DOI: 10.17117/na.2016.10.03.139

Поступила (Received): 24.10.2016

<http://ucom.ru/doc/na.2016.10.03.139.pdf>

Егиазарян Г.Р., Агаларян А.Г., Бабаян А.А.
Комплекс основных проблем на канальном
уровне в коммутаторах компании Cisco.
Рекомендации по их устранению

Yeghiazaryan G.R., Aghalaryan A.G., Babayan A.A.
The complex of the main problems on the data link layer in
the Cisco company. Recommendations for their elimination

На сегодняшний день на рынке сетевых продуктов доминирует компания Cisco. Одной из особенностей бизнес-модели компании стала многоуровневая разветвлённая система сертификации инженеров по компьютерным сетям. Первый уровень в системе сертификаций Cisco – уровень entry и начинается он с Сертифицированного Техника Сетей Cisco (Cisco Certified Entry Networking Technician) – CCENT [3]. В данной статье собрано проблемы канального уровня, которые касаются сертификации CCENT

Ключевые слова: канальный уровень, автопереговоры, лавинная рассылка, методы коммутации, рассогласование дуплекса, Cisco CCENT

Егиазарян Григор Рубикович

Студент

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана
г. Москва, ул. 2-я Бауманская, 5

Агаларян Ашот Гарикович

Студент

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана
г. Москва, ул. 2-я Бауманская, 5

Бабаян Армен Артушевич

Студент

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана
г. Москва, ул. 2-я Бауманская, 5

Currently Cisco dominates the networking products market. One of the features of the company's business model has become Multi level Branched system of certification of network engineers. The first level in the Cisco certifications – entry level and begins it with the Cisco Certified Network Technology (Cisco Certified Entry Networking Technician) – CCENT [3]. This article raised the problem of the link layer, which relate to CCENT certification

Key words: data link layer, Autonegotiation, flooding, switching methods, duplex mismatch, Cisco CCENT

Yeghiazaryan Grigor Rubikovich

Student

Moscow state technical university named N.E. Bauman
Moscow, Baumanskaya 2-ya st., 5

Aghalaryan Ashot Garikovich

Student

Moscow state technical university named N.E. Bauman
Moscow, Baumanskaya 2-ya st., 5

Babayan Armen Artushevich

Student

Moscow state technical university named N.E. Bauman
Moscow, Baumanskaya 2-ya st., 5

Использование полудуплексного режима концентраторами LAN [4, с. 362-365]

Для перенаправления данных концентраторы LAN используют стандарты физического уровня. Когда электрический сигнал поступает на один порт концентратора, он повторяет его на всех других портах (кроме порта, на который поступает сигнал). В результате данные поступают на все подключенные к концентратору узлы в надежде, что они достигнут получателя. У концентратора нет таких концепций, как фреймы Ethernet, адреса и т.д. Если два устройства или более передают сигналы одновременно, они накладываются и искажаются.

Рис. 1. Демонстрирует ситуацию, когда компьютеры PC-1 и PC-2 передают электрический сигнал одновременно, а концентратор повторяет оба сигнала для компьютера PC-3

Проблема, созданная логикой концентратора – коллизия. Чтобы предотвратить коллизию узлы должны полудуплексную логику. Полудуплексная логика требует от узлов подождать с передачей, если передает кто-то еще.

Предположим, например, что компьютер PC-1 начал передавать фрейм чуть раньше, чем PC-2. Получив первые биты фрейма, компьютер PC-2 заметил бы что кто-то еще начал передачу, и, согласно полудуплексной логике, он подождал бы с передачей своего фрейма.

Узлы, использующие полудуплексную логику, используют алгоритм CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection – множественный доступ с контролем несущей и обнаружением конфликтов). Алгоритм заботится не только об очевидных случаях, но также и о проблемах, вызванных неудачной синхронизацией. Например, два узла могли бы одновременно проверить поступление фрейма, оба понимают, что никакой другой узел ничего не передает, и оба одновременно посылают свои фреймы, вызывая коллизию. Алгоритм CSMA/CD учитывает и такие случаи следующим образом.

Если коллизия происходит по причине неудачной синхронизации, все передающие в настоящий момент узлы предпринимают следующее.

А. Посылают сигнал оповещения о коллизии (jamming signal), уведомляющий все узлы о ее возникновении.

В. Независимо выбирают случайный интервал времени ожидания перед повторной попыткой, чтобы избежать неудачной синхронизации.

Устройства в той же сети Ethernet использующие общий концентратор, не могли (все вместе) передавать трафик больше, чем 10 Мбит/с, поскольку ширину полосы пропускания они использовали совместно. Кроме того, увеличение объемов трафика приводило к увеличению количества коллизий, что требовало более частых повторных передач и приводило к напрасной трате пропускной способности.

Прозрачные мосты (transparent bridge) Ethernet [1, с. 126], помогли решить проблему производительности сети 10BASE-T. После их добавления произошли следующие усовершенствования.

- мосты разделяли устройства на группы, известные как домен коллизий;
- мосты сокращали количество коллизий в сети, поскольку фреймы в одном домене коллизий не вступали в конфликт с фреймами в другом;
- мосты расширяли общую полосу пропускания, предоставляя каждому домену коллизий собственную полосу пропускания (в каждом домене коллизий был только один отправитель, но в каждом свой).

Рис. 2

На рис. 2 представлен сеть 10BASE-Tс мостом. Мост в данном случае разделяет сеть на два отдельных домена коллизий.

Мост использует логику, согласно которой фреймы в одном домене коллизий не вступают в конфликт с фреймами в другом. Мост передает фреймы между своими двумя интерфейсами, но в отличие от концентратора он буферизирует фреймы или ставит их в очередь, пока исходящий интерфейс не сможет их переслать. Например, компьютеры 1 и 6 одновременно послали фреймы компьютеру 3. Мост поставит фрейм от 6 в очередь, пока домен коллизий слева не закончит передачу и не освободится.

Добавление моста создает две отдельные сети 10BASE-T. Сеть 10BASE-T слева совместно использует свои 10 Мбит/с, а сеть справа свои. В результате общая ширина полосы пропускания сети в этом примере составит 20 Мбит/с.

Проблема петлевых маршрутов [1, с. 129-130]

Коммутаторы строят таблицу адресов, просматривая входящие фреймы и выписывая из них MAC-адреса отправителей. Если на вход какого-либо порта устройства получен фрейм и MAC-адрес в поле отправителя фрейма отсутствует

в таблице коммутации, коммутатор создает соответствующую ему запись в таблице. В запись помещается адрес и идентификатор интерфейса, через который был получен фрейм.

Если на коммутатор поступит первый фрейм, когда в таблице MAC-адресов никаких записей нет, в этом случае, а также когда в таблице нет соответствующей записи, коммутатор передает фрейм на все интерфейсы (кроме входящего), используя процесс лавинной рассылки (flooding).

Коммутаторы рассылают одно-адресатные фреймы с неизвестным получателем (unknown unicast frame), представляющие собой фреймы, MAC-адресов получателя которых еще нет в таблице адресов. Лавинная рассылка означает, что коммутатор перенаправляет фрейм на все порты, кроме того, на который он был получен.

Рис. 3

На рис. 3 представлен одно-адресатный фрейм с неизвестным получателем, посланный PC-3 PC-2-у и попавший в бесконечный цикл, поскольку в сети есть избыточный канал.

Поскольку ни один из коммутаторов не имеет в таблицах адресов MAC-адреса PC-2, каждый из них осуществляет лавинную рассылку. Физически замкнутый круг создают три коммутатора. Они продолжают перенаправлять фрейм через все порты, и его копии следуют по кругу.

Чтобы избежать петлевых маршрутов на втором уровне, на всех коммутаторах должен быть запущен протокол STP, который переводит каждый из портов каждого устройства или в режим блокировки (blocking state), или в режим перенаправления (forwarding state). Если протокол заблокировал правильный набор интерфейсов, в сети останется только один активный логический маршрут между каждой парой сегментов.

Методы коммутации в коммутаторах Cisco [2]

Большинство прозрачных мостов и коммутаторов используют метод коммутации с буферизацией фреймов (store-and-forward). В этом механизме устройство

должно получить фрейм полностью, прежде чем начать отправку его первого бита через выходной интерфейс. Существуют еще два метода внутренней коммутации: коммутация без буферизации пакетов (cut-through) и без фрагментации (fragment-free). MAC-адрес получателя расположен в начале заголовка Ethernet, поэтому коммутатор может начать передачу задолго до того, как он примет весь фрейм.

Метод коммутации без буферизации пакетов (cut-through) заключается в том, что устройство начинает передачу фрейма как можно раньше, т.е. как только принята часть заголовка, содержащая адрес получателя. Этот метод очень заметно уменьшает задержку в сети, но побочным его результатом будет распространение ошибок в сети. Поле контрольной суммы фрейма (Frame Check Sequence – FCS) находится в конце Ethernet, следовательно, коммутатор не может определить, есть ли ошибки во фрейме, перед тем как начать передачу: передача начинается за долго до того, как будет принят весь фрейм, следовательно, время обработки и отправки (т.е. задержка (delay)) значительно уменьшается.

Метод коммутации без фрагментации (Fragment-free processing) аналогичен методу коммутации без буферизации пакетов, но через устройство передается меньше количество ошибок. Одна интересная особенность технологии множественного доступа с контролем несущей и обнаружением коллизий (Carrier Sense Multiple Access With Collision Detection – CSMA/CD) состоит в том, что большинство коллизий происходит на первых 64 байтах фрейма. Задержка за счет обработки фрейма коммутатором в таком случае заметно меньше, чем при буферизации, и чуть больше, чем при методе коммутации без фрагментации пакетов.

Настройка переключения режимов

	команды по настройке	назначение
Шаг 1	switch#configure terminal	переключение в режим глобальной конфигурации
Шаг 2	switch#(config)switching-mode store-forward	включить режим store-and-forward
Шаг 3	switch(config)#copy running-config startup-config	сохранение текущей конфигурации в начальную

Повторное включение режима Cut-Through. Cut-Through включена по умолчанию.

	команды по настройке	назначение
Шаг 1	switch#configure terminal	переключение в режим глобальной конфигурации
Шаг 2	switch#(config)no switching-mode store-forward	отключить режим store-and-forward
Шаг 3	switch(config)#copy running-config startup-config	сохранение текущей конфигурации в начальную

Влияние широковещательных доменов и доменов коллизий на диджитал-сети

Теперь рассмотрим проблемы, связанные с широковещательными сообщениями. Когда сетевой хост получает широковещательное сообщение, он обязан его обработать. Такое утверждение означает, что сетевая плата должна отправить центральному процессору (CPU) прерывание, а процессор должен выделить некоторые свои ресурсы на обработку такого фрейма. Все хосты время от времени отправляют широковещательные фреймы – они необходимы для их нормальной работы. Например, сообщения протокола ARP используют широковещательный механизм работы. Широковещание будет присутствовать в любой сети, это нормальный режим работы, но широковещательные фреймы требуют затрат ресурсов всех сетевых устройств на их обработку.

Рассмотрим локальную сеть большего размера, состоящую из нескольких коммутаторов и 500 компьютеров. Все коммутаторы образуют единый широковещательный домен, поэтому если один из 500 компьютеров отправляет широковещательное сообщение, оставшиеся 499 его получают и обрабатывают. Если в такой сети много широковещательных фреймов, то они могут очень заметно снизить производительность персональных компьютеров в сети. Предположим, сеть изменилась так, что у нее стало 5 сегментов по 100 компьютеров, которые разделены маршрутизатором, следовательно, в такой сети будет 5 широковещательных доменов. При такой схеме сети широковещательное сообщение от одного компьютера будет вызывать прерывание у 99 других компьютеров, что приведет к меньшему снижению производительности рабочих станций.

Автопереговоры [1, с. 139-142]

Устройства Ethernet на концах канала связи должны использовать тот же стандарт, в противном случае они не смогут правильно отправлять данные. Например, если заменить компьютер использовавший стандарт 100BASE-T, на компьютер использовавший стандарт 1000BASE-T. Порт коммутатора на другом конце канала связи теперь должен использовать стандарт 1000BASE-T, поэтому потребуется модернизация коммутатора. Если все порты нового коммутатора будут работать по стандарту 1000BASE-T, то придется обновить все остальные подключенные к нему компьютеры.

IEEE предлагает хорошее решение этой проблемы: автопереговоры IEEE. Этот стандарт IEEE 802.3u протокола, позволяющего двум узлам Ethernet на канале связи UTP вести переговоры о согласовании общей скорости и режима дуплексной передачи.

Большинство устройств Ethernet способно отключить автопереговоры. Отключение автопереговоров не всегда является плохой идеей, но их нужно либо разрешить на обоих концах канала связи, либо запретить на обоих концах. Когда автопереговоры разрешены только на одном конце, может возникнуть множество проблем: канал связи может работать плохо или не работать вообще.

Автопереговоры IEEE определяют некоторые правила, которым должны следовать все узлы при неудаче автопереговоров.

Скорость. Используется наименьшая возможная скорость.

Дуплекс. При скорости 10 или 100 Мбит/с используется полудуплекс, в противном случае – полный дуплекс.

Коммутаторы Cisco дополняют базовую логику IEEE, поскольку они способны вычислить скорость другого узла даже без автопереговоров IEEE. Результате коммутаторы Cisco образуют немного иную логику, когда автопереговоры терпят неудачу.

Стандартные действия коммутаторов Cisco при автопереговорах

Скорость. Вычисляет скорость (без автопереговоров). При неудаче использует стандартное значение IEEE (наименьшая доступная скорость, обычно 10 Мбит/с).

Дуплекс. Использует стандартное значение IEEE. При скорости 10 или 100 Мбит/с используется полудуплекс, в противном случае – полный дуплекс.

Рассогласование дуплекса (duplex mismatch)

Классическая проблема. Порт коммутатора и компьютер используют скорость 100 Мбит/с. Но компьютер использует полный дуплекс и, не пытаясь применить логику CSMA/CD, посылает фреймы в любое время. Порт коммутатора использует полудуплекс и логику CSMA/CD. В результате порт коммутатора будет обнаруживать коллизии на канале связи, хотя физически они не происходят. Порт коммутатора будет регулярно прекращать передачу, ожидать и возобновлять передачу фреймов. В результате канал связи будет работать плохо.

Заключение

Статья очень полезно начинающим специалистам, которые смогут узнать про основные проблемы и способам их решения. Им не придется искать материалы с разных источников. Обсуждаемые решения проблем очень важны для функционирования сети, если не учесть это, то могут возникнуть проблемы, которые очень трудно выявить.

Список используемых источников:

1. Wendell Odom, CCENT/CCNA ICND1 100-101 Official Cert Guide 1st Edition.
2. Руденков Н.А., Долинер Л.И., ОСНОВЫ СЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ. Екатеринбург 2011.
3. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Сертификация_Cisco
4. Олифер В. Г., Олифер Н. А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: учебник для ВУЗов. СПб.: Питер, 2004.

© 2016, Егиазарян Г.Р., Агаларян А.Г., Бабаян А.А.
Комплекс основных проблем на канальном уровне в коммутаторах компании Cisco. Рекомендации по их устранению

© 2016, Yeghiazaryan G.R., Aghalaryan A.G., Babayan A.A.
The complex of the main problems on the data link layer in the Cisco company. Recommendations for their elimination