DOI:10.19789/j.1004-9398.2018.06.004

基于 GNS3 的生成树协议仿真

孙光懿[1] 杨 媛[1] 刘云月[2]

(1. 天津音乐学院图书信息中心,天津 300171; 2. 天津市宁河区人才交流服务中心,天津 301500)

摘 要

本文介绍了生成树协议的产生背景与工作过程,包括根交换机、根端口、指定端口以及非指定端口的选举,并利用思科 GNS3 仿真软件模拟了生成树协议在局域网中的应用.

关键词: 生成树协议,GNS3,仿真.

中图分类号: TP393.18

0 引 言

当今,网络已成为人们日常生产生活不可替代的要素,其可靠性的高低对用户来说显得尤为重要. 现实中为了提高网络的可靠性多使用冗余架构,即交换机与交换机之间通过创建多个链接来实现三层链路冗余与二层链路冗余,这样以来就可以有效避免网络中的单点故障,即使其中某条链路出现故障,数据还可以通过另一条冗余链路进行转发. 但是二层链路的冗余往往会带来桥接环路,桥接环路的存在对于以太网来说是灾难性的,数据帧会在组成环路的设备间不停的循环转发,这必然会引起交换机 CAM 表不稳定、相同数据帧传输、产生广播风暴等一系列问题,最终导致交换机内存与 CPU 资源耗尽,网络彻底瘫痪. 这一问题随着 1985 年 STP 协议[1-2] 的诞生(早期 STP 协议的版本为 IEEE 802.1D,随着网络技术的发展目前已有多个版本的生成树协议)得到了有效解决,它不仅可以为网络提供二层冗余链路,而且还负责解决二层环路问题.

1 STP[3-4]

1.1 生成树协议的工作原理

STP 协议通过应用 SPA 算法,在存在环路的二层网络创建一个逻辑无环树,从而确保去往任意目标地址只存在一条活动路径. 一方面它通过阻塞环路设备上某个特定端口,在逻辑上切断二层桥接环路,防止广播风暴的产生;另一方面承担数据转发的这条链路如果发生故障,STP 会再次进行计算,在逻辑上被切断的链路也会重新建立连通性,从而保证数据的正常转发. 需要清楚认识到的一点是:二层环路中的各设备应用 STP 协议后,虽然逻辑上的环路不存在了,但是物理上的环路依然存在.

1.2 桥协议数据单元

桥协议数据单元(BPDU)[5-6] 是 STP 协议定义的一种二层消息帧,拥有配置 BPDU 和 TCN BPDU 两种类型. BPDU 字段中的 TYPE 值决定了 BPDU 的类型,配置 BPDU 的 TYPE 值为 0x00,TCN BPDU 的 TYPE 值为 0x80. 配置 BPDU 主要用来计算 STP,一般情况下非根交换机只有根端口才可以获取配置 BPDU. 而 TCN BPDU 主要用来向应用 STP 协议的各交换机通告网络拓扑结构的变化,当其中一台非根交换机发现拓扑结构发生改变后,就会从自己的根端口向根交换机发送 TCN BPDU,其它非根交换机收到 TCN BPDU 后再从自己的根端口转发出去,这样层层的转发直到根交换机收到为止,这时 TCN BPDU 的使命才算真正完成. 收到 TCN BPDU 的根交换机则会发出一个正常的配置 BPDU 作为回应. 由此可见,应用 STP 协议的交换机不仅通过 BPDU 来交换 STP 信息,而且还使用它来确定网络拓扑结构,以及对网络拓扑变化及时做出回应. 通常交换机为了交换最新拓扑信息,每隔 2 秒钟就会向其所有

收稿日期:2017-12-10

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

端口发送 BPDU,(端口自身的 MAC 地址即为源地址,STP 协议组播 MAC 地址 01-80-c2-00-00-00 即为目的地址)从而快速鉴别二层网络中是否有环路的存在. BPDU 消息格式如图 1 所示.

DMA	SMA	L/T	LLC Header	Pay load

图 1 BPDU 消息格式

1.3 根交换机及端口的选举方法

(1) 选举根交换机[7]

我们可以把根交换机理解为生成树拓扑结构的逻辑中心,网络中数据流的选路过程都要围绕根交换机来开展. 在启用 STP 协议的二层环路交换机中选举根交换机是一个长久持续的过程,最初每台交换机不仅会向相邻交换机发送 BPDU,而且也会接收来自相邻交换机的 BPDU,并与自身的 BID 相比较(BID 由交换机的优先级和 MAC 地址构成,由于 MAC 地址具有唯一性,因此对每台交换机来说 BID 也是唯一的),如果接收到的 BID 值小于自身的 BID 值,则会认为自身不是根交换机,从而不再向相邻交换机发送 BPDU; 如果接收到的 BID 值大于自身的 BID 值,则会认为自身就是根交换机并继续向相邻交换机发送 BPDU. 最终,拥有最低优先级的交换机(交换机默认优先级为 32768)将会被选举为根交换机. 如果出现交换机优先级相同的情况,则会通过比较交换机 MAC 地址大小的方式来选举根交换机,拥有最低 MAC 地址的交换机成为根交换机. 另外,后期如果有 BID 更低的交换机加入网络,那么这台交换机会被选举为新的根交换机.

(2) 选举根端口[8]

在生成树协议工作过程中根端口发挥着极其重要的作用,不仅承担着将数据流转发到根交换机的重任,而且还负责将收到的数据帧源 MAC 地址加入到交换机的 CAM 表中. 根端口的选举由非根交换机端口去往根交换机链路开销的大小(默认情况下,链路开销大小基于链路带宽得出)所决定,开销值最小的端口即为根端口. 如果非根交换机上出现端口开销值一样的情况,那么拥有最小端口 ID(端口 ID 由端口优先级和端口号构成)的端口就会被选举为这台非根交换机的根端口. 需要说明的一点是,根端口只存在于非根交换机上,并且每台非根交换机只有一个根端口.

(3) 选举指定端口

二层环路中的每条链路都存在一个向根交换机接收和发送流量的端口,此端口即为指定端口. 指定端口通常选择存在于根交换机上(根交换机上所以端口均为指定端口),两台非根交换机的链路之间必定有一个端口为指定端口,指定端口的选举由非根交换机到根交换机的链路开销大小所决定,链路开销最小的非根交换机所在的链路的端口为指定端口. 如果两条链路开销相同,则继续比较两台非根交换机的 BID,拥有最小 BID 的非根交换机所在的链路的端口为指定端口.

(4) 非指定端口

非指定端口通常处于逻辑阻塞状态,可以接收 BPDU,但是不负责转发任何数据帧. 在启用 STP 协议的二层环路中,除根端口及指定端口外的其它端口都属于非指定端口.

2 GNS3 网络仿真软件简介

GNS3[9] 是一款可以运行在 WINDOWS、LINUX 及苹果系统中的图形化网络仿真软件,目前最新版本为 GNS3-2.0.3. 相比思科公司推出的仿真软件 Cisco Packet Tracer 而言,GNS3 由多款软件整合而成并且是开源的,可以实现的功能更多. 不仅支持多种型号的思科交换机、路由器以及防火墙等设备的模拟仿真,而且还可以与现实中网络环境进行深度对接,具有免费、真实可信、用户操作性强等特点,适用于模拟各类型复杂网络环境.

GNS3 主要包含以下这几款组件 Dynamips、Qemu、Dynagen、Wireshark. 其中,Dynamips 也是一款开源软件,它通过模拟思科设备的实际运行环境,能够直接加载并运行思科 IOS 镜像,不足的一点是操作界面为命令行模式,当需要模拟大型复杂网络环境时,用户的配置难度会成倍增加. Qemu 主要用来在 GNS3 上模拟 PIX 防火墙、ASA 防火墙等设备. Dynagen 是 Dynamips 的前端程序,它使用类 ini 配置文件来生成网络拓扑. Wireshark 则是一款著名的开源数据包分析软件,支持 Linux 与 Windows 操作系统,用户可以通过它实时捕获并分析网络和上层协议的各种信息.

3 仿真实验[10-14]

我们在 GNS3 网络仿真平台的基础上,使用三

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

台交换机和四台终端计算机模拟构建一个小型局域网. 其中 SW1 为三层交换机,负责数据包的快速交换与路由,局域网内 VLAN60 与 VLAN70 两个网段的网关均在其上建立. VLAN60 的网关地址为 192. 168. 60. 1, VLAN70 的网关地址为 192. 168. 70. 1. SW2 与 SW3 为两台二层交换机,用以连接局域网内的四台终端计算机即 C1、C2、C3 和 C4,它们之间可以互相访问. 三台交换机之间通过 trunk 链路相连(每条链路带宽均为 100 Mbit/s) ,通过拓扑图不难发现,局域网中有二层环路的存在. 为了消除二层环路,保障局域网能够正常工作,我们在三台交换机 SW1、SW2、SW3 上实施生成树协议,同时将三层交换机 SW1 设置为 VLAN1、VLAN60 与 VLAN70 的根交换机. 局域网网络拓扑如图 2 所示.

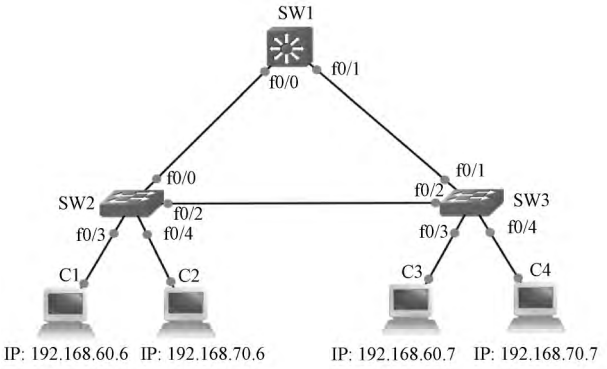


图 2　局域网网络拓扑

3.1　IP 地址分配

局域网内 VLAN 默认网关及终端计算机 IP 地址分配如图 3 所示.

设备名称	接口	IP地址	网关地址	子网掩码
C1	SW2 f0/3	192.168.60.6	192.168.60.1	255.255.255.0
C2	SW2 f0/4	192.168.70.6	192.168.70.1	255.255.255.0
C3	SW3 f0/3	192.168.60.7	192.168.60.1	255.255.255.0
C4	SW3 f0/4	192.168.70.7	192.168.70.1	255.255.255.0
SW1	vlan60	192.168.60.1		255.255.255.0
	vlan70	192.168.70.1		255.255.255.0

图 3　局域网内 VLAN 默认网关及终端计算机 IP 地址

3.2　交换机接口配置[6]

我们在三层交换机上建立 VLAN 60 与 VLAN 70 两个网段,并启用路由功能,以保证两个网段的用户可以互连互通.

(1) 配置三层交换机 SW1

```
SW1#vlan database
SW1( vlan) #vlan 60//建立 VLAN 60
SW1( vlan) #vlan 70//建立 VLAN 70
SW1( config) #ip routing          //启用三层交换机路由功能
SW1( config) #int vlan60
SW1 ( config-if ) # ip add 192. 168. 60. 1 255. 255. 255. 0
SW1( config) #int vlan70
SW1 ( config-if ) # ip add 192. 168. 70. 1 255. 255. 255. 0
SW1( config) #int range f0/0 - 1
SW1( config-if-range) #sw mode tr //将三层交换机 SW1 的 f0/0 与 f0/1 两个端口设置成 TRUNK 工作模式
```

(2) 配置二层交换机 SW2

```
SW2#vlan database
SW2( vlan) #vlan 60
SW2( vlan) #vlan 70
SW2( config) #int range f0/0 - 2
SW2( config-if-range) #sw mode tr //将二层交换机 SW2 的 f0/0、f0/1 与 f0/2 三个端口设置成 TRUNK 工作模式
SW2( config) #int f0/3            //此接口连接计算机 C1
SW2( config-if) #sw access vlan 60
SW2( config) #int f0/4            //此接口连接计算机 C2
SW2( config-if) #sw access vlan 70
```

(3) 配置二层交换机 SW3

```
SW3#vlan database
SW3( vlan) #vlan 60
SW3( vlan) #vlan 70
SW3( config) #int range f0/1 - 2
SW3( config-if-range) #sw mode tr //将二层交换机 SW3 的 f0/1 与 f0/2 两个端口设置成 TRUNK 工作模式
```


(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

SW3(config)#int f0/3 //此接口连接计算机 C3

SW3(config-if)#sw access vlan 60

SW3(config)#int f0/4 //此接口连接计算机 C4

SW3(config-if)#sw access vlan 70

3.3 交换机 STP 配置[7-9]

为了保证三层交换机 SW1 为 VLAN1、VLAN60 与 VLAN70 网段的根交换机,在这里我们有必要为其设置交换机的优先级. 如果不为其设置优先级,将不能保证三层交换机 SW1 为 VLAN1、VLAN60 与 VLAN70 网段的根交换机. 届时三台交换机的优先级将同为默认值 32 768,在交换机优先级相同的情况下,根交换机的选举将由交换机的 MAC 地址大小来决定,一般来说生产年代越早的交换机其 MAC 地址越小,也就是说生产年代最早的交换机最有可能成为根交换机,这显然是不合理的.

(1) 配置三层交换机 SW1

SW1(config)#spanning-tree vlan 1 priority 12288

SW1(config)#spanning-tree vlan 60 priority 12288

SW1(config)#spanning-tree vlan 70 priority 12288

(2) 配置二层交换机 SW2

SW2(config)#spanning-tree vlan 1

SW2(config)#spanning-tree vlan 60

SW2(config)#spanning-tree vlan 70

(3) 配置二层交换机 SW3

SW3(config)#spanning-tree vlan 1

SW3(config)#spanning-tree vlan 60

SW3(config)#spanning-tree vlan 70

3.3.1 配置 PortFast 特性

在二层接入交换机 Access 端口上启用 PortFast 特性,一方面可以使其端口立即进入转发状态,最大限度的减少等待 STP 的收敛时间. 另一方面可以使端口在发生 UP 或 DOWN 状态变化时,不会产生 TCN BPDU 消息. 这一点对于大型网络来说,可以有效避免因大规模 PC 机开关机,造成大量 TCN BPDU 消息交换现象的发生.

(1) 配置二层交换机 SW2

SW2(config)#spanning-tree portfast defau //二层交换机 SW2 上所有 access 端口启用 portfast 特性

(2) 配置二层交换机 SW3

SW3(config)#spanning-tree portfast defau //二层交换机 SW3 上所有 access 端口启用 portfast 特性

3.3.2 配置 BPDU 保护

配置 BPDU 保护不仅可以有效加强 STP 域边界,而且还可以保护 PortFast 端口的完整性. 通常交换机端口在启用 PortFast 特性后,只能对 BPDU 进行侦听,而不应该收到它. 配置 BPDU 保护以后,即使启用 PortFast 特性的交换机端口收到了 BPDU,该端口也会立即进入“err-disable”状态,从而避免网络中环路的产生.

(1) 配置二层交换机 SW2

SW2(config)#spanning-tree portfast bpduguard defau //二层交换机 SW2 所有 portfast 端口上启用 BPDU 保护

(2) 配置二层交换机 SW3

SW3(config)#spanning-tree portfast bpduguard defau

3.3.3 配置根保护

配置根保护主要为了防止新加入到网络中的交换机被选举为根交换机,从而影响网络的稳定. 当交换机端口启用根保护后,该端口将会成为指定端口,并且在任何情况下也不会被选举为根端口. 在这里我们以交换机 SW2 为例,给出根保护的详细配置命令.

(1) 配置二层交换机 SW2

SW2(config)#int range f0/3 -24

SW2(config)#spanning-tree guard root

4 仿真测试

4.1 各交换机 STP 协议状态

为了节省文章的篇幅,在这里我们以局域网 VLAN 60 网段为例,通过命令分别查看 SW1、SW2、SW3 三台交换机上 STP 协议的运行状态,并分析根交换机、根端口、指定端口、非指定端口的选举过程.

(1) SW1 上 STP 协议的相关信息

SW1#sh spanning-tree vlan 60 bri

Spanning tree enabled protocol ieee

Root ID Priority 12288

Address cc00.1ca0.0001 //交换机 MAC 地址为 cc00.1ca0.0001

This bridge is the root

Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec //各计时器的值

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

```
    Bridge ID  Priority    12288
               Address     cc00.1ca0.0001
               Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec
                 Forward Delay 15 sec
               Aging Time 300
```

//由于三层交换机 SW1 为根交换机,因此 Bridge ID 与 Root ID 信息相同.

```
    Interface
Designated
    Name                    Port ID Prio Cost   Sts
Cost  Bridge ID         Port ID
--------------------------------------------------------------------------------
    FastEthernet0/0         128.1       128
19FWD   0    4096 cc00.1ca0.0001 128.1
    FastEthernet0/1         128.2       128
19FWD   0    4096 cc00.1ca0.0001 128.2
```

通过以上信息我们可以得出以下结论: 三层交换机 SW1 为根交换机,(由于三层交换机 SW1 的优先级为 12288,比其它交换机优先级均低,因此 SW1 为根交换机.) 其运行的 STP 协议为 IEEE 802.1D,MAC 地址为 cc00.1ca0.0001,f0/0 与 f0/1 端口均为指定端口,处于转发状态且端口 ID 分别为 128.1 和 128.2.

(2) SW2 上 STP 协议的相关信息

```
    SW2#sh spanning-tree vlan 60 bri
    Spanning tree enabled protocol ieee
    Root ID     Priority    12288
                Address     cc00.1ca0.0001
                Cost        19
                Port        1 (FastEthernet0/0)
                Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec
                  Forward Delay 15 sec
    Bridge ID   Priority    32768
                Address     cc02.1ca0.0001
    Interface                   Designated
    Name                    Port ID Prio Cost   Sts
Cost  Bridge ID   Port ID
--------------------------------------------------------------------------------
    FastEthernet0/0         128.1       128   19 FWD
  0   4096 cc00.1ca0.0001 128.1
    FastEthernet0/2         128.3       128   19 BLK
  19 32768 cc01.1ca0.0001 128.3
    FastEthernet0/3         128.4       128   19 FWD
  19 32768 cc02.1ca0.0001 128.4
    FastEthernet0/4         128.5       128   19 FWD
  19 32768 cc02.1ca0.0001 128.5
```

通过以上信息我们可以得出以下结论: 二层交换机 SW2 的优先级为 32768,其运行的 STP 协议为 IEEE 802.1D,MAC 地址为 cc02.1ca0.0001. f0/0、f0/3、f0/4 端口处于转发状态,其中为 f0/0 端口为根端口,端口 ID 为 128.1.(SW2 去往根交换机 SW1 共有两条路径,从 f0/0 端口到达 SW1 的开销值为 19,从 f0/2 端口到达 SW1 的开销值为 38.) f0/3 与 f0/4 端口分别连接终端计算机 C1、C2,均为指定端口. f0/2 端口为非指定端口,处于阻塞状态,从而保证了局域网中没有二层环路的存在.(二层交换机 SW2 的 f0/2 端口与 SW3 的 f0/2 端口之间存在一条直连链路,两台交换机不仅到达根交换机 SW1 的开销值相同(开销值均为 19) 而且优先级也相同,由于 SW2 的 MAC 地址大于 SW3 的 MAC 地址 cc01.1ca0.0001,因此 SW2 上的 f0/2 端口为非指定端口,SW3 上的 f0/2 端口为指定端口.)

(3) SW3 上 STP 协议的相关信息

```
    SW3#sh spanning-tree vlan 60 bri
    Spanning tree enabled protocol ieee
    Root ID     Priority    12288
                Address     cc00.1ca0.0001
                Cost        19
                Port        2 (FastEthernet0/1)
                Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec
                  Forward Delay 15 sec
    Bridge ID   Priority    32768
                Address     cc01.1ca0.0001
                Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec
                  Forward Delay 15 sec
    Interface                   Designated
    Name                    Port ID Prio Cost   Sts
Cost  Bridge ID         Port ID
--------------------------------------------------------------------------------
    FastEthernet0/1         128.2       128   19
FWD     0    4096 cc00.1ca0.0001 128.2
    FastEthernet0/2         128.3       128   19
FWD     19 32768 cc01.1ca0.0001 128.3
    FastEthernet0/3         128.4       128   19
FWD     19 32768 cc01.1ca0.0001 128.4
```

通过以上信息我们可以得出以下结论: 二层交换机 SW3 的 MAC 地址为 cc01.1ca0.0001,不仅优

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

先级和运行的 STP 协议版本与 SW2 相同,而且所有端口均处于转发状态. 其中 f0/1 端口为根端口,端口 ID 为 128.2.(SW3 去往根交换机 SW1 共有两条路径,从 f0/1 端口到达 SW1 的开销值为 19,从 f0/2 端口到达 SW1 的开销值为 38.) f0/2、f0/3 以及 f0/4 端口均为指定端口.

4.2 连通性测试

通过 PING 命令对 4 台终端计算机进行连通性测试,以局域网 VLAN60 所属网段终端计算机 C1 为例,分别测试访问终端计算机 C3 的连通性(二者同属于 VLAN 60 网段)和终端计算机 C2 的连通性(终端计算机 C2 属于 VLAN 70 网段). 测试后发现,C1 与 C2、C3 之间均可以正常通信. 连通性测试结果如图 4 所示.

```
VPCS[1]> sh ip

NAME        : VPCS[1]
IP/MASK     : 192.168.60.6/24
GATEWAY     : 192.168.60.1
DNS         :
MAC         : 00:50:79:66:68:00
LPORT       : 20000
RHOST:PORT  : 127.0.0.1:30000
MTU:        : 1500

VPCS[1]> ping 192.168.60.7
192.168.60.7 icmp_seq=1 ttl=64 time=15.600 ms
192.168.60.7 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.000 ms
192.168.60.7 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.000 ms
192.168.60.7 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.000 ms
192.168.60.7 icmp_seq=5 ttl=64 time=2.001 ms

VPCS[1]> ping 192.168.70.6
192.168.70.6 icmp_seq=1 ttl=63 time=31.200 ms
192.168.70.6 icmp_seq=2 ttl=63 time=31.200 ms
192.168.70.6 icmp_seq=3 ttl=63 time=25.601 ms
192.168.70.6 icmp_seq=4 ttl=63 time=20.001 ms
192.168.70.6 icmp_seq=5 ttl=63 time=35.601 ms
```

图 4 连通性测试结果

5 结 语

现如今 STP 协议虽已走向成熟,但是其使用系统资源工作的特性,不可避免的会带来发生故障的风险. 在实际应用过程中,工程技术人员通常会在启用 STP 协议的交换机端口上应用一些特性来限制 BPDU 的发送和接收,(例如 PortFast、BPDU 保护、根保护等)从而使 STP 拥有更快的收敛速度和稳定性.

参 考 文 献

[1] 刘卫斌. 以太网环路保护协议 STP 研究[D]. 南京: 南京理工大学,2008:5-13.

[2] Odom W. CCNP ROUTE(642-902)认证考试指南[M]. 北京: 人民邮电出版社,2010.

[3] Teare D, Vachon B, Graziani R. CCNP ROUTE 300-101[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2016.

[4] Solie K. CCIE 实验指南: 第一卷[M]. 北京: 人民邮电出版社,2002.

[5] Solie K,Lynch L. CCIE 实验指南: 第二卷[M]. 北京: 人民邮电出版社,2006.

[6] 王隆杰. 思科网络实验室 CCNP 实验指南[M]. 北京: 电子工业出版社,2012.

[7] Froom R, Sivasubramanian B, Frahim E. CCNP SWITCH(642-813)学习指南[M]. 北京: 人民邮电出版社,2011.

[8] 冯昊,黄治虎,伍技祥. 交换机/路由器配置与管理[M]. 北京: 清华大学出版社,2010.

[9] 马素刚,赵婧如,孙韩林. 计算机组网实验教程[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社,2014.

[10] 桑世庆,卢晓慧. 交换机/路由器配置与管理[M]. 北京: 人民邮电出版社,2010.

[11] 郭东伟,霍严梅. 网络协议仿真教学系统实验教程[M]. 北京: 机械工业出版社,2008.

[12] 吕肖,刘启文,石冰心. STP 协议原理的算法与实现[J]. 华中理工大学学报,2000,28(1):65-67.

[13] 李延冰,马跃,王博,等. IEEE 三种生成树技术的分析与比较[J]. 计算机应用,2005,25(11):2499-2501.

[14] 孙光懿. 基于 HSRP 和 RIP 协议实现校园网出口多组负载均衡[J]. 实验室研究与探索,2017,36(12):152-156.

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

Simulation of Spanning Tree Protocol Based on GNS3

Sun Guangyi[1]　Yang Yuan[1]　Liu Yunyue[2]

(1. Library Information Center, Tianjin Conservatory of Music, Tianjin　300171;
2. Tianjin NingHe District Talent Exchange Service Center, Tianjin　301500)

Abstract

This paper introduces the background of the spanning tree protocol and working process, including election of the root switch, the root port, designated port and non designated ports. Besides with GNS3 software it will simulate the application Protocol of spanning tree in local area network(LAN).

Key words: spanning tree protocol, GNS3, simulation.

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net