

АВТОМАТИЧЕСКИЕ КОММУТАЦИОННЫЕ МАТРИЦЫ, УСТАНОВЛИВАЕМЫЕ В ПЛИНТЫ

Переключения физических цепей в кроссах и распределительных шкафах, а также подключение измерительных приборов к линиям связи остаются самыми трудоемкими и наиболее часто выполняемыми действиями в процессе эксплуатации линий связи. Один из путей снижения трудоемкости эксплуатации, повышения оперативности обслуживания, качества и надежности связи – автоматизация управления физическим уровнем сети доступа, построенной на медных кабелях.

Кроссовое оборудование предназначено для соединения и переключения электрических цепей линейных и станционных кабелей с металлическими жилами и передачи сигналов электросвязи [1]. Кроме того, кроссовое оборудование обеспечивает защиту от перенапряжений и проведение измерений линий связи.

Переключения физических цепей в кроссах и распределительных шкафах по существу являются изменением конфигурации сети. Эти переключения, а также подключение измерительных приборов к линиям связи остаются самыми трудоемкими и постоянно выполняемыми действиями в процессе эксплуатации сети доступа. Один из путей снижения трудоемкости эксплуатации, повышения оперативности обслуживания, качества и надежности связи – автоматизация управления сетью доступа, построенной на медных кабелях.

АВТОМАТИЧЕСКАЯ КОММУТАЦИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ЛИНИЙ

Устройства, предназначенные для автоматической коммутации физических линий, выпускаются различными фирмами и применяются, в основном, на сетях доступа. Краткий обзор оборудования и его применения дан в [2]. В связи с тем,

что терминология для этого класса оборудования на русском языке (и на английском, кстати, тоже) еще не устоялась, в работе [2] были предложены следующие определения:

- Автоматическое устройство коммутации линий – оборудование автоматического переключения и коммутации физических линий связи.
- Автоматическая коммутационная матрица – устройство, включающее в себя коммутатор малой емкости, контакты для подключения проводов линий связи, устройство управления и сопряжения с внешними устройствами. В общем случае является частью автоматического устройства коммутации линий большей емкости.
- Автоматический кросс – оборудование, предназначенное для переключений и коммутации между физическими линиями и оборудованием связи. Переключения и коммутация производятся под управлением оператора или системы более высокого уровня.
- Автоматическое устройство переключения – оборудование, предназначенное для резервирования оборудования и линий связи. Коммутирует каждый вход с одним из двух выходов.
- Автоматическое устройство подключения тестовой шины – оборудование, предназначенное для подключения к

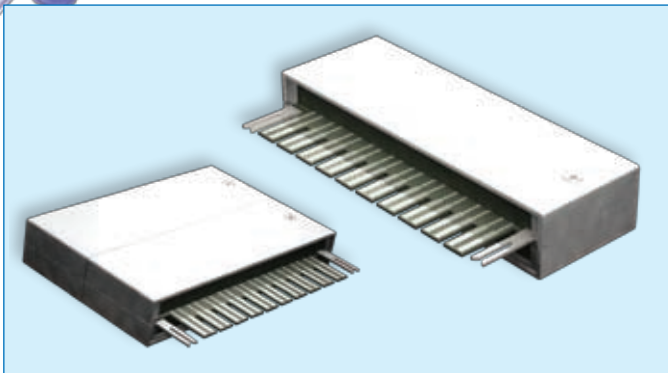


Рис. 1 Коммутационные матрицы для установки в планты

линиям связи в автоматическом режиме измерительных или контрольных приборов. Является частью автоматизированной системы измерения.

- Автоматический кроссовый коммутатор – оборудование с теми же функциями, что и автоматический кросс, но меньшей емкости. Предназначен, в основном, для переключений на распределительной сети. Может устанавливаться в распределительных шкафах.

Автоматические устройства переключения (устройства переключения на резервные линии) могут использоваться в следующих случаях:

- оперативные, дистанционно управляемые переключения на резервное оборудование или кабель;
- оперативное подключение одного из двух оконечных устройств к оборудованию;
- переключение межстоечных соединений (например, при резервировании направлений связи).

Автоматические устройства подключения тестовой шины являются необходимой частью систем мониторинга и измерения сети доступа и служат для подключения измерительных приборов к линиям связи. Требования к параметрам линий связи, к которым подключено оборудование ADSL, значительно выше, чем к аналоговым абонентским линиям. Даже незначительное изменение параметров может значительно снизить скорость передачи. Высокий доход от цифровых абонентских линий и все возрастающая конкуренция на рынке доступа в Интернет сегодня и видео по запросу завтра делают жизненно важным постоянный контроль состояния ADSL- и VDSL-линий и быстрое устранение причин, снижающих качество связи.

Невозможно даже представить, что к каждой линии с ADSL несколько раз в сутки дежурный персонал АТС будет подключать приборы, проводить измерения и анализировать их результаты. Следовательно, эта работа должна проводиться без участия человека или с минимальным его участием. Принципы автоматизации измерений линий связи и методы измерений при использовании технологии ADSL рассмотрены в [3].

Автоматические кроссы должны полностью или частично заменять кроссы обычные. Несмотря на то, что оборудование было разработано еще в 1990-х годах и производилось рядом фирм, широкого распространения оно не получило. Фактически была предпринята попытка повторить структу-

ру обычного кросса, переключения в котором вместо людей производят электромеханические устройства – роботы. Такое решение оказалось нецелесообразным и сейчас автоматическая коммутация в кроссах на сети общего пользования используется для тестирования линий или переключения сервисов. Переключение сервисов в кроссах сегодня реализуется в "интеллектуальных сплиттерах", совмещающих функции разделения сигналов и коммутации.

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ СЕТЕЙ ДОСТУПА

Конкуренентоспособные широкополосные услуги, прежде всего IP TV, по медным линиям могут быть предоставлены с помощью технологии VDSL, дальность которой по медной паре не превышает 1200 м. В связи с этим операторам придется выносить активное оборудование, например DSLAM, за пределы обслуживаемых объектов связи. Узел доступа к мультисервисной сети MSAN может подключаться оптическим кабелем и размещаться в шкафу (FTTC) или входить в состав удаленного концентратора (FTTR). Узел доступа может подключаться также другими способами, например спутниковым каналом.

Абонентам могут быть нужны разные услуги: ADSL, VDSL, SDSL, а кому-то достаточно обычного телефона. Подключение и отключение услуг необходимо производить оперативно (например, при подключении новой услуги или задолженности по оплате). Чтобы подключить или отключить тот или иной сервис, произвести измерения, технику необходимо попасть в коммутационный шкаф.

Для снижения стоимости эксплуатации, своевременного обнаружения повреждений линий и оперативного подключения абонентов к различным сервисам необходимо автоматизировать процессы коммутации линий и измерения на необслуживаемых объектах. Лидером в производстве оборудования для автоматизации сетей доступа является фирма ADC KRONE [4, 5].

Аналитическая компания Venture Development Corporation (VDC) провела исследование технологий, используемых в устройствах удаленной автоматической коммутации линий для сетей NGN. В соответствии с ее докладом, из всех возможных технологий для коммутационных матриц устройств с удаленной автоматической коммутацией электромагнитное реле является наиболее приемлемой технологией, доказавшей свою надежность, устойчивость и минимальное искажение сигнала передачи [6]. Компания VDC считает также, что это единственно приемлемая на сегодняшний день технология. Роботизированная коммутация подвержена ошибкам, является дорогостоящей и имеет короткий срок службы, а полупроводниковые коммутаторы обладают электрическими параметрами, делающими их непригодными для требований широкополосных услуг xDSL, таких как VDSL. Компания VDC также отметила, что для данных применений пока не

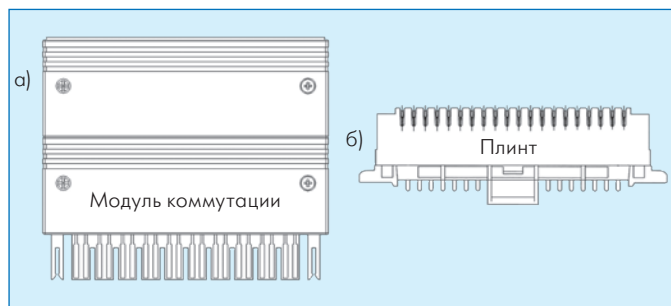


Рис.2 Матрица (а) и стандартный плинт (б)

следует использовать микро- и электромеханические системы, так как они имеют серьезные ограничения в диапазоне рабочих температур и чувствительны к вибрации. Однако микро- и электромеханические реле в перспективе могут привести к выигрышной технологии ввиду снижения стоимости и объемов оборудования.

АВТОМАТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА КОММУТАЦИИ ФИЗИЧЕСКИХ ЛИНИЙ

В результате анализа состояния и перспектив рынка и технологий специалисты компании НПО "Инженеры электросвязи" определили требования к коммутационным матрицам, на базе которых будут построены автоматические устройства коммутации:

1. Коммутационные матрицы для устройств различных применений (подключение тестовой шины, переключение сервисов, резервирование, автоматическая коммутация) должны основываться на едином технологическом решении.

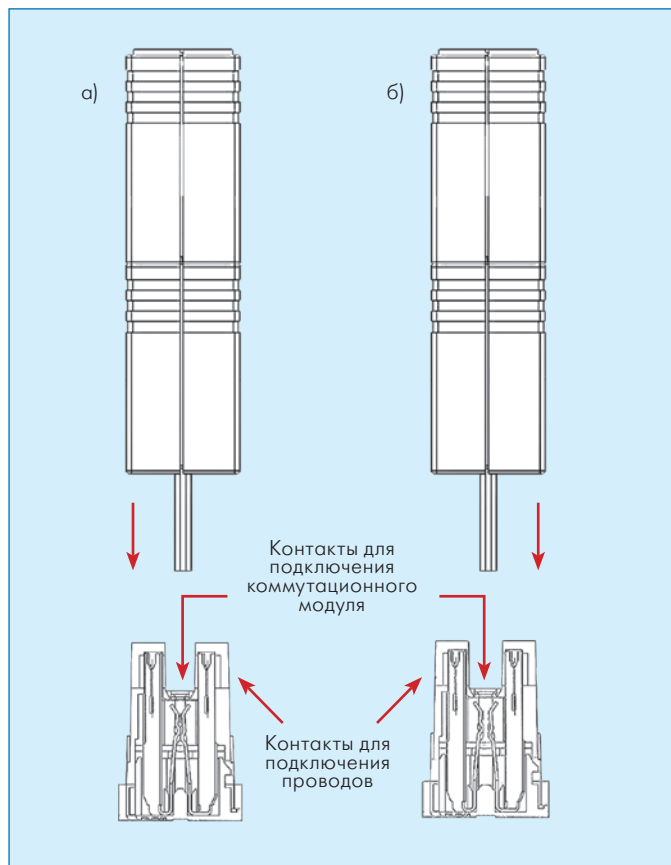


Рис.3 Подключение матрицы к нормально замкнутым (а) и нормально разомкнутым (б) контактам плинта

2. Коммутационные матрицы должны быть удобными для установки в шкафы, кроссы и стойки с оборудованием, в том числе, находящиеся во включенном состоянии.

3. Коммутационные матрицы и оборудование в целом должны иметь стандартные интерфейсы, что облегчит как их разработку, так и встраивание в системы различного назначения.

4. Электрические характеристики матриц должны обеспечивать прохождение как НЧ-, так и ВЧ-сигналов.

Эти требования реализованы в матрице (рис.1), основные технические решения которой защищены (принято решение о выдаче патента на полезную модель [7]).

Матрица устанавливается в стандартный плинт (рис.2, 3). Плинт обеспечивает механическую фиксацию и подключение проводов к входам коммутационной матрицы. Электропитание и сигналы управления могут подаваться в матрицу через контакты плинта или через специальные контакты (разъемы), установленные на корпусе матрицы (рис.4).

Распределение электропитания по матрицам, управление матрицами, интерфейс с оператором или системой управления обеспечивает групповой интерфейсный модуль. Он также может устанавливаться в плинт (что имеет смысл при подаче сигналов управления в матрицы через контакты плинта) или иметь другую конструкцию.

Коммутация в матрице производится малогабаритными механическими реле. Реле могут быть неполяризованными

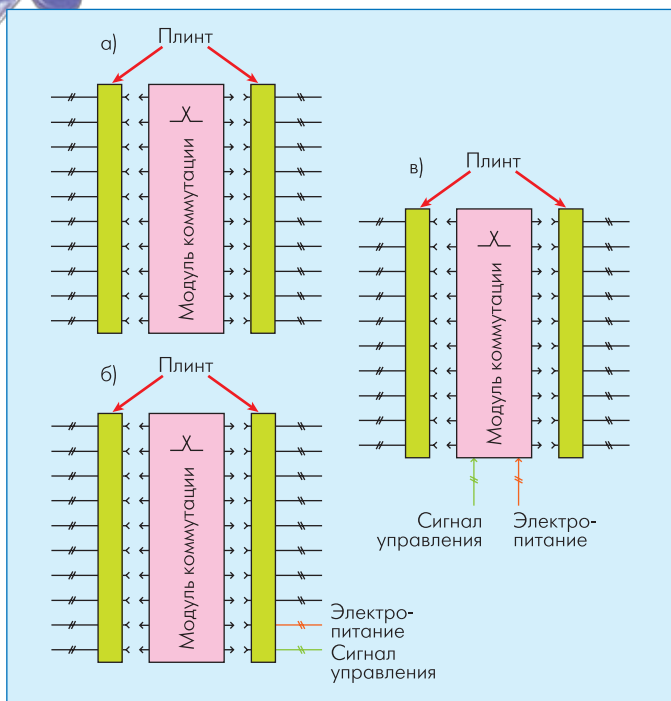


Рис. 4 Подача в матрицу электропитания и сигналов управления через контакты плинта (а), через специальные контакты (б) или разъемы (в)

или поляризованными. Управление поляризованными реле сложнее, но их применение позволит значительно снизить потребляемый ток.

Управление коммутацией выполняет встроенный микроконтроллер, который подключен к групповому интерфейсному устройству (например, по протоколу RS-485). Групповое интерфейсное устройство может соединяться с центром управления различными способами. Предусматривается несколько вариантов. Если автоматическое устройство коммутации размещено в узле связи, его можно подключить к локальной сети Ethernet или непосредственно к одному из портов компьютера. В том случае, если от устройства, расположенного в шкафу, не требуется передавать других данных (например, результатов измерений), для управления удаленным коммутатором может быть использован даже низкоскоростной модем. С целью экономии кабеля и уменьшения контактов подключения целесообразно организовать питание интерфейсных устройств по проводам управления. Для этого может быть использована технология PoE (Power over Ethernet). В случае, если оборудование удалено, питание можно передавать по одной паре с сигналами управления, не содержащими постоянной составляющей (например, по ГОСТ Р 52070-2003, соответствующему MIL-STD-1553).

Предположим, что от распределительного шкафа, содержащего коммутатор физических линий и измерительные приборы, в центр управления нужно передавать результаты измерений и данные о состоянии коммутатора. Для этого к шкафу достаточно передавать только команды управления, от распределительного шкафа в узел связи передается значительно больший объем данных. В этом случае можно использовать ADSL.

Для устройств резервирования линий может быть применено управление подачей питания или изменением полярности питающего напряжения. В этом случае групповое интерфейсное устройство может применяться для распределения питания или подачи переключающих импульсов в матрицы. Управление групповым интерфейсным устройством блока резервирования может осуществляться по каналу передачи данных или даже ручным переключателем.

Предложенный принцип обеспечивает гибкость и простоту построения автоматических устройств коммутации из стандартных коммутационных матриц. Коммутационные матрицы различных типов, но одинакового конструктивного исполнения, могут быть объединены в единые устройства, например, в матрицу коммутации линий и матрицу для подключения тестовой шины. Емкость коммутатора может быть увеличена путем запараллеливания входов/выходов коммутационных матриц и/или построения многозвенных схем коммутации.

Соединение контактов матриц выполняется при монтаже устройства коммутации путем врезки проводов в контакты плинтов стандартным инструментом. Таким образом, коммутатор любого назначения и емкости может быть собран на месте из стандартных блоков. Затем с помощью ноутбука или по каналу связи производится его конфигурирование. В том случае, если стандартный коммутатор серийно собирается в заводских условиях, можно использовать плинты, впаянные в кросс-плату, что значительно уменьшит трудоемкость монтажа оборудования.

Такой принцип построения позволит производителям оборудования, системным интеграторам и службам эксплуатации применять коммутационные матрицы в любых системах проводной связи. Немаловажной является возможность использовать матрицу или интерфейсный блок из разобранного устройства в другом месте. Данная конструкция налагает определенные ограничения, прежде всего, на емкость устройств. Размеры матрицы в длину и ширину ограничены размером плинта. Высота корпуса матрицы ограничена размерами шкафов. По ряду соображений установлены два типоразмера: 40 и 80 мм.

В 40-миллиметровом корпусе могут быть размещены автоматический или ручной (с тумблерами) коммутатор пере-

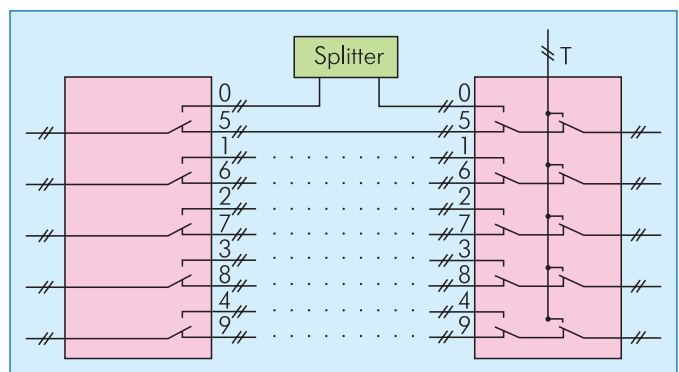


Рис. 5 Пример устройства переключения сервисов емкостью 5 линий

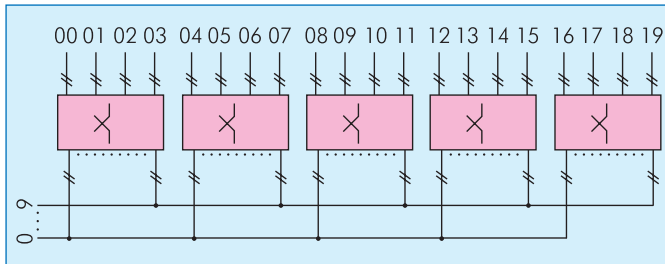


Рис.6 Полнодоступный коммутатор 10×20

ключения на резервные линии емкостью 5/10 пар и коммутатор для подключения 10 пар к одной тестовой шине.

В 80-миллиметровом корпусе могут быть размещены следующие блоки:

- полнодоступный коммутатор с 40 точками коммутации (10×4 или 8×5),
- коммутатор для подключения 10 пар к двум тестовым шинам,
- полнодоступный коммутатор 8×4 с возможностью подключения каждой из восьми линий к тестовой шине,
- коммутатор для подключения к восьми линиям,
- встроенный измерительный прибор (например, тестер E1).

Простейший пример реализации устройства переключения сервисов POTS – POTS+ADSL и подключения тестовой шины к абонентским линиям показан на рис.5. Устройство на пять линий реализовано на двух коммутационных матрицах. Коммутатор 10×20 получен путем запараллеливания входов пяти полнодоступных коммутационных матриц емкостью 10×4 (рис.6). Как видно из рис.7, устройство подключения тестовой шины к 100 линиям содержит 11 матриц, для 200 линий потребуется 21 матрица.

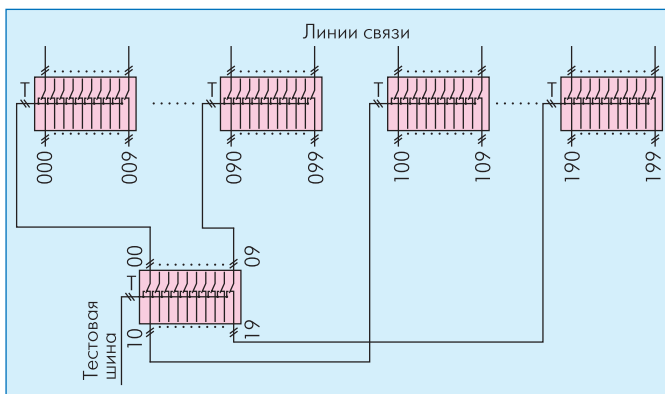


Рис.7 Устройство подключения тестовой шины емкостью 200 линий

Как сказано выше, емкость и количество входов и выходов матрицы ограничено числом контактов планки и размерами 80-миллиметрового корпуса, не позволяющего разместить в нем более 40 реле. Даже если увеличить высоту корпуса, вряд ли удастся увеличить число реле и, соответственно, точек коммутации более 50. Поэтому, для того чтобы строить полнодоступные коммутаторы с числом входов/выходов более 10, придется применять двухзвенные схемы. Для автоматического кросса емкостью несколько тысяч номеров следует поискать другое решение. А для устройств емкостью десятки и сотни линий такое решение подходит. На емкость ус-

тройств переключения на резервные линии и подключений тестовой шины конструкция матрицы таких жестких ограничений не накладывает, и емкость до нескольких тысяч линий вполне реальна.

Предложенное техническое решение позволяет не только создавать системы автоматической коммутации физических линий различного назначения на базе стандартных элементов и программных модулей, но и дает возможность системному интегратору или любому оператору выполнить это самостоятельно.

ЛИТЕРАТУРА

1. ОСТ 45.169-2000 Оборудование кроссовое систем электросвязи для кабелей с металлическими жилами.
2. Терентьев Д.Е. Автоматические устройства коммутации физических линий и их применение в сетях связи. Доклад на конференции "Кабели и линии связи-2007", www.commeng.ru.
3. Бакланов И.Г. Технологии ADSL/ADSL2+: теория и практика применения. – М.: ЗАО "Метротек", 2007.
4. Сонин К.Г. Как приблизить VDSL к абоненту. – Вестник связи, 2006, №10.
5. Попов С.А. Переключать не пары, а сервисы. – Вестник связи, 2006, №4.
6. www.vdc-corp.com.
7. Терентьев Д.Е. Устройство кроссовой коммутации. Патент на полезную модель №67806, 2007.