**Lab17\_帧中继配置实验项目**

学生姓名：苏家铭 合作学生：莫益萌

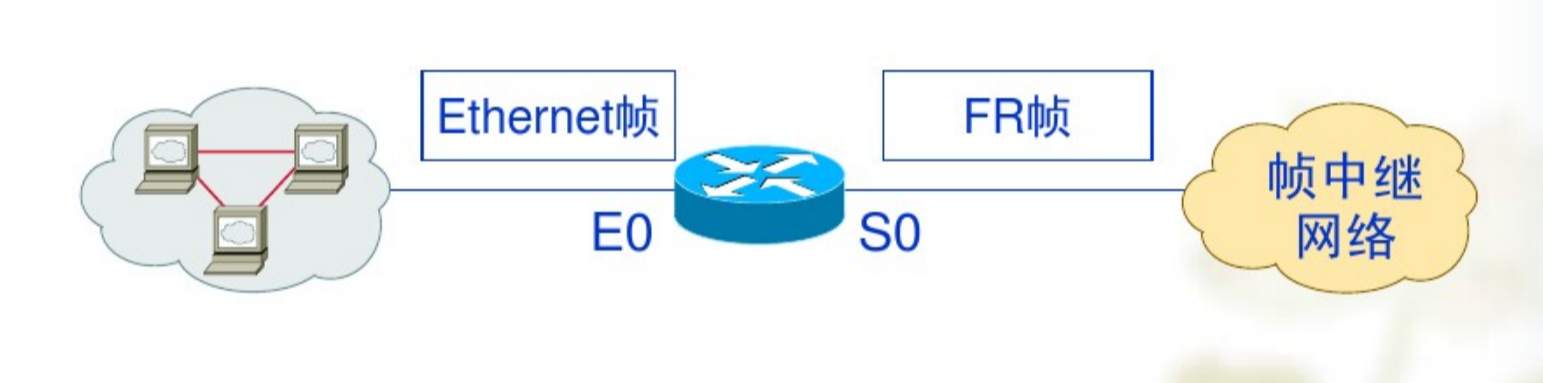
实验地点：济世楼330 实验时间：2023年11月22日

**【实验目的】**

通过本次实验，学生可以了解帧中继的网络的基本概念和原理，理解地址映射在帧中继网络中的作用和实验方式，并实践配置帧中继网络中的地址映射表，从而理解帧中继网络中的帧转发过程，同时通过发送数据包并观察帧中继网络的转发行为，检验地址映射和帧转发的正确性，甚至可以使得学生分析和解决帧中继网络中地址映射以及帧转发可能遇到的问题和故障。

**【实验原理】**

帧中继是一种重要且流行的广域网（WAN）连接标准，它是由ITU-T（国际电信联盟电信标准化部门）和ANSI（美国国家标准协会）制定的标准。帧中继是一种面向连接的数据链路技术，旨在提高性能和效率。它使用可靠的光纤和数字网络，并依赖高层协议进行纠错。它将数据分割成较小的帧并传输到目的地。它使用可靠的光纤和数字网络，以提供稳定和高速的数据传输。帧中继技术简化了数据传输过程，提高了网络的性能和效率。它还依靠高层协议来实现错误检测和纠正，确保数据的可靠性和完整性。



帧中继连接运行在虚电路（Virtual Circuit，VC）上，每条虚电路都由一个数据链路标识符（Data Link Connection Identifier，DLCI）来唯一标识。这个DLCI会被映射到一个特定的IP地址，以实现数据传输。在帧中继中，存在两种类型的虚电路：永久虚电路（Permanent Virtual Circuit，PVC）和交换虚电路（Switched Virtual Circuit，SVC）。其中，PVC是永久性连接，在建立之后就可以直接使用，无需再次建立连接。它在网络中保持持续的连接状态，适用于长期传输数据的情况。而SVC是暂时性连接，相对于PVC而言，它是临时建立的虚电路。SVC在需要传输数据时临时建立，数据传输完成后被释放。SVC的使用在Cisco IOS版本11.2之后得到支持。 另外，在帧中继中使用LMI（Local Management Interface）协议来管理虚电路和帧中继连接。LMI协议有几种不同的类型： 其一是ITU-T的Q.933附录A是ITU-T制定的LMI协议类型。 其二是ANSI的T1.617附录D是ANSI制定的LMI协议类型。 最后，还存在一些非标准兼容类型，如CISCO等，它们可能有自己独特的LMI协议类型。

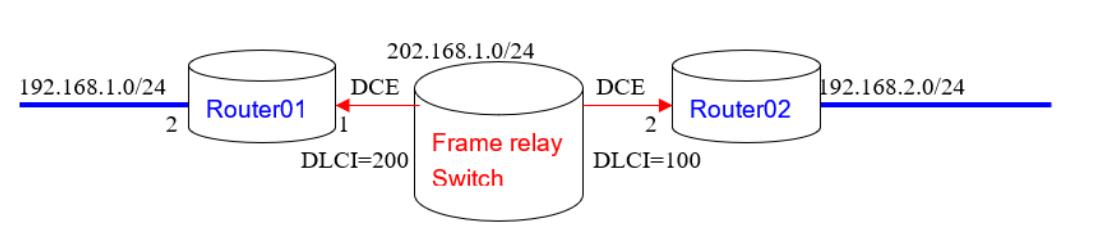
Frame-Relay是一种广域网连接协议，它通过为每一对数据终端设备（Data Terminal Equipment，DTE）分配一个数据链路连接标识符（Data Link Connection Identifier，DLCI）来实现连接。通过使用DLCI，每对路由器（CPE）和Frame-Relay交换机之间可以建立一条逻辑虚拟链路，即永久虚电路（Permanent Virtual Circuit，PVC）。PVC允许在同一物理链路上进行多个虚电路的复用，这样可以更有效地利用网络资源。在网络服务提供商的交换设备中，会构建一张表来映射连接标识符（DLCI）到输出端口。这张表为每个DLCI提供了与之关联的输出端口信息。当交换设备收到一个帧（Frame）时，它会分析帧中的DLCI，并将该帧转发到预先建立好的与该DLCI相关联的输出端口。这样，交换设备可以根据DLCI进行帧的路由和转发，确保帧按照相应的虚电路进行正确传输。

在Cisco Router上，可以手动配置地址映射表（MAP），也可以采用动态地址映射。动态地址映射使用Frame-Relay地址解析协议（ARP），根据给定的DLCI号码来查找下一跳协议地址。Frame-Relay ARP也被称为反向ARP。当收到一个数据包时，Router会使用Frame-Relay ARP为特定连接查找下一跳协议地址，并更新其映射列表。然后，Router会使用映射列表中的信息将数据包转发到正确的路由。如果交换机（Frame-Relay交换机）上定义了该链路上的DLCI，交换机将会将帧转发到目的地。但是，如果DLCI在该链上没有被定义，交换机将会丢弃该帧。在封装接口时，Cisco Router上的默认值适用于与另一个Cisco Router连接时使用。然而，如果要与另一个非Cisco Router连接，则应选择使用"IETF"作为封装接口的选项。

**【实验设备】**

实验环境主要由三台路由器、三台计算机和一台交换机组成

**【实验网络拓扑】**



**【实验步骤】**

1. 路由器（模拟帧中继交换机）使用单根串行交叉线将路由器A和路由器C的广域网串口连接起来，路由器B和路由器C的广域网串口连接起来（构建帧中继网络专线以连接两个远程子网），并使得同RouterC相连的电缆连接线类型均为DCE，将路由器A和luyouqiB以太网端口和两台计算机串口com同路由器console口连接起来，使用各自超级终端作为路由器管理的操作平台。为方便处理，所有子网掩码设置成255.255.255.0，配置参数如下：
2. 路由器A，以太网端口地址：192.168.1.1，串口地址202.168.1.1。
3. 路由器B，以太网端口地址：192.168.2.1，串口地址202.168.1.2。
4. 路由器C和host3，分别充当帧中继设备和配置平台，不配置IP地址。
5. host1网卡配置：192.168.1.254，网关地址设置成192.168.1.1。
6. host2网卡配置：192.168.2.254，网关地址设置成192.168.2.1。

两个以太网子网各自在本地分别连接一个路由器，然后用一个帧中继交换机将两个路由器连接起来，是两个以太网子网经过帧中继交换机实现互通。

1. 以太网子网配置。使得主机和所连接路由器的以太网端口节点同处一个子网，RouterA和Host1为一组，RouterB和Host2为另一组。主机的缺省网关设置成立尤其以太网端口节点地址。
2. 配置帧中继交换机。将中间一台路由器C作为帧中继交换机使用，分别用串行线同另两个路由器串口对接，配置成两条帧中继通信链路，形成单挑永久虚电路。
3. 配置静态路由。路由器A和路由器B使用帧中继永久虚电路作为连接网络，实现网际互连，需要将连接端口设置成帧中继类型，以便正确封装；路由表配置还是按照静态路由设置。
4. 启用作为帧中继交换机命令：frame switching.
5. 设置端口为帧中继封装方式命令：encap frame.
6. 设置帧封装类型命令：fram intf-type dce.
7. 设置lmi管理类型命令：fram lmi-type dce.
8. 配置广域路由命令：fram route <IN\_DLCI>inter <Interface><OUT\_DLCI>。

其中，IN\_DLCI代表进入数据链路连接标识，OUT\_DLCI代表离开数据链路连接标识，两个标识构成了一条电路，Interface代表链路出口端口名。

1. 帧中继上查看二层路由表命令：sh frame route，即pvc构成。
2. 路由器上查看永久虚电路命令：sh frame pvc。
3. 路由器上查看DLCI同IP地址映射关系：sh frame map。
4. 按照实验环境要求，完成实验拓扑结构链接，并打开相关设备电源。
5. RouterC配置成为帧中继交换机。启用超级终端，将路由器配置成一台帧中继交换机，并建立一条PVC电路用于连接以太网子网。
6. 确认串口线是否连接正确。必须使得同RouterC相连的电缆连接线类型均为DCE。
7. 进入特权模式：routerC>en,Enable Scret Password=cisco
8. 查看端口s0/0物理线路连接状态及接口类型，必须是DCE：routerC#sh control s0/0
9. 查看端口s0/1物理线路连接状态及接口类型，必须是DCE：routerC#sh control s0/1
10. 看到DCE表示连接正确，否则，要重新连线。
11. 帧中继配置。配置帧中继永久电路以连接路由器RouterA和RouterB。
12. 启用路由器作为帧中继运行。
13. 进入全局配置模式：routerC# config t
14. 设置成帧中继仿真模式：routerC(config)#frame switching
15. 串口s0/0/0配置模拟帧中继端口。
16. 进入端口配置模式：routerC(config)#int s0/0/0
17. 设置端口为帧中继封装方式：routerC(config)#encap frame
18. 设置帧封装类型：routerC(config-if)#fram intf-type dce
19. 设置lmi管理类型：routerC(config-if)#fram lmi-type cisco
20. 时钟频率设置：routerC(config-if)#clock rate 56000
21. 配置广域路由(pvc)：routerC(config-if)#fram router 200 inter s0/0/1 100
22. 启动端口：routerC(config-if)#no shut
23. 退出端口配置，使端口配置生效：routerC(config-if)#exit
24. 串口s0/0/1配置模拟帧中继端口。
25. 进入端口配置模式：routerC(config)#int s0/0/1
26. 设置端口为帧中继封装方式：routerC(config)#encap frame
27. 设置帧封装类型：routerC(config-if)#fram intf-type dce
28. 设置lmi管理类型：routerC(config-if)#fram lmi-type cisco
29. 时钟频率设置：routerC(config-if)#clock rate 56000
30. 配置广域路由(pvc)：routerC(config-if)#fram router 200 inter s0/0/0 100
31. 启动端口：routerC(config-if)#no shut
32. 退出端口配置，使端口配置生效：routerC(config-if)#end
33. 查看帧中继交换机永久电路。
34. 查看二层路由表：routerC#sh frame route，即pvc构成表，如下表所示：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **IN\_Port** | **IN\_DLCI** | **OUT\_Port** | **OUT\_DLCI** |
| **S0/0** | **200** | **S0/1** | **100** |
| **S0/1** | **100** | **S0/0** | **200** |

1. 主机Host1和Host2网卡地址配置，主机网卡IP地址设置如下：

* Host1：IP地址=192.168.1.254，子网掩码=255.255.255.0，网关=192.168.1.1
* Host2：IP地址=192.168.2.254，子网掩码=255.255.255.0，网关=192.168.2.1

1. 路由器Router A和RouterB配置。
2. ①路由器RouterA端口配置。启用host1超级终端，进行网关设置和帧中继连接端口设置。
3. 进入配置模式。
4. 进入特权模式：routerA>en,Enable Secret Password=cisco
5. 进入配置模式：routerA#config t
6. 192.168.1.0/24网关配置
7. 进入以太网端口配置模式：routerA(config)#int f0/0
8. 设置IP地址：routerA(config-if)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
9. 开启端口：routerA(config-if)#no shut
10. 退出端口配置，使端口配置生效：routerA(config-it)#exit
11. 帧中继连接端口配置
12. 进入串口端口配置模式：routerA(config)#int s0/0/0
13. 设置IP地址：routerA(config)#ip addr 202.168.1.1 255.255.255.0
14. 设置端口为帧中继封装方式：routerA(config-it)#encap frame
15. 设置lmi管理类型：routerA(config-if)#fram lmi-type cisco
16. 启动端口功能：routerA(config-if)#no shut
17. 退出配置模式，使配置生效：routerA(config-it)#end
18. ②路由器RouterB端口配置。启用host2超级终端，仿照RouterA配置，除网关设置和帧中继连接端口配置，还进行路由配置，具体配置：
19. a.进入配置模式。
20. 进入特权模式：routerB>en,Enable Secret Password=cisco
21. 进入配置模式：routerB#config t
22. b.192.168.1.0/24网关配置
23. 进入以太网端口配置模式：routerB(config)#int f0/0
24. 设置IP地址：routerB(config-if)#ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
25. 开启端口：routerB(config-if)#no shut
26. 退出端口配置，使端口配置生效：routerB(config-it)#exit
27. c.帧中继连接端口配置
28. 进入串口端口配置模式：routerB(config)#int s0/0/0
29. 设置IP地址：routerB(config)#ip addr 202.168.1.2 255.255.255.0
30. 设置端口为帧中继封装方式：routerB(config-it)#encap frame
31. 设置lmi管理类型：routerB(config-if)#fram lmi-type cisco
32. 启动端口功能：routerB(config-if)#no shut
33. 退出配置模式，使配置生效：routerB(config-it)#end
34. 路由器RouterB路由配置。添加静态路由。
35. 添加缺省路由：routerB(config)#ip router 0.0.0.0 0.0.0.0 202.168.1.1
36. 启动IP路由功能：routerB(config)#ip routing
37. 退出配置模式，使配置生效：routerB(config)#exit
38. ③路由器RouterA路由配置。
39. 查看帧中继线路使用情况，添加静态路由
40. 查看帧中继永久电路使用状况。
41. 查看DLCI同IP地址映射状态，已建立映射：routerA#sh frame map
42. 查看pvc的DLCI编号，routerC配置才能看到：routerA#sh frame pvc
43. 静态路由添加。
44. 添加缺省路由：routerA(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 202.168.1.2
45. 查看静态IP路由表：routerA# sh ip route
46. 测试子网连通。测试主机Host1是否连通主机Host2
47. Host1打开命令窗口
48. 键入“ping 192.168.2.254”，连通就表示网关、帧中继交换机永久电路和路由均起作用，实验成功。

**【实验现象】**



帧中继连通远程子网

【分析讨论】

通过实验，我较为清晰地了解到帧中继的的优点，它使用了虚拟通道的机制，通过在物理线路上创建了多个逻辑通道，可以同时传输多个数据流。这种机制可以有效地利用带宽，在单个物理链路上实现多路复用。从所学知识来看，“虚拟”这项技术在计算机领域发挥着巨大作用：在操作系统中，一直很强调着虚拟性，其中的关键即为复用，通过复用提高CPU的利用效率。在这里也可以通过复用提高物理链路的利用效率。

配置了PC之后发现，仍然无法利用PC相互ping通，经过同学之间相互讨论，我们发现需要配置RIP才能保证三个PC之间的联通，即前三个数据各自使用的串口前三个数相同，最后一个为0。以下是我学习的RIP的相关知识。

RIP（Routing Information Protocol, 路由信息协议）是一种基于距离矢量的内部网关协议（IGP），常用于小型网络中。RIP通过交换路由信息来确定最佳路径，并使用跳数作为距离度量。

每台运行 RIP 的路由器，都有一个 RIP 数据库，里面存着路由器所有的 RIP 路由，包括路由器本身的直连路由，以及从其它路由器收到的路由。RIP 数据库的路由条目包含：目的网络地址/网络掩码、度量值、下一跳地址、老化计时器以及路由状态标识等信息。RIP 数据库中的有效路由条目才会添加到路由器的路由表中。

RIP属于一种距离矢量协议。在距离矢量协议中，每个路由器将自己所知的路由信息告知邻居，并根据接收到的邻居的路由信息来更新自己的路由表。每个路由器通过跳数（即经过的路由器数量）来衡量到达目的地的距离。RIP使用了最大跳数限制（通常为15），当达到该跳数时，路由器会认为目的地不可达。

RIP路由器会周期性地向邻居路由器发送路由更新，通知它们自己所知的网络地址及其距离信息。这些路由更新包含了整个路由表或部分路由表的信息。每个路由器收到邻居的路由更新后，会根据具体的算法来计算最佳路径，并更新自己的路由表。