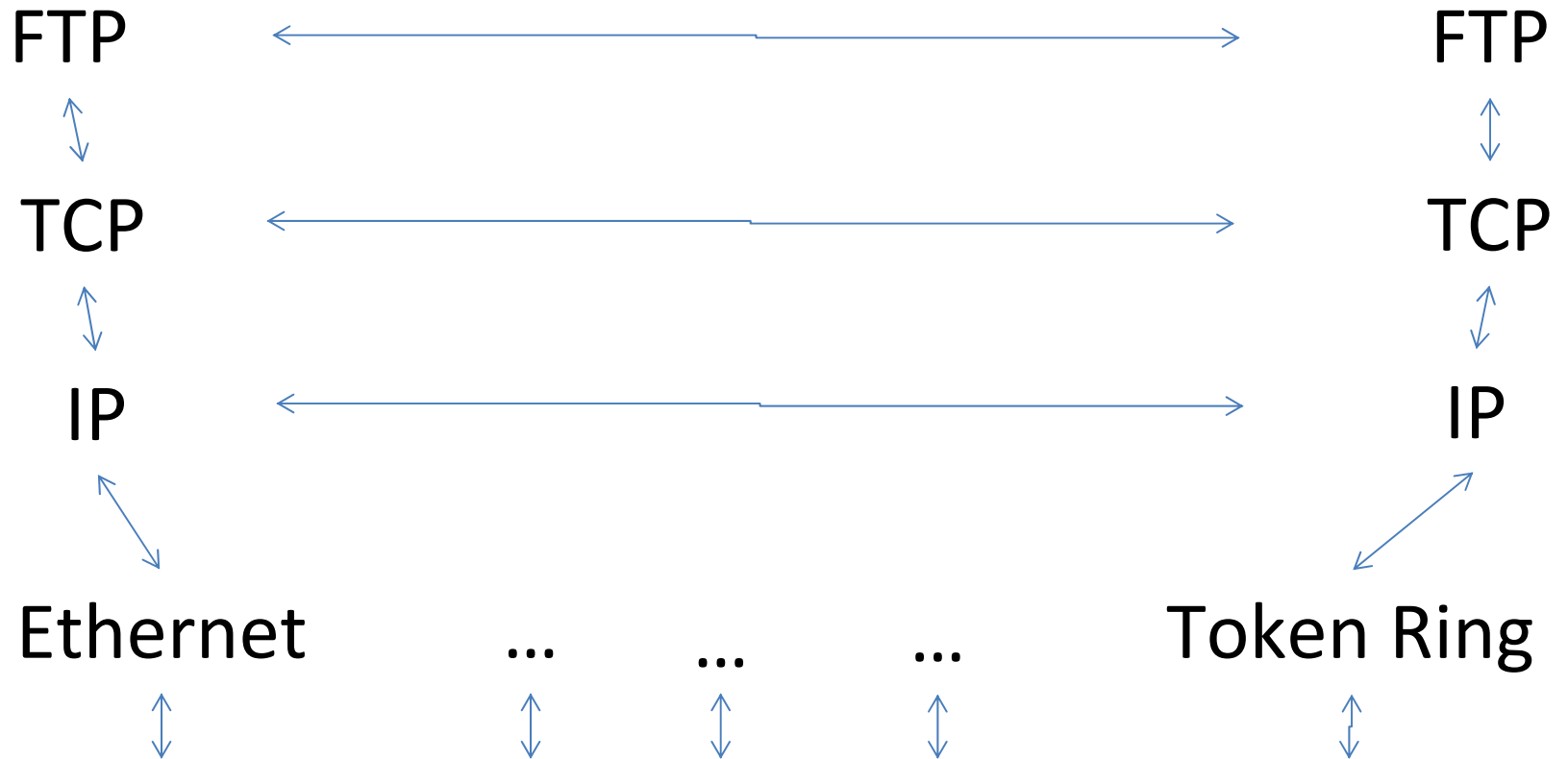


Канальный уровень взаимодействия

Протоколы и скорости

Связь между различными сетями



Различные физические среды передачи данных

Канальный уровень

- Datalink layer
- Возникает топология и передача информации, аппаратная адресация, обнаружение ошибок

Выделяют два подуровня

- Logical Link Control
- Media Access Control

CSMA/CD

- Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection
- множественный доступ с контролем несущей и обнаружением коллизий
- Если при передаче кадра станция обнаруживает другой передающий сигнал – происходит коллизия, передача откладывается на случайный промежуток времени

Ethernet

- 22 мая 1973 года
- Xerox
- 3 Мбит/с
- 6 байтовые адреса (MAC), зашитые производителем, 3 старших байта – код производителя, 3 младших – номер интерфейса
- Ethernet v1 на данный момент устарел

Ethernet v2 кадр

- Адрес получателя (6 байт)
- Адрес отправителя (6 байт)
- Тип пакета (2 байта)
- Данные (46-1500 байт)
- Контрольная сумма (4 байта)

Разновидности Ethernet

- Ранние модификации
- Ethernet – 10 Мбит/с
- Fast Ethernet – 100 Мбит/с
- Gigabit Ethernet – 1 Гбит/с
- Ethernet 10G – 10 Гбит/с

Ранние модификации

- Xerox Ethernet – 3 Мбит/с
- 1BROAD36 – широкополосная модуляция, коаксиальный кабель, распространения не получил
- 1BASE5 (StarLan) – первый стандарт на витой паре, скорость 1 Мбит/с, коммерческого применения не получил

Ethernet

- 10BASE5 IEEE 802.3 – «толстый» Ethernet, до 500м, скорость до 10 Мбит/с
- 1BASE2 IEEE 802.3a – «тонкий» Ethernet, до 185 метров, скорость 10 Мбит/с, коаксиальный кабель, Т-коннекторы, продержался долгое время
- StarLAN 10, в последствии 10BASET, витая пара 10 Мбит/с

Ethernet

- FOIRL – Fiber-optic inter-repeater link, базовый стандарт для оптоволоконного Ethernet, расстояния до 1 км
- 10BASE-F – оптоволоконный кабель до 2 км, имеет разновидности в зависимости от функций
 - FB – Fiber Backbone для объединения в магистраль
 - FP – Fiber Passive для объединения без повторителей

Fast Ethernet

- 100BASE-T для передачи на расстояние до 100 метров, имеет разновидности
 - TX, витая пара 5 категории, используются только две пары
 - T2 – витая пара 3 категории, используются две пары
 - T4 – витая пара 3 категории, используются четыре пары

Fast Ethernet

- 100BASE-FX – многомодовое оптическое волокно, расстояние 400 м в полудуплексе и до 2 км в полном дуплексе
- 100BASE-SX – одномодовое оптическое волокно, до 10 км
- 100BASE-FX WDM – одномодовое волокно, расстояние ограничивается мощностью передатчиков

Gigabit Ethernet

- 1000BASE-T – витая пара категории 5е, используются 4 пары, расстояние до 100м
- 1000BASE-TX – витая пара 6 категории, существенно упрощены приёмники и передатчики
- 1000BASE-SX – многомодовое оптическое волокно, до 550 м
- 1000BASE-LX – одномодовое волокно до 50 км
- 1000BASE-CX – твинаксиальный кабель, расстояния до 25 метров, не используется
- 1000BASE-LH – одномодовое волокно, до 100 км

Ethernet 10G

- 10GBASE-CX4 — для коротких расстояний, до 15 метров, медный кабель CX4 и коннекторы InfiniBand
- 10GBASE-SR — для коротких расстояний, до 82 метров, многомодовое волокно. Расстояния до 300 метров с использованием нового многомодового волокна (2000 МГц/км).
- 10GBASE-LX4 — расстояния от 240 до 300 метров для многомодового волокна. Расстояния до 10 километров при использовании одномодового волокна.
- 10GBASE-LR и 10GBASE-ER — расстояния до 10 и 40 километров соответственно.
- 10GBASE-T, IEEE 802.3an-2006 — Экранированная витая пара, до 100 метров.

Вопросы

- Как контролируется доступ к среде в сетях Ethernet?
- Какова скорость передачи по первому стандарту Ethernet?
- Какая адресация используется в Ethernet?

PPP

- Point-to-Point Protocol
- Двухточечный протокол канального уровня
- Для установления прямой связи между узлами
- Поддерживает аутентификацию, шифрование и сжатие данных
- Часто встречается такая разновидность как Point-to-Point Protocol over Ethernet

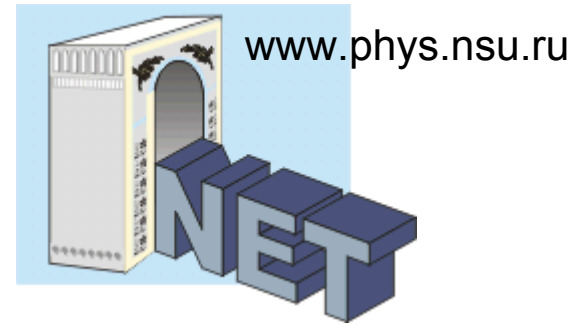
PPP

- Существуют варианты аутентификации, при которых пароль передаётся открытым текстом, но есть и более защищённые
- Предоставляет возможность отправки данных через несколько каналов, имея при этом одно логическое соединение Multilink PPP
- Обнаруживает кольцевые связи посредством отправки волшебных номеров (Magic Numbers) которые могут показать, что сообщение получено от самого себя

Token Ring

- Кольцевая топология
- Отсутствие коллизий за счёт использования маркера
- Детерминированное время отклика
- Высокая надёжность
- Сложность дополнительного подключения
- Скорости 4 Мбит/с и 16 Мбит/с
- Количество станций в сегменте до 260

ARCNet



- Attached Resource Computer NETwork
- Первая технология создания сетей микрокомпьютеров
- Разработан компанией dataroint в 1977г
- Пик популярности ARCNet приходится на 80-ые года 20 века
- Топологии шины или звезды со скоростью 2.5 Мбит/с, кольцевые соединения недопустимы

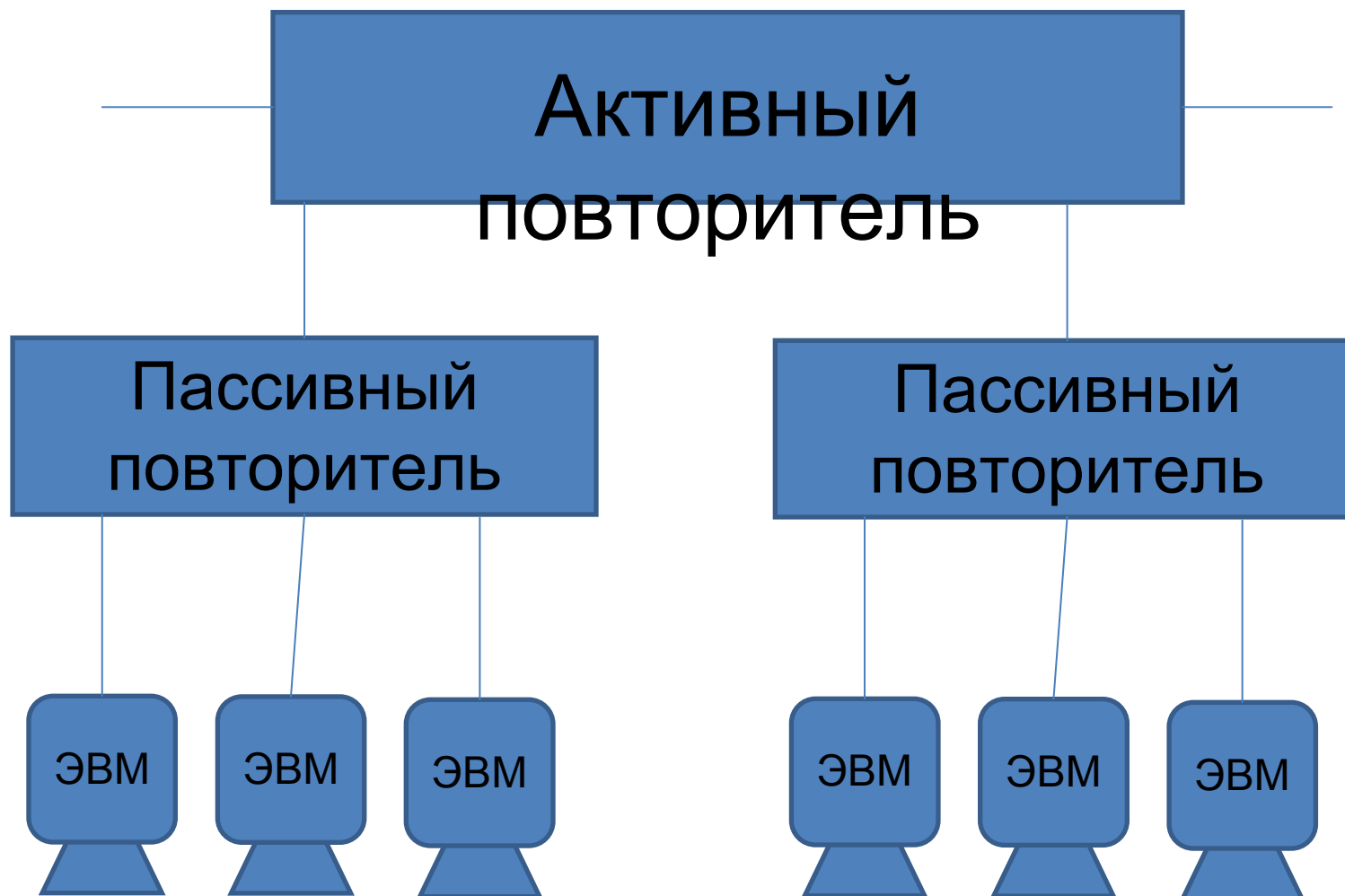
ARCNet

- Пассивные и активные повторители
- Может использоваться витая пара, коаксиальный кабель или оптическое волокно
- Активные повторители обычно на 8 входов, пассивные – на 4.
- Можно подключить только 3 рабочих станции поскольку один вход будет занят для связи с активным повторителем

ARCNet

- Расстояние между активными повторителями – 600м, между пассивными – 35 м
- Пассивные повторители не могут соединяться друг с другом
- Активные – могут, образуя иерархическую структуру
- Максимальное число рабочих станций в сети – 255
- Предельная суммарная длина кабелей многосегментной сети – 7 км

ARCNet



ARCNet

- Каждому узлу в сети присваивается уникальный адрес в диапазоне от 1 до 255
- Стандарт arcnet поддерживает работу с пакетами двух длин: <253 или 506
- Отличительной особенностью сети является низкая избыточность - заголовки пакетов имеют длину 3-4 байта
- Все пакеты в arcnet начинаются с байта, содержащего единицы во всех разрядах

ARCNet

Пять разновидностей пакетов:

- Пакет маркер (itt-приглашение). Рабочая станция, получившая такой пакет, может что-нибудь послать.
- Запрос свободного буфера (FBE - free buffer enquire). Служит для выяснения возможности приема данных получателем.
- Подтверждение получения (ACK), посылается в ответ на FBE при корректном приеме.
- Отрицательное подтверждение (NAK), посылается в случае приема с ошибкой.
- Пакет, содержащий информацию, адрес получателя, отправителя и контрольную сумму.

ARCNet

- Метод доступа маркерный (token passing)
- В сетях ARCnet, несмотря на шинную логическую топологию, нет коллизий
- Право на передачу данных передается с помощью специального кадра-маркера ITT, формируемого контроллером сети
- Контроллер последовательно посылает маркер по адресам активных узлов и следит за выполнением транзакций

ARCNet

- При нормальной работе каждый узел получает маркер по крайней мере раз в 840 мс
- Узел, не получивший маркер за такое время, посылает специальную длинную битовую последовательность, разрушающую старый маркер
- После этого он формирует новый маркер, получая который, узлы должны посылать широковещательные сообщения (с нулевым адресом получателя), содержащие свои адреса

ARCNet

- После этого взаимного представления узлов определяется новый контроллер — им будет узел с минимальным адресом
- Аналогичная процедура выполняется по включении узла

ARCNet кадры

- Короткие кадры могут содержать от 0 до 249 байт полезной информации
- Длинные кадры могут нести от 253 до 504 байт
- Для того, чтобы иметь возможность работать с кадрами, содержащими 250, 251 или 252 байт информации, введен специальный формат (exception)

ARCNet адресация

- IP и ARP-дейтограммы инкапсулируются в соответствующие ARCNET пакеты
- Если длина дейтограмм превосходит 504 октета, они делятся на фрагменты и пересылаются по частям. Взаимосвязь IP- и 8-битных ARCNET адресов осуществляется с помощью протокола ARP

ARCNet адресация

- Можно устроить так, чтобы младшие 8 бит IP-адреса совпадали с ARCNET адресом
- В этом случае ARP-протокол не потребуется
- Но этот путь не рекомендуется, так как он менее гибок
- Все широковещательные и мультикастинг IP-адреса должны соответствовать ARCNET-адресу 0

ARCNet достоинства

- Сети ARCNET отличаются дешевизной, простотой установки и эксплуатации
- За последнее время в связи с резким удешевлением Ethernet-интерфейсов это преимущество несколько нивелировалось
- меньшая критичность к кабелю
- способность покрывать большое пространство
- легкость диагностики сети при звездообразной топологии

ARCNet недостатки

- малоэффективное использование и без того низкой пропускной способности канала из-за избыточности кода (исходный байт «распухает» до 11 бит) и большого числа административных пакетов
- Реальная производительность, не превышающая 65 % от скорости канала и для малых сетей, с увеличением, числа, узлов падает
- Однобайтное ограничение на адрес создает неудобства при объединении сетей
- Ошибочное задание совпадающих адресов локализуется сугубо экстенсивными методами
- Малый размер кадра создает трудности стыковки с вышестоящими уровнями (Novell IPX, например, передает пакет длиной 576 байт).

ARCNet сегодня

- В настоящее время разработан стандарт arcnet plus, рассчитанный на скорость обмена до 20 Мбит/с, совместимый с прежней версией
- стандарт позволяет строить сети с числом станций в 8 раз больше, чем старый
- Если в сети присутствуют узлы, рассчитанные на разную скорость обмена, выбор полосы пропускания осуществляется при установлении связи
- Соединение с другими сетями (например, Ethernet, Token Ring или Интернет) возможно через специальные шлюзы, мосты или маршрутизаторы

ARCNet plus

- развитие технологии ARCnet, в нашей стране практически и не встречавшееся
- в настоящее время аппаратура ARCnet практически не выпускается, что осложняет эксплуатацию ранее установленных сетей этой архитектуры. Однако архитектура ARCnet до сих пор поддерживается многими сетевыми программными продуктами
- ARCNet по некоторой информации может найти своё место во встраиваемых системах

FDDI



- FDDI (fiber distributed data interface, ISO 9314-1, rfc-1512, -1390, -1329, -1285)
- стандарт американского института стандартов (ansi), принятый без изменения ISO
- Протокол рассчитан на физическую скорость передачи информации 100 Мбит/с и предназначен для сетей с суммарной длиной до 100км (40 км для мультимодовых волокон) при расстоянии между узлами 2 км или более.

FDDI

- Кольцевая топология
- Для доступа к сети используется маркер (развитие протокола Token Ring).
- Используются два кольца, пакеты по которым движутся в противоположных направлениях

FDDI

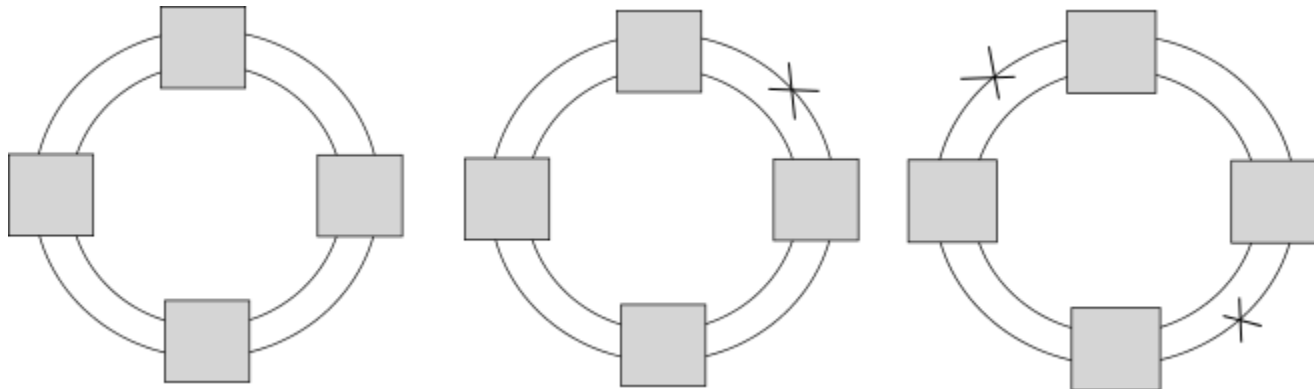
- Обычно устройства (DAS - dual attached station) подключаются к обоим кольцам одновременно.
- В норме только одно кольцо активно (первичное), но при возникновении сбоя (отказ в одном из узлов) активизируется и второе кольцо
- Это заметно повышает надежность системы, позволяя обойти неисправный участок

FDDI

- Предусмотрена возможность подключения станций и только к одному кольцу (SAS - single attached station), что заметно дешевле
- К одному кольцу можно подключить до 500 das и 1000 sas
- Сервер и клиент имеют разные типы интерфейсов
- Отказ в любом из узлов не приводит к разрыву кольца, поток кадров автоматически пойдет в обход поврежденного участка

FDDI

- При обрывах оптоволоконна возможно частичное (при двух обрывах) или полное (при одном обрыве) восстановление связности сети.



Вопросы

- Какие из сетей рассмотренных сетей имеют маркерный доступ?
- В чём его преимущества и недостатки?
- Какую технологию можно считать первой?
- Какое количество абонентов поддерживает протокол PPP?
- Какой недостаток в адресации ARCNet?