

Лабораторная работа № 4

Построение локальных вычислительных сетей с использованием технологий Token Ring и FDDI

Цель работы: получить навыки выбора оборудования, кабельной системы для построения инфраструктуры локальной вычислительной сети уровня предприятия на основе технологий Token Ring и FDDI.

Краткие теоретические сведения

Стандарты Token Ring и IEEE 802.5

Сеть Token Ring первоначально была разработана компанией IBM в 1970 гг. Она по-прежнему является основной технологией IBM для локальных сетей, уступая по популярности среди аналогичных технологий только Ethernet/IEEE 802.3. Стандарт IEEE 802.5 практически идентичен и полностью совместим со стандартом Token Ring IBM. Стандарт IEEE 802.5 был фактически создан по образцу Token Ring IBM, и продолжает отслеживать ее разработку. Термин "Token Ring" часто применяется как при ссылке на сеть Token Ring IBM, так и на сеть IEEE 802.5.

В табл. 1 представлены обобщенные характеристики сетей Token Ring и IEEE 802.5.

Таблица 1

	IBM Token Ring	IEEE 802.5
Скорость передачи данных, Мб/с	4 или 16	4 или 16
Количество станций в сегменте	260 (STP) 72 (UTP)	250
Физическая топология	Звезда	Не определено
Тип среды передачи	Витая пара	Не определено
Максимальная длина кабеля между станцией и концентратором, м	100 (STP) 45 (UTP)	100
Передача сигнала	В основной полосе частот	В основной полосе частот
Метод доступа к среде передачи	Маркерный	Маркерный
Способ кодирования	Манчестерский	Манчестерский

Token Ring и IEEE 802.5 являются наиболее яркими примерами сетей, использующих маркерный метод доступа к среде передачи. В этом случае по сети передается небольшой блок данных, называемый маркером. Владение маркером гарантирует право передачи данных. Если станция, получившая маркер, не нужно выполнять передачу данных, маркер переправляется следующей станции в кольце. Каждая станция может удерживать маркер в течение определенного максимального времени.

Если у станции, получившей свободный маркер, имеются данные для передачи, она захватывает маркер, изменяет у него один бит (в результате чего маркер превращается в последовательность "начало блока данных"), дополняет информацией, которую он хочет передать и отправляет эту информацию следующей в кольце станции. Когда информационный блок циркулирует по кольцу, маркер в сети отсутствует (если только кольцо не обеспечивает "раннего освобождения маркера" - *early token release*), поэтому другие станции, желающие передать информацию, вынуждены ожидать. Следовательно, в сетях Token Ring не может быть коллизий. Если обеспечивается раннее освобождение маркера, то новый маркер может быть выпущен после завершения передачи блока данных.

Информационный блок передается по кольцу, пока не достигнет станции назначения, которая копирует информацию для дальнейшей обработки. После этого блок передается дальше по кольцу, пока не достигнет отправителя, который должен удалить этот блок. Отправитель может проверить вернувшийся блок, чтобы убедиться, что он был доставлен станции назначения.

В отличие от сетей, использующих метод доступа CSMA/CD (например, Ethernet), сети с передачей маркера являются детерминированными сетями. Это означает, что можно вычислить максимальное время, которое пройдет, прежде чем любая конечная станция сможет передавать данные. Эта характеристика, а также некоторые характеристики надежности, делают сеть Token Ring идеальной для применений, когда, во-первых, задержка передачи должна быть предсказуема и, во-вторых, важна устойчивость функционирования сети. Примерами таких применений является среда автоматизированных станций на промышленных предприятиях.

Особенности физического уровня в сетях Token Ring

Станции сети IBM Token Ring напрямую подключаются к многостанционному устройству доступа (*multistation access unit, MSAU*), которые могут быть объединены с помощью кабелей, образуя одну большую кольцевую сеть (рис. 1). Кабели-перемычки соединяют MSAU со смежными MSAU. Кабели-лепестки подключают MSAU к станциям. В составе MSAU имеются шунтирующие реле для исключения станций из кольца.

Сети Token Ring используют сложную систему приоритетов, которая позволяет некоторым станциям с высоким приоритетом, назначенным пользователем, более часто пользоваться сетью. Блоки данных Token Ring содержат два поля, которые управляют приоритетом: поле приоритетов и поле резервирования.

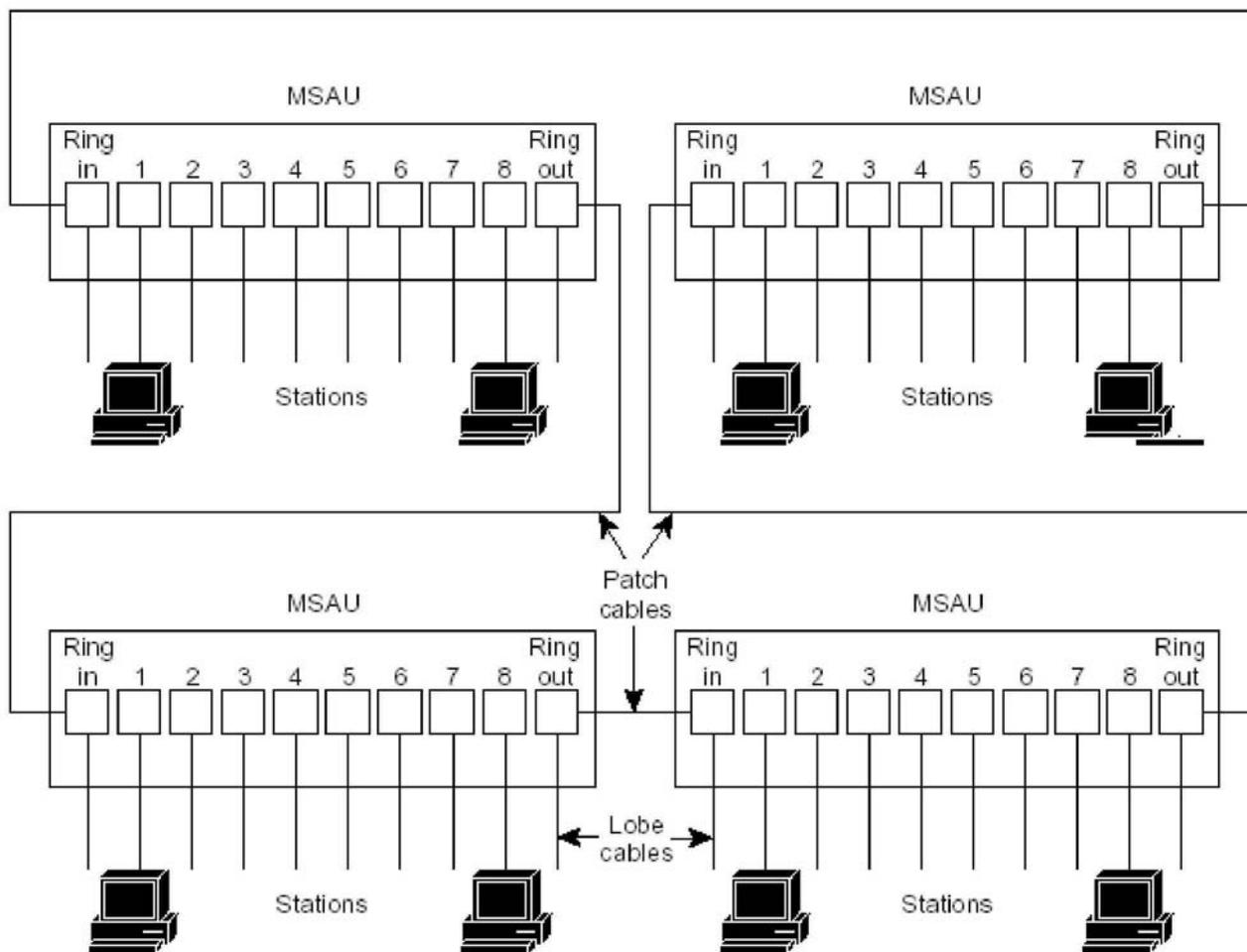


Рис. 1

Только станции с приоритетом, который равен или выше величины приоритета, содержащейся в маркере, могут завладеть им. После того, как маркер захвачен и изменен (в результате чего он превратился в информационный блок), только станции, приоритет которых выше приоритета передающей станции, могут зарезервировать маркер для следующего прохода по сети. При генерации следующего маркера в него включается более высокий приоритет данной резервирующей станции. Станции, которые повышают уровень приоритета маркера, должны восстановить предыдущий уровень приоритета после завершения передачи.

Сети Token Ring используют несколько механизмов обнаружения и устранения неисправностей в сети. Так, в сети выбирается "активный монитор" (*active monitor*), в роли которого может выступить любая станция. Эта станция действует как централизованный источник синхронизирующей информации для других станций кольца и выполняет разнообразные функции для поддержания кольца. Одной из таких функций является удаление из кольца постоянно циркулирующих блоков данных. Если устройство, отправившее блок данных, отказало, то этот блок может постоянно циркулировать по кольцу. Это может помешать другим станциям

передавать собственные блоки данных и фактически блокирует сеть. Активный монитор может выявлять и удалять такие блоки и генерировать новый маркер.

Звездообразная топология сети IBM Token Ring также способствует повышению общей надежности сети. Т.к. вся информация сети Token Ring просматривается активными MSAU, эти устройства можно запрограммировать так, чтобы они проверяли наличие проблем и при необходимости выборочно удаляли станции из кольца.

Применение сигнализирующего (*beaconing*) алгоритма в сети Token Ring дает возможность выявлять и устранять некоторые неисправности сети. Если какая-нибудь станция обнаружит серьезную проблему в сети (например, обрыв кабеля), она высылает сигнальный блок данных. Сигнальный блок данных указывает домен неисправности, в который входят станция, сообщающая о неисправности, ее ближайший активный сосед, находящийся выше по течению потока информации (*nearest active upstream neighbor, NAUN*), и все, что находится между ними. Сигнализация инициализирует процесс, называемый автореконфигурацией (*autoreconfiguration*), в ходе которого узлы, расположенные в пределах отказавшего домена, автоматически выполняют диагностику, пытаясь реконфигурировать сеть вокруг отказавшей зоны. В физическом плане MSAU может выполнить это с помощью электрической реконфигурации.

Стандарт FDDI

Стандарт FDDI (*Fiber Distributed Data Interface*) был выпущен комитетом ANSI X3T9.5 в середине 80-х годов. В этот период требования, предъявляемые со стороны быстродействующих рабочих станций, начали превышать возможности существующих локальных сетей (в основном Ethernet и Token Ring). Возникла необходимость в новом стандарте для локальных сетей, который удовлетворил бы требования новых рабочих станций и распределенных вычислительных систем. Вместе с этим, все большее значение уделяется проблеме надежности сети, поскольку многие критические по назначению прикладные задачи были перенесены из больших компьютеров в сети.

Стандарт FDDI определяет сеть со скоростью передачи данных 100 Мб/с, с двойным кольцом и передачей маркера (рис. 2). Трафик по двойному кольцу движется в противоположных направлениях. В физическом выражении кольцо состоит из двух или более двухточечных соединений между смежными станциями. Одно из двух колец FDDI называется первичным кольцом, другое - вторичным кольцом. Первичное кольцо используется для передачи данных, в то время как вторичное кольцо обычно является дублирующим.

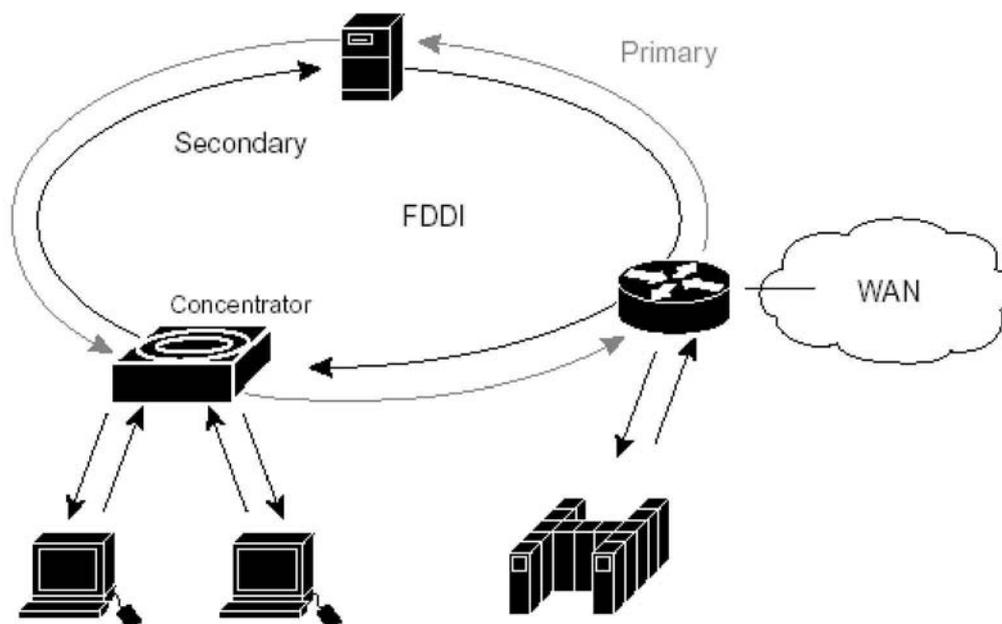


Рис. 2

В качестве среды передачи используется волоконно-оптический кабель. Оптоволокно обеспечивает ряд преимуществ по сравнению с более широко применяемыми медными проводниками, включая защиту данных (не излучает электрические сигналы, которые можно перехватывать), надежность (устойчиво к электрическим помехам) и скорость (потенциальная пропускная способность намного выше, чем у медного кабеля). Стандарт FDDI определяет два типа используемого оптического волокна: одномодовое (иногда называемое мономодовым) и многомодовое. Моды – это световая волна, входящая в оптическое волокно под определенным углом. Одномодовое волокно позволяет распространяться через оптическое волокно только одной моде, в то время как многомодовое одновременно несколькими. Так как множество мод света, распространяющихся по оптическому кабелю, могут проходить различные расстояния (в зависимости от угла входа), и, следовательно, достигать пункт назначения в разное время (явление, называемое модальной дисперсией), одномодовый световод способен обеспечивать большую полосу пропускания и передачу сигнала на большие расстояния, чем многомодовые световоды. Благодаря этим характеристикам одномодовые световоды часто используются в качестве основы крупномасштабных сетей, в то время как многомодовый световод часто используется в сетях уровня рабочих групп. В многомодовом световоде в качестве генераторов света используются диоды, излучающие свет (LED), в то время как в одномодовом световоде обычно применяются лазеры.

Следует отметить, что существует также стандарт, именуемый CDDI (*Copper Distributed Data Interface*) или TPDDI (*Twisted-Pair Distributed Data Interface*), аналогичный FDDI, но определяющий в качестве среды передачи витую пару.

Основные характеристики сети FDDI приведены в табл. 2.

Таблица 2

	FDDI	CDDI
Скорость передачи данных, Мб/с	100	100
Количество станций в кольце	500	250
Физическая топология	Смешанная (кольцевая, древовидная)	Древовидная
Тип среды передачи	Оптоволокно	Витая пара (STP Type 1, UTP cat 5)
Максимальное расстояние между станциями, м	2000	200
Метод доступа к среде передачи	Маркерный	Маркерный
Способ кодирования	4B/5B	4B/5B

Особенности физического уровня стандарта FDDI

Отличительной чертой сетей FDDI является использование устройств с различным типом подключения к физической среде передачи:

- станции с одиночным подключением (Single-attachment station, SAS)
- станции с двойным подключением (Dual-attachment station, DAS)
- концентраторы

Станции с одиночным подключением подсоединяются только к одному (первичному) кольцу посредством концентратора. Преимуществом такого способа подключения станции к сети является то, что состояние станции не влияет на работу всего кольца, даже при физическом отключении от среды или выключении питания.

Станции с двойным подключением содержат два порта, именуемые А и В, и обеспечивающие соединение с первичным и вторичным кольцом. Как далее будет показано, станции с двойным подключением определяют структуру двойного кольца и влияют на работоспособность всей сети.

Концентраторы сети FDDI, также именуемые как *концентраторы с двойным подключением (Dual-attached concentrator, DAC)*, являются базовыми элементами сети. Они подключаются непосредственно к первичному и вторичному кольцу и обеспечивают контроль отказов или отключения питания станций с одиночным подключением, тем самым предотвращая разрыв кольца.

На рис. 3 представлена типичная конфигурация FDDI, включающая все типы узлов.

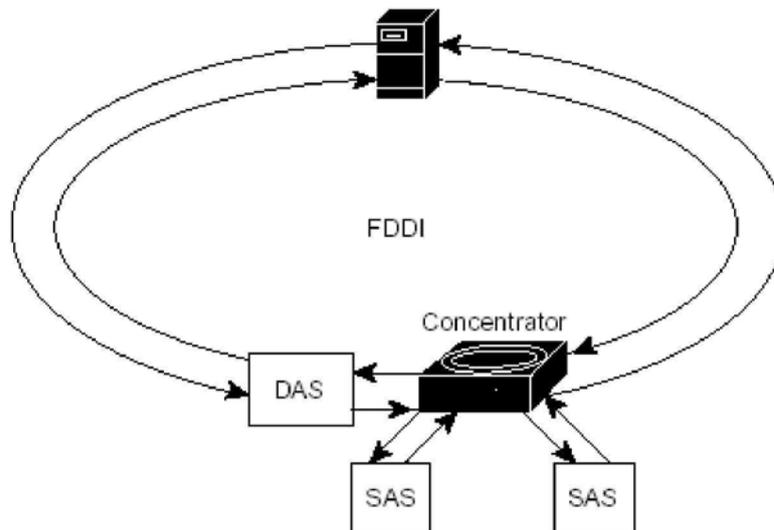


Рис. 3

Наличие двойной кольцевой сети повышает надежность функционирования всей сети. Если какая-нибудь станция, подключенная к двойной кольцевой сети, отказывает, или у нее отключается питание, или поврежден сетевой кабель, то двойная кольцевая сеть автоматически "свертывается" в одно кольцо, как показано на рис. 4. При отказе станции 3, изображенной на рисунке, двойное кольцо автоматически свертывается в станциях 2 и 4, образуя одинарное кольцо. Хотя станция 3 больше не подключена к кольцу, сеть продолжает работать для оставшихся станций.

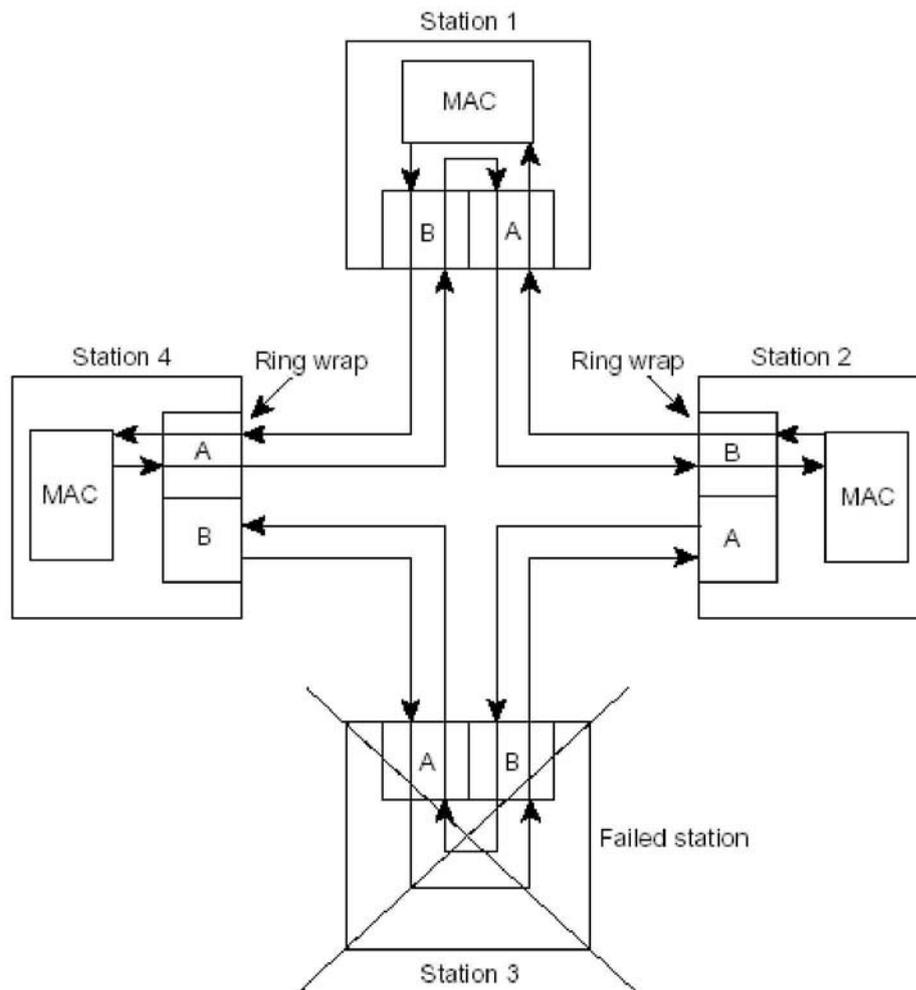


Рис. 4

На рис. 5 показано, как FDDI устраняет повреждение передающей среды. В данном примере кольцо сворачивается между станциями 3 и 4.

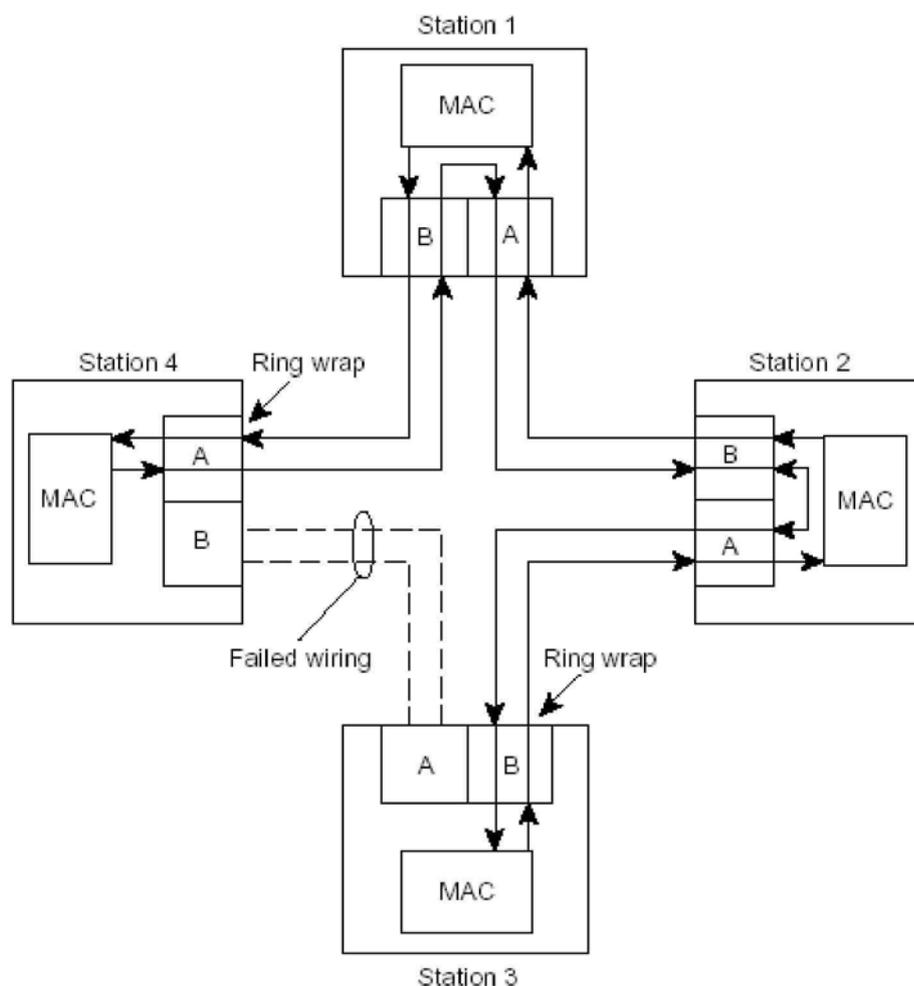


Рис. 5

По мере увеличения размеров сетей FDDI растет вероятность увеличения числа отказов кольцевой сети. Если имеют место два отказа кольцевой сети, то кольцо будет свернуто в обоих случаях, что приводит к фактическому сегментированию кольца на два отдельных кольца, которые не могут сообщаться друг с другом. Последующие отказы вызовут дополнительную сегментацию кольца. Для предотвращения сегментации кольца могут быть использованы оптические шунтирующие переключатели, которые исключают отказавшие станции из кольца (рис. 6).

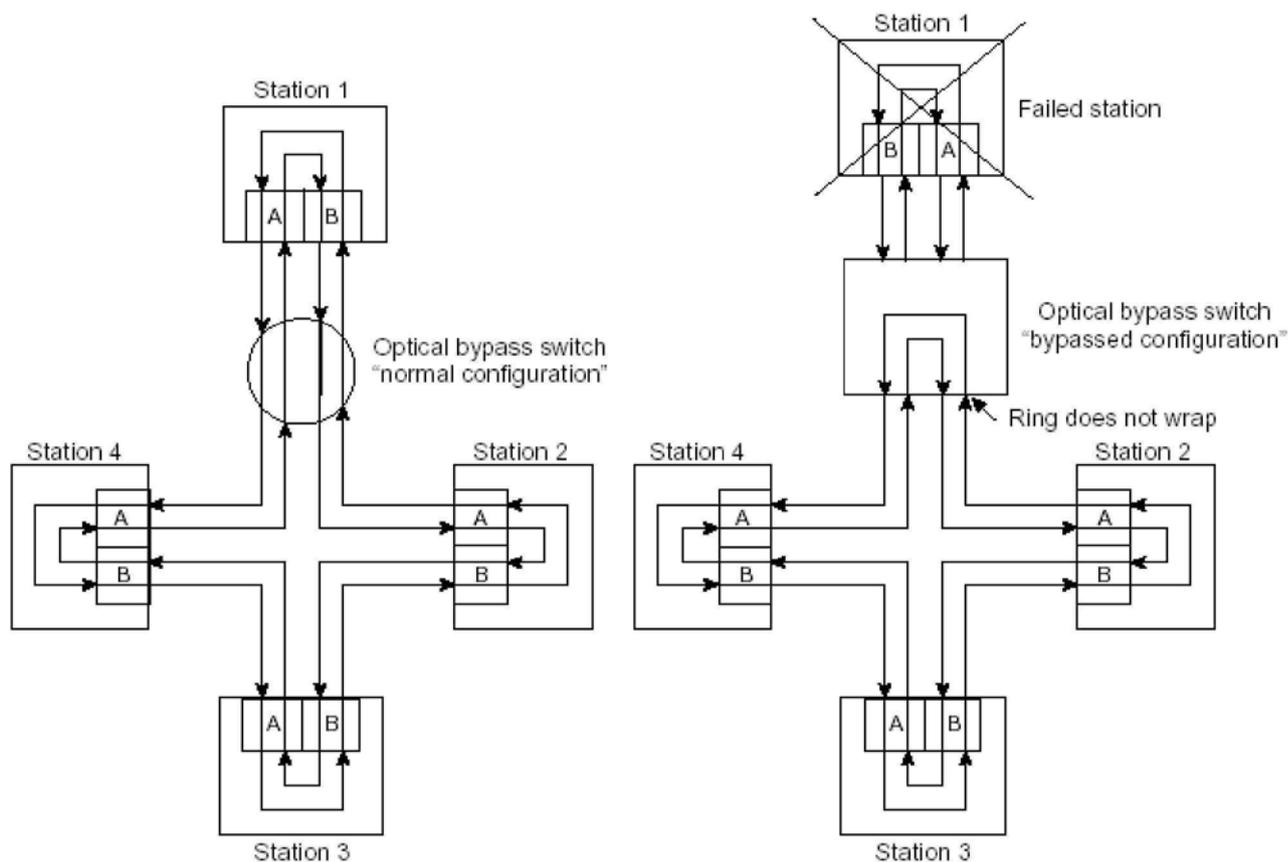


Рис. 6

Устройства, критичные к отказам, такие как маршрутизаторы или шлюзы, а также серверные системы, могут использовать другую технику повышения отказоустойчивости, называемую двухадаптерным подключением (*dual homing*), для того, чтобы обеспечить дополнительную избыточность и повысить степень работоспособности. При двухадаптерном подключении критичное к отказам устройство подсоединяется к двум концентраторам одновременно. Одна пара каналов концентраторов считается активной, другая пара – пассивной. Пассивный канал находится в режиме поддержки до тех пор, пока не будет установлено, что основной канал (или концентратор, к которому он подключен) отказал. Если это происходит, то пассивный канал автоматически активируется.

Таким образом, сети, использующие технологию FDDI, отличаются следующими важными свойствами:

- высокая степень отказоустойчивости
- большая протяженность
- высокая скорость передачи данных
- гибкий механизм распределения пропускной способности сети и назначения приоритетов станциям
- возможность максимального использования пропускной способности сети

Но при этом FDDI остается одной из наиболее дорогостоящих технологий, что и сужает область ее применения. Поэтому чаще всего FDDI используется для построения высокоскоростных магистральных сетей зданий, предприятий, городов, а также для обеспечения доступа к высокопроизводительным корпоративным серверам. Многие современные корпоративные сети строятся с использованием технологии FDDI в сочетании с более дешевыми технологиями Token Ring, Ethernet и Fast Ethernet. В связи с широким распространением более дешевых технологий, применение FDDI для создания небольших локальных сетей уровня рабочих групп представляется нецелесообразным.

Задание на работу

1. Используя пакет NetCracker, изучить состав и функциональные характеристики типового оборудования локальных сетей на основе технологий Token Ring и FDDI.
2. В соответствии с вариантом задания построить сеть предприятия с использованием технологий Token Ring и FDDI.
3. Для полученной модели сети задать необходимые типы потоков данных между рабочими станциями и серверами и произвести имитационное моделирование работы сети.
4. Проанализировать среднюю загрузку сетевого оборудования и среды передачи данных и время ответа для потока данных. Указать участки сети, уязвимые к перегрузкам, и определить средства повышения надежности функционирования сети.

Таблица 1. Варианты заданий.

№ варианта	Тип инфраструктуры	Тип трафика
1	1	2
2	2	3
3	3	4
4	4	1
5	1	3
6	2	4
7	3	1
8	4	2
9	1	4
10	2	1
11	3	2
12	4	3
13	1	1
14	2	2
15	3	3

Таблица 2. Тип инфраструктуры.

№ варианта	Количество зданий	Расстояние между зданиями	Количество этажей	Количество комнат на этаже
1	2	300	4	3
2	2	250	3	3
3	3	200	3	3
4	3	150	2	3

Таблица 3. Тип моделируемого трафика.

№ варианта	Количество файловых серверов	Количество HTTP-серверов	Количество FTP-серверов	Количество серверов баз данных
1	3	1	2	2
2	3	2	1	2
3	2	1	2	3
4	2	2	1	3

Контрольные вопросы

1. Краткая характеристика технологии Token Ring.
2. Особенности сетей стандарта FDDI.
3. Средства структуризации сетей на базе стандарта IEEE 802.5.
4. Типы оборудования сетей FDDI.
5. Средства обеспечения отказоустойчивости в сетях Token Ring и FDDI.

Дополнительная литература

1. Буров С. Комп'ютерні мережі – Л.: БаК, 1999.
2. Кулаков Ю.А., Омелянский С. В. Компьютерные сети. Выбор, установка, использование и администрирование – К.: Юниор, 1999.
3. Кульгин М. Технологии корпоративных сетей – СПб.: Питер, 2000.
4. Новиков Ю.В., Карпенко Д.Г. Аппаратура локальных сетей: функции, выбор, разработка – М.: ЭКОМ, 1998.
5. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы – СПб.: Питер, 1999.
6. CISCO Internetworking technology overview – Cisco, 1999.
7. IEEE Standard for Information Technology. Part 5: Token ring access method and physical layer specifications – IEEE Std 802.5, 1998 Edition.