

Premier 3124FG Switch Common User Guide

Chapter #8



Chapter 8

STP(Spanning Tree Protocol)

이 장에서는 Spanning Tree Protocol(STP)과 Rapid Spanning Tree Protocol(RSTP)를 설정하는 방법에 대해 설명한다.

**Note**

이 장에서 사용되는 명령의 완전한 형식 및 사용법은 command reference 를 참고하라.

이 장은 다음의 절들로 구성된다.

- Understanding Spanning-Tree Features
- Understanding RSTP
- Configuring Spanning-Tree Features
- Displaying the Spanning-Tree Status

Understanding Spanning-Tree Features

이 절에서는 다음의 STP 기능에 대해 설명한다.

- STP Overview
- Bridge Protocol Data Units
- Election of the Root Switch
- Bridge ID, Switch Priority, and Extended System ID
- Spanning-Tree Timers
- Creating the Spanning-Tree Topology
- Spanning-Tree Interface States

STP Overview

STP 는 네트워크에서 루프를 방지하고 경로의 이중화를 제공하는 Layer 2 링크 관리 프로토콜이다. Layer 2 이더넷(Ethernet) 네트워크가 정상적으로 동작하려면, 임의의 두 단말 사이에는 오직 하나의 활성 경로만 존재해야 한다. Spanning-tree의 동작은 종단 단말(end station)들에 대해 투명하기 때문에, 종단 단말들은 단일 LAN 에 연결되었는지 여러 개의 조각으로 구성된 switched LAN 에 연결되었는지 감지할 수 없다.

고장에 견고한 네트워크 형상을 구성하려면, 네트워크의 모든 노드들 사이에는 루프가 없어야 한다. Spanning-tree 알고리즘은 switched Layer 2 네트워크를 통해 루프가 없는 최적의 경로를 계산한다. 스위치는 주기적으로 bridge protocol data unit(BPDU)라 불리는 spanning-tree 프레임을 송수신한다. 스위치는 이 프레임들을 forward 하지 않고, 루프가 없는 경로를 생성하기 위해 사용한다.

두 종단 단말 사이에 여러 개의 활성화된 경로가 존재하면 네트워크에 루프가 발생한다. 네트워크에 루프가 존재한다면 종단 단말은 중복된 프레임을 수신할 것이다. 스위치에서는 한 종단 단말의 MAC 주소가 여러 개의 Layer 2 인터페이스에 등록된다. 이런 상황은 네트워크를 불안정하게 만든다.

Spanning tree 는 Layer 2 네트워크에서 root 스위치와 root 스위치로부터 모든 스위치까지 루프가 없는 경로를 가진 tree 를 정의한다. Spanning tree 는 중복된 데이터 경로를 standby(blocked) 상태로 만든다. 중복된 경로가 존재하는 네트워크에 고장이 발생하면, spanning-tree 알고리즘은 spanning-tree 형상을 새로 계산하고 standby 경로를 활성화 시킨다.

스위치의 두 인터페이스가 루프의 일부라면, spanning-tree port priority 와 path cost 설정이 인터페이스의 forwarding 상태와 blocking 상태를 결정한다. port priority 값은 네트워크에서 인터페이스의 위치와 트래픽을 위해 얼마나 잘 위치하고 있는가를 나타낸다. path cost 값은 매체의 속도를 나타낸다.

Bridge Protocol Data Units

다음의 요소들에 의해 spanning-tree 의 안정된 active 형상이 결정된다.

- 각 VLAN 과 연관된 유일한 BridgeID(스위치 priority 와 MAC 주소)
- root 스위치로의 spanning-tree path cost
- 각 Layer 2 인터페이스에 할당된 포트 식별자(포트 priority 와 포트 번호)
- 스위치에 전원이 들어왔을 때, 스위치는 root 스위치처럼 동작한다. 각 스위치는 자신의 모든 포트에 configuration BPDU 를 전송한다. 스위치들은 BPDU 를 서로 교환하고 BPDU 로 spanning-tree 형상을 계산한다. 각 configuration BPDU 는 다음의 정보를 포함한다.
- root 스위치의 BridgeID
- root 까지의 spanning-tree path cost
- BPDU 를 전송하는 스위치의 BridgeID
- Message age
- BPDU 를 전송하는 스위치의 인터페이스의 식별자
- hello, forward-delay, max-age 프로토콜 타이머의 값

스위치가 자신보다 우월한 정보(낮은 BridgeID, 낮은 path cost, 등등)를 가진 BPDU 를 수신했을 경우, 그 정보를 BPDU 를 수신한 포트에 저장한다. BPDU 를 수신한 포트가 root 포트라면, 스위치는 메시지를 갱신해서 자신의 designated LAN 으로 전달한다.

스위치가 현재 포트의 정보보다 열등한 정보를 포함한 BPDU 를 수신하면 그 BPDU 를 버린다. 스위치가 designated LAN 으로부터 열등한 메시지를 수신했다면, 포트에 저장된 정보로 갱신된 BPDU 를 LAN 으로 전송한다. 이런 방식으로 열등한 정보는 버려지고 우월한 정보가 네트워크에 전파된다.

다음은 BPDU 교환으로 인한 결과이다:

- 네트워크의 한 스위치가 root 스위치로 선택된다.
- Root 스위치를 제외한 각 스위치에서 root 포트가 선택된다. 이 포트는 스위치가 root 스위치로 패킷을 전송할 때 최적의 경로(가장 낮은 비용)를 제공한다.
- 각 스위치는 path cost 를 기반으로 root 스위치까지의 최단 거리를 계산한다.
- 각각의 LAN 을 위한 designated 스위치가 결정된다. designated 스위치는 LAN 에서 root 스위치로 패킷을 전달할 때 가장 낮은 path cost 를 제공한다. LAN 과 연결된 designated 스위치의 포트를 designated 포트라 부른다.
- Spanning-tree 에 포함되는 인터페이스들이 결정된다. root 포트와 designated

포트는 forwarding 상태에 놓인다.

■ Spanning-tree 에 포함되지 않는 모든 인터페이스들은 blocked 된다.

Election of Root Switch

Layer 2 네트워크의 spanning tree 에 참여하는 모든 스위치는 BPDU 의 교환을 통해 다른 스위치들에 관한 정보를 모은다. 이러한 메시지의 교환은 다음의 행위를 야기한다:

- 각 spanning-tree instance 에 대한 유일한 root 스위치 선출
- 모든 switched LAN 조각을 위한 designated 스위치의 선출
- 중복된 링크로 연결된 Layer 2 인터페이스의 차단에 의한 switched 네트워크의 루프 제거

각 VLAN 에서 가장 높은 스위치 priority(작은 숫자 값을 가진)를 가진 스위치가 root 스위치로 결정된다. 모든 스위치가 default priority(32768)로 설정되었다면, VLAN 에서 가장 낮은 MAC 주소를 가진 스위치가 root 스위치가 된다. 스위치 priority 는 BridgeID 의 최상위 비트에 포함된다.

스위치의 스위치 priority 의 값을 변경함으로써 그 스위치가 root 스위치가 될 가능성을 변경할 수 있다. 스위치 priority 를 큰 값으로 설정하면 가능성이 낮아지고, 작은 값으로 설정하면 가능성이 높아진다.

Root 스위치는 switched 네트워크에서 spanning-tree 형상의 논리적인 중심이다. Switched 네트워크에서 root 스위치로 닿을 필요가 없는 경로들은 spanning-tree blocking 상태가 된다.

BPDU 는 BPDU 를 전송하는 스위치와 포트, 스위치의 MAC 주소, 스위치 priority, port priority, path cost 등의 정보를 포함한다. Spanning tree 는 이 정보를 사용하여 root 스위치와 root 포트, designated 포트를 결정한다.

Bridge ID, Switch Priority, and Extended System ID

IEEE 802.1D 표준에 따르면 각 스위치는 root 스위치를 선택하기 위해 사용되는

유일한 브리지 식별자(BridgeID)를 가진다. 각 VLAN 은 논리적으로 서로 다른 브리지로 간주되므로 스위치는 VLAN 별로 서로 다른 BridgeID 를 가질 수 있다. 스위치는 8 바이트의 BridgeID 를 가진다; 최상위 2 바이트는 스위치 priority 로 사용되고, 나머지 6 바이트는 스위치의 MAC 주소이다.

Premier 3124FG 스위치는 802.1T spanning-tree extensions 를 지원한다. 표와 같이 스위치 priority 로 사용되던 2 바이트가 4 비트 priority 값과 VLAN ID 와 동일한 12 비트 extended system ID 값으로 재할당 되었다.

표 1 Switch Priority Value and Extended System ID

Switch Priority Value			
Bit16	Bit15	Bit14	Bit13
32768	16384	8192	4096
Extended System ID(Set Equal to the VLAN ID)			
Bit12	Bit11	Bit10	Bit9
2048	1024	512	256
Extended System ID(Set Equal to the VLAN ID)			
Bit8	Bit7	Bit6	Bit5
128	64	32	16
Extended System ID(Set Equal to the VLAN ID)			
Bit 4	Bit3	Bit2	Bit1
8	4	2	1

Spanning tree 는 extended system ID 와 스위치 priority, 그리고 MAC 주소로 BridgeID 를 만든다.

Spanning - Tree Timers

표는 spanning-tree 의 성능에 영향을 미치는 타이머들을 나타낸다.

표 2 Spanning - Tree Timers

Variable	Description
Hello timer	스위치가 다른 스위치로 얼마나 자주 hello 메시지를 전송할 것인가를 결정한다.
Forward - delay timer	인터페이스가 forwarding 상태가 되기 전에 listening 과 learning 상태에서 각각 얼마나 머물 것인가를 결정한다.
Maximum - age timer	인터페이스로 수신한 프로토콜 정보를 얼마동안 저장할 것인가를 결정한다.

Creating the Spanning - Tree Topology

그림에서 모든 스위치들의 스위치 priority 가 default(32768)이고 스위치 A 가 가장 낮은 MAC 주소를 가진다고 가정하면 스위치 A 가 root 스위치가 된다. 하지만, forwarding 인터페이스의 개수 혹은 link-type 때문에 스위치 A 는 이상적인 root 스위치가 아니다. Root 스위치로 만들려는 스위치의 priority 를 증가시킴으로써(낮은 숫자 값을 사용), spanning-tree 의 형상을 재계산하여 이상적인 스위치를 root 로 만들 수 있다.

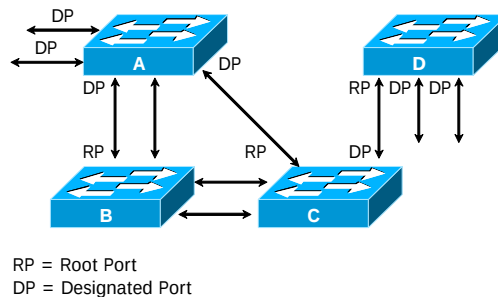


그림 1 Spanning - Tree Topology

default 인자를 기반으로 spanning-tree 형상을 계산하면, 시작 단말과 목적지 단말 사이의 경로는 이상적이지 않다. 예로, root 포트보다 높은 포트 번호를 가진 인터페이스에 연결된 고속의 링크는 스위치의 root 포트 변경을 야기할 수 있다. 목표는 가장 빠른 링크를 root 포트로 만드는 것이다.

예들 들어 스위치 B 의 한 포트가 기가비트 이더넷 링크이고, 스위치 B 의 다른 포트(10/100 링크)가 현재 root 포트라고 가정하자. 네트워크 트래픽이 기가비트 이더넷 링크를 통해 전달되는 것이 더 효과적이다. 기가비트 이더넷 인터페이스의 port priority 를 root 포트보다 더 높은 priority(낮은 숫자 값)를 가지도록 변경함으로써, 기가비트 이더넷 인터페이스를 새로운 root 포트로 만들 수 있다.

Spanning-Tree Interface States

프로토콜 정보가 switched LAN 을 통해 전달될 때 전파지연이 발생한다. 그 결과 다른 시각, 다른 장소에서 switched LAN 의 형상변화가 발생한다. Spanning-tree 에 참여하지 않는 Layer 2 인터페이스가 바로 forwarding 상태가 된다면 일시적인 데이터 루프가 발생할 수 있다. 그러므로 스위치는 프레임을 forwarding 하기 전에 switched LAN 을 통해 전파되는 새로운 형상 정보를 기다려야 한다.

Spanning tree 가 활성화된 스위치의 각 Layer 2 인터페이스는 다음 상태 중 하나이다.

- Blocking - 인터페이스는 프레임을 forwarding 하지 않는다.
- Listening - 인터페이스가 프레임을 forwarding 해야 한다고 결정되었을 때, blocking state 다음의 천이 상태.
- Learning - 인터페이스가 프레임을 forwarding 하기 위해 준비한다. MAC learning 이 수행된다.
- Forwarding - 인터페이스가 프레임을 forward 한다.
- Disabled - 포트가 shutdown 상태이거나 포트에 링크가 없거나, 포트에 실행 중인 spanning-tree instance 가 없기 때문에 인터페이스는 spanning tree 에 참여하지 않는다.
-
- 인터페이스들은 다음의 상태로 이동한다:
- 초기상태에서 blocking 상태로

- blocking 상태에서 listening 혹은 disabled 상태로
- listening 상태에서 learning 혹은 disabled 상태로
- learning 상태에서 forwarding 혹은 disabled 상태로
- forwarding 상태에서 disabled 상태로

다음의 그림은 인터페이스의 상태천이를 보여준다.

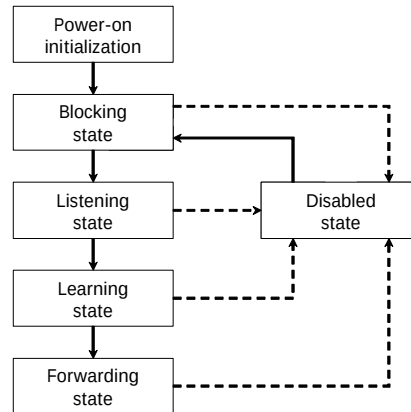


그림 2 Spanning-Tree Interface States

STP 가 활성화 되었을 때, 스위치의 모든 인터페이스는 blocking 상태가 되고 listening 과 learning 의 일시적인 상태를 지난다. 안정화된 spanning tree 에서 각 인터페이스는 forwarding 혹은 blocking 상태로 설정된다.

Spanning-tree 알고리즘이 Layer 2 인터페이스를 forwarding 상태로 만들기로 결정했다면 다음의 과정이 발생한다.

- 인터페이스가 forwarding 상태가 되어야 한다는 프로토콜 정보를 수신하면 인터페이스는 listening 상태가 된다.
- forward-delay 타이머가 만료되었을 때, spanning tree 는 인터페이스를 learning 상태로 만들고 forward-delay 타이머를 재설정한다.
- learning 상태에서, 인터페이스는 종단 단말의 MAC learning 은 수행하면서 프레임의 forwarding 은 차단한다.
- forward-delay 타이머가 만료되면, spanning tree 는 인터페이스를 forwarding 상태로 만들고, learning 과 프레임의 forwarding 이 모두 가능하다.

Blocking State	Blocking state 의 Layer 2 인터페이스는 프레임을 forwarding 하지 않는다. 스위치는 초기화 후에 스위치의 각 인터페이스로 BPDU 를 전송한다. 스위치는 다른 스위치와 BPDU 를 교환할 때까지 자신이 root 스위치 인 것처럼 동작한다. 이러한 BPDU 의 교환은 네트워크의 한 스위치를 root 스위치로 결정한다. 네트워크에 오직 하나의 스위치만 있다면 스위치 간의 BPDU 교환은 발생하지 않으며, forward-delay 타이머는 종료되면 인터페이스는 listening 상태에 놓인다. 인터페이스는 스위치 초기화 후에 항상 blocking 상태로 설정된다. 인터페이스는 blocking 상태에서 다음과 같이 동작한다: ■ 포트로 수신된 프레임을 폐기한다 ■ forwarding 을 위해 다른 인터페이스로부터 스위칭된 프레임들을 폐기한다 ■ 주소를 learning 하지 않는다 ■ BPDU 를 수신한다
Listening State	listening state 는 blocking 상태 다음의 상태이다. 인터페이스가 프레임을 forwarding 해야 한다고 결정되면, 인터페이스는 listening 상태가 된다. 인터페이스는 listening 상태에서 다음과 같이 동작한다: ■ 포트로 수신된 프레임을 폐기한다 ■ forwarding 을 위해 다른 인터페이스로부터 스위칭된 프레임들을 폐기한다 ■ 주소를 learning 하지 않는다 ■ BPDU 를 수신한다
Learning State	learning 상태의 Layer 2 인터페이스는 프레임 forwarding 을 준비한다. 인터페이스는 listening 상태에서 learning 상태로 들어간다. 인터페이스는 learning 상태에서 다음과 같이 동작한다: ■ 포트로 수신된 프레임을 폐기한다 ■ forwarding 을 위해 다른 인터페이스로부터 스위칭된 프레임들을 폐기한다 ■ 주소를 learning 한다 ■ BPDU 를 수신한다
Forwarding State	forwarding 상태의 Layer 2 인터페이스는 프레임을 forward 한다. 인터페이스는 learning 상태에서 forwarding 상태로 들어간다.

인터페이스는 forwarding 상태에서 다음과 같이 동작한다:

- 포트로 수신된 프레임들을 forward 한다
- 다른 인터페이스로부터 스위칭된 프레임들을 forward 한다
- 주소를 learning 한다
- BPDU 를 수신한다

**Disable
State**

disabled 상태의 Layer 2 인터페이스는 프레임 forwarding 이나 spanning tree 에 참여하지 않는다.

disable 된 인터페이스는 다음과 같이 동작한다:

- 포트로 수신된 프레임을 폐기한다
- forwarding 을 위해 다른 인터페이스로부터 스위칭된 프레임들을 폐기한다
- 주소를 learning 하지 않는다
- BPDU 를 수신하지 않는다.

Understanding RSTP

RSTP는 point-to-point 연결에 대해 spanning tree의 빠른 복구를 제공하는 장점을 가진다. Spanning tree의 재구성은 1초(802.1D spanning tree의 default 설정에서 최대 50초가 소요되는 것과는 대조적으로) 이내에 완료된다. 이것은 음성과 영상과 같은 지연에 민감한 트래픽을 전송하는 네트워크에 유효하다.

이 절은 RSTP가 어떻게 동작하는 지를 설명한다:

- RSTP Overview
- Port Roles and the Active Topology
- Rapid Convergence
- Bridge Protocol Data Unit Format and Processing

RSTP Overview

RSTP 는 스위치, 스위치 포트 혹은 LAN 에 장애가 발생했을 경우, 재빠른 연결의 복구(약 1 초 이내)를 제공한다. 새로운 root 포트로 선택된 포트는 바로 forwarding 상태로 천이할 수 있고, 스위치 사이의 명시적인 acknowledgement 를 통해 designated 포트도 forwarding 상태로 바로 천이할 수 있다.

Port Roles and the Active Topology

RSTP 는 active 형상을 결정하기 위한 port role 을 할당함으로써 spanning tree 의 빠른 복구를 제공한다. RSTP 는 STP 처럼 가장 높은 스위치 priority(가장 낮은 priority 값)를 가진 스위치를 root 스위치로 선택한다. 그리고 RSTP 는 각각의 포트에 다음과 같은 port role 을 할당한다:

- Root port - 스위치가 root 스위치로 패킷을 forward 할 때 최적의 경로(가장 낮은 cost)를 제공한다.
- Designated port - designated 스위치와 연결되어, LAN 에서 root 스위치로 패킷을 forward 할 때 가장 낮은 비용을 제공한다. LAN 과 연결되어 있는 designated 스위치의 포트를 designated port 라 부른다.
- Alternate port - 현재 root 포트가 제공하는 root 스위치로의 대체 경로를 제공한다.

- Backup port - spanning tree 의 왼쪽으로 향한 designated 포트에 의해 제공되는 경로의 backup 으로 동작한다. Backup 포트는 두 포트가 point-to-point 링크로 loopback 으로 연결되었거나 스위치가 공유 LAN 조각에 대해 둘 이상의 연결이 있을 경우에만 존재한다.
- Disabled port - spanning tree 의 동작에서 아무런 역할도 가지지 않는다.
- root 혹은 designated 포트 역할을 가진 포트는 active 형상에 포함된다. alternate 혹은 backup 포트 역할을 가진 포트는 active 형상에서 제외된다.
- 네트워크 전체가 일관된 port role 을 가진 안정된 형상에서, RSTP 는 모든 root 포트와 designated 포트가 바로 forwarding 상태로 천이하는 것을 보장한다. 반면 모든 alternate 포트와 backup 포트는 항상 discarding 상태(802.1D 의 blocking 과 동등한 상태)에 놓인다. 포트의 상태는 forwarding 과 learning 과정의 동장을 제어한다. 다음의 표는 802.1D 와 RSTP 의 포트 상태를 비교한다.

표 3 Port State Comparison

Operational Status	STP Port State	RSTP Port State	Is Port Included in the Active Topology?
Enabled	Blocking	Discarding	No
Enabled	Listening	Discarding	No
Enabled	Learning	Learning	Yes
Enabled	Forwarding	Forwarding	Yes
Disabled	Disabled	Discarding	No

STP 구현과의 일관성을 위해, 이 문서에서는 포트 상태에서 *discarding* 대신 *blocking* 을 사용한다. Designated port 는 listening 상태에서 시작한다.

Rapid Convergence

RSTP 는 다음과 같은 스위치, 포트 혹은 LAN 의 장애에 대해 빠른 연결의 복구를 제공한다. edge 포트와 새로운 root 포트, 그리고 point-to-point 링크로 연결된 포트에 대해 빠른 복구를 제공한다:

- Edge ports - RSTP 스위치에서 포트를 edge 포트로 설정하면, edge 포트는 forwarding 상태로 바로 천이한다. edge 포트는 STP 에서 PortFast 가 설정된 포트

와 동일하고, 하나의 중단 단말과 연결된 포트에만 설정해야 한다.

■ Root ports - RSTP 가 새로운 root 포트를 선택하면, 이전의 root 포트는 block 상태가 되고, 새로운 root 포트는 바로 forwarding 상태가 된다.

■ Point-to-point links - 포트를 다른 포트와 point-to-point 링크로 연결한다면, 로컬 포트는 designated 포트가 되고 루프를 제거하기 위해 다른 포트와 proposal-agreement 교환을 통한 빠른 천이를 협상한다.

다음 그림에서, 스위치 A 는 스위치 B 와 point-to-point 링크로 연결되어 있고 모든 포트는 blocking 상태이다. 스위치 A 의 priority 가 스위치 B 의 priority 보다 낮은 수의 값을 가진다고 가정하자. 스위치 A 는 proposal 메시지(proposal flag 가 설정된 BPDU)를 스위치 B 로 전송하고 자신을 designated 스위치로 제안한다.

스위치 B 는 proposal 메시지를 수신한 후에, proposal 메시지를 수신한 포트를 새로운 root 포트에 선택하고, 모든 non-edge 포트를 blocking 상태로 설정하고, agreement 메시지(agreement flag 를 설정한 BPDU)를 새로운 root 포트를 통해 전송한다.

스위치 B 의 agreement 메시지를 수신한 후에, 스위치 A 는 자신의 designated 포트를 forwarding 상태로 천이한다. 스위치 B 가 자신의 모든 non-edge port 를 block 시키고, 스위치 A 와 스위치 B 사이는 point-to-point 링크로 연결되었기 때문에 네트워크에 루프가 발생하지 않는다.

스위치 C 가 스위치 B 와 연결될 때, 유사한 협상 메시지가 교환된다. 스위치 C 는 스위치 B 와 연결된 포트를 root 포트에 선택하고, 두 스위치의 두 포트는 forwarding 상태로 천이한다. 협상 과정에서 하나 이상의 스위치가 active 형상에 참여한다. 네트워크의 복구에서 이런 proposal-agreement 협상은 spanning tree 의 root 에서 앞 방향으로 진행된다.

스위치는 포트의 duplex 모드로 link-type 을 결정한다: full-duplex 포트는 point-to-point 연결로 고려되고; half-duplex 포트는 공유 연결로 고려된다. interface configuration 명령 spanning-tree link-type 명령으로 duplex 모드에 의해 결정되는 default 설정을 변경할 수 있다.

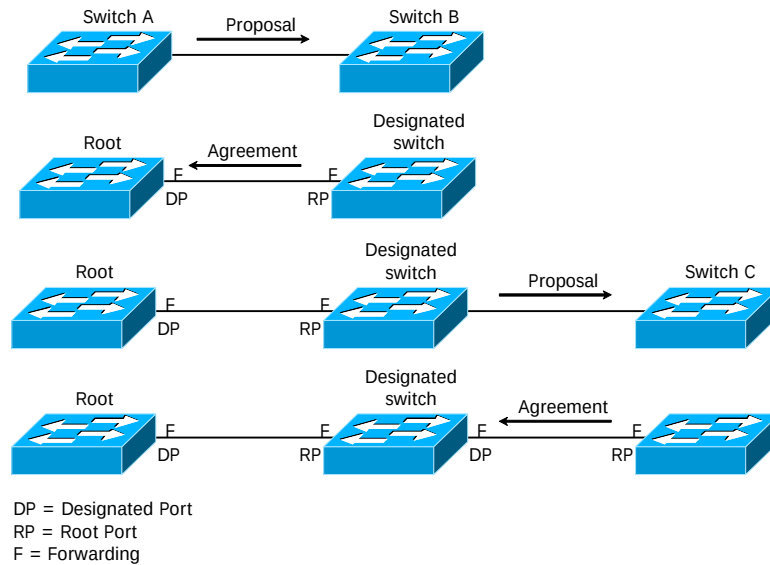


그림 3 Proposal and Agreement Handshaking for Rapid Convergence

Bridge Protocol Data Unit Format and Processing

protocol version 필드의 값이 2로 설정되는 것을 제외하고 RSTP BPDU의 형식은 IEEE 802.1D BPDU 형식과 같다. 새로운 1바이트 version 1 Length 필드는 0으로 설정된다; 이는 version 1 프로토콜 정보를 포함하지 않는다는 의미이다. 다음의 표는 RSTP flag 필드를 보여준다.

표 4 RSTP BPDU Flags

Bit	Function
0	Topology change (TC)
1	Proposal
2-3:	Port role:
00	Unknown
01	Alternate port

10	Root port
11	Designated port
4	Learning
5	Forwarding
6	Agreement
7	Topology change acknowledgement (TCA)

자신을 LAN 의 designated 스위치로 제안하려는 스위치는 RSTP BPDU 의 proposal flag 를 설정해서 전송한다. proposal 메시지의 port role 은 항상 designated 포트로 설정된다.

다른 스위치에 의한 제안을 받아들이는 스위치는 RSTP BPDU 의 agreement flag 를 설정해서 전송한다. agreement 메시지의 port role 은 항상 root port 로 설정된다.

RSTP 는 독립적인 topology change notification (TCN) BPDU 를 사용하지 않는다. topology change 를 알리기 위해 RSTP BPDU flag 의 topology change (TC) flag 를 사용한다. 하지만 802.1D 스위치와의 연동을 위해 TCN BPDU 를 생성하고 처리한다.

전송하는 포트의 상태에 따라 learning 과 forwarding flag 가 설정된다.

Configuring Spanning-Tree Features

이 절에서는 spanning-tree 를 설정하는 방법에 대해 설명한다.

Default STP Configuration

다음의 표는 STP 의 default 설정을 보여준다.

표 5 Default STP Configuration

Feature	Default Setting
Enable state	비활성 되어 있음.
Spanning-tree mode	STP
System priority	32768.
Spanning-tree VLAN port priority (configurable on a per-VLAN basis)	128.
Spanning-tree VLAN port cost (configurable on a per-VLAN basis)	1000 Mbps: 4. 100 Mbps: 19. 10 Mbps: 100.
Hello time	2 초.
Forward-delay time	15 초.
Maximum-aging time	20 초.

STP Configuration Guidelines

Premier 3124FG 는 IEEE 802.1w RSTP 를 지원한다. 또한, 802.1w 는 802.1D STP 를 내부적으로 포함하므로 802.1D 와의 하위 호환성을 제공한다.

Enabling STP

default 로 STP 는 비활성 상태이다. 네트워크에 루프가 존재할 가능성이 있다면 STP 를 활성화 시키도록 한다.



Caution

Access port 로 구성된 VLAN 에 대해 STP 를 활성화시키도록 한다. Trunk port 를 지원하지 않는다.

VLAN 기반으로 STP 를 활성화시키려면 privileged EXEC 모드부터 다음의 과정을 거친다.

	Command	Purpose
Step1	<code>configure terminal</code>	Global configuration 모드로 진입한다.
Step2	<code>spanning-tree vlan <i>vlan-id</i></code>	VLAN 별로 STP 를 활성화 한다. VLAN 의 범위는 1~4094 이다.
Step3	<code>end</code>	privileged EXEC 모드로 변경한다.
Step4	<code>show spanning-tree vlan <i>vlan-id</i></code>	설정 내용을 확인한다.
Step5	<code>copy running-config startup-config</code>	(옵션) 설정을 configuration 파일에 저장한다.

STP 를 비활성 하려면, global configuration 명령 `no spanning-tree vlan vlan-id` 를 사용한다.

Configuring the Port Priority

루프가 발생하면 spanning tree 는 포트의 priority 를 사용하여 forwarding 상태의 인터페이스를 결정한다. 먼저 선택될 인터페이스에는 높은 priority 의 값(낮은 수)을, 나중에 선택될 인터페이스에는 낮은 priority 의 값(높은 수)를 할당할 수 있다. 모든 인터페이스가 같은 priority 값을 가진다면, spanning tree 는 낮은 인터페이스 번호를 가진 인터페이스를 forwarding 상태로 만들고 다른 인터페이스들은 block 시킨다.

인터페이스의 priority 를 설정하려면, privileged EXEC 모드부터 다음의 과정을 거친다.

	Command	Purpose
Step1	configure terminal	Global configuration 모드로 진입한다.
Step2	interface <i>interface-id</i>	설정할 인터페이스를 명시하여 interface configuration 모드로 진입한다. 유효한 인터페이스는 물리적 인터페이스와 포트 그룹이다.
Step3	spanning-tree vlan <i>vlan-id</i> port- priority <i>priority</i>	인터페이스의 VLAN 포트 priority 를 설정한다. ● <i>vlan-id</i> 의 범위는 1~4094 이다. ● <i>priority</i> 의 범위는 0~240 사이의 16의 배수이다. default는 128 이다. 낮은 수가 높은 priority를 의미한다. 유효한 값은 0, 16, 32, 48, 64, 80, 96, 112, 128, 144, 160, 176, 192, 208, 224와 240이다. 이외의 다른 값들은 거부된다.
Step4	end	privileged EXEC 모드로 변경한다.
Step5	show spanning-tree interface <i>interface-id</i> or show spanning-tree vlan <i>vlan-id</i>	설정 내용을 확인한다.
Step6	copy running- config startup- config	(옵션) 설정을 configuration 파일에 저장한다.

인터페이스의 default 설정으로 복구하려면, interface configuration 명령 **no spanning-tree vlan *vlan-id* port-priority** 를 사용한다.

Configuring the Path Cost

spanning-tree 의 path cost 의 default 값은 인터페이스의 속도로부터 결정된다. 루프가 발생하면 spanning tree 는 포트의 cost 를 사용하여 forwarding 상태의 인터페이스를 결정한다. 먼저 선택될 인터페이스에는 낮은 cost 값을, 나중에 선택될 인터페이스에는 높은 cost 값을 할당할 수 있다. 모든 인터페이스가 같은 cost 값을 가진다면, spanning tree 는 낮은 인터페이스 번호를 가진 인터페이스를 forwarding 상태로 만들고 다른 인터페이스들은 block 시킨다.



Note

port group 일 경우 path cost 의 값을 인터페이스의 속도로부터 결정할 수 없다: 각각의 멤버 포트가 서로 다른 속도를 가질 수 있다. 따라서 port group 에 대해서는 수동으로 path cost 를 설정해서 사용하라.

인터페이스의 path cost 를 설정하려면, privileged EXEC 모드부터 다음의 과정을 거친다.

	Command	Purpose
Step1	configure terminal	Global configuration 모드로 진입한다.
Step2	interface <i>interface-id</i>	설정할 인터페이스를 명시하여 interface configuration 모드로 진입한다. 유효한 인터페이스는 물리적 인터페이스와 포트 그룹이다.
Step3	spanning-tree vlan <i>vlan-id cost cost</i>	VLAN 의 cost 를 설정한다. 루프가 발생했을 때 forwarding 상태의 포트를 결정하기 위해 spanning tree 는 path cost 를 사용한다. path cost 값이 낮을 수록 고속의 전송이 가능함을 의미한다. ● <i>vlan-id</i> 의 범위는 1~4094 이다. ● <i>cost</i> 의 범위는 1~200000000 이다. default 값은 인터페이스의 전송속도로부터 결정된다.
Step4	end	privileged EXEC 모드로 변경한다.

Step5	<code>show spanning-tree interface <i>interface-id</i> or show spanning-tree vlan <i>vlan-id</i></code>	설정 내용을 확인한다.
Step6	<code>copy running-config startup-config</code>	(옵션) 설정을 configuration 파일에 저장한다.

인터페이스의 default 설정으로 복구하려면, interface configuration 명령 **no spanning-tree vlan *vlan-id* cost** 를 사용한다.

Configuring the Switch Priority of a VLAN

스위치가 root 스위치가 될 가능성을 높이기 위해 스위치 priority 를 변경할 수 있다.

VLAN 에 대한 스위치 priority 를 설정하려면, privileged EXEC 모드부터 다음의 과정을 거친다.

	Command	Purpose
Step1	<code>configure terminal</code>	Global configuration 모드로 진입한다.
Step2	<code>spanning-tree vlan <i>vlan-id</i> priority <i>priority</i></code>	VLAN 의 스위치 priority 를 설정한다. • <i>vlan-id</i> 의 범위는 1~4094 이다. • <i>priority</i> 의 범위는 0~61440 사이의 4096의 배수이다. default는 32768 이다. 낮은 수일수록 root 스위치로 선택될 가능성이 높다. 유효한 priority 값은 4096, 8192, 12288, 16384, 20480, 24576, 28672, 32768, 36864, 40960, 45056, 49152, 53248, 57344과 61440 이다. 다른 값들은 거부된다.
Step3	<code>end</code>	privileged EXEC 모드로 변경한다.
Step4	<code>show spanning-tree vlan <i>vlan-id</i></code>	설정 내용을 확인한다.
Step5	<code>copy running-</code>	(옵션) 설정을 configuration 파일에

config	startup-config	저장한다.
---------------	-----------------------	-------

스위치의 default 설정으로 복구하려면, global configuration 명령 **no spanning-tree vlan *vlan-id* priority** 명령을 사용하라.

Configuring the Hello Time

hello time 을 변경함으로써 root 스위치가 전송하는 configuration BPDU 의 주기를 설정할 수 있다.

VLAN 의 hello time 을 설정하려면, privileged EXEC 모드부터 다음의 과정을 거친다.

	Command	Purpose
Step1	configure terminal	Global configuration 모드로 진입한다.
Step2	spanning-tree vlan <i>vlan-id</i> hello-time <i>seconds</i>	VLAN 의 hello time 을 설정한다. hello time 은 root 스위치가 configuration 메시지를 전송하는 주기이다. 이 메시지는 스위치가 살아있음을 의미한다. · <i>vlan-id</i> 의 범위는 1~4094 이다. · <i>seconds</i> 의 범위는 1~10 이다. default 는 2 이다.
Step3	end	privileged EXEC 모드로 변경한다.
Step4	show spanning-tree vlan <i>vlan-id</i>	설정 내용을 확인한다.
Step5	copy running-config startup-config	(옵션) 설정을 configuration 파일에 저장한다.

스위치의 default 설정으로 복구하려면, global configuration 명령 **no spanning-tree vlan *vlan-id* hello-time** 명령을 사용하라.

Configuring the Forwarding - Delay Time for a VLAN

VLAN 의 forwarding-delay time 을 설정하려면, privileged EXEC 모드부터 다음의 과정을 거친다.

	Command	Purpose
Step1	configure terminal	Global configuration 모드로 진입한다.
Step2	spanning-tree vlan <i>vlan-id</i> forward-time <i>seconds</i>	VLAN 의 forward time 을 설정한다. forward delay 는 포트가 spanning-tree 의 listening 혹은 learning 상태에서 forwarding 상태로 천이하기 위해 기다리는 시간이다. • <i>vlan-id</i> 의 범위는 1~4094 이다. • <i>seconds</i> 의 범위는 4~30 이다. default는 15 이다.
Step3	end	privileged EXEC 모드로 변경한다.
Step4	show spanning-tree vlan <i>vlan-id</i>	설정 내용을 확인한다.
Step5	copy running-config startup-config	(옵션) 설정을 configuration 파일에 저장한다.

스위치의 default 설정으로 복구하려면, global configuration 명령 **no spanning-tree vlan *vlan-id* forward-time** 명령을 사용하라.

Configuring the Maximum-Aging Time for a VLAN

VLAN 의 maximum-aging time 을 설정하려면, privileged EXEC 모드부터 다음의 과정을 거친다.

	Command	Purpose
Step1	configure terminal	Global configuration 모드로 진입한다.
Step2	spanning-tree vlan	VLAN 의 maximum-aging time 을 설

	<i>vlan-id</i> max-age <i>seconds</i>	정한다. maximum-aging time 은 스위치가 재구성을 하기 전에 spanning-tree 정보를 수신하지 않고 기다리는 최대 시간이다. ● <i>vlan-id</i> 의 범위는 1~4094 이다. ● <i>seconds</i> 의 범위는 6~40 이다. default는 20 이다.
Step3	end	privileged EXEC 모드로 변경한다.
Step4	show spanning-tree vlan <i>vlan-id</i>	설정 내용을 확인한다.
Step5	copy running-config startup-config	(옵션) 설정을 configuration 파일에 저장한다.

스위치의 default 설정으로 복구하려면, global configuration 명령 **no spanning-tree vlan *vlan-id* max-age** 명령을 사용하라.

Configuring the Port as Edge Port

Premier 3124FG 에서 STP 를 활성화시킬 경우, 단일 호스트와 연결된 포트에 대해서 edge port 로 설정한다. 만약 포트를 edge 포트로 설정하지 않으면, 그 포트는 forwarding 상태로 천이하는데 2 x Forward Time 이 소요된다.

	Note	단말과 연결된 포트에 대해서는 반드시 edge port 로 설정해야 한다. 그렇지 않으면, 네트워크의 STP 형상에 변화가 발생할 때 단말이 연결된 포트의 STP 상태도 영향을 받게된다.
---	-------------	--

포트를 edge port 로 설정하려면, privileged EXEC 모드부터 다음의 과정을 거친다:

	Command	Purpose
Step1	configure terminal	Global configuration 모드로 진입한다.
Step2	Interface <i>interface-id</i>	설정할 인터페이스를 명시하여 interface configuration 모드로 진입한다.

		유효한 인터페이스는 물리적 인터페이스와 포트 그룹이다.
Step2	spanning-tree admin-edge-port	포트를 edge port로 설정한다.
Step3	end	privileged EXEC 모드로 변경한다.
Step4	show running-config	설정 내용을 확인한다.
Step5	copy running-config startup-config	(옵션) 설정을 configuration 파일에 저장한다.

스위치의 default 설정으로 복구하려면, interface configuration 명령 **no spanning-tree admin-edge-port** 명령을 사용하라.

Configuring the RSTP Mode

VLAN 의 spanning-tree instance 별로 프로토콜 동작 모드를 설정할 수 있다. 일반적인 RSTP 에서는 RSTP BPDU 만을 사용해서 spanning-tree 를 구성하고, 802.1D BPDU 를 수신했을 경우에만 호환을 위해 802.1D BPDU 를 사용한다. 하지만 STP 호환 모드에서는 RSTP BPDU 를 사용하지 않고 오직 802.1D BPDU 만을 사용한다. 또한 RSTP 가 제공하는 빠른 복구 기능을 사용할 수 없게 된다.

STP 의 프로토콜 모드를 변경하려면, privileged EXEC 모드에서부터 다음의 과정을 거친다.

	Command	Purpose
Step1	configure terminal	Global configuration 모드로 진입한다.
Step2	spanning-tree vlan vlan-id force-version rstp	특정 VLAN 의 RSTP instance 의 프로토콜 동작모드를 RSTP 모드로 설정한다. vlan-id 의 범위는 1~4094 이다. default 는 STP 모드이다.
Step3	end	privileged EXEC 모드로 변경한다.
Step4	show running-config	설정 내용을 확인한다.

Step5	copy config config	running- startup- config	(옵션) 설정을 configuration 파일에 저장한다.
-------	-----------------------------------	---	----------------------------------

default 설정으로 복구하려면, global configuration 명령 **no spanning-tree vlan *vlan-id* force-version** 명령을 사용한다.

Specifying the Link Type to Ensure Rapid Transitions

포트를 다른 포트와 point-to-point 링크로 연결한다면, 로컬 포트는 designated 포트가 된다.

기본적으로 link-type 은 인터페이스의 duplex 모드에 의해 결정된다: full-duplex 포트는 point-to-point 연결로 간주되고; half-duplex 모드는 공유 연결로 간주된다. 물리적으로 point-to-point 로 상대 스위치의 포트와 연결된 half-duplex 링크를 가지고 있다면, link-type 의 default 설정을 변경함으로써 forwarding 상태로의 빠른 천이를 가능하게 할 수 있다.



Note

port group 의 경우 duplex 모드로부터 링크의 종류를 판단할 수 없다: 각각의 멤버 포트가 서로 다른 duplex 모드를 가질 수 있다. 따라서 port group 에 대해서는 수동으로 링크 종류를 설정해서 사용하라.

default link-type 를 변경하려면, privileged EXEC 모드에서부터 다음의 과정을 거친다.

	Command	Purpose
Step1	configure terminal	Global configuration 모드로 진입한다.
Step2	interface <i>interface-id</i>	설정할 인터페이스를 명시하여 interface configuration 모드로 진입한다.
Step3	spanning-tree link-type point-	포트의 링크 종류를 point-to-point 로 설정한다.

	to-point	
Step4	end	privileged EXEC 모드로 변경한다.
Step5	show running-config	설정 내용을 확인한다.
Step6	copy running-config startup-config	(옵션) 설정을 configuration 파일에 저장한다.

default 설정으로 복구하려면, interface configuration 명령 **no spanning-tree link-type** 명령을 사용한다.

Restarting the Protocol Migration Process

RSTP 를 지원하는 스위치는 802.1D STP 를 구동하는 스위치와의 연동이 가능하도록 protocol migration 메커니즘을 지원한다. 스위치가 Configuration BPDU(protocol version 이 0 으로 설정된 BPDU)를 수신한다면, 스위치는 그 포트 로 오직 802.1D BPDU 만을 전송한다

스위치가 더 이상 802.1D BPDU 를 수신하지 않더라도 자동으로 RSTP 모드로 전환되지 않는다. 왜냐하면 네트워크에서 STP 스위치가 제거되었는지 혹은 802.1D 스위치가 더 이상 designated 스위치가 아닌지를 판단할 수 없기 때문이다. 그러므로 스위치는 여전히 802.1D BPDU 만을 사용하게 된다.

특정 스위치 포트에서 protocol migration 절차(이웃 스위치들과 협상을 시도함)를 시작하려면, interface configuration 명령 **spanning-tree mcheck** 를 사용한다.

■ Displaying the Spanning-Tree Status ;

spanning-tree 상태를 조회하려면, 다음 표에 명시된 privileged EXEC 명령 중 하나를 사용하라.

Command	Purpose
show spanning-tree active	활성 인터페이스의 spanning-tree 정보만을 출력한다.
show spanning-tree interface <i>interface-id</i>	특정 인터페이스의 spanning-tree 정보를 출력한다.
show spanning-tree summary	포트 상태를 요약해서 보여준다.

privileged EXEC 명령 **show spanning-tree** 명령의 다른 키워드에 관한 정보는 command reference를 참고하라.