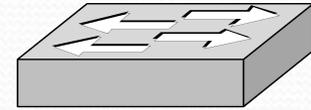


Технология коммутации и технологическая реализация коммутаторов

Коммутаторы



Коммутаторы – фундаментальная часть большинства современных сетей. Используя *микросегментацию*, они дают возможность одновременно посылать по сети информацию множеству пользователей.

Простая замена концентраторов на коммутаторы позволяет значительно повысить эффективность локальных сетей, при этом не требуется замена кабельной проводки или сетевых адаптеров. Коммутаторы делят сеть на отдельные логические сегменты, создавая при этом отдельные небольшие по размеру домены коллизий на каждом порту.

Технология коммутации представляет новый шаг в развитии локальных сетей. В данный момент коммутаторы являются идеальным решением для увеличения пропускной способности локальной сети.

Режимы работы коммутатора

Коммутаторы локальных сетей поддерживают два режима работы: **полудуплексный** режим и **дуплексный** режим.

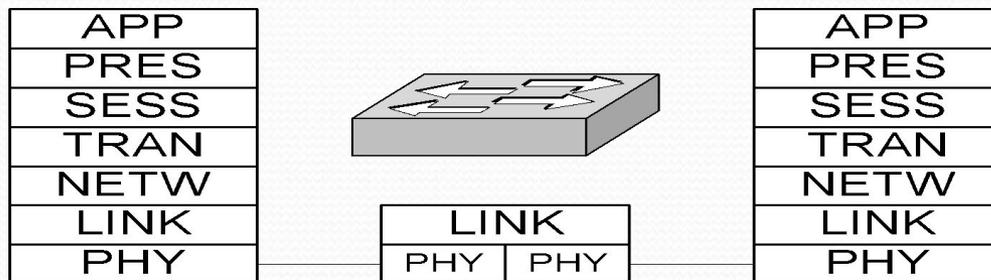
- **Полудуплексным режимом** работы называется такой режим, при котором, только одно устройство может передавать данные в любой момент времени в одном домене коллизий.
- **Дуплексный режим** – это режим работы, который обеспечивает одновременную двухстороннюю передачу данных между станцией-отправителем и станцией-получателем на MAC - подуровне.

Дуплексный режим работы поддерживают коммутаторы и практически все современные адаптеры.

Коммутация 2-го уровня

- Коммутаторы работают на *канальном уровне модели OSI*. Они анализируют входящие кадры, принимают решение об их дальнейшей передаче на основе MAC - адресов, и передают кадры пунктам назначения. Основное преимущество коммутаторов – прозрачность для протоколов верхнего уровня. Т.к. коммутатор функционирует на 2-м уровне, ему нет необходимости анализировать информацию верхних уровней модели OSI.
- **Коммутация 2-го уровня** – аппаратная. Она обладает высокой производительностью, поскольку пакет данных не претерпевает изменений. Передача кадра в коммутаторе может осуществляться специализированным контроллером, называемым Application-Specific Integrated Circuits (ASIC). Эта технология, разработанная для коммутаторов, позволяет поддерживать гигабитные скорости с небольшой задержкой.

Несмотря на преимущества коммутации 2-го уровня, она все же имеет некоторые ограничения. Наличие коммутаторов в сети не препятствует распространению широковещательных кадров (broadcast) по всем сегментам сети, сохраняя ее прозрачность. Таким образом, очевидно, что для повышения производительности сети необходима функциональность 3-го уровня OSI модели.



Коммутация 3-го уровня

Коммутация 3-го уровня – это аппаратная маршрутизация, где передача пакетов обрабатывается контроллерами ASIC. В отличие от коммутаторов 2-го уровня, коммутаторы 3-го уровня принимают решения на **основе информации сетевого уровня**, а не на основе MAC - адресов.

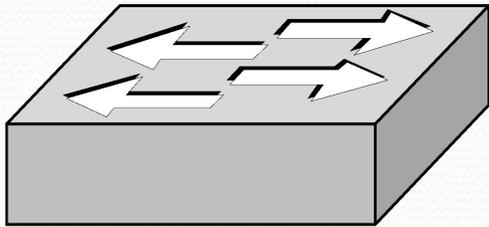
Обработку пакетов коммутатор 3-го уровня выполняет таким же образом, как и маршрутизатор:

- на основе информации 3-го уровня (сетевых адресов) определяет путь к месту назначения пакета;
- проверяет целостность заголовка 3-го уровня, вычисляя контрольную сумму;
- проверяет время жизни пакета;
- обеспечивает управление безопасностью (если необходимо);
- обеспечивает необходимое качество сервиса (QoS) для мультимедийных приложений чувствительных к задержкам передачи;

Основное отличие между маршрутизаторами и коммутаторами 3-го уровня заключается в том, что в основе коммутации 3-го уровня лежит аппаратная реализация. В маршрутизаторах общего назначения коммутация пакетов обычно выполняется программным образом. Т.к. коммутаторы 3-го уровня обычно быстрее и дешевле маршрутизаторов, то их использование в локальных сетях очень привлекательно.

В качестве примеров коммутаторов 3-го уровня можно привести D-Link DES-3326S и DES-3326SR, DES-3350SR, DES-6300, DES-6500.

Три функции коммутатора 2-го уровня



- **Обучение адресам** (составление топологии сети)
- **Принятия решения о фильтрации, пересылки или затопления** (выполнение коммутации кадров)
- **Предотвращение возникновения активных петель** (поддержание физических резервных связей)

Обучение адресам

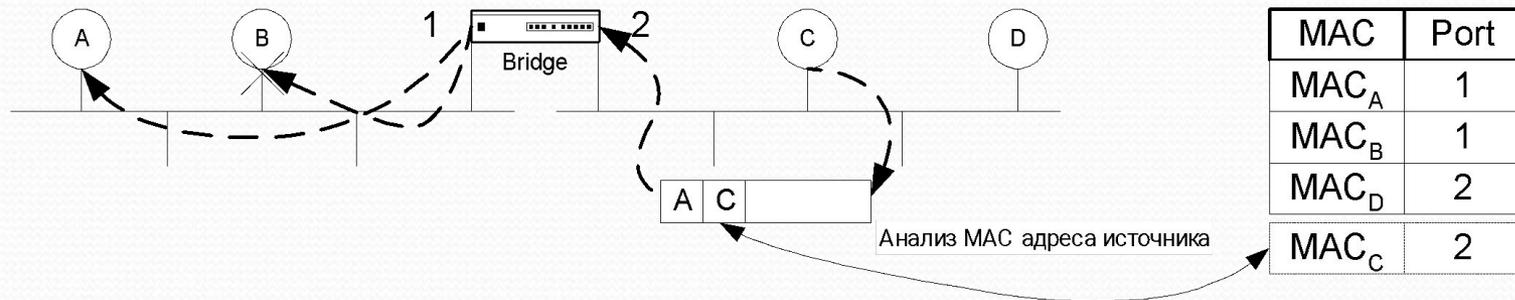
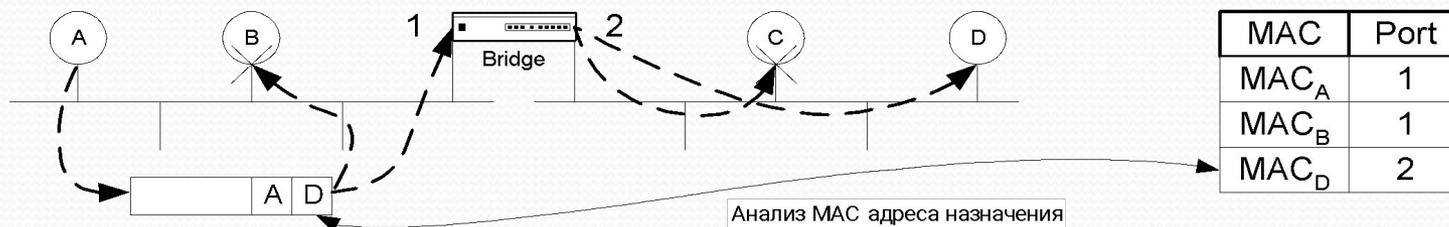


Таблица соответствия MAC адресов портам коммутатора составляется на основе анализа MAC адреса узлов – источников кадров.

Каждая запись в таблице соответствия имеет таймер неактивности, который устанавливается в некоторое, заранее определенное время жизни, каждый раз при (занесении) подтверждении существующей записи в таблице соответствия.

При истечении таймера неактивности, запись удаляется из таблицы соответствия, что позволяет гибко реагировать на изменения топологии сети.

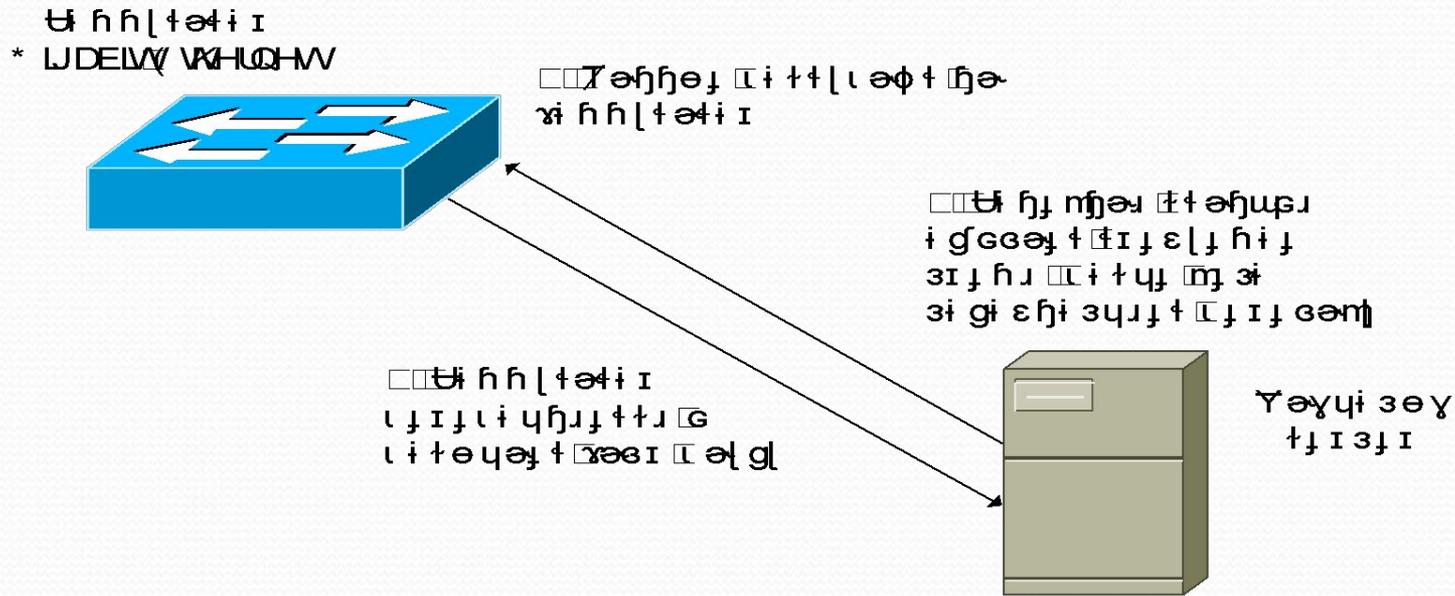
фильтрации/пересылке



Анализируется MAC адрес узла – получателя кадров, на основе этого анализа делается решение о:

- **Фильтрации (отбрасывании) кадра**, если найдено соответствие порта анализируемому MAC адресу, и кадр поступил с того порта, номер которого был найден при анализе (узлы отправителя и получателя находятся по одному и тому же порту).
- **Пересылке кадра**, если найдено соответствие порта анализируемому MAC адресу, и кадр поступил с порта, отличного от номера порта, который был найден при анализе (узлы отправителя и получателя находятся по разным портам).
- **Затоплении кадра**, если соответствие порта анализируемому MAC адресу не найдено или если адрес назначения является групповым или широковещательным.

Управление потоком



Дуплексный режим работы требует наличия такой дополнительной функции, как **управление потоком**. Она позволяет принимающему узлу (например, порту сетевого коммутатора) в случае переполнения дать узлу-источнику команду (например, файловому серверу) приостановить передачу кадров на некоторый короткий промежуток времени. Управление осуществляется между MAC-уровнями с помощью кадра-паузы, который автоматически формируется принимающим MAC уровнем. Если переполнение будет ликвидировано до истечения периода ожидания, то для того, чтобы восстановить передачу, отправляется второй кадр-пауза с нулевым значением времени ожидания.

Типы коммутации

- С промежуточной буферизацией (Store and Forward)
- На лету (Cut-Through)
- С фильтрацией фрагментов (Fragment Free)

С буферизацией (store-and-forward)

- Возможность фильтрации кадров с неверной контрольной суммой
- Возможность фильтрации кадров, испорченных коллизией
- Максимальное вносимое времени задержки коммутации

При коммутации с промежуточным хранением (store-and-forward) – коммутатор копирует весь кадр в буфер и только затем его передает. Перед отправкой фрейма читаются его адрес назначения и адрес источника, если надо, к ним применяется соответствующий фильтр и только после этого кадр передается на выходной порт. Естественно, что этот способ передачи связан с задержками, при этом, чем больше кадр, тем больше времени требуется на его прием. Во время приема кадра происходит его проверка на наличие ошибок.

На лету (cut-through)

- Минимально вносимое времени задержки коммутации
- Отсутствие возможности фильтрации кадров с неверной контрольной суммой
- Отсутствие возможности фильтрации кадров, испорченных коллизией

Коммутация «на лету» (cut-through) – коммутатор локальной сети копирует во внутренние буферы только адрес приемника (первые 6 байт после префикса) и сразу начинает передавать кадр, не дожидаясь его полного приема. Это режим уменьшает задержку, но проверка на ошибки в нем не выполняется.

С фильтрацией фрагментов (fragment-free)

- Фильтрация кадров, испорченных коллизией
- Компромисс вносимого времени задержки коммутации
- Отсутствие возможности фильтрации кадров с неверной контрольной суммой

Коммутация с фильтрацией фрагментов (fragment-free) – фильтрует коллизионные кадры, перед их передачей. В правильно работающей сети, коллизия может произойти во время передачи первых 64 байт. Поэтому, все кадры, с длиной больше 64 байт считаются правильными. Этот метод коммутации ждет, пока полученный кадр не будет проверен на предмет коллизии, и только после этого, начнет его передачу.

Контроллеры

Большинство современных коммутаторов работают на основе патентованных контроллеров **ASIC (Application-Specific Integrated Circuits)**, устройство этих микросхем и их интеграция с остальными модулями коммутатора играет важнейшую роль.

Коммутаторы, реализующие также функции сетевого уровня (маршрутизацию), оснащены, как правило, **RISC-процессорами** для выполнения ресурсоемких программ маршрутизации.

Контроллеры ASIC для коммутаторов ЛВС делятся на 2 класса - большие ASIC, способные обслуживать множество коммутируемых портов (один контроллер на устройство) и небольшие ASIC, обслуживающие несколько портов и объединяемые в матрицы коммутации.

Технологическая реализация коммутаторов

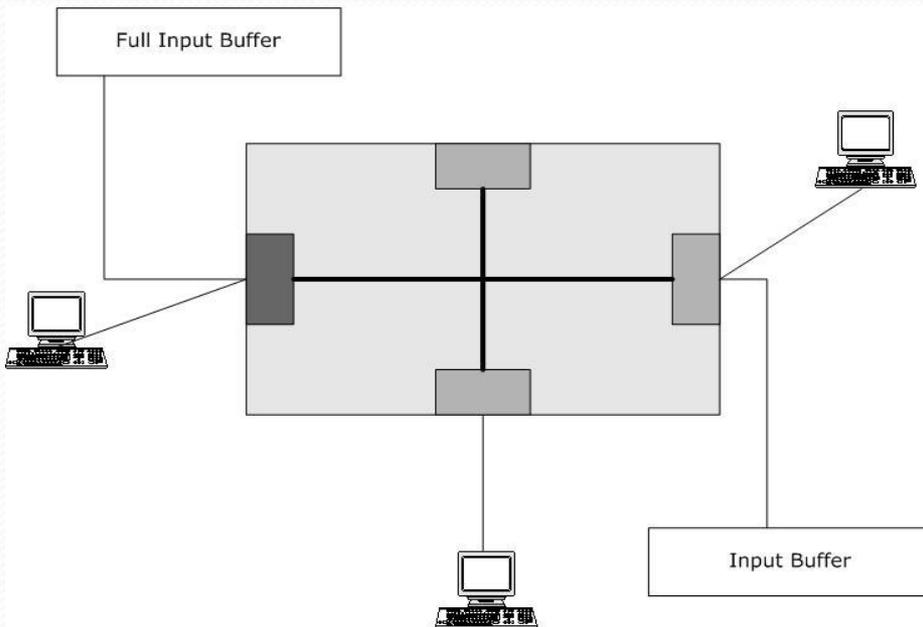
Одним из основных различий является используемая в коммутаторе архитектура.

- *На основе коммутационной матрицы (cross-bar);*
- *С разделяемой многовходовой памятью (shared memory);*
- *На основе общей высокоскоростной шины.*

Часто эти три способа взаимодействия комбинируются в одном коммутаторе.

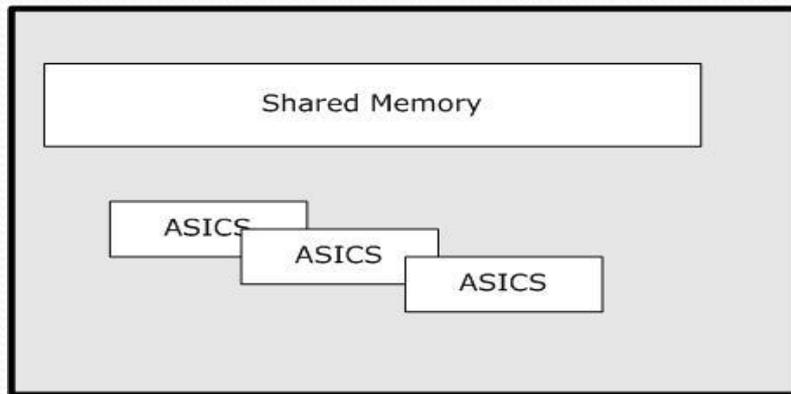
Коммутаторы на основе коммутационной матрицы

- В любой момент времени возможность организации только одного соединения (пара портов)



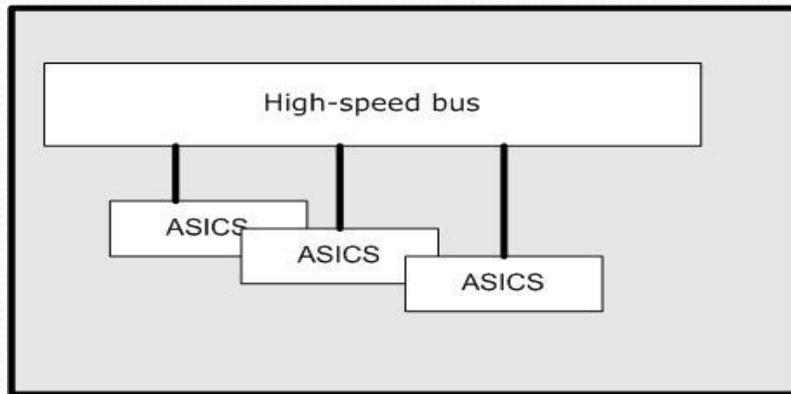
Коммутационная матрица (cross-bar) - основной и самый быстрый способ взаимодействия процессоров портов, именно он был реализован в первом промышленном коммутаторе локальных сетей. Однако, реализация матрицы возможна только для определенного числа портов, причем сложность схемы возрастает пропорционально квадрату количества портов коммутатора.

Коммутаторы с разделяемой памятью



- Общий входной буфер для всех портов
- Не требуют организации специальной внутренней магистрали для передачи данных между портами
- Буферизация данных перед их рассылкой приводит к возникновению задержки

Коммутаторы с общей шиной



- Используют для связи процессоров портов высокоскоростную шину
- Возможность создания «неблокируемой» архитектуры
- После того, как данные преобразуются в приемлемый для передачи по шине формат, они помещаются на шину и далее передаются в порт назначения.

Конструктивное исполнение коммутаторов

- Автономные коммутаторы с фиксированным количеством портов
- Модульные коммутаторы на основе шасси
- Коммутаторы с фиксированным количеством портов, собираемые в стек.

Автономные коммутаторы с фиксированным количеством портов



Модульные коммутаторы на основе шасси



Коммутаторы с фиксированным количеством портов, собираемые в стек

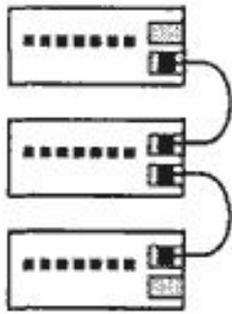


Классификация коммутаторов по возможностям управления

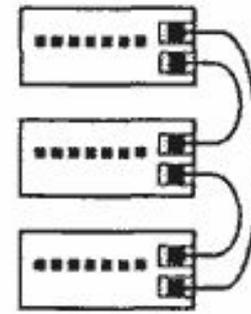
- Неуправляемые коммутаторы
- Настраиваемые коммутаторы
- Управляемые коммутаторы

Коммутаторы, собираемые в стек

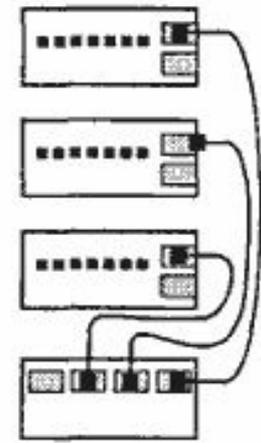
- Стек типа «кольцо»
- Стек типа «звезда»
- Технология xStack™



а



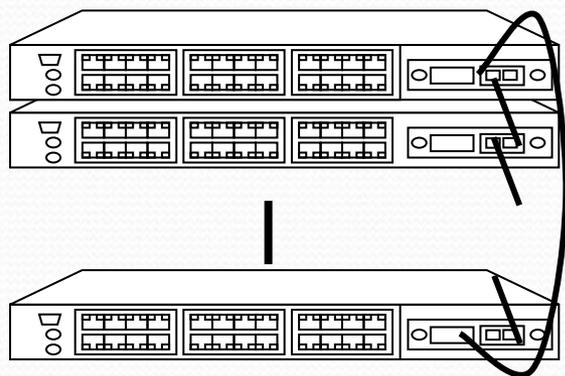
б



в

Соединение коммутаторов в стек: а — цепочка, б — кольцо, в — звезда

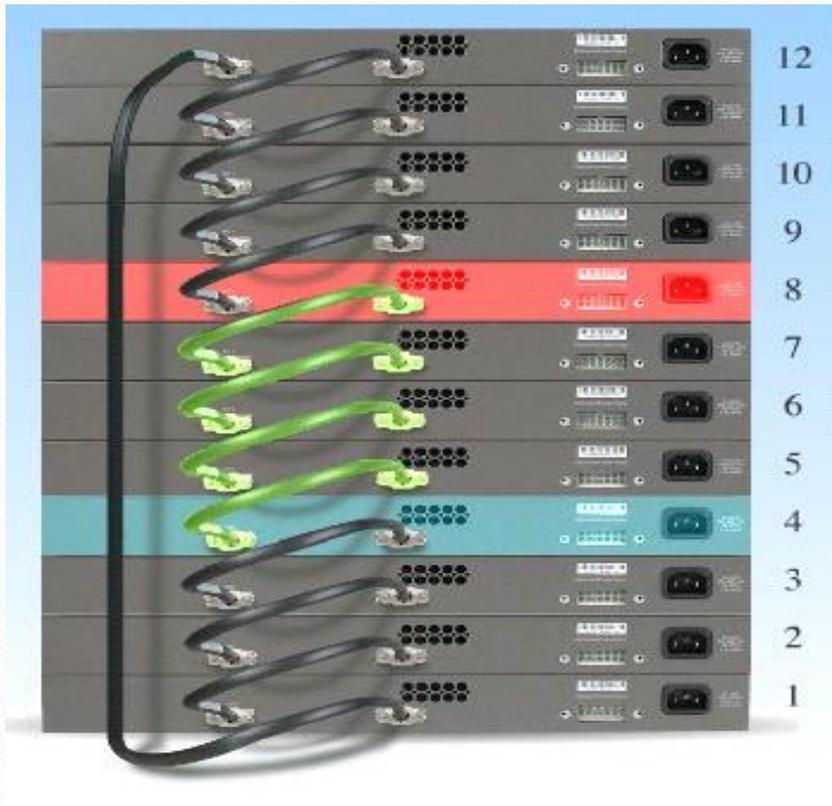
Стек типа «кольцо»



Стек типа «звезда»



Технология xStack™



Xstack.exe

стекирования по топологии кольцо/звезда коммутаторов серии xStack™

Название модели	Token Cost
DGS-3324SRi	2
DGS-3324SR	2
DES-3352SR	2
DXS-3350SR	4
	6 (с 10G uplink)
DXS-3326GSR	2
	4 (с 10G uplink)

Token Cost * Кол-во коммутаторов ≤ 33

Кол-во коммутаторов ≤ 12

Расчет стека

Существует огромное количество комбинаций добавления коммутаторов и модулей в этот стек. Однако, при конфигурации стека необходимо помнить о 3 очень важных моментах:

- Суммарное значение Token Cost стекируемых коммутаторов не должно превышать 33.
- Суммарное количество коммутаторов, объединяемых в стек кольцо не должно превышать 12.
- Суммарное количество коммутаторов, объединяемых в стек звезда не может превышать 6+1.

Задание

1. Вам требуется объединить в стек топологии «кольцо» максимально возможное количество коммутаторов DXS-3350SR. (Коммутаторы DXS-3350SR не имеют портов uplink 10G). Какое количество Вы сможете взять коммутаторов?
2. Вам требуется объединить в стек топологии «звезда» DGS-3324SRi является мастером-коммутатором. И подчиненные коммутаторы DXS-3350SR (с модулями). Какое количество может быть объединено в стек подчиненных коммутаторов?
3. Можно ли выполнить стек «звезда», состоящий из 1 DGS-3324SRi (Мастер), 1 DGS-3324SR, 2 DXS-3326GSR (с модулями), 3 DXS-3350SR (с модулями).

производительность коммутаторов

- Скорость фильтрации кадров
- Скорость продвижения кадров
- Пропускная способность
- Задержка передачи кадра

Скорость фильтрации и скорость продвижения

Скорость фильтрации (filtering)

определяет скорость, с которой коммутатор выполняет следующие этапы обработки кадров:

- прием кадра в свой буфер
- просмотр адресной таблицы с целью нахождения порта для адреса назначения кадра
- уничтожение кадра, так как его порт назначения и порт источника принадлежат одному логическому сегменту

Скорость продвижения (forwarding)

определяет скорость, с которой коммутатор выполняет следующие этапы обработки кадров:

- прием кадра в свой буфер
- просмотр адресной таблицы с целью нахождения порта для адреса назначения кадра;
- передача кадра в сеть через найденный по адресной таблице порт назначения

Пропускная способность и задержка передачи кадра

- *Пропускная способность коммутатора* измеряется количеством пользовательских данных (в мегабитах в секунду), переданных в единицу времени через его порты
- Измеряется количеством пользовательских данных (в мегабитах или гигабитах в секунду), переданных в единицу времени через его порты.
- *Задержка передачи кадра* измеряется как время, прошедшее с момента прихода первого байта кадра на входной порт коммутатора до момента появления этого байта на его выходном порту.
- Величина вносимой коммутатором задержки зависит от режима его работы. Если коммутация осуществляется «на лету», то задержки обычно невелики и составляют от **5 до 40 мкс**, а при полной буферизации кадров - от **50 до 200 мкс** (для кадров минимальной длины).

Размер адресной таблицы

- Максимальная емкость адресной таблицы определяет предельное количество MAC-адресов, с которыми может одновременно оперировать коммутатор.
- Недостаточная емкость адресной таблицы может служить причиной замедления работы коммутатора и засорения сети избыточным трафиком.
- Коммутаторы D-Link для рабочих групп и малых офисов обычно поддерживают таблицу MAC адресов емкостью от 4К до 8К. Коммутаторы крупных рабочих групп поддерживают таблицу MAC адресов емкостью от 8К до 16К, а коммутаторы магистралей сетей – как правило, от 16К до 32 К адресов.

Объем буфера кадров

- Внутренняя буферная память коммутатора нужна для временного хранения кадров данных в тех случаях, когда их невозможно немедленно передать на выходной порт
- Чем больше объем этой памяти, тем менее вероятны потери кадров при перегрузках

Список коммутаторов компании D-Link



MHTML Document

DGS-3324SR

24-х портовый xStack™ стекируемый коммутатор 3-го уровня

XSTACK



MHTML Document



xStack Generic User Guide R4.4.pdf

DES-3326SR

Управляемый коммутатор 3 уровня с 24 портами 10/100Base-TX + 1 слотом расширения



MHTML Document



DES-3226S+User's+Guide+release+IV_RUS1.pdf

DGS-3312SR

Управляемый модульный коммутатор 3
уровня с 4 комбо-портами 1000Base-T/Mini GBIC
(SFP)+ 2 слотами расширения



MHTML Document



DS_DGS-3312SR_RUS-03.pdf

DES-3526

Управляемый коммутатор 2 уровня с 24 портами 10/100Base-TX + 2 комбо-портами 1000Base-T/Mini GBIC (SFP)



MHTML Document



DES-3526_3526DC_3550 Manual R5_RUS.pdf