

实验 4 交换机中交换表的自学习功能

一、实验目的

- (1) 通过 MAC 地址转发表，理解交换机的基于 MAC 地址转发表的工作过程。
- (2) 理解二层交换机交换表的自学习功能。

二、实验性质：

验证性实验。

三、实验条件：

计算机（已安装 Packet Tracer）。

四、基本概念

交换机可以即插即用，不需要人工配置交换表，交换表的建立是通过交换机自学习得到的。其主要思路为主机 A 封装的帧从交换机的某个端口进入，当然，也可以从该端口到达主机 A。这样，当交换机在收到一个帧时，可以将帧中的源 MAC 地址和对应的进入端口号记录到交换表中，作为交换表中的一个转发项目，根据交换表去转发该帧，若交换表中没有目的 MAC 地址的记录，则通过广播方式去寻找，即向除该进入端口外的所有其他端口转发。

详细内容请参阅《计算机网络》（第 8 版）教材第 102 页。

本实验相关命令如下：

```
Switch#clear mac-address-table dynamic //清空交换机交换表
```

五、实验内容

1. 实验流程：

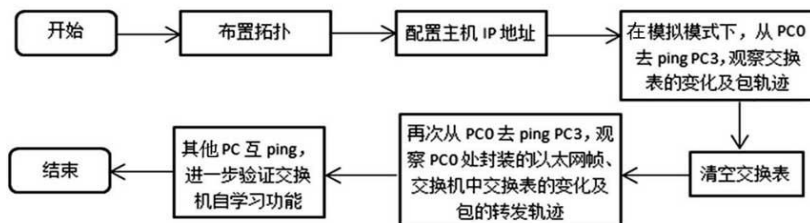


图 4-1 实验流程图

2. 实验步骤

(1) 构建拓扑。

创建如图 4-2 所示的拓扑。

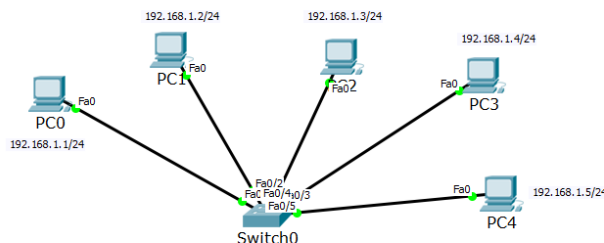


图 4-2 拓扑图

(1) 在发生通信前，查看交换机 MAC 地址转发表，结果为空，如图 4-3 所示。

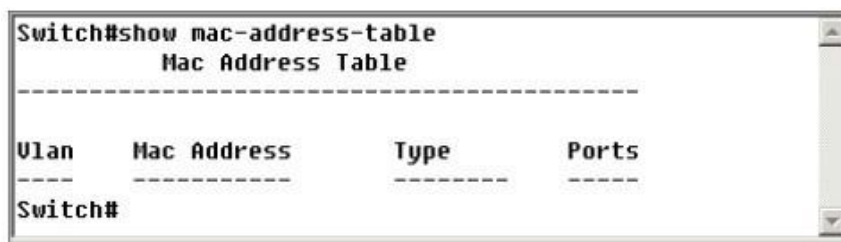
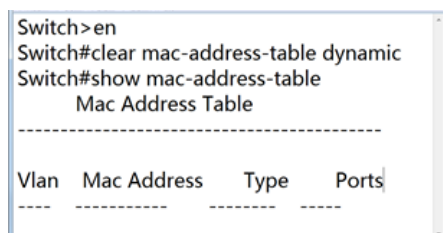


图 4-3 MAC 地址转发表

注：若地址表非空，则清空 MAC 地址转发表，具体方法如下：



(2) 执行 ping 命令，观察分组。

在模拟模式下，只过滤 ARP 和 ICMP 协议，从 PC0 ping PC2，如图 4-3 所示。单击 PC0 处的 ARP 分组，该分组被封装为以太网广播帧，观察 ARP 分组里的源和目的 MAC 地址，如图 4-4 所示。

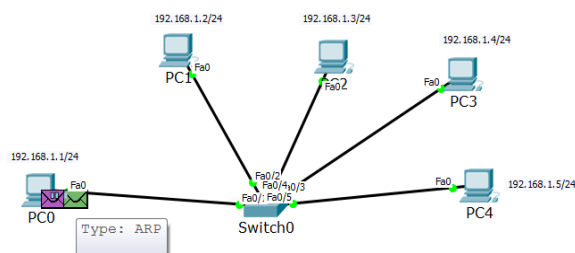


图 4-3 从 PC0 ping PC2

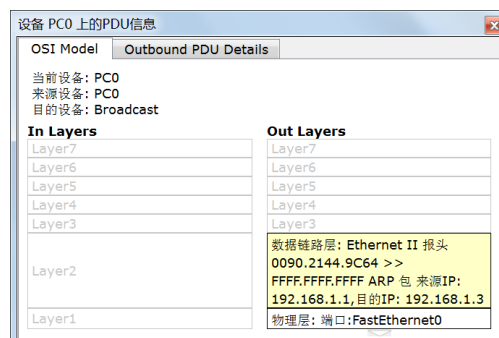


图 4-4 观察 ARP 分组里的源和目的 MAC 地址

由于该分组还没有到达交换机，所以，此时交换机的交换表是空的，可查看交换机的交换表验证（方法见步骤 1）。

(3) 在交换机中添加交换表记录。

ARP 分组到达交换机，如图 4-5 所示，ARP 分组里的源和目的 MAC 地址，如图 4-6 所示。

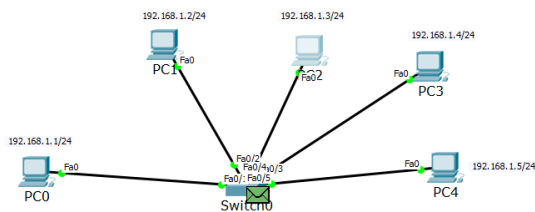


图 4-5 ARP 分组到达交换机

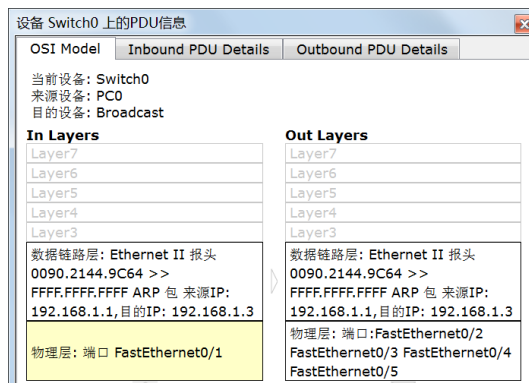


图 4-6 ARP 到达分组里的源和目的 MAC 地址

实验时利用 ping 命令去访问另一台主机，在 ping 包发出前，网络会先运行 ARP 协议来获得对方主机的

MAC 地址。这样，按照自学习算法，交换机会首先学习到 ARP 分组中的源 MAC 地址和对应端口号，并记入交换表。

此时查看交换机的交换表。

```
Switch#show mac-address-table
Mac Address Table
-----
Vlan  Mac Address      Type      Ports
----  -
1     0090.2144.9c64   DYNAMIC   Fa0/1
```

可以看到，PC0 的 MAC 地址已经被交换机自动学习到了。

(4) ARP 分组被交换机广播出去，如图 4-7 所示。但需要注意，此广播属于 ARP 的广播（目的 MAC 地址为全 1），而非交换机找不到转发表中的记录所进行的广播。

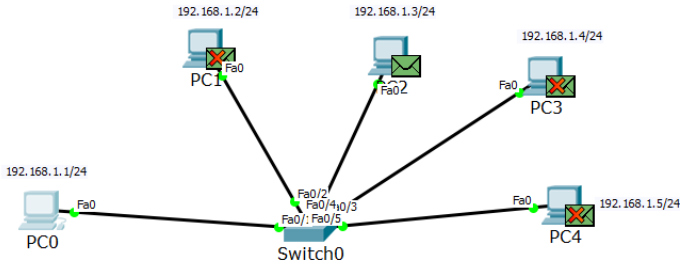


图 4-7 ARP 分组被交换机广播出去

(5) 单击 PC2 上 ARP 的应答分组，如图 4-8 所示，观察 PC2 的 MAC 地址。

设备 PC2 上的 PDU 信息

OSI Model Inbound PDU Details Outbound PDU Details

当前设备: PC2
来源设备: PC0
目的设备: Broadcast

In Layers
Layer7
Layer6
Layer5
Layer4
Layer3

Out Layers
Layer7
Layer6
Layer5
Layer4
Layer3

数据链路层: Ethernet II 报头
0090.2144.9C64 >>
FFFF.FFFF.FFFF ARP 包 来源IP:
192.168.1.1,目的IP:
192.168.1.3
物理层: 端口 FastEthernet0

数据链路层: Ethernet II 报头
0060.2F96.6BB7 >>
0090.2144.9C64 ARP 包 来源IP:
192.168.1.3,目的IP:
192.168.1.1
物理层: 端口 FastEthernet0

1. FastEthernet0 receives the frame.

Challenge Me << Previous Layer Next Layer >>

图 4-8 观察 PC2 的 MAC 地址

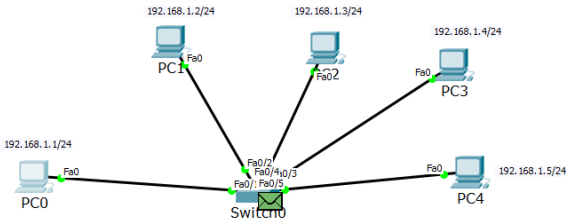


图 4-9 ARP 分组返回交换机

(6) 交换机转发 ARP 分组。

ARP 分组返回交换机，如图 4-9 所示，此时，按照自学习算法，PC2 的 MAC 地址将被记录到交换表中。查看交换机的交换表：

```
Switch>en
Switch#show mac-address-table
Mac Address Table
-----
Vlan  Mac Address      Type      Ports
----  -
1     0060.2f96.6bb7   DYNAMIC   Fa0/3
1     0090.2144.9c64   DYNAMIC   Fa0/1
Switch#
```

(7) 观察交换机的转发。

再次从 PC0 ping PC2，如图 4-10 所示，可以看到，交换机直接将该分组由 Fa0/1 转发出去，而不是向其

他端口广播，这正是依据交换表转发的结果。

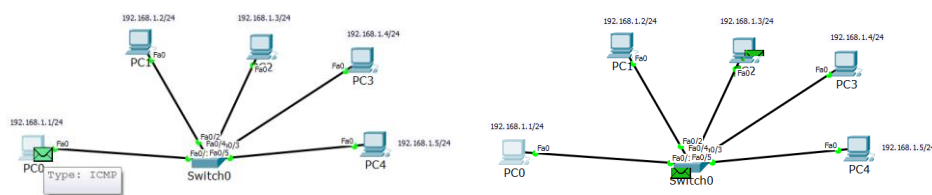


图 4-10 交换机直接将该分组转发出去

(8) 清空交换机的 MAC 地址表，再次由 PC0 ping PC3。此时由于 PC0 的 ARP 缓存中保存有 PC3 的 MAC 地址，因此，PC0 处封装的 ICMP 分组中目的 MAC 地址为 PC3 的 MAC 地址，当分组到达交换机时，由于交换机地址表中没有该目的地址的记录，所以按照自学习算法将向所有其他端口转发。

ping 命令结束后，再次查看交换机中的交换表，此时交换表中的记录是几条？请大家思考并验证。

(9) 用拓扑中的 PC 互 ping，查看最终的交换机 MAC 地址转发表。

3. 思考题

- (1) 查看交换机 MAC 地址转发表、清空 MAC 地址转发表分别使用什么命令？
- (2) 简述交换机交换表的自学习功能。