

Архитектура IP-маршрутизаторов серии Cisco 12000 – коммутационная матрица

Содержание

[Введение](#)

[Предварительные условия](#)

[Требования](#)

[Используемые компоненты](#)

[Условные обозначения](#)

[Объединительная плата](#)

[Коммутационная матрица](#)

[Плата часов и планировщика \(CSC\)](#)

[Плата коммутационной матрицы \(SFC\)](#)

[Резервирование и пропускная способность](#)

[Советы по устранению неполадок на платах коммутационной матрицы](#)

[Схема коммутационной матрицы](#)

[Ячейки Cisco](#)

[Дополнительные сведения](#)

Введение

В этом документе описаны некоторые аппаратные составляющие IP-маршрутизатора серии Cisco 12000, а именно объединительная карта, коммутационная матрица, карта планировщика синхронизации (CSC), карта коммутационной матрицы (SFC) и ячейки Cisco.

Предварительные условия

Требования

Для этого документа отсутствуют особые требования.

Используемые компоненты

Сведения в этом документе основываются на Интернет-маршрутизаторе Cisco 12000 серии.

Сведения, представленные в этом документе, были получены от устройств, работающих в специальной лабораторной среде. Все устройства, описанные в этом документе, были запущены с чистой (стандартной) конфигурацией. В рабочей сети необходимо изучить потенциальное воздействие всех команд до их использования.

Условные обозначения

[Дополнительные сведения об условных обозначениях см. в документе Условные обозначения технических терминов Cisco.](#)

Объединительная плата

Прежде чем рассмотреть коммутационную матрицу Cisco 12000, давайте посмотрим на заднюю панель.

Гигабитные процессоры маршрутизации (GRP) и линейные платы (LC) устанавливаются на передней панели шасси и подключаются к пассивной объединительной панели. Эта объединительная карта содержит последовательные каналы, которые соединяют все линейные платы и платы коммутационной матрицы, а также соединения для функций подачи питания и обслуживания. На 120xx модели, каждый слот шасси на 2.5 Гбит/с имеет до четырех подключений по последовательной линии на 1.25 Гбит/с, одно к каждой из карт коммутационной матрицы для обеспечения общей емкости 5 Гбит/с на слот или полный дуплекс на 2.5 Гбит/с. На 124xx модели, каждый слот шасси на 10 Гбит/с использует четыре набора четырех подключений по последовательной линии, предоставляя каждому слоту коммутационную способность полного дуплекса на 20 Гбит/с.

Все модели линейных плат также имеют пятую последовательную линию, которую можно подключать к резервной плате CSC.

Коммутационная матрица

Основной компонент интернет-маршрутизатора Cisco серии 12000 – много гигабитная координатная коммутационная матрица, оптимизированная для обеспечения мощной коммутации с гигабитными скоростями. Высокий уровень производительности перекрестного коммутатора объясняется двумя причинами:

- Соединения от линейных карт до централизованной матрицы являются каналами типа точка-точка, которые могут работать в сверхвысоких скоростях
- Транзакции многошинного могут поддерживаться одновременно, увеличивая совокупную пропускную способность системы. Плата коммутационной матрицы (SFC) принимает от платы синхронизации и планирования (CSC) данные планирования и опорный сигнал синхронизации и выполняет функции коммутации. SFC можно представить в виде матрицы размером NxN, где N – это число слотов.

Эта архитектура позволяет картам составной строки передавать и получать данные одновременно. CSC ответственен за выбор, который передают линейные карты и какие линейные карты получают данные во время любого данного оптоволоконного цикла.

Коммутационная матрица обеспечивает физический путь для следующего трафика:

- Исходная программа загрузки матрицы коммутации из Route Processor (RP) на линейные платы при включении питания
- Обновления Скоростной маршрутизации Cisco
- Статистика от линейных карт
- Коммутация трафика

Подробнее эти функции описаны ниже.

Коммутационная матрица представляет собой неблокирующую полносвязную коммутационную матрицу размером $N \times N$, где N - поддерживаемое максимальное количество LC в шасси (включая GRP). Это позволяет каждому слоту одновременно передавать и получать трафик по матрице. Для имени неблокирующейся архитектуры, чтобы позволить картам составной строки передавать к другим линейным картам одновременно, каждый LC имеет организацию очереди виртуального выхода (VOQ) $N+1$ (один для каждого возможного назначения линейной карты и один для групповой адресации).

Когда пакет поступает в интерфейс, выполняется поиск (аппаратный или программный, в зависимости от LC и настроенных функций). Поиск определяет выходные данные LC, интерфейс и соответствующую информацию о перезаписи Уровня управления доступом к среде (MAC). Прежде чем пакет передан к выходным данным LC через матрицу, пакет прерван в ячейки Cisco. Запрос тогда выполнен к планировщику синхронизации для разрешений для передачи ячейки Cisco к данным выходным данным LC. Одна ячейка передана каждый цикл синхронизации матрицы LC E0 и каждые четыре цикла синхронизации матрицы E1 и более высокими LC. Выходные данные LC тогда повторно собирают эти ячейки Cisco в пакет, используют информацию о перезаписи MAC, передаваемую с пакетом для выполнения перезаписи MAC - уровня, и помещают пакет для передачи в очередь на соответствующем интерфейсе.

Помните, что даже если пакет прибывает на интерфейс на LC и подразумевается выход на другой интерфейс (или на тот же самый в случае подинтерфейсов) на том же LC, он все же сегментируется на ячейки Cisco и передается обратно к себе.

[Плата часов и планировщика \(CSC\)](#)

CSC принимает запросы на передачу от линейных карт, выдает согласие на доступ к коммутационной матрице и предоставляет синхронизирующий сигнал всем картам в системе для синхронизации передачи данных через координатную матрицу. Только один CSC активен в любое время.

Можно снять и заменить CSC, не нарушая обычные системные действия, только если в системе установлен второй (резервный) CSC. Для поддержания нормальной работы системы всегда должен иметься и быть исправным один CSC. Вторым CSC предоставляет путь данных, планировщика и резервирование системных часов. Интерфейсы между картами связи и коммутационной матрицы постоянно контролируются. Если система обнаруживает потерю синхронизации (LoS), она автоматически активирует пути данных резервной CSC, и данные идут по резервному пути. Коммутатор к избыточному CSC обычно происходит в заказе секунд (фактическое время коммутатора зависит от вашей конфигурации и ее масштаба), за это время на некоторых/всех LC может быть потеря данных.

[Плата коммутационной матрицы \(SFC\)](#)

В маршрутизаторы Cisco 12008, 12012 и 12016 можно установить необязательный набор из трех SFC для повышения емкости коммутационной матрицы. Данная конфигурация называется полной полосой пропускания. Платы SFC увеличивают возможности маршрутизатора по обработке данных. Любая из плат или все SFC могут быть удалены или

заменены без нарушения системных операций и выключения маршрутизатора. До тех пор, пока одна из SFC не работает, объем передаваемых ею данных не может быть использован маршрутизатором как возможный путь данных для функций обработки и коммутации.

[Резервирование и пропускная способность](#)

Плата коммутационной матрицы (SFC) и карта планировщика синхронизации (CSC) служат физической матрицей коммутации для системы, а также тактовым генератором для ячеек Cisco, в которых передаются данные и управляющие пакеты, для линейных карт и процессоров маршрута.

На 12008, 12012, и 12016, у вас должна быть по крайней мере одна карта CSC для маршрутизатора для выполнения. Наличие только одной карты CSC и никаких карт SFC называют четвертью пропускной способности, и только работает с Механизмом 0 линейных карт. Если другие линейные карты будут в системе, то они будут автоматически закрыты. При требовании линейных карт кроме Механизма 0 полная полоса пропускания (три SFC и один CSC) должна быть установлена в маршрутизаторе. Если резервирование требуется, второй CSC необходим. Этот избыточный модуль CSC функционирует лишь в случае сбоя CSC или SFC. Резервный модуль CSC может функционировать как модуль CSC или SFC.

Модули 12416, 12406, 12410 и 12404 требуют полной полосы пропускания.

Другие важные подробные данные о резервировании коммутационной матрицы и пропускной способности:

- На всех маршрутизаторах серии 12000 установлены максимум три карты SFC и две карты CSC, за исключением маршрутизаторов серии 12410, на которых установлены пять выделенных карт SFC и две выделенные карты CSC, а также маршрутизаторов серии 12404 на которых установлена одна общая карта, реализующая все функциональные возможности CSC/SFC. Для 12404 резервирование отсутствует.
- В 12008, 12012, 12016, 12406 и 12416 карты CSC также работают как карты коммутационной матрицы. Поэтому для создания резервной конфигурации с полной полосой пропускания необходимо всего три SFC и два CSC. В 12410 имеются специальные платы синхронизации и планировщика, а также платы коммутационной матрицы. Для конфигурации с полной резервной пропускной способностью нужны две CSC и пять SFC.
- Конфигурацию Quarter bandwidth (25% пропускной способности) можно использовать для устройств 12008, 12012 и 12016, если на шасси установлен только Engine 0 LCs. CSC192 и SFC192, размещенные в блоке серии 12400, не поддерживают конфигурации пропускной способности, разделенной на четыре части.

Ниже приведены некоторые интересные ссылки, связанные с коммутационной матрицей для всех платформ:

[IP-маршрутизатор Cisco 12008](#)

CSC установлены в верхнем каркасе для плат, и SFC установлены в более низком каркасе для плат, который расположен непосредственно позади блока воздушного фильтра (см. рисунок 1-22: Компоненты в Более низком Каркасе для плат в соответствии с [Документацией Обзора продукта](#)).

Дополнительные сведения см. в указанных ниже документах:

- [Инструкции по замене коммутационной платы для маршрутизирующего коммутатора Cisco 12008](#)
- [Коммутационная матрица Cisco 12008](#)

[Интернет - маршрутизатор Cisco 12012](#)

И CSC и SFC установлены в пятислотовом более низком каркасе для плат. [См. вид спереди и нижний отсек для плат.](#)

Дополнительные сведения можно найти в нижеприведенной документации:

- [Инструкции по замене плат коммутирующей матрицы гигабитного маршрутизатора-коммутатора Cisco 12012](#)
- [Коммутационная матрица Cisco 12012](#)

[Интернет-маршрутизаторы Cisco 12016/12416](#)

В настоящее время для Cisco 12016 предусмотрены два варианта коммутационной матрицы:

- Коммутационная матрица 2.5 Гбит/с (80 Гбит/с используются для управления шириной канала) состоит из коммутационных матриц GSR16/80-CSC и GSR16/80-SFC. Каждая карта SFC или CSC способна поддерживать дуплексное соединение на скорости 2.5 Гбит/с с каждой платой канала в системе. Для маршрутизаторов Cisco 12016 с 16 линейными картами, каждая с пропускной способностью 2 x 2.5 Гбит/сек (дуплексная передача), пропускная способность, коммутируемая системой, составляет 16 x 5 Гбит/сек = 80 Гбит/сек. (Матрица на более старых коммутаторах иногда называется матрицей коммутатора 80-Гбит/с).
- Коммутационная матрица на 10 Гбит/с (пропускная способность системы коммутации на 320 Гбит/с) - Это состоит из GSR16/320-CSC и набора матрицы GSR16/320-SFC. Каждая карта SFC или CSC предоставляет дуплексное соединение на 10 Гбит/с каждой линейной карте в системе. Для Cisco 12016 с 16 линейными картами, каждого с 2 x 10 пропускных способностей (Гбит/с) (полный дуплекс), полоса пропускания системы коммутации составляет 16 x 20 Гбит/с = 320 Гбит/с. (Более новая коммутационная матрица иногда называется коммутационной матрицей на 320 Гбит).

Если маршрутизатор Cisco 12016 содержит коммутационную матрицу на 320 Гбит/с, к нему следует обращаться как к интернет-маршрутизатору Cisco 12416.

Платы CSC и SFC устанавливаются в каркасе для плат коммуникационной матрицы с пятью гнездами.

Дополнительные сведения см. в нижеприведенных документах:

- [Часы коммутатора - маршрутизатора Cisco 12016 и инструкции по замене планировщика и карты коммутационной матрицы](#)
- [Мультигигабитная поперечная коммутационная матрица](#)

[Интернет-маршрутизатор Cisco 12404](#)

У Cisco 12404 есть одна плата, названная Объединенной коммутационной матрицей (CSF), которая предоставляет синхронизируемые соединения скорости для линейных карт и RP. Схема CSF находится на одной плате и включает в себя планировщик синхронизации и коммутационную матрицу. Карта CSF размещена в маркированном ОПТОВОЛОКОННОМ СИГНАЛЕ ТРЕВОГИ нижнего слота в шасси Интернета - маршрутизатора серии Cisco 12404.

Для получения дополнительной информации см.:

- [Интернет - маршрутизатор серии Cisco 12404 объединенные инструкции по замене коммутационной матрицы](#)
- [Синхронизация, планировщик и платы матрицы коммутации](#)

[Интернет - маршрутизатор Cisco серии 12410](#)

Коммутационная фабрика для Cisco 12410 состоит из двух карт с часами и планировщиками (CSC) и пяти карт коммутационных матриц (SFC), установленных в соответствующие места. Один CSC и четыре SFC требуются для активной коммутационной матрицы; второй CSC и пятый SFC обеспечивают избыточность. Две аварийных карты, которые также расположены в коммутационной матрице и клетке аварийной карты, не являются частью коммутационной матрицы.

В отличие от других систем Cisco серии 12000, Cisco 12410 поддерживает только последние схемы коммутации со скоростью 10 Гбит/с. Каждая карта SFC или CSC предоставляет дуплексное соединение на 10 Гбит/с каждой линейной карте в системе. Таким образом, для Cisco 12410 с 10 линейными картами, каждая с пропускной способностью 2 x 10 Гбит/сек (полный дуплекс), пропускная способность системы коммутации равна 10 x 20 Гбит/сек = 200 Гбит/сек.

Дополнительные сведения см. в нижеприведенных документах:

- [Инструкции по использованию планировщика синхронизации для коммутатора-маршрутизатора Gigabit Cisco 12410 и по замене плат коммутационной матрицы](#)
- [Коммутационная матрица и клетка аварийной карты](#)

[Интернет - маршрутизатор серии Cisco 12416](#)

[Смотрите маршрутизатор Cisco 12016 Internet Router.](#)

[Советы по устранению неполадок на платах коммутационной матрицы](#)

Карты коммутационной матрицы в 12016 и 12416 нелегко вставить, может потребоваться некоторое усилие. Если какая-либо из плат CSC установлена неправильно, может появиться следующее сообщение об ошибках:

%MBUS-0-NOCSG: Must have at least 1 CSC card in slot 16 or 17

%MBUS-0-FABINIT: Failed to initialize switch fabric infrastructure

Данное сообщение об ошибках может быть получено и в том случае, если только малая часть CSCs и SFCs настроена для использования конфигураций четверти полосы

пропускания. В этом случае ни один из E1 или более высоких LC не загрузится.

Если платы установлены правильно, четыре светодиода должны показывать состояние "on (включено)". Это единственный признак правильной установки плат. Если это не так, карта установлена неправильно.

В случае проблем, связанных с матрицей и загрузкой линейных плат, важно проверить, что все CSC и SFC правильно размещены и включены. Например, для создания резервной системы с полной полосой пропускания на 12016 необходимо три SFC и два CSC. Для достижения полной пропускной способности избыточной системы необходимы три модуля SFC и только один CSC.

Выводы команд show version и show controller fia сообщают о текущей конфигурации оборудования.

```
Thunder#show version Cisco Internetwork Operating System Software IOS (tm) GS Software (GSR-P-M), Experimental Version 12.0(20010505:112551) [tmcclore-15S2plus-FT 118] Copyright (c) 1986-2001 by cisco Systems, Inc. Compiled Mon 14-May-01 19:25 by tmcclore Image text-base: 0x60010950, data-base: 0x61BE6000 ROM: System Bootstrap, Version 11.2(17)GS2, [htseng 180] EARLY DEPLOYMENT RELEASE SOFTWARE (fc1) BOOTFLASH: GS Software (GSR-BOOT-M), Version 12.0(15.6)S, EARLY DEPLOYMENT MAINTENANCE INTERIM SOFTWARE Thunder uptime is 17 hours, 53 minutes System returned to ROM by reload at 23:59:40 MET Mon Jul 2 2001 System restarted at 00:01:30 MET Tue Jul 3 2001 System image file is "tftp://172.17.247.195/gsr-p-mz.15S2plus-FT-14-May-2001" cisco 12012/GRP (R5000) processor (revision 0x01) with 262144K bytes of memory. R5000 CPU at 200Mhz, Implementation 35, Rev 2.1, 512KB L2 Cache Last reset from power-on 2 Route Processor Cards 1 Clock Scheduler Card 3 Switch Fabric Cards 1 8-port OC3 POS controller (8 POs). 1 OC12 POS controller (1 POs). 1 OC48 POS E.D. controller (1 POs). 7 OC48 POS controllers (7 POs). 1 Ethernet/IEEE 802.3 interface(s) 17 Packet over SONET network interface(s) 507K bytes of non-volatile configuration memory. 20480K bytes of Flash PCMCIA card at slot 0 (Sector size 128K). 8192K bytes of Flash internal SIMM (Sector size 256K). Thunder#show controller fia Fabric configuration: Full bandwidth nonredundant Master Scheduler: Slot 17
```

[Рекомендуется ознакомиться с разделом "Чтение выходных данных команды show controller fia" для получения более подробных сведений.](#)

Схема коммутационной матрицы

12000 дизайнов коммутационной матрицы включают инновационные подходы, приводящие к высоко эффективная система. Коммутационная матрица использует следующие основные компоненты для обеспечения очень эффективного класса носителя и масштабируемой конструкции:

- Виртуальные выходные очереди для каждой платы для предотвращения блокирования заголовков строки.
- Эффективный алгоритм планирования вместо традиционного кольцевого алгоритма Round robin для улучшения производительности матрицы.
- Аппаратная репликация для многоадресного трафика; поддерживает частичное исполнения для предоставления более эффективной платформы для многоадресного трафика.
- Конвейерная обработка для улучшения производительности коммутационной матрицы.

Виртуальные очереди вывода (VOQ)

Блокировка головных узлов (HoLB) происходит в любой системе при перегруженности порта вывода (см.ниже рис.). HoLB происходит, когда несколько пакетов, имеющих разные места

назначения, находятся в одной очереди. Предназначенные для специального распределения пакеты должны ждать, пока все пакеты, находящиеся впереди очереди, обрабатываются до передачи через коммутационную матрицу. В качестве примера можно привести объединение дорог с несколькими полосами движения в разных направлениях в дорогу с односторонним движением. Наилучший способ решения этой проблемы заключается в объединении нескольких многолинейных каналов в один.

Для устранения блокировки головных узлов в Интернет-маршрутизаторе Cisco серии 12000 реализуется уникальная функция управления множественными очередями. Пакеты, поступающие в линейную плату, помещаются в одну из нескольких выходных очередей, в зависимости от слота, порта и класса обслуживания (CoS). Эта очередность относится к виртуальным выходным очередям.

На рисунке выше, Виртуальная очередь вывода (A) представляет линейную карту A, VOQ B представляет линейную карту B и так далее. Все пакеты проходят сортировку и помещаются в нужную VOQ. Сортировка и размещение в VOQ основываются на информации перенаправления, содержащейся в Таблице Cisco Expressforwarding (CEF).

На рисунке ниже показано, как подход VOQ избегает проблемы HoLB. Как показано на рисунке, размещение пакета сводит к минимуму проблему HoLB. Даже если серия пакетов передается одной линейной карте, другие пакеты в других VOQ могут быть переданы через коммутационную матрицу, избежав классической проблемы HoLB.

Планирование

В SFC/CSC имеется встроенный алгоритм планирования. Алгоритм планирования, разработанный компанией Cisco Systems совместно со Стенфордским университетом, получает до 13 входящих запросов для Cisco 12008 и Cisco 12012 (12 слотов и 1 многоадресный) и 17 входящих запросов для Cisco 12016 (16 слотов и 1 многоадресный). Все запросы обрабатываются в течение заданного интервала синхронизации. Алгоритм рассчитывает лучшее соответствие входа выводу, доступное в этом интервале. Этот высокоскоростной алгоритм вкпе с инновацией VOQ позволяет коммутирующей матрице достигать высокого уровня эффективности коммутации. Это означает, что пропускная способность коммутационной матрицы может достигать 99 процентов теоретического максимума против 53 процентов, достигаемых более ранними схемами коммутационной матрицы (данные основаны на исследовании, проведенном в Стэндфордском университете).

Многоадресная поддержка

Коммутационная матрица также рассчитана на применение в приложениях нового поколения, использующих многоадресную IP-рассылку. Применение матрицы коммутации позволяет преодолеть основные проблемы, связанные с многоадресной IP-рассылкой:

- Используя специальные аппаратные средства, которые производят интенсивную репликацию IP-пакетов на распределенной основе (в матрице и линейной плате)
- Выделение специальных очередей (VOQ) для многоадресного трафика, так чтобы не затрагивать другой одноадресный трафик
- Разрешение создания частичных многоадресных сегментов

Интерфейс может отправить оба запроса многоадресной и одноадресной передачи к коммутационной матрице. Когда запрос на групповую адресацию передается, он задает все

назначения для данных и приоритета запроса. CSC обрабатывает запросы многоадресной и одноадресной передачи вместе, давая приоритеты запросу наивысшего приоритета, или индивидуальную рассылку или групповую адресацию.

Когда запрос на групповую адресацию получен, запрос отправлен к Карте планировщика синхронизации. Как только предоставление получено от CSC, пакет тогда передан к коммутационной матрице. Коммутационная матрица делает копии пакета и передает копии ко всем линейным платам назначения одновременно (во время того же цикла синхронизации ячейки). Если это должно быть передаваемый нескольким портам, каждая получающая линейная плата делает дополнительные копии пакета.

Для сокращения блокировок коммутационная матрица поддерживает частичное распределение для многоадресной передачи. Это означает, что коммутационная матрица выполняет многоадресную операцию для всех доступных плат. Если плата назначения получает пакет от другого источника, процесс многоадресной передачи продолжается в последующих циклах выделения.

Эти новые усовершенствования предотвращают возникновение проблем потери пропускной способности, присущих первому поколению коммутационных матриц, и позволяют компании Cisco Systems поставлять высокоэффективные коммутационные матрицы с высоким уровнем надежности.

[Конвейерная обработка](#)

Коммутационная матрица поддерживает двусторонний режим связи, а также реализует механизм конвейеризации пакетов передаваемых данных. Конвейерная обработка позволяет коммутационной матрице начинать выделять ресурсы коммутатора для будущих циклов, прежде чем это завершило передачу данных для предыдущих циклов. Благодаря отсутствию времени простоя (бесполезных циклов синхронизации) конвейерная обработка существенно повышает общую эффективность коммутационной матрицы. Конвейерная обработка включает высокую производительность в коммутационной матрице, позволяя ему достигнуть ее пропускной способности теоретического максимального значения.

[Ячейки Cisco](#)

Модуль передачи через поперечную коммутационную матрицу всегда является пакетами фиксированного размера, также называемыми ячейками Cisco, которые легче планировать, чем пакеты переменного размера. Пакеты разделены на ячейки прежде чем быть размещенным в матрицу и повторно собраны исходящим LC, прежде чем они будут переданы. Длина ячеек Cisco составляет 64 байта, 8 из которых приходятся на заголовок, 48 – на полезную нагрузку, и еще 8 байт для циклической избыточной проверки (CRC).

[Дополнительные сведения](#)

- [Архитектура IP-маршрутизаторов серии Cisco 12000 – корпус](#)
- [Архитектура IP-маршрутизаторов серии Cisco 12000 – модуль Route Processor](#)
- [Архитектура IP-маршрутизаторов серии Cisco 12000 – конструкция линейных плат](#)
- [Архитектура Интернет-маршрутизатора Cisco серии 12000 - данные памяти](#)
- [Архитектура Интернет-маршрутизатора Cisco серии 12000 - шина обслуживания, системы электроснабжения и вентиляции, платы аварийной сигнализации](#)

- [Архитектура IP-маршрутизаторов серии Cisco 12000 – обзор программного обеспечения](#)
- [Архитектура IP-маршрутизаторов серии Cisco 12000 – коммутация пакетов](#)
- [Общие сведения о Cisco Express Forwarding](#)
- [Как читать выходные данные команды Show Controller fia](#)
- [Техническая поддержка - Cisco Systems](#)