

# Rapid Spanning Tree Protocol 이해(802.1w)

## 목차

[소개](#)

[배경](#)

[Catalyst 스위치에서 RSTP 지원](#)

[새 포트 상태 및 포트 역할](#)

[포트 상태](#)

[포트 역할](#)

[새 BPDU 형식](#)

[Cisco BPDU, IEEE BPDU 및 BPDU 다이어그램의 전체 보기](#)

[새 BPDU 처리](#)

[BPDU는 Hello-Time마다 전송됩니다.](#)

[더욱 빨라진 정보의 에이징](#)

[하위 BPDU 수락](#)

[포워딩 상태로의 빠른 전환](#)

[에지 포트](#)

[링크 유형](#)

[802.1D와의 통합](#)

[802.1w와의 통합](#)

[제안/계약 시퀀스](#)

[Uplinkfast](#)

[새로운 토폴로지 변경 메커니즘](#)

[토폴로지 변경 탐지](#)

[토폴로지 변경 전파](#)

[802.1D와의 호환성](#)

[결론](#)

[관련 정보](#)

## 소개

이 문서에서는 RSTP가 이전 802.1D 표준에 추가한 개선 사항에 대해 설명합니다.

## 배경

802.1D STP(Spanning Tree Protocol) 표준은 1분 정도의 정전 후 연결 복구가 적절한 성능으로 간주될 때 설계되었습니다. LAN 환경에서 레이어 3 스위칭이 도입되면서 브리지는 이제 OSPF(Open Shortest Path First) 및 EIGRP(Enhanced Interior Gateway Routing Protocol)와 같은 프로토콜이 더 짧은 시간 내에 대체 경로를 제공할 수 있는 라우팅 솔루션과 경쟁하게 되었습니다.

Cisco는 기존의 802.1D 사양을 [Uplink Fast](#), [Backbone Fast](#) 및 Port Fast와 같은 기능으로 개선하여 브리지 네트워크의 컨버전스 시간을 단축했습니다. 단점은 이러한 메커니즘이 독립적이며 추가 컨피그레이션이 필요하다는 것입니다.

RSTP(Rapid Spanning Tree Protocol, IEEE 802.1w)는 혁명보다는 802.1D 표준의 진화로 보여질 수 있습니다. 802.1D 용어는 기본적으로 동일하게 유지됩니다. 대부분의 매개변수는 변경되지 않았으므로 802.1D에 익숙한 사용자는 새 프로토콜을 신속하고 쉽게 구성할 수 있습니다. 대부분의 경우 RSTP는 추가 컨피그레이션 없이 Cisco의 독점적 확장보다 성능이 뛰어납니다. 802.1w는 또한 포트별로 레거시 브리지와의 상호 운용을 위해 802.1D로 되돌릴 수 있습니다. 이렇게 하면 도입되는 이점이 사라집니다.

802.1D 표준의 새로운 버전인 IEEE 802.1D-2004는 IEEE 802.1t-2001 및 IEEE 802.1w 표준을 통합합니다.

## Catalyst 스위치에서 RSTP 지원

이 표에서는 일부 Catalyst 스위치 제품군의 RSTP 지원 및 해당 지원에 필요한 최소 소프트웨어를 보여줍니다.

Catalyst 플랫폼	MST w/ RSTP	RPVST+ (PVRST+라고도 함)
Catalyst 2900 XL / 3500 XL	사용할 수 없습니다.	사용할 수 없습니다.
Catalyst 2940	12.1(20)EA2	12.1(20)EA2
Catalyst 2950/2955/3550	12.1(9)EA1	12.1(13)EA1
Catalyst 2970/3750	12.1(14)EA1	12.1(14)EA1
Catalyst 3560	12.1(19)EA1	12.1(19)EA1
Catalyst 3750 Metro	12.1 (14) AX	12.1 (14) AX
Catalyst 2948G-L3/4908G-L3	사용할 수 없습니다.	사용할 수 없습니다.
Catalyst 4000/4500(Cisco IOS®)	12.1(12c)EW	12.1(19)EW
Catalyst 6000/6500(Cisco IOS)	12.1(11b)EX, 12.1(13)E, 12.2(14)SX	12.1(13)E
Catalyst 8500	사용할 수 없습니다.	사용할 수 없습니다.

## 새 포트 상태 및 포트 역할

802.1D는 5가지 포트 상태로 정의됩니다.

- 비활성화됨
- 수신
- 학습
- 차단
- 전달

포트 상태에 대한 자세한 내용은 [내용은](#) 이 문서의 포트 상태 섹션에 있는 표를 참조하십시오.

포트의 상태는 트래픽을 차단하거나 전달하는지 여부에 관계없이 혼합되며, 활성 토폴로지에서 수행하는 역할(루트 포트, 지정된 포트 등)입니다. 예를 들어, 운영 관점에서는 차단 상태의 포트와 수신 대기 상태의 포트 간에 차이가 없습니다. 둘 다 프레임을 무시하고 MAC 주소를 학습하지 않습니다. 진정한 차이점은 스페닝 트리기가 포트에 할당하는 역할입니다. 수신 포트가 지정되었거나 루트 상태이며 전달 상태로 전환되고 있다고 안전하게 가정할 수 있습니다. 아쉽게도 전달 상태가 되면

포트가 루트인지 아니면 지정되었는지를 포트 상태로부터 유추할 방법이 없습니다. 이는 해당 상태 기반 용어의 실패를 설명하는 데 도움이 됩니다. RSTP는 이 문제를 해결하기 위해 포트의 역할과 상태를 분리합니다.

## 포트 상태

세 가지 가능한 작동 상태에 해당하는 RSTP에는 포트 상태가 세 개뿐입니다. 802.1D 비활성화, 차단 및 수신 대기 상태는 고유한 802.1w 폐기 상태로 병합됩니다.

STP(802.1D) 포트 상태	RSTP(802.1w) 포트 상태	포트가 활성 토폴로지에 포함되어 있습니까?	포트 학습 MAC 주소입니까?
비활성화됨	취소	아니요	아니요
차단	취소	아니요	아니요
수신	취소	예	아니요
학습	학습	예	예
전달	전달	예	예

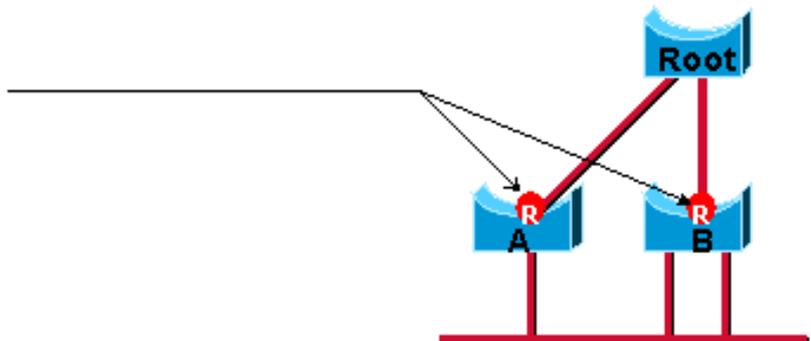
## 포트 역할

이제 포트 역할이 지정된 포트에 할당된 변수입니다. 루트 포트 및 지정된 포트 역할은 그대로 유지되며 차단 포트 역할은 백업 및 대체 포트 역할로 분할됩니다. STA(Spanning Tree Algorithm)는 BPDU(Bridge Protocol Data Unit)를 기반으로 포트의 역할을 결정합니다. 문제를 간소화하기 위해 BPDU에 대해 기억해야 할 점은 항상 둘 중 하나를 비교하고 둘 중 하나가 다른 것보다 더 유용한지 결정하는 방법이 있다는 것입니다. 이는 BPDU에 저장된 값을 기준으로 하며, 경우에 따라서는 수신된 포트를 기준으로 합니다. 따라서 이 섹션의 정보에서는 포트 역할에 대한 실제 접근 방식을 설명합니다.

### 루트 포트 역할

- 브리지에서 최상의 BPDU를 수신하는 포트는 루트 포트입니다. 경로 비용 측면에서 루트 브리지와 가장 가까운 포트입니다. STA는 전체 브리지 네트워크(VLAN당)에서 단일 루트 브리지를 선택합니다. 루트 브리지는 다른 브리지에서 전송하는 것보다 더 유용한 BPDU를 전송합니다. 루트 브리지는 루트 포트가 없는 네트워크에서의 유일한 브리지입니다. 다른 모든 브리지는 하나 이상의 포트에서 BPDU를 수신합니다

## Root Port

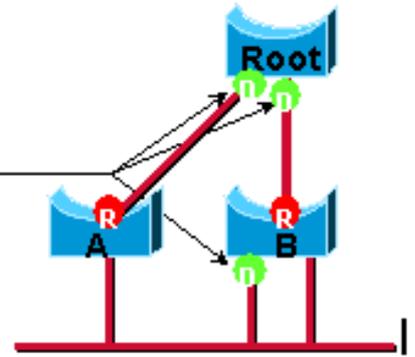


### 지정된 포트 역할

- 포트는 연결된 세그먼트에서 최상의 BPDU를 전송할 수 있는 경우 지정됩니다. 802.1D 브리지는 이더넷 세그먼트와 같은 여러 세그먼트를 연결하여 브리지된 도메인을 만듭니다. 지정된 세

그먼트에는 루트 브리지를 향한 경로가 하나만 있을 수 있습니다. 경로가 2개인 경우 네트워크에 브리지 루프가 있습니다. 지정된 세그먼트에 연결된 모든 브리지는 각각의 BPDU를 수신하고 세그먼트에 대해 지정된 브리지로 최적의 BPDU를 전송하는 브리지에 동의합니다. 해당 브리지의 포트가 해당 세그먼트에 대해 지정된 포트입니다

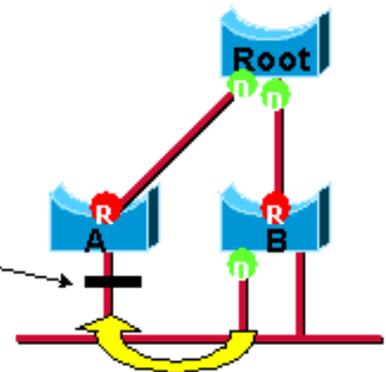
## ④ Designated Port



### 대체 및 백업 포트 역할

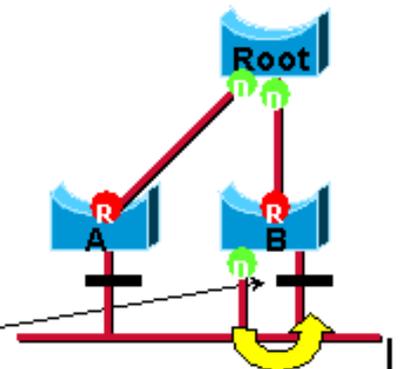
- 이 두 포트 역할은 802.1D의 차단 상태에 해당합니다. 차단된 포트는 지정된 포트 또는 루트 포트가 아닌 것으로 정의됩니다. 차단된 포트는 세그먼트에서 전송하는 것보다 더 유용한 BPDU를 수신합니다. 차단된 상태를 유지하려면 포트에서 BPDU를 수신해야 합니다. RSTP에서는 이 목적을 위해 이러한 두 가지 역할을 도입합니다.
- 대체 포트는 다른 브리지에서 더 유용한 BPDU를 수신하며 포트는 차단되었습니다. 이는 이 다이어그램에 나와 있습니다

## — Alternate Port



- 백업 포트는 동일한 브리지에서 더 유용한 BPDU를 수신하며 포트는 차단되었습니다. 이는 이 다이어그램에 나와 있습니다

## — Backup Port



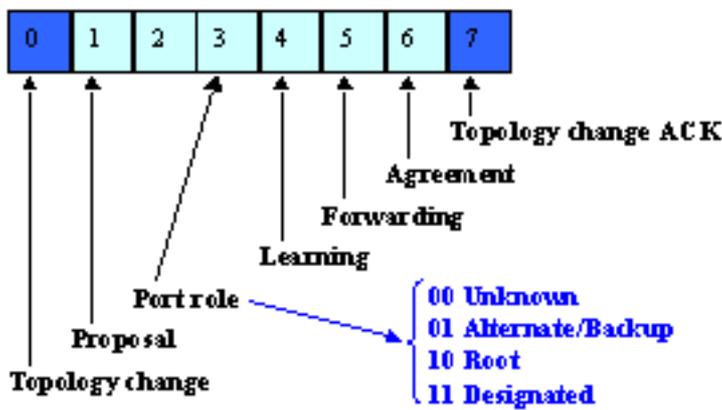
이 차이는 802.1D 내부에서 이미 설정되어 있습니다. 이는 기본적으로 Cisco UplinkFast가 작동하는 방식입니다. 근거는 대체 포트가 루트 브리지에 대한 대체 경로를 제공하므로 실패 시 루트 포트를 대체할 수 있다는 것입니다. 물론 백업 포트는 동일한 세그먼트에 대한 중복 연결을 제공하여 루트 브리지에 대한 대체 연결을 보장 할 수는 없습니다. 따라서 이는 업링크 그룹에서 제외됩니다.

결과적으로 RSTP는 802.1D와 동일한 기준을 사용하는 스페닝 트리에 대한 최종 토폴로지를 계산합니다. 브리지 및 포트 우선순위의 사용 방식에는 변화가 없습니다. 이름 차단은 Cisco 구현에서 폐기 상태에 사용됩니다. CatOS 릴리스 7.1 이상에서는 여전히 수신 및 . 그러면 IEEE 표준에서 요구하는 것보다 포트에 대해 더 많은 정보가 제공됩니다. 그러나 이제 새로운 기능에는 프로토콜이 포트에 대해 결정하는 역할과 현재 상태 간에 차이가 있습니다. 예를 들어, 이제 포트를 지정하고 동시에 차단할 수 있습니다. 이는 일반적으로 매우 짧은 기간 동안 발생하지만, 이 포트가 지정된 전달 상태로 향하는 일시적인 상태임을 의미합니다.

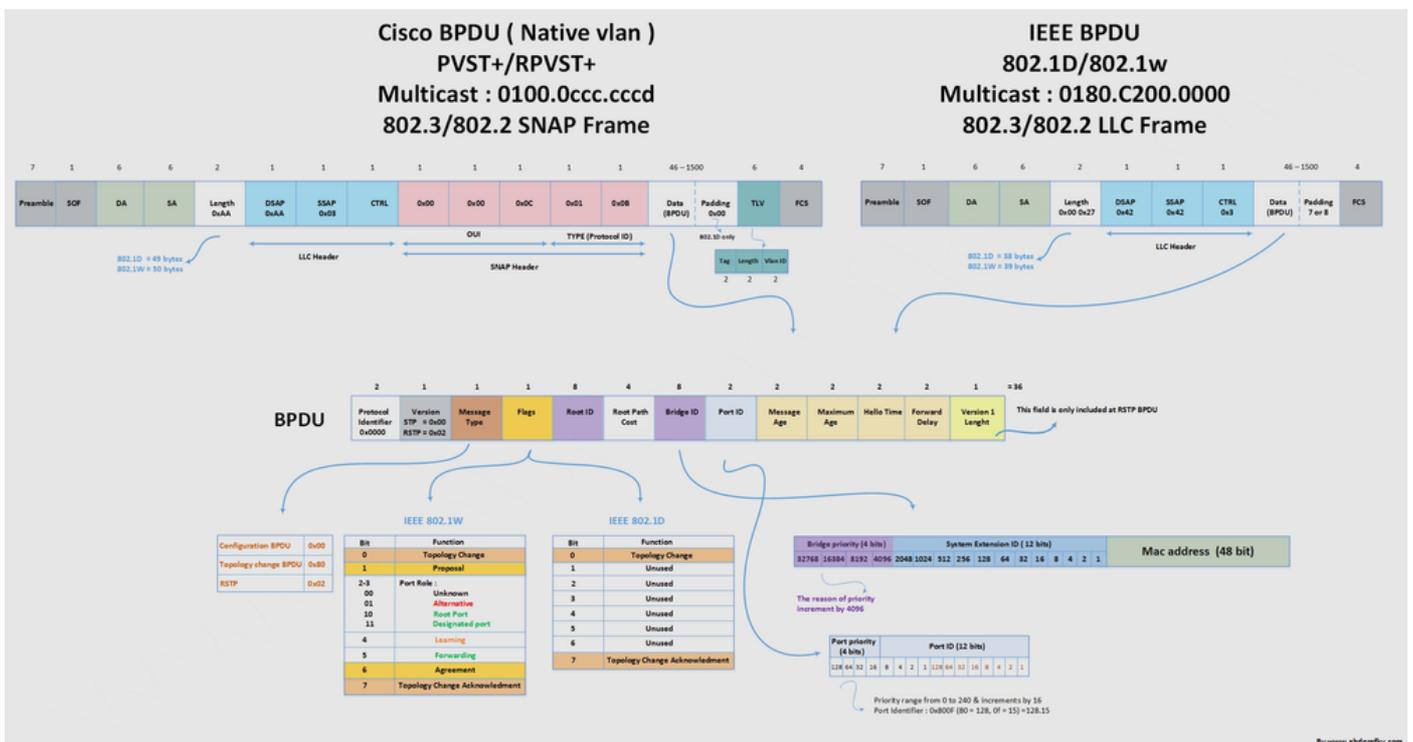
## 새 BPDU 형식

RSTP에서 BPDU 형식으로 도입된 변경 사항이 거의 없습니다. 두 개의 플래그인 TC(Topology Change) 및 TC Acknowledgement(TCA)만 802.1D에서 정의됩니다. 그러나 RSTP는 다음을 수행하기 위해 남아 있는 플래그 바이트의 6비트를 모두 사용합니다.

- BPDU를 시작하는 포트의 역할 및 상태 인코딩
- 제안/계약 메커니즘 처리



## Cisco BPDU, IEEE BPDU 및 BPDU 다이어그램의 전체 보기



고해상도 이미지는 [Cisco BPDU, IEEE BPDU 및 BPDU 다이어그램을 참조하십시오.](#)

**참고:** 비트 0(토폴로지 변경)이 최하위 비트입니다.

또 다른 중요한 변경 사항은 RSTP BPDU가 현재 유형 2, 버전 2라는 점입니다. 이는 레거시 브리지가 이 새 BPDU를 삭제해야함을 의미합니다. 이 속성을 사용하면 802.1w 브리지에서 연결된 레거시 브리지를 쉽게 탐지할 수 있습니다.

## 새 BPDU 처리

**BPDU는 Hello-Time마다 전송됩니다.**

BPDU는 hello-time마다 전송되며 더 이상 단순히 릴레이되지 않습니다. 802.1D를 사용하는 경우 루트가 아닌 브리지는 루트 포트에서 BPDU를 수신하는 경우에만 이를 생성합니다. 브리지는 BPDU를 실제로 생성하는 것보다 더 많이 릴레이합니다. 이는 802.1w를 사용하는 경우가 아닙니다. 브리지는 루트 브리지에서 수신하지 않더라도 <hello-time>초마다(기본값 2) 현재 정보가 포함된 BPDU를 전송합니다.

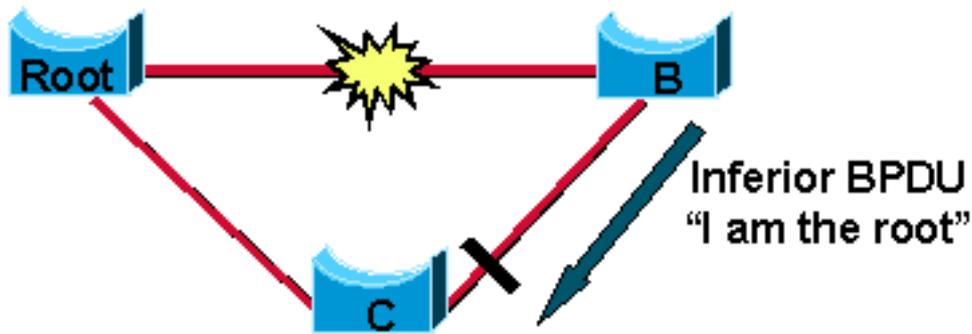
## 더욱 빨라진 정보의 에이징

지정된 포트에서 Hello가 3번 연속 수신되지 않으면 프로토콜 정보가 즉시 만료될 수 있습니다(또는 max\_age가 만료되는 경우). 이전에 언급한 프로토콜 수정 때문에 BPDU는 이제 브리지 간의 연결 유지 메커니즘으로 사용됩니다. 브리지는 3개의 BPDU가 연속으로 누락된 경우 직접 네이버 루트 또는 지정된 브리지에 대한 연결이 끊어진 것으로 간주합니다. 이렇게 빠르게 정보를 에이징하면 장애를 빠르게 탐지할 수 있습니다. 브리지가 네이버에서 BPDU를 수신하지 못하면 해당 네이버에 대한 연결이 끊어집니다. 이는 802.1D와 반대되는 개념으로, 루트에 도달하는 경로에 문제가 있을 수 있습니다.

**참고:** 물리적 링크 장애의 경우 장애가 훨씬 더 빠르게 탐지됩니다.

## 하위 BPDU 수락

이 개념은 BackboneFast 엔진의 핵심을 구성합니다. IEEE 802.1w 위원회에서는 유사한 메커니즘을 RSTP에 통합했습니다. 브리지가 지정된 또는 루트 브리지에서 열등한 정보를 수신하면 이를 즉시 수락하고 이전에 저장한 브리지를 교체합니다.



브리지 C는 여전히 루트가 활성 상태임을 잘 알고 있으므로 루트 브리지에 대한 정보가 포함된 BPDU를 브리지 B로 즉시 전송합니다. 따라서 브리지 B는 자체 BPDU를 전송하지 않으며 브리지 C로 연결되는 포트를 새 루트 포트로 수락합니다.

## 포워딩 상태로의 빠른 전환

빠른 전환은 802.1w에서 가장 중요한 기능입니다. 레거시 STA는 포트가 전달 상태로 전환되기 전에 네트워크가 통합될 때까지 수동으로 기다렸습니다. 컨버전스 속도가 빨라진 것은 보수적인 기본 매개변수(forward delay 및 max\_age 타이머)의 변경 사항으로, 종종 네트워크의 안정성에 문제가 되었습니다. 새로운 Rapid STP는 어떤 타이머 구성에도 의존하지 않고도 포트가 전달 상태로 안전하게 전환될 수 있는지 적극적으로 확인할 수 있습니다. 이제는 RSTP 호환 브리지 간에 일어나는 실제 피드백 메커니즘이 적용됩니다. 포트에서 빠른 컨버전스를 달성하기 위해 프로토콜은 에지 포트와 링크 유형이라는 두 가지 새로운 변수에 의존합니다.

## 에지 포트

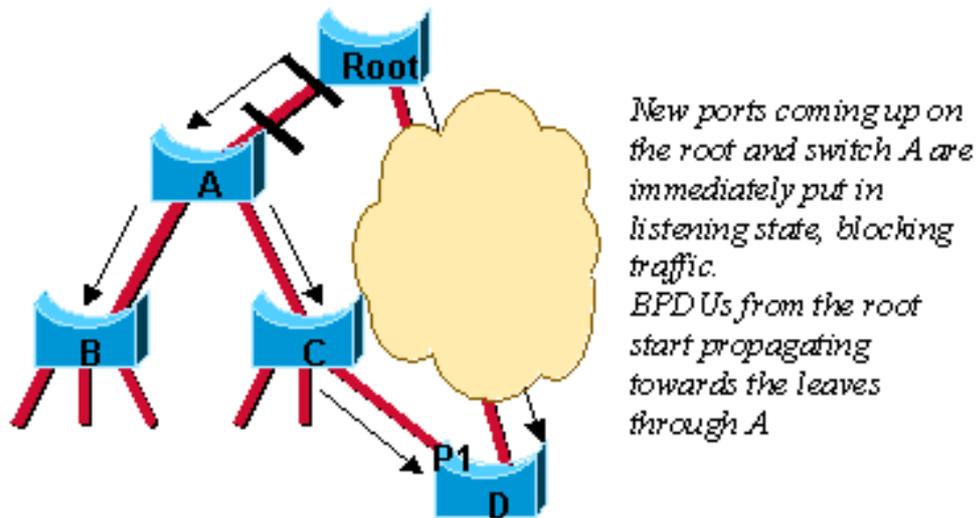
에지 포트 개념은 기본적으로 PortFast 기능에 해당하므로 Cisco 스페닝 트리 사용자에게 이미 알려져 있습니다. 엔드 스테이션에 직접 연결된 모든 포트는 네트워크에 브리지 루프를 생성할 수 없습니다. 따라서 에지 포트는 직접 전달 상태로 전환되며, 수신 및 학습 단계를 건너 뛩습니다. 링크가 전환될 때 에지 포트 또는 PortFast 활성화 포트는 토폴로지 변경을 생성하지 않습니다. BPDU를 수신하는 에지 포트는 즉시 에지 포트 상태를 잃고 정상적인 스페닝 트리 포트가 됩니다. 이 시점에서 에지 상태에 대한 사용자 구성값과 작동값이 있습니다. Cisco 구현에서는 Edge 포트 컨피그레이션에 *PortFast* 키워드 사용을 유지합니다. 이렇게 하면 RSTP로의 전환이 더욱 간단해집니다.

## 링크 유형

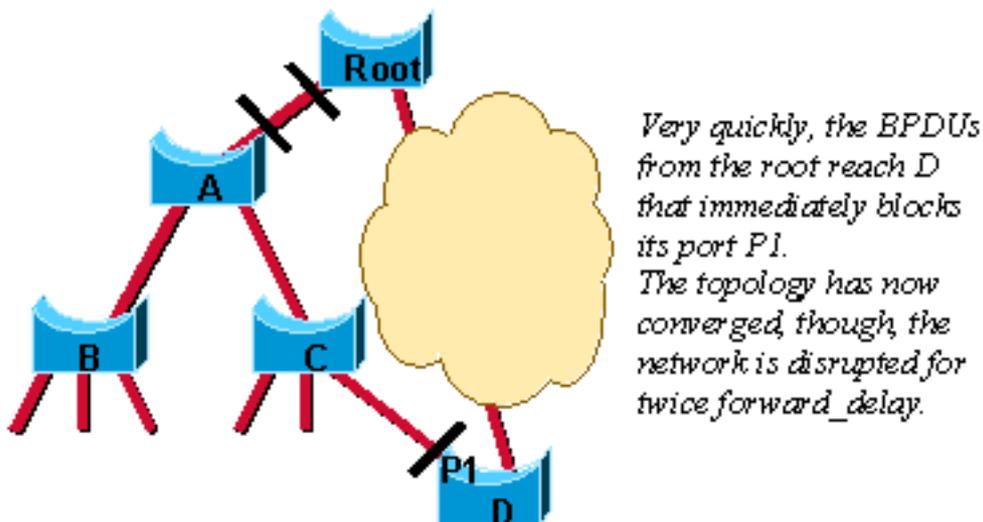
RSTP는 에지 포트 및 포인트-투-포인트 링크에서만 전달 상태로 빠르게 전환할 수 있습니다. 링크 유형은 포트의 듀플렉스 모드에서 자동으로 파생됩니다. 풀 듀플렉스에서 작동하는 포트는 포인트 투 포인트로 간주되는 반면, 하프 듀플렉스 포트는 기본적으로 공유 포트에 간주됩니다. 이 자동 링크 유형 값은 명시적 컨피그레이션에 의해 재정의될 수 있습니다. 오늘날 스위치 네트워크에서는 대부분의 링크가 풀 듀플렉스 모드로 작동하며 RSTP에 의해 포인트-투-포인트 링크로 처리됩니다. 이렇게 하면 그들을 전달 상태로의 빠른 전환을 위한 후보로 만들 수 있습니다.

## 802.1D와의 통합

이 다이어그램은 802.1D가 브리지된 네트워크에 추가된 새 링크를 처리하는 방법을 보여줍니다.



이 시나리오에서는 루트 브리지와 브리지 A 간의 링크가 추가됩니다. 브리지 A와 루트 브리지(다이어그램에서 C - D 기준) 사이에 이미 간접 연결이 있다고 가정합니다. 상기 STA는 포트를 차단하고 상기 브리지 루프를 비활성화한다. 먼저, 연결이 시작되면 루트와 브리지 A 간의 링크에 있는 두 포트가 모두 수신 대기 상태가 됩니다. 브리지 A는 이제 루트를 직접 들을 수 있습니다. 지정된 포트의 BPDUs를 트리의 리프로 즉시 전파합니다. B교와 C교는 A교로부터 이 새로운 우월한 정보를 받자마자 곧바로 나뭇잎을 향해 정보를 전달한다. 몇 초 후 브리지 D는 루트에서 BPDUs를 수신하여 포트 P1을 즉시 차단합니다.

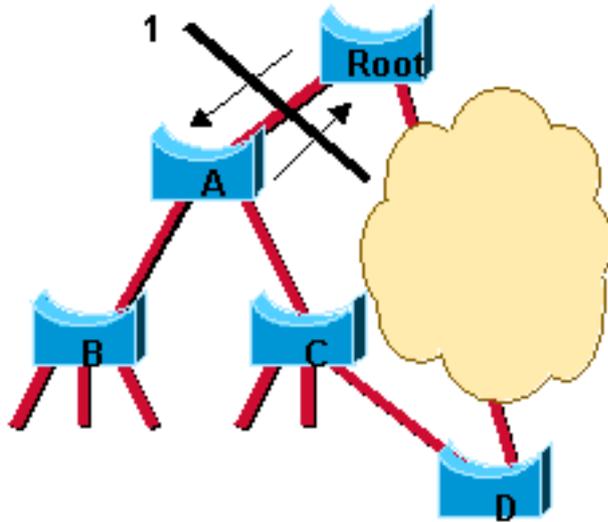


스패닝 트리는 네트워크의 새 토폴로지를 계산하는 방법에 매우 효율적입니다. 유일한 문제는 루트와 브리지 A 간의 링크가 결국 전달 상태로 끝나기 전에 2차례의 전달 지연이 경과해야 한다는 것입니다. 이는 802.1D 알고리즘에 몇 초 만에 네트워크가 수렴된다는 점을 명확하게 알릴 수 있는 피드백 메커니즘이 없기 때문에 30초 동안 트래픽이 중단되는 걸 의미합니다(네트워크의 A, B, C 전체가 격리됨).

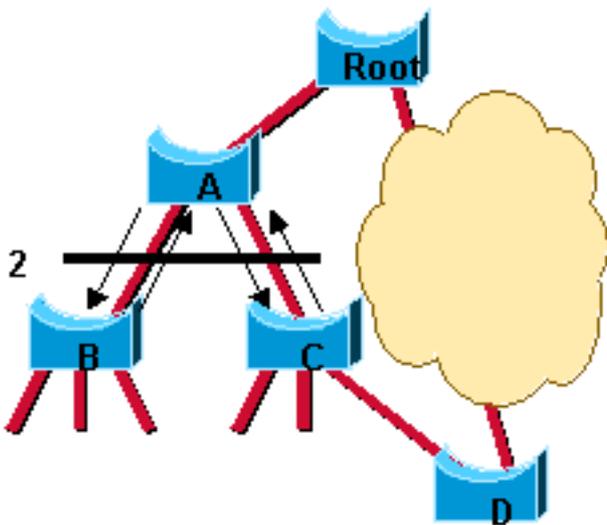
## 802.1w와의 통합

이제 RSTP가 유사한 상황을 처리하는 방법을 확인할 수 있습니다. 최종 토폴로지는 802.1D에서 계산한 것과 완전히 동일합니다(즉, 이전과 같은 위치에서 차단된 포트 하나). 이 토폴로지에 도달하는데 사용된 단계만 변경되었습니다.

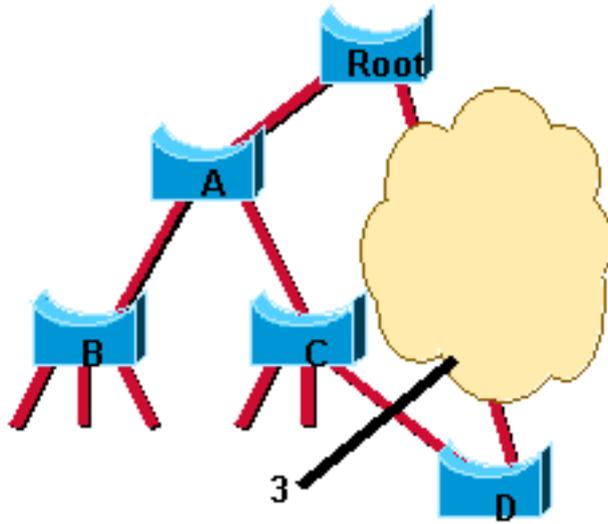
스위치 A와 루트 간 링크의 두 포트 모두 올라오는 즉시 지정된 차단에 배치됩니다. 지금까지는 모든 기능이 순수 802.1D 환경에서와 같이 작동합니다. 그러나 이 단계에서는 스위치 A와 루트 간에 협상이 이루어집니다. 스위치 A는 루트의 BPDU를 수신하는 즉시 비 경계 지정 포트를 차단합니다. 이 작업을 동기화라고 합니다. 이 작업이 완료되면 브리지 A는 루트 브리지에 포트를 전달 상태로 둘 수 있는 권한을 명시적으로 부여합니다. 이 다이어그램은 네트워크에서 이 프로세스의 결과를 보여줍니다. 스위치 A와 루트 브리지 간의 링크가 차단되고 두 브리지가 모두 BPDU를 교환합니다.



스위치 A가 에지가 아닌 지정된 포트를 차단하면 스위치 A와 루트 간의 링크가 전달 상태가 되어 상황에 도달합니다.



여전히 루프가 있을 수 없습니다. 이제 네트워크는 스위치 A 이전에 차단되는 대신 스위치 A 이후에 차단됩니다. 그러나 잠재적인 브리지 루프는 다른 위치에서 차단됩니다. 이것은 루트에서 시작된 새 BPDU와 함께 스위치 A를 통해 트리를 따라 내려갑니다. 이 단계에서 스위치 A에서 새로 차단된 포트는 스위치 B 및 스위치 C에서 모두 동기화 작업을 시작하는 인접 포트와 포워딩 상태로의 빠른 전환을 협상합니다. A로 향하는 루트 포트를 제외하고 스위치 B에는 에지 지정 포트만 있습니다. 따라서 스위치 A를 전달 상태로 전환할 권한을 부여하기 위해 차단할 포트가 없습니다. 마찬가지로 스위치 C는 지정된 포트를 D로만 차단하면 됩니다. 이제 이 다이어그램에 표시된 상태에 도달합니다.

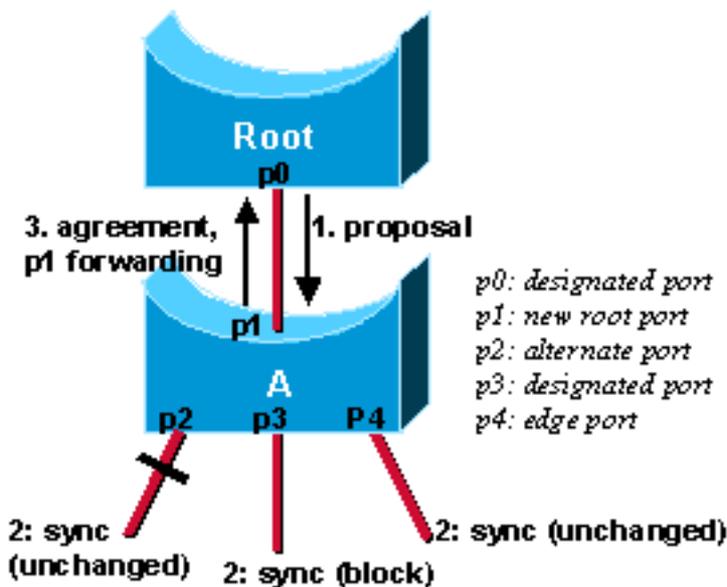


최종 토폴로지는 802.1D 예와 정확히 동일합니다. 즉 D의 포트 P1이 결국 차단됩니다. 즉, 새 BPDUs가 트리를 이동하는 데 필요한 시간 내에 최종 네트워크 토폴로지에 도달합니다. 이 빠른 통합에는 타이머가 없습니다. RSTP에서 도입한 유일한 새로운 메커니즘은 전달 상태로 즉시 전환 권한을 부여하기 위해 스위치가 새로운 루트 포트에서 전송할 수 있다는 승인이며, 두 차례 전달 지연 장기 수신 및 학습 단계를 우회합니다. 관리자는 빠른 통합의 이점을 누리려면 다음 사항만 기억하면 됩니다.

- 브리지 간의 이러한 협상은 명시적 포트 컨피그레이션이 아닌 경우 브리지가 포인트-투-포인트 링크(즉, 전이중 링크)에 의해 연결된 경우에만 가능합니다.
- 이제 에지 포트는 802.1D의 포트에서 PortFast가 활성화되는 훨씬 더 중요한 역할을 합니다. 예를 들어, 네트워크 관리자가 스위치 B에서 에지 포트를 제대로 구성하지 못할 경우, 스위치 A와 시작하는 루트 간의 링크에 의해 연결이 영향을 받습니다.

### 제안/계약 시퀀스

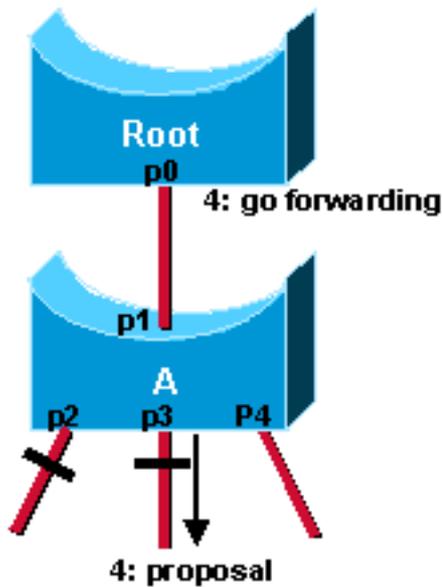
STA에 의해 지정된 포트가 되도록 선택된 포트가 있는 경우, 802.1D는 전달 상태로 전환되기 전에 여전히 두 번 <전달 지연>초(기본적으로 2 x 15)를 기다립니다. RSTP에서 이 조건은 차단 상태이지만 지정된 역할이 있는 포트에 해당합니다. 이 다이어그램은 단계별로 빠른 전환을 수행하는 방법을 보여줍니다. 루트와 스위치 A 간에 새 링크가 생성되었다고 가정합니다. 이 링크의 두 포트 모두 상대방으로부터 BPDUs를 수신할 때까지 지정된 차단 상태가 됩니다.



지정된 포트가 폐기 중이거나 학습 상태인 경우(이 경우에만), 전송하는 BPDU에 제안 비트를 설정합니다. 이는 이전 다이어그램의 1단계에서 보여 준대로 루트 브리지의 포트 p0에서 발생합니다. 스위치 A는 우수한 정보를 수신하므로 p1이 새 루트 포트임을 즉시 알 수 있습니다. 그런 다음 스위치 A는 동기화를 시작하여 모든 포트가 이 새로운 정보와 동기화되었는지 확인합니다. 포트가 다음 기준 중 하나를 충족하는 경우 동기화 상태입니다.

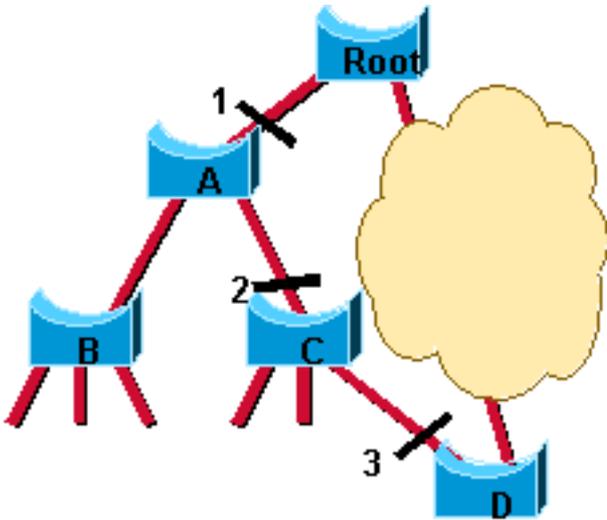
- 포트가 차단 상태이며 이는 안정적인 토폴로지에서 폐기됨을 의미합니다.
- 포트는 에지 포트입니다.

서로 다른 종류의 포트에 대한 동기화 메커니즘의 영향을 설명하기 위해 스위치 A에 대체 포트 p2, 지정된 전달 포트 p3 및 에지 포트 p4가 있다고 가정합니다. p2와 p4는 이미 하나의 기준을 충족합니다. 동기화(이전 다이어그램의 2단계 참조)를 수행하려면 스위치 A가 포트 p3을 차단하고 폐기 상태를 할당하기만 하면 됩니다. 이제 모든 포트가 동기화되었으므로 스위치 A는 새로 선택한 루트 포트 p1의 차단을 해제하고 루트에 응답할 계약 메시지를 보낼 수 있습니다. (3단계 참조). 이 메시지는 제안 비트 대신 계약 비트가 포함된 제안 BPDU의 복사본입니다. 이렇게 하면 포트 p0이 수신하는 계약이 정확히 어떤 제안에 해당하는지 알 수 있습니다.



p0에서 해당 계약을 수신하면 즉시 전달 상태로 전환할 수 있습니다. 이는 이전 그림의 4단계입니다. 동기화 후에는 포트 p3은 지정된 폐기 상태로 유지됩니다. 4단계에서 포트는 포트 p0이 1단계에 있을 때와 정확히 동일한 상황에 있습니다. 그런 다음 네이버에 제안하기 시작하고 신속하게 전달 상태로 전환하려고 시도합니다.

- 제안 동의 메커니즘은 타이머에 의존하지 않으므로 매우 빠릅니다. 이러한 핸드셰이크 전파는 네트워크 엣지를 향해 빠르게 전파되며, 토폴로지가 변경된 후 연결을 빠르게 복원합니다.
- 지정된 폐기 포트가 제안을 전송한 후 계약을 수신하지 않을 경우, 천천히 전달 상태로 전환되고 기존의 802.1D 수신-학습 시퀀스로 돌아갑니다. 이는 원격 브리지가 RSTP BPDU를 이해하지 못하거나 원격 브리지의 포트가 차단 중인 경우 발생할 수 있습니다.
- Cisco는 브리지가 동기화될 때 이전 루트 포트만 폐기 상태로 만들 수 있도록 하는 동기화 매커니즘 개선을 도입했습니다. 이 메커니즘의 작동 방식에 대한 자세한 내용은 이 문서의 범위를 벗어납니다. 그러나 가장 일반적인 재통합 사례에서 호출되었다고 안전하게 가정할 수 있습니다. 이 문서의 [Convergence with 802.1w](#) 섹션에 설명된 시나리오는 최종 차단 포트에 대한 경로의 포트만 일시적으로 혼동되기 때문에 매우 효율적입니다.



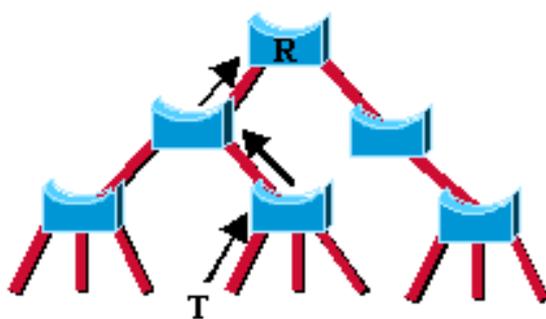
## Uplinkfast

RSTP에 포함된 전달 상태로 즉시 전환하는 또 다른 형태는 Cisco UplinkFast 전용 스페닝 트리 확장과 유사합니다. 기본적으로 브리지가 루트 포트를 잃으면 최상의 대체 포트를 직접 전달 모드로 전환할 수 있습니다(새 루트 포트의 모양도 RSTP에 의해 처리됨). 새 루트 포트에 대체 포트를 선택하면 토폴로지 변경이 생성됩니다. 802.1w 토폴로지 변경 메커니즘은 업스트림 브리지의 CAM(Content Addressable Memory) 테이블에서 적절한 항목을 지웁니다. 따라서 여기에는 UplinkFast의 더미 멀티캐스트 생성 프로세스가 필요하지 않습니다.

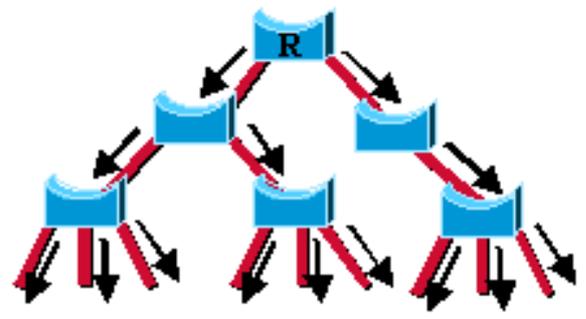
메커니즘이 기본적으로 포함되어 RSTP에서 자동으로 활성화되므로 UplinkFast를 추가로 구성할 필요가 없습니다.

## 새로운 토폴로지 변경 메커니즘

802.1D 브리지가 토폴로지 변경을 탐지하면 신뢰할 수 있는 메커니즘을 사용하여 먼저 루트 브리지에 알립니다. 이는 이 다이어그램에 나와 있습니다.



A topology change is generated on point T.  
1<sup>st</sup> step: A TCN is going up to the root.



2<sup>nd</sup> step: the root advertises the TC for max-age + forward delay.

루트 브리지가 네트워크 토폴로지의 변경을 인식하면, 루트 브리지가 전송하는 BPDU에 TC 플래그를 설정합니다. 그러면 네트워크의 모든 브리지에 릴레이됩니다. 브리지가 TC 플래그 비트가 설정된 BPDU를 수신하면 지연 시간(초)을 전달하기 위해 브리지 테이블 에이징 시간을 줄입니다. 이렇게 하면 오래된 정보를 비교적 빠르게 플러시할 수 있습니다. 이 토폴로지 변경 메커니즘은 RSTP에서 심층적으로 리모델링되었습니다. 토폴로지 변경 탐지와 네트워크를 통한 해당 전파는 모두 진화

합니다.

## 토폴로지 변경 탐지

RSTP에서는 전달 상태로 이동하는 비 에지 포트만 토폴로지 변경을 유발합니다. 즉, 802.1D와 달리 연결 손실이 더 이상 토폴로지 변경으로 간주되지 않습니다. (즉, 차단으로 이동하는 포트는 더 이상 TC를 생성하지 않습니다) RSTP 브리지가 토폴로지 변경을 탐지하면 다음 상황이 발생합니다.

- 필요한 경우 모든 비 에지 지정 포트 및 루트 포트에 대해 hello-time의 2배에 해당하는 값으로 TC While 타이머를 시작합니다.
- 이 모든 포트와 연결된 MAC 주소를 플러시합니다.

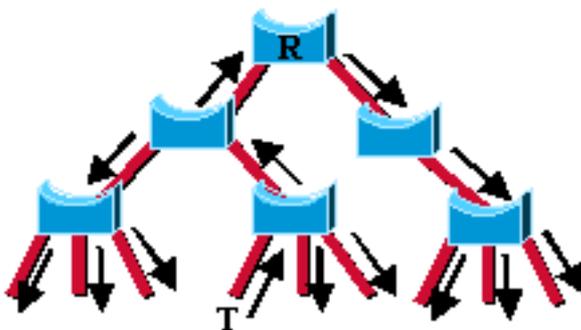
**참고:** TC While 타이머가 포트에서 실행되는 동안에는 해당 포트에서 전송된 BPDU에 TC 비트가 설정됩니다. BPDU는 타이머가 활성화되어 있는 동안 루트 포트에서도 전송됩니다.

## 토폴로지 변경 전파

브리지가 네이버에서 TC 비트가 설정된 BPDU를 수신하면 다음과 같은 현상이 발생합니다.

- 토폴로지 변경을 수신하는 포트를 제외하고 모든 해당 포트에서 학습된 MAC 주소를 지웁니다.
- TC While 타이머를 시작하고 모든 지정된 포트 및 루트 포트에 TC 비트가 설정된 BPDU를 전송합니다(레거시 브리지에 알림이 필요하지 않는 한 RSTP는 더 이상 특정 TCN BPDU를 사용하지 않습니다).

이렇게 하면 TCN이 전체 네트워크에서 매우 빠르게 플러딩됩니다. 이제 TC 전파가 1단계 프로세스입니다. 실제로 토폴로지 변경의 개시자는 루트 브리지에서만 802.1D를 수행한 것과 달리 네트워크 전체에 이 정보를 플러딩합니다. 이 메커니즘은 802.1D에 비해 훨씬 빠릅니다. 루트 브리지에 알림이 전송될 때까지 기다렸다가 전체 네트워크에 대한 토폴로지 변경 상태를 몇 초간 유지할 필요가 없습니다.<max age plus forward delay>



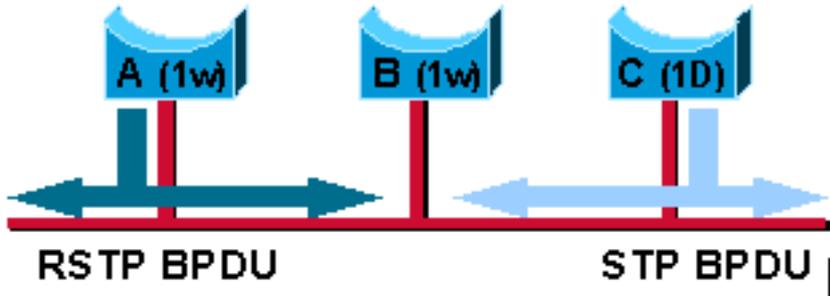
**The originator of the TC directly floods this information through the network**

단 몇 초 만에 또는 여러 작은 hello-time에 전체 네트워크(VLAN)의 CAM 테이블에 있는 항목 대부분이 삭제됩니다. 이러한 접근 방식을 사용하면 일시적으로 더 많은 플러딩이 발생할 수 있지만, 그에 따라 연결이 신속하게 복구되지 않는 오래된 정보가 지워집니다.

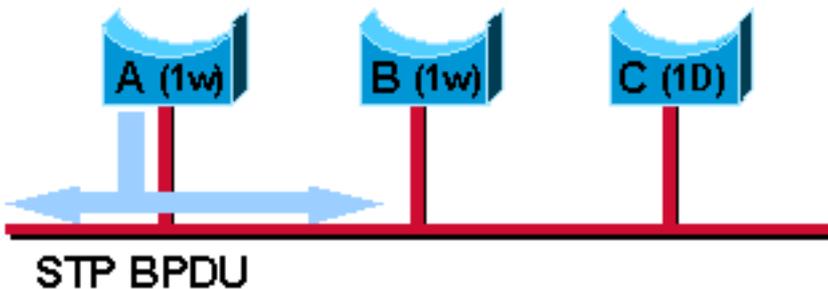
## 802.1D와의 호환성

RSTP는 레거시 STP 프로토콜과 상호 운용될 수 있습니다. 그러나 알아두어야 할 중요한 사항은 레거시 브리지와 상호 작용할 때 802.1w의 고유한 빠른 통합 이점이 사라진다는 것입니다.

각 포트는 해당 세그먼트에서 실행할 프로토콜을 정의하는 변수를 유지 관리합니다. 포트가 작동하면 3초의 마이그레이션 지연 타이머도 시작됩니다. 이 타이머가 실행되면 포트에 연결된 현재 STP 또는 RSTP 모드가 잠깁니다. 마이그레이션 지연이 완료되는 즉시 포트는 수신하는 다음 BPDU에 해당하는 모드에 적응합니다. 수신된 BPDU의 결과로 포트의 작동 모드가 변경되면 마이그레이션 지연이 재시작됩니다. 이렇게 하면 가능한 모드 변경 빈도가 제한됩니다.



예를 들어, 이전 그림의 브리지 A와 B가 모두 RSTP를 실행하며 스위치 A가 세그먼트에 대해 지정되었다고 가정합니다. 레거시 STP 브리지 C가 이 링크에 도입되었습니다. 802.1D 브리지가 RSTP BPDU를 무시하고 삭제하면 C는 세그먼트에 다른 브리지가 없다고 판단하고 하위 802.1D 형식 BPDU를 전송하기 시작합니다. 스위치 A는 이러한 BPDU를 수신하고 최대 두 배의 hello-time 초 후에 해당 모드에서만 해당 모드를 802.1D로 변경합니다. 결과적으로 C는 이제 스위치 A의 BPDU를 이해하고 해당 세그먼트에 대해 지정된 브리지로 A를 수락합니다.



이 경우 브리지 C가 제거되면 브리지 A는 고유한 인접 디바이스 B를 사용하여 RSTP 모드에서 더 효율적으로 작업할 수 있지만 해당 포트에서 STP 모드로 실행됩니다. 이는 A가 브리지 C가 세그먼트에서 제거되었음을 알지 못하기 때문입니다. 이 특정한 경우에는(거의 없음) 포트의 프로토콜 탐지를 수동으로 재시작하기 위해 사용자 개입이 필요합니다.

포트가 802.1D 호환성 모드에 있는 경우 TCN(Topology Change Notification) BPDU 및 TC 또는 TCA 비트가 설정된 BPDU도 처리할 수 있습니다.

## 결론

RSTP(IEEE 802.1w)에는 기본적으로 802.1D 스페닝 트리에 대한 대부분의 Cisco 독점 개선 기능(예 : BackboneFast, UplinkFast, PortFast)이 포함되어 있습니다. RSTP는 적절하게 구성된 네트워크에서 경우에 따라 수백 밀리 초 단위로 훨씬 더 빠른 통합을 달성할 수 있습니다. 전달 지연 및 max\_age와 같은 기존 802.1D 타이머는 백업으로만 사용되며, 관리자가 포인트-투-포인트 링크 및 에지 포트를 올바르게 식별하고 설정한 경우에는 필요하지 않습니다. 또한 레거시 브리지와 상호 작용이 없는 경우에는 타이머가 필요하지 않습니다.

## 관련 정보

- [CatOS를 실행하는 Catalyst Series 스위치에서 MST\(802.1s\) / RSTP\(802.1w\) 구성](#)
- [Cisco Uplink Fast 기능 이해 및 구성](#)
- [툴 및 리소스](#)
- [기술 지원 및 문서 - Cisco Systems](#)

이 번역에 관하여

Cisco는 전 세계 사용자에게 다양한 언어로 지원 콘텐츠를 제공하기 위해 기계 번역 기술과 수작업 번역을 병행하여 이 문서를 번역했습니다. 아무리 품질이 높은 기계 번역이라도 전문 번역가의 번역 결과물만큼 정확하지는 않습니다. Cisco Systems, Inc.는 이 같은 번역에 대해 어떠한 책임도 지지 않으며 항상 원본 영문 문서(링크 제공됨)를 참조할 것을 권장합니다.