

Лекция 4. Расчет корректности конфигурации локальной сети.

В данной лекции разговор пойдет о сетях Ethernet и Fast Ethernet, как наиболее распространенных, однако некоторые из рассмотренных ограничений будут справедливы и в других сетях (естественно, с другими значениями параметров).

4.1. Расчет корректности конфигурации сети Ethernet.

Для того, чтобы сеть Ethernet могла функционировать корректно, ее конфигурация должна удовлетворять определенным требованиям, которые включают в себя:

1) Ограничение на максимальную/минимальную длину кабеля.

Основным недостатком любого типа кабеля является затухание сигнала в кабеле. Если не использовать повторители (концентраторы), ретранслирующие и усиливающие сигнал, то расстояние между любыми двумя компьютерами в сети с топологией "общая шина" не может превышать некоторого предельного значения (см. табл.). При топологии "звезда" или "кольцо" это же ограничение накладывается на длину кабеля компьютер-компьютер или компьютер-концентратор (hub). Существуют также ограничения на минимальную длину кабеля между двумя сетевыми устройствами, что связано с физическими особенностями распространения сигнала в кабеле.

2) Ограничение на количество компьютеров в одном сегменте сети.

Сегмент образуют компьютеры, соединенными между собой при помощи повторителей (концентраторов). Два различных сегмента объединяются между собой при помощи мостов, коммутаторов, маршрутизаторов. В стандарте Ethernet предусмотрено ограничение на максимальное число компьютеров в одном сегменте сети (см. табл.).

3) Ограничение на число повторителей между любыми двумя компьютерами сети.

Число повторителей (концентраторов) между любыми двумя компьютерами в сети Ethernet не может быть больше четырех. Это ограничение называют "правилом четырех хабов". Ограничение связано с задержками в распространении сигнала, которые вносит повторитель (подробнее, объяснение см. в расчете PDV).

Таблица

Ограничения на конфигурацию сети Ethernet.

Стандарт	10Base-5	10Base-2	10Base-T	10Base-F
Кабель	Толстый коаксиальный кабель RG-8 или RG-11	Тонкий коаксиальный кабель RG-58	Неэкранированная витая пара категорий 3, 4, 5	Многомодовый волоконно-оптический кабель
Максимальная длина кабеля, м	500	185	100	2000
Минимальная длина кабеля, м	2,5	2,5	2,5	
Максимальное количество компьютеров в одном сегменте	100	30	1024	1024
Максимальное число повторителей между любыми станциями сети	4			
PDV не более	575 битовых интервалов			
PVV не более	49 битовых интервалов			

4) Ограничение на время двойного оборота сигнала (Path Delay Value, PDV).

Правило "четырёх хабов" является достаточно простым, однако гарантирует корректность конфигурации сети с излишним "запасом". В некоторых случаях можно построить сеть и с большим числом повторителей между любыми двумя компьютерами в сети. Кроме того, правило четырёх хабов не рассчитано на смешанные сети (коаксиал+витая пара+оптоволокно). Для более точной проверки используется расчет времени двойного оборота сигнала (PDV). Поясним термин PDV.

Четкое распознавание коллизий всеми компьютерами сети является необходимым условием корректной работы сети Ethernet. Если какой-либо передающий компьютер не распознает коллизию и решит, что кадр данных передан верно, то этот кадр данных будет утерян. Скорее всего, утерянный кадр будет повторно передан каким-либо протоколом верхнего уровня (транспортным или прикладным), но произойдет это через значительно более длительный интервал времени (иногда даже через несколько секунд), по сравнению с микросекундными интервалами, которыми оперирует протокол Ethernet. Поэтому если коллизии не будут надежно распознаваться узлами сети Ethernet, то это приведет к заметному снижению полезной пропускной способности сети.

Для надежного распознавания коллизий необходимо, чтобы передающий компьютер успевал обнаружить коллизию еще до того, как он закончит передачу этого кадра. Для этого время передачи кадра минимальной длины должно быть больше или равно времени, за которое сигнал коллизии успевает распространиться до самого дальнего компьютера в сети. Так как в худшем случае сигнал должен пройти дважды между наиболее удаленными друг от друга компьютерами в сети (в одну сторону проходит неискаженный сигнал, а на обратном пути распространяется уже искаженный коллизией сигнал), то это время называется временем двойного оборота (Path Delay Value, PDV).

Так как скорость распространения электрического сигнала конечна, то каждый метр кабеля вносит задержку в распространение сигнала. Существенную задержку также вносят повторители, вынужденные побитно принимать и усиливать сигнал. Для упрощения расчетов существует специальная таблица, содержащая величины задержек, указанных в битовых интервалах (см. табл.). Суммарная величина PDV, рассчитанная по таблице, не должна превышать 575 битовых интервалов. Для увеличения надежности сети, на случай отклонения параметров кабеля и повторителей, лучше оставить "про запас" 4 битовых интервала, т.е. PDV не должно превышать 571 битовый интервал.

Таблица

Данные для расчета значения PDV

Тип сегмента*	Повторитель** левого сегмента, bt	Повторители промежуточного сегмента, bt	Повторитель правого сегмента, bt	Задержка*** среди на 1 м кабеля, bt	Максимальная длина сегмента, м
10Base-5	11,8	46,5	169,5	0,0866	500
10Base-2	11,8	46,5	169,5	0,1026	185
10Base-T	15,3	42,0	165,0	0,113	100
10Base-F	10Base-FB	—	—	0,1	2000
	10Base-FL	12,3	33,5	0,1	2000
	FOIRL	7,8	29,0	0,1	1000
AUI (> 2 м)	0	0	0	0,1026	2+48

* 10Base-FB, 10Base-FL, FOIRL – представляют собой различные варианты стандарта 10Base-F.

** В стандарте используются более точные термины: база левого, промежуточного и правого сегментов.

*** Для того, чтобы не нужно было два раза складывать задержки, вносимые кабелем, в таблице даются удвоенные величины задержек для каждого типа кабеля.

В таблице используются также такие понятия, как левый сегмент, правый сегмент и промежуточный сегмент. Левым сегментом считается сегмент компьютера-отправителя, а правым сегментом – сегмент компьютера-получателя (см. рис. 4.1.).

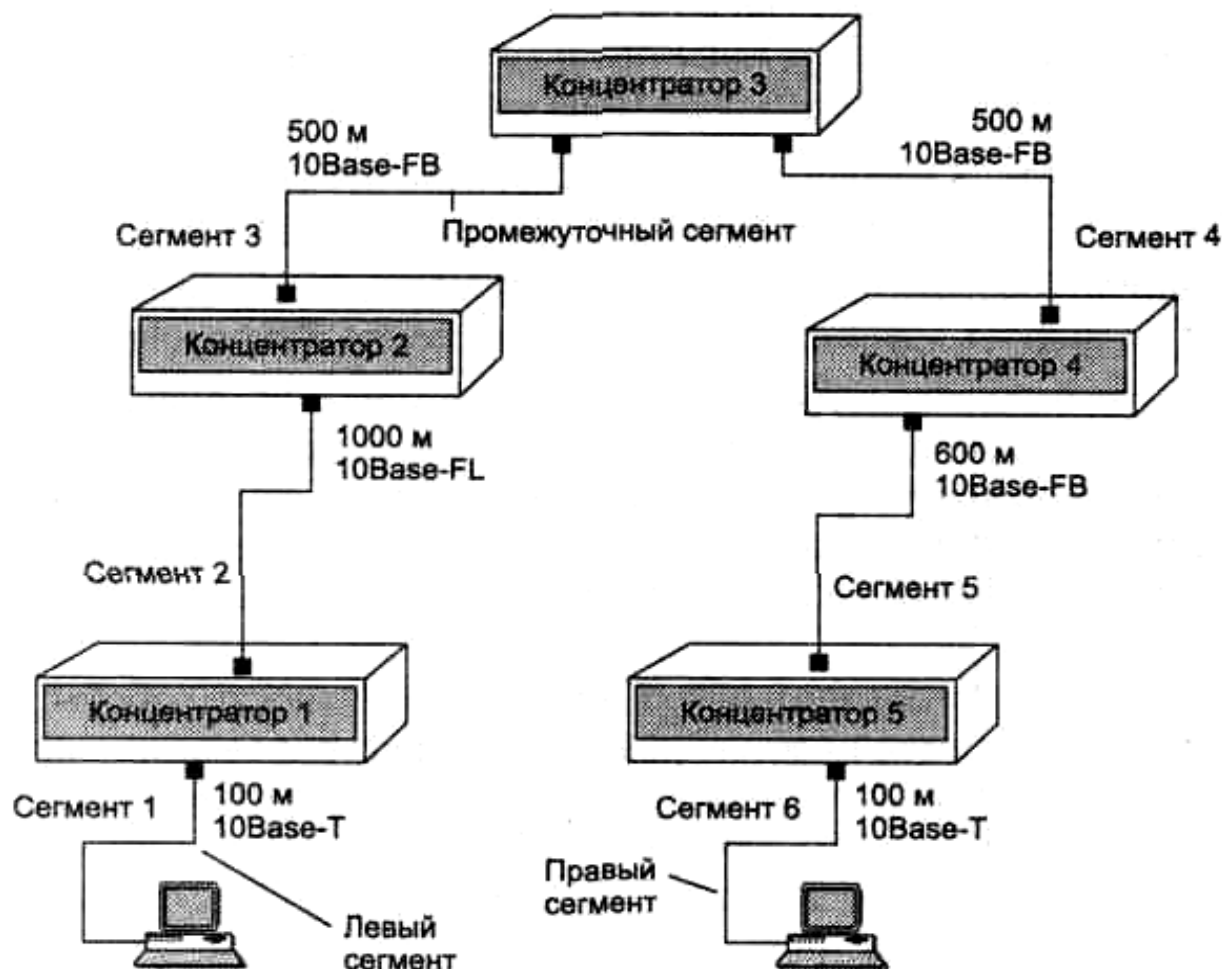


рис. 4.1. Расчет корректности конфигурации сети Ethernet.

Так как левый и правый сегменты имеют различные величины задержки повторителей, то в случае различных типов (коаксиал, витая пара, оптоволокно) сегментов на удаленных краях сети необходимо выполнить

расчеты дважды: один раз принять в качестве левого сегмента сегмент одного типа, а во второй — сегмент другого типа. Результатом считается максимальное значение PDV. В сети, изображенной на рисунке оба крайних сегмента принадлежат к одному типу (10Base-T, витая пара) поэтому двойной расчет не требуется. Расчет PDV для этой сети приведен ниже:

Левый сегмент 1: 15,3 (повторитель) + 100 x 0,113 (кабель) = 26,6.
 Промежуточный сегмент 2: 33,5 (повторитель) + 1000 x 0,1 (кабель) = 133,5.
 Промежуточный сегмент 3: 24 (повторитель) + 500 x 0,1 (кабель) = 74,0.
 Промежуточный сегмент 4: 24 (повторитель) + 500 x 0,1 (кабель) = 74,0.
 Промежуточный сегмент 5: 24 (повторитель) + 600 x 0,1 (кабель) = 84,0.
 Правый сегмент 6: 165 (повторитель) + 100 x 0,113 (кабель) = 176,3.

Итого PDV: 568,4 битовых интервала.

Так как расчетное значение PDV меньше максимально допустимой величины 575, то эта сеть проходит по критерию времени двойного оборота сигнала несмотря на то, что количество повторителей — больше 4-х. Однако, чтобы признать конфигурацию сети корректной, нужно также рассчитать уменьшение межкадрового интервала (PVV).

5) Ограничение на сокращение межкадрового интервала (Path Variability Value, PVV).

При отправке кадра, компьютеры обеспечивают начальное межкадровое расстояние в 96 битовых интервала. При прохождении через повторители, межкадровый интервал уменьшается. Суммарное сокращение межкадрового интервала (PVV) не должно превышать 49 битовых интервалов. Для расчета PVV также существует таблица.

Таблица

Сокращение межкадрового интервала повторителями

Тип сегмента	Передающий сегмент, bt	Промежуточный сегмент, bt
10Base-5 или 10Base-2	16	11
10Base-FB	—	2
10Base-FL	10,5	8
10Base-T	10,5	8

В соответствии с данными таблицы, рассчитаем значение PVV для нашего примера.

Левый сегмент 1 10Base-T: сокращение в 10,5 bt.

Промежуточный сегмент 2 10Base-FL: 8.

Промежуточный сегмент 3 10Base-FB: 2.

Промежуточный сегмент 4 10Base-FB: 2.

Промежуточный сегмент 5 10Base-FB: 2.

Итого PVV: 24,5 битовых интервала.

Расчитанное значение PVV 24,5 меньше предельного значения в 49 битовых интервала. В результате, приведенная в примере сеть соответствует стандартам Ethernet по всем параметрам, хотя и включает в себя более четырех повторителей.

4.2. Расчет корректности конфигурации сети Fast Ethernet.

Порядок расчета корректности конфигурации сети Fast Ethernet несколько отличается от расчета сети Ethernet, как по параметрам, так и по схеме расчета. Стандарт Fast Ethernet не поддерживает коаксиальный кабель и сеть строится исключительно по топологии звезда. Ограничения на длину кабеля компьютер-повторитель, компьютер-компьютер приведены ниже:

Таблица

Ограничения на длину кабеля в стандарте Fast Ethernet.

Тип кабеля	Стандарт	К повторителю подключен	Максимальная длина кабеля, м
Витая пара категории 5	100Base-TX	—	100 м
Витая пара категории 3, 4	100Base-T4	—	100 м
Многомодовое оптоволокно 62,5/125 мкм	100Base-FX	только оптоволоконный кабель	412 м (полудуплекс) 2000 м (полный дуплекс)
		один оптоволоконный кабель и несколько кабелей витая пара	160 м
		несколько оптоволоконных кабелей и несколько кабелей витая пара	136 м

Ограничение на количество повторителей

Повторители Fast Ethernet делятся на два класса. Повторители класса 1 имеют порты всех типов (стандарт 100Base-TX, 100Base-FX и 100Base-T4). Повторители класса 2 имеют либо все порты 100Base-T4, либо порты 100Base-TX и 100Base-FX. Между любыми двумя компьютерами в сети может быть не более двух

повторителей класса 2 или только один повторитель класса 1. Между собой повторители класса 1 должны объединяться при помощи коммутаторов, мостов, маршрутизаторов. Пример конфигурации сети Fast Ethernet

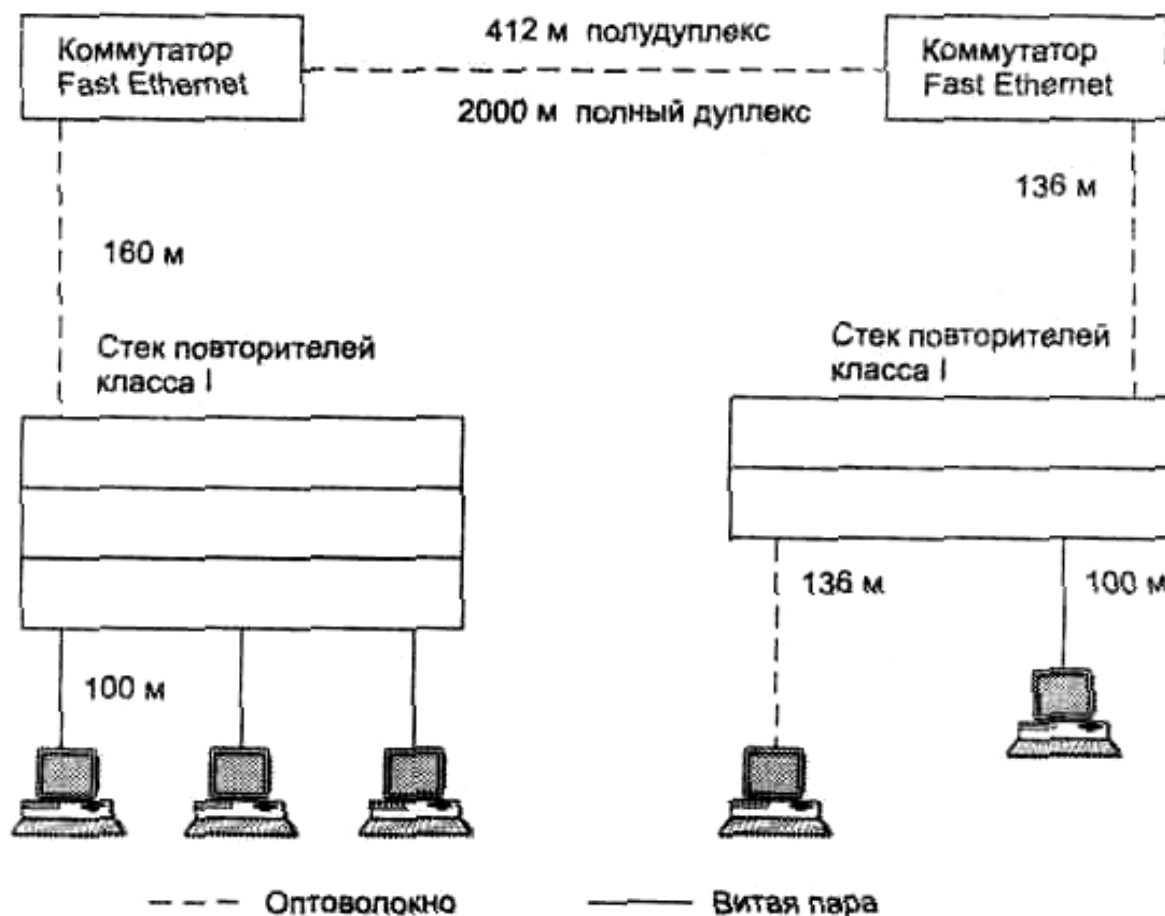


рис. 4.2. Пример конфигурации сети Fast Ethernet.

Приведенных правил построения сети вполне достаточно для определения корректности конфигурации сети, т.к. эти правила выбраны с минимальным "запасом прочности". Однако, при желании, можно провести и расчет PDV, исходя из следующих соображений. Максимально допустимая величина PDV = 512 битовых интервала. При расчете сегменты не делятся на правый и левый. Для расчета берутся задержки, которые вносят две взаимодействующих через повторитель сетевые карты компьютеров (или сетевая карта компьютера и порт коммутатора). Также учитывается задержка сигнала в повторителе и задержка, вносимая кабелем. Исходные данные для расчета приведены в таблице .

Таблица

Расчет задержек распространения сигнала.

Задержка, вносимая кабелем		Задержка, вносимая сетевыми картами		Задержка, вносимая повторителем	
Тип кабеля	Удвоенная задержка, bt на 1 м	Тип сетевых карт, взаимодействующих через повторитель	Удвоенная задержка, bt	Класс повторителя	Удвоенная задержка, bt
UTP Cat 3	1,14 bt	Два адаптера TX/FX	100 bt	1	140
UTP Cat 4	1,14 bt	Два адаптера T4	138 bt	2	92
UTP Cat 5	1,112 bt	Один адаптер TX/FX и один T4	127 bt		
Оптоволокно	1,0 bt				

Рассчитаем, для примера, PDV между двумя компьютерами, подключенными к повторителю 1 класса, расположенному в правой части рис. 4.2. Предполагаем, что используется витая пара 5-ой категории (TX). $PDV=100*1,112$ (кабель) + $136*1,0$ (кабель) + 100 (сетевые карты) + 140 (повторитель) = 487,2 < 512. Рассчитанное значение PDV меньше предельного значения в 512 битовых интервалах, соответственно расчеты пока не выявили некорректность конфигурации сети. Для признания конфигурации корректной, необходимо продолжить расчеты для остальных пар компьютер-компьютер, компьютер-коммутатор.