



Сети Ethernet

КАНАЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ, КОММУТАЦИЯ, VLAN

Движение данных по сети

- ▶ **Инкапсуляция данных** - процесс, который добавляет к данным содержимое заголовка дополнительного протокола перед передачей.
- ▶ **Деинкапсуляция данных** - процесс, который выполняется приёмным устройством, чтобы удалить один или несколько заголовков протоколов.

Движение данных по сети

- **Протокольный блок данных (PDU)** - фрагмент данных на разных уровнях моделей OSI, TCP/IP

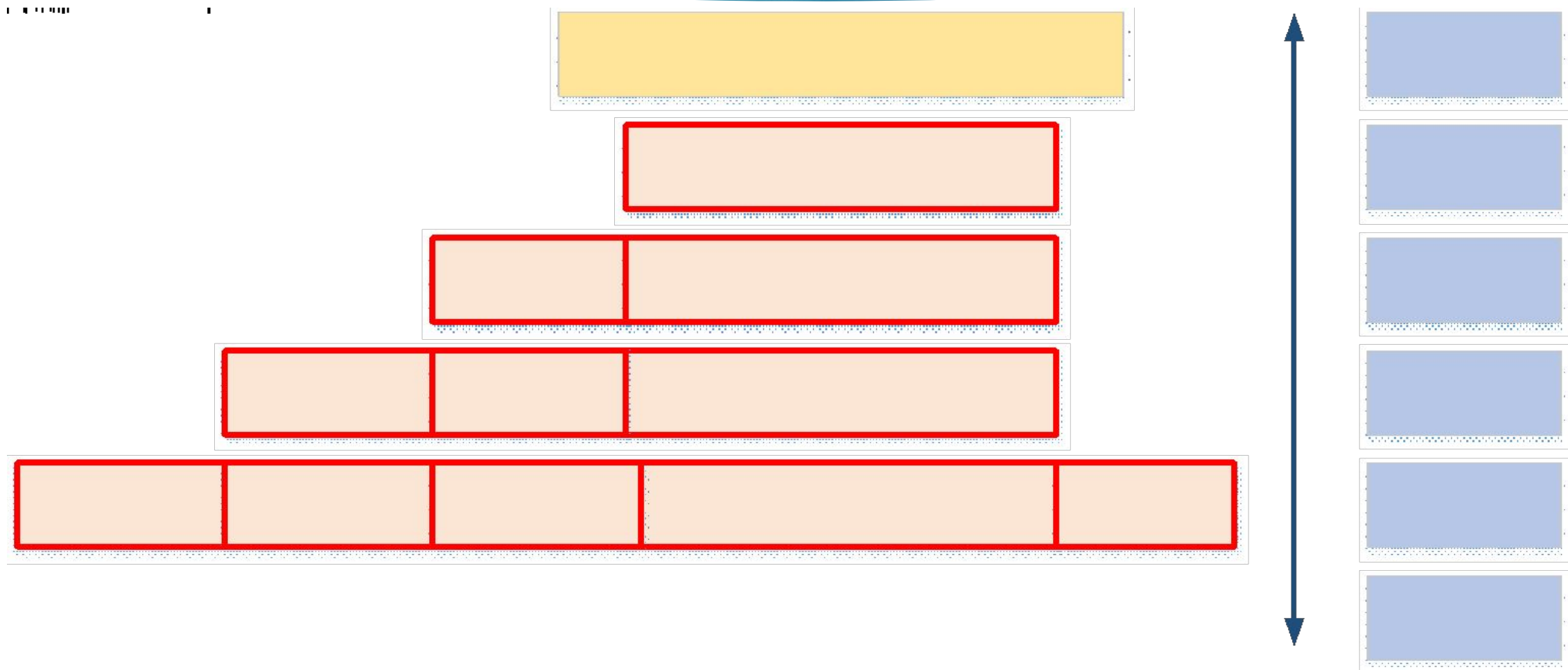
Модель OSI	PDU
Уровень приложений	Данные
Уровень представления	
Сеансовый уровень	
Транспортный уровень	Сегмент
Сетевой уровень	Пакет
Канальный уровень	Кадр
Физический уровень	Биты

Сравнение стека протоколов TCP/IP с моделью OSI

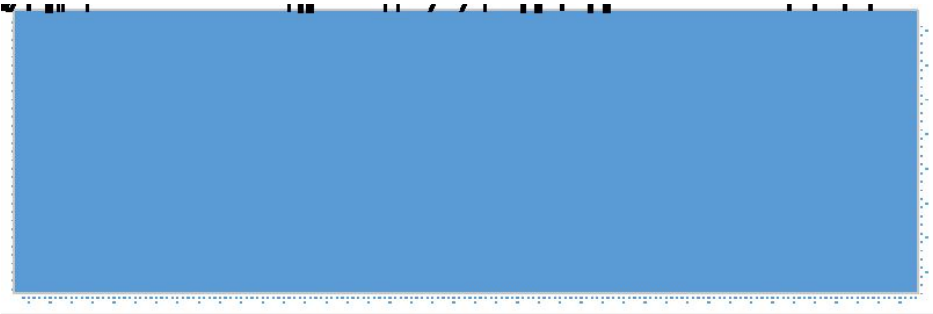
Модель OSI	Протоколы	Стек протоколов TCP/IP
Уровень приложений	HTTP, DNS, DHCP, FTP	Уровень приложений
Уровень представления		
Сеансовый уровень		
Транспортный уровень	TCP, UDP	Транспортный уровень
Сетевой уровень	IPv4, IPv6, ICMPv4, ICMPv6	Межсетевой уровень
Канальный уровень	PPP, Frame Relay, Ethernet	Уровень сетевого доступа
Физический уровень		

Движение данных по сети

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10



Режимы работы оборудования

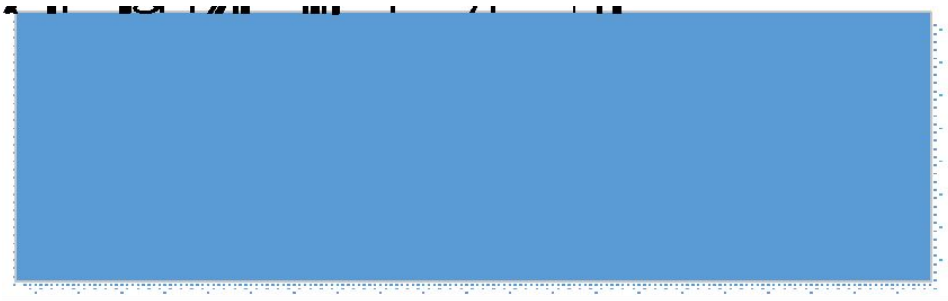


Переход в привилегированный режим:
Router> enable
Router#

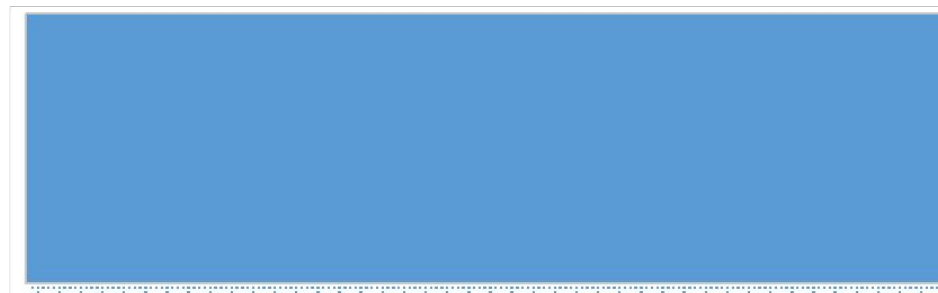


Переход из привилегированного
режима в пользовательский:
Router# disable
Router>

Режимы работы оборудования



Переход в режим глобальной конфигурации:
`Router# configure terminal`
`Router(config)#`



Выход из режима глобальной конфигурации:
`Router(config)# exit`
`Router#`

Сохранение конфигураций

- ▶ **show running-config** - для просмотра файла текущей конфигурации
- ▶ **copy running-config startup-config** - для сохранения файла текущей конфигурации в файл загрузочной конфигурации

Switch# **copy running-config startup-config**

После выполнения команды файл текущей конфигурации обновляет файл загрузочной конфигурации.

Стандарты Ethernet

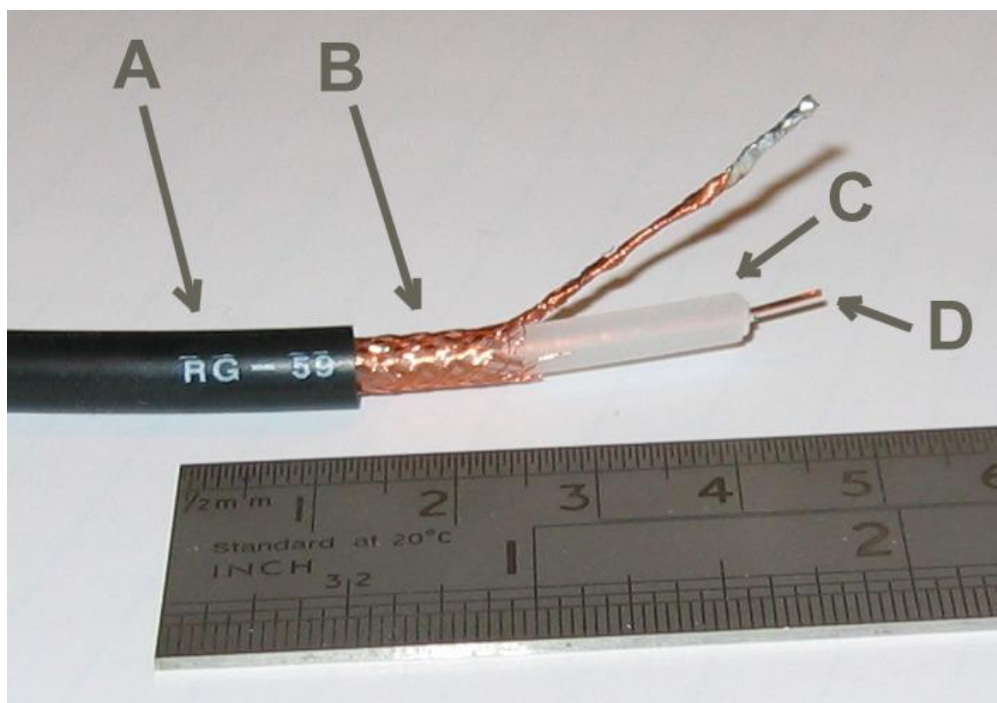
- ▶ Определяется стандартами семейства IEEE 802.3
- ▶ Стандарты описывают
 - ▶ Физический и Канальный уровни модели OSI
 - ▶ Канальный уровень модели TCP/IP

Стандарты Ethernet

- ▶ Современные стандарты Ethernet:
 - ▶ **100BASE-T** - Fast Ethernet, 100 Мбит/с, длина сегмента — до 100 метров.
 - ▶ **1000BASE-T** - Gigabit Ethernet, 1 Гбит/с, длина сегмента — до 100 метров.
 - ▶ **10GBASE-T** - 10G Ethernet, 10 Гбит/с, длина сегмента — до 100 метров.

Передающая среда

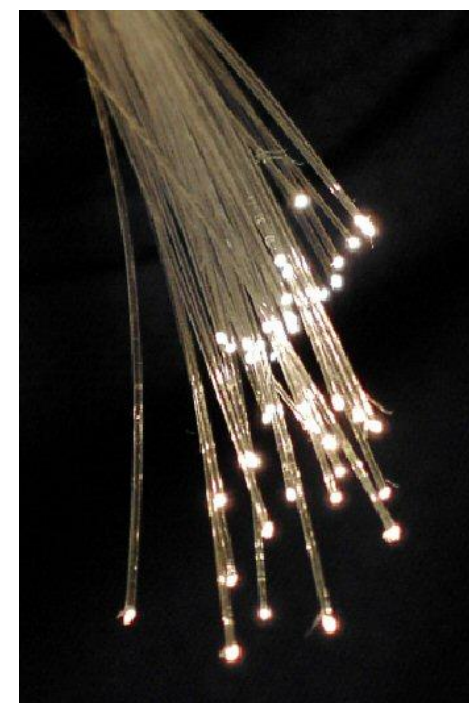
Коаксиальный кабель



Витая пара



Оптоволокно



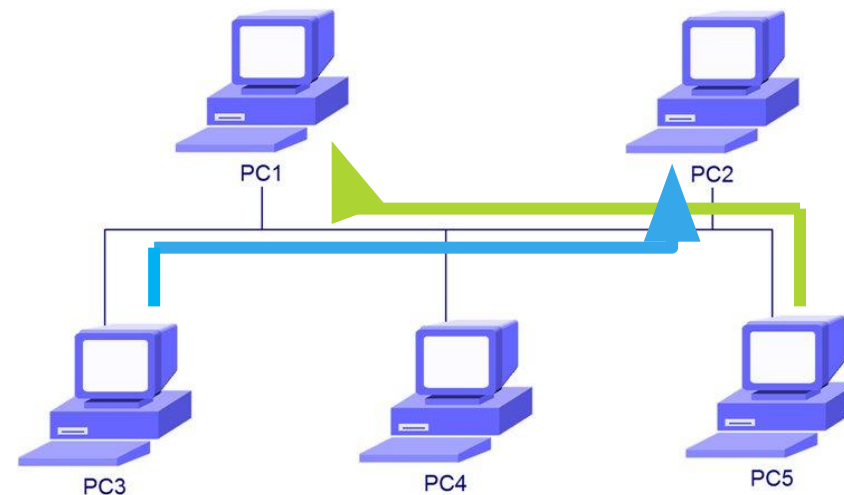
Стандарты Ethernet

- ▶ Происхождение названия:
Ether – эфир, Net - сеть
- ▶ Принцип работы:
Один говорит – все остальные слушают

Простейшая Ethernet сеть

- ▶ Сеть типа шина
- ▶ Все компьютеры присоединены к одному коаксиальному кабелю
- ▶ Промежуточных сетевых устройств не используется

Что произойдет, при одновременной передаче данных двумя компьютерами?



Домен коллизий

- ▶ Это сегмент общей сети, в котором может передавать фрейм только одно устройство одновременно.
- ▶ Коллизия – попытка передачи фреймов более чем одним узлом одновременно
- ▶ CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) – механизм выхода из состояния коллизии

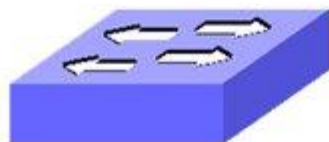
Домен коллизий

- ▶ Простейший домен коллизий находится между двумя компьютерами
- ▶ Если передающее устройство регистрирует коллизию (CSMA/CD):
 - ▶ Устройство посылает всем устройствам в сети сигнал о том, что произошла коллизия
 - ▶ Выбирает случайное время, в течение которого не передает ничего в сеть
 - ▶ После истечения таймера снова пытается передать

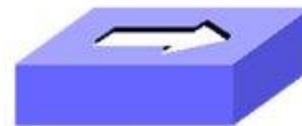


Промежуточные устройства

- ▶ Витая пара не позволяет, как коаксиальный кабель, подключать к одному проводу более двух устройств
- ▶ Для соединения в одну сеть более двух устройств необходимо использовать промежуточные устройства – концентратор (hub) или коммутаторы (switch)



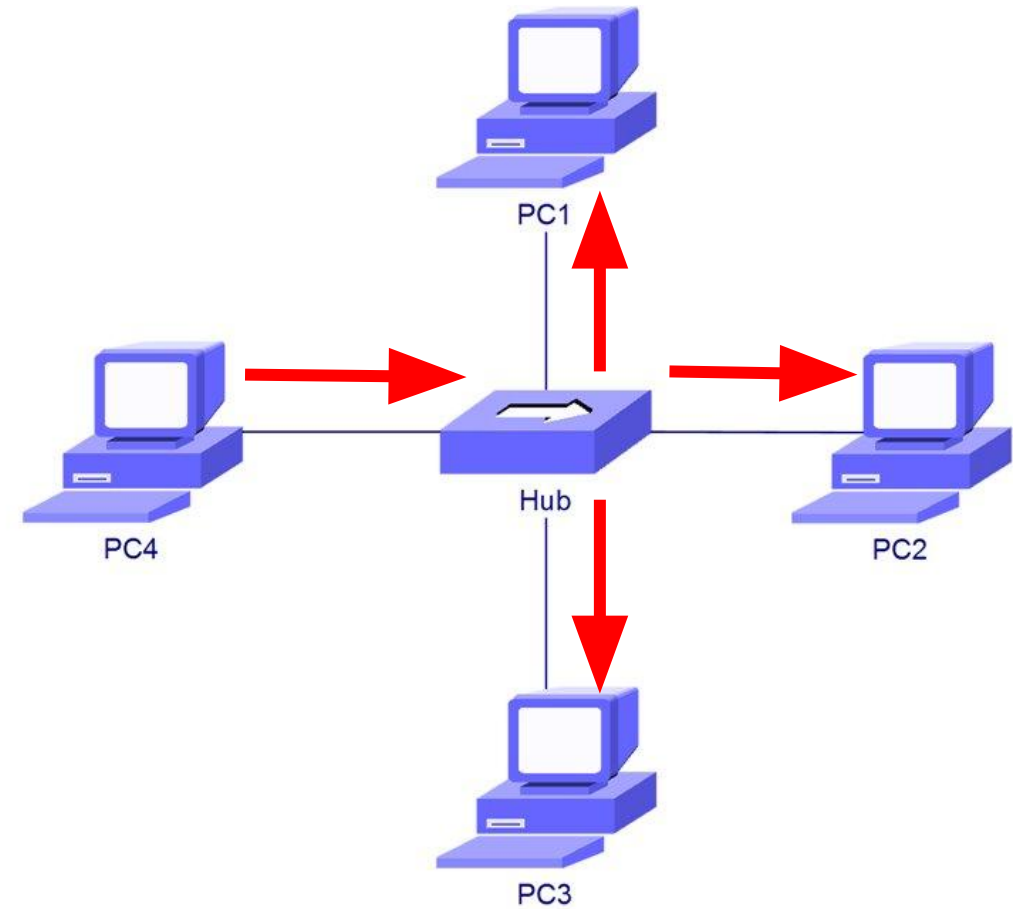
Switch



Hub

Концентратор (Hub)

- ▶ Хаб рассылает все данные которые получает на какой-либо порт на все остальные порты
- ▶ Таким образом Хаб объединяет все подключенные к нему сегменты сети в один домен коллизий
- ▶ Были очень популярны ранее, из-за очень низкой цены по сравнению со свитчами
- ▶ Сейчас, практически нигде не встречаются



Адресация

- ▶ В Ethernet для адресации используются MAC-адреса
- ▶ MAC – Media Access Control
 - ▶ Media – проводник, передающая среда
- ▶ MAC – адреса обычно прошиты в оборудовании, но их можно сменить
- ▶ Первые три октета содержат уникальный идентификатор организации, которая выпустила устройство
- ▶ Вторые три октета назначаются этой организацией

Адресация

- ▶ Пример MAC-адреса: AC-DE-48-01-02-03
 - ▶ AC-DE-48 – идентификатор вендора
 - ▶ 01-02-03 – идентификатор устройства

Октет 0	Октет 1	Октет 2	Октет 3	Октет 4	Октет 5	
A C	D E	4 8	0 1	0 2	0 3	
1010 1100	1101 1110	0100 1000	0000 0001	0000 0010	0000 0011	

Адресация

Vendor/Ethernet/Bluetooth [MAC Address](#) Lookup and Search

Match your MAC address to its vendor.

Match a vendor to the MAC addresses it uses.

MAC Address or Vendor to look for:

Search by vendor. For example: "apple" or "allied"

Search by MAC Address. For example: "00:13:A9" or "00-80-C7" or "000420"

If you want to lookup MAC address "08:00:69:02:01:FC", **enter first 6 characters** "08:00:69", **or full MAC address** "08:00:69:02:01:FC".

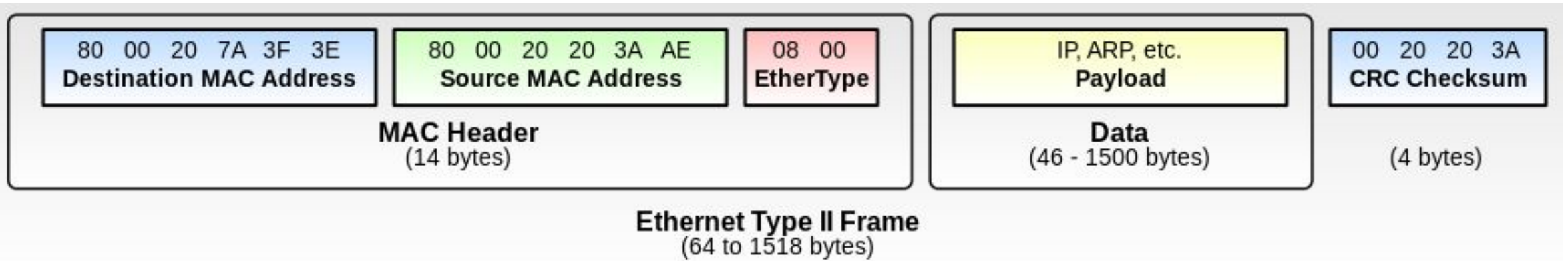
***** We're Back! After a long database update pause, updates are back. More changes coming to the Internet's oldest on-line MAC address database in the weeks to come. *****

Database last updated: July 10, 2013

Search results for "ACDE48010203" (Total: 2)

Prefix	Vendor
ACDE48	IEEE Registration Authority
ACDE48	IEEE Registration Aut

Формат фрейма



- ▶ MAC-адрес назначения
- ▶ MAC-адрес источника
- ▶ EtherType – идентификатор протокола, содержащегося в Payload
- ▶ Контрольная сумма CRC

Некоторые EtherType

EtherType	Protocol
0x0800	Internet Protocol version 4 (IPv4)
0x0806	Address Resolution Protocol (ARP)
0x86DD	Internet Protocol Version 6 (IPv6)

Коммутатор

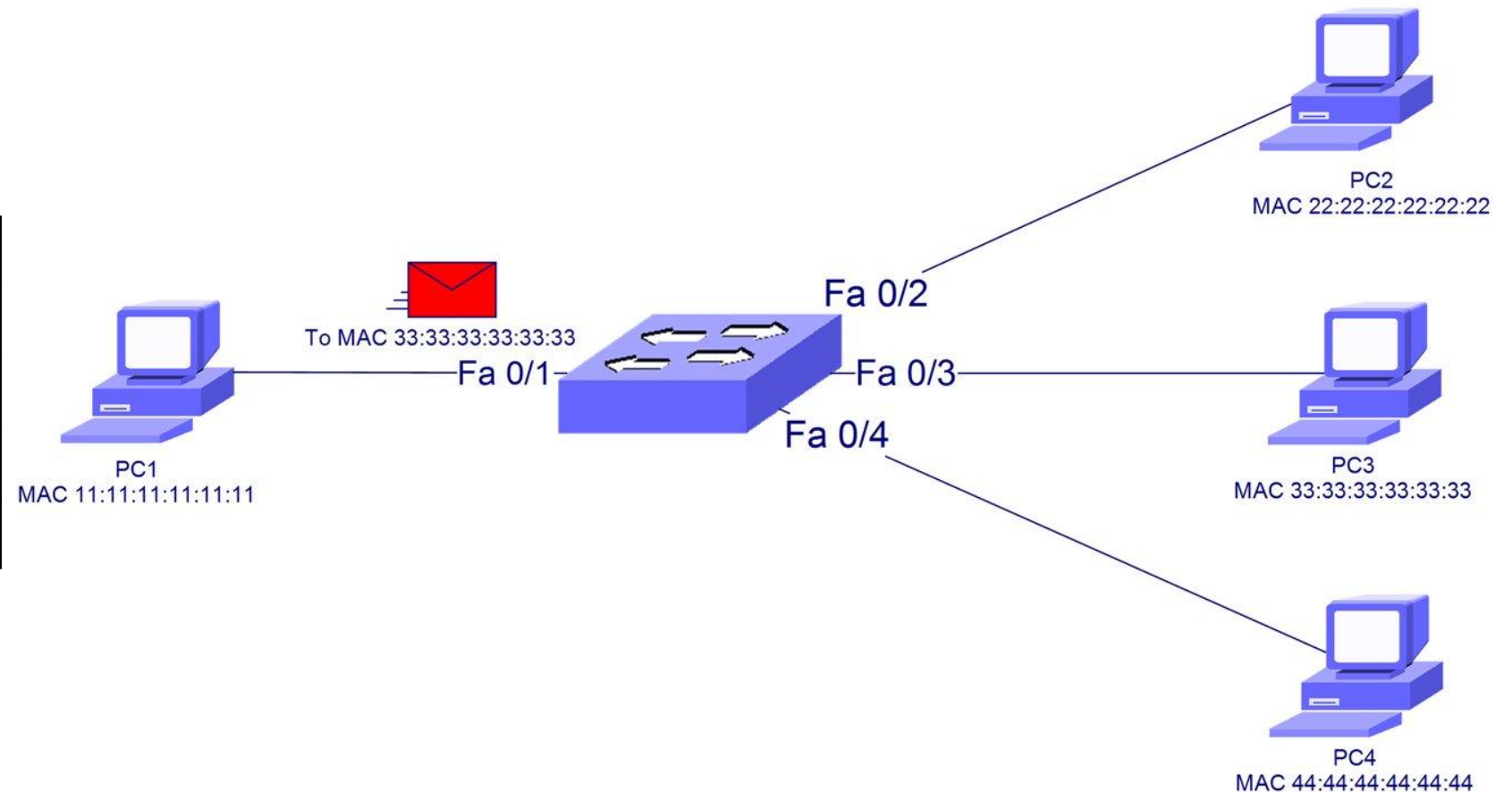
- ▶ Коммутатор более дорогая, эффективная и интеллектуальная замена концентратору
- ▶ При использовании коммутатора, домен коллизий существует между портом коммутатора и портом подключенного устройства.
- ▶ Данный эффект достигается за счет того, что коммутатор поддерживает в своей памяти таблицу соответствия MAC-адресов конечных устройств и своих портов.

Коммутатор

- ▶ При получении фрейма, коммутатор отправляет данные только на тот порт, которому адресован данный фрейм
- ▶ При использовании коммутаторов становится возможным использование Full duplex – одновременный прием и передача данных по разным парам
- ▶ Производительность сети на основе коммутаторов выше, чем сети на основе концентраторов

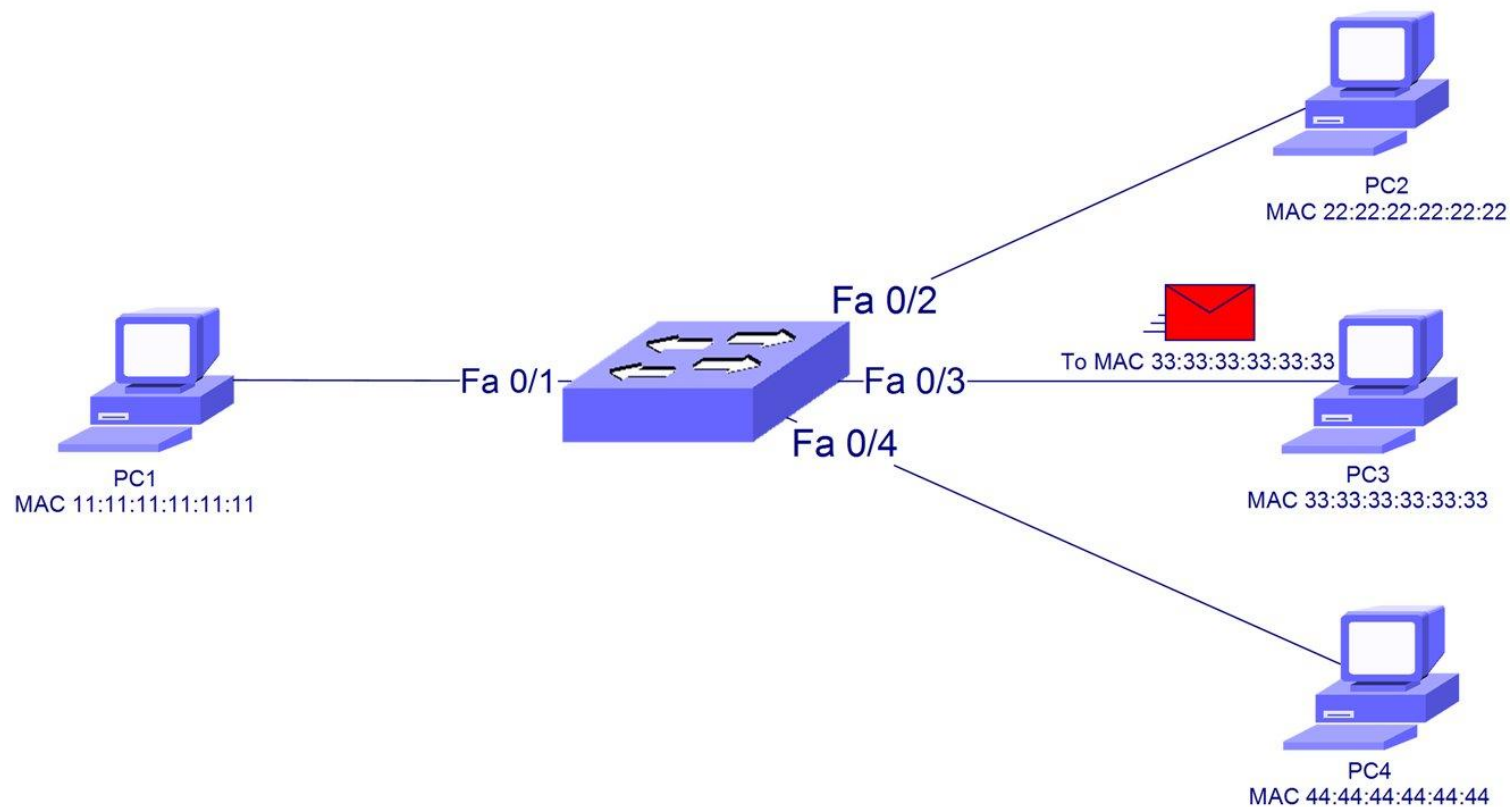
Как коммутатор передает фреймы

Порт	MAC
Fa 0/1	11:11:11:11:11:11
Fa 0/2	22:22:22:22:22:22
Fa 0/3	33:33:33:33:33:33
Fa 0/4	44:44:44:44:44:44



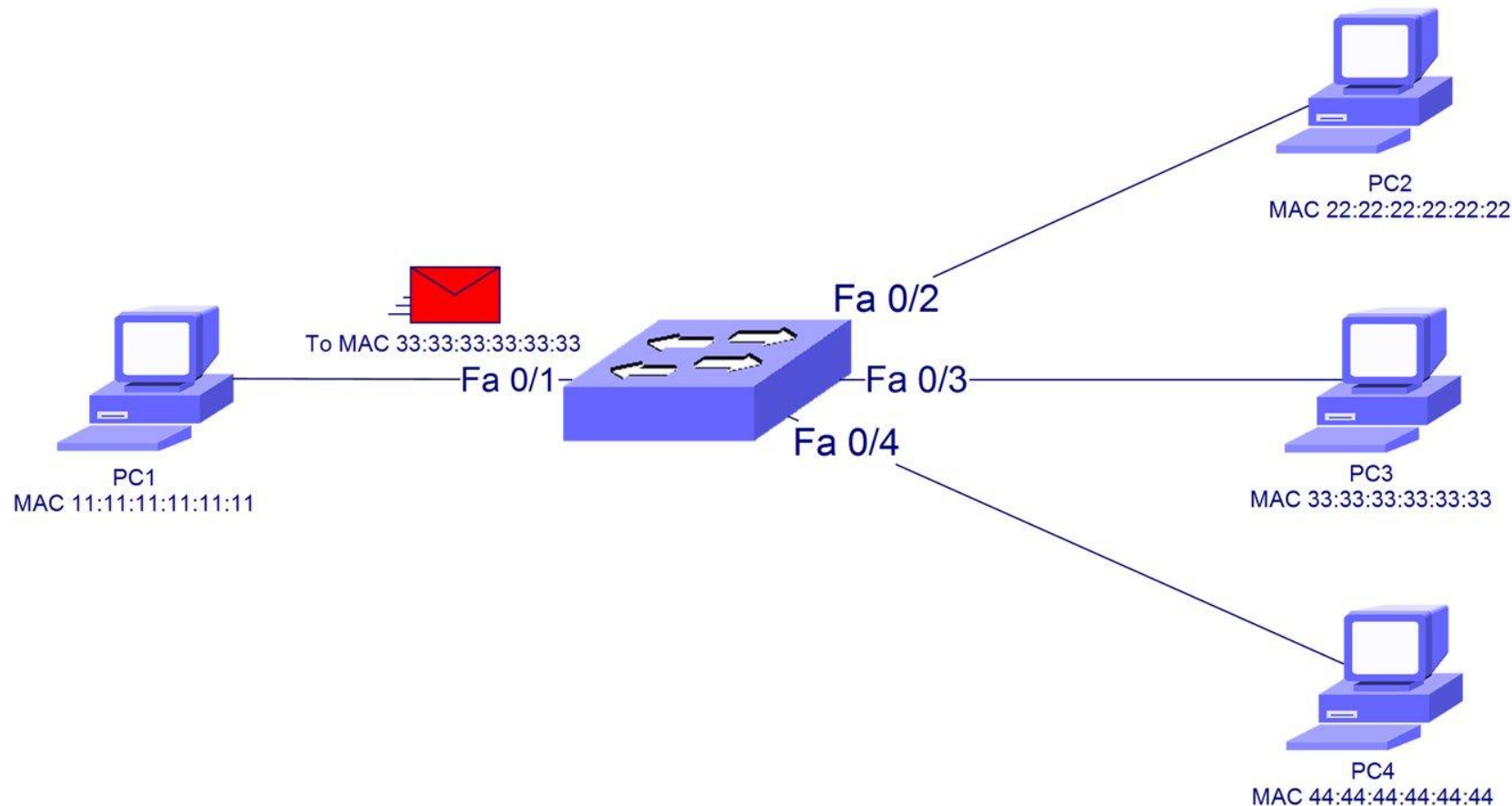
Как коммутатор передает фреймы

Порт	MAC
Fa 0/1	11:11:11:11:11:11
Fa 0/2	22:22:22:22:22:22
Fa 0/3	33:33:33:33:33:33
Fa 0/4	44:44:44:44:44:44



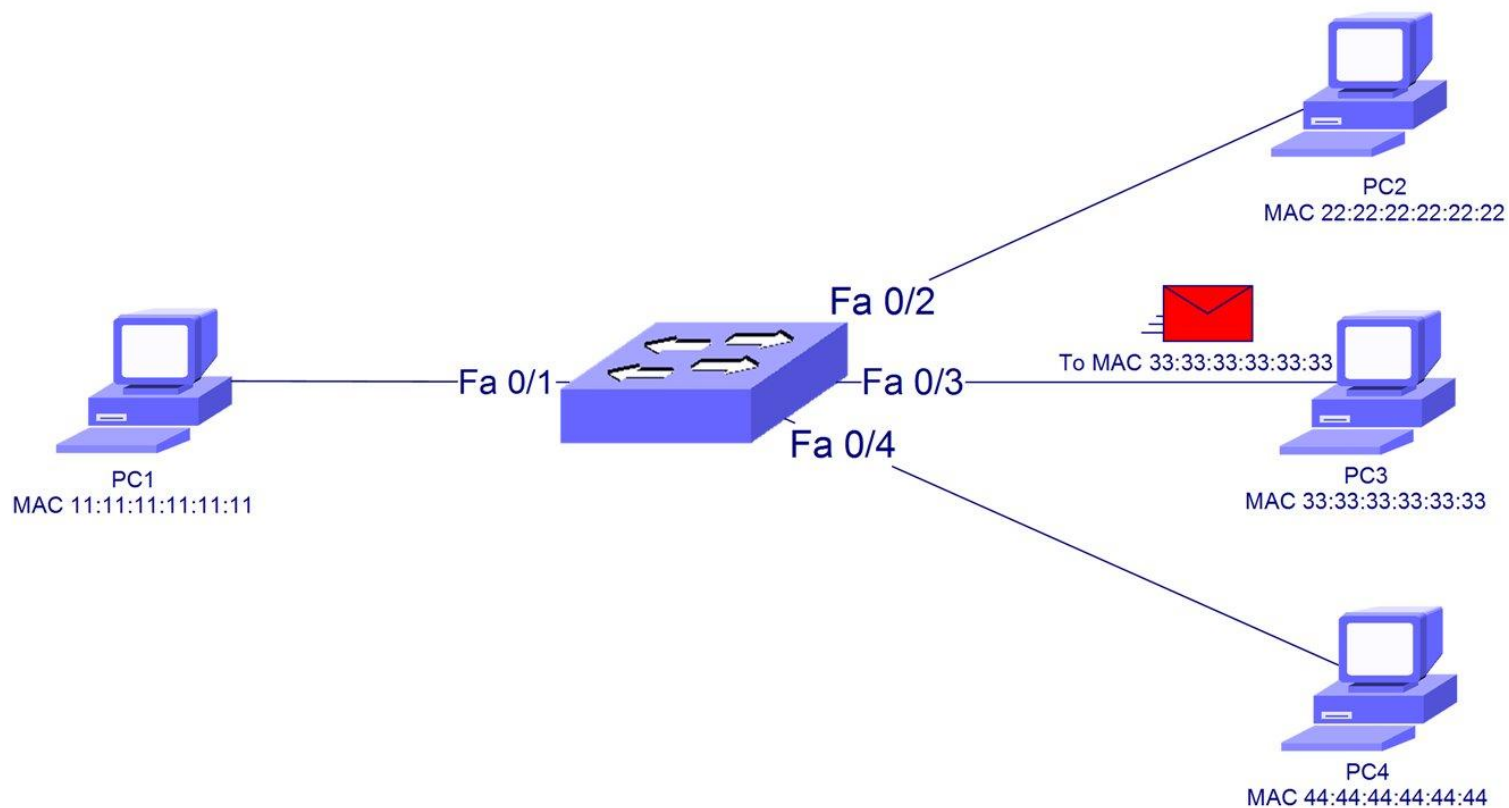
Как коммутатор узнает MAC-адреса

Порт	MAC
Fa 0/1	
Fa 0/2	22:22:22:22:22:22
Fa 0/3	33:33:33:33:33:33
Fa 0/4	44:44:44:44:44:44



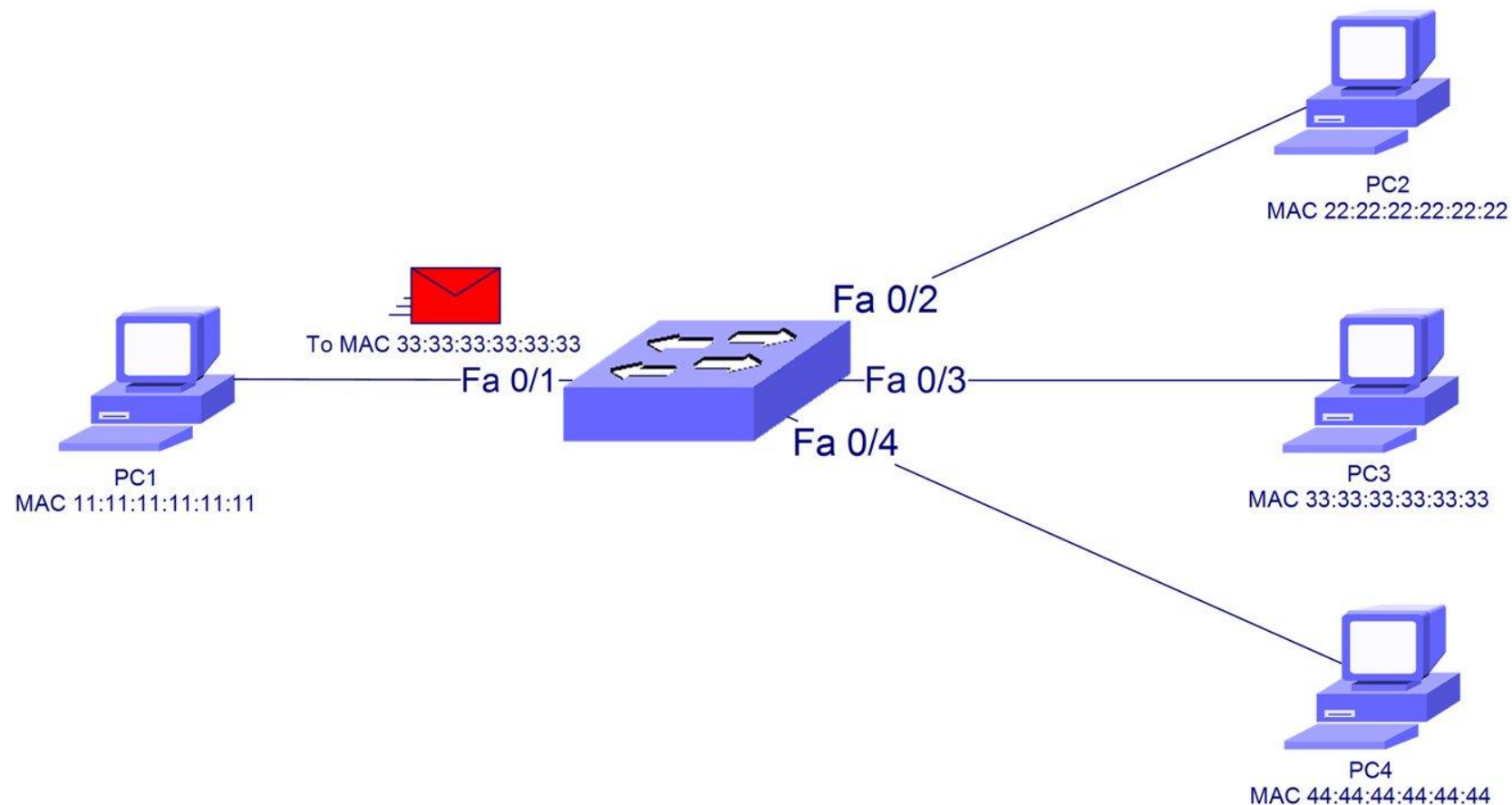
Как коммутатор узнает MAC-адреса

Порт	MAC
Fa 0/1	11:11:11:11:11:11
Fa 0/2	22:22:22:22:22:22
Fa 0/3	33:33:33:33:33:33
Fa 0/4	44:44:44:44:44:44



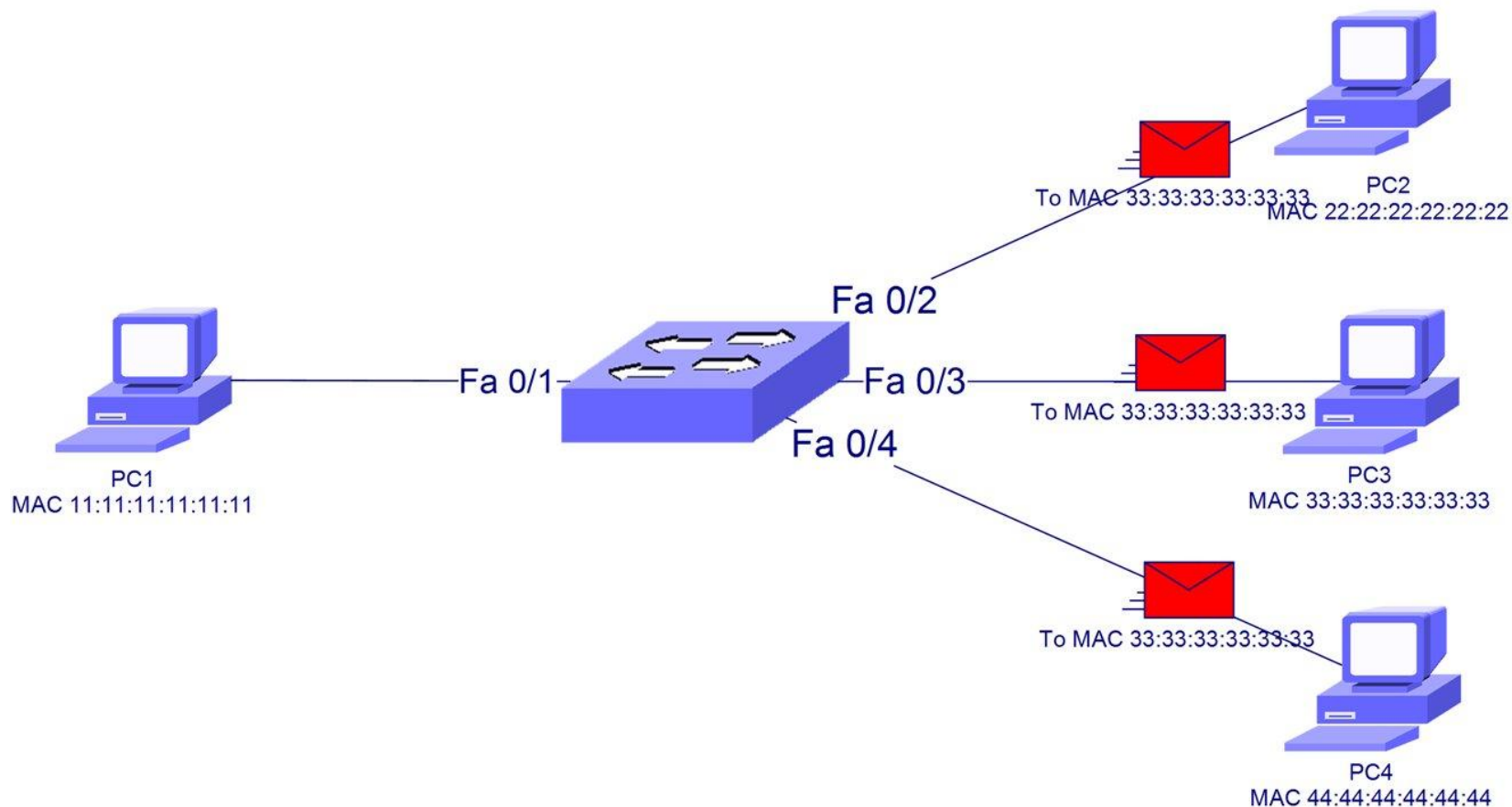
Что коммутатор делает, если не знает адрес назначения

Порт	MAC
Fa 0/1	11:11:11:11:11:11
Fa 0/2	22:22:22:22:22:22
Fa 0/3	
Fa 0/4	44:44:44:44:44:44



Что коммутатор делает, если не знает адрес назначения

Порт	MAC
Fa 0/1	11:11:11:11:11:11
Fa 0/2	22:22:22:22:22:22
Fa 0/3	
Fa 0/4	44:44:44:44:44:44



Немного практики

- ▶ В группу ВК выложен файл mac-address-table.pkt
- ▶ Необходимо его скачать и открыть в Packet Tracer
- ▶ Нам понадобятся три команды
- ▶ `Show mac address-table`
- ▶ `Clear mac address-table`
- ▶ `Ping`

Немного практики

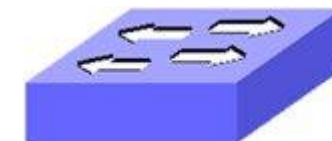
- ▶ Просмотрите МАС-таблицу на Switch0
 - ▶ `Switch0#Show mac address-table`
- ▶ Определите МАС и IP адреса компьютеров PC10 и PC11
 - ▶ `Ipconfig /all`
- ▶ Проверьте связь между компьютерами PC10 и PC11
 - ▶ `Ping 192.168.1.11`

Немного практики

- ▶ Снова просмотрите MAC-таблицу на Switch0
- ▶ Есть ли изменения?
- ▶ Почему?
- ▶ Очистите таблицу MAC-адресов
 - ▶ `Switch0#clear mac address-table`

«Прямой» обжим кабеля

- ▶ Передают по пинам 1 и 2
 - ▶ Компьютеры, роутеры
- ▶ Соответственно, по пинам 1 и 2 принимают
 - ▶ Коммутаторы и концентраторы
- ▶ Передают по пинам 3 и 6
 - ▶ Коммутаторы и концентраторы
- ▶ Соответственно, по пинам 3 и 6 принимают
 - ▶ Компьютеры, роутеры



«Прямой» обжим кабеля

- ▶ Что получится, если соединить прямым кабелем два свитча?
- ▶ Ничего хорошего ☹

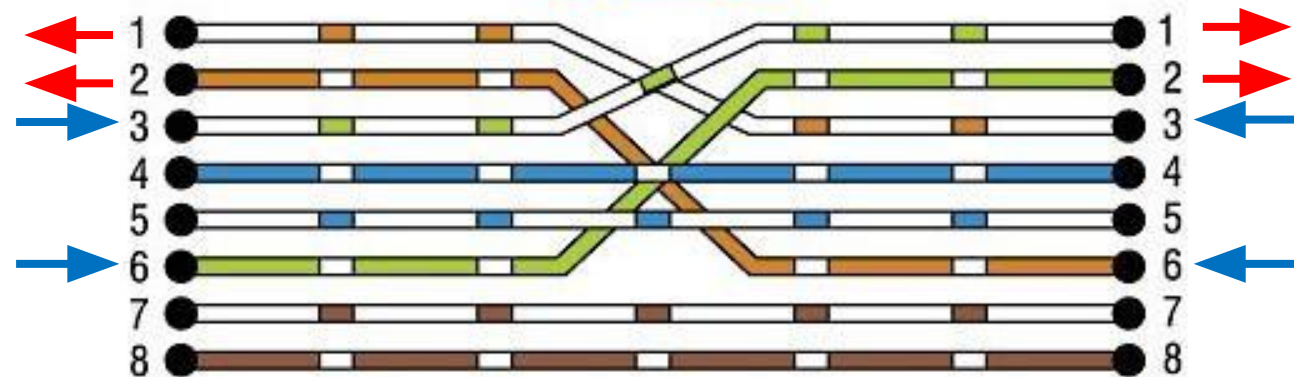


«Кроссовый» обжим кабеля

Обычный патч корд



Кросс кабель

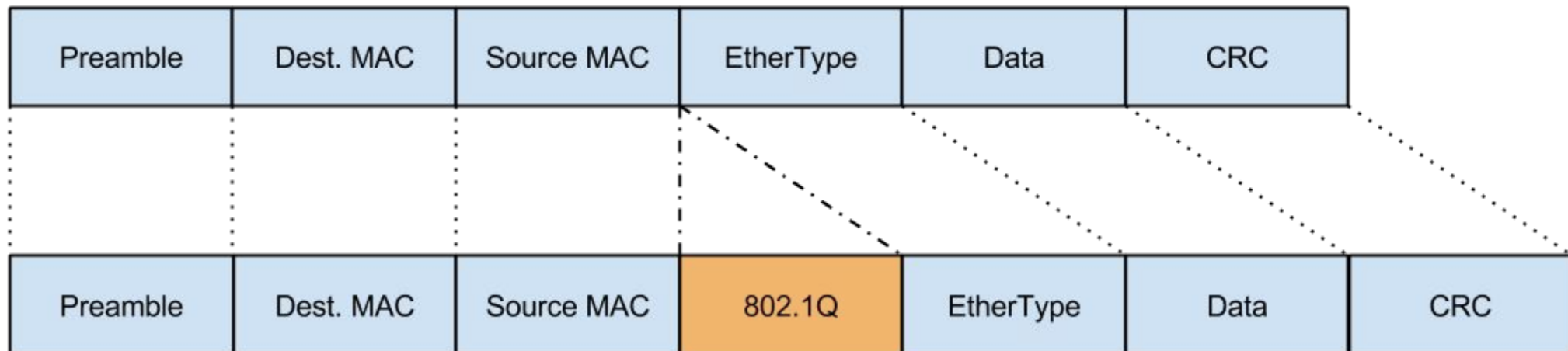


Еще более простое решение

- ▶ Auto-MDI(X)
- ▶ Автоматически определяет по каким пинам идет передача и прием
- ▶ Позволяет не задумываться о выборе кабеля
- ▶ Официально является частью стандарта Gigabit Ethernet
- ▶ Де факто поддерживается практически во всем современном сетевом оборудовании
- ▶ В Cisco Packet Tracer соединять коммутаторы нужно кроссовым кабелем

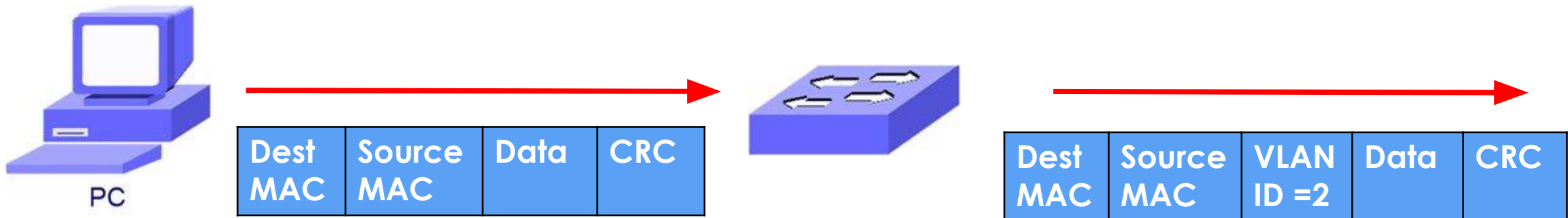
VLAN

- ▶ Virtual LAN
- ▶ Наиболее распространенный сейчас стандарт IEEE 802.1q
- ▶ Позволяет логически отделять одни компьютеры от других на уровне коммутаторов
- ▶ Добавляет в Ethernet фреймы дополнительное поле
- ▶ Не требуют дополнительной настройки или поддержки конечного оборудования



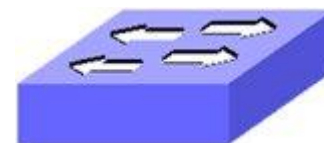
Access порты

- ▶ Используются для подключения конечного оборудования
- ▶ Помечают 802.1q тэгом все входящие фреймы
- ▶ Снимают тэги со всех исходящих фреймов
- ▶ Access порт может принадлежать только одному VLAN



Trunk порты

- ▶ Используются для соединения коммутаторов между собой
- ▶ Не меняют тэг входящих фреймов
- ▶ Не меняют тэг исходящих фреймов
- ▶ Trunk порт может принадлежать нескольким VLAN
- ▶ Trunk порт может передавать без тэга фреймы только одного VLAN

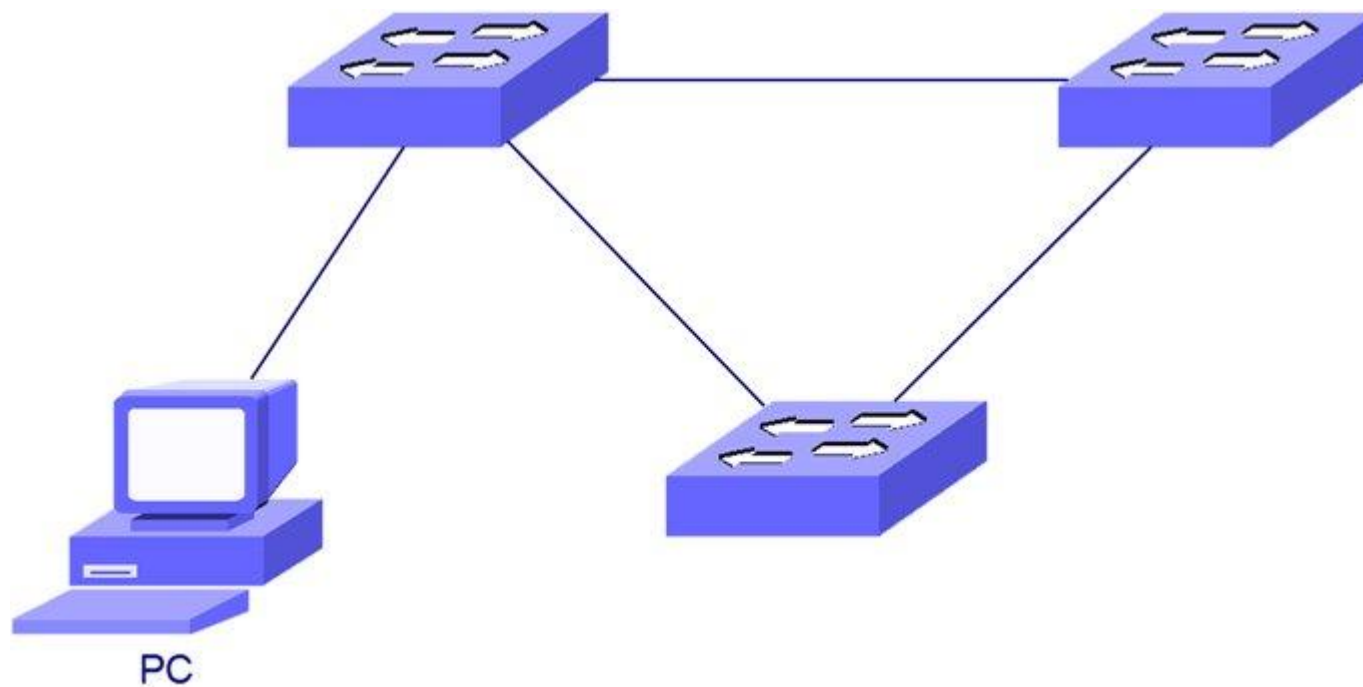


Dest MAC	Source MAC	Data	CRC
-------------	---------------	------	-----

Dest MAC	Source MAC	VLAN ID =2	Data	CRC
-------------	---------------	---------------	------	-----

Dest MAC	Source MAC	VLAN ID =3	Data	CRC
-------------	---------------	---------------	------	-----

Что будет происходить в этой сети?



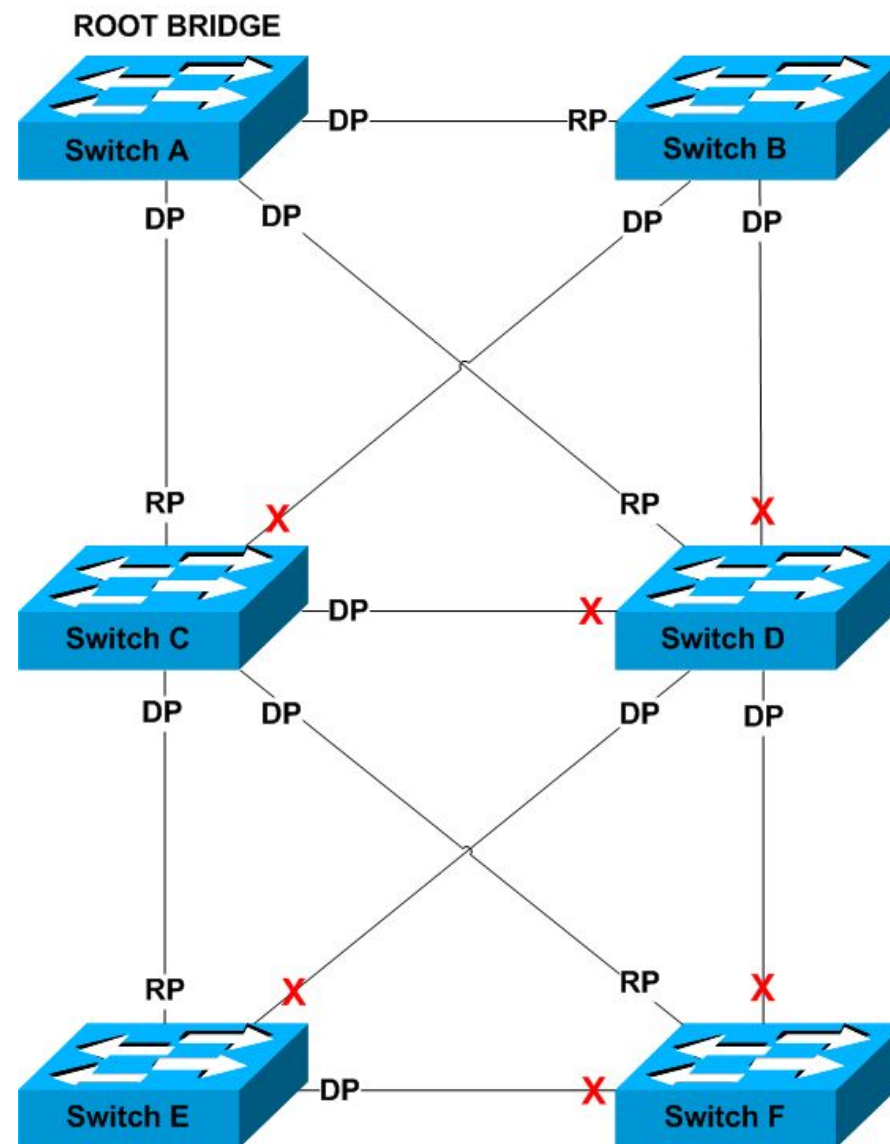
Решение проблемы «кольца» в сети STP

- ▶ Spanning Tree Protocol
- ▶ Алгоритм работы
 - ▶ Выборы корневого коммутатора
 - ▶ Каждый коммутатор рассчитывает кратчайший путь до корневого, выбирает root-порт
 - ▶ Каждый коммутатор определяет designated-порт
 - ▶ Коммутаторы блокируют все порты, которые не являются designated или root.

Выбор корневого коммутатора

- ▶ У каждого коммутатора есть прошитый priority
- ▶ После включения коммутаторов в сеть, по умолчанию каждый коммутатор считает себя корневым (root).
- ▶ Каждый коммутатор начинает посылать по всем портам конфигурационные Hello BPDU пакеты раз в 2 секунды.
- ▶ Если мост получает BPDU с идентификатором моста (Bridge ID) меньшим, чем свой собственный, он прекращает генерировать свои BPDU и начинает ретранслировать BPDU с этим идентификатором. Таким образом в конце концов в этой сети Ethernet остаётся только один мост, который продолжает генерировать и передавать собственные BPDU. Он и становится *корневым мостом* (root bridge).

Результаты работы STP



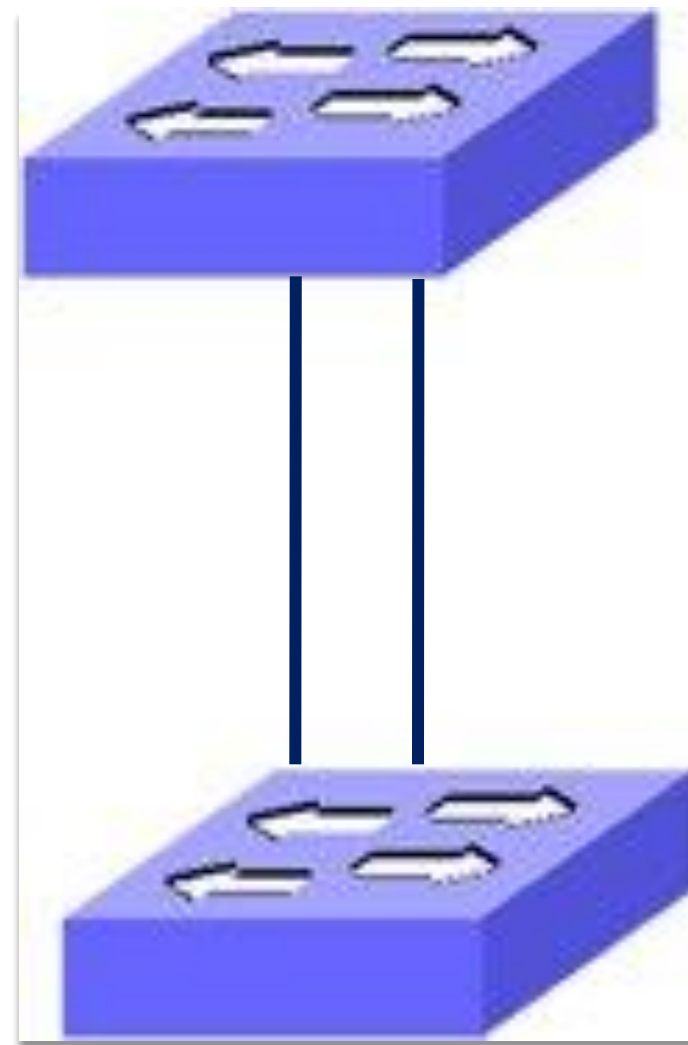
Задача

Дано два коммутатора.

Коммутаторы соединены
двумя линиями 1Gb/s.

Включен STP.

Какова общая пропускная
способность канала
между коммутаторами?



EtherChannel

- ▶ Позволяет объединять в один логический канал до 8 физических соединений
- ▶ При использовании совместно с STP избыточные каналы не блокируются
- ▶ STP дает отказоустойчивость
- ▶ EtherChannel дает увеличение пропускной способности и отказоустойчивость
- ▶ Внутри EtherChannel происходит балансировка траффика
 - ▶ Редко удается достичь использования 100% пропускной способности
 - ▶ В неблагоприятных случаях может использоваться только один физический канал