

Технологии Ethernet

Основные принципы
организации и функционирования
сетей Ethernet

Ethernet — самая распространенная технология передачи информации в локальных и корпоративных сетях.

Все широко распространенные операционные системы поддерживают Ethernet.

Причины популярности Ethernet:

- высокая надежность,
- масштабируемость,
- гибкость,
- низкая стоимость.

Современные технологии Ethernet

- позволяют передавать данные со скоростями от 10 Мбит/с до 10 Гбит/с
- при расстояниях между станциями от нескольких метров до 40 км.

Разработаны стандарты технологий Ethernet со скоростями передачи 40 Гбит/с и 100 Гбит/с.

«Классический» стандарт Ethernet описывает протокол канального уровня, обеспечивающий передачу данных со скоростью 10 Мбит/с. Система передачи – моноканал (шина) на основе коаксиального кабеля, витой пары или волоконно-оптического кабеля.

10-мегабитный стандарт основан на технологиях экспериментальной сети Ethernet Network, созданной фирмой Xerox в 1975 году.

Метод доступа к передающей среде был опробован еще раньше: во второй половине 60-х годов в радиосети Aloha Гавайского университета исследовались различные варианты случайного доступа к общей радиосреде (отсюда — первая часть названия: «Ether» — эфир).

В 1980 году консорциум DIX (фирмы DEC, Intel и Xerox) разработал стандарт Ethernet II. На его основе был разработан стандарт IEEE 802.3 (принят в 1983 году). Стандарты Ethernet II и IEEE 802.3 во многом совпадают, и хотя некоторые различия все же имеются (например, в IEEE 802.3 выделены подуровни MAC и LLC – в оригинальном Ethernet эти подуровни объединены в единый канальный уровень; есть некоторые отличия и в форматах кадров), на практике часто названия «Ethernet» и «IEEE 802.3» используют как синонимы.

Алгоритмическую основу Ethernet составляет метод CSMA/CD (Carrier Sense Multiple e Access with Collision Detection – множественный доступ с прослушиванием несущей и обнаружением коллизий)

CSMA/CD описывает процедуру доступа станций к общему (разделяемому) каналу.

Каждая станция имеет уникальный MAC-адрес (MAC – Media Access Control, управление доступом к среде), «прошитый» в сетевом адаптере на заводе-изготовителе.

Структура кадра

Preamble	S F D	DA	SA	Length/ Type	Data	FCS
7	1	6	6	2	46 ... 1500	4

Preamble – преамбула

SFD – Start Frame Delimiter

DA – Destination Address – MAC-адрес станции-получателя

SA – Source Address – MAC-адрес станции-отправителя

Length/Type – длина кадра / тип протокола сетевого уровня

Data – данные сетевого уровня (пакет)

FCS – Frame Check Sequence – контрольная последовательность кадра
(контрольная сумма)

Контроллер MAC Ethernet, прежде чем приступить к передаче, прослушивает несущую. Несущая имеется в канале лишь тогда, когда другая станция ведет передачу. Физический уровень определяет наличие несущей и генерирует соответствующий сигнал для MAC. Наличие несущей говорит о том, что среда занята и слушающая станция должна уступить передающей.

InterFrame Gap (IFG) – межкадровый промежуток

После освобождения среды станция до начала собственной передачи должна выждать время IFG – минимальный промежуток времени после окончания предыдущего кадра (после предыдущей передачи – другой станцией).

Это время называется

- **interframe gap (IFG)**
- **interframe spacing,**
- **interpacket gap (IPG)**

Перед началом передачи станция определяет, свободен ли канал («прослушивает несущую» – **Carrier Sense**).

Перед началом передачи станция определяет, свободен ли канал («прослушивает несущую» – **Carrier Sense**).

Если канал занят, станция ждет, пока он освободится.

Перед началом передачи станция определяет, свободен ли канал («прослушивает несущую» – **Carrier Sense**).

Если канал занят, станция ждет, пока он освободится.

Если канал свободен, станция сразу передает кадр.

Перед началом передачи станция определяет, свободен ли канал («прослушивает несущую» – **Carrier Sense**).

Если канал занят, станция ждет, пока он освободится.

Если канал свободен, станция сразу передает кадр.

При этом все станции, подключенные к каналу, распознают факт передачи кадра.

Перед началом передачи станция определяет, свободен ли канал («прослушивает несущую» – **Carrier Sense**).

Если канал занят, станция ждет, пока он освободится.

Если канал свободен, станция сразу передает кадр.

При этом все станции, подключенные к каналу, распознают факт передачи кадра.

Та станция, собственный адрес которой совпадает с адресом получателя в заголовке кадра, принимает кадр (записывает его в свой внутренний буфер) и обрабатывает полученные данные;

Перед началом передачи станция определяет, свободен ли канал («прослушивает несущую» – **Carrier Sense**).

Если канал занят, станция ждет, пока он освободится.

Если канал свободен, станция сразу передает кадр.

При этом все станции, подключенные к каналу, распознают факт передачи кадра.

Та станция, собственный адрес которой совпадает с адресом получателя в заголовке кадра, принимает кадр (записывает его в свой внутренний буфер) и обрабатывает полученные данные; остальные станции игнорируют этот кадр.

Collision

CSMA/CD не исключает возможности возникновения такой ситуации, когда две станции одновременно могут решить, что канал свободен, и одновременно начать передачу.

В результате происходит коллизия (Collision) – два кадра «сталкиваются» в общем канале, что приводит к искажению информации.

Collision Detection

Collision Detection

При обнаружении коллизии (Collision Detection, CD) передающая станция:

Collision Detection

При обнаружении коллизии (Collision Detection, CD) передающая станция:

- 1) прекращает передачу;

Collision Detection

При обнаружении коллизии (Collision Detection, CD) передающая станция:

- 1) прекращает передачу;
- 2) усиливает коллизию — посылает в канал специальную (**jam-**) последовательность битов для более надежного распознавания (увеличения вероятности немедленного обнаружения) коллизии всеми станциями сети;

Collision Detection

При обнаружении коллизии (Collision Detection, CD) передающая станция:

- 1) прекращает передачу;
- 2) усиливает коллизию — посылает в канал специальную (**jam-**) последовательность битов для более надежного распознавания (увеличения вероятности немедленного обнаружения) коллизии всеми станциями сети;
- 3) после некоторой задержки пытается повторно передать свой кадр.

Collision Detection

При обнаружении коллизии (Collision Detection, CD) передающая станция:

- 1) прекращает передачу;
- 2) усиливает коллизию — посылает в канал специальную (**jam-**) последовательность битов для более надежного распознавания (увеличения вероятности немедленного обнаружения) коллизии всеми станциями сети;
- 3) после некоторой задержки пытается повторно передать свой кадр. Величина задержки выбирается как **равномерно распределенное случайное число** из интервала, длина которого *экспоненциально увеличивается* с каждой попыткой (максимальное количество попыток — 16). Такой алгоритм выбора величины задержки снижает вероятность коллизий и уменьшает интенсивность выдачи кадров в канал при его высокой загрузке.

Алгоритм экспоненциальной задержки

Перед началом передачи $S := 0$ — счетчик коллизий

После передачи каждого бита — проверка коллизии.

Если коллизии не обнаружено, считается, что передача прошла успешно.

/// Никаких подтверждений в CSMA/CD не предусмотрено!!!

При каждой коллизии **время задержки вычисляется заново.**

Если $S > 16$ — считается, что передача кадра не удалась —
слишком много коллизий

Коллизия распознается по наличию в канале сигнала, уровень которого соответствует работе двух или более трансиверов одновременно.

Следующая попытка может быть предпринята после тайм-аута, значение которого является псевдослучайной величиной и вычисляется каждой станцией независимо

$$t = \text{RAND} (0, 2^{\min(S, 10)})$$

, где S – содержимое счетчика коллизий,
10 – backofflimit.

Коллизия — следствие распределенного характера сети. Чем больше диаметр сети, то есть расстояние между двумя наиболее удаленными друг от друга станциями, тем больше вероятность возникновения коллизий в такой сети.



S – счетчик коллизий

«Среды свободна» = нет передачи + прошло время IFG после передачи предыдущего кадра другой станцией

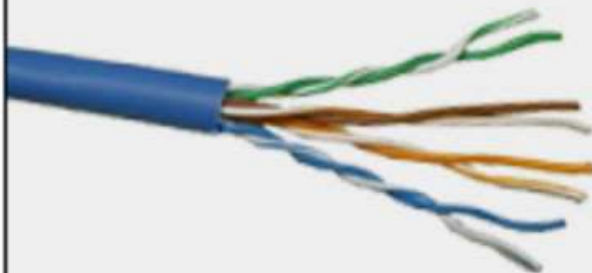
10BASE5 - "Thicknet"

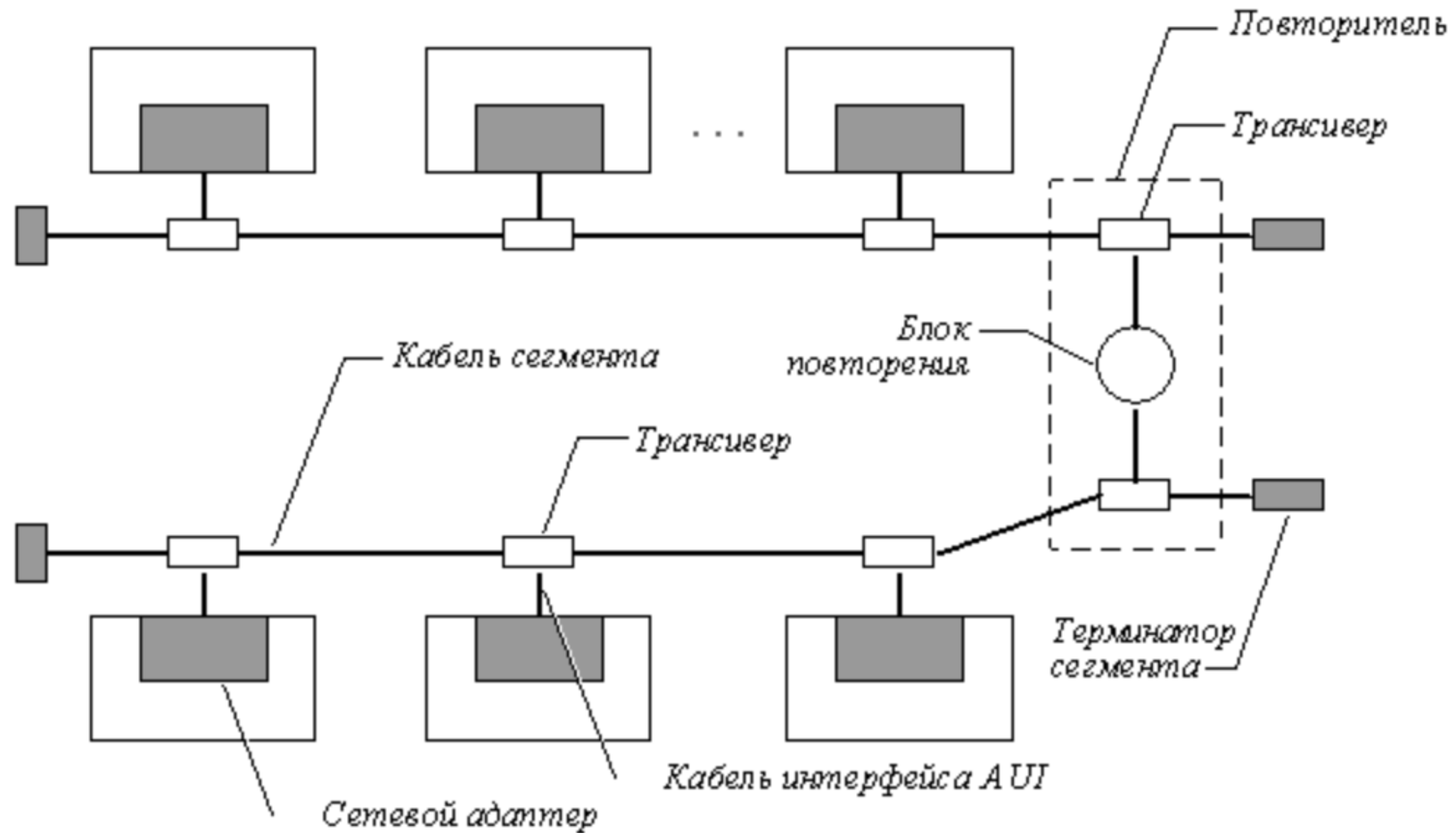


10BASE2 - "Thinnet"



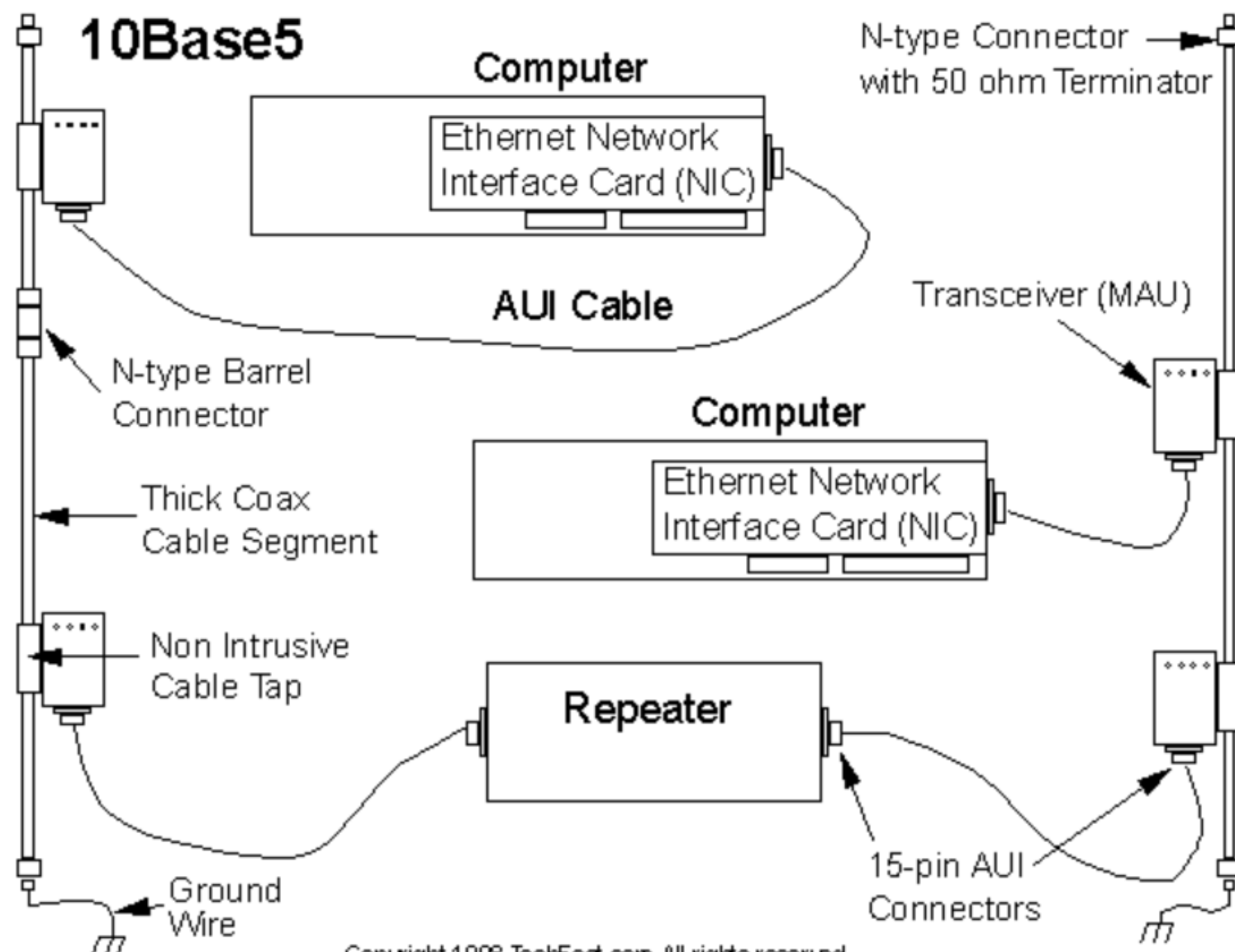
10BASE-T





Transceiver = *Transmitter* + *Receiver*
Repeater
AUI – Attachment Unit Interface

— **MAU** – Medium Attachment Unit



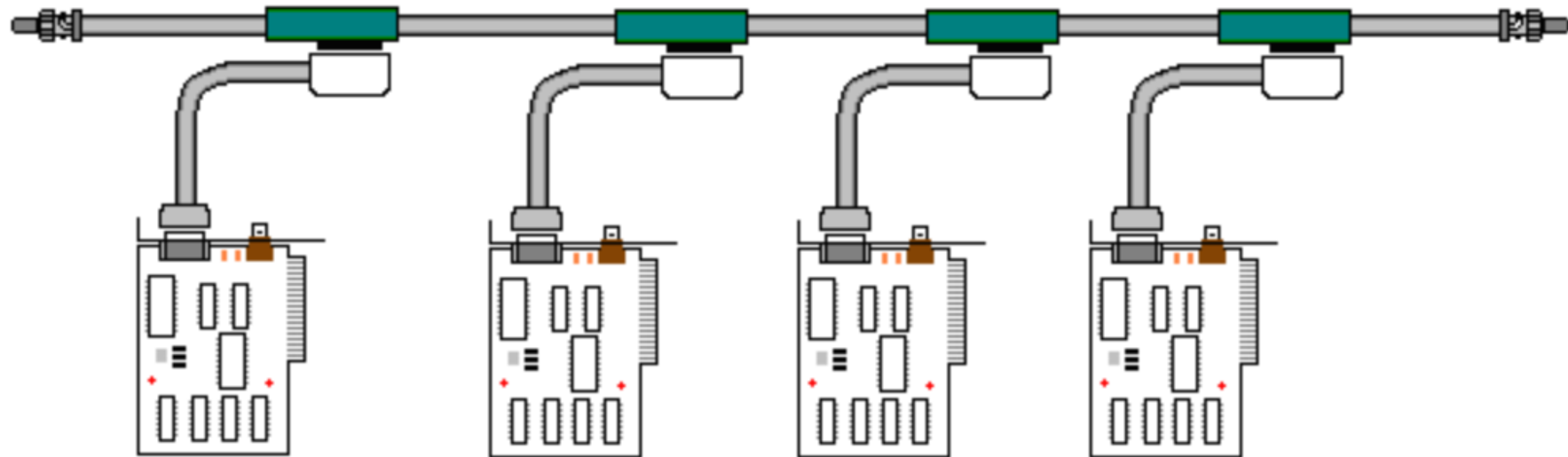


Terminators

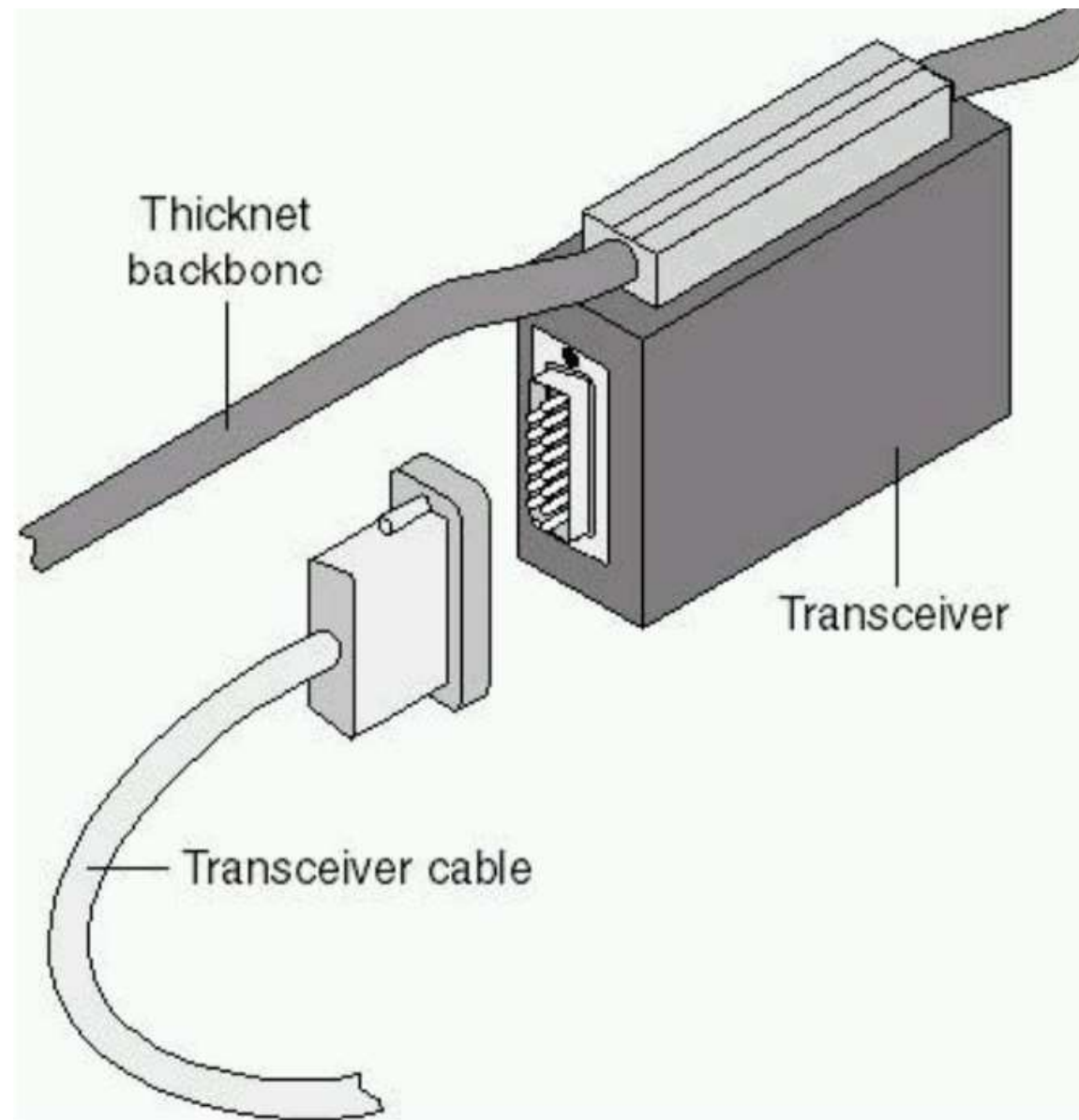


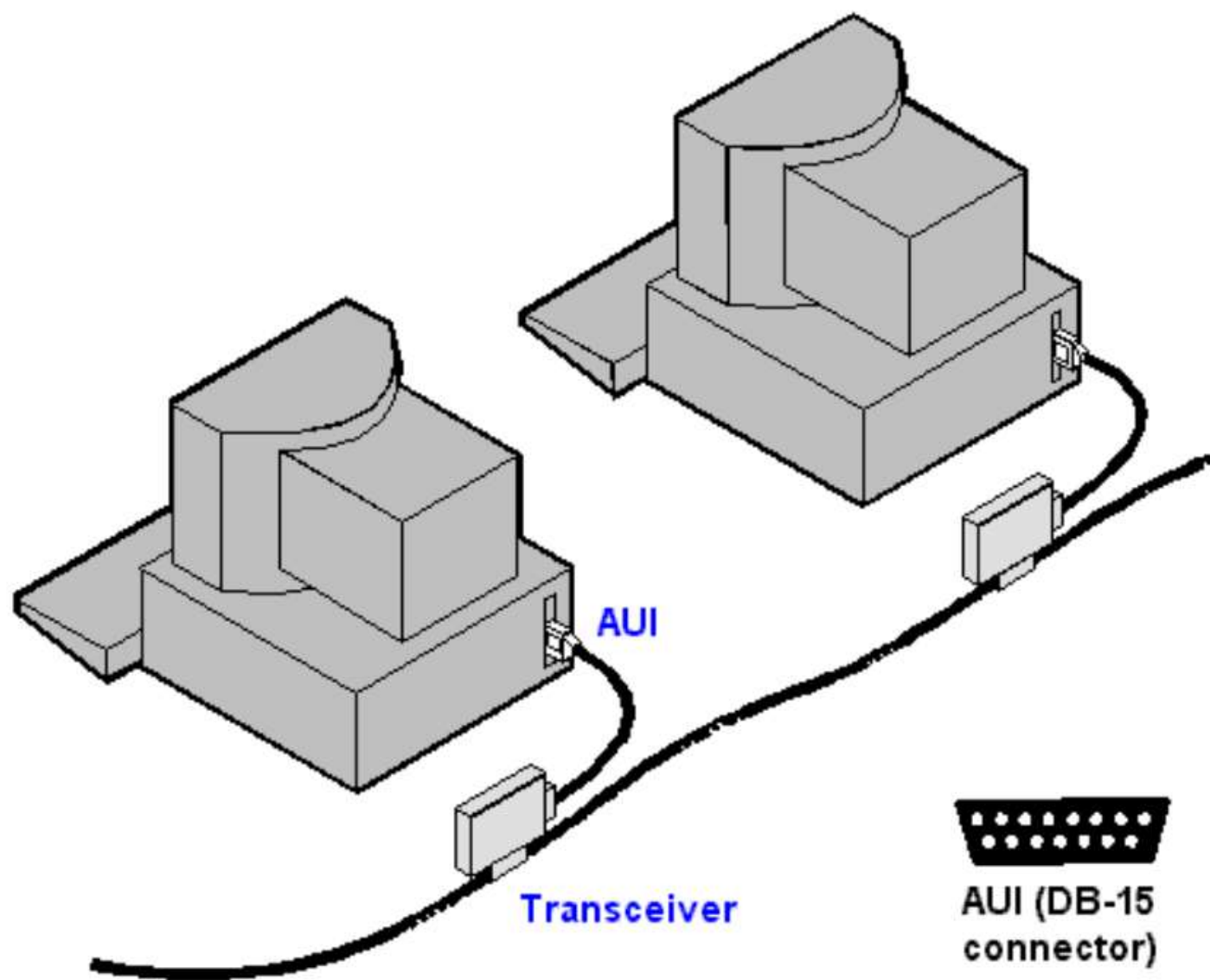
Transceiver

RG-11 Coax





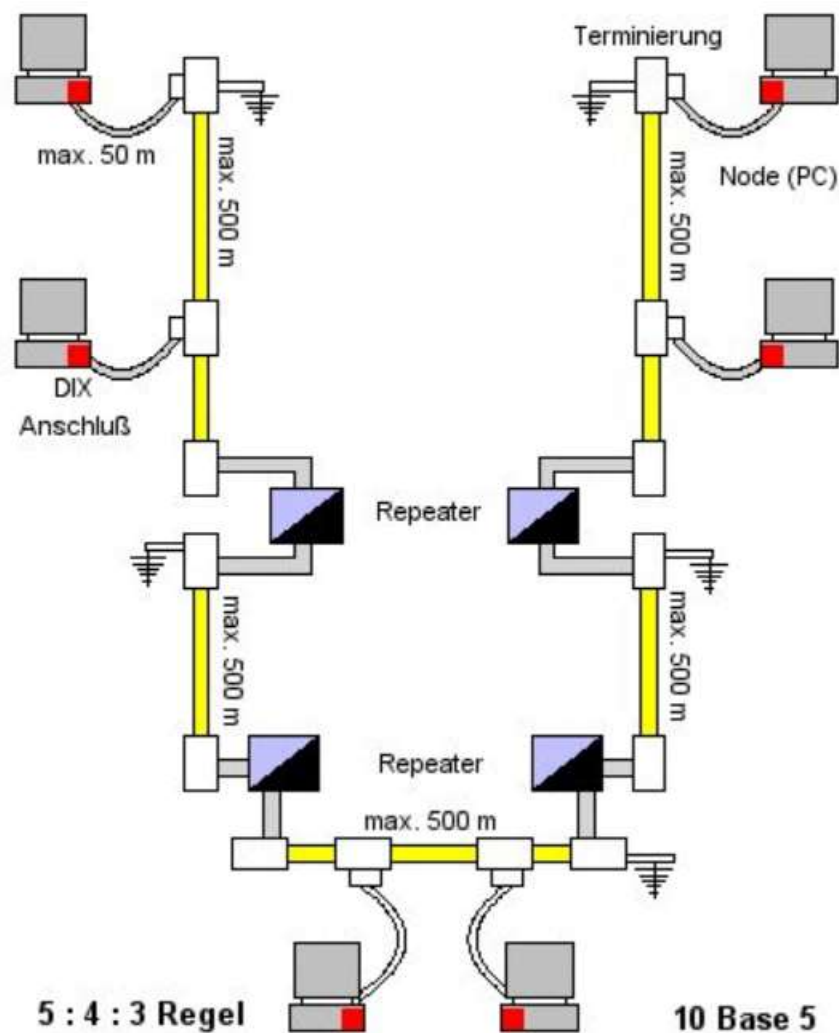




Домен коллизий (*Collision Domain*) – часть сети Ethernet, все узлы которой конкурируют за общую разделяемую среду передачи и, следовательно, каждый узел которой может создать коллизию с любым другим узлом этой части сети.

Другими словами, домен коллизий – это сегмент сети, имеющий общий канальный уровень (Data Link layer) модели OSI ISO, в котором передать кадр может только одна станция (в каждый момент времени). Задержка распространения кадров между станциями, либо одновременное начало передачи вызывает возникновение коллизий, которые требуют специальной обработки и снижают производительность сети.

Чем больше узлов в таком сегменте – тем выше вероятность коллизий. Для разделения домена коллизий применяются коммутаторы.



5-4-3

Домен коллизий
(Collision Domain)
не может содержать:

- более 5 сегментов
- более 4 повторителей
- более 3 сегментов с
подключенными станциями

