

《计算机网络》实验指导

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、掌握路由器的基本管理和配置；
- 3、理解路由组网的方法和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、实验学时

2 学时

三、实验类型

综合性

四、实验需求

1、硬件

每人配备计算机 1 台，计算机接入实验室局域网，每组配备交换机 2 台，路由器 1 台。

2、软件

Windows 7 操作系统，安装 PuTTY 软件；

3、网络

支持对互联网的访问。

4、工具

无

五、实验理论

- 1、虚拟局域网的基本原理；
- 3、交换机、路由器的工作原理；
- 4、园区网的规划设计方法和基本原理。

六、预备知识

- 1、Windows 7 操作系统的基本使用（控制面板、网络配置、防火墙、命令控制台）；
- 2、PuTTY 软件的使用方法；
- 3、交换机管理的基本操作；
- 4、虚拟局域网的基本原理；
- 5、路由器的基本原理；

路由器是互联网的主要结点设备。路由器通过路由决定数据的转发。转发策略称为路由选择。

为了能路由数据包，路由器之间会通过路由协议进行通讯并创建和维护各自的路由表。路由表存储了去往某一网路的最佳路径，该路径的路由度量值以及下一跳路由器。

要求：

路由器的结构有几种？每种结构有什么优缺点？

请查阅相关资料，回答上述问题，并将答案填写到实验报告册中。

6、静态路由；

问题一：静态路由的应用场景是什么？

问题二：静态路由的优缺点有哪些？

要求：

请查阅相关资料，回答上述 2 个问题，并将答案填写到实验报告册中。

7、通过 Ping 命令和 Tracert 命令进行网络通信测试。

七、实验任务

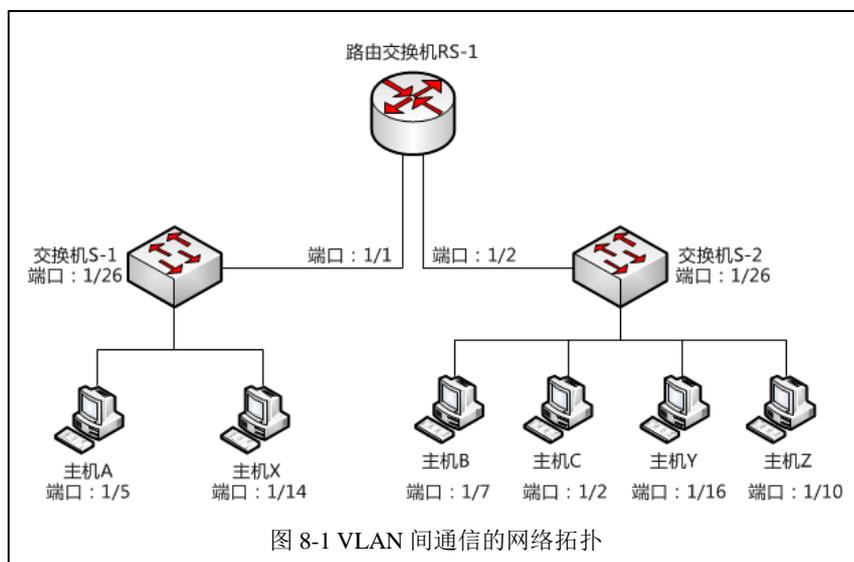
- 1、完成网络拓扑设计、VLAN 设计和 IP 地址规划；
- 2、完成网络拓扑结构的部署实施；
- 3、完成 2 台交换机 VLAN 的配置工作；
- 4、完成路由器的配置，并实现 VLAN 间通信；
- 5、完成网络通信测试。

八、实验内容及步骤

说明：本实验指导所使用的交换机为神州数码 DCS-3950、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 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 2 台二层交换机、1 台路由交换机设计了一个园区网，通过



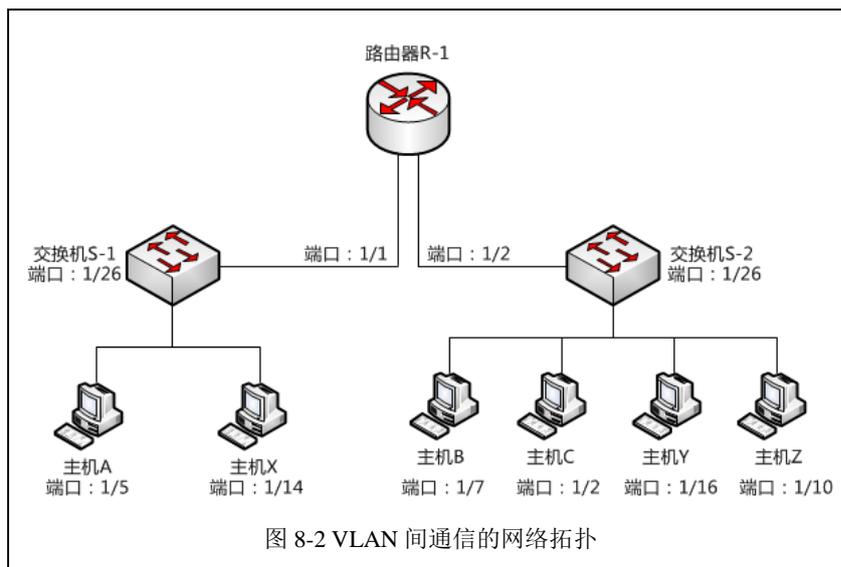
VLAN 划分实现了跨交换机的相同 VLAN 间主机的通信，通过路由交换机实现了不同 VLAN 间主机的通信。具体如图 8-1 所示。

(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路由交换机进行实现呢？

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 规划表

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、网络物理连通和 VLAN 实现

(1) 按照上述图 8-2 VLAN 间通信的网络拓扑结构进行网络部署实施，完成物理链路的连通。

(2) 按照上述表 8-2 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) 按照上述表 8-1 VLAN 规划表和表 8-2 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，因此配置出现以下错误：
%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:
!
!version 1.3.3G
service timestamps log date
service timestamps debug date
no service password-encryption
!
!
!
!
!
gbsc group default
!
!
!
```

```
!  
!  
!  
interface FastEthernet0/0  
no ip address  
no ip directed-broadcast  
!  
interface FastEthernet0/0.1  
ip address 172.16.100.1 255.255.255.0  
no ip directed-broadcast  
encapsulation dot1Q 1001  
bandwidth 100000  
delay 1  
!  
interface FastEthernet0/0.2  
ip address 192.168.100.1 255.255.255.0  
no ip directed-broadcast  
encapsulation dot1Q 1002  
bandwidth 100000  
delay 1  
!  
interface FastEthernet0/3  
no ip address  
no ip directed-broadcast  
!  
interface FastEthernet0/3.1  
ip address 172.16.101.1 255.255.255.0  
no ip directed-broadcast  
encapsulation dot1Q 1001  
bandwidth 100000  
delay 1  
!  
interface FastEthernet0/3.2  
ip address 192.168.101.1 255.255.255.0  
no ip directed-broadcast  
encapsulation dot1Q 1002  
bandwidth 100000  
delay 1  
!  
interface Serial0/1  
no ip address  
no ip directed-broadcast  
!  
interface Serial0/2  
no ip address  
no ip directed-broadcast  
!  
interface Async0/0  
no ip address
```


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	

(6) 通过 Tracert 命令进行主机间通信测试，并填写下表 8-5。

表 8-5 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、请按照（2）的要求完成路由器 R-1 的网络配置，并将路由器 R-1 的具体配置命令填写到实验报告册中。
- 2、请按照（5）的要求进行网络通信测试，完成表 8-4 的填写，并将结果填写到实验报告册中。
- 3、请按照（6）的要求进行网络通信测试，完成表 8-5 的填写，并将结果填写到实验报告册中。
- 4、请结合表 8-5 的测试结果，分析说明主机 A 到不同主机的路由的不同，并将分析结果填写到实验报告册中。

九、实验分析

1、路由器的工作原理

- （1）路由器的工作原理是什么？
- （2）在上述实验 4 中，为什么要调整交换机 S-2 对应主机的 IP 地址？

要求：

请查阅相关资料，回答上述 2 个问题，并将答案填写到实验报告册中。

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：

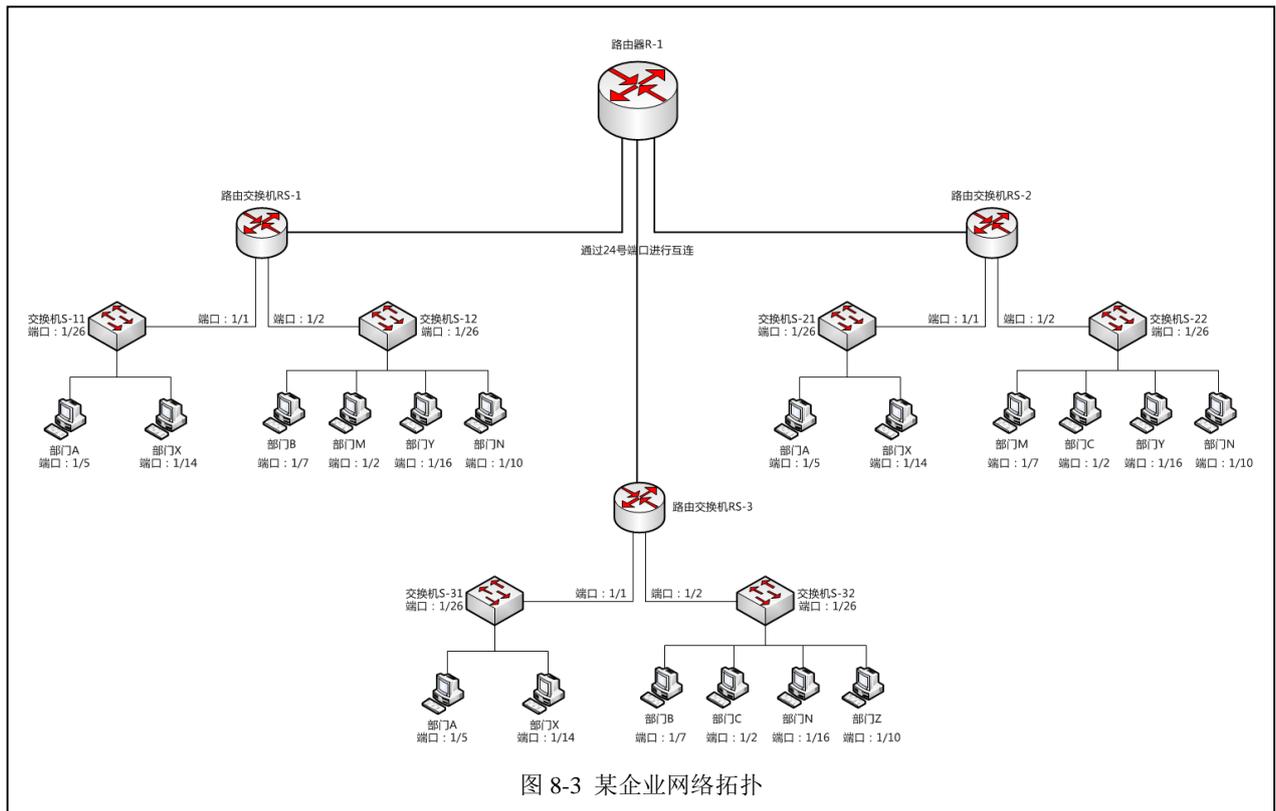
请查阅相关资料，回答上述 2 个问题，并将答案填写到实验报告册中。

十、课外自主实验

1、使用路由器实现企业网，并基于 GNS3 进行仿真实验

网络建设需求：

- （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。



(详细的内容, 看参考阅读实验素材的 Visio 文档。可以依照 DCN DCR-2600、DCN 5650、DCN DCS-3950 实现)

网络实现要求:

- (1) 请按照上述网络需求设计该企业网, 包括 VLAN 设计、IP 地址设计和路由设计。
- (2) 在日常学习中, 很难同时找到满足以上要求的实验设备, 对此我们可以使用 GNS3 进行模拟仿真实验, 请在 GNS3 中完成下述(3)(4)(5)的实验要求。
- (3) 请使用 GNS3 绘制网络拓扑结构, 并对各部门网络 IP 和交换机进行相关配置。
- (4) 对路由交换机和路由器进行配置实现网络通信。
- (5) 使用 Ping 命令和 Tracert 命令进行网络通信测试。

要求:

- 1、请按照上述(1)的要求, 完成该企业网的设计, 并将 VLAN 设计、IP 地址设计、路由设计的表格填写到实验报告册中。
- 2、请将路由器、路由交换机的配置信息填写到实验报告册中。

十一、实验扩展资源

1、图书

- (1) 《TCP/IP 路由技术》 多伊尔, 卡罗尔编著 葛建立, 吴剑章译 人民邮电出版社
- (2) 《路由器原理与应用》 魏亮 编著 人民邮电出版社
- (3) 《路由与交换》 沈海娟 编著 浙江大学出版社

2、文章

《静态路由选择配置方案的设计》肖捷《计算机工程》2000 年 08 期

《IP 静态路由实验的研究》惠玥《实验是研究与探索》2010 年 11 期

《可扩展路由器》张小平《软件学报》2008 年 06 期

3、互联网资源

使用静态路由的优点：<http://www.blogjava.net/IPV6-1207/archive/2012/07/23/383752.html>

CISCO 路由器配置手册：<http://www.net130.com/tutorial/ciscojc/index.htm>

静态路由设置：<http://hi.baidu.com/gbiagbpovumnvye/item/e847523054b59dd56d15e9a6>

4、电子资源下载

课程资源网站：<http://ke.51xueweb.cn/Network.html>