

مقدمه ای بر پروتکل Spanning Tree (SPT)

زمانی که طراحان LAN به چندین سوئیچ نیاز داشته باشند ، بیشتر مهندسين شبکه ، چندین ارتباط و شبکه بین سوئیچ ها قرار می دهند. دلیل بسیار ساده است. سوئیچ ها ممکن است خراب شوند و کابلها هم احتمال دارد قطع شده و یا از محل اتصال خود جدا شوند. در صورتیکه اگر سوئیچ یا کابلهای اضافی نصب شده باشد ، سرویسدهی شبکه برای بیشتر کاربران فعال باقی خواهد ماند.

طراحان LAN هنگام نصب کردن ارتباطات اضافی این احتمال را هم در نظر می گیرند که ممکن است در صورت فعال بودن این ارتباطات اضافی ، فریم ها در یک حلقه بصورت بی نهایت و همیشگی بپرخند و این گردش ممکن است باعث پایین آمدن کارایی شبکه گردد. بنابراین در شبکه های LAN از پروتکل Spanning Tree (SPT) استفاده می شود. این پروتکل اجازه می دهد که ارتباطات اضافی LAN استفاده بشوند و در عین حال از ایجاد حلقه و گردش فریم ها از طریق ارتباطات اضافی جلوگیری شود. این فصل در مورد STP و برخی دستورات پیکربندی و نحوه رفتار و عملکرد آن بحث می کند. علاوه بر این در این فصل با جزئیات STP ، به همراه نگارش جدید آن (RSTP) و پیکربندی STP بر روی سوئیچ های ۲۹۵۰ سیسکو آشنا می شوید.

پروتکل Spanning Tree (STP)

بدون STP ، فریم ها در ارتباطات اضافه فیزیکی که در شبکه ایجاد شده اند ، برای مدت زمان نامحدود و بی انتهایی در گردش خواهند بود. برای جلوگیری از گردش فریم ها ، STP راه برخی از درگاهها را برای forward فریم ها سد می کند و بنابراین فقط یک مسیر فعال می تواند بین دو بخش شبکه (محدوده های برخورد^۱) وجود داشته باشد. نتیجه عملکرد STP هم خوب و هم بد است. فریم ها بصورت بی نهایت در گردش نخواهند بود ، که این مسئله شبکه را قابل استفاده نگه می دارد و بنابراین خوب است. در عین حال شبکه نمی تواند از محاسن فعال نگه داشتن ارتباطات اضافی بهره مند شود ، بدلیل اینکه آنها برای جلوگیری از ایجاد حلقه و گردش فریم ها ، بسته شده اند. علاوه براین ترافیک برخی از کاربران بدلیل اینکه ارتباطات کوتاه تر بسته شده اند ، راه طولانی تری را برای رسیدن به مقصد باید طی کنند ، که این بد و ناگوار است. با همه این احوال نتیجه نهایی خوب است. در صورتی که فریم ها بصورت بی انتها دچار حلقه و گردش شوند ، شبکه غیر قابل استفاده خواهد بود.

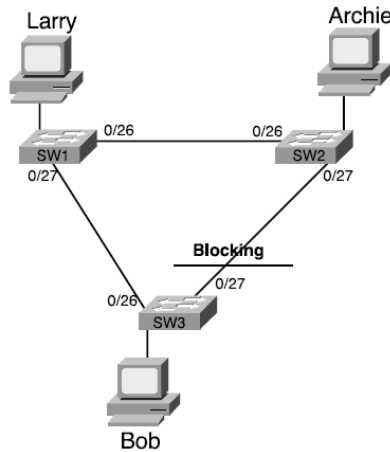
برای آزمون INTRO ، شما به اطلاعات کمی در مورد جزئیات STP و اینکه چرا STP مورد نیاز است نیاز دارید. برای آزمون ICND شما به اطلاعات دقیق و جزئی در مورد STP نیاز خواهید داشت که در پروتکل IEEE 802.1d تعریف شده است. این فصل شامل جزئیات بیشتری در مورد چگونگی عملکرد پروتکل STP (802.1d) ، به همراه انتخاب ریشه و اینکه چگونه درگاهها در وضعیتهای forward و block قرار می گیرند ، می شود. همچنین در این فصل در مورد پروتکل RSTP که تحت استاندارد IEEE 802.1w به ثبت رسیده است ، اطلاعاتی بدست خواهید آورد.

پروتکل Spanning Tree , IEEE 802.1d چه کاری انجام می دهد ؟

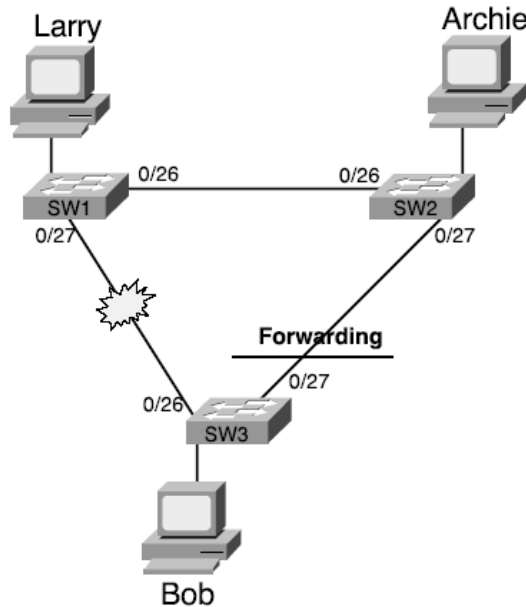
الگوریتم spanning tree هر درگاه یک bridge یا سوئیچ را در حالت forward (ارسال) یا block (جلوگیری) قرار می دهد. تمام درگاههایی که در وضعیت forward قرار دارند بعنوان spanning tree شناخته می شوند. مجموع درگاههای forwarding یک مسیر واحد برای ارسال فریم های بخشهای مختلف شبکه ایجاد می کنند. سوئیچ ها می توانند فریم ها را از درگاههایی که وضعیت آنها بصورت forward است ارسال کرده و دریافت کنند. بنابراین سوئیچ ها نمی توانند فریم ها را از طریق درگاههایی که وضعیت آنها بصورت Block است ، ارسال یا دریافت کنند.

تصویر ۱-۲ یک شاخه STP ساده را با یک درگاه بر روی SW3 در حالت block نمایش می دهد.

¹ Collision Domain



زمانی که Larry یک فریم فراگیر ارسال می کند ، فریم دچار حلقه نمی شود. SW1 یک کپی به SW2 می فرستد ، اما SW3 نمی تواند آن را از درگاه 0/27 خود (بدلیل اینکه block شده است) به SW2 ارسال کند. در همین حال SW1 یک فریم فراگیر به SW2 ارسال می کند ، و SW2 آن را به مقصد SW3 از خود عبور می دهد ، اما SW3 از ورود فریم مورد نظر از طریق درگاه 0/27 جلوگیری می کند. با این حال ، STP باعث می شود که برخی فریم ها بمنظور جلوگیری از حلقه ، مسیره های طولانی تری را برای رسیدن به مقصد ببینند. بعنوان مثال اگر Archie بخواهد یک فریم به سمت Bob ارسال کند ، فریم ابتدا باید از SW2 به SW1 رفته و سپس از طریق آن به SW3 تحویل داده شود - استفاده از یک مسیر فیزیکی طولانی - STP از حلقه جلوگیری می کند ، اما شما پس از آن باید با برخی از ترافیکهای ناکارآمد زندگی کرده و کنار بیایید. اگر یک ارتباط بین SW1 و SW3 خراب شود ، STP همگرایی را شروع کرده و بنابراین از این پس دیگر رابط 0/27 بر روی سوئیچ block نخواهد بود. بعنوان مثال در تصویر ۲-۲ ، ارتباط مذکور خراب شده و STP همگرایی را انجام داده است.



اما چگونه STP سوئیچ ها را برای forward یا block کردن هر رابط مدیریت می کند؟ و همچنین عمل همگرایی را چگونه انجام می دهد تا بتواند با استفاده از تغییر وضعیت block به forward ، محاسن استفاده از ارتباطهای اضافی برای پاسخگویی به درخواستها را در هنگامی که شبکه کار نمی کند ، بدست آورد؟ این بخش به این سوالات پاسخ می گوید.

پروتکل Spanning Tree چگونه کار می کند؟

الگوریتم STP یک مجموعه از رابطهایی را که فریم ها را forward می کنند ، تشکیل می دهد. ساختار این مجموعه یک مسیر واحد به سمت هر بخش شبکه ایجاد می کند ، دقیقا مانند مسیری که از تنه درخت شروع شده و به هر برگی ختم می شود. STP واقعا رابطها را در حالت forward یا block قرار می دهد و در صورتی که هیچ دلیل برای forward بودن یک رابط وجود نداشته باشد ، بلافاصله آن را در حالت block قرار خواهد داد. بعبارت دیگر ، STP بسادگی forward بودن یا نبودن یک رابط را بر می گزیند.

STP سه معیار را برای قرار دادن یک رابط در حالت forward استفاده می کند:

- STP ، bridge ریشه را انتخاب کرده و سپس کلیه رابطهای bridge ریشه را در حالت forward قرار می دهد.
 - هر bridge که بعنوان bridge ریشه محسوب نشود ، یکی از درگاههای خود را که دارای کمترین هزینه مدیریتی و فاصله با bridge ریشه است ، انتخاب کرده و آن را در حالت forward قرار می دهد. به این درگاه ، درگاه ریشه bridge گفته می شود.
 - بسیاری از bridgeها می توانند به یک بخش یکسان شبکه متصل شوند. یک bridge که دارای کمترین هزینه مدیریتی از خودش تا bridge ریشه است ، با bridgeهای دیگری که به همان شبکه متصل شده و وضعیت آنها forward است ، مقایسه می شود. Bridge ای که دارای کمترین هزینه بر روی هر بخش شبکه باشد ، بعنوان bridge برگزیده^۲ نامیده می شود ، و همچنین آن رابط bridge مذکور که به آن بخش شبکه متصل شده است نیز ، بعنوان درگاه برگزیده^۳ شناخته خواهد شد.
- با توجه به موارد مذکور ، بقیه رابطها در وضعیت block قرار می گیرند. جدول ۲-۲ دلایل اینکه چرا STP درگاهها را در وضعیت forward یا block قرار می دهد ، ذکر کرده است.

خصوصیات درگاه	وضعیت STP	توضیح
تمام درگاههای bridge ریشه	Forward	Bridge ریشه همیشه بعنوان bridge برگزیده بر روی تمام بخشهای متصل شبکه شناخته می شود.
درگاه ریشه مربوط به هر bridge غیر ریشه	Forward	درگاه ریشه ، درگاهی است که کم هزینه ترین BPDU را از ریشه دریافت می کند.
درگاه برگزیده هر LAN	Forward	Bridge کم هزینه ترین BPDU را بسوی آن بخش از شبکه که دارای bridge برگزیده است ، می فرستد.
تمام درگاههای دیگر	Block	درگاه برای forward کردن فریم ها استفاده نمی شود. هیچیک از فریم های دریافتی بر روی این رابطها برای forward بررسی نمی شوند.

انتخاب ریشه و پیدا کردن درگاههای ریشه و درگاههای برگزیده

STP کار خود را با هر bridge با مطالبه کردن bridge ریشه ، توسط ارسال پیامهای STP آغاز می کند. STP این پیامها را که برای تبادل اطلاعات با bridgeهای دیگر مورد استفاده قرار می گیرد ، بنام BPDU می شناسد. هر bridge توسط ارسال یک BPDU با مشخصات زیر شروع بکار می کند :

- شناسه bridge مربوط به bridge ریشه - شناسه bridge عبارتست از شماره ای که از الحاق اولویت bridge و آدرس MAC بر روی آن bridge بدست می آید(مگر اینکه بطور دقیق توسط شماره دیگری پیکربندی شده باشد). در ابتدای شروع مرحله انتخاب ریشه ، هر bridge تمایل دارد تا بعنوان bridge ریشه شناخته شود ، بنابراین هر bridge خودش را بعنوان ریشه با استفاده از شناسه bridge خود در شبکه انتشار می دهد. بعنوان مثال ؛ مثال ۱-۲ در ادامه این فصل ، خروجی از یک سوئیچ را با اولویت ۳۲۷۸ و آدرس MAC 0050.f035.a940 نشان می دهد ، که برای شکل دادن و تشکیل شناسه bridge ترکیب شده است. کمترین عدد اولویت ، نشان دهنده بهترین انتخاب برای ریشه می باشد. ویژگیهای STP 802.1d اجازه می دهد که اولویت ها بین ۰ تا ۶۵.۵۳۵ تنظیم شوند.

² Root port
³ Designated bridge
⁴ Designated port

- هزینه دسترسی به ریشه از این bridge- در ابتدای شروع مرحله انتخاب ریشه ، هر bridge تمایل دارد تا بعنوان bridge ریشه شناخته شود ، بنابراین ارزش آن صفر (۰) تنظیم می شود ، که هزینه این bridge برای دسترسی به خودش است. کمترین هزینه ، بهترین مسیر را مشخص می کند و همانطور که گفته شد ، محدوده هزینه ها بین ۰ تا ۶۵.۵۳۵ خواهد بود.
- شناسه bridge ارسال کننده این BPDU- این ارزش همیشه شناسه bridge ارسال کننده BPDU را صرف نظر از اینکه آیا ارسال کننده bridge ، ریشه است یا نه ، شامل می شود.

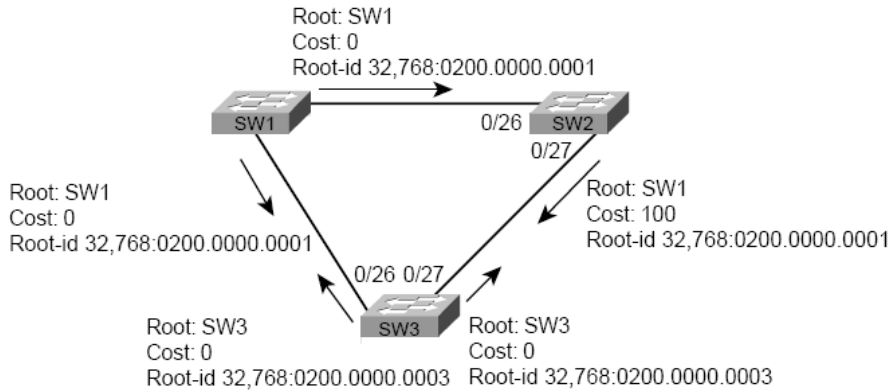
Bridgeها bridge ریشه را بر مبنای شناسه bridge که در BPDU قرار دارد ، انتخاب می کنند. Bridge ریشه bridge ای است که دارای کمترین ارزش عددی در شناسه bridge خود است. بدلیل اینکه شناسه دوتکه ای bridge با مقدار و ارزش اولویت شروع می شود ، بصورت ذاتی و خودکار ، آن bridge که دارای کمترین ارزش عددی اولویت باشد ، بعنوان ریشه انتخاب می شود. بعنوان مثال ، اگر یک bridge دارای اولویت ۱۰۰ و یک bridge دیگر دارای اولویت ۲۰۰ باشد ، صرف نظر از اینکه کدام آدرس MAC برای ساخته شدن شناسه bridge هر سوئیچ یا bridge استفاده شده است ، دارنده اولویت ۱۰۰ برنده خواهد شد.

اگر در هنگام عمل انتخاب سوئیچ ریشه ، اولویت دو یا چند سوئیچ مساوی باشد ، bridge ریشه bridge ای خواهد بود که پایین ترین و کوچکترین آدرس MAC را برای ساخت شناسه bridge استفاده کرده باشد. آدرس MAC ای که برای ساختن شناسه bridge استفاده شده است ، حتما باید منحصر بفرد بوده و در شبکه تکراری نباشد. سوئیچ ها و یا bridge ها یکی از آدرسهای MAC معین شده خود را برای ایجاد شناسه bridge استفاده می کنند و بدلیل اینکه آدرس MAC همیشه منحصر بفرد بوده و تکراری نخواهد بود ، عملیات مذکور بدرستی انجام خواهد گرفت. بنابراین اگر اولویتها مساوی باشند و یک سوئیچ آدرس MAC : 0200.0000.0000 را بعنوان بخشی از شناسه bridge خود استفاده کند ، و بقیه آدرس 0FF,FFFF,FFF را استفاده کنند ، سوئیچ دارای آدرس 0200.0000.0000 ، سوئیچ ریشه خواهد بود.

پیغامی که برای شناسایی سوئیچ ریشه ، شناسه bridge و هزینه آن استفاده می شود ، بنام پیغام BPDU سلام^۵ شناخته می شود. روشی که STP برای انتخاب bridge ریشه در پی می گیرد ، بی شباهت به انتخابات سیاسی نیست. فرایند انتخاب ریشه بدین گونه آغاز می شود که تمام bridgeها با ارسال پیغام BPDU بهمراه شناسه bridge و اولویتهای خود ، تقاضای انتخاب خود بعنوان ریشه را مطرح می کنند. اگر یک bridge ، کاندیدای مناسبتری را نسبت به خود در شبکه شناسایی کند ، ارسال BPDU را (برای معرفی خود بعنوان ریشه) متوقف کرده و شروع به forward پیغامهای hello ارسالی توسط bridge مناسبتر می نماید. این مسئله مانند یک مسابقه سیاسی است که در آن یک کاندیدا بالا آمده و رقابت را رها می کند؛ و کاندیدای ضعیفتر خود را پشت سر برنده قرار می دهد و سعی می کند که توسط او پشتیبانی شود. سرانجام یکی پیروز شده و همه از سوئیچ برنده شده پشتیبانی می کنند.

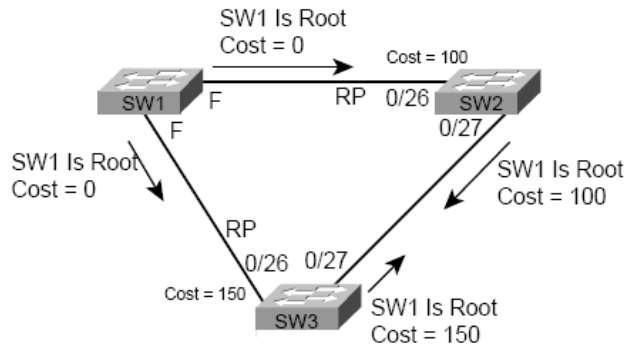
تصویر ۲-۳ بخشی از فرایند مذکور را بصورت خلاصه نشان می دهد. تصور کنید که SW1 خود را بعنوان ریشه مطرح کرده است ، مانند کاری که SW2 و SW3 انجام داده اند. هم اکنون SW2 متوجه می شود که SW1 انتخاب بهتری برای ریشه است ، اما هرکدام از SW1 و SW3 هنوز خود را برای انتخاب بعنوان ریشه ، بهترین می دانند. بنابراین آنها به ارسال BPDU برای معرفی خود بعنوان ریشه ادامه می دهند.

⁵ Hello BPDU



در تصویر ۲-۳ هنوز دو کاندیدا یعنی SW3 و SW1 وجود دارند. چه کسی برنده خواهد شد؟ در این حالت ، از داخل شناسه bridge ، سوئیچی برنده خواهد شد که دارای شماره اولویت پایین تری باشد و در صورتی که اولویت ها نیز مساوی باشند ، سوئیچی که دارای آدرس MAC کوچکتری است ، برنده انتخاب خواهد بود. همانطور که در تصویر نمایش داده شده ، SW1 دارای پایین ترین شناسه bridge است (32768:0200.0000.0001) ، و بنابراین برنده می شود ، و حالا SW3 متوجه می شود و باور می کند که SW1 ، bridge بهتری برای انتخاب بعنوان ریشه است. تصویر ۴-۲ نتیجه ارسال پیغامهای hello بوسیله سوئیچ ها را نمایش می دهد.

تصویر ۴-۲ برنده شدن SW1 در انتخاب



رابطهای SW1 در وضعیت forward قرار داده شده اند ، بدلیل اینکه SW1 در انتخاب برنده شد. تمام رابطهای موجود بر روی سوئیچ ریشه forward در حالت خواهند بود. اما در مورد رابطهای SW2 و SW3 چطور؟ خب ، دومین دلیل برای اینکه STP یک رابط را در وضعیت forward قرار دهد ، ریشه بودن یک درگاه بر روی آن سوئیچ است. هر سوئیچ دارای یک درگاه ریشه است ، و آن درگاهی است که کمترین هزینه ترین BPDUs را از سوئیچ ریشه دریافت می کند. در تصویر ۴-۲ بهترین هزینه SW2 که توسط پیغام hello از طریق درگاه 0/26 وارد می شود را نشان می دهد. همچنین بهترین هزینه SW3 نیز که از طریق درگاه 0/26 آن وارد می شود ، نمایش داده شده است. بنابراین ، در تصویر گزینه RP در کنار هر کدام از درگاههای مذکور قرار داده شده است. SW2 و SW3 آن درگاهها را در وضعیت forward قرار می دهند.

آخرین دلیل برای اینکه رابطها در وضعیت forward قرار گیرند در صورتی است که آنها کم هزینه ترین پیغامهای hello را بسوی یک بخش LAN انتشار دهند. بعبارت دیگر ، در صورتی که یک bridge بخواهد بعنوان یک bridge برگزیده در یک بخش شبکه ، مطرح باشد. در تصویر ۴-۲ ، هر دو سوئیچ

SW2 و SW3 ، پیغامهای hello را بر روی ارتباطهای بین خود ، forward می کنند. هزینه مورد نظر با اضافه کردن هزینه پیغام hello دریافتی (در این مثال صفر) به هزینه رابطی که پیغام hello را دریافت کرده است ، بدست می آید. بنابراین SW2 هزینه ۱۰۰ را به صفر اضافه می کند و SW3 هزینه ۱۵۰ را به صفر. (هزینه رابطها در تصویر ۴-۲ لیست شده است). هزینه ها می توانند پیکربندی شده و یا بصورت پیش فرض در نظر گرفته شوند. بنابراین بدلیل اینکه SW2 پیغام hello دارای هزینه کمتری را انتشار می دهد ، درگاه 0/27 سوئیچ SW2 بعنوان درگاه برگزیده در آن بخش LAN بین SW2 و SW3 انتخاب می شود و بهمین دلیل ، SW2 درگاه خود را در وضعیت forward قرار می دهد. (در صورتی که هزینه ها مساوی شوند ، شناسه bridge کوچکتر اقدام به ارسال BPDU بسوی آن بخش از LAN می کنند که باید bridge برگزیده آن باشد. در این مثال ، SW2 با شناسه bridge 32768:0200,0000,0002 در مقابل SW3 با شناسه bridge 32768:0200.0000.0003 برنده خواهد شد.)

تنها رابط موجود بر روی سه سوئیچ مذکور که در حالت forward قرار ندارد ، درگاه 0/27 بر روی SW3 می باشد ، که دارای توپولوژی STP یکسانی بوده و در تصویر ۱-۲ نمایش داده شده است. فرایند هم اکنون با forward شدن کلیه درگاهها بجز رابط 0/27 مربوط به SW3 ، کامل شده است.

جدول ۳-۲ خلاصه ای از وضعیت هر درگاه و اینکه چرا آن درگاه در وضعیت مذکور قرار گرفته است را نمایش می دهد.

جدول ۳-۲ وضعیت هر رابط

رابط bridge	وضعیت	دلیل قرارگیری رابط در وضعیت forward
SW1, E 0/26	Forward	این رابط بر روی bridge ریشه قرار دارد.
SW1, E 0/27	Forward	این رابط بر روی bridge ریشه قرار دارد.
SW2, E 0/26	Forward	درگاه ریشه.
SW2, E 0/27	Forward	درگاه برگزیده بر روی آن بخش شبکه که به سمت SW3 اتصال دارد.
SW3, E 0/26	Forward	درگاه ریشه.
SW3, E 0/27	Block	عدم bridge ریشه ، عدم درگاه ریشه و عدم درگاه برگزیده.

هزینه درگاهها می تواند پیکربندی شود ، و یا اینکه شما می توانید ارزش پیش فرض را برای آنها در نظر بگیرید. جدول ۴-۲ هزینه های پیش فرض درگاهها را که توسط سازمان IEEE تدوین شده اند ، لیست کرده و سپسکو از این موارد برای پیکربندی هزینه بصورت پیش فرض استفاده می کند. سازمان IEEE ارزش های هزینه ها را بدلیل اینکه رشد شبکه های اترنت را تا حد پشتیبانی ساختار 10-Gigabit پیش بینی نکرده بود ، تجدید نظر کرده است.

جدول ۴-۲ هزینه های پیش فرض درگاه بر اساس استاندارد IEEE

سرعت اترنت	هزینه اصلی	هزینه بعد از تجدید نظر
10 Mbps	100	100
100 Mbps	10	19
1 Gbps	1	4
10 Gbps	1	2

واکنش نشان دادن به تغییرات در شبکه

بعد از اینکه توپولوژی STP تنظیم گردید ، تغییر نخواهد کرد ، مگر اینکه توپولوژی شبکه دچار تغییر گردد. این بخش مبحث STP را پوشش می دهد ، اما در صورتیکه مایل به کسب اطلاعات بیشتری در این مورد می باشد ، می توانید از کتاب Cisco LAN Switching نوشته کندی کلارک^۶ و کوین همیلتون^۷ که STP را بصورت کاملاً ژرف مورد بحث قرار می دهد ، استفاده فرمایید. بدلیل اینکه شما با اصطلاحات مهمی در هنگام کار با STP برخورد خواهید

⁶ Kennedy Clark
⁷ Kevin Hamilton

کرد ، ارزش دارد تا زمان بیشتری را برای تفکر در مورد یک مثال STP در مورد نحوه ایجاد تغییر در STP بهنگام نشان دادن واکنش به تغییرات شبکه صرف کنید.

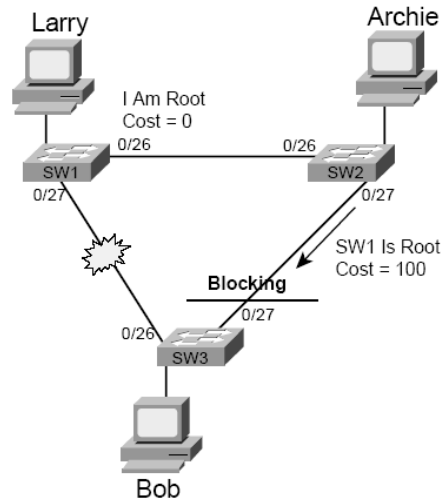
Bridge ریشه بصورت پیش فرض ، هر ۲ ثانیه یک پیغام BPDU جدید hello ارسال می کند. هر bridge پیغام hello را forward می کند و برای منعکس کردن و اطلاع دادن هزینه اضافه شده آن bridge برای دسترسی به ریشه ، هزینه آن را تغییر می دهد. هر bridge گوش دادن به پیغامهای hello که از ریشه می آیند را بعنوان راهی برای دانستن اینکه آن مسیر به سمت ریشه هنوز فعال بوده و کار می کند ، استفاده می نماید(بدلیل اینکه پیغامهای hello همان مسیر فریم های اطلاعات را تعقیب می کنند). زمانی که مثلاً بدلیل یک خرابی ، دریافت پیغامهای hello توسط یک bridge قطع می شود ، او واکنش نشان داده و فرایند ایجاد تغییر در STP را آغاز می کند.

پیغامهای BPDU ، زمان سنج هایی را تعیین می کنند که بوسیله تمام bridgeها در هنگام انتخاب زمان واکنش استفاده می شوند:

- **Hello Time** - ریشه چه مدت زمانی قبل از ارسال متناوب پیغامهای BPDU که توسط سوئیچ ها یا bridge ها forward شده اند ، صبر کند؟ گزینه پیش فرض ۲ ثانیه است.
- **Max Age** - از شروع زمانی که یک bridge پیغامهای hello را دریافت نمی کند یا به اصطلاح نمی شوند ، چه زمانی صبر کند تا پس از آن ایجاد تغییر در توپولوژی STP را مد نظر قرار دهد؟ معمولاً این زمان ، چند برابر Hello Time است و مدت پیش فرض آن ۲۰ ثانیه می باشد.
- **Forward Delay** - مدت زمان مورد نظر برای تاثیر تغییر یافتن وضعیت یک رابط از حالت block به forward. یک درگاه در وضعیت شنیداری قرار گرفته و وضعیت را در مدت زمان تنظیم شده توسط این متغیر (Forward Delay) یاد می گیرد.
بعنوان یک مرور سریع ، زمانی که یک شبکه پایدار و بدون تغییر است ، فریند STP بصورت زیر کار می کند:
 ۱. ریشه یک پیغام BPDU سلام با هزینه صفر از تمام رابطهای خود به بیرون ارسال می کند.
 ۲. bridgeهای همسایه ، BPDU دریافتی که ریشه را تعیین می کنند و می شناسانند ، از طریق درگاههای برگزیده خود به بیرون forward می کنند ، البته با اضافه کردن هزینه خود به آن.
 ۳. هر bridge در شبکه مرحله شماره ۲ را در هنگام دریافت پیغامهای BPDU تکرار می کند.
 ۴. ریشه مرحله ۱ را در هر زمان hello تکرار می کند.
 ۵. در صورتی که یک bridge در زمان hello (زمان معین برای دریافت hello) پیغام BPDU سلام را دریافت نکند ، بصورت عادی به کار خود ادامه می دهد. در صورتی که یک bridge پیغام BPDU سلام را بر مبنای اطلاعات داخلی متغیر Max Age درست و صحیح دریافت نکند ، واکنش نشان خواهد داد.

بعنوان مثال تصور کنید که ارتباط بین SW1 و SW3 خراب شود ، همانگونه که در تصویر ۵-۲ نشان داده شده است.

تصویر ۵-۲ واکنش به خرابی ارتباط بین SW1 و SW3



SW3 به تعبیر واکنش نشان داده است ، اما SW2 نه. SW3 دریافت پیغام hello را در درگاه ریشه خود یعنی رابط 0/26 متوقف کرده است. به خاطر داشته باشید زمانی که یک سوئیچ بعد از گذشت زمان مشخص شده در متغیر Max Age ، پیغام hello را دریافت نکند ، واکنش نشان خواهد داد. در حالیکه SW2 بهترین پیغام BPDU را دریافت می کند و بنابراین واکنشی نشان نمی دهد.

پس از اینکه زمان Max Age بر روی SW3 به پایان رسید ، SW3 خود را دوباره بعنوان ریشه مطرح ساخته و یا بهترین ادعا برای اینکه چه کسی بعنوان ریشه مطرح باشد را دریافت می کند. بدلیل اینکه SW2 ادعای SW1 بعنوان ریشه را forward می کند و در عین حال SW1 ریشه است ، بنابراین SW1 اولویت بهتر (میزان عددی کمتر) و آدرس MAC بهتری (کمتری) نسبت به SW3 خواهد داشت. بعبارت دیگر ، در این حالت ، SW3 متوجه می شود که قدرت برابری با SW1 را از دست داده است و بنابراین کارهای زیر را انجام می دهد:

- تصمیم می گیرد که رابط 0/27 خود را بعنوان ریشه در نظر بگیرد ، بدلیل اینکه SW3 از طریق این رابط پیغام hello با شناسه bridge پایینیتری دریافت می کند و بنابراین SW3 رابط 0/27 خود را در وضعیت forward قرار می دهد.
- احتمالاً رابط 0/26 بصورت فیزیکی خراب شده است ، پس آن را در وضعیت block قرار می دهد.
- SW3 جدول آدرس مربوط به آن دو رابط را خالی و پاک می کند. بدلیل اینکه ممکن است محل قرارگیری آدرس MAC که مربوط به خودش می باشد ، تغییر کرده باشد. بعنوان مثال آدرس MAC مربوط به Larry که قبلاً از طریق رابط 0/26 قابل دسترسی بود ، هم اکنون از طریق رابط 0/27 در دسترس است.

در عین حال ، SW3 نمی تواند بلافاصله و بسرعت وضعیت درگاه 0/27 را از block به forward تغییر دهد. اگر SW3 بلافاصله وضعیت موجود بر روی درگاه 0/27 را به forward تغییر داده و در همان لحظه سوئیچ یا bridgeهای دیگر در حال همگرایی باشند ، احتمال اتفاق افتادن حلقه وجود دارد. برای جلوگیری از این وضعیت ، STP از دو وضعیت (رابط) میانی استفاده می کند.

اولین آنها - گوش دادن^۸ - است و اجازه می دهد که هر دستگاه آنقدر منتظر بماند تا مطمئن شود که هیچ پیغام hello جدید و یا ریشه جدید و بهتری وجود ندارد. دومین وضعیت ، یادگیری^۹ - است که اجازه می دهد تا bridge بدون نیاز به تغییر وضعیت رابط به حالت forward و پیرو آن ایجاد شدن حلقه ، بتواند محل جدید آدرس MAC را شناسایی کرده و یاد بگیرد. این وضعیتها کمک از غرق شدن سوئیچ ها در حلقه های احتمالی جلوگیری می کنند تا آنها بتوانند بین یکدیگر همگرایی انجام داده و آدرسهای MAC جدید را فراگیرند.

با استفاده از زمان سنج پیش فرض ، SW3 قبل از اینکه وضعیت رابط 0/27 خود را به forward اغییر دهد ، به ۵۰ ثانیه زمان احتیاج دارد. در ابتدا SW3 به مقدار ثانیه موجود در متغیر Max Age صبر می کند تا مطمئن شود که هیچ BPDU ریشه یکسانی از طریق درگاه ریشه خود دریافت نمی کند (بصورت پیش فرض ۲۰ ثانیه). در این هنگام ، SW3 متغیر forward delay (بصورت پیش فرض ۱۵ ثانیه) را بر روی رابط 0/27 fastethernet خود

⁸ Listening

⁹ Learning

که در وضعیت listening (گوش دادن) قرار دارد ، اعمال می کند. پس از آن ، SW3 رابط fastethernet 0/27 خود را به وضعیت learning (یادگیری) برده و دوباره یک متغیر دیگر forward delay را قبل از تغییر حالت درگاه به forward بر روی آن اعمال می نماید. بنابراین مجموع متغیر Max Age بعلاوه دو متغیر forward delay - ۵۰ ثانیه - لازم خواهد بود.
 جدول ۵-۲ وضعیت های میانی STP را خلاصه سازی کرده است.

جدول ۵-۲ جدول وضعیتهای داخلی

وضعیت	فریم های اطلاعات forward شونند؟	یادگیری آدرسهای MAC براساس فریم های دریافتی	وضعیت ناپایدار یا پایدار؟
Blocking	No	No	پایدار
Listening	No	No	ناپایدار
Learning	No	Yes	ناپایدار
Forwarding	Yes	Yes	پایدار

همچنین SW3 باید به سوئیچ های دیگر بگوید که اطلاعات داخلی جدول bridging خود را پس از مدت زمان معینی از دور خارج کرده و غیر فعال کنند. بعنوان مثال جدول bridging مربوط به SW2 ، آدرس MAC مربوط به Bob را داخل خود لیست کرده و طبق این جدول خروجی به سمت آن از درگاه 0/26 بوده ، اما در حال حاضر ارتباط از طریق درگاه 0/27 مقدور می باشد. بنابراین SW3 ، یک پیغام BPDU ویژه اطلاع رسانی تغییرات توپولوژی^{۱۰} (TCN) از طریق درگاه 0/27 به بیرون ارسال می کند. زمانی که SW2 پیغام TCN را دریافت می نماید ، تصمیم می گیرد که کلیه مندرجات داخل جدول MAC را بر مبنای ارزش زمانی موجود در متغیر Max Age (بصورت پیش فرض ۲۰ ثانیه) ، از کار انداخته و غیر فعال کند. بدلیل اینکه SW3 بمحض قرار دادن وضعیت رابط خود در حالت listening ، پیغام BPDU مربوط به TCN را ارسال می کند ، SW2 قبل از اینکه SW3 وضعیت رابط را به حالت forward تغییر دهد ، آدرس MAC مربوط به Bob را از جدول خود حذف می نماید(علاوه بر این ، SW2 پیغام TCN را به سوئیچ ریشه نیز forward می کند تا اطمینان حاصل شود که کلیه سوئیچ ها یا bridge های دیگر نیز از زمان غیر فعال شدن مندرجات قبلی جدول MAC اطلاع حاصل نموده اند).

خلاصه پروتکل Spanning Tree

STP هدف مورد نظر برای اجازه دسترسی به ارتباطات اضافی فیزیکی را به انجام می رساند ، البته فقط توسط یک مسیر فعال از طریق یک شبکه متصل شده. STP از گزینه های زیر برای اجرای این هدف استفاده می کند:

- کلیه رابطهای bridge سرانجام در یکی از حالت های forward یا block تثبیت خواهند شد. رابطهایی که در حالت forward قرار می گیرند ، بعنوان بخشی از STP محسوب می شوند.
- یکی از bridgeها بعنوان ریشه انتخاب می شود. فرایند انتخاب شامل تمام bridgeهایی می شود که ادعا و درخواست ریشه بودن دارند ، تا زمانی که یک bridge توسط بقیه بعنوان بهترین شناخته شود. کلیه رابطهای bridge ریشه در وضعیت forward قرار می گیرند.
- هر bridge پیغام BPDU hello را از ریشه دریافت می کند که ممکن است بصورت مستقیم و یا forward شده توسط یک bridge دیگر بدست او رسیده باشد. هر bridge می تواند چندین پیغام مشابه را بر روی رابطهای خود دریافت کند. درگاهی که کم هزینه ترین BPDU از طریق آن دریافت می شود ، بنام درگاه ریشه شناخته شده و آن درگاه نیز در وضعیت forward قرار می گیرد.

¹⁰ Topology Change Notification

- برای هر بخش¹¹ LAN ، یک bridge وظیفه ارسال پیغام BPDU با کمترین هزینه که forward شده است را (برای اعضای آن بخش شبکه) برعهده دارد. آن bridge بعنوان bridge برگزیده برای آن بخش از شبکه شناخته شده و رابط bridge مذکور بر روی آن بخش در وضعیت forward قرار می گیرد.
- کلیه رابطهای دیگر در وضعیت block قرار می گیرند.
- سوئیچ ریشه به ازای زمان تعریف شده در متغیر hello time اقدام به ارسال BPDU می کند و بقیه bridgeها منتظر دریافت یک کپی از این BPDU می مانند و بنابراین متوجه می شوند که چیزی تغییر نکرده است. Hello time توسط خود BPDU تعریف می شود و بهمین دلیل تمام bridgeها یک ارزش یکسان را استفاده می کنند.
- در صورتی که یک bridge در مدت زمان تعیین شده در متغیر Max Age ، BPDU دریافت نکند ، فرایندی را که باعث ایجاد تغییر در STP می شود شروع خواهد کرد. واکنش مربوطه از یک توپولوژی تا توپولوژی دیگر متفاوت خواهد بود. (Max Age توسط خود BPDU تعریف می شود و بهمین دلیل تمام bridgeها یک ارزش یکسان را استفاده می کنند).
- یک یا چند bridge می توانند برای تغییر وضعیت رابطها از block به forward یا برعکس ، براساس تغییری که در شبکه بوجود آمده تصمیم گیری کنند. در هنگام انتقال از حالت block به forward ، در ابتدا وضعیت listening موقتی انجام می گیرد. بعد از مقدار زمان متغیر forward delay (یک زمان سنج دیگر که در BPDU تعریف می شود) ، وضعیت به حالت learning (یادگیری) تغییر پیدا می کند. پس از مقدار زمان متغیر بعدی forward delay ، رابط در وضعیت forward قرار خواهد گرفت.
- زمانی که یک سوئیچ ابتدا به حالت listening (شنیداری) تغییر وضعیت می دهد ، سوئیچ اقدام به ارسال BPDU نوع TCN از طریق یک مسیر جدید به سمت ریشه می کند. این مسئله باعث می شود که سوئیچها بسرعت مندرجات نامعتبر را از جدول آدرس MAC خود حذف نمایند.
- STP از تاخیرهای مذکور برای کمک به اطمینان از عدم ایجاد حلقه های موقتی ، استفاده می کند.

گزینه های انتخابی STP

STP در حدود ۲۰ سال عمر دارد و برای رفع احتیاجات خاصی طراحی گردید ، اما شبکه ها در طی این سالها دچار تغییر شدند. همچنین ، فروشندگان و سازنده های ساختارهای استاندارد نیز باعث اجبار در اعمال تغییراتی در STP شدند. درحقیقت ، سیسکو یک سری ابزارهای توسعه کارایی اختصاصی را به STP و منطقی که توسط سوئیچ ها استفاده می شد ، اضافه کرد. همچنین ، سازمان IEEE که مالک خصوصیات STP می باشد ، ابزارهای توسعه دیگری را که برخی شبیه ابزارهای اختصاصی سیسکو است ، ایجاد کرده است.

در صورتی که شما برای کار در یک محیط عملیاتی LAN برنامه ریزی کرده اید ، باید در مورد خصوصیات STP بیشتر یاد بگیرید. مستندات سیسکو برای سوئیچ ۲۹۵۰ بسیاری از جزئیات را پوشش می دهند. به وب سایت Cisco.com بروید و در مورد عنوان (Catalyst 2950 Desktop Switch Software Configuration Guide, 12.1 (11)EA1) که بصورت ویژه STP ، RSTP و خصوصیات انتخابی STP را پوشش می دهد ، جستجو کنید.

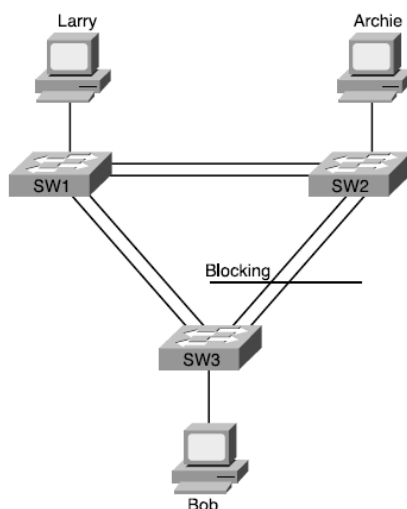
EtherChannel

بهترین راه برای کمتر کردن زمان همگرایی STP که بصورت پیش فرض ۵۰ ثانیه است ، جلوگیری از همگرایی یکسره می باشد. EtherChannel راهی را مشخص می کند که در آن از همگرایی STP در هنگام خرابی فقط یک درگاه یا کابل جلوگیری می شود. مکانیزم EtherChannel از ترکیب دو الی هشت ارتباط موازی اترنت از نوع Trunk¹¹ بین یک جفت سوئیچ به همراه یک سوئیچ EtherChannel تشکیل می شود. STP با EtherChannel بعنوان یک ارتباط تنها رفتار می کند ، بنابراین اگر حداقل یک ارتباط فعال باشد ، عمل همگرایی STP اتفاق نمی افتد. بعنوان مثال ، تصویر ۶-۲ ، سه سوئیچ را در یک شبکه نشان می دهد ، البته با دو ارتباط FastEthernet بین هر جفت از سوئیچ ها.

تصویر ۶-۲ دو ارتباط Trunk از نوع EtherChannel بین سوئیچ ها

¹¹ Segmentfv

¹² رابطی که ارتباط اصلی را برقرار می کند ، شاه سیم



STP با هر جفت ارتباط اترنت پیکربندی شده بعنوان EtherChannel ، بعنوان یک ارتباط واحد رفتار می کند. بعبارت دیگر ، برای اینکه STP عمل همگرایی را انجام دهد ، باید هر دو ارتباط به سمت یک سوئیچ خراب یا دچار مشکل گردند. بدون EtherChannel ، اگر شما چندین ارتباط موازی بین دو سوئیچ داشته باشید ، STP بجز یکی از آنها ، کلیه ارتباطها را block می کند. با استفاده از EtherChannel ، تمام ارتباطات موازی می توانند فعال بوده و بصورت همزمان کار کنند ، حال آنکه با این مکانیزم تعداد دفعاتی که STP باید عمل همگرایی را انجام دهد کاهش یافته و باعث می گردد که شبکه بیشتر در دسترس قرار گیرد.

همچنین EtherChannel باعث تامین پهنای باند بیشتری برای شبکه می شود. بدلیل اینکه STP تمام ارتباطهای Trunk داخل یک EtherChannel را بعنوان یک Trunk تلقی می کند ، کلیه ارتباطهای Trunk در یک EtherChannel در وضعیت forward یا block قرار می گیرند. بنابراین زمانی که یک EtherChannel در وضعیت forward قرار می گیرد ، سوئیچ ترافیکهای موجود بر روی کلیه ارتباطات Trunk را forward کرده و بدینوسیله پهنای باند بیشتری را تامین می نماید.

PortFast

مکانیزم PortFast^{۱۳} اجازه می دهد که سوئیچ وضعیت یک درگاه را بلافاصله و زمانی که درگاه از جهت فیزیکی فعال شد ، در حالت forward قرار دهد. هرچند فقط درگاهی بر روی سوئیچ می تواند بعنوان PortFast مورد استفاده قرار گیرد که سوئیچ ، bridge و یا دستگاه دیگری که STP را استفاده می کند به آن متصل نباشد. بنابراین PortFast بیشتر برای برقراری ارتباط با دستگاههای دارای کاربر نهایی^{۱۴} مناسب می باشد. اگر شما PortFast را برای دستگاهی که دارای کاربر نهایی است فعال نمایید (بعنوان مثال یک PC) ، زمانی که یک PC روشن شده و بمحض فعال شدن کارت شبکه آن ، درگاه سوئیچ می تواند ترافیک را forward کند. بدون PortFast ، هر درگاه برای برقراری ارتباط باید به میزان ارزش MaxAge بعلاوه ارزش دو عدد Forward Delay که جمعاً ۵۰ ثانیه خواهد بود ، صبر کند.

اگرچه احتیاجی نیست ، اما شما مجاز هستید تا در مقابل کسی که یک bridge یا سوئیچ را بر روی یک درگاه PortFast قرار می دهد ، بایستید. در صورتی که خصوصیت محافظت BPDU در سیسکو فعال باشد ، در هنگام دریافت BPDU بر روی درگاه مورد نظر ، PortFast را غیر فعال خواهد کرد. این خصوصیت از همگرایی STP در شبکه بصورت تصادفی و یا بقصد خرابکاری جلوگیری می کند.

پروتکل Rapid Spanning Tree (IEEE 802.1w)

همانطور که در این فصل ذکر شد ، سازمان IEEE پروتکل STP را تحت استاندارد 802.1d تعریف کرده است. IEEE پروتکل 802.1d را توسعه داده و با نام Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP) تحت استاندارد 802.1w به ثبت رسانده است.

^{۱۳} درگاه سریع

^{۱۴} End User

RSTP (802.1w) در برخی موارد دقیقاً مانند (802.1d) STP کار می کند:

- سوئیچ ریشه را با استفاده از پارامترهای یکسان انتخاب می کند.
- درگاه ریشه را در سوئیچ های غیر ریشه ، با استفاده از قوانین یکسان انتخاب می کند.
- درگاه برگزیده را بر روی هر بخش از شبکه ، با استفاده از قوانین یکسان انتخاب می کند.
- وضعیت هر درگاه را در حالت forward یا block قرار می دهد. بجز اینکه RSTP حالت block را با عنوان discard نام می برد.

RSTP می تواند با استفاده از خصوصیات خود که توسط سوئیچ ها پشتیبانی می شود و ویژگیهایی که در سوئیچهای فقط با توانایی پشتیبانی از STP وجود دارد ، در کنار پروتکل قدیمی 802.1d بر روی سوئیچ ها یا bridgeها گسترش یابد.

با تمام این تشابهات ، شما ممکن است در تعجب باشید که چرا IEEE زحمت ایجاد RSTP را بخود داده است. دلیل مهم ، همگرایی است. STP نسبتاً زمانی طولانی را برای همگرایی (با تنظیمات پیش فرض ، ۵۰ ثانیه) در بر می گیرد. RSTP همگرایی شبکه را زمانی که تغییراتی در توپولوژی شبکه اتفاق می افتد ، بهبود می بخشد.

همگرایی STP در اصل دارای سه محدوده زمانی است ، که هرکدام از آنها بوسیله RSTP بهبود پیدا می کنند. در ابتدا ، سوئیچ باید برای دریافت BPDUهای ریشه به مدت ثانیه موجود در متغیر MaxAge عمل خود را متوقف کرده و بایستد ، قبل از اینکه وضعیت هر رابط را از وضعیت block به forward تغییر دهد. برای هر رابطی که احتیاج به تغییر وضعیت از block به forward دارد ، سوئیچ قبل از قرار دادن آن در حالت forward ، باید به میزان ثانیه های Forward Delay در وضعیت listening و همچنین به اندازه ثانیه های Forward Delay در وضعیت learning صبر کند. این سه محدوده زمانی که سوئیچ باید منتظر بماند (بصورت پیش فرض ۲۰ ، ۱۵ و ۱۵ ثانیه) ، همگرایی STP را نسبتاً کند خواهد کرد.

زمان همگرایی RSTP معمولاً کمتر از ۱۰ ثانیه است و در بعضی موارد ، حتی ۱ تا ۲ ثانیه. قبل از اینکه نحوه کاهش زمان همگرایی را توسط RSTP بررسی کنیم ، شما باید در مورد اصطلاحات فنی و مفاهیم RSTP بیشتر بدانید.

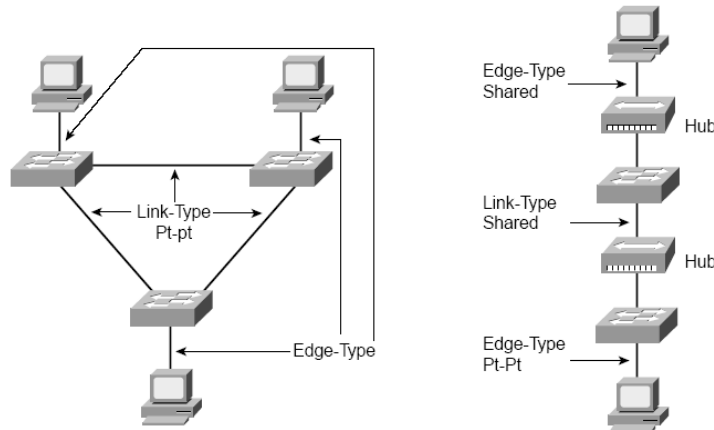
انواع Link و Edge در RSTP

RSTP انواع ارتباطهای RSTP را در یک محدوده LAN ، در سه نوع مختلف توصیف می کند:

- نوع Link نقطه به نقطه^{۱۵}
- نوع Link اشتراکی^{۱۶}
- نوع Edge

تصویر ۷-۲ هر نوع را نمایش می دهد.

¹⁵ Poin-to-Point
¹⁶ Shared



تصویر ۷-۲ دو شبکه نمونه را نشان می دهد. شبکه سمت چپ یک شبکه عادی طراحی شده امروزی و بدون hub است. تمام سوئیچ ها و دستگاههای دارای کاربر نهایی (PC) بوسیله کابلهای اترنت متصل شده اند. سازمان IEEE ، RSTP را برای بهبود بخشیدن به عمل همگرایی در این شبکه ها تعریف کرده است.

در شبکه موجود در سمت راست تصویر ، هنوز hub ها برای برقراری ارتباط بین سوئیچ ها استفاده می شوند ، همانطور که برای ارتباط دادن کاربران نهایی مورد استفاده قرار می گیرند. بیشتر شبکه ها دیگر از hub استفاده نمی کنند. IEEE تلاشی برای عملکرد و فعالیت RSTP در شبکه هایی که از hub استفاده می کنند ، نکرده است و بنابراین RSTP همگرایی را در شبکه سمت راست ، بهبود نخواهد بخشید.

RSTP به ارتباطات اترنت بین سوئیچ ها Link و به ارتباطات اترنت به سمت یک دستگاه دارای کاربر نهایی Edge می گوید. دو نوع Link وجود دارد- نقطه به نقطه که در سمت چپ تصویر ۷-۲ نشان داده شده است و نوع اشتراکی که در سمت راست تصویر به نمایش گذاشته شده. RSTP تفاوت و تمایزی بین Link های نقطه به نقطه و اشتراکی برای ارتباطات edge قایل نبوده ، اگرچه در دوره ICND ، سیسکو این تمایز را ایجاد کرده است.

RSTP برای ارتباطات Link های نوع نقطه به نقطه و نوع edge ، زمان همگرایی را کاهش می دهد. ولی برای همگرایی در ارتباطات بر روی Link های اشتراکی ، هیچگونه بهبودی حاصل نمی کند. در عین حال بیشتر شبکه های مدرن ، در بین سوئیچ های خود از hub استفاده نمی کنند ، بنابراین فقدان پشتیبانی RSTP از ارتباطات نوع اشتراکی واقعا مساله مهمی نیست.

وضعیتهای درگاه RSTP

شما برای شرح دادن و توصیف وضعیتهای درگاه ، باید با اصطلاحات جدید RSTP آشنا باشید. جدول ۶-۲ وضعیتها را به همراه برخی جزئیات برای شما لیست کرده است.

جدول ۶-۲ RSTP و وضعیتهای درگاه RSTP

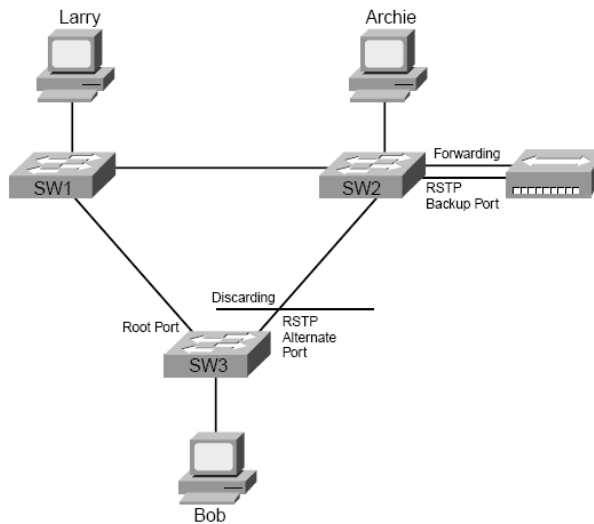
وضعیت عملیاتی	وضعیت STP (802.1d)	وضعیت RSTP (802.1w)	آیا درگاه در توپولوژی RSTP فعال قرار دارد؟
فعال	Block	Discard	خیر
فعال	Listening	Discard	خیر
فعال	Learning	Learning	بله
فعال	Forward	Forward	بله
غیر فعال	غیر فعال	غیر فعال	خیر

همانند STP ، RSTP نیز وضعیت را در یکی از دو حالت forward و یا discard تثبیت می نماید. Discard به این معنی است که درگاه سوئیچ فریمها ، فریمهای پردازش شده دریافتی و آدرسهای MAC فراگرفته شده را forward نمی کند ، اما به BPDUs گوش فرا می دهد. بصورت خلاصه ، دقیقا مانند وضعیت block در STP عمل می کند. RSTP یک وضعیت یادگیری موقتی را استفاده می کند که دقیقا مانند وضعیت یادگیری در STP کار می کند. هرچند RSTP احتیاج دارد که وضعیت یادگیری را فقط برای مدت زمان کوتاهی استفاده کند.

وظایف درگاه RSTP

RSTP یک مجموعه ای از وظایف درگاه را تعریف و معین می کند. همچنین STP نیز از وظایف و عملکرد درگاه مانند درگاه ریشه یا درگاه برگزیده استفاده می کند. RSTP سه وظیفه بیشتر را به درگاه اضافه کرده است که دوتای آنها در تصویر ۸-۲ نمایش داده شده است (وضعیت غیرفعال در تصویر نمایش داده نشده است).

تصویر ۸-۲ وظایف درگاه RSTP



سوئیچ SW3 دارای درگاه ریشه است ، دقیقا مطابق و براساس STP. همچنین SW3 ارتباط خودش را به سمت SW2 بعنوان یک درگاه بعنوان مسیر یذکی از نوع RSTP قلمداد می کند. RSTP درگاههایی را که BPDUs بیهینه سازی (BPDUsهایی که بهمان خوبی و قابلیت BPDUsهای دریافتی بر روی درگاه ریشه نیستند) را دریافت می کنند ، بعنوان درگاههای یذکی برمی گزیند. اگر SW3 دریافت واکتساب پیغامهای hello را از bridge ریشه متوقف کند ، RSTP موجود بر روی SW3 بهترین درگاه یذکی را بعنوان یک درگاه ریشه جدید انتخاب می کند تا هرچه سریعتر فرایند همگرایی را آغاز نماید. نوع جدید و دیگر درگاه RSTP ، درگاه پشتیبان می باشد و فقط زمانی قابل اجرا است که یک سوئیچ دو ارتباط به سمت یک بخش یکسان شبکه داشته باشد. برای اینکه سوئیچ دارای دو ارتباط به سمت یک بخش یکسان باشد ، باید به یک hub متصل گردد. همانگونه که در تصویر ۸-۲ نمایش داده شده است. برای مثال ، سوئیچ SW2 یکی از دو درگاه خود را در حالت forward و دیگری را در حالت discard قرار داده است. SW2 عمل forward را بر روی BPDUsها از طریق درگاهی که در حالت forward قرار دارد ، انجام داده و BPDUs برگشتی مربوط به آن را بر روی درگاهی که در حالت discard قرار دارد ، دریافت می کند. بنابراین SW2 می فهمد که دارای یک ارتباط اضافی به سمت آن بخش از شبکه است ، که به آن درگاه پشتیبان گفته می شود. در صورتی که درگاه forward خراب شود ، RSTP موجود بر روی SW2 می تواند بلافاصله درگاه پشتیبان را در وضعیت forward قرار دهد. جدول ۷-۲ اصطلاحات ووظایف درگاه را برای STP و RSTP لیست کرده است.

وظایف درگاه STP و RSTP

جدول ۷-۲

تعریف	وظایف STP	وظایف RSTP
یک درگاه تک بر روی هر سوئیچ که بهترین BPDUها را بواسطه رسیدن کلید BPDUها تشخیص داده و دریافت می کند.	درگاه ریشه	درگاه ریشه
درگاهی که از بین کلیه درگاههای سوئیچ های موجود در یک محدوده یکسان شبکه بهترین BPDU ریشه را منتشر می کند.	درگاه برگزیده	درگاه برگزیده
یک درگاه بر روی یک سوئیچ که BPDUهای ریشه مربوط به بهینه سازی را دریافت می کند.	-	درگاه یدکی
یک درگاه عادی و غیربرگزیده بر روی یک سوئیچ ، که بعنوان یک درگاه جداگانه بر روی همان سوئیچ به یک بخش / محدوده برخوردار یکسان در شبکه متصل شده است.	-	درگاه پشتیبان
درگاهی که توسط مدیر شبکه غیر فعال شده است.	-	غیر فعال

همگرایی RSTP

این بخش در مورد RSTP ، با ذکر اینکه RSTP چگونه مشابه STP می باشد آغاز شد و اینکه چگونه هر دوی آنها با استفاده از قواعد یکسان ریشه را انتخاب می کنند و نیز چگونه درگاههای برگزیده توسط قوانین یکسان انتخاب می شوند و همینطور تا آخر. اگر RSTP فقط همان کارهای STP را انجام می داد ، نباید احتیاجی به تبدیل و بروزرسانی پروتکل استاندارد STP 802.1d به نگارش جدیدتر آن ، یعنی RSTP 802.1w می بود. دلیل اصلی برای این استاندارد و نگارش جدید ، بهبود بخشیدن زمان همگرایی است. بخش بعدی ، نظری اجمالی بر جزئیات عملکرد RSTP و اینکه آن چگونه فرایند همگرایی را بهبود می بخشد ، می اندازد.

عملکرد و رفتار ارتباط نوع Edge و درگاه سریع (PortFast)

RSTP فرایند همگرایی را برای ارتباطات نوع edge ، بوسیله تغییر وضعیت درگاه به حالت forward در زمانی که ارتباط بصورت فیزیکی فعال می شود ، بهبود می بخشد. در نتیجه ، RSTP با این درگاهها دقیقا مانند ویژگی درگاه سریع (PortFast) اختصاصی سیسکو رفتار می کند. درحقیقت ، برای فعال کردن RSTP بر روی رابطهای نوع edge در سوئیچهای سیسکو ، شما بسادگی درگاه سریع را پیکربندی می کنید.

نوع ارتباط اشتراکی (Shared)

RSTP هیچ چیز متفاوتی از STP بر روی ارتباطهای اشتراکی ندارد. در عین حال امروزه بیشتر ارتباطهای بین سوئیچ ها مشترک نیست ، اما ارتباطات نقطه به نقطه نوع full-duplex از این قاعده مستثنی می باشد.

نوع ارتباط نقطه به نقطه (Point-to-Point)

RSTP فرایند همگرایی را بر روی ارتباطهای full-duplex بین سوئیچ ها -که RSTP به آنها ارتباطات نوع نقطه به نقطه می گوید- ، بهبود می بخشد. اولین بهبود که بوسیله RSTP بر روی این ارتباطها ایجاد می شود ، این است که RSTP چگونه متغیر MaxAge را استفاده کند. STP نیاز دارد تا سوئیچی که مدت زمان زیادی پیغامهای ریشه BPDU را از طریق درگاه ریشه خود دریافت نکرده است ، قبل از اینکه فرایند همگرایی را آغاز نماید ، به مقدار ثانیه موجود در MaxAge صبر کند. مقدار پیش فرض در MaxAge ، 20 ثانیه می باشد. RSTP فقدان مسیر به سمت bridge ریشه را توسط درگاه

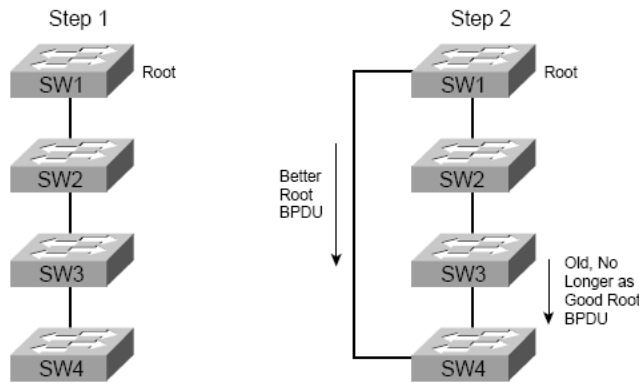
ریشه و با استفاده از ارسال زمان سنج hello در سه مرتبه و در هر بار به مدت دو ثانیه ، تشخیص می دهد. بنابراین RSTP گم شدن یا از دست رفتن یک مسیر را به سمت ریشه بسیار سریعتر تشخیص می دهد.

RSTP نیاز به وضعیت listening را از بین برده و زمان مورد نیاز برای وضعیت learning (یادگیری) را با استفاده از کشف خودکار و فعالانه وضعیتهای شبکه ، کاهش می دهد. STP بصورت منفعل و اثرپذیر منتظر BPDUs جدید مانده و به آنها در طی وضعیتهای learning و listening واکنش نشان می دهد. با استفاده از RSTP ، سوئیچ با سوئیچهای همسایه خود ، مذاکره می کند. زمانی که درگاهها متوجه شوند که می توانند وضعیت خود را بلافاصله به حالت forward تغییر دهند ، به سرعت این کار را خواهند کرد. در بسیاری از حالتها این فرایند برای تمام محدوده RSTP فقط یک یا دو ثانیه طول می کشد.

یک مثال از فرایند سریع RSTP

بیشتر از هر توضیحی در مورد RSTP ، ذکر یک مثال دانش زیادی در مورد این فرایند به شما ارائه خواهد داد. تصویر ۹-۲ یک شبکه را که فرایند RSTP را توضیح می دهد ، نمایش می دهد.

تصویر ۹-۲ مثال فرایند RSTP : مرحله ۱ و ۲

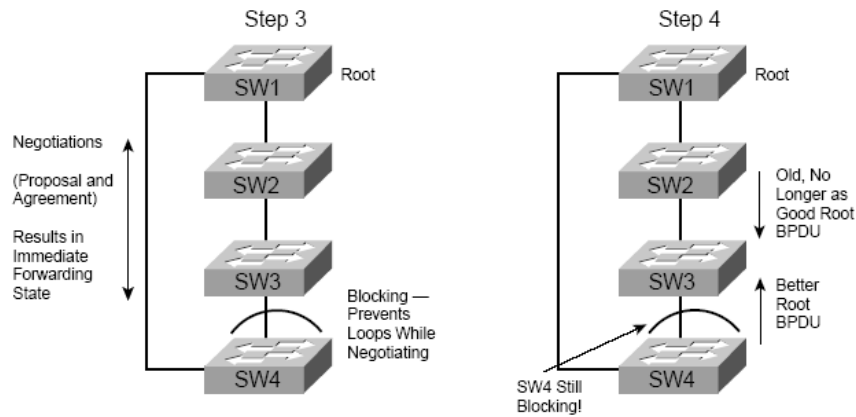


تصویر ۹-۲ مشکل را نمایش می دهد. در سمت چپ تصویر و در گام اول ، شبکه دارای هیچ ارتباط اضافی نیست. RSTP تمام انواع ارتباطهای نقطه به نقطه را در وضعیت forward قرار می دهد. برای ایجاد این ارتباط اضافی^{۱۷} ، مهندس شبکه یک ارتباط دیگر نوع نقطه به نقطه را بین SW۱ و SW۴ برقرار می کند ، که در سمت راست تصویر نشان داده شده است. بنابراین ، فرایند همگرایی RSTP باید انجام گیرد.

اولین مرحله همگرایی زمانی اتفاق می افتد که SW۴ متوجه دریافت BPDU بهتری نسبت به آنچه قبلا از طریق SW۳ دریافت می کرد ، می شود. بدلیل اینکه هر دو BPDU قدیمی و جدید یک سوئیچ یکسان را معرفی می کنند (SW۱) ، BPDU جدید که از طریق ارتباط مستقیم از SW۱ وارد می شود ، باید بعنوان BPDU بهتر شناخته شود ، بدلیل اینکه دارای هزینه کمتری است. صرفنظر از این دلیل ، SW۴ احتیاج دارد که وضعیت ارتباط جدید خود را به سمت SW۱ به حالت forward تغییر بدهد ، بخاطر اینکه آن ، هم اکنون بعنوان درگاه ریشه SW۴ محسوب می گردد.

در این هنگام ، رفتار RSTP از STP جدا شده و با هم اختلاف پیدا می کنند. RSTP موجود بر روی SW۴ تمام انواع درگاههای دیگر را بصورت موقت بلوکه کرده و با اینکار ، SW۴ از امکان بروز حلقه جلوگیری می کند. سپس SW۴ با همسایه خود بر روی درگاه ریشه جدید (SW۱) با استفاده از طرحها و پیغامهای قراردادی RSTP مذاکره می کند. در نتیجه ، SW۱ و SW۴ موافقت می کنند که هر دو انتهای ارتباط جدید را بلافاصله در وضعیت forward قرار دهند. تصویر ۱۰-۲ این سه مرحله را نمایش می دهد.

تصویر ۱۰-۲ مثال همگرایی RSTP ، مراحل 3 و 4

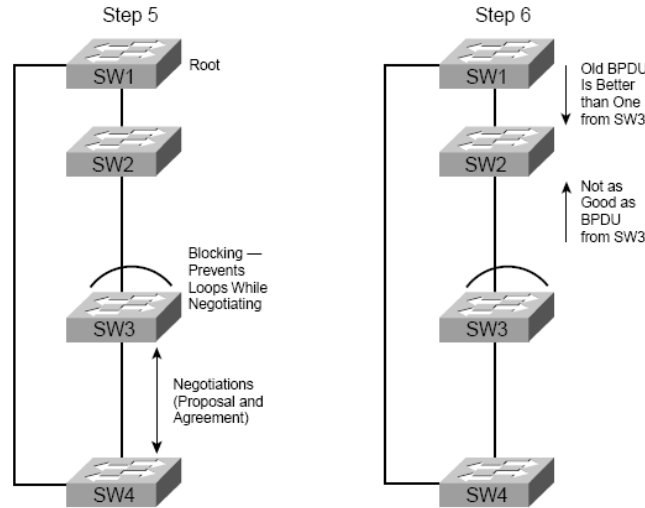


چرا SW_۴ و SW_۱ می توانند هر دو انتهای ارتباط جدید را در وضعیت forward قرار دهند ، بدون اینکه باعث بروز حلقه شوند؟ بدلیل اینکه SW_۴ تمام انواع درگاههای دیگر را بلوکه کرده است. بعبارت دیگر ، تمام درگاههای دیگر که به سوئیچ ها و یا bridge های دیگر اتصال دارند ، بلوکه می شوند. این مسئله کلید درک همگرایی RSTP است. یک سوئیچ متوجه می شود که احتیاج دارد تا یک درگاه ریشه جدید را بشناسد. بنابراین تمام درگاههای ارتباطی دیگر را بلوکه کرده و برای تغییر وضعیت درگاه ریشه جدید به حالت forward شروع به مذاکره می کند. در اصل SW_۴ به SW_۱ می گوید که به او اعتماد کرده و عمل تغییر وضعیت درگاه را به حالت forward آغاز کند ، بدلیل اینکه SW_۴ قول داده تا تمام درگاههای دیگر را بلوکه کند ، تا زمانی که مطمئن شود می تواند وضعیت یکی از آنها را به حالت forward برگرداند. فرایند مذکور هنوز کامل نشده است. توپولوژی RSTP در حال حاضر عمل بلوکه کردن را توسط SW_۴ نمایش می دهد که در این مثال مرحله آخر و بهترین توپولوژی نیست.

SW_۴ و SW_۳ همان فرایندی را که SW_۱ و SW_۴ انجام داده بودند ، تکرار می کنند. در مرحله 4 ، SW_۴ هنوز بلوکه بوده و از ایجاد حلقه جلوگیری می شود. در عین حال ، SW_۴ پیغام BPDU ریشه جدید را به SW_۳ ، forward می کند ، بنابراین SW_۳ اکنون دو عدد BPDU دریافت می کند. در این مثال ، فرض بر اینست که SW_۳ فکر می کند که BPDU ارسالی از SW_۴ بهتر از BPDU دریافتی از SW_۲ می باشد-که باعث می شود تا SW_۳ همان فرایندی را که SW_۴ انجام داده است ، تکرار کرده و این مکانیزم عمومی را از این نقطه پیگیری و تعقیب کند:

۱. SW_۳ تصمیم می گیرد تا درگاه ریشه خود را براساس BPDU دریافتی جدید از SW_۴ تغییر دهد.
 ۲. SW_۳ تمام انواع درگاههای دیگر را بلوکه می کند. (RSTP به این فرایند همسان سازی یا Synchronization می گوید).
 ۳. SW_۳ و SW_۴ مذاکره می کنند.
 ۴. در نتیجه مذاکره مذکور ، SW_۳ و SW_۴ می توانند وضعیت رابطهای خود را در انتهای ارتباط نوع نقطه به نقطه با یکدیگر به حالت forward تغییر دهند.
 ۵. SW_۳ تمام انواع درگاههای دیگر را تا مرحله بعدی عملکرد این منطق و مکانیزم ، در وضعیت بلوکه نگه می دارد.
- تصویر ۱۱-۲ برخی از این مراحل را از جمله مرحله پنجم در سمت چپ و نیز نتیجه رفتار را در مرحله ششم و در سمت راست نمایش می دهد.

تصویر ۱۱-۲ مثال همگرایی RSTP : مراحل 5 و 6



در این مرحله ، هنوز درگاه بالایی خود را بلوکه نگاه داشته است. توجه کنید که SW۲ هم اکنون دو BPDU دریافت می کند ، اما همان BPDU یکسان قبلی که دریافت می شد ، هنوز از تمام جهات بعنوان بهترین BPDU شناخته می شود. بنابراین SW۲ هیچ کاری انجام نمی دهد و RSTP عمل همگرایی را به پایان می برد. با اینکه این مسئله چند صفحه را برای توضیح دادن به خود اختصاص داد ، فرایند گفته شده در این مثال ممکن است در زمانی کمتر از 1 ثانیه انجام گیرد. برای آزمون ICND شما باید اصطلاحات مربوط به RSTP و همچنین مفاهیمی را که باعث بهتر شدن زمان همگرایی RSTP نسبت به STP می شود را بخاطر داشته باشید.

پیکربندی پروتکل (STP) Spanning Tree

سوئیچ های سیسکو بصورت پیش فرض از STP استفاده می کنند. شما می توانید برخی سوئیچ ها را خریده و به آنها یک کابل اترنت در یک توپولوژی اضافی متصل کنید و بدینوسیله STP مطمئن خواهد شد که هیچ حلقه ای وجود ندارد. بعد از این هم شما هرگز نیازی به فکر کردن در مورد تغییر تنظیمات انجام شده ندارید.

در عین حال ، ممکن است شما بخواهید برخی از تنظیمات پیش فرض STP را تغییر دهید. همچنین ممکن است نیاز داشته باشید تا برای شبکه های محلی مجازی (VLAN که در فصل سوم مورد بحث قرار خواهد گرفت) تنظیمات متفاوتی انجام دهید. این بخش دستورات پیکربندی و نمایشی مربوط به STP را بر روی سوئیچ های سری ۲۹۵۰ ارائه می کند. همچنین یک مثال ساده از چگونگی بررسی مقادیر STP و تغییرات برخی از پارامترهای عادی STP نمایش داده شده است.

جدول ۸-۲ برخی از دستورات سوئیچ ۲۹۵۰ مربوط به STP را لیست کرده است.

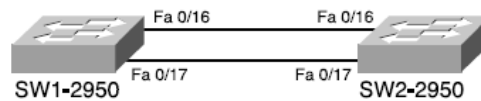
جدول ۸-۲ دستورات عملیاتی و پیکربندی از این فصل برای سوئیچ های ۲۹۵۰

توضیح	دستور
یک دستور پیکربندی عمومی که این سوئیچ را بعنوان سوئیچ ریشه تغییر می دهد. اولویت سوئیچ پس از صدور فرمان به کمتر از 24,567 و یا 100 عدد کمتر از اولویت bridge ریشه حال حاضر تغییر می کند.	Spanning-tree vlan <i>vlan-id</i> root
یک دستور پیکربندی عمومی که اولویت bridge مربوط به این سوئیچ را برای یک	Spanning-tree vlan <i>vlan-id</i> {priority <i>priority</i> }

VLAN خاص تغییر می دهد.	
یک دستور زیرمجموعه رابط که هزینه STP را برای VLAN پیکربندی شده تغییر می دهد.	Spanning tree cost <i>cost</i>
یک دستور زیرمجموعه رابط که EtherChannel را بر روی رابط فعال می کند.	Channel-group <i>channel-group-number</i> mode { auto desirable on }
یک دستور محیط اجرایی (EXEC) که جزئیات مربوط به وضعیت STP بر روی سوئیچ که شامل وضعیت هر درگاه نیز می شود را ، لیست می کند.	Show spanning-tree
یک دستور محیط اجرایی (EXEC) که اطلاعات STP مربوط به فقط یک درگاه معین را لیست می کند.	Show spanning-tree <i>interface interface-id</i>
یک دستور محیط اجرایی (EXEC) که اطلاعات STP مربوط به یک VLAN معین را لیست می کند.	Show spanning-tree vlan <i>vlan-id</i>
یک دستور محیط اجرایی (EXEC) که باعث می گردد سوئیچ پیغامهای اطلاعاتی را درباره تغییرات توپولوژی STP ارائه کند.	Debug spanning-tree
یک دستور محیط اجرایی (EXEC) که اطلاعاتی را درباره وضعیت EtherChannel بر روی این سوئیچ لیست می کند.	Show etherchannel [<i>channel-group-number</i>] { brief detail port port-channel summary }

در زیر مثالی مورد قبول از یک شبکه کوچک با دو سوئیچ در تصویر ۱۲-۲ نمایش داده شده است.

تصویر ۱۲-۲ شبکه ای با دو سوئیچ



در این مثال باقیمانده از این فصل ، دو سوئیچ ۲۹۵۰ با استفاده از کابل‌های crossover به یکدیگر متصل شده اند. کابلها وارد رابطهای ۰/۱۶ و ۰/۱۷ بر روی هر دو سوئیچ شده اند.

دستورات نمایشی اصلی STP

مثال ۲-۱ اطلاعاتی را درباره وضعیت جاری STP به همراه تمام مقادیر پیش فرض آن در این شبکه ، لیست کرده است.

مثال ۲-۱ وضعیت STP برای شبکه موجود در تصویر ۱۲-۲ به همراه مقادیر پیش فرض STP

```
sw1-2950#show spanning-tree

VLAN0001
Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID    Priority    32768
           Address    0050.f035.a940
           Cost      19
           Port      16 (FastEthernet0/16)
           Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec

Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
           Address    000a.b7dc.b780
           Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
           Aging Time 300

Interface      Port ID      Designated      Port ID
Name           Prio.Nbr    Cost Sts       Cost Bridge ID    Prio.Nbr
-----
Fa0/16        128.16      19 FWD          0 32768 0050.f035.a940 128.26
Fa0/17        128.17      19 BLK          0 32768 0050.f035.a940 128.27

sw1-2950#show spanning-tree interface fastethernet 0/17

Vlan        Port ID      Designated      Port ID
Name        Prio.Nbr    Cost Sts       Cost Bridge ID    Prio.Nbr
-----
VLAN0001    128.17      19 BLK          0 32768 0050.f035.a940 128.27
```

این مثال خروجی دستور show spanning-tree را بر روی سوئیچ SW1 نمایش می دهد. در شروع مثال ، SW1 لیست های شناسه های شناسه bridge ریشه را بیرون می دهد که اول شامل اولویت و آدرس MAC می شود. شناسه bridge ، اولویت و آدرس MAC را برای شناسایی هر bridge یا سوئیچ ترکیب می کند. سپس خروجی دستور شناسه bridge خود SW1 را لیست می کند. توجه داشته باشید که شناسه bridge ریشه از شناسه bridge مربوط به SW1 متفاوت است.

توپولوژی این مثال با قرارگیری SW2 بعنوان bridge ریشه پایان می پذیرد و بنابراین بر روی هر دو رابط forward می کند. سوئیچ SW1 ، BPDU ها را بر روی درگاههای 0/17 و 0/16 FastEthernet دریافت می کند. از طریق توپولوژی شما متوجه می شوید که هر دو BPDU از SW2 بوده و هر دو از هر جهت یکسان هستند. با اینحال ، SW1 جهت جلوگیری از بروز حلقه ، باید یک رابط را در وضعیت forward و دیگری را در وضعیت block قرار دهد. شما می توانید در داخل مثال ببینید که هزینه درگاه بر روی هر رابط 19 است (هزینه پیش فرض درگاه IEE برای رابطهای FastEthernet). بنابراین SW1 این تساوی و یکسان بودن دو رابط را با استفاده کردن از کمترین شماره رابط داخلی که 0/16 FastEthernet است ، از بین می برد. بدین جهت در مثال ، شما می بینید که درگاه 0/16 مربوط به SW1 در وضعیت forward و درگاه 0/17 در وضعیت block قرار گرفته اند.

تغییر هزینه درگاه STP و اولویت Bridge

در مثال 2-2 تغییرات پیکربندی برای تاثیرگذاری بر spanning-tree نمایش داده شده است. در مرحله اول ، بر روی سوئیچ SW1 هزینه درگاه بر روی رابط 0/17 fastethernet تغییر کرده که باعث شده است تا SW1 درگاه مذکور را از وضعیت block به حالت forward و وضعیت درگاه 0/16 fastethernet را به حالت block تغییر دهد. در مرحله بعد ، SW1 با تغییر اولویت خود¹⁸ تبدیل به ریشه می شود.

مثال 2-2 دستکاری هزینه درگاه و اولویت bridge

¹⁸ Bridge Priority

```
sw1-2950#debug spanning-tree

Spanning Tree event debugging is on

sw1-2950#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
sw1-2950(config)#interface fastethernet 0/17
sw1-2950(config-if)#spanning-tree cost 2
sw1-2950(config-if)#^Z
sw1-2950#
00:23:19: STP: VLAN0001 new Root Port Fa0/17, cost 2
00:23:19: STP: VLAN0001 Fa0/17 -> listening
00:23:34: STP: VLAN0001 Fa0/17 -> learning
00:23:49: STP: VLAN0001 Fa0/17 -> forwarding

sw1-2950#show spanning-tree

VLAN0001
Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID    Priority    32768
Address    0050.f035.a940
Cost       2
Port       17 (FastEthernet0/17)
Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
```

```
Bridge ID Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
Address      000a.b7dc.b780
Hello Time   2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
Aging Time   300

Interface      Port ID      Designated      Port ID
Name           Prio.Nbr     Cost Sts         Cost Bridge ID     Prio.Nbr
-----
Fa0/16         128.16       19 BLK          0 32768 0050.f035.a940 128.26
Fa0/17         128.17       2 FWD           0 32768 0050.f035.a940 128.27

sw1-2950#configure terminal
sw1-2950(config)#spanning-tree vlan 1 root primary
vlan 1 bridge priority set to 24576
vlan 1 bridge max aging time unchanged at 20
vlan 1 bridge hello time unchanged at 2
vlan 1 bridge forward delay unchanged at 15
sw1-2950(config)#^Z
sw1-2950#
00:24:49: setting bridge id (which=1) prio 24577 prio cfg 24576 sysid 1 (on) id
6001.000a.b7dc.b780
00:24:49: STP: VLAN0001 we are the spanning tree root
00:24:49: STP: VLAN0001 Fa0/16 -> listening
00:24:49: STP: VLAN0001 Topology Change rcvd on Fa0/16
00:25:04: STP: VLAN0001 Fa0/16 -> learning
00:25:19: STP: VLAN0001 Fa0/16 -> forwarding
```

این مثال با دستور debug spanning-tree بر روی سوئیچ SW1 آغاز می شود. این دستور به سوئیچ می گوید که هر وقت STP کار قابل توجهی انجام داد ، پیغامهای اطلاعاتی صادر کند. این پیامها بعنوان نتیجه دستور در خروجی مثال نمایش داده شده اند.

سپس ، هزینه درگاه رابط 0/17 fastethernet با استفاده از دستور 2 spanning-tree cost تغییر می کند (هزینه پیش فرض بر روی ارتباطهای دارای سرعت 100 ، 19 Mbps می باشد). بلافاصله در زیر این دستور ، شما پیغام معنادار debug را مشاهده می کنید. سوئیچ SW1 در زمان تغییر وضعیت یک رابط ، یک پیغام صادر می کند که شامل Time Stamp¹¹ نیز می گردد. توجه داشته باشید پیغامی که وضعیت 0/17 fastethernet را بحالت listening تغییر می دهد ، توسط پیغامی که وضعیت 0/17 fastethernet را بحالت learning می برد ، تبعیت می گردد. Time stamp نشان می دهد که این پیغام 15 ثانیه پس از اولین پیام صادر شده است. بهمین نحو ، پیغامی که وضعیت 0/17 fastethernet را در حالت forward قرار داده است ، 15 ثانیه پس از آن اتفاق افتاده و صادر شده است. بنابراین پیغامهای debug بسادگی مفهوم زمان سنج Forward Delay را درک می کنند.

در پیغامهای debug نمایش داده شده ، خروجی دستور show spanning-tree رابطهای 0/16 fastethernet و 0/17 fastethernet را بترتیب در حالت block و forward لیست شده است. البته بهمراه هزینه bridge ریشه که هم اکنون 2 بوده و براساس هزینه تغییر کرده رابط 0/17 fastethernet تنظیم شده است.

تغییر بعدی زمانی اتفاق می افتد که دستور root primary 1 spanning-tree vlan بر روی سوئیچ SW1 صادر می شود. این دستور اولویت bridge را به 24,576 تغییر داده و باعث می شود تا SW1 تبدیل به سوئیچ ریشه گردد.

پیکربندی EtherChannel

در نهایت ، دو سوئیچی که دارای ارتباطات اترنت موازی باشند ، می توانند برای EtherChannel پیکربندی شوند. با اینکار ، STP هیچ رابطی را بلوکه نمی کند. دلیل این امر اینست که STP هر دو رابط موجود بر روی هر سوئیچ بعنوان یک ارتباط تلقی می کند. مثال 2-3 پیکربندی و دستورات نمایشی (show) را برای یک EtherChannel جدید در سوئیچ SW1 نمایش می دهد.

مثال 2-3 پیکربندی و بازبینی EtherChannel

¹¹ یک کد شناسایی که شامل محدوده زمانی می شود که یک رویداد به خود اختصاص می دهد.

```

sw1-2950#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
sw1-2950(config)#int fa 0/16
sw1-2950(config-if)#channel-group 1 mode on
sw1-2950(config)#int fa 0/17
sw1-2950(config-if)#channel-group 1 mode on
sw1-2950(config-if)#^Z

sw1-2950#show spanning-tree

VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    24577
             Address    000a.b7dc.b780
             This bridge is the root
             Hello Time  2 sec    Max Age 20 sec    Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    24577 (priority 24576 sys-id-ext 1)
             Address    000a.b7dc.b780
             Hello Time  2 sec    Max Age 20 sec    Forward Delay 15 sec
             Aging Time 15

Interface          Port ID          Designated          Port ID
Name               Prio.Nbr         Cost Sts             Cost Bridge ID      Prio.Nbr
-----
Po1                128.65           12 LIS              0 24577 000a.b7dc.b780 128.65

sw1-2950#

00:32:27: STP: VLAN0001 Po1 -> learning
00:32:42: STP: VLAN0001 Po1 -> forwarding

sw1-2950#show etherchannel 1 summary
Flags: D - down          P - in port-channel
       I - stand-alone  s - suspended
       R - Layer3        S - Layer2
       u - unsuitable for bundling
       U - port-channel in use
       d - default port
Group Port-channel  Ports
-----+-----+-----
1      Po1(SU)        Fa0/16(P)  Fa0/17(P)
    
```

در ابتدای این مثال ، شما پیکربندی موجود بر روی سوئیچ SW1 را مشاهده می کنید. بر روی سوئیچ ، هر درگاهی می تواند بخشی از یک EtherChannel باشد ، با توجه به اینکه بر روی یک EtherChannel می توان تا ۸ درگاه را جای داد. بنابراین ، دستورات EtherChannel دستوراتی در زیرمجموعه رابط می باشند. دستور (زیرمجموعه رابط) channel-group 1 mode on باعث می گردد تا EtherChannel بر روی رابطهای 0/17 fastethernet و 0/16 fastethernet فعال شود. هر دو سوئیچ باید بر روی شماره EtherChannel توافق داشته باشند (در این مثال : 1).

دستور channel-group پارامتر on را بر روی هر دو سوئیچ برای اطمینان از اینکه هر دو ارتباط در EtherChannel قرار داده شده اند ، استفاده می کند. اگر بهر دلیلی SW2 بدرستی پیکربندی نشده باشد ، درگاهها استفاده نخواهند شد. بترتیب ، دستورات پیکربندی EtherChannel بر روی هر سوئیچ می توانند پارامترهای auto و desirable را بجای پارامتر on استفاده کنند. با استفاده از این مقادیر ، سوئیچ برای استفاده از EtherChannel مذاکره می کند. اگر مذاکره انجام شود ، یک EtherChannel شکل خواهد گرفت و در غیر اینصورت درگاهها می توانند بدون شکل گیری EtherChannel و با استفاده کردن از بلوکه کردن دیگر رابطها بکار خود ادامه دهند.

استفاده از مقادیر auto و desirable می تواند شما را گول بزند. اگر شما پارامتر auto را بر روی هر دو سوئیچ پیکربندی کنید ، EtherChannel هرگز کار نکرده و فعال نخواهد شد. پارامتر auto به سوئیچ می گوید که برای شروع مذاکره منتظر سوئیچ مقابل باشد. اگر قرار بر انتظار هر دو سوئیچ باشد ،

اینکار انجام نخواهد شود و انتظار بسیار طولانی خواهد بود. ولی در صورتی که یکی از سوئیچ ها با پارامتر desirable پیکربندی گردد ، EtherChannel فعال خواهد شد.

در ادامه مثال ۲-۳ شما چند مورد را می بینید که به port-channel یا po اشاره می کنند. بدلیل اینکه STP کانال^{۲۰} را بعنوان یک ارتباط واحد تلقی می کند ، سوئیچ به برخی راهها نیاز دارد تا EtherChannel را بصورت کامل بیان نموده و شرح دهد. IOS سوئیچ ۲۹۵۰ اصطلاح po را که مخفف port channel است ، بعنوان راهی برای نامگذاری EtherChannel استفاده می کند (EtherChannel گاهی با عنوان port channeling خوانده می شود). بعنوان نمونه ، در قسمت پایانی مثال ، دستور show etherchannel \ summary po \ برای port channel یا همان etherchannel شماره ۱ اشاره می کند.

خلاصه مطالب اصلی

بخش "خلاصه مطالب اصلی" مهمترین موارد این فصل را برای شما لیست می کند. با اینکه این بخش شامل تمام اطلاعات لازم برای امتحان نمی شود ، اما یک کاندیدای امتحان CCNA باید تمام جزئیات ذکر شده در بخش :خلاصه مطالب اصلی" را قبل از امتحان مطالعه کرده و با آنها آشنا باشد.

جدول ۲-۹ دلایل اینکه چرا Spanning Tree یک درگاه را در وضعیت forward یا block قرار می دهد را بصورت خلاصه نشان می دهد.

توضیحات	وضعیت Spanning Tree	خصوصیات درگاه
---------	---------------------	---------------

²⁰ Channel

تمام درگاههای bridge ریشه	Forward	Bridge ریشه همیشه بعنوان bridge برگزیده بر روی تمام بخشهای متصل شده شبکه می باشد.
درگاه ریشه مربوط به هر bridge غیر ریشه	Forward	درگاه ریشه ، درگاهی است که BDPDU را با کمترین هزینه از ریشه دریافت کند.
درگاه برگزیده هر LAN	Forward	Bridge ، کم هزینه ترین BDPDU را به سمت آن بخش از شبکه که bridge برگزیده برای آن قسمت است ، forward می نماید.
تمام درگاههای دیگر	Block	درگاه برای forward کردن فریم ها استفاده نمی شود و هیچیک از فریم های دریافتی بر روی این رابطها با هدف forward بررسی نمی شوند.

جدول ۲-۱۰ هزینه های پیش فرض درگاه را که توسط سازمان IEEE تعیین شده اند ، لیست کرده است. سیسکو نیز از پیش فرض های یکسانی استفاده می کند.

جدول ۲-۱۰ هزینه های پیش فرض درگاه مطابق IEEE

سرعت اترنت	هزینه اولیه و اصلی IEEE	هزینه تجدید نظر شده IEEE
10 Mbps	۱۰۰	۱۰۰
100 Mbps	۱۰	۱۹
1 Gbps	۱	۴
10 Gbps	۱	۲

جدول ۲-۱۱ وضعیتهای میانی Spanning Tree را بصورت خلاصه نمایش می دهد.

وضعیت	فریمهای داده forward شوند؟	یادگیری آدرس MAC براساس فریمهای دریافتی؟	وضعیت پایدار یا ناپایدار؟
Block	خیر	خیر	پایدار
Listening	خیر	خیر	پایدار
Learning	خیر	بله	ناپایدار
Forwrad	بله	بله	پایدار

جدول ۲-۱۲ وضعیتهای مختلف STP و RSTP را لیست کرده است.

جدول ۲-۱۲ وضعیتهای درگاه STP و RSTP

وضعیت	وضعیت STP	وضعیت RSTP (802.1w)	درگاه در داخل توپولوژی
-------	-----------	---------------------	------------------------

عملیاتی	(802.1d)		RSTP فعال قرار دارد؟
فعال	Block	(دور انداخته شده) Discard	خیر
فعال	(گوش دادن) Listening	(دور انداخته شده) Discard	خیر
فعال	(یادگیری) Learning	(یادگیری) Learning	بله
فعال	Forward	Forward	بله
غیر فعال	(غیر فعال) Disable	(دور انداخته شده) Discard	خیر

خلاصه مطالب اصلی

Spanning Tree به اهداف ارتباطات فیزیکی اضافی جامه عمل می پوشاند ، اما فقط توسط یک ارتباط فعال از طریق یک شبکه متصل شده. Spanning Tree از ویژگیهای زیر برای انجام اهداف خود استفاده می کند:

- تمام رابطهای bridge سرانجام در یکی از وضعیتهای forward و یا block تثبیت می شوند. رابطهایی که در وضعیت forward باشند ، بعنوان بخشی از Spanning Tree محسوب شده و مورد بررسی قرار می گیرند.
- یکی از bridge ها بعنوان ریشه انتخاب می شود. فرایند انتخاب شامل تمام bridge هایی می باشد که ادعای ریشه بودن دارند و این فرایند تا زمانی که یک bridge بعنوان بهترین توسط بقیه شناخته شود ، ادامه می یابد. تمام رابطهای bridge ریشه در وضعیت forward قرار می گیرند.
- هر bridge پیغامهای سلام BPDU²¹ را از ریشه بصورت مستقیم و یا forward شده توسط یک bridge دیگر ، دریافت می کند. هر bridge این توانایی را دارد که بیش از یک پیغام بر روی رابطهای خود دریافت کند. درگاهی که کم هزینه ترین BPDU بر روی آن دریافت می گردد ، بنام درگاه ریشه bridge خوانده شده و آن درگاه در وضعیت forward قرار می گیرد.
- برای هر قسمت از LAN ، یک bridge پیغامهای BPDU (forward شده) را با کمترین هزینه ارسال می کند. Bridge مذکور بعنوان bridge برگزیده برای آن بخش از شبکه شناخته شده و رابط bridge مذکور که با آن بخش از شبکه در اتصال و ارتباط است در وضعیت forward قرار می گیرد.
- تمام رابطهای دیگر در وضعیت block قرار خواهند گرفت.
- Bridge ریشه پیغامهای BPDU را براساس مقدار ثانیه معین شده در Hello Time (بصورت مرتب و طبق زمانبندی) ارسال می کند. Bridge های دیگر منتظر می مانند تا یک کپی از این BPDU ها را دریافت کرده و از طریق آن متوجه شوند که هیچ تغییری روی نداده است. مقدار Hello Time توسط خود BPDU تعیین می شوند و بنابراین تمام bridge ها یک مقدار یکسان را استفاده می کنند.
- اگر یک bridge پس از گذشت زمان مندرج در تابع MaxAge هیچ BPDU دریافت نکند ، فرایندی را شروع می کند که باعث تغییر در Spanning Tree می گردد. واکنش مربوطه به این عمل در شبکه براساس توپولوژی های مختلف ، متفاوت خواهد بود (مقدار MaxAge توسط خود BPDU تعیین می شوند و بنابراین تمام bridge ها یک مقدار یکسان را استفاده می کنند).
- ممکن است یک یا چند bridge براساس ایجاد تغییرات در شبکه ، تصمیم به تغییر وضعیت رابطهای خود از حالت block به forward یا برعکس بگیرند. هنگام تغییر وضعیت از حالت block به forward ، در ابتدا bridge به وضعیت موقتی listening (گوش فرا دادن) وارد می گردد. پس از سپری شدن مقدار تابع forward delay (یک نوع زمان سنج دیگر که در BPDU ریشه تعریف می شود) ، وضعیت به حالت learning تغییر می کند. پس از سپری شدن زمان موجود در یک تابع دیگر از نوع forward delay ، رابط در وضعیت forward قرار می گیرد.
- زمانی که یک سوئیچ در ابتدا به حالت listening تغییر وضعیت می دهد ، سوئیچ یک TCN BPDU از یک مسیر جدید به سمت ریشه می فرستد و بر این اساس سوئیچ ها را مجبور می کند تا مقادیر و داده های غیر مجاز را بسرعت از جدول های آدرس MAC خود حذف کنند. پروتکل Spanning Tree این تاخیرها را برای اطمینان از عدم ایجاد حلقه های موقتی دربر داشته و استفاده می کند.

²¹ Hello BPDU