

Тестирование кабельных линий СКС

В последнее время структурированные кабельные системы (СКС) получают все большее распространение.

Игорь Иванцов

Таблица 1 - СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕСТЕРОВ СКС

Объясняется это не столько унификацией используемых элементов, сколько возможностью экономии затрат на эксплуатацию кабельной инфраструктуры за счет увеличения срока ее службы. Поэтому заложенные в стандарты СКС требования к параметрам кабельных линий избыточны на сегодняшний день, поскольку они рассчитаны на постоянный рост скорости обмена информацией. Реализация этих требований обеспечивается не только отличными характеристиками применяемого при монтаже кабеля и соединителей, но и высоким качеством монтажных работ. Достаточно лишь неправильно разделить кабель на одном конце или неправильно закрепить его, и линия не сможет поддерживать высокоскоростную передачу данных.



Жесткие требования к качеству работ по монтажу СКС определяют их высокую стоимость. Основанием для капиталовложений в СКС является, как правило, большой предполагаемый срок ее службы, поэтому заказчики тем быстрее согласятся вкладывать деньги в СКС, чем сильнее будут убеждены в обоснованности долгосрочных гарантийных обязательств исполнителя. Именно в обоснованности, а не в самих обязательствах, так как в наше время сложно надеяться на то, что компания просуществует дольше, чем смонтированная ею СКС. Очевидно, что заказчик гораздо охотнее поверит не гарантийному талону, а тестам для проложенных кабельных линий СКС. Поэтому компании, серьезно занимающиеся монтажом СКС, должны быть заинтересованы в приобретении приборов для проведения надлежащего тестирования, несмотря на их весьма высокую стоимость. Само наличие такого оборудования в арсенале компании характеризует ее с хорошей стороны в глазах клиентов.

В нескольких предыдущих статьях нами были описаны приборы, применение которых позволяет существенно облегчить монтаж и обслуживание кабельных линий. Однако ни один из этих приборов не может быть использован для проведения упомянутых выше тестов. Такие тесты выполняются с помощью специализированных тестеров СКС, появление которых стало возможным благодаря наличию четких стандартов на характеристики компонентов (TIA/EIA568), а также на процедуры и критерии тестирования кабельных линий СКС (TSB-67).

Для удобства кабельные линии разделены на категории в соответствии с их параметрами. Многие из эксплуатируемых сегодня кабельных линий относятся к Категории 3 и предназначены для телефонии и передачи данных в диапазоне частот до 16 МГц (например, 10BaseT Ethernet). Однако наибольшее распространение получили кабельные линии Категории 5, гарантирующие передачу сигнала с частотой до 100 МГц. Комитетами стандартизации заканчивается работа над составлением перечня более жестких требований к параметрам кабельных линий Категории 5 (улучшенная Категория 5 или 5E) и ведется работа по созданию стандартов на линии Категории 6 (200-250 МГц) и 7 (до 600 МГц) с целью повышения надежности передачи.

большое количество моделей выпускаемых тестеров СКС предназначено для контроля кабельных линий Категорий 3, 5 и 5E (улучшенная Категория 5). Уже появились первые тестеры для проводки Категории 6 (например, LANcat System 6 компании Datacom или OMNIScanner компании Microtest). Однако основной парк тестеров СКС сегодня все же ориентирован на анализ характеристик линий в диапазоне частот до 100-155 МГц. За исключением анализируемого диапазона частот, другие параметры этих тестеров отличаются друг от друга несущественно, так как тестирование выполняется по одним и тем же методикам. Основные отличия заключаются в характеристиках встроенных рефлектометров для проводных линий (максимальная дальность, точность, разрешение, форма представления результата), в пользовательском интерфейсе и удобстве работы, а также в наборе вспомогательных и сервисных функций.

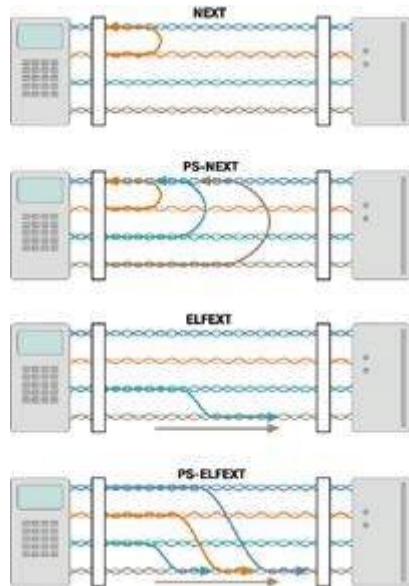
Среди вспомогательных функций могут быть особенно полезны следующие:

- двустороннее измерение;
- тестирование волоконно-оптических кабелей;
- карта (схема соединения) жил кабеля;
- обнаружение импульсных помех;
- мониторинг трафика ЛВС;
- составление программ тестирования;
- организация разговорного тракта между основным и удаленным модулем;
- встроенный тональный генератор для трассировки и идентификации и др.

Приведенная ниже информация позволит ознакомиться с измеряемыми параметрами кабельной линии и, как мы надеемся, облегчит выбор прибора для ваших конкретных нужд.

ЧТО НУЖНО ЗНАТЬ ОБ ИЗМЕРЯЕМЫХ ПАРАМЕТРАХ

Основными электрическими параметрами, от которых зависит работоспособность кабельной линии, являются:



- целостность цепи (connectivity);
- характеристический импеданс (characteristic impedance) и обратные потери (return loss);
- погонное затухание (attenuation);
- переходное затухание (crosstalk);
- задержка распространения сигнала (propagation delay) и длина линии (cable length);
- сопротивление линии по постоянному току (loop resistance);
- емкость линии (capacitance);
- электрическая симметричность (balance);
- наличие шумов в линии (electrical noise, electromagnetic interference).

ЦЕЛОСТНОСТЬ ЦЕПИ

Основная задача этого теста - выявить ошибки монтажа соединителей или кроссировки (замыкания, обрывы, перепутанные жилы). Поскольку ошибки подобного рода на практике преобладают, то существует большое количество недорогих приборов, единственной функцией которых является только контроль целостности цепи (см. предыдущие статьи рубрики). Однако полнофункциональные тестеры СКС, как правило, предоставляют более полную информацию о характере ошибки, вплоть до схемы соединения, по которой монтажник может точно идентифицировать дефект.

ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКИЙ ИМПЕДАНС



Поскольку передача данных ведется на высоких частотах, то немаловажную роль имеет импеданс линии, т. е. ее сопротивление переменному току заданной частоты. Роль играет не только величина сопротивления, но и его постоянство по всей линии (кабелю и соединителям) для всего диапазона рассматриваемых частот. Это объясняется тем, что сигнал, отраженный от точек с аномальным импедансом, будет накладываться на основной сигнал и искажать его.

Для кабеля из витых пар импеданс обычно составляет 100 или 120 Ом. Для линий Категории 5 импеданс нормируется для диапазона частот 1-100 МГц и должен составлять 100 Ом $\pm 15\%$. Основные причины неоднородности импеданса следующие:



- нарушение шага скрутки в местах разделки кабеля около соединителей (максимальное расстояние, на которое жилы могут быть развиты при разделке, - 13 мм);
- дефекты кабеля (повышенное сопротивление жил, пониженное сопротивление изоляции, нарушение шага скрутки);
- неправильная укладка кабеля (применение скоб и хомутов для крепления, малый радиус изгиба, заломы и "барашки" из-за неправильной отмотки);
- некачественная опрессовка соединителей или использование некачественных соединителей.

Аналогичные проблемы возникают на прошедших тестирование линиях при подключении к ее розеткам некачественных (не соответствующих требованиям заданной категории) коммутационных шнуров, переходников или расщепителей линии (сплиттеров).

Оценка влияния, вносимого неоднородностями импеданса, выражается таким параметром, как обратные потери (отношение амплитуды переданного сигнала к амплитуде отраженного в дБ). Если дефект порождает в линии существенную неоднородность импеданса, то обратные потери будут малы, так как большая часть энергии сигнала будет отражена от неоднородности. Так, в случае обрыва или замыкания кабеля обратные потери будут равны 0.

Все полнофункциональные тестеры СКС имеют встроенный рефлектометр для проводных линий с цифровым или графическим отображением результата, с помощью которого место с аномальным импедансом может быть без труда локализовано. Некоторые рефлектометры (см. статью "Локализация дефектов в кабеле" в предыдущем номере) позволяют вычислять обратные потери для заданного участка линии, что позволяет определить влияние имеющихся на нем неоднородностей на результирующую характеристику линии.

ПОГОННОЕ ЗАТУХАНИЕ

Ослабление сигнала при его распространении по линии оценивается затуханием (выраженное в дБ отношение мощности сигнала, поступившего в нагрузку на конце линии, к мощности сигнала, поданного в линию). Затухание сильно увеличивается с ростом частоты, поэтому оно должно измеряться для всего диапазона используемых частот.

ПЕРЕХОДНОЕ ЗАТУХАНИЕ



Данный параметр характеризует степень перекрестных наводок сигнала между парами одного кабеля (отношение амплитуды поданного сигнала к амплитуде наведенного сигнала в дБ). Эта характеристика имеет несколько разновидностей, каждая из которых позволяет оценить разные свойства кабеля.

При определении переходного затухания на ближнем конце линии (Near End Cross Talk, NEXT; Power Sum NEXT, PS-NEXT) подача сигнала и измерение производятся с одной стороны линии для всех частот заданного диапазона. В первом случае для проведения измерения в одной

паре сигнал подается поочередно на все остальные пары. Именно это измерение и применяется для тестирования кабельных линий Категории 5. Во втором случае тестирование производится по более жестким правилам: сигнал подается сразу на все остальные пары и измеряется суммарное затухание.



Очевидно, что переходное затухание на ближнем конце линии необходимо измерять с обеих ее сторон, так как влияние дефектов на этот параметр будет тем сильнее, чем ближе они расположены к месту измерения. В новых стандартах предполагается проводить и измерение затухания на разных концах линии одновременно.

Функционирование линии будет надежным только тогда, когда переходное затухание велико, а погонное - мало, поэтому оценку качества линии очень удобно производить на основании комбинированного параметра - защищенности на дальнем конце линии (Attenuation to Crosstalk Ratio, ACR; Power Sum ACR, PS-ACR), выраженного как отношение величин погонного затухания и переходного затухания на ближнем конце линии. Фактически этот параметр показывает, насколько амплитуда принимаемого полезного сигнала выше амплитуды шумов для заданной частоты сигнала.

Однако если передача ведется по нескольким парам одновременно (например, 100Base-T4 и 100VG-AnyLAN), то в таких сетях важное значение имеет и уровень переходного затухания на дальнем конце линии (Far-End CrossTalk, FEXT). Поскольку на приемник поступает суперпозиция полезного сигнала, передаваемого по данной паре, и сигнала, наведенного на нее с другой пары, оценка качества линии производится на основании отношения величин полезного сигнала на дальнем конце линии (т. е. с учетом его затухания) и наведенного сигнала - приведенное переходное затухание на дальнем конце линии (Equal-Level Far-End Cross Talk, ELFEXT; Power Sum ELFEXT, PS-ELFEXT).

Удовлетворительное значение переходного затухания косвенно свидетельствует о симметричности линии и, следовательно, об отсутствии излучения витой парой электромагнитных и приема электромагнитных и радиопомех.

ЗАДЕРЖКА РАСПРОСТРАНЕНИЯ СИГНАЛА И ДЛИНА ЛИНИИ



Для надежной работы на высоких скоростях необходимо, чтобы задержка распространения сигнала не превышала заданную и была одинакова для всех пар кабельной линии. Измерение длины кабеля осуществляется в соответствии с принципом рефлектометрии.

Следует отметить, что некоторые системы передачи (например, 100Base-T4 и 100VG-AnyLAN) весьма чувствительны не только к абсолютному значению задержки распространения сигнала, но и к ее разнице (propagation delay skew) для различных пар одной кабельной линии. Такой перекоп задержки и, как следствие, необходимость его измерения возникли после того, как некоторые производители стали выпускать кабели с различной изоляцией пар (известные как "2+2" и "3+1").



УРОВЕНЬ ШУМОВ В ЛИНИИ

Иногда электромагнитные и радиопомехи делают невозможной устойчивую передачу сигнала в линии. Большинство тестеров СКС позволяют измерить уровень шумов для последующего анализа и устранения их причин.

Самые распространенные шумы - это импульсные помехи от расположенного вдоль трассы мощного электрооборудования (моторов, пускорегулирующей аппаратуры, светильников дневного света и т. п.) или силовой проводки к ним. Очень часто для устранения подобной проблемы кабель достаточно переместить на несколько метров в сторону. Гораздо реже работе мешает расположенное поблизости радиопередающее оборудование. Устранение помех в этом случае потребует экранировки кабеля или его укладки в металлических каналах.

ЧТО ВЫБРАТЬ?



Как видно из вышесказанного, подлежащих определению параметров кабельных линий достаточно много, причем они имеют различное значение для тех или иных приложений. Однако и разнообразие приборов для их измерения не менее велико. Самый простой способ не ошибиться при выборе - исходить из потребностей вашей организации и ее планов на ближайшее будущее.

Не все рассмотренные параметры охватываются стандартами СКС. Например, TSB-67 требует для кабельных систем Категории 5 контроля четырех параметров: правильности подключения линии, длины линии, затухания сигнала, переходного затухания на ближнем конце линии. В то же время спецификации некоторых высокоскоростных систем передачи предъявляют и ряд других, более жестких требований к параметрам кабельных линий. Некоторые из них уже включены в новые стандарты, остальные будут включены в ближайшем будущем.



Если ваша компания занимается монтажом, то лучше приобретать прибор с развитыми сервисными функциями для быстрой локализации ошибок монтажа, с возможностью сохранения результатов для последующей передачи на компьютер и формирования протоколов приемочных испытаний. Кроме того, желательно, чтобы приобретенный прибор обеспечивал возможность модернизации заложенной в нем программы в соответствии с требованиями новых стандартов. Затраты на приобретение прибора такого уровня могут оказаться высоки, но окупятся достаточно быстро.

Если же прибор приобретается для обслуживания существующей СКС, то в целях экономии можно ограничиться недорогим устройством для проверки линий СКС требованиям конкретных приложений (10BaseT, 100BaseTX, ATM 155 и т. п.), которые ваша организация использует в настоящее время или собирается использовать в ближайшем будущем.

Игорь Иванцов - менеджер отдела "Инструменты и приборы для монтажа и обслуживания телекоммуникационных систем"

компании "СвязьКомплект". С ним можно связаться по телефону (095) 362-7787, по адресам: sk@skomplekt.msk.ru,

<http://www.skomplekt.com>.

Таблица 1 - СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕСТЕРОВ СКС

Характеристики	Microtest Penta-Scanner+	Microtest Penta-Scanner 350	Fluke DSP-100	Fluke DSP-2000	Wavetek LT8155	Datacom Technologies LANcat System 5	Datacom Technologies LANcat System 6	Scope Wiroscope 155
Точность уровня II (Level II Accuracy)	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть
Переходное затухание на ближнем конце линии (Near-End Crosstalk)								
Диапазон (Range), МГц	0,7-100	0,7-350	0,1-155	0,1-155	1-155	1-100	1-250	1-155
Чувствительность (Sensitivity) на 100 МГц, дБ	60	75	60	60	75	60	60	62
Измерение PS-NEXT	-	-	-	Есть		Есть	Есть	Есть
Затухание сигнала (Signal Attenuation)								
Диапазон (Range) на 100 МГц, МГцТ	1-100	1-350	0,1-155	0,1-155	0,1-155	1-100	1-250	1-155
Чувствительность (Sensitivity), дБ	50	50	60	60	70	60	60	25
Рефлектометр (Time Domain Reflectometer, TDR)								
Точность (Accuracy)	4%	4%	4%	4%	3%	1%	1%	4%
Разрешение по дальности (Resolution), м	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,6
Дальность для кабеля из витых пар (UTP Range), м	0-900	0-900	0-1200	0-1200	0-300	1,5-600	1,5-600	3-900
Дальность для коаксиального кабеля (Coax Range), м	0-1200	0-1200	3-1200	3-1200	0-300	1,5-1200	1,5-1200	3-900
Диагностика								

Защищенность на дальнем конце (ACR)	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть
Защищенность на дальнем конце (ACR)	-	-	-	-	-	Есть	Есть	Есть
Импульсные шумы (Impulse Noise)	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть
Сопротивление линии по постоянному току (DC Loop Resistance)	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть
Характеристический импеданс (Characteristic Impedance)	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть
Опции для тестирования волоконно-оптических кабелей	-	-	-	-	Есть	Есть	Есть	Есть
Схема разводки кабеля	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть

Статья опубликована с разрешения журнала

Журнал сетевых решений / LAN

№07-08 1998 г

