پل‌ها و سوئیچ‌ها

- پل‌ها و سوئیچ‌ها
- عملکرد پل و سوئیچ
- پروتکل STP
- پیکربندی سوئیچ 2960 و ...

RootLan.com

پل و سوئیچ هر دو دستگاه‌هایی هستند که در لایه 2 عمل می‌کنند. پل‌ها و سوئیچ‌ها ازلحاظ کاری شبیه به هم عمل می‌کنند و به نحوی می‌توان گفت که هر دو اهداف یکسان دارند اما ازلحاظ معماری سخت‌افزاری با یکدیگر تفاوت‌های اساسی دارند. در این فصل مباحثی مانند عملکردهای پل‌ها و سوئیچ‌ها، مفاهیم STP و چند دستور ساده در سوئیچ 2960 موردبررسی قرار خواهیم داد.

پل‌ها و سوئیچ‌ها (Switches & Bridges)

در فصل‌های قبل تا حدودی در مورد این دو دستگاه صحبت کرده‌ایم، عملکرد سوئیچ و پل کاملاً شبیه به هم است و بزرگ‌ترین تفاوت بین این دو در کارایی آن‌ها است. پل به‌صورت نرم‌افزاری عمل می‌کند و نرخ فریمی (Frame rate) در حدود 50.000 فریم بر ثانیه را فراهم می‌کند درحالی‌که سوئیچ به‌صورت سخت‌افزاری و با استفاده از یک پردازنده اختصاصی ASIC کار خود را انجام می‌دهد و در معمولی‌ترین سوئیچ‌های موجود می‌توان 500.000 فریم بر ثانیه را پردازش کنند.

در جدول زیر مقایسه بین سوئیچ و پل را می‌بینید:

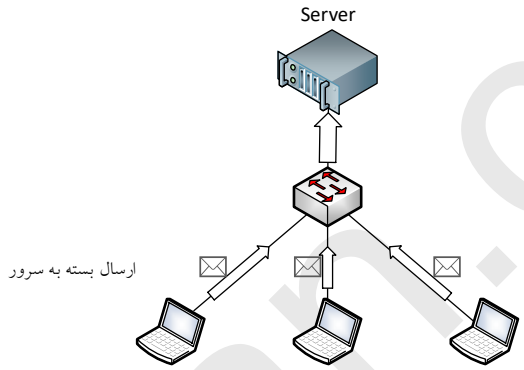
	پل	سوئیچ
چگونگی انجام سوئیچینگ	نرم‌افزاری	سخت‌افزاری
روش سوئیچ	Store &forward	Store &Forward, Cut-through, Fragment-free
پورت‌ها	2-16	در صورت نیاز تا هزاران پورت
Duplexing	Half	Half-full
Collision/Bandwidth domain	هر پورت یکی	هر پورت یکی
Broadcast domain	1	به ازای هر VLAN یکی
STP	1	به ازای هر VLAN یکی

جدول 6-1

☑ در این فصل با مواردی که در جدول بالا مشاهده می‌کنید بیشتر آشنا خواهید شد. توصیه می‌شود پس از مطالعه کامل فصل دوباره جدول را بررسی کنید.

روش‌های سوئیچینگ

قبل از اینکه با روش‌های سوئیچینگ آشنا شوید بهتر است شما را با مفهوم سوئیچینگ که مهم‌ترین کار سوئیچ است آشنا کنیم. همان‌طور که در شکل زیر مشاهده می‌کنید درواقع سوئیچ فریم‌های ورودی از یک پورت را به پورت‌های دیگر هدایت می‌کند.



درواقع به شیوه پردازش و هدایت فریم ورودی سوئیچینگ گفته می‌شود.

یکی از تفاوت‌های اصلی بین سوئیچ و پل چگونگی سوئیچ کردن، پردازش و هدایت فریم‌های ورودی است.

سه روش سوئیچینگ در دستگاه‌های لایه دو وجود دارد، از جمله:

- Store & Forward
- Cut-Through
- Fragment Free

☑ پل‌ها از روش Store & Forward و سوئیچ‌ها قادر به استفاده از هر سه روش هستند.

Store & Forward

با استفاده از این روش فریم به‌صورت کامل در لایه دو دریافت و در بافر قرار می‌گیرد. قبل از انجام هر عملیات پردازشی، CRC فریم بررسی می‌شود و اگر فریم سالم بود فریم به سمت مقصد هدایت می‌شود.

☑ CRC مقداری است که در مبدأ به بسته اضافه می‌شود و در مقصد با استفاده از آن می‌توان صحت و درستی فریم را بررسی کرد.

RootLan.com

مشکل:

- فریم‌های دریافت شده ابتدا در بافر سوئیچ قرار گرفته و سپس به مقصد هدایت می‌شوند که این باعث کاهش سرعت انتقال خواهد شد.
- همچنین سوئیچ نیاز به فضا زیادی برای بافر کردن فریم‌ها دارد.

مزیت:

- فریم‌ها خراب به مقصد هدایت نمی‌شوند و سوئیچ آن‌ها را دور می‌ریزد.

Cut-Through

در این روش دستگاه در حین دریافت فریم، فیلدهای Preamble و Dest MAC را می‌خواند و عملیات هدایت فریم را انجام می‌دهد (درحالی‌که فریم از یک پورت وارد می‌شود، در همان لحظه فریم را از پورت خروجی موردنظر خارج می‌کند).

☑ Preamble مشخص‌کننده آغاز فریم و Dest MAC آدرس فیزیکی کامپیوتری که فریم باید به دست او برسد را نشان می‌دهد.

مزیت:

- این روش سرعت بالایی در هدایت بسته‌های دریافت شده خواهد داشت.

مشکل:

- فریم‌های خراب نیز هدایت می‌شوند

برای حل این مشکل برخی از دستگاه‌ها از روشی به نام Dynamic Switching استفاده می‌کنند.

روش Dynamic Switching

دراین روش ابتدا سوئیچ به‌صورت Cut-through عمل می‌کند، اما در لحظه‌ای که فریم‌ها در حال ارسال می‌باشند CRC چک می‌شود. حال اگر فریم دچار مشکل بود به شمارنده Bad Frame یک واحد اضافه می‌شود (با استفاده از Bad Frame درواقع تعداد فریم‌های خراب را می‌توان تشخیص داد). اگر در یک بازه زمانی مشخص تعداد فریم‌های خراب بیشتر از حد آستانه شد دستگاه به‌صورت اتوماتیک روش خود را از Cut-Through به Store & Forward تغییر می‌دهد چرا که در شبکه‌هایی که خطا زیاد است باید از روش Store & Forward استفاده کرد تا بسته‌های خراب

بیهوده هدایت نشوند.

Fragment Free

Fragment Free شبیه به Cut-Through عمل می‌کند با این تفاوت که در این روش قبل از انجام عملیات سوئیچینگ اطمینان حاصل می شود که فریم حداقل دارای طول 64 بایت باشد (حداقل اندازه فریم در اترنت 64 بایت است) و سپس عمل هدایت را انجام می‌دهد.
درواقع هدف این روش کاهش تعداد فریم‌های کوچکی (Runt frames) است که هدایت می‌شوند.

به این روش Cut-Through Modified یا Runt less Switching نیز گفته می‌شود.

☑ فریم‌های Runtless آن دسته از فریم‌ها بوده که طول آن‌ها از 64 کمتر باشند.

☑ سوئیچ 1900 هر سه روش را می‌تواند انجام دهد اما پیش‌فرض آن Fragment-free است.

☑ سوئیچ 2960 فقط از Store & Forward استفاده می‌کند. به این نکته توجه داشته باشید که توجه به روش‌های سوئیچینگ معیار مناسبی برای تشخیص سرعت سوئیچ‌ها نیست چراکه سرعت در سوئیچ 2960 به علت استفاده از ASICهای پرسرعت نسبت به سوئیچ 1900 بیشتر است.

اتصال‌های سوئیچ

سوئیچ‌ها به‌صورت کلی می‌توانند در دو حالت داده‌ها را تبادل کنند. روش‌هایی که سوئیچ‌ها برای برقراری اتصال بین دستگاه‌ها استفاده می‌کنند شامل:

دوطرفه ناقص Half-Duplex

دستگاه در هرلحظه تنها می‌تواند ارسال یا دریافت داشته باشد – ارتباط یک‌طرفه است. این روش زمانی مورداستفاده قرار می‌گیرد که از رسانه مشترک برای تبادل داده استفاده می‌شود. به‌عنوان‌مثال 10Base2، 10Base5 و Hub از آن روش استفاده می‌کنند.

دوطرفه کامل Full-Duplex

دستگاه در هرلحظه به‌طور همزمان می‌تواند ارسال و دریافت را انجام دهد که در اتصالات Point to Point استفاده می‌شود مانند PC به روتر یا سوئیچ به روتر و ... . در این نوع اتصال از استانداردهای 100Base TX، 100base FX و ... استفاده می‌شود.

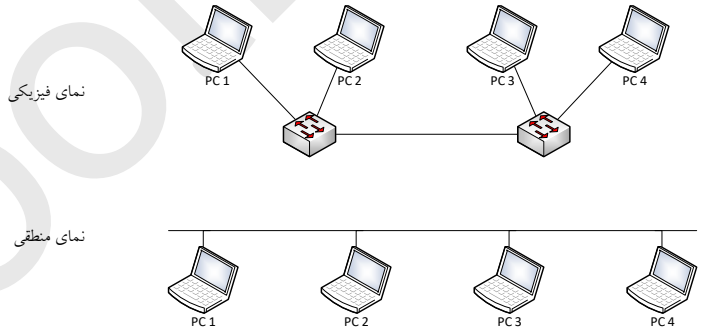
☑ در اتصال یک‌طرفه ممکن است Collision رخ دهد اما در اتصال دوطرفه کامل Collision وجود نخواهد داشت.

پل‌ها می‌توانند به‌صورت یک‌طرفه و سوئیچ‌ها به‌صورت یک‌طرفه و دوطرفه کامل اتصال برقرار کنند.

پل شفاف (Transport Bridge)

پل‌ها انواع مختلفی مانند Source Route Transparent Bridge، Source Route Bridging و Source Route Translational Bridge وجود دارند اما در این کتاب ما در مورد پل شفاف (Transport Bridge) صحبت خواهیم کرد.

پل شفاف پلی است که کلاینت‌ها و دستگاه‌های میانی از وجود آن در شبکه آگاه نیستند. در شکل زیر نمای فیزیکی و منطقی از پل شفاف نشان داده شده است.



شکل 6-1

همان‌گونه که در تصویر قابل مشاهده است در نمای فیزیکی کلاینت‌ها از طریق پل یا سوئیچ با یکدیگر در ارتباط هستند. به‌بیان‌دیگر کلاینت‌ها با استفاده از واسطی به نام پل یا سوئیچ ارتباط

بین خود و سایر کلاینت‌ها را برقرار می‌کنند این در حالی است که در نمای منطقی، کلاینت‌ها این‌گونه فرض می‌کنند که بدون هیچ واسطی با یکدیگر در ارتباط هستند و هیچ دستگاه واسطی در بین آن‌ها وجود ندارد.

عملکرد سوئیچ و پل

تفاوت‌هایی بین پل و سوئیچ وجود دارد اما هر دو درواقع برای یک هدف ایجادشده‌اند و سه عمل اصلی را شبیه به هم انجام می‌دهند که شامل:

- **آموزش یا Learn**
- **هدایت یا Forward**
- **حذف حلقه یا Remove Loop**

آموزش یا Learn

درواقع در این مرحله سوئیچ متوجه می‌شود که چه دستگاهی و با چه آدرسی (یا همان MAC) به کدام پورت متصل است. برای این کار نیاز است تا سوئیچ از اطلاعاتی که به آن وارد می‌شود استفاده کرده و آموزش ببیند.

هر سوئیچ یا پل دارای یک جدول است که به آن جدول CAM (Content Address Memory) یا Port Address Table می‌گویند. در این جدول لیستی از کلاینت های متصل شده به سوئیچ قرار می‌گیرد که سوئیچ تمامی تصمیمات خود را بر اساس این جدول انجام می‌دهد.

عملیات Learn

زمانی که فریم به سوئیچ می‌رسد سوئیچ آدرس MAC مبدأ را برداشته و ممکن است که یکی از حالت‌های زیر پیش آید:

1. اگر در جدول CAM چنین فیلدی در جدول وجود نداشت، آدرس MAC و پورتی که فریم از آن واردشده است به جدول اضافه می‌شود.
2. اگر چنین فیلدی وجود داشت اما قبلاً از پورت دیگری آمده بود مقدار آن را به‌روز می‌کند.

RootLan.com

3. اگر دقیقاً چنین فیلدی با همین آدرس MAC و همین پورت در جدول وجود داشت تایمر مربوط به آن را Reset می‌کند (نشان‌دهنده این است که کامپیوتر هنوز به پورت متصل است و در شبکه کار می‌کند).

☑ جدول CAM شامل فیلدهای: آدرس MAC، شماره پورت و تایمر TTL است (که در فصل‌های قبل مفصل موردبررسی قرارگرفته است).

☑ به دلیل وجود محدودیت در اندازه حافظه CAM از یک تایمر برای هر سطر از جدول استفاده می‌شود تا بتوان سطرهایی که برای مدت‌زمان مشخصی بلااستفاده هستند را تشخیص و حذف کرد.

هدایت (Forwarding)

زمانی که فریم به سوئیچ یا پل می‌رسد ابتدا آدرس MAC مبدأ را برداشته و عملیات Learn انجام می‌شود. در مرحله بعد آدرس MAC مقصد را برداشته و با توجه به جدول CAM سوئیچ یا پل متوجه می‌شود برای اینکه بسته به مقصد برسد باید از کدام پورت خارج شود. به این عملیات هدایت یا Forwarding گفته می‌شود.

سوئیچ به‌صورت هوشمند عمل می‌کند و هر فریم ورودی را تنها به یک پورت خروجی ارسال می‌کند. چون دقیقاً می‌داند چه کامپیوتری به کدام پورت متصل است و فریم را فقط برای کلاینت موردنظر ارسال می‌کند. در بعضی مواقع آدرس مقصد فریم در جدول CAM ثبت نشده است که در این حالت سوئیچ با ارسال فریم به‌صورت سیل آسا (Broadcast) سعی خواهد کرد تا کلاینت مقصد را پیدا کند.

سه نوع ترافیک همیشه به‌صورت سیل‌آسا ارسال و یا اصطلاحاً Flood می‌شود:

1. **فریم Broadcast**: فریمی که آدرس مقصد آن تماماً F باشد مانند FFFF.FFFF.FFFF.
2. **فریم Multicast**: فریمی است که برای گروهی از کامپیوترها ارسال می‌شود. آدرس مقصد آن می‌تواند بین 0100.5E00.0000 و 0100.5E73.FFFF باشد.
3. **فریم Unicast ناشناس**: فریمی است که آدرس مقصدش برای سوئیچ قابل شناسی نیست یعنی سوئیچ در زمان مرحله Forward چنین آدرس MACی را در جدول خود پیدا نکرده است

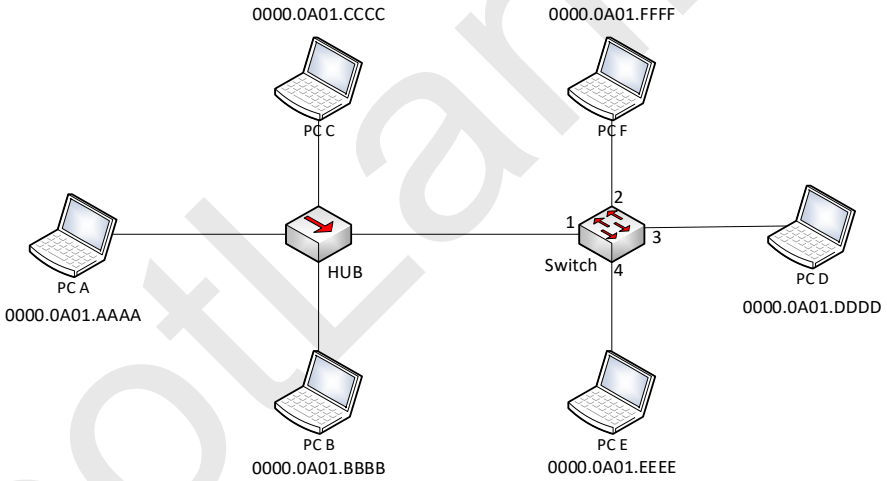
بنابراین بسته را به‌عنوان یک Unicast ناشناس در نظر گرفته و آن را از تمام پورت‌هایش خارج می‌کند تا شاید به مقصد موردنظر برسد.

مثال:

به شکل زیر دقت کنید، شبکه تازه بالا آمده است و جدول CAM سوئیچ خالی است.

☑ توجه کنید هر فریمی که به سوئیچ می‌رسد در ابتدا عملیات Learn و سپس عملیات Forward صورت می‌پذیرد.

☑ عملیات Learn با استفاده از آدرس MAC مبدأ و عملیات Forward با استفاده از آدرس MAC مقصد انجام می‌شود.



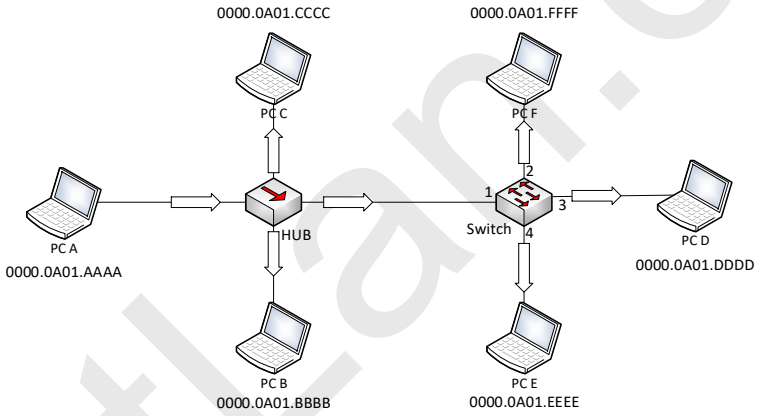
شکل 6-2

در ادامه حالت‌های مختلفی از ارسال و دریافت داده بین کلاینت‌ها مثال خواهیم زد و متوجه خواهید شد که سوئیچ چگونه به تکمیل جدول CAM خواهد پرداخت.

RootLan.com

مرحله 1

باتوجه به شکل زیر PC-A یک فریم به PC-C ارسال می‌کند. فریم به Hub رسیده و از تمام پورت‌های Hub خارج می‌شود. فریم به سوئیچ می‌رسد و سوئیچ آدرس MAC مبدأ را برداشته و عملیات Learn را انجام می‌دهد (درنتیجه آدرس MAC کامپیوتر A به همراه پورت آن به جدول اضافه می‌شود). در ادامه سوئیچ با استفاده از آدرس MAC مقصد باید عملیات Forward را انجام دهد (آدرس MAC مقصد را برداشته و متوجه می‌شود که چنین رکوردی در جدول وجود ندارد) پس فریم را از تمام پورت‌های خود خارج می‌کند. توجه داشته باشید که فریم‌های Broadcast تنها توسط کلاینتی پاسخ داده می‌شود که فریم مربوط به خودش باشد.



شکل 6- 3

پس از اتمام مرحله 1 جدول سوئیچ به وضعیت زیر تغییر خواهد کرد.

Switch CAM Table

MAC	Port
0000.0A01.AAAA	1

مرحله 2

باتوجه به شکل زیر مراحل نوشته شده را بررسی کنید.

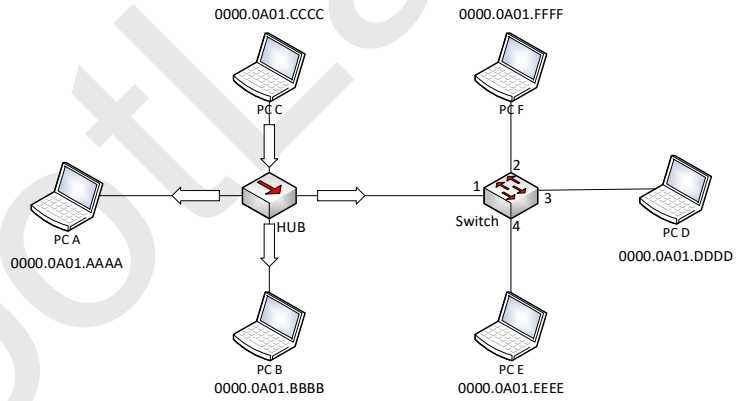
حال فریم به PC-C می‌رسد و PC-C در جواب یک فریم Unicast به PC-A ارسال می‌کند. در شکل زیر فریم را مشاهده می‌کنید.

MAC مقصد	MAC مبدأ	
0000.0A01.AAAA	0000.0A01.CCCC	داده

فریم به Hub می‌رسد و از تمام پورت‌های Hub خارج می‌شود. فریم به سوئیچ رسیده و سوئیچ ابتدا Learn و سپس Forward را انجام می‌دهد.

Learn: آدرس MAC مبدأ را خوانده (MAC کامپیوتر C است) و آن را به جدول اضافه می‌کند.

Forward: سوئیچ آدرس MAC مقصد بسته را خوانده (MAC کامپیوتر A است) و با توجه به جدول خود متوجه می‌شود که بسته باید از پورت 1 خارج شود. فریم دریافتی در سوئیچ دور انداخته می‌شود چراکه فریم از همان پورتی باید خارج شود که واردشده است.



شکل 6-4

Switch CAM Table

MAC	Port
0000.0A01.AAAA	1
0000.0A01.CCCC	1

به جدول سوئیچ توجه کنید. هم‌اکنون سوئیچ می‌داند که کامپیوتر 1 و 2 به پورت 1 متصل هستند و هر فریمی که برای این دو آمد تنها از پورت 1 خارج می‌شوند.

RootLan.com

مرحله 3

باتوجه به شکل زیر مراحل نوشته‌شده را بررسی کنید.

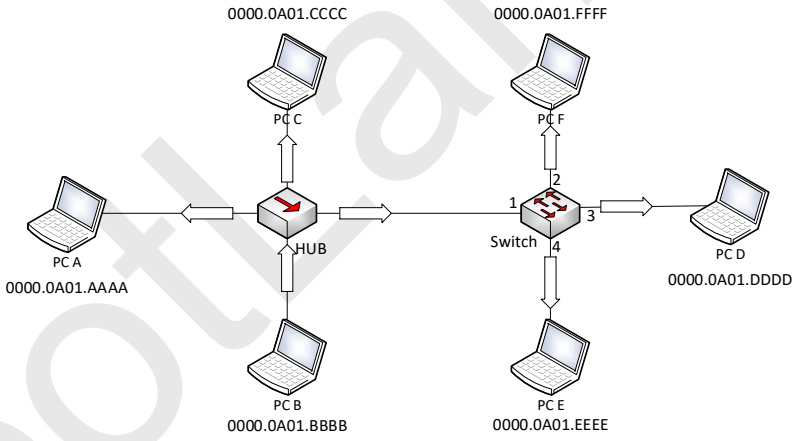
حال PC-B به PC-F فریمی ارسال می‌کند. PC-B فریم زیر را ساخته و ارسال می‌کند.

MAC مقصد	MAC مبدأ	
0000.0A01.FFFF	0000.0A01.BBBB	داده

فریم به سوئیچ رسیده و دو عمل زیر انجام می‌شود:

Learn: آدرس MAC مبدأ را برداشته (0000:0A01:BBBB) و به دلیل این‌که آدرس MAC در جدول وجود ندارد MAC را همراه با پورت ورودی (یعنی 1) به جدول اضافه می‌کند.

Forward: آدرس MAC مقصد را برداشته (0000:0A01:FFFF) و چون چنین سطری در جدول وجود ندارد فریم به‌صورت یل‌آسا از تمام پورت‌هایش خارج می‌کند.



شکل 6-5

Switch CAM Table

MAC	Port
0000.0A01.AAAA	1
0000.0A01.CCCC	1
0000.0A01.BBBB	1

RootLan.com

مرحله 4

باتوجه به شکل زیر مراحل نوشته‌شده را بررسی کنید.

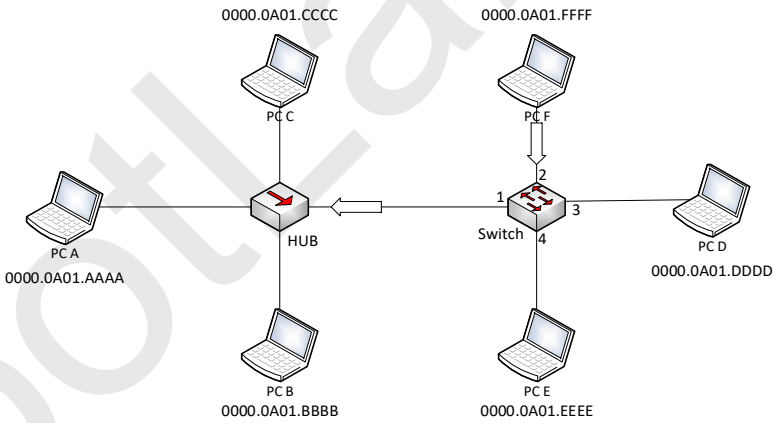
حال در جواب PC-F به PC-B یک فریم ارسال می‌کند.

MAC مقصد	MAC مبدأ	
0000.0A01.BBBB	0000.0A01.FFFF	داده

بسته به سوئیچ می‌رسد و سوئیچ دو عملیات Learn و Forward را انجام می‌دهد.

Learn: آدرس MAC مبدأ را خوانده (0000:0A01:FFFF) و آن را همراه با پورت مربوطه (پورت شماره 2) به جدول خود اضافه می‌کند.

Forward: آدرس MAC مقصد را خوانده (0000:0A01:BBBB) و متوجه می‌شود که چنین سطری در جدول وجود دارد و باید فریم را از پورت شماره 1 خارج کند؛ بنابراین فریم را فقط از پورت 1 خارج می‌کند.



شکل 6-6

Switch CAM Table

MAC	Port
0000.0A01.AAAA	1
0000.0A01.CCCC	1
0000.0A01.BBBB	1
0000.0A01.FFFF	2

RootLan.com

مرحله 5

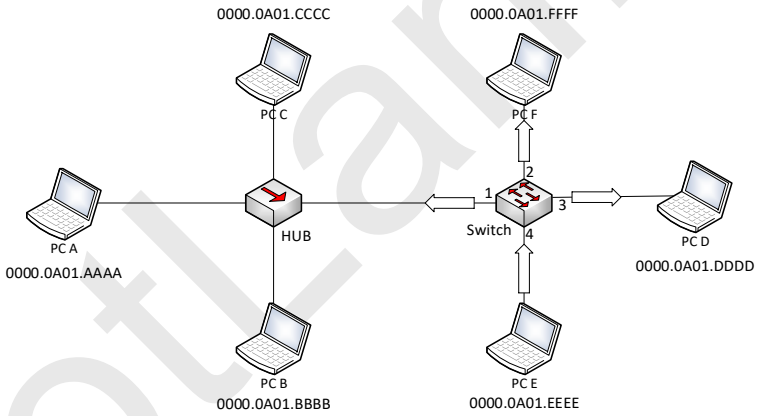
فرض کنید که PC-E یک فریم Broadcast ارسال می‌کند.

MAC مقصد	MAC مبدأ	
FFFF.FFFF.FFFF	0000.0A01.EEEE	داده

فریم به سوئیچ رسیده و سوئیچ دو عملیات زیر را انجام می‌دهد:

Learn: آدرس MAC مبدأ را بررسی کرده (0000:0A01:EEEE) و این آدرس را به جدول اضافه می‌کند.

Forward: آدرس MAC مقصد بررسی کرده (FFFF:FFFF:FFFF) و متوجه می‌شود که فریم از نوع Broadcast است و آن را از تمام پورت‌های خود خارج می‌کند.



شکل 6-7

Switch CAM Table

MAC	Port
0000.0A01.AAAA	1
0000.0A01.CCCC	1
0000.0A01.BBBB	1
0000.0A01.FFFF	2
0000.0A01.EEEE	4

پس از مدتی جدول سوئیچ کاملاً به‌روز شده و در این حالت سوئیچ دقیقاً می‌داند که فریم هر کامپیوتر باید از چه پورتی خارج شود تا به دستش برسد و از مکانیزم سیل‌آسا (Flood) استفاده نمی‌کند؛ بنابراین ازنظر کارایی و پهنای باند شبکه بسیار خوب عمل می‌کند.

RootLan.com