

## СТРУКТУРА КОЛЬЦЕВОЙ СЕТИ С КОМБИНИРОВАННОЙ МУЛЬТИСРЕДОЙ SCI

© 1995, В.И. Виноградов, Д.Б. Густавсон\*

ГНЦ РФ "ИЯИ РАН",  
\*Университет Санта Клара, США

Рассмотрены особенности масштабируемого интерфейса SCI для его реализации в мультисреде.

### Введение

Масштабируемый интерфейс SCI на физическом и логическом уровне позволяет объединять в быстродействующую кольцевую сеть различные узлы, в качестве которых могут быть микрокомпьютеры, многопроцессорные системы, отдельные процессорные модули, а также устройства памяти и ввода-вывода. Каждый из узлов имеет входной и выходной порты. В качестве базовой конфигурации рассматривают простой ринглет с однонаправленными каналами связи. Большие системы могут включать несколько ринглетов, соединяемых мостами или быстродействующими переключательными схемами. Выбор оптимальной топологии определяется требованиями пропускной способности, допус-

тимыми задержками сообщений и требуемой достоверностью передачи. В сегментах кольцевой сети можно комбинировать различную среду передачи: параллельные плоские кабели (до 15 м, 1 Гбайт/с), последовательные коаксиальные кабели (сотни м, 1 Гбайт/с) и волоконно-оптические линии (несколько км, 1,25 Гбит/с). Базовой частью сети является параллельный масштабируемый интерфейс. Передача между смежными узлами синхронная. Конвейерный режим передачи по комбинированной среде обеспечивается наличием в каждом узле проходного буфера, а также отдельных входного и выходного буферов для запрашивающих и ответных сообщений.

На рисунках 1 и 2 показаны основные применения, механика и контакты модулей 0.1.2 в каркасе.

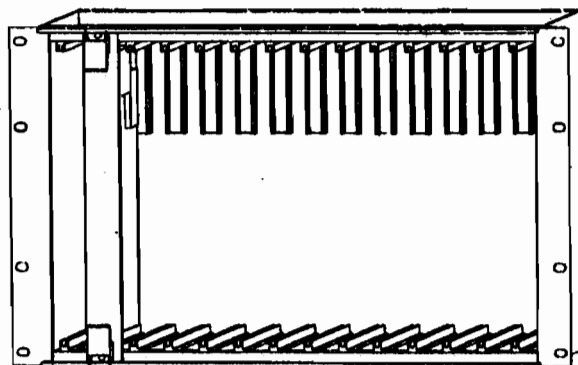
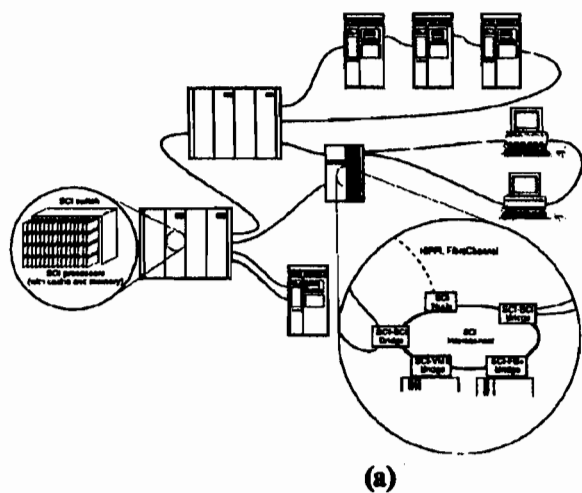


Рис. 1

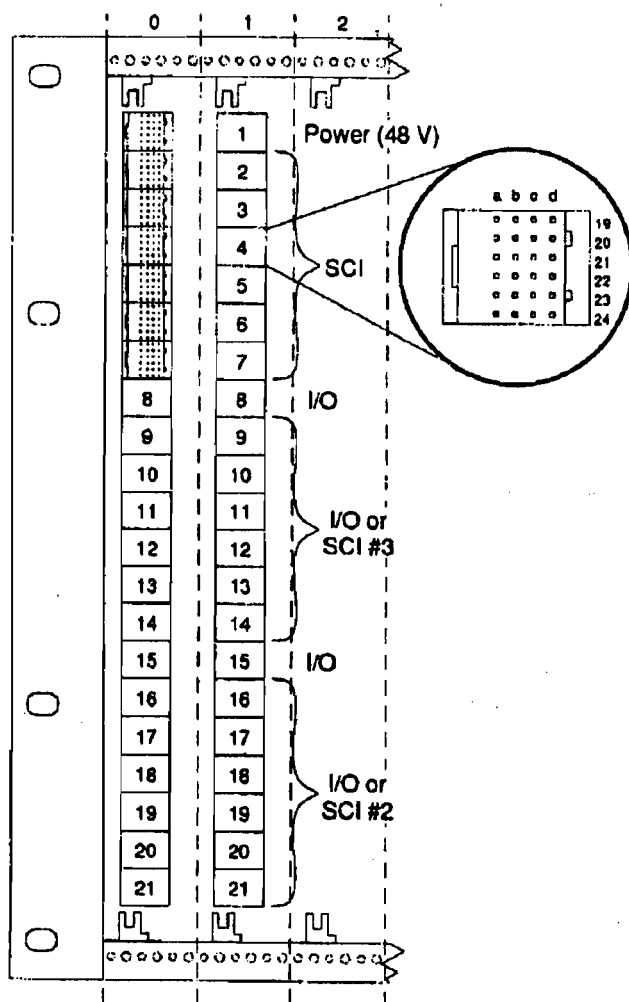


Рис. 2

### Параллельный интерфейс кольцевой сети

Дифференциальные сигналы интерфейса однонаправлены и представлены в виде пары: *signal* и *signal\**, из которых первый рассматривают как основной (более положительное его значение соответствует "1"). Входные и выходные сигналы определяют относительно модуля SCI:

$\langle 0...15 \rangle_i$  – 16 параллельных входных однонаправленных сигналов;

$\langle 0...15 \rangle_o$  – 16 параллельных однонаправленных выходных сигналов;

$F_i$  – входной флаг, определяющий границы пакета, совпадающий с ним по времени;

$S_i$  – входящий строб-сигнал (часы), изменяющийся каждые 2 нс., его переходы используют для занесения сигналов  $F_i$  и  $\langle 0...15 \rangle_i$ ;

$F_o$  – выходной флаг, определяющий границы пакета, совпадает по продолжительности с  $\langle 0...15 \rangle_o$ ;

$S_o$  – выходной строб-сигнал, изменяющийся каждые 2 нс., его переходы происходят одновременно с переходами  $F_o$  и  $\langle 0...15 \rangle_o$ ;

$S$  – системные часы (250 МГц, не обязательные).

В случае кольцевой структуры входные сигналы, флаги и stroбы преобразуют в нисходящий поток выходных сигналов флагов и stroбов. Системные часы (stroбы) не передаются между модулями, а формируются от отдельного источника в каждом модуле (или одного общего). По статусным линиям передаются статические или редко изменяющиеся дифференциальные и ЭСЛ-сигналы (100 К):

$\langle 0...15 \rangle_s$  – сигналы состояния физического положения узла могут считываться в виде регистров РУС, являются входными от задней панели.

$S$  – формируются платой модуля для линии  $\langle 0...15 \rangle_s$ .

Сигналы последовательной шины  $Sb_0, Sb_1$  – предназначены для реализации последовательной магистрали (не определены).

Уровни сигналов измеряются на разъеме модуля. Дифференциальные сигналы должны быть совместимы с уровнями ЭСЛ (100 К), время переключения не более 500 пс (между уровнями 20% и 80%). Варианты условий перекосов сигналов отражены в следующих моделях:

1) В первой модели перекосы не компенсируются. Для установки времени выборки данных в области надежного приема используют фиксированную задержку приемных stroбов. Для учета фазового сдвига между локальными часами (stroбами) и приемными stroбами создают или поглощают "эластичные" символы.

2) Во второй модели схемы могут следить за переходами сигналов на каждой линии данных относительно принимаемых stroб-сигналов и могут динамически настраивать время выборки относительно принимаемых stroбов (по крайней мере при инициализации). Индивидуальные сигналы не компенсируют на перекосы.

3) В третьей модели интерфейсные схемы могут контролировать время перехода сигналов на каждой линии данных относительно принимаемых stroб-сигналов и могут динамически настраивать задержки индивидуально на каждой для оптимизации времени выборки относительно переходов. Чтобы обеспечить дополнительный диапазон компенсационных задержек, могут создаваться или поглощаться "эластичные" символы так же, как в первой модели.

В первой модели для параллельных дифференциальных сигналов должен быть определен максимальный перекоп относительно stroбов, перекоп между любыми двумя другими сигналами может быть равен удвоенному времени перекопа

между часами и любым другим сигналом. Во второй модели для параллельных сигналов должен быть задан определенный максимальный перекося относительно друг друга, определяемый как время между приходом самого раннего и самого позднего сигнала на разъеме, т.е. сигнал часов обрабатывается как все остальные сигналы. Различие в частоте компенсируется на основе контроля входящих и локальных часов. В третьей модели допуски более свободные. При получении комбинации синхронизации (калибровки переходов) все перекося компенсируются динамически. Модели 2 и 3 требуют, чтобы интерфейсные схемы воспринимали каждый входящий сигнал для контроля времени перехода относительно момента выборки. Это важно для диагностики систем, так как на таких высоких частотах трудно выполнять измерения с помощью внешней аппаратуры (например, статуса сигналов на входе регистра выборки). Модель 3 лучше модели 1, но очень дорогая в исходной реализации микросхемы, поэтому рекомендуется для применения модель 2. Для совместимости при реализации с моделью 3 в схемах учитывают перекося выходных сигналов, но с большими допусками.

#### Основные характеристики ЭСЛ-сигналов для SCI

дифференциальное входное напряжение, мВ	
на разъеме, min	180
на входе микросхем, min	150
входное напряжение общего узла, воспринимаемое микросхемой, мВ	-200 ... +1000
выходное напряжение высокое, мВ	
на микросхемах, min	-1025
max	-880
на разъеме, min	-1040
max	-895
выходное напряжение низкое, мВ	
на микросхемах, min	-1810
max	-1620
на разъеме, min	-1795
max	-1605
время перехода на выходном разъеме, пс, min	300
max	500
перекося выходных сигналов	
на разъеме, пс, max	250
перекося входных сигналов	
на разъеме, пс, max	500

Основные требования относятся к любым двум дифференциальным сигналам на входящей или выходящей линии, (включая часы, флаг и данные), которые выполняют переходы одновременно. Фронт

строба должен быть задержан приемником для выборки флага и данных вблизи центра устойчивого состояния. Для микросхемы, платы и одного разъема допускается 250 пс. Следующие 250 пс с учетом задней панели и вторичного разъема дают в итоге задержку 500 пс (на приемном разъеме). Допускается перекося 150 пс (между разъемом и приемным регистром), получаем устойчивое окно на приемнике:  $\Delta T = 2000$  пс (период) - 500 пс (нарастание) - 650 пс (перекося) + 850 пс. Время установки и запоминания (350 пс) в регистре выборки должно центрироваться в этом окне. Остальные характеристики соответствуют требованиям спецификаций ЭСЛ-схем (100 К). Сопротивление линии передачи SCI равно  $50 \text{ Ом} \pm 10\%$ . Сигнальные пары должны обеспечивать оптимальную симметрию дополнительных сигналов.

Дифференциальные входные сигналы линии должны заканчиваться резисторами на  $50 \text{ Ом} \pm 10\%$ , соединенными на -2В относительно земли входного сигнала, что требует изолированного преобразователя (-2В) или его эквивалента, соответствующего каждой входной линии на каждом модуле. Такая изоляция не требуется в отдельной субстойке, но необходима для надежной передачи по кабелям связи, если они не разделяют общую землю. Если два модуля имеют разные потенциалы земли, такое согласование обеспечит достаточный ток ЭСЛ-драйверов на время их работы в линейной области. Драйверы S(iS) должны иметь смещающие резисторы для формирования нормальных уровней дифференциальных сигналов. Ни один из них не использует конечного согласования в модуле. Частота часов равна  $250 \text{ МГц} \pm 0,005\%$ .

Управление преобразованием энергии питания осуществляется следующим образом. Сигналы статуса питания (*pri\_on* и *sec\_on*) обеспечиваются системой в виде уровней 48 В+ до 48В- (номинал). Уровень сигнала 48 В+ показывает, что преобразователь питания следует отключить, а 48 В- соответственно включить (разрешение). Эти сигналы на задней панели могут быть переданы по шинам. Если же они генерируются индивидуально для каждого разъема, то равны 48В- или могут быть "плавающими" ("плавающие" сигналы на шинах запрещены). При потере исходного переменного питания сигнал предупреждения *pri\_on*→*false* (высокий) передается в модуль для использования любым процессором, который контролирует систему путем выполнения следующих шагов: 1) содержимое регистров переносится в кэш-память; 2) содержимое кэш передается в оперативную память (ОП); 3) содержимое ОП передается во внешнюю память (диски); 4) сбрасывается исходное состояние. После перехода системы в устойчивое состояние процессор

выключает преобразователи питания в модуле, обеспечивая первичное питание (минимизируя утечки аккумуляторного питания). Перед тем, как батарея откажет ( $\text{min } 10 \text{ мкс}$ ) и не менее 5 мс после перехода в высокое состояние сигнала *pri\_on* включается сигнал вторичного питания *sec\_on* (в высокое состояние), разрешающий преобразователям выдать вторичное питание, т.е. переведет систему в рабочее состояние. После перехода в высокий уровень этот сигнал сохраняется в нем не менее 5 мс. После восстановления напряжения питания ( $\text{min } 10 \text{ мкс}$ ) сигнал *sec\_on* переходит в низкое состояние не позже 10 мкс до этого перехода; данные сигналы поступают через короткие штыри разъемов.

Для целей диагностики модули устанавливают через расширители (пассивные экстендеры) с печатными проводниками с особым вниманием к передаче быстрых дифференциальных сигналов (экран, земля). Кабель для рядов соединителей а, b, с должен быть в виде экранированных невитых пар с сопротивлением  $50 \text{ Ом} \pm 10\%$  в каждом проводнике на экран, которые соответствуют контактам земли. Кабель ряда d в колонках 1 и 2 (С и С\* при его использовании) должен быть того же типа, что и экранированный невитой кабель для рядов а и с при соединении экрана к контакту в 1. Для ряда d, контактов 3–36 может использоваться любая кабель (например, гибкий). Это применимо также к необязательному второму и третьему разъемам. Кабель питания расширителя может быть любым (гибким) без ограничений на распределение проводников, кроме колонок 3 и 4 в рядах а и b, которые должны быть смежными для передачи сигналов последовательной магистрали. Разъемы могут конструироваться из модульных соединителей.

Кабельная связь может использоваться без создания функциональных модулей, питания, субстоек и задних панелей. Для этого используют стандартный кабельный соединитель. Контакты модуля типа 1 в этом случае неудобны, так как они оптимизированы для связи двух смежных модулей.

Сигнал кабельной связи (тип 18-ДЕ-500) подключают с помощью модульного соединителя EIA-IS-64 (2 мм), с прямоугольными штырьками (определяемыми устройствами). Для этого требуется 2 разъема для входной и выходной линии с определенными контактами на разъемах устройства. Как альтернатива возможно использование штырьковых контактов как для модуля типа 1 в случае, если они устанавливаются в устройство расширителя с двухсторонними контактами, сзади которого подключают кабель связи. При размещении в

субстойке, которая содержит нормальный разъем SCI в соединительных модулях 1-7, первый выходящий кабель будет занимать соединительные модули 16-18, первый входящий кабель – 19-21, второй выходящий кабель – 9-11 и второй входящий – 12-14. Такое распределение контактов соответствует простому симметричному кабельному ансамблю, который может соединяться в серии, если между ними включить устройство с двухсторонними выводами.

Землю G в ряду “а” разъема выходной линии соединяют с логической землей устройства (то же и земля G в ряду “d” выходной линии). Несоединенные в кабеле контакты соединяют с земляным проводом или общим экраном. Любой заземленный ряд способен обеспечить разрядку при установке разъема. Для дальнейшего улучшения устойчивости против электростатических зарядов возможна установка длинных штырьков в земляной ряд (в будущем). Контакты G разъема входной линии могут быть соединены в устройстве вместе, но изолированно от логической земли и шасси устройства. Сигнальный ток должен протекать через терминальные резисторы к питанию (-2В), возвращаясь через контакты земли в кабеле и передающем устройстве. Отдельные контакты G должны соединяться с соседними (ряд “а”, колонка 1) вблизи разъема входной линии, но сохраняться как отдельная линия в кабеле и промежуточных разъемах. Они могут пропускаться к логической земле на разъеме выходной линии с емкостью  $0,01 \text{ мкФ}$ . Необходимо обеспечить возможность схемам на выходной линии воспринять признак наличия соединения, что осуществляют измерением напряжения Gs и G, если небольшое напряжение постоянного тока приложено к Gs (для диагностики).

Кабель представляет собой экранированные невитые пары с сопротивлением  $50 \text{ Ом} \pm 10\%$  каждого провода на экран.

### Последовательные каналы масштабируемого сетевого интерфейса с разной средой

При создании кольцевой сети между ее узлами может использоваться различная физическая среда связи (электронная, оптическая).

Протоколы последовательной пакетной передачи SCI не зависят от транспортного уровня сети и допускают прямую мостовую связь между различной по скорости средой связи. Последовательная схема передачи обеспечивает передачу символов по 16-разрядов плюс флаг. Частота возможных ошибок передачи оценивается не более  $10^{-12}$ , однако в больших системах рекомендуется обеспечивать достоверность выше  $10^{-14}$ . При использовании оптических волокон

мод в лазерном диоде. Качество диодов зависит от качества технологии их производства, поэтому требуется проверка элементов, однако проверка на уровне  $10^{-14}$  очень трудоемка. Предпочтительна другая стратегия — использовать существующие компоненты, но контролировать возможные ошибки в период выполнения системных операций, планируя замену обнаруженных некачественных диодов.

Универсальный последовательный интерфейс (тип I-SE-1250) ориентирован на электрический и оптический последовательный выход, причем требования к электрическим сигналам определены только для входа и выхода коаксиального кабеля.

Схема кодирования типа S20 поддерживает баланс постоянного тока, при максимальном расхождении 33 разряда. Баланс по постоянному току позволяет передавать код через линии, сопрягаемые по переменному току, что является преимуществом для коаксиальных и оптических методов передачи. Если полосы с сопряжением по переменному току очень высокочастотные, то может быть нарушена длинная последовательность из "1" или "0". Этот эффект называют изменением базовой составляющей линии. Чтобы деградация была менее 4% за период 33 разрядов, должны выполняться следующие требования сопряжения по переменному току: узел (передатчик или приемник), имеющий один доминирующий полюс с сопряжением по переменному току в сериях, должен работать на частоте не более 200 кГц; если узел имеет два эквивалентных полюса с сопряжением по переменному току, частоты полюсов должны быть не более 100 кГц.

Из-за электростатического электричества не желательно полностью изолировать кабель от земли, поэтому на портах передатчика и приемника включают резистр 10 МОм.

Границы маски сигналов определяют временную ось, выражаемую в единичных интервалах, соответствующих периоду одного разряда (800 нс). Ось амплитуды сигнала "у" выражается в единицах, нормализованных к среднему размаху сигнала. Высокий уровень соответствует "1", а низкий "0". Значения границ масок оценивают при двух вероятностях ошибок  $10^{-4}$  и  $10^{-12}$ . В первом случае эта величина может быть измерена с помощью осциллографа, запускаемого по часам последовательного выхода передатчика. Требуемая полоса частот прибора 10 ГГц. Для анализа необходимо накопить не менее  $20 \cdot 10^6$  выборок при постоянных условиях. Во втором случае требуется специальный тестер измерения частоты ошибок. Все границы могут быть измерены при передаче случайных чисел.

Коаксиальные кабели при частоте больше

нескольких десятков КГц характеризуют следующим поверхностным эффектом в соответствии с выражением:

$$T(f) = 10^{k\sqrt{f}},$$

где  $T(f)$  - функция передачи кабеля от частоты  $f$ ;  
 $k$  - постоянная, зависящая от типа кабеля.

Для случая минимальной передачи сигнала 0,7В (p-p) и требуемого минимума открывания окна границ 200 мВ, потери на частоте 600 МГц должно быть меньше 3,8 дБ. При необходимости передачи на большие расстояния может использоваться на приемнике эквалайзер. Простейший эквалайзер (полюс/нуль) может обеспечить усиление приема 3 дБ на 600 МГц, частично компенсируя снижение поверхностных потерь (спин-эффект). Следовательно, при простой системе с таким эквалайзером допускается до 6,8 дБ кабельных потерь на частоте 600 МГц. Более 3 дБ не рекомендуется, так как эквалайзер производит невоспринимаемые искажения границ для случаев коротких длин кабелей.

Для передачи очень широкополосных электрических сигналов (50 Ом) на короткие расстояния рекомендуется специальный разъем (типа SMA). Входной разъем должен изолировать кабельный экран от земли шасси. Другой разъем (тип SMB) допускает использование большей длины кабеля. Разъемы типа N используют в ситуациях, где требуется много разъединений и соединений.

Вариант реализации электрического линейного передатчика и приемника для передачи данных по коаксиальному кабелю базируется на согласовании 50 Ом с (или без) сопрягающей емкостью по переменному току. Уровни ЭСЛ-сигналов могут быть получены дополнительным соединением выхода (на 50 Ом) для согласования на 1,3 В.

Интерфейс оптических каналов связи ориентирован на прием и передачу оптических сигналов по фибру (типа I-FO-1250). Требования сопряжения по переменному току для оптического интерфейса подобны рассмотренному электрическому интерфейсу. Оценочные маски границ оптических сигналов следует контролировать на выходе лазерного передатчика. Время перехода оптического сигнала (10% и 90%) измеряется с помощью сопрягаемого по постоянному току оптического приемника, который представляет собой линейный канал с полосой частот минимум 5 ГГц. Для таких измерений используется полный кадр О. При применении в измерениях цифрового осциллоскопа для снижения шума может использоваться метод усреднения сигнала. Выбор

осциллоскопа для снижения шума может использоваться метод усреднения сигнала. Выбор оптических соединителей не является очень критическим, так как стоимость адаптерных кабелей для согласования разъема существенно меньше стоимости всей системы, однако некоторые рекомендации позволяют избежать дополнительных затрат и трудностей. Например, в сети FLLI используют громоздкий разъем, который, однако, обеспечен необходимой поддержкой и обеспечивает одномодовые передачи. Поэтому рекомендован для соединения стандарт ANSI для физического слоя передачи по одномодовому волокну (SMF - PMD), использующий разъем интерфейса среды (MIC SM) с теми же условиями ввода-вывода, что и для сети FDDI. Между оптическими передатчиками и приемниками допускается до 8 соединителей, причем применять их следует с большими возвратными потерями, если это возможно практически. Сращивание оптических кабелей сваркой допускается на концах и не более одного сращивания на 1 мм длины кабеля (L). Для возможности эксплуатации допускается два дополнительных сращивания кабеля. Таким образом, общее число сращиваний в системе определяется следующим выражением:

$$N = 4 + L$$

При этом предполагаемые потери на сращивание не более 0,15 дБ при стандартном отклонении потерь от сращивания 0,1 дБ.

Потери бюджета оптического тракта следующие:

минимум мощности лазерного запуска, дБ/м	9
предполагаемые системные потери для длины 10 км (постоянный ток), дБ	9
3 стандартных отклонения системных потерь, дБ/м	1,4
чувствительности оптического приемника, дБ/м	22
min граница оптической мощности, дБ/м	+2,6

Стандарт IEC-825 определяет max излучение лазера, безопасное для глаза. Для длинноволнового излучения (1300 нм) трубчатого лазера выходная мощность по спецификации находится в пределах безопасного допуска. Для других случаев необходимо проводить соответствующие измерения. Визуальные измерения на простом осциллографе не адекватны для исследования характеристик системы при всех возможных условиях. В частности, лазерно-волоконные взаимодействия могут приводить к возникновению дополнительных ошибок с низкой вероятностью, которые не всегда воспринимаются

при визуальных измерениях. Требуется учитывать в спецификации контроль таких эффектов путем определения параметров лазера и волокна, чтобы минимизировать влияние этих эффектов на систему. Оценочные измерения при вероятности ошибок  $10^{-4}$  могут быть выполнены с помощью осциллографа, при этом параметры сигналов измеряются прямо с экрана осциллографа, запускаемого последовательностью строб-сигналов от часов. Полоса частот осциллографа 10 ГГц. Требуемое число накопленных результатов измерений около 20 млн. выборок в непрерывном режиме осциллографа, что требует время около 10 мин.

Оценочные измерения на уровне вероятности ошибок  $10^{-12}$  потребуют специальных тестовых средств, обеспечивающих настройку фазы и напряжения заданных пределов маски, что позволит генерировать контурные границы маски при определенной вероятности ошибок. Предполагается, что такие исходные системы обеспечат тестовые измерения статистики до уровня  $10^{-12}$ . Периодические точечные оценки могут быть выполнены на этом уровне для обнаружения и управления смещениями в производственном цикле. Для электрических измерений строб-сигналы часов могут быть взяты из передающего интерфейса линии связи (TLI) или из восстановленных синхросигналов, генерируемых приемным интерфейсом связи (RLI). В последнем случае необходимо учитывать возможный джиттер при анализе результатов измерений. Тестовые комбинации для оценочных измерений обеспечиваются следующим образом. При установке системы или разрыве при последовательном кодировании (типа S20) передается кадр 0, т.е. комбинация разрядов соответствует квадратной волновой форме при битовой скорости 1/20. Такая тестовая комбинация не отображает максимального количества зависящих от комбинации эффектов, но может быть полезна при исходном проектировании и включении устройств управления состоянием линии связи для тестирования, чтобы обеспечить затем передачу более сложной комбинации. Она может быть получена из источника SCI или от внешнего генератора, присоединенного ко входу SCI.

Оценочные измерения могут быть выполнены с помощью псевдослучайной последовательности (PRBS) вида  $(2^{23}-1)$ , которая может использоваться прямо или кодироваться по специальному методу, путем преобразования ее в последовательность 32-разрядных слов плюс 4 разряда четности для передачи их на вход SCI.

Оптическая мощность на разъемах передатчика и приемника измеряется с помощью калибруемого

измерителя мощности при передаче полного кадра О, что соответствует квадратичному по волновой форме тестовому сигналу на частоте 60 МГц.

Оптический спектр, включая центр длины волны и спектральную ширину на передатчике, измеряют с помощью оптического анализатора спектра. Кабель для передачи световых сигналов в анализатор должен быть коротким для минимизации спектральной фильтрации на этом участке. Последовательность ( $2^{23}-1$ ) может служить в качестве тестовой комбинации для измерений оптического спектра.

Оптический интерфейс SCI-FIBER (P 1596) обеспечивает расширение базовых возможностей сетевых структур SCI, сохраняя электрический протокол связи. К новым возможностям относятся: большие расстояния, высокая скорость каналов ввода-вывода, простота связи систем и высокая чувствительность электрического оборудования. Основные характеристики фиберной связи SCI:

- скорость передачи – 1 Гбит/с;
- высококачественные оптические средства: лазерный передатчик (1300 нм), одномодовый фибер, соединители, как в сети FDDI;
- большое отношение сигнал/шум, низкая вероятность ошибок ( $<2^{-14}$ );
- расстояние 2 км (max 10 км);
- последовательное кодирование, свободное от постоянного тока;
- потенциально невысокая стоимость.

Реализация систем полностью на оптической связи SCI-FI предполагает следующие условия: декодирование данных обеспечивает проверку адреса (циклический код);

- возможно использование циклического кода только для данных;
- возможна реализация обнаружения ошибок в кодируемых данных;
- циклический контроль должен поддерживаться только со сбросом данных и др.

Оптический интерфейс SCI может обеспечивать эффективную реализацию как больших, так и малых двухузловых систем и распределенных сетей рабочих станций. Использование сервера с большой памятью для многих рабочих станций может снизить общую стоимость (время доступа к дискам 20 мс, время доступа к серверу файлов 100 мс), так как скорость коммуникаций становится все более критической.

Большой интерес для систем сбора представляют исследования использования мостов на другие магистрально-модульные системы (VME, FUTUREBUS+ и др.). Для фундаментальных задач экспериментальной физики высоких энергий целесообразно использование больших кластеров

процессоров для предобработки потоков данных, связанных с детекторами в сети конвейерно-параллельного сбора и обработки с помощью оптимальной комбинации оптических и электронных каналов связи.

Результаты предварительного моделирования, выполненные при простых предположениях (случайные комбинации доступа, отсутствие “горячих” точек, неточное отражение механизма управления доступом), дают оценки общих задержек (типа запрос-ответ), не отражая времени генерации ответа). В случае обрыва фибера может выйти из строя вся система, поэтому рекомендуется вводить избыточные тракты, что приведет в случае обрывов к деградации полосы частот. Возможно использование также методов “горячего” резервирования.

Оптические сигналы могут допускать определенную частоту ошибок. Для гарантии хорошего соотношения сигнал/шум ограничивают длину связи или вводят избыточный контрольный код. При низкой вероятности ошибок достаточной является стратегия контроля по ограничению времени передачи.

Таким образом, оптические системы обещают большие потенциальные возможности и становятся все популярнее. Для эффективной реализации простого в использовании оптического интерфейса требуются микросхемы СБИС для интерфейса системы и для лазерного передатчика. Интерфейсные микросхемы для этих целей разрабатывает фирма Дольфин (Норвегия), а микросхемный набор для гигабитовой оптической линии связи – фирма HP (США). Микросхемный набор фирмы HP, содержащий оптические передатчик (TX) и приемник (RX), обеспечивает простоту его использования в системах, так как в схемах:

- исключены внешние активные тракты;
- обеспечена полная функциональность программ из двух микросхем;
- не требуется подстройки схем;
- простая схема интерфейсного управления для SCI;
- используется виртуальный гибкий кабель.

Гигабитная линия создается на основе двух микросхем по 68 контактов, не требующих дополнительных внешних активных устройств. Максимальное расстояние связи коаксиальным кабелем (RG - 58 A/v) – до 50 футов (~15 м), скорость передачи – до 1,2 Г бит/с, длина оптической линии до 2 км. Микросхемы ЭСЛ-схемы 100 К требуют питание – 5,2В. Требуется обработка синхросигналов кадровой скорости, остальные синхросигналы вырабатываются в микросхеме. Стартовый сигнал обрабатывается микросхемами

набора схем в лаборатории фирмы HP (Англия, Бристоль) создан прототип сети (MAN), в котором использовалась схема по проекту стандарта SCI-FIBER (IEEE-P 1596). Кодовая схема расширителя предусматривает его применение для последовательной реализации канального интерфейса HIPPI, при этом выбор режима SCI и HIPPI предполагают выполнять простыми соединениями контактов. Интерфейс HIPPI планируют реализовать на основе коммерческих вен-

тильных матриц. Используемая здесь схема кодирования- декодирования 17В/20В обеспечивает на 5% больше эффективность, чем схема 8В/10В (FDDI). Линейный код свободен от постоянной составляющей. В микросхемах не требуется при этом просмотрных таблиц. Схема обеспечивает 214 управляющих кодовых определяемых пользователем комбинаций, автоматическую синхронизацию кадров (без специальных синхронизирующих знаков), простой и надежный проект петли фазовой блокировки.

### **RING NETWORK ARCHITECTURE WITH COMBINED MULTIMEDIA SCI**

**V.I. Vinogradov, D.B. Gustavson.**

The characteristic features of the scaled SCI interface are given in terms of its multimedia realization.