
Технология Fast Ethernet

Выполнили:

Баранова Надежда (группа 3305)

Педаховская Анна (группа 3351)

Содержание лекции

- Технология Fast Ethernet. Введение.
 - Появление Fast Ethernet
 - Физический уровень Fast Ethernet. Отличие Fast Ethernet от Ethernet
 - Структура физического уровня
 - Физический уровень 100Base-FX
 - Физический уровень 100Base-TX
 - Схема автопереговоров технологии 100Base-T
 - Физический уровень 100Base-T4
 - Спецификация 100Base-T4. Соединение узлов по спецификации 100Base-T4.
 - Правила построения сегментов Fast Ethernet при наличии повторителей
 - Ограничение длины сегментов DTE-DTE
 - Ограничения сетей Fast Ethernet, построенных на повторителях
 - Преодоление ограничений топологии
 - Расчет времени двойного оборота сети
 - Область применения технологии Fast Ethernet
 - Недостатки технологии Fast Ethernet
-

Технология Fast Ethernet.

Введение

Классическая 10-мегабитная сеть Ethernet устраивала большинство пользователей на протяжении около 15 лет. Однако в начале 90-х годов начала ощущаться ее недостаточная пропускная способность, что привело в начале 90-х годов к созданию инициативной группы, которая занялась поисками такой же простой и эффективной технологии, как Ethernet, но работающей на скорости 100 Мбит/с.

В результате исследований специалисты разделились на два лагеря, что привело к появлению двух новых технологий, которые отличаются степенью преемственности с классической технологией Ethernet :

- Fast Ethernet
 - 100VG-AnyLAN
-

Fast Ethernet

Появление Fast Ethernet

- Fast Ethernet Alliance (SynOptics, 3Com и др.) - разработка стандарта новой технологии, максимально схожей с Ethernet.
 - Hewlett-Packard и AT&T. Через некоторое время к этим компаниям присоединилась компания IBM, которая внесла предложение обеспечить в новой технологии некоторую совместимость с сетями Token Ring.
 - Комитет 802 института IEEE – исследовательская группа для изучения технического потенциала новых высокоскоростных технологий.
-

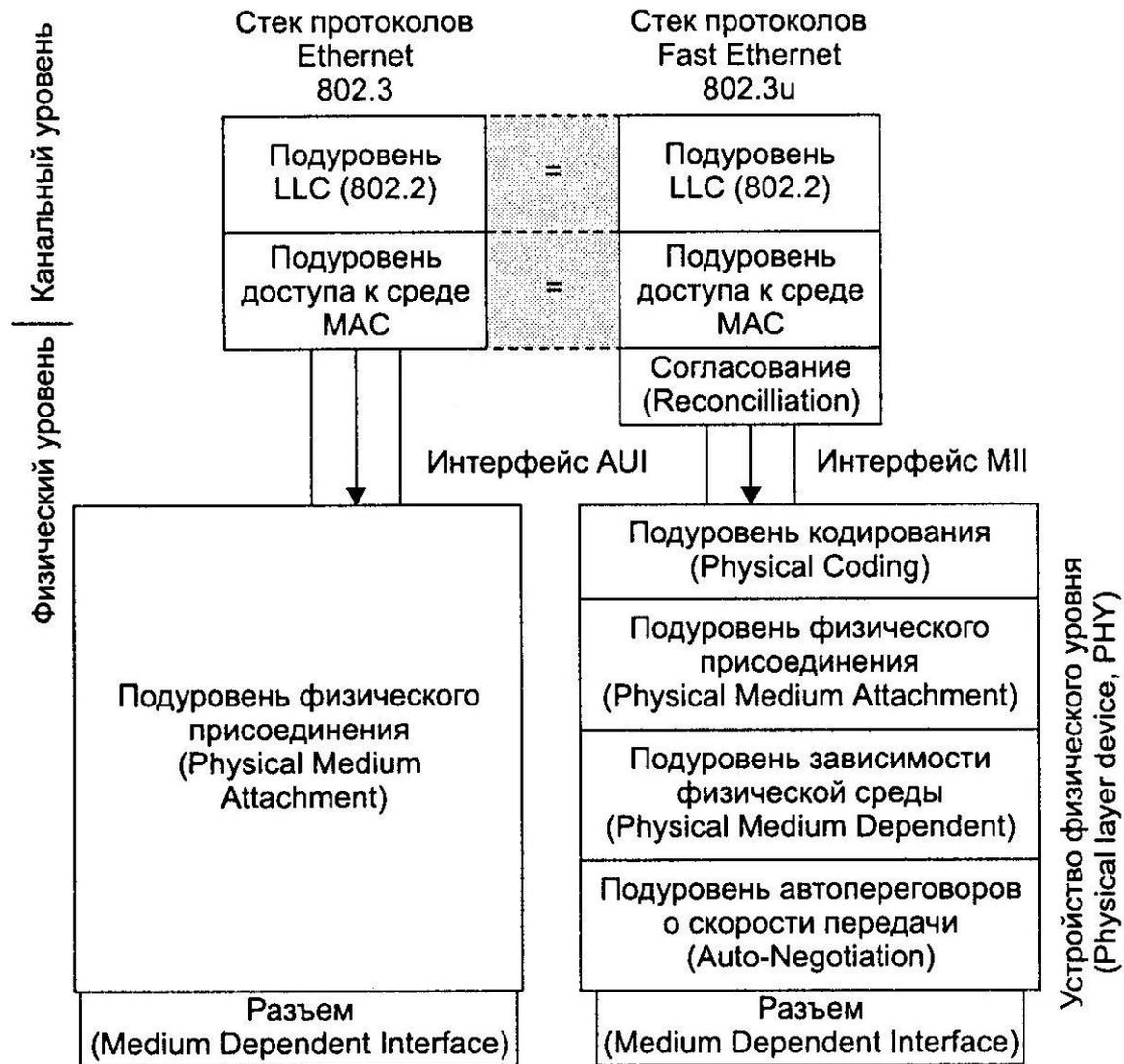
Осень 1995 года:

- Комитет 802.3 принял в качестве стандарта 802.3u спецификацию Fast Ethernet, почти полностью повторяющий технологию Ethernet 10 Мбит/с.
 - Специально созданный комитет 802.12 утвердил стандарт технологии 100VG-AnyLAN, которая сохраняла формат кадра Ethernet, но существенно изменяла метод доступа.
-

Fast Ethernet

Физический уровень технологии

Отличия технологии Fast Ethernet от Ethernet



Физический уровень технологии Fast Ethernet

Все отличия технологии Fast Ethernet от Ethernet сосредоточены на физическом уровне. Уровни MAC и LLC в Fast Ethernet остались абсолютно теми же. Более сложная структура физического уровня технологии Fast Ethernet вызвана использованием в ней трех вариантов кабельных систем:

- волоконно-оптический многомодовый кабель, используются два волокна
- витая пара категории 5, используются две пары
- витая пара категории 3, используются четыре пары

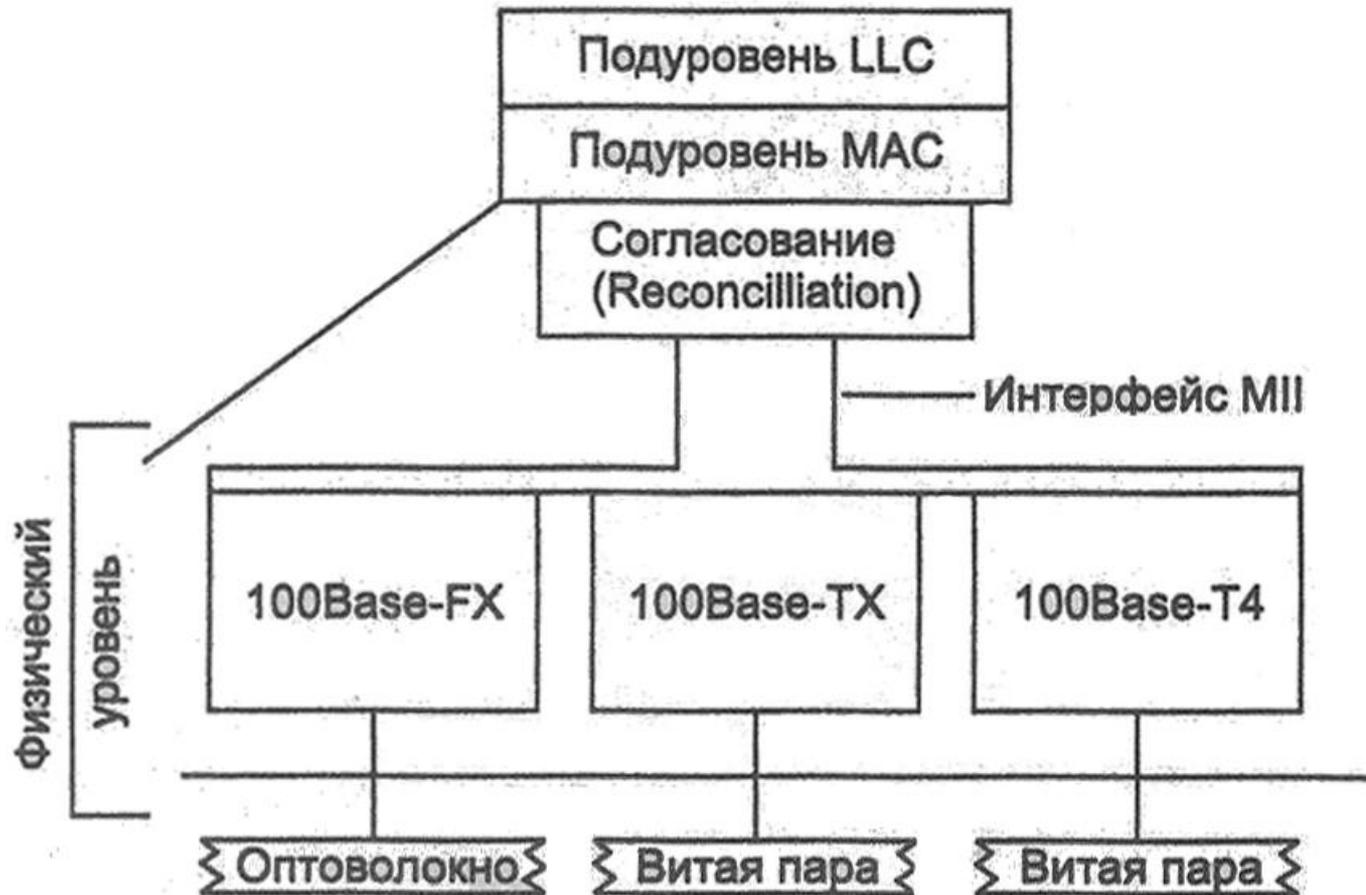
Коаксиальный кабель, давший миру первую сеть Ethernet, в число разрешенных сред передачи данных новой технологии Fast Ethernet не попал. Это общая тенденция многих новых технологий, поскольку на небольших расстояниях, витая пара категории 5 позволяет передавать данные с той же скоростью, что и коаксиальный кабель, но сеть получается более дешевой и удобной в эксплуатации.

-
- Основным отличием конфигураций сетей Fast Ethernet является сокращение диаметра сети примерно до 200 м, что объясняется уменьшением времени передачи кадра минимальной длины в 10 раз за счет увеличения скорости передачи в 10 раз по сравнению с 10-мегабитной сетью Ethernet.
 - При использовании коммутаторов протокол Fast Ethernet может работать в полнодуплексном режиме, в котором нет ограничений на общую длину сети, а остаются только ограничения на длину физических сегментов, соединяющих соседние устройства (адаптер-коммутатор или коммутатор-коммутатор). При создании магистралей локальных сетей большой протяженности технология Fast Ethernet применяется в полнодуплексном варианте, совместно с коммутаторами.
-

Официальный стандарт 802.3u установил три различных спецификации для Fast Ethernet и дал им следующие названия:

- 100Base-TX для двухпарного кабеля на неэкранированной витой паре UTP категории 5 или экранированной витой паре STP Type 1
 - 100Base-T4 для четырехпарного кабеля на неэкранированной витой паре UTP категории 3, 4, 5
 - 100Base-FX для многомодового оптоволоконного кабеля, используются два волокна
-

Структура физического уровня Fast Ethernet



Отличия Fast Ethernet от Ethernet

По сравнению с вариантами физической реализации Ethernet, в Fast Ethernet отличия каждого варианта от других глубже - меняется как количество проводников, так и методы кодирования. А так как физические варианты Fast Ethernet создавались одновременно, то имелась возможность детально определить те подуровни физического уровня, которые не изменяются от варианта к варианту, и те подуровни, которые специфичны для каждого варианта физической среды.

Официальный стандарт 802.3u установил три различных спецификации для физического уровня Fast Ethernet и дал им следующие названия :

- 100Base-TX для двухпарного кабеля на неэкранированной витой паре UTP категории 5 или экранированной витой паре STP Type 1;
 - 100Base-T4 для четырехпарного кабеля на неэкранированной витой паре UTP категории 3, 4 или 5;
 - 100Base-FX для многомодового оптоволоконного кабеля, используются два волокна.
-

Для всех трех стандартов справедливы перечисленные ниже утверждения и характеристики:

- Форматы кадров технологии Fast Ethernet не отличаются от форматов кадров технологий 10-мегабитной сети Ethernet.
 - Межкадровый интервал (IPG) равен 0,96 мкс, а битовый интервал - 10 нс.
 - Признаком свободного состояния среды является передача по ней символа Idle соответствующего избыточного кода.
-

Физический уровень включает три элемента:

- уровень согласования (reconciliation sub layer)
 - независимый от среды интерфейс (Media Independent Interface, MII)
 - устройство физического уровня (Physical layer device, PHY)
-

-
- Уровень согласования нужен для того, чтобы уровень МАС, рассчитанный на интерфейс АUI, смог работать с физическим уровнем через интерфейс МII
 - Интерфейс МII поддерживает независимый от физической среды способ обмена данными между подуровнем МАС и подуровнем РНУ
 - Разъем МII имеет 40 контактов, максимальная длина кабеля МII составляет 1 м. Сигналы, передаваемые по интерфейсу МII, имеют амплитуду 5 В.
-

Поскольку Fast Ethernet может использовать различный тип кабеля, то для каждой среды требуется уникальное предварительное преобразование сигнала. Преобразование также требуется для эффективной передачи данных: сделать передаваемый код устойчивым к помехам, возможным потерям, либо искажениям отдельных его элементов (бодов), для обеспечения эффективной синхронизации тактовых генераторов на передающей или приемной стороне.

Устройство физического уровня (PHY) состоит из следующих подуровней:

- подуровня логического кодирования данных, преобразующего поступающие от уровня MAC байты в символы кода 4В/5В или 8В/6Т
 - подуровней физического присоединения и подуровня зависимости от физической среды (PMD), которые обеспечивают формирование сигналов в соответствии с методом физического кодирования
 - подуровня автопереговоров, который позволяет двум взаимодействующим портам автоматически выбрать наиболее эффективный режим работы
-

Физический уровень 100Base-FX

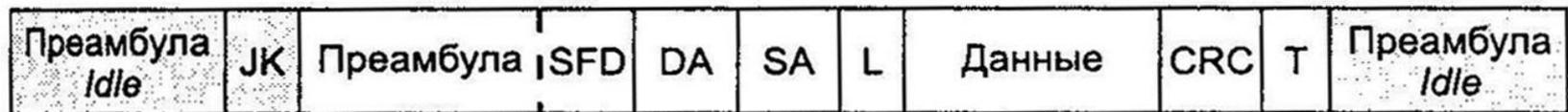
- Определяет работу протокола Fast Ethernet по многомодовому оптоволокну в полудуплексном и полнодуплексном режимах на основе схемы копирования FDDI: каждый узел соединяется с сетью двумя оптическими волокнами, идущими от приемника (RX) и от передатчика (TX).
- Используемый метод кодирования – 4В/5В. При этом методе каждые 4 бита данных подуровня MAC (называемых символами) представляются 5 битами.

Спецификация 100Base-FX.

Метод кодирования 4В/5В

- Каждые 4 бита данных подуровня MAC представляются 5 битами
 - Избыточный бит позволяет применить потенциальные коды при представлении каждого из пяти битов в виде электрических или оптических импульсов. Существование запрещенных комбинаций символов позволяет отбраковывать ошибочные символы, что повышает устойчивость работы сетей с 100Base-FX/TX
 - После преобразования 4-битовых порций кодов MAC в 5-битовые порции физического уровня их необходимо представить в виде оптических или электрических сигналов в кабеле, соединяющем узлы сети. Спецификация 100Base-FX использует для этого метод физического кодирования – NRZI.
-

Спецификация 100Base-FX. Метод кодирования 4В/5В



Первый байт преамбулы

JK — ограничитель начала потока значащих символов

T — ограничитель конца потока значащих символов

Для отделения кадров Ethernet от символов Idle используется комбинация символов Start Delimiter - пара символов J (11000) и K (10001) кода 4В/5В, а после завершения кадра перед первым символом Idle вставляется символ T

Поля имеют следующие назначения:

- Преамбула: 7 байт, каждый из которых представляет чередование единиц и нулей 10101010. Преамбула позволяет установить битовую синхронизацию на приемной стороне.
 - Ограничитель начала кадра (SFD, start frame delimiter): 1 байт, последовательность 10101011, указывает, что далее последуют информационные поля кадра. Этот байт можно относить к преамбуле.
 - Адрес назначения (DA, destination address): 6 байт, указывает MAC-адрес станции (MAC-адреса станций), для которой (которых) предназначен этот кадр. Это может быть единственный физический адрес (unicast), групповой адрес (multicast) или широковещательный адрес (broadcast).
 - Адрес отправителя (SA, source address): 6 байт, указывает MAC-адрес станции, которая посылает кадр.
-

Физический уровень 100Base-TX

- В качестве среды передачи данных спецификация 100Base-TX (витая пара UTP Cat 5 или STP Type 1, две пары) использует кабель UTP категории 5 или кабель STP Type 1.
- Максимальная длина кабеля в обоих случаях — 100 м. В сетях 100Base-TX уровень сигнала не так важен по сравнению со временем распространения сигналов. Механизм CSMA/CD в сети Fast Ethernet работает так же, как в сети Ethernet 10 Мбит/с, и пакеты имеют аналогичный размер, но их скорость распространения через среду передачи в десять раз выше. Из-за того, что механизм детектирования коллизий остался тем же, системы все еще должны выявлять возникновение коллизии прежде, чем истечет время состязания (то есть прежде, чем будут переданы 512 байт данных). Таким образом, поскольку трафик распространяется быстрее, временной зазор уменьшается, и максимальная длина сети также должна быть сокращена, чтобы выявление коллизий происходило безошибочно.
- Используемый метод кодирования – 4В/5В

Спецификация 100Base-TX

Основные отличия от спецификации 100Base-FX:

- использование метода MLT-3 для передачи сигналов 5-битовых порций кода 4В/5В по витой паре
 - наличие функции автопереговоров (Auto-negotiation) для выбора режима работы порта. Схема автопереговоров позволяет двум соединенным физически устройствам, которые поддерживают несколько стандартов физического уровня, отличающихся битовой скоростью и количеством витых пар, выбрать наиболее выгодный режим работы.
-

Схема автопереговоров

Всего в настоящее время определено 5 различных режимов работы, которые могут поддерживать устройства 100Base-TX или 100Base-T4 на витых парах:

- 10Base-T - 2 пары категории 3
- 10Base-T full-duplex - 2 пары категории 3
- 100Base-TX - 2 пары категории 5 (или Type 1A STP)
- 100Base-T4 - 4 пары категории 3
- 100Base-TX full-duplex - 2 пары категории 5 (или Type 1A STP)

Переговорный процесс происходит при включении питания устройства, а также может быть инициирован в любой момент модулем управления устройства.

Схема автопереговоров технологии 100Base-T

- Устройство, начавшее процесс автопереговоров, посылает своему партнеру пачку специальных импульсов *Fast Link Pulse burst (FLP)*.
 - Если узел-партнер поддерживает функцию автопереговоров и может поддержать предложенный режим, он отвечает пачкой импульсов FLP. Конец переговоров.
 - Если узел-партнер может поддержать менее приоритетный режим, то он указывает его в ответе. Выбор этого режима в качестве рабочего.
-

Схема автопереговоров технологии 10Base-T

- Узел, который поддерживает только технологию 10Base-T, каждые 16 мс посылает манчестерские импульсы для проверки целостности линии
 - Узел, получивший в ответ на запрос FLP только импульсы проверки целостности линии, устанавливает этот режим работы и для себя
-

Физический уровень 100Base-T4

- Спецификация 100Base-T4 была разработана для того, чтобы можно было использовать для высокоскоростного соединения Ethernet имеющуюся проводку на витой паре категории 3.
 - Одновременно использует только три пары для передачи, а оставшуюся – для обнаружения коллизий.
 - После выпуска спецификаций 100Base-TX и 100Base-FX разработчики технологии Fast Ethernet реализовали свой вариант физического уровня для витой пары категории 3, так как она была уже проложена в подавляющем числе зданий. Вместо кодирования 4В/5В в этом методе используется кодирование 8В/6Т.
-

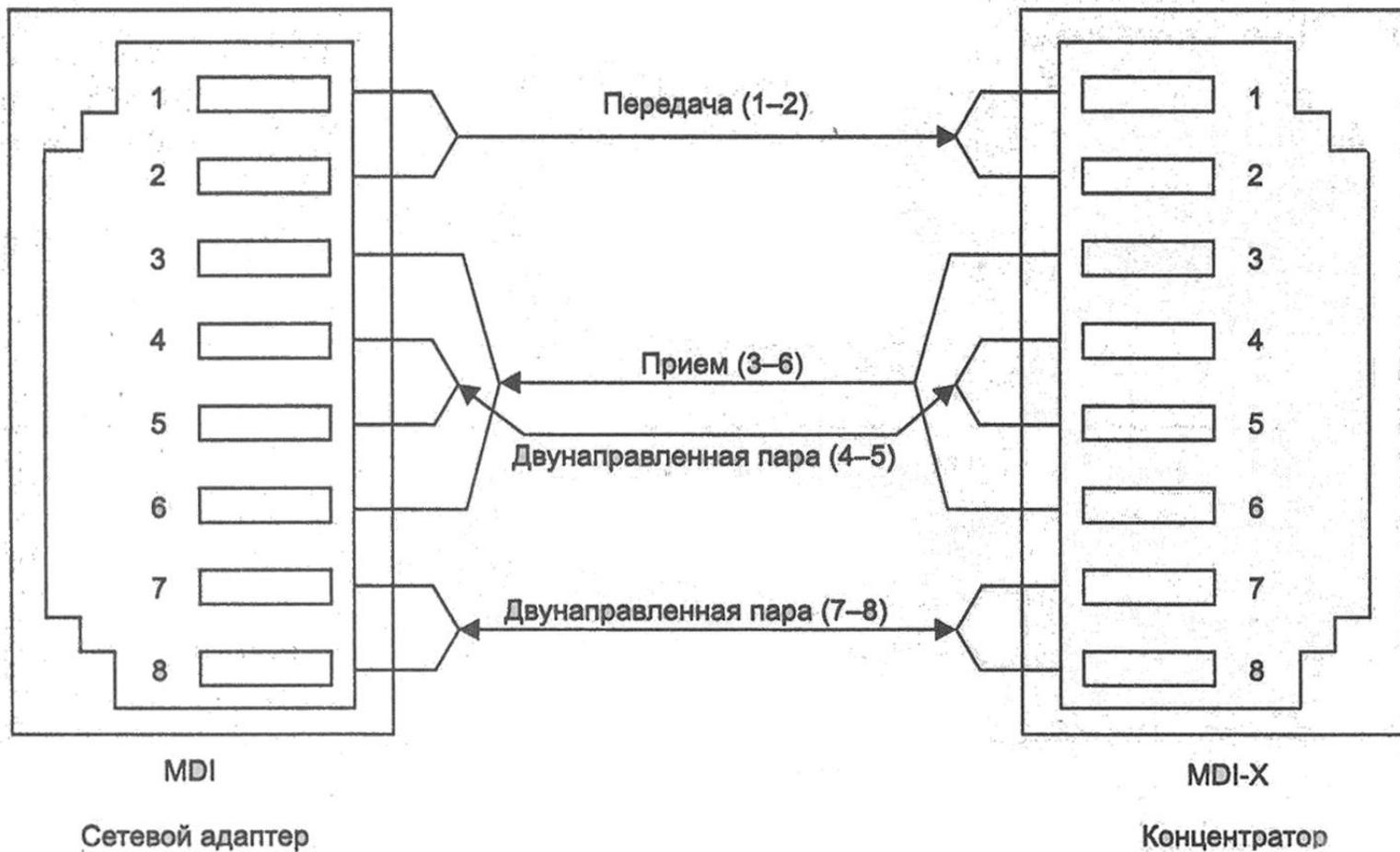
Спецификация 100Base-T4.

Метод кодирования 8В/6Т

Метод кодирования 8В/6Т обладает более узким спектром сигнала и при скорости 33 Мбит/с укладывается в полосу 16 МГц витой пары категории 3 (при кодировании 4В/5В спектр сигнала в эту полосу не укладывается).

- Каждые 8 бит данных подуровня MAC кодируются 6-ю троичными цифрами (ternary symbols), каждая длительностью 40 нс
- Группа из шести троичных цифр затем передается на одну из трех передающих витых пар.
- Общая скорость протокола 100Base-T4 составляет 100 Мбит/с (т.к. скорость по каждой передающей паре равна 33,3 Мбит/с)

Соединение узлов по спецификации 100Base-T4



Соединение узлов по спецификации

100Base-T4

- На схеме показано соединение порта MDI сетевого адаптера 100Base-T4 с портом MDI-X концентратора (приставка X говорит о том, что у этого разъема присоединения приемника и передатчика меняются парами кабели по сравнению с разъемом сетевого адаптера, что позволяет проще соединять пары проводов в кабеле - без перекрещивания). Пара 1-2 всегда требуется для передачи данных от порта MDI к порту MDI-X, пара 3-6 - для приема данных портом MDI от порта MDI-X, а пары 4-5 и 7-8 являются двунаправленными и используются как для приема, так и для передачи, в зависимости от потребности.



Правила построения сегментов Fast Ethernet при наличии повторителей

Технология Fast Ethernet рассчитана на использование концентраторов-повторителей для образования связей в сети. Правила корректного построения сегментов сетей Fast Ethernet включают:

- ограничения на максимальную длину сегментов, соединяющих DTE (Data Terminal Equipment) с DTE
 - ограничения на максимальную длину сегментов, соединяющих DTE с портом повторителя
 - ограничения на максимальный диаметр сети
 - ограничения на максимальное число повторителей и максимальную длину сегмента, соединяющего повторители
-

Ограничение длины сегментов DTE-DTE

- В качестве DTE (Data Terminal Equipment) может выступать любой источник кадров данных для сети: сетевой адаптер, порт моста, порт маршрутизатора, модуль управления сетью и другие подобные устройства.
- Устройства DTE вырабатывает новый кадр для разделяемого сегмента
 - В типичной конфигурации сети Fast Ethernet несколько устройств DTE подключаются к портам повторителя, образуя сеть звездообразной топологии
 - Соединения DTE-DTE в разделяемых сегментах не встречаются, кроме как, для мостов/коммутаторов и маршрутизаторов
-

Максимальные значения длины сегментов DTE-DTE в соответствии со спецификацией IEEE 802.3u:

Стандарт	Тип кабеля	Максимальная длина
100Base-TX	Категория 5 UTP	100м
100Base-FX	Многомодовое оптоволокно 62,5/125 мкм	412 м (полудуплекс) 2 км (полный дуплекс)
100Base-T4	Категория 3, 4 или 5 UTP	100м

Ограничение сетей Fast Ethernet, построенных на повторителях

Повторители Fast Ethernet делятся на два класса:

- повторителя класса I - поддерживают все типы логического кодирования данных: как 4В/5В, так и 8В/6Т.
 - повторители класса II - поддерживают только какой-либо один тип логического кодирования — либо 4В/5В, либо 8В/6Т.
-

Отличия повторителей класса I и класса II

- Повторители класса I могут иметь порты всех трех типов физического уровня: 100Base-TX, 100Base-FX и 100Base-T4. Повторители класса II имеют либо все порты 100Base-T4, либо порты 100Base-TX и 100Base-FX, так как последние используют один логический код 4В/5В.
- В одном домене коллизий допускается наличие только одного повторителя класса I. Это связано с тем, что такой повторитель вносит большую задержку при распространении сигналов из-за необходимости трансляции различных систем сигнализации - 70 bt.
- Повторители класса II вносят меньшую задержку при передаче сигналов: 46 bt для портов TX/FX и 33,5 bt для портов T4. Поэтому максимальное число повторителей класса II в домене коллизий - 2, причем они должны быть соединены между собой кабелем не длиннее 5 м.

Повторители класса I и класса II

	Класс I	Класс II
Поддержание типа логического кодирования	все типы: как 4В/5В, так и 8В/6Т	только один: либо 4В/5В, либо 8В/6Т
Порты физических уровней	всех уровней: 100Base-TX, 100Base-FX, 100Base-T4	либо все порты 100Base-T4, либо 100Base-FX и 100Base-TX
Число повторителей в домене коллизий	Один	Максимально – два (длина кабеля $\leq 5\text{м}$)

Параметры сетей на основе повторителей класса I:

Тип кабелей	Макс. диаметр сети, м	Макс.длина сегмента, м
Только витая пара (ТХ)	200	100
Только оптоволокно (ФХ)	272	136
Несколько сегментов на витой паре и один на оптоволокне	260	100 (ТХ) 160 (ФХ)
Несколько сегментов на витой паре и несколько сегментов на оптоволокне	272	100 (ТХ) 136 (ФХ)

Преодоление ограничений топологии

- Способом преодоления ограничений топологии является разбиение единой области коллизий на несколько при помощи переключателя. Диаметр сети Fast Ethernet, использующей медный кабель и повторитель Класса I, не может превысить 200 метров. Если мы добавим к этой сети единственный переключатель и установим повторители на различные порты, то максимальный диаметр полной переключаемой ЛВС возрастет до 400 метров.
-

Расчет времени двойного оборота сети

- Комитет 802.3 предоставляет данные об удвоенных задержках, вносимых каждым элементом сети, не разделяя сегменты сети на левый, правый и промежуточный
 - Задержки, вносимые сетевыми адаптерами, учитывают преамбулы кадров, поэтому время двойного оборота нужно сравнивать с величиной 512 битовых интервала (bt)
-

Время двойного оборота повторителя класса I

Задержки, вносимые кабелем:

Тип кабеля	Удвоенная задержка в bt на 1 м	Удвоенная задержка на кабеле максимальной длины
UTP Cat 3	1,14 bt	114 bt (100м)
UTP Cat 4	1,14bt	114 bt (100М)
UTP Cat 5	1,112bt	111,2 bt (100м)
STP	1,112bt	111,2 bt (100м)
Оптоволокно	1,0 bt	412 bt (412 м) ?

Время двойного оборота повторителя класса I

Задержки, вносимые сетевыми адаптерами:

Тип сетевых адаптеров	Максимальная задержка при двойном обороте
Два адаптера TX/FX	100 bt
Два адаптера T4	138 bt
Один адаптер TX/FX и один адаптер T4	138 bt

Пример.

Расчет конфигурации сети, состоящей из одного повторителя и двух оптоволоконных сегментов длиной по 136 м:

- каждый сегмент вносит задержку по 136 bt
- пара сетевых адаптеров FX дает задержку в 100 bt
- сам повторитель вносит задержку в 140 bt

Сумма задержек равна 512 bt, что говорит о том, что сеть корректна, но запас принят равным 0

Fast Ethernet

Выводы

Область применения технологии Fast Ethernet

Ключевые свойства технологии Fast Ethernet:

- большая степень преемственности по отношению к 10-Мбитному Ethernet
 - высокая скорость передачи данных – 100 Мбит/с
 - возможность работать на основных типах кабельной проводки – UTP категории 3 и 5, STP Type 1, многомодовом оптоволокне
-

Случаи применения Fast Ethernet:

- организации и те части сети, где до этого широко применялся 10-Мбитный Ethernet
- создание достаточно крупных сетей, к которым относятся сети зданий с количеством узлов в несколько сотен

Ethernet не следует заменять на Fast Ethernet в случае, когда:

- происходит подключение к сети персональных компьютеров с шиной ISA
-

Недостатки технологии Fast Ethernet

- большие задержки доступа к среде при коэффициенте использования среды выше 30-40%, являющиеся следствием применения алгоритма доступа CSMA/CD
 - небольшие расстояния между узлами даже при использовании оптоволоконна – следствие метода обнаружения коллизий
-