

Заметное повышение качества связи

Для работы современных сетей связи критичными могут оказаться даже самые незначительные задержки в передаче фреймов Ethernet. Преимущество разработанной компанией HARTING технологии быстрого переключения Fast Track Switching (FTS) перед традиционными решениями в области коммутации было доказано экспериментально.

ЗАО «ХАРТИНГ», г. Санкт-Петербург

Чтобы обеспечить работу сети в режиме реального времени и, следовательно, избежать сбоев, задержки в передаче фреймов (кадров, от англ. frame – кадр – фрагмент данных сетевого протокола канального уровня модели OSI, передаваемый по линии связи) должны быть настолько короткими, насколько это возможно, и качество связи не должно зависеть ни от каких случайных факторов. В испытательной лаборатории компании HARTING (CTS) был проведен сравнительный анализ эффективности технологии Fast Track Switching и традиционной технологии коммутации (представленной серийным коммутатором PROFINET) путем замеров задержек при использовании коммутаторов двух типов в сети с линейной топологией.

В сетях используются две разные технологии коммутации: Store & Forward и Cut-Through. Многие коммутаторы Ethernet промышленного класса работают в режиме Store & Forward, в этом режиме входящие фреймы временно хранятся в коммутаторе до отправки. При использовании технологии Cut-Through фреймы передаются сразу после распознавания адреса получателя. Разработанная компа-

нией HARTING технология Fast Track Switching позволяет идентифицировать фреймы сети автоматизации (например, PROFINET), устанавливать для них приоритет над фреймами IT-сети и отправлять в режиме Cut-Through.

Можно сравнить различные технологии коммутации путем измерения периодов ожидания. Определение параметра, характеризующего время задержки фреймов в коммутаторе, приведено в документах RFC 2544 и RFC 1242.

Период ожидания для одного устройства

При проведении сравнительных тестов были измерены периоды ожидания для фреймов минимальной (64 байта) и максимальной (1518 байт) длины (табл. 1). Замеры проводились для следующих условий: скорость передачи данных 100 Мбит/с, длина кабельной линии максимум 8 м, двухсторонний режим обмена данными. Для

определения периодов задержки использовался метод отправки бита. Технология FTS позволяет уменьшить период ожидания при отправке фрейма 64 байт практически вдвое по сравнению с технологией Store & Forward, например, при использовании коммутатора PROFINET. Кроме того, время задержки при использовании FTS не зависит от длины фрейма.

Задержка фреймов в сети

Задержка фреймов в сети зависит от таких параметров, как период ожидания, число используемых коммутаторов, загрузка сети, длина фреймов, скорость передачи данных, топология сети, число пользователей и длина кабельных линий. Для оценки влияния этих параметров была выбрана сеть линейной топологии с конфигурациями от двух до восьми коммутаторов.

Для проведения исследований к сети для каждой конфигурации был включен контроллер (в данном

Таблица 1. Время ожидания на коммутаторе

Тип коммутатора	Технология переключения	Время задержки (мкс)	
		64 byte	1518 byte
HARTING FTS 3100s-A	IFast Track Switching	4,6	4,6
Стандартный коммутатор PROFINET Conformance Class B	Store & Forward	8,7	124,7

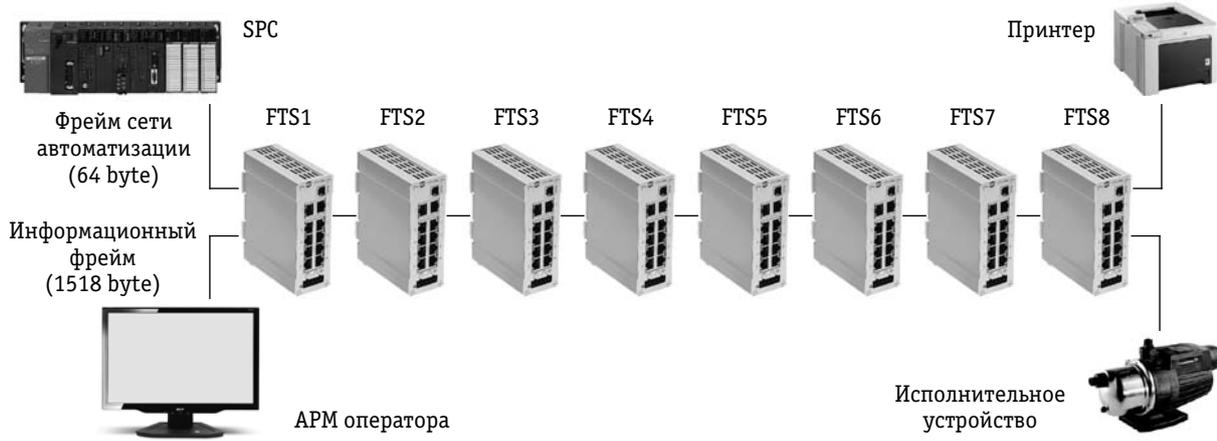


Рис. 1. Пример использования инженерного оборудования в сфере автоматизации



Рис. 2. Конфигурация нагрузки при скорости передачи данных 100%

случае ПЛК), управляющий исполнительным механизмом (в данном случае привод), и в то же время сеть использовалась для работы офисного приложения (рис. 1). Так был смоделирован случай, когда более короткие фреймы сети автоматизации могли задерживаться более длинными фреймами IT-сети.

Сравнение технологий Store & Forward и HARTING Fast Track Switching возможно на конфигурации из FTS-коммутаторов, так как они работают в режиме Store & Forward, когда фреймы сети автоматизации не поступают на коммутатор.

Методика проведения измерений включала подачу коротких 64-байтовых фреймов на один порт и длинных 1518-байтовых фреймов на второй порт. Так как задержки фреймов зависят от трафика, нужно было учесть разницу между минимальной и максимальной пропускной способностью. На входе был установлен такой поток данных, при котором достигалась максимальная пропускная способность 100% на первом коммутаторе (рис. 2). Пропускная способность состояла из 5% загрузки порта пакетами длиной 64 байта и приблизительно 95% загрузки порта пакетами длиной 1518 байт.

Буквы Р и I (рис. 2) обозначают соответственно преамбулу

(Preamble, 8 байт) и межкадровый интервал (Interframe gap, минимум 12 байт) в соответствии со стандартом Ethernet. Минимальная пропускная способность была достигнута за счет увеличения межкадрового интервала для порта, на который приходят длинные фреймы (частичная загрузка практически равна 0%). Параметры порта, на которые поступают короткие пакеты, остались неизменными. В результате пропускная способность составила приблизительно 5%.

Проведение эксперимента

Сначала эксперимент проводился с неускоренными фреймами, то есть полностью соблюдались условия

режима Store & Forward (задержки фреймов для коротких 64-байтовых пакетов показаны на рис. 3).

При этом особенно заметен разброс значений накопленных периодов ожидания при минимальном и максимальном значениях пропускной способности. Максимальное измеренное значение задержки кадра в режиме Store & Forward составляет 887,6 мкс и считается достаточно серьезным. Такая задержка произошла из-за 1518-байтовых кадров. Когда длинные пакеты выходят из коммутатора, они захватывают выходной порт приблизительно на 123 мкс, поэтому время задержки коротких пакетов возрастает в несколько раз. Поскольку подобная «пробка» не возникает на последнем коммутаторе, такая задержка фиксировалась максимум семь раз.

Кроме того, приведен график зависимости задержки фреймов от количества коммутаторов при от-

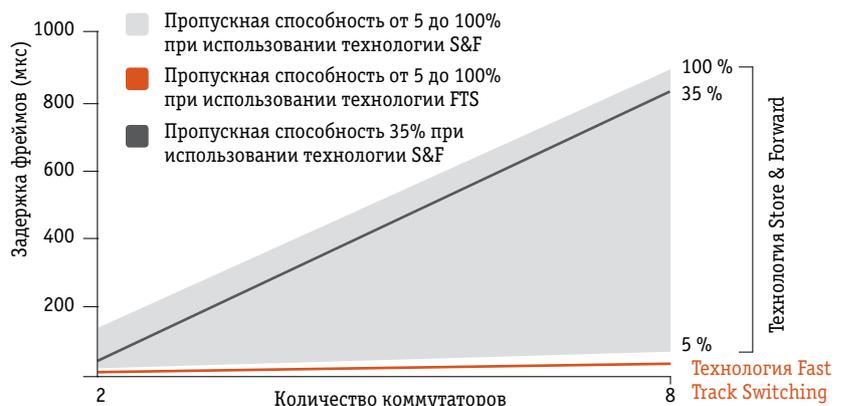


Рис. 3. Задержка фреймов в зависимости от количества коммутаторов, скорости передачи данных и технологии переключения для пакетов объемом 64 байта

носителю низкой пропускной способности – 35%. Среднее значение задержки фреймов для восьми устройств составило 825,5 мкс. Это означает, что в реальной сети короткие задержки фреймов в режиме Store & Forward маловероятны.

Также эксперимент включал отправку фреймов сети автоматизации на порт для приема 64-байтовых пакетов. Устройства FTS распознавали и ускоряли такие фреймы. Как и раньше, длинные фреймы сети IT посылались на другой порт. Задержки фреймов снова измерялись в двух режимах – максимальной и минимальной пропускной способности.

На рис. 3 видно, что разброс значений задержки фреймов значительно уменьшился. Максимальная задержка в сети с восемью коммутаторами уменьшилась с 887,6 мкс в режиме Store & Forward до 45,1 мкс. Это произошло благодаря тому, что устройства FTS способны пропускать вперед кадры сети автоматизации.

Результаты эксперимента

Результаты измерений подтвердили явные преимущества технологии HARTING Fast Track Switch: при использовании этой технологии периоды ожидания для коротких фрей-

мов составляют только половину от периодов ожидания, зафиксированных в сети с работающим на основе традиционной технологии коммутатором PROFINET Conformance класса В. При этом результат не зависит от длины фреймов.

При проведении измерений в сети линейной топологии с восемью коммутаторами было доказано, что технология FTS позволяет передавать фреймы значительно быстрее, чем Store & Forward. Технология Fast Track Switch позволяет заметно снизить разброс значений времени задержки, которые находятся в сильной зависимости от загрузки сети.

Перспективы

Функции управления и стек PROFINET IO не влияют на рабочие характеристики системы. Однако стек PROFINET IO представляет собой мощный инструмент для контроля, конфигурирования и диагностики работы коммутаторов. Следующим шагом компании HARTING в этом направлении станет выпуск управляемых коммутаторов FTS со стекком PROFINET IO в дополнение к разнообразным функциям управления. Стек PROFINET IO позволит значитель-

но упростить конфигурирование и диагностику устройств, работающих в среде PROFINET. Коммутаторы интегрируются в библиотеки устройств через стандартный GSD файл с помощью инструментов конфигурирования, входящих в пакет планирования проектов сетей (Network project planning), например Siemens Step 7. В рабочем режиме результаты диагностики передаются в стандартной форме в среду управления и выводятся в удобной для пользователя форме.

Такие возможности значительно упрощают работу с элементами сети и при этом не влияют на ее рабочие характеристики. В сочетании с технологией Fast Track Switching, позволяющей повысить быстродействие, системы связи на базе Standard Ethernet смогут обеспечить требуемые рабочие характеристики на уровне периферийных устройств. Следовательно, идея создания конвергентной сети Ethernet, объединяющей все уровни (от уровня управления до уровня периферийных устройств), стала реальностью. Компания HARTING неуклонно движется к этой цели и расширяет этой концепцией пакет решений, предлагаемых для сетей Automation IT.

ЗАО «ХАРТИНГ», г. Санкт-Петербург,
тел.: (812) 327-6477,
e-mail: ru@HARTING.com



Pushing Performance