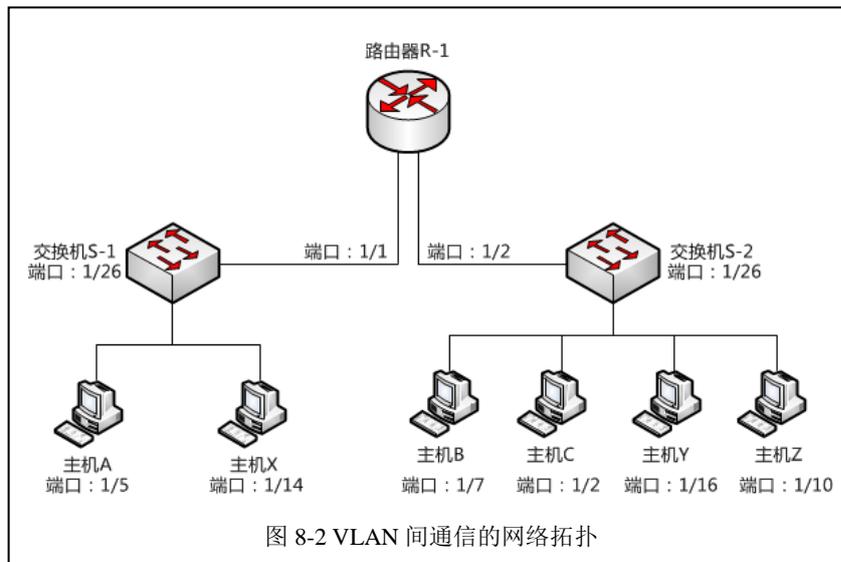


(2) 路由交换机不能够阻止广播风暴的产生，在园区网规模扩大的情况下，使用路由交换机组网的成本和风险都将增加，使用路由器作为园区网的核心是更为合适的方案。

(3) 实验七的园区网设计中，是否可以通过路由器替代交换机进行实现呢？

2、网络设计

(1) 按照上述的需求，进行网络拓扑设计。如图 8-2 所示。



(2) 设计 VLAN，具体的 VLAN 规划如表 8-1 所示。

表 8-1 VLAN 配置信息

序号	VLAN ID	VLAN name	交换机	接入端口	端口性质
1	1001	Labs1	S-1	1/1 - 1/8	unTag Port
2	1002	Labs2	S-1	1/9 - 1/16	unTag Port
3	1003	Labs3	S-1	1/17 - 1/24	unTag Port
4	1001	Labs1	S-2	1/1 - 1/8	unTag Port
5	1002	Labs2	S-2	1/9 - 1/16	unTag Port

6	1003	Labs3	S-2	1/17 - 1/24	unTag Port
---	------	-------	-----	-------------	------------

注意：交换机 S-1、交换机 S-2 的 26 号端口为 Tag 端口，作为 VLAN 的上联通信端口。

(3) 设计 IP 地址，具体的 IP 地址的规划如表 8-2 所示。

表 8-2 IP 地址规划表

序号	主机名称	网络配置	网关	接入位置
1	主机 A	172.16.100.101 / 255.255.255.0	172.16.100.1	S-1 1/5
2	主机 B	172.16.100.102 / 255.255.255.0	172.16.100.1	S-2 1/7
3	主机 C	172.16.100.103 / 255.255.255.0	172.16.100.1	S-2 1/2
4	主机 X	192.168.100.151 / 255.255.255.0	192.168.100.1	S-1 1/14
5	主机 Y	192.168.100.152 / 255.255.255.0	192.168.100.1	S-2 1/16
6	主机 Z	192.168.100.153 / 255.255.255.0	192.168.100.1	S-2 1/10
7	交换机 S-1	172.16.0.201 / 255.255.255.0		
8	交换机 S-2	172.16.0.202 / 255.255.255.0		
9	路由器 R-1	172.16.0.101 / 255.255.255.0		

3、网络物理联通和 VLAN 实现

- (1) 按照上述网络拓扑结构进行网络实施，完成物理链路的连通。
- (2) 按照上述 IP 地址规划表的配置，完成主机 A、主机 B、主机 C、主机 X、主机 Y、主机 Z 的网络配置。
- (3) 按照上述 VLAN 规划表和 IP 地址规划表，完成交换机 S-1、交换机 S-2 的配置。

4、配置路由器实现 VLAN 间通信

- (1) 通过 Console 接口连接路由器 R-1。
- (2) 配置路由器的基本信息。

路由器 R-1 的基本配置命令参考：

```
#使得路由器可用
enable
#查看路由器的接口信息
show interface
#查看路由器的快速以太网接口 0/0 信息
show interface FastEthernet 0/0
#查看路由器的快速以太网接口 0/3 信息
show interface FastEthernet 0/3

#配置快速以太网接口 0/0 信息
Router_config#interface fastEthernet 0/0
#使得 0/0 接口可用
Router_config_f0/0#no shutdown
Router_config_f0/0#exit

#配置快速以太网接口 0/0 的第一个虚拟接口
```

```
Router_config#interface fastEthernet 0/0.1
#使得虚拟接口 0/0.1 可以识别 VLAN 1001
Router_config_f0/0.1#encapsulation dot1Q 1001
#配置虚拟接口 0/0.1 的 IP 地址
Router_config_f0/0.1#ip address 172.16.100.1 255.255.255.0
Router_config_f0/0.1#exit

#配置快速以太网接口 0/0 的第二个虚拟接口
Router_config#interface fastEthernet 0/0.2
#使得虚拟接口 0/0.2 可以识别 VLAN 1002
Router_config_f0/0.2#encapsulation dot1Q 1002
#配置虚拟接口 0/0.2 的 IP 地址
Router_config_f0/0.2#ip address 192.168.100.1 255.255.255.0
Router_config_f0/0.2#exit

#配置快速以太网接口 0/3 信息
Router_config#interface fastEthernet 0/3
#使得 0/3 接口可用
Router_config_f0/3#no shutdown
Router_config_f0/3#exit

#配置快速以太网接口 0/3 的第一个虚拟接口
Router_config#interface fastEthernet 0/3.1
#使得虚拟接口 0/3.1 可以识别 VLAN 1001
Router_config_f0/3.1#encapsulation dot1Q 1001
#配置虚拟接口 0/3.1 的 IP 地址
Router_config_f0/3.1#ip address 172.16.100.1 255.255.255.0
#由于 172.16.100.0 的网络已经在该路由器上存在，因此配置错误。
%err: IP network 172.16.100.0 overlaps with FastEthernet0/0.1
#配置虚拟接口 0/3.1 的 IP 地址为 172.16.101.1
Router_config_f0/3.1#ip address 172.16.101.1 255.255.255.0
Router_config_f0/3.1#exit

#配置快速以太网接口 0/3 的第二个虚拟接口
Router_config#interface fastEthernet 0/3.2
#使得虚拟接口 0/3.2 可以识别 VLAN 1001
Router_config_f0/3.2#encapsulation dot1Q 1002
#配置虚拟接口 0/3.2 的 IP 地址
Router_config_f0/3.2#ip address 192.168.101.1 255.255.255.0
Router_config_f0/3.2#exit
```

路由器 R-1 的配置参考：

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

Current configuration:
!
```


(3) 查看路由器 R-1 的路由信息。

查看命令和路由信息如下：

```
Router_config#show ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, B - BGP, BC - BGP connected
       D - DEIGRP, DEX - external DEIGRP, O - OSPF, OIA - OSPF inter area
       ON1 - OSPF NSSA external type 1, ON2 - OSPF NSSA external type 2
       OE1 - OSPF external type 1, OE2 - OSPF external type 2
       DHCP - DHCP type

VRF ID: 0

C       172.16.100.0/24      is directly connected, FastEthernet0/0.1
C       172.16.101.0/24      is directly connected, FastEthernet0/3.1
C       192.168.100.0/24     is directly connected, FastEthernet0/0.2
C       192.168.101.0/24     is directly connected, FastEthernet0/3.2
```

(4) 由于我们调整了路由器 R-1 的虚拟接口 0/3.1 和虚拟接口 0/3.2 的网络地址和 IP 地址，因此需要调整主机的 IP 配置，具体调整如表 8-3 所示。

表 8-3 调整后 IP 地址规划表

序号	主机名称	网络配置	网关	接入位置
1	主机 A	172.16.100.101 / 255.255.255.0	172.16.100.1	S-1 1/5
2	主机 B	172.16.101.102 / 255.255.255.0	172.16.101.1	S-2 1/7
3	主机 C	172.16.101.103 / 255.255.255.0	172.16.101.1	S-2 1/2
4	主机 X	192.168.100.151 / 255.255.255.0	192.168.100.1	S-1 1/14
5	主机 Y	192.168.101.152 / 255.255.255.0	192.168.101.1	S-2 1/16
6	主机 Z	192.168.101.153 / 255.255.255.0	192.168.101.1	S-2 1/10
7	交换机 S-1	172.16.0.201 / 255.255.255.0		
8	交换机 S-2	172.16.0.202 / 255.255.255.0		
9	路由器 R-1	172.16.0.101 / 255.255.255.0		

(5) 交换机 S-1、交换机 S-2、路由器 R-1 的配置完成后，进行主机的连通性测试。并填写表 8-34。

表 8-4 通过路由器实现网间通信的测试结果（连通性测试）

序号	请求主机	接入位置	响应主机	接入位置	Ping 测试结果
1	主机 A	S-1 1/5	主机 B	S-2 1/7	
2	主机 A	S-1 1/5	主机 C	S-2 1/2	
3	主机 A	S-1 1/5	主机 X	S-1 1/14	
4	主机 A	S-1 1/5	主机 Y	S-2 1/16	
5	主机 A	S-1 1/5	主机 Z	S-2 1/10	
6	主机 B	S-2 1/7	主机 A	S-1 1/5	

7	主机 B	S-2 1/7	主机 C	S-2 1/2	
8	主机 B	S-2 1/7	主机 X	S-1 1/14	
9	主机 B	S-2 1/7	主机 Y	S-2 1/16	
10	主机 B	S-2 1/7	主机 Z	S-2 1/10	
11	主机 X	S-1 1/14	主机 A	S-1 1/5	
12	主机 X	S-1 1/14	主机 B	S-2 1/7	
13	主机 X	S-1 1/14	主机 C	S-2 1/2	
14	主机 X	S-1 1/14	主机 Y	S-2 1/16	
15	主机 X	S-1 1/14	主机 Z	S-2 1/10	
16	主机 Y	S-2 1/16	主机 A	S-1 1/5	
17	主机 Y	S-2 1/16	主机 B	S-2 1/7	
18	主机 Y	S-2 1/16	主机 C	S-2 1/2	
19	主机 Y	S-2 1/16	主机 X	S-1 1/14	
20	主机 Y	S-2 1/16	主机 Z	S-2 1/10	

要求：

- 1、请完成上述测试，并填写表 8-3 到实验报告册中。
- 2、请根据测试结果进行分析，并将分析结果填写到实验报告册中。

(6) 通过 Tracert 命令进行主机间通信测试，并填写下表 8-5。

表 8-4 通过路由器实现网间通信的测试结果（路由测试）

序号	请求主机	接入位置	响应主机	接入位置	Tracert 测试结果
1	主机 A	S-1 1/5	主机 B	S-2 1/7	路由 1: 路由 2: ...
2	主机 A	S-1 1/5	主机 C	S-2 1/2	路由 1: 路由 2: ...
3	主机 A	S-1 1/5	主机 X	S-1 1/14	路由 1: 路由 2: ...
4	主机 A	S-1 1/5	主机 Y	S-2 1/16	路由 1: 路由 2: ...
5	主机 A	S-1 1/5	主机 Z	S-2 1/10	路由 1: 路由 2: ...

要求：

- 1、请完成上述测试，并填写表 8-4 到实验报告册中。
- 2、请根据测试结果进行分析，说明主机 A 到不同主机的路由有什么不同？并分析说明原因。

3、为什么需要调整交换机 S-2 对应主机的 IP 地址？

六、自主实验步骤

1、使用路由器实现企业网

(1) 网络实际：某单位有三栋办公楼 L1、L2、L3。每栋楼通过 1 台路由交换机进行汇聚，每层楼通过二层交换机实现接入，单位通过 1 台路由器作为网络核心。具体网络拓扑如图 8-3 所示。

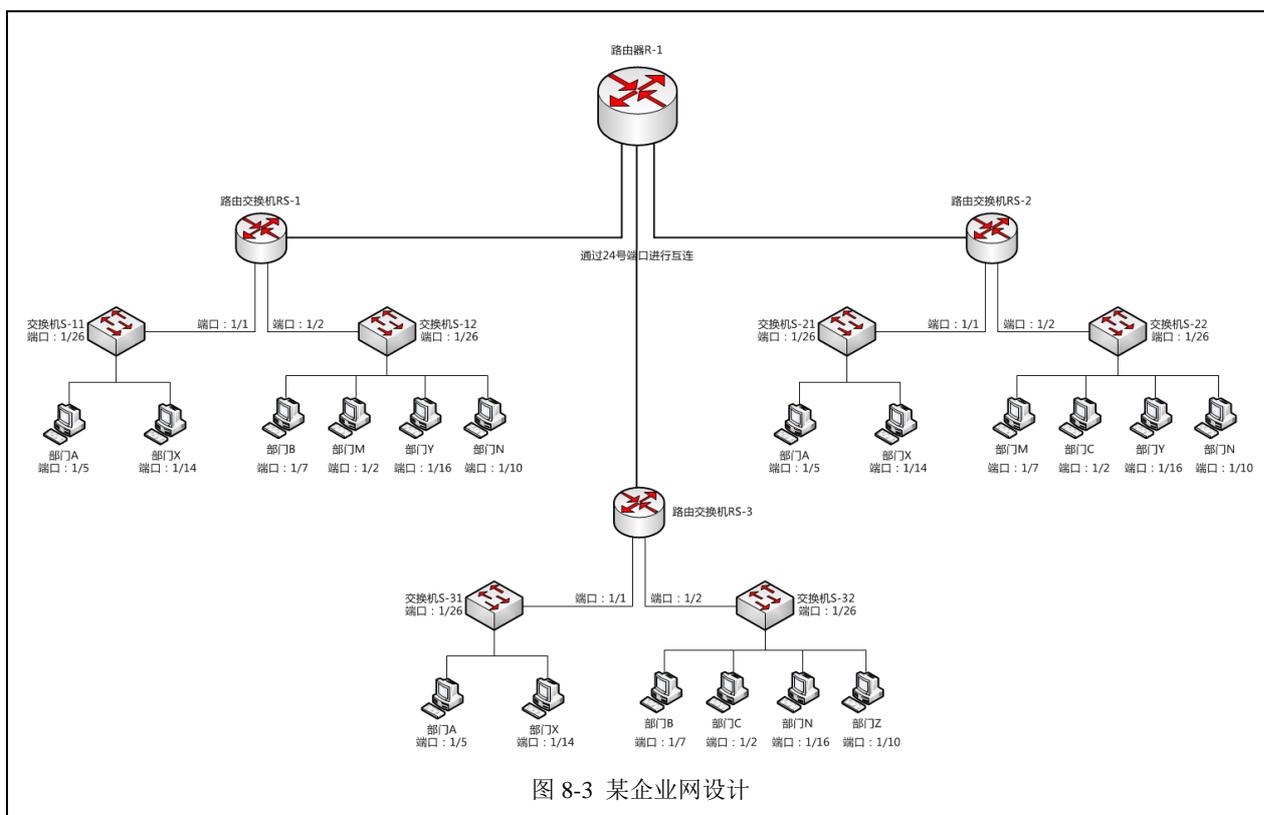
(2) 内部网络需求：该单位共有 8 个部门，分布在三栋办公楼内。该单位的网络设计 requirements 是单位内部是一个园区网，每个部门是一个局域网。其中部门 A、B、C 之间能够互相访问，部门 M、N 之间能够访问，部门 X、Y、Z 之间能够互相访问，部门 A、B、C、部门 M、N 和部门 X、Y、Z 之间不能够进行访问。

(3) 接入网络需求：单位通过路由器接入互联网。接入链路为 1 条运营商的数字链路，带宽为 10Mbps，拥有公网 IP 地址 2 个。

(4) 用户管理需求：内部用户访问互联网，需要进行账号认证，内部局域网访问不使用账号认证。

(5) 请设计该企业网，包括 VLAN 设计、IP 地址设计、路由设计。

(6) 请使用 DCN DCR-2600、DCN DCRS-5650、DCN DCS-3950 设备为基础进行实验设计，并完成路由器、路由交换机、交换机的具体配置。



要求：

1、将网络设计的设计报告填写到实验报告册中。

2、将路由器、路由交换机、交换机配置信息，填写到实验报告册中。

七、思考及问答

1、路由器的工作原理

- (1) 路由器的工作原理是什么？
- (2) 路由交换机和路由器的工作原理是否相同？

2、企业网规划

- (1) 什么是企业网？企业网和互联网有哪些不同？
- (2) 进行企业网规划的时候，应该遵循哪些规则？有哪些方法？

要求：

- 1、请将研究的结果填写到实验报告册中。