

SIEMENS

Х.-П. Бойерле/Г.Бах-Беценар

Коммуникация в технике автоматизации

**Автоматизация
производства**

Бойерле/Бах-Беценар

Коммуникация
в технике автоматизации

СIP-Титульная регистрация Немецкой библиотеки

Бойерле, Ханс-Петер:

Коммуникация в технике автоматизации / Ханс-Петер Бойерле и Гюнтер Бах-Беценар. - Берлин; Мюнхен: АО Siemens, [отд. изд.], 1991

(Автоматизация производства)

ISBN 3-8009-1563-4

NE: Бах-Беценар, Гюнтер:

Упомянутые в этой книге обозначения продуктов являются зарегистрированными товарными знаками АО Siemens:

MANUTEC, SICOMP, SIMADYN, SIMATIC, SIMOCODE, SIMODRIVE, SINEC, SINUMERIK, TELEPERM.

ISBN 3-8009-1563-4

Издатели и издательство: акционерное общество Siemens, Берлин и Мюнхен © 1991 Siemens акционерное общество, Берлин и Мюнхен. Работа, включая, все ее части защищена согласно авторскому праву. Всякое применение вне границ закона о защите авторских прав недопустимо без согласия издательства и преследуется по закону. Это относится в частности к размножению, переводам, съемкам на микроплёнку, обработкам любого вида, а также для загрузке и обработке в электронных системах. Это относится также к изъятию отдельных изображений и частичному преобразованию текстов. Printed in the Federal Republic of Germany

Предисловие

Прогресс электроники создает в течение нескольких лет промышленную технику автоматизации. Без устройств и систем автоматизации немислимы сегодня самые различные технологические отрасли и отрасли промышленности: управления и системы руководства тех. процессами, управляющие и лабораторные компьютеры, САД- компьютеры, миникомпьютеры и персональные компьютеры.

Для эффективного использования этих всех компонентов и гарантии безупречного взаимодействия всех устройств производства, все эти компоненты должны быстро и безупречно обмениваться друг с другом информацией. Т.е., они должны быть коммуникативно-способными, и должны быть в наличии эффективные сети коммуникации.

Это требует действующих норм и протоколов. Только если международная стандартизация будет далее развиваться, пользователь в будущем сможет применять друг с другом различные компоненты автоматизации, также компоненты различных изготовителей, без проблем, т.е., коммуникация в технике автоматизации открыта. Siemens исповедует открытую коммуникацию и поэтому с самого начала стремился, ввести стандартизацию в этой области.

Эта книга описывает сегодняшнее состояние в области промышленной коммуникации и рассматривает предпосылки открытой коммуникации. Кроме этого, здесь коротко представлены системы, предлагаемые фирмой Siemens для коммуникации в технике автоматизации.

При этом в первую очередь книга адресована техникам, инженерам и студентам всех технических специальностей и предусмотрена для их ознакомления с коммуникацией в технике автоматизации.

Erlangen, февраль 1991

Акционерное общество Siemens

Содержание

1	Развитие техники автоматизации	9	8.3.2	Мост	78
1.1	Первая цель: повышение производительности	9	8.3	Зонная коммуникация	77
1.2	Изменения техники производства	10	8.3.3	Межсетевой преобразователь	79
1.2.1	Гибкость заказов	11	8.3.4	Трассировщик	80
1.2.2	Разнообразие изделий	11	9	Multi-Vendor-проекты	82
1.2.3	Гибкость системы	11	9.1	Независимые от изготовителя коммуникационные системы	82
1.3	Основная структура современной техники автоматизации	12	9.2	История MAP	83
1.4	Микроэлектроника и техника коммуникации	14	9.3	Дорожные указатели на пути к MAP	84
1.5	Поля автоматизации	15	9.4	Деятельность в Европе	88
2	Производственные процессы	17	10	Полевые шины - коммуникация, близкая к процессу	93
2.1	Непрерывный процесс в нефтепромышленности	17	11	Центральная служба и безопасность сетей	99
2.2	Процессы в производстве железа и стали	19	11.1	Серверы	99
2.3	Прерывистые процессы	22	11.1.1	Серверы коммуникации	99
2.3.1	Токарные станки и роботы с ЧПУ	22	11.1.2	Файловый процессор	100
2.3.2	Гибкие производственные ячейки	24	11.1.3	Сервис печати	101
2.3.3	Гибкие производственные системы	25	11.2	Услуги по организации сети	102
2.4	Технические виды деятельности	27	11.3	Компоненты защиты сетей	104
3	Структуры автоматизации	30	11.3.1	Защита доступа	105
3.1	Иерархическая структура автоматизации	30	11.3.2	Кодирование данных	107
3.2	Задачи уровней автоматизации	31	12	SINEC - Промышленная коммуникация Siemens	112
3.3	Обмен информацией между уровнями	32	12.1	SINEC H1 и SINEC H1FO, зарекомендовавшие себя ячеистые сети	115
3.4	Локальные сети	35	12.2	SINEC H2B, инфраструктура с будущим	
4	Локальные сети, топологии и среда передачи	37	12.3	SINEC-Архитектура протокола	117
4.1	Топология сети	38	12.4	Экономичные сети SINEC	118
4.2	Среды передачи данных	40	12.4.1	SINEC L1	121
4.2.1	Двужильные кабели	41	12.4.2	SINEC L2	121
4.2.2	Коаксиальные кабели	41	12.5	Доступ к другим LAN и общественным сетям	121
4.2.3	Световоды	42	13	Проектирование и применение	122
4.3	Методы передачи	44	13.1	Общие требования к коммуникационной сети	124
4.3.1	Основной диапазон	44	13.1.1	Эксплуатация сети коммуникации собственным персоналом фирмы	125
4.3.2	Несущий диапазон	45	13.1.2	Режим нескольких протоколов коммуникации на совместной сети	126
4.3.3	Широкополосный диапазон	45	13.1.3	Передача изображений, данных и языка по той же сети	127
5	Методы доступа	47	13.1.4	Доступность сети коммуникации	128
5.1	Центральное управление от шины	48	13.1.5	Мощность сети коммуникации	128
5.2	CSMA/CD	49	13.1.6	Интеграция уже установленных устройств автоматизации	129
5.3	Метод эстафетной передачи	51	13.1.7	Менеджмент сети	129
5.4	Сравнение CSMA/CD и эстафетной передачи	53	13.1.8	Перспективность сетей коммуникации	130
6	Первая эстафетная шина в технике автоматизации	55	13.2	Стержневая система широкополосных сетей (на примере SINEC H2B)	130
7	Семь уровней открытой коммуникации	60	13.2.1	Принципиальный образ действий при расчете	132
7.1	Пример из человеческой коммуникации	61	13.2.2	Расчет отношения сигнал/шум	133
7.2	ISO-референтная модель	63	13.3	Коаксиальные ячеистые сети CSMA/CD (на примере SINEC H1)	135
7.3	Пример из автоматизации производства	64	1.3.1	Правила сетевой структуры	136
7.4	Резюме	69	13.3.2	Нормы прокладки сетей и инсталляции	137
7.4.1	Уровень передачи битов (уровень 1)	70	13.3.3	Общие условия эксплуатации	138
7.4.2	Защитный уровень (уровень 2)	70	13.4	Световоды сетей CSMA/CD (на примере SINEC H1 FO)	139
7.4.3	Сетевой уровень (уровень 3)	71	13.5	Практически выполненные сети SINEC	140
7.4.4	Уровень транспортировки (уровень 4)	71	13.6	Сети коммуникации, приближенные к рабочим процессам (на примере SINEC L2 и L1)	143
7.4.5	Уровень коммуникационного управления (уровень 5)	71	14	Перспектива	147
7.4.6	Уровень представления данных (уровень 6)	71	15	Глоссарий использованных понятий и сокращений	148
7.4.7	Уровень обработки (уровень 7)	71			150
7.5	Референтная модель ISO как схема Организации	72			
8	Нормы протокола и сетевые переходы	74			
8.1	Нормирование	74			
8.2	Выбор норм	75			
8.3.1	Повторитель	78			

1 Развитие техники автоматизации

Техника автоматизации в промышленности служит равным образом более высокой эффективности производства и вместе с тем экономичности и конкурентоспособности товара, также как облегчению и безопасности труда. Она направлена на самостоятельное выполнение технических процессов. Это процессы преобразования энергии и материалов, наблюдаемые, напр., на электростанциях, на прокатных и металлургических заводах, а также в химической промышленности, и кроме того также в промышленных процессах производства, таких как металлообработка, лакировка или монтаж.

Уже к началу промышленного века около 150 лет назад существовали автоматические машины, напр., для изготовления винтов или цепей. Однако они не могли производить ничего другого, как изделие, ради которого они были сконструированы.

1.1 Первая цель: Повышение производительности

Когда химическая промышленность в начале этого столетия начала производить в больших масштабах минеральное удобрение и краски, возникли новые фабрики с удивительно высокой степенью автоматизации для того времени. Устройства автоматизации на механической или также уже электромеханической основе управляли отдельными процессами производства. Существенной целью автоматизации было повышение производительности. Высокая производительность имела место прежде всего тогда, когда достигался большой объем продукции при незначительных инвестициях и низких расходах производства.

Следующей была прежде всего автомобильная промышленность, которая ввела автоматизацию процессов производства. В скором времени была введена транспортерная линия, „конвейер“. Автомобили в стандартной конструкции стали массовой продукцией, которую рынок принимал в таком виде.

Хотя такая концепция производства также повышала продуктивность, однако она еще не была достаточно гибкой, чтобы приспособиться к изменяющейся продукции или условиям рынка. Но и они не изменялись тогда так же быстро, как сегодня.

Из опыта первых попыток техники измерения, регулирования, управления и контроля в 50ые годы началось бурное развитие современной техники автоматизации. Техника энергетической отрасли при этом приобрела определенную авангардную роль. По аналогии с другими процессами преобразования очень скоро возникли промышленные технологии.

В середине 60ых годов начиналась попытка ввести наряду с чистой предварительной обработкой данных в установках обработки информации, которая была еще полностью отделена от производственного процесса, центральные процессоры для выполнения задач автоматизации.

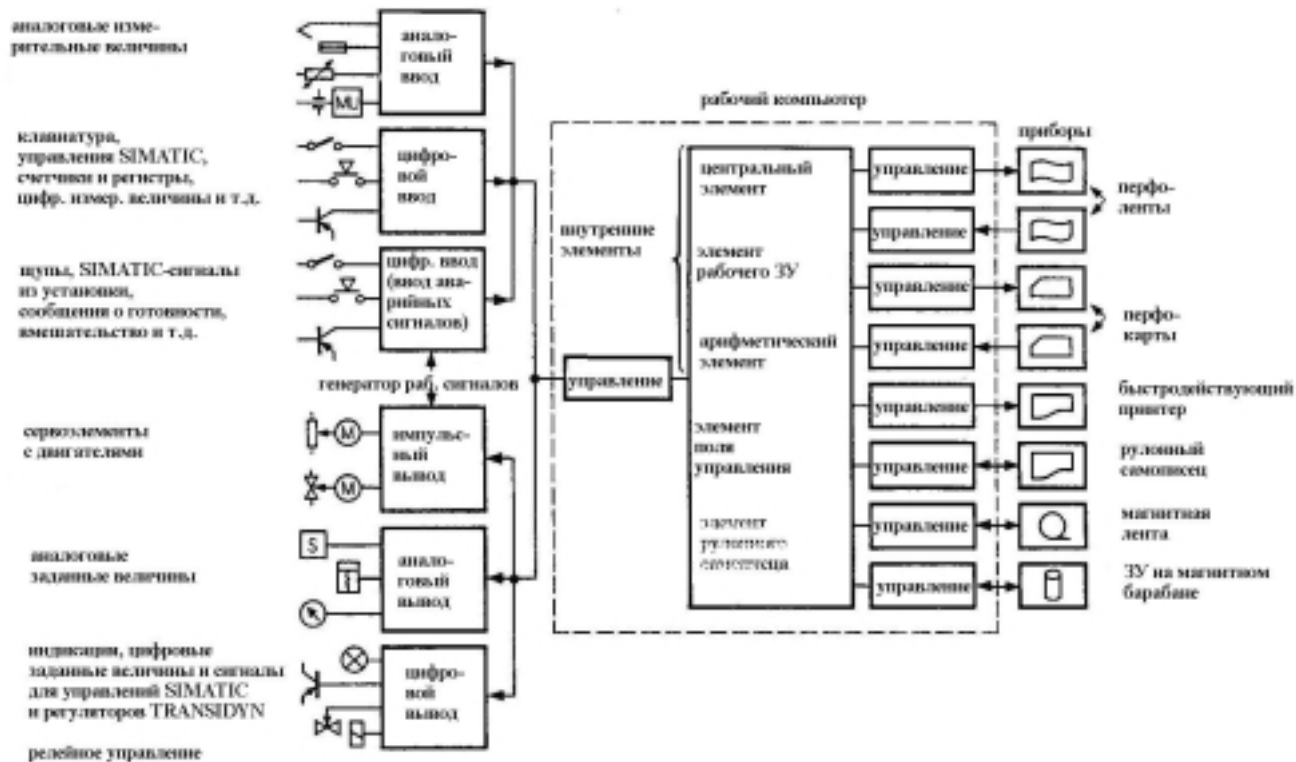


Рис. 1.1
Процессор в технике автоматизации, концепция автоматизации металлургического завода в 60е годы

Этим процессорам были подчинены простые регуляторы, а также реле или системы управления. Процессоры тогда были еще сравнительно дорогими и поэтому для экономичного обоснования высоких инвестиций использовались централизованно для решения как можно большего количества задач одновременно (рис. 1.1). Возникали впечатляющие концепции автоматизирования химической промышленности, металлургических и металлопрокатных заводов.

1.2 Изменения техники производства

До середины 70ых годов автоматизация ограничивалась в основном производством крупных серий. Изготовитель создавал рынок своей производственной программой. Между тем стандартизированные массовые изделия больше не находят сбыта, как ранее. Из рынка предложения рынок стал для многих товаров сегодня рынком спроса. Заказчик определяет изделие или его варианты, а изготовитель следует этим пожеланиям, т.е., он производит, ориентируясь на спрос.

К тому же сами изделия подлежат структурному изменению и должны подгоняться под уровень развития техники во все более короткие сроки. Также вследствие этого количество изделий и их вариантов постоянно возрастает.

Эти изменяемые требования к рынку и возрастающая насыщенность на многих рынках привели к измененным представлениям о целях в контексте с автоматизацией.

При все более сокращающихся сроках поставок задача состоит в том, чтобы производить с ориентацией на спрос и экономично. Одновременно производить высококачественные конечные продукты при рациональном применении сырья и энергии.

Таким образом, экономичность в промышленном производстве достигается сегодня не только высоким количеством изделий или высокой производительностью одной установки; скорее, ориентация в автоматизации все больше заключается в качестве изделий и в гибкости производства. Ориентируясь на потребителя и, тем не менее, экономическим путем производить будет можно только по *гибким концепциям производства*. Сегодня это уже процессы производства определенными партиями в химии или гибкие производственные системы в автомобилестроение, которые экономично могут изготавливать уже ограниченный спектр деталей, так называемые семейства деталей. Также в автомобилестроение встречаются первые гибкие системы сборки.

Гибкость достигается только с помощью современной техники автоматизации. В общем, различают три вида гибкости: гибкость заказа, изделия и системы.

1.2.1 Гибкость заказа

Под гибкостью заказа понимается способность производственной системы экономично изготавливать заранее определенный спектр изделий или деталей независимо от заказанного количества экземпляров до „партии 1". Для достижения короткого времени выполнения и высокой степени использования машин процесс производства должен быть возможен без переоборудования машин.

1.2.2 Гибкость изделия

Это понятие означает, что производственная система способна изготавливать вновь разработанные или модифицированные изделия. Для возможности быстрого реагирования на рыночные изменения или пожелания заказчиков, время разработок и введения рецептур или производственных программ и возможного переоборудования производственных установок должно быть по возможности коротким.

1.2.3 Гибкость системы

Выражение гибкость системы обозначает возможность расширять производственную систему дополнительными устройствами изготовления (напр., для повышения производительности) или заменять отдельные процессы производства новыми технологиями, без прерывания процесса производства.

Как показано на рис. 1.2, между экстремумами „Поточное производство" (высокая продуктивность при низкой гибкости) и „Производство в условиях мастерской" (незначительная продуктивность, но высокая гибкость) находятся ступенчатые гибкие устройства изготовления. Отчетливо прослеживается: большая гибкость реализуется вначале за счет продуктивности.

Этот целевой конфликт компенсируется с помощью современной техники автоматизации. Условия при этом задаются спектром изделий, величиной партии, нагрузкой машин и многими другими аспектами.

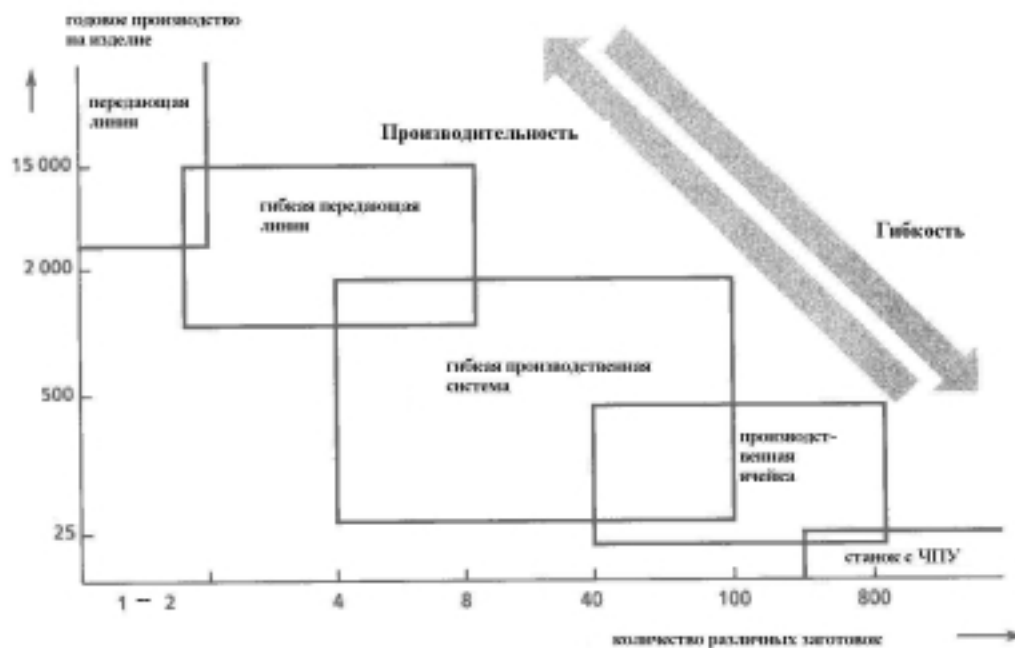


Рис. 1.2
Целевые конфликты: зависимость производительности и гибкости в современных концепциях производства

1.3 Основная структура современной техники автоматизации

Техника автоматизации регистрирует и наблюдает за состояниями и размерами технических установок и регулирует или управляет технологическими процессами в производстве. Для этого необходимо взаимодействие различных устройств и систем:

- Эффективные компьютеры для управления производством,
- Управления при помощи программ, хранимых в памяти (SPS),
- Станки с ЧПУ (CNC, DNC),
- Устройства управления и промышленные роботы (IR),
- Транспортные системы и т.п.

Человек наблюдает и обслуживает технику через индикацию и обслуживающие устройства. Люди также являются частью того, что было ранее установлено программированием и проектированием как способ обработки информации.

Для этих видов деятельности больше недостаточно овладеть функциями отдельных машин, а нужно планировать и контролировать сложные процессы. Этот перенос и

расширение рабочего содержания предъявляет высокие требования к квалификации отдельных сотрудников и к их способности распознавать общие связи в системе. Кроме того человеку для выполнения своих руководящих и контролирующих функций необходимы сведения по производственному процессу, а именно:

- Соответственно правильная информация (регистрация информации),
- надлежащего качества (информация предварительной обработки),
- в необходимом количестве (концентрированные сведения),
- своевременные (аккумуляированные сведения)
- и в правильном месте (перенос сведений).

Информация, таким образом, является решающим фактором производства. Это разумеется только в том случае, если она уже обработана, чтобы, таким образом, быть представленной человеку в улучшенном виде, и вследствие этого наглядной. Как и человеку, специальная информация нужна также каждому участвующему в производственном процессе устройству автоматизации, которое выдает со своей стороны сведения для других компонентов автоматизации, с одной стороны для синхронизации, с другой - для передачи описаний задания.

Решение этой задачи, названной также „информационной логистикой“, будет возможным за счет

- интегрированной технической обработкой данных на всех участках производственного предприятия, где эти данные актуальны, и
- информационно-технической связи этих участков с помощью последовательного использования коммуникативной техники.

Основная структура системы автоматизации состоит по существу из обработки информации и связей, коммуникации с тех. процессом и с человеком (рис. 1.3).

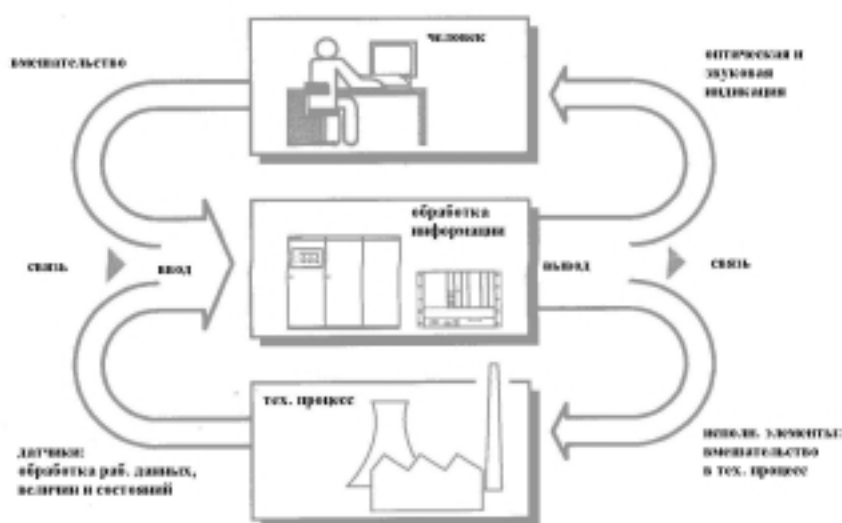


Рис. 1.3

Основная структура системы автоматизации: наряду с обработкой информации связи с процессом и с человеком имеют центральное значение

1.4 Микроэлектронику и технику коммуникации

С развитием кремниевых транзисторов и вскоре за этим последовавшей интеграцией нескольких транзисторов на кремниевых пластинках примерно в 1960-х годах началось победоносное шествие микроэлектроники. Все больше транзисторов на ИС можно было соединять вместе, возникли первые интегральные схемы на монокристалле, предшественники сегодняшних микропроцессоров. Почти за три десятилетия до 1987 степень интеграции ИС возросла в 100000 раз, на этот же коэффициент сократились при этом затраты на транзисторную функцию (рис. 1.4). Сегодня изготавливаются стандартные элементы с миллионом и больше транзисторов. При этом эти высококачественные схемы малы, надежны и энергоэкономичны, но, прежде всего, недороги. Развитие продвигается, границы этой технологии оцениваются лишь при 10 - 100 миллионов транзисторов на схему. Если ранее счетные возможности концентрировалось первоначально в больших компьютерах специальных вычислительных центров, то сегодня эти успехи микроэлектроники позволяют экономично использовать интеллектуальные, *децентрализованные устройства* автоматизации с высокой производительностью. Они объединяют в себе функции измерения, управления и регулировки процессов автоматизации и являются свободно программируемыми. Функции распределены на аппаратные средства и программное обеспечение. Однако децентрализованные устройства автоматизации должны сообщаться друг с другом. Этому требованию отвечает прогресс в области информационной, коммуникационной и вычислительной техники.

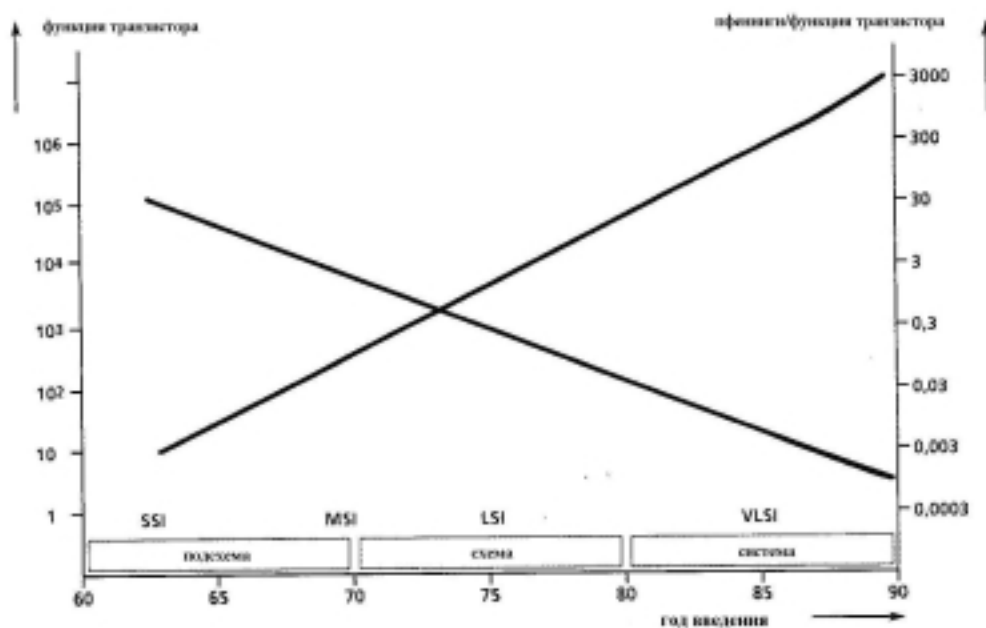


Рис. 1.4

В сто тысяч раз увеличенная производительность по той же цене: разработка степени интеграции ИС и затраты на транзисторную функцию с 1960 г.

Возникли коммуникационные сети, соединяющие устройства автоматизации друг с другом и с центральными устройствами обслуживания и контроля. Микроэлектроника использует высокоинтегрированные специальные ИС на монокристалле для малозатратной реализации коммуникационных сетей.

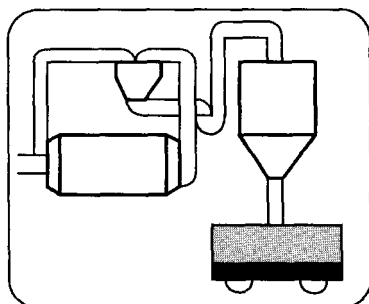
Таким образом, возможны распределенные системы автоматизации, которые могут распространяться на все области системы. Коммуникации между компонентами отводятся вместе с тем все большая роль в промышленной автоматизации. Что в технике сообщения уже является обычным - каждый может сообщаться с каждым, по всему земному шару и безразлично, где изготовлено его устройство - будет характерно также для техники автоматизации.

Для сочленения компонентов автоматизации друг с другом имеются различные способы решения, и никакая задача автоматизации не повторяет другой. Области применения техники автоматизации простираются от электропроводной техники в электрических сетях до плавучих деррик-кранов, от приводной техники в близких и дальних перевозках вплоть до техники руководства тех. процессом на автомобильном заводе. Техника автоматизации применяется всюду, напр., в горнодобывающей промышленности или также в охране окружающей среды, как при обессеривании дымов от электростанций, работающих на каменном угле.

1.5 Поля автоматизации

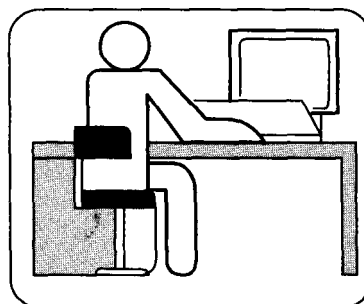
Рис. 1.5 показывает важнейшие поля автоматизации. Технические процессы в отдельных приборах и машинах могут быть также автоматизированы, как взаимодействие технических устройств вплоть до целых установок.

Автоматизация тех. процессов
в приборах, машинах, агрегатах



измерение
управление
регулировка
контроль и протоколирование
руководство
обслуживание и наблюдение

Автоматизация технической деятельности
в конструкциях, техники ИС и установках
разработка и изготовление



конструирование и расчеты
чертежи схем
разработка программного обеспечения
проектирование
подготовка производства
проверка и т.п.

Рис. 1.5 Оба поля автоматизации: технические виды деятельности и технические процессы

Кроме этого автоматизация все больше ориентирована деятельность в контекст технических установок.

Это, напр., проектирование и расчет технических объектов, составление схем или программ без промежуточного носителя - бумаги, планирование и прослеживание процессов производства вплоть до проверки качества.

Также в этих технических видах деятельности производительность компьютеров сегодня больше не сконцентрирована в вычислительном центре. Она предоставляется в распоряжение там, где она востребована, напр., в форме децентрализованных интерактивных настольных компьютеров (Workstations) и персональных компьютеров, которые связаны друг с другом со своей стороны через коммуникационную сеть.

Сами по себе полностью различные области применения имеют на практике много общего.

Устройства автоматизации, как и компьютеры на рабочих местах, обмениваются информацией. Обмен информацией осуществляется также между устройствами автоматизации и настольными компьютерами.

В обеих областях применения, кроме того, обрабатываются децентрализованные сведения концентрированно, централизованно и, насколько это рационально, могут предоставляться в распоряжение децентрализованным устройствам. При реализации технологических цепей достигается проводимость данных от планирования производства до управления машинами.

Общие черты большинства процессов приводят, как будет видно позже, к одинаковым структурам при решении задач автоматизации.

Различные требования, напротив, при таком разнообразии в технике автоматизации, разумеется, влияют на реализацию этой структуры, т.е., в основном на устройства и сеть коммуникации. Чтобы найти оптимальное решение, нужно знать процесс в точности.

Если разграничить более точно, то говорят о „непрерывных" процессах и о „прерывистых" или штучных процессах.

Для наглядного рассмотрения общности, а также различий требований к процессам, в следующем разделе будут приведены более подробно несколько процессов.

2 Производственные процессы

Процессы, в которых физически или химически преобразовываются жидкие или газообразные материалы или сыпучие грузы и соответственно обрабатываются, называются из-за подобия этих процессов непрерывными процессами.

Непрерывные процессы встречаются в электростанциях, в химической промышленности и в производстве минеральных масел, а также в производстве железа и стали. Однако, напр., производство сахара или цемента также является непрерывным процессом. Все эти процессы имеют сегодня высокую степень автоматизации, т.е., они требуют в нормальном режиме лишь незначительное участие человека.

2.1 Непрерывный процесс в нефтепромышленности

На рис. 2.1 показана технологическая установка нефтеперегонного завода. Здесь в процессе разложения сырой нефти на компоненты получают около двадцати промежуточных и конечных продуктов. Процесс протекает почти полностью автоматически (рис. 2.2).



Рис. 2.1: Пример непрерывного процесса: технологический комплекс нефтеперегонного завода

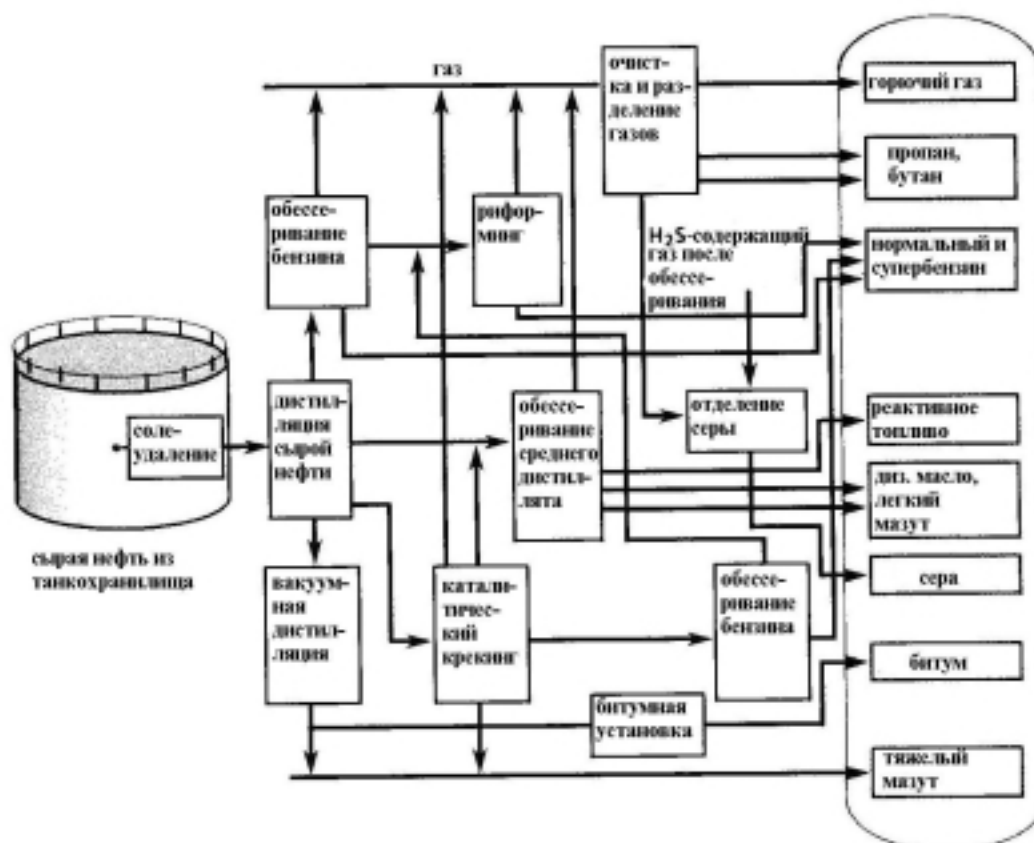


Рис. 2.2

На нефтеперегонном заводе в процессе разложения сырой нефти на компоненты и ее дальнейшего разделения получают около двадцати промежуточных и конечных продуктов.

Переработанная нефть поступает из различных нефтехранилищ и имеет различные свойства. Требуется быстрая реакция на меняющиеся предложения сырья и требования рынка. Ранее для переключения на работу с другим сортом нефти требовалось двенадцать часов. С применением гибких систем автоматизации это время можно сократить до трех часов.

Для дистилляции сырой нефти ежедневно сжигается большое количество газа и масел. При оптимальном регулировании печей можно сэкономить уже при 1%-ном сокращении очень большое количество энергии.

Нефтеперегонный завод имеет сегодня примерно от 300 до 500 контуров регулирования, между 500 и 5000 измерительных точек, а также центральную щитовую. В щитовой собирается вся информация обо всем процессе в любой момент времени и представляется в наглядной форме на графических самописцах. Таким образом, персонал здесь может наблюдать процесс, чтобы оказывать на него влияние в случае отклонений.

Управление и регулировка гарантируют также соблюдение требований относительно безопасности и охраны окружающей среды.

2.2 Процессы в производстве железа и стали

Также при изготовлении листовых металлов на металлопрокатном заводе происходит непрерывный процесс (рис. 2.3).

Прежде всего, раскатка на прессе раскаленных металлических заготовок, плоских слитков (слябов), в длинную, но все же не бесконечную металлическую ленту не является непрерывным процессом. И лента движется далее до готовности, до выполнения еще много шагов, как травления, обрезания кромки и окончательной прокатки.

Так как одна лента сваривается с другой и с помощью петель создается определенный резерв, процесс в существенных шагах может протекать непрерывно (рис. 2.4).

При раскаливании слябов в печи, при прокатке на станах, которые делают ленту все тоньше, во многих других операциях обработки вплоть до намотки готового изделия речь идет об отдельных процессах, которые, прежде всего, управляются и регулируются каждый самостоятельно. Однако при этом каждый отдельный процесс требует также данные из других отдельных процессов, напр., измеряемые величины, заданные значения или также сведения о неисправностях, и со своей стороны выдает такие данные, которые передаются на следующий отдельный процесс.



Рис. 2.3. На листопрокатном заводе раскаленные слитки превращаются в длинный стальной прокат

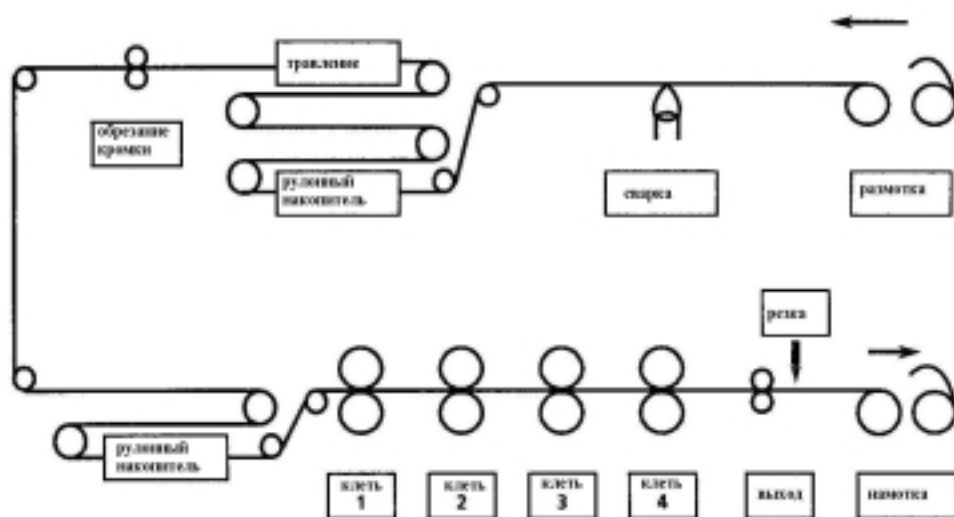


Рис. 2.4

Непрерывное изготовление тонкой листовой стали: здесь также части тех. процесса соединены между собой информационно-техническими способами

С момента, когда раскаленный слэб выходит из печи, процесс контролируется только в щитовой. Человек появляется в зоне прокатного стана только для того, чтобы идентифицировать готовое намотанное изделие, когда оно покинуло узел намотки.

На прокатном стане регистрируются, обрабатываются, передаются в щитовую и подготавливаются примерно 2000 аналоговых и цифровых измерительных величин. Цветные индикационные приборы показывают в графическом изображении прокатный стан с печами и прокатными клетями (рис. 2.5). Заданные и фактические значения постоянно выдаются в графическом изображении. Они выделены по цвету относительно друг друга; не ответственные значения указываются приглушенно, так что изображение всегда остается наглядным.

Отклонения температурных параметров или размеров листовой стали также показываются в щитовой. Соответствующие стратегии оптимизации производства предотвращают брак и приводят, таким образом, к экономичному использованию энергии и сырья.

Оптимальных энергозатрат достигают также непосредственным соединением установки непрерывной разливки (здесь возникают слэбы) и прокатного стана, т.е., непосредственной дальнейшей обработкой горячих слэбов без их охлаждения, складирования и нового процесса накаливания.

Именно эта экономия энергии является отправной точкой при разработке современных прокатных станков.

Экономичное взаимодействие между установкой непрерывной разливки и широкой конвейерной линией требует колоссальных затрат по планированию, так как не только заказы и имеющиеся на складе запасы определяют последовательность производства, но и ограничения отдельных производственных участков. Таким образом, форма ленты подвержена различным технологическим влияниям. Одним из них является ширина слэбов. Другими влияющими факторами являются степень износа валков или форма щели между двумя валками.

При непосредственной комбинации установки непрерывной разливки и прокатного стана слябы должны обрабатываться так, как они поступают (рис. 2.6). Поэтому отклонения после первого процесса (установки непрерывной разливки) должны компенсироваться за счет коррекции в следующих процессах (прокатный стан) созданием соответствующей рабочей программы. Для этого требуется координация нескольких процессов - задача для техники автоматизации.

Решение этой задачи стало возможным только благодаря

- хорошему овладению основ регулирующей техники,
- ее преобразованию в эффективные системы автоматизации и
- связи систем автоматизации с помощью современной коммуникационной техники.

2.3 Прерывистые процессы

В прерывистых процессах, напр., при изготовлении и обработке штучных изделий, стыковка процессов не одинакова. По этой причине позднее произошло развитие техники автоматизации. Инициатором снова послужил рынок, со своими требованиями более высокой экономичности и гибкости производства.

В области инвестиций сегодня достигается, если вообще достигается, лишь очень малый прирост. Отрасль автомобильной промышленности показывает особенно отчетливо, что можно быть конкурентоспособным при все возрастающей конкуренции, насыщенных рынках и растущих требованиях заказчиков.

Результатами этих рыночных изменений являются изделия меньших серий и более разнообразных модификаций, ориентированных на потребителя. Поэтому процессы производства должны приспосабливаться особенно часто к новым изделиям или их вариантам. Только благодаря гибкости в производстве промышленному предприятию удастся - и это включает в себя уже средние предприятия - приспособиться к техническим изменениям и пожеланиям заказчиков и со снижением затрат соответствовать рыночным ценам. Классические методы серийного производства здесь больше не подходят.

2.3.1 Токарные станки роботы с ЧПУ

Сегодня все более развиваются станки с числовым программным управлением (станки с ЧПУ). Все, что, напр., в токарном станке должен выполнять человек (зажим режущего инструмента и заготовки, задание числа оборотов и подачи и т.д.), в станках с ЧПУ выполняет управление.

Как и остальные устройства автоматизации, ЧПУ состоит из аппаратного и программного обеспечения. Программное обеспечение содержит программу, по которой станок должен обрабатывать определенную деталь шаг за шагом.

Программа сверления, напр., содержит данные о начале операции сверления, об угле, диаметре отверстия, глубине, скорости сверления, скорости подачи, смазке и т.п.

2.3.2 Гибкие производственные ячейки

Предпосылки для гибкого использования станков были созданы лишь за счет короткого времени наладки, автоматической загрузки и разгрузки станков, а также автоматической смены инструмента и быстрой смены программы обработки детали. Тем самым можно было выполнять следующий шаг: стыковку нескольких станков и обслуживающих установок для полной обработки заготовок в так называемые гибкие производственные ячейки (рис. 2.8).

У них есть дополнительное управление, матричный процессор, для координации частичных процессов. Таким образом, они могут работать вполне автономно. Гибкие производственные ячейки производят изделие с ориентацией на спрос, поскольку даже малые партии могут изготавливаться экономично. Складирование и связанная с ним блокировка капитала полностью отсутствуют.

Автоматические процессы производства особо импонируют дилетанту, он поражен точным взаимодействием отдельных машин. Эти процессы являются среди прочего результатом коммуникации в технике автоматизации.

Приведем в этой связи простой пример: робот оснащает токарный станок.

Робот берет следующую заготовку, перемещается к зажимному патрону станка с ЧПУ, барабан закрывается. Робот перемещается в „безопасную зону“.

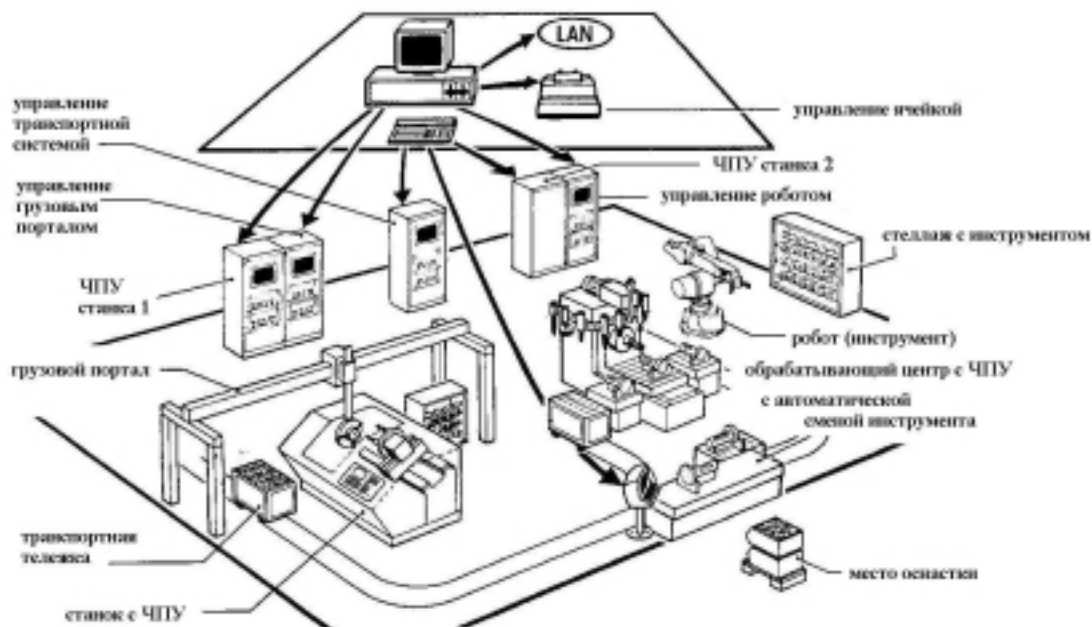


Рис. 2.8

Гибкие производственные ячейки позволяют осуществлять полную обработку заготовки. Из-за отсутствия контролирующего необходимы дополнительные устройства контроля

Станок запускается и обрабатывает заготовку. Затем в работу вновь вступает робот. Он вынимает из станка обработанную деталь, кладет ее и берет следующую заготовку.

Для этого управления робота и станка с ЧПУ должен быть согласованы, и роботу должны быть заданы, напр., позиции заготовки и готовой детали. Это обеспечивает матричный процессор, у которого в качестве программы заложен в памяти цикл всей этой производственной единицы, получающей задания на изготовление, обрабатывающей их и выполняющей соответствующее управление токарным станком и роботом.

Если по своим возможностям производственная ячейка должна производить другую деталь, то необходимо изменить или заменить только три программы: программу матричного процессора, программу станка с ЧПУ и программу управления робота.

Если с помощью автоматической транспортной системы соединены между собой несколько гибких производственных ячеек, склад сырья, склад заготовок и склад инструмента, то возникает "гибкая производственная система".

2.3.3 Гибкие производственные системы

Средства транспортировки подают по требованию отдельных станций полуфабрикаты или новые заготовки и забирают их после обработки для передачи на следующую производственную ячейку или на склад. Инструмент подается из склада на обрабатывающие центры и обратно, при соответствующем износе он поступает в мастерскую на заточку.

Это движение материалов или деталей, подобно движению материала в непрерывных процессах, тесно связано с потоком информации начиная от поступления товара, через склад в производство, затем на контроль качества и до отправки (рис. 2.9). с помощью потока информации децентрализованные компоненты автоматизации согласуются и снабжаются данными, необходимыми им для самостоятельной работы в ограниченном объеме.

При интеграции всех единиц автоматизации в гибкие производственные системы и в более крупные системы производства кроме сопутствующей информации о материалах по сети должны передаваться также программы для роботов, станков с ЧПУ и для систем управления транспортных устройств.

Очевидно, что единичные процессы реализуются логически частично по-другому, чем непрерывные процессы. Несмотря на центральное планирование здесь более сильно должна быть выражена возможность локального доступа в процесс. Это обосновано, напр., сильным влиянием сбоев в механической системе (подача материала и т.д.), которые неизбежны в обычном режиме работы.

С другой стороны из-за промежуточного хранения и транспортировки создаются, рассматривая со стороны КИП, очень длительные и сильно колеблющиеся простои. Поэтому данные по станкам и режимам, напр., для управления потоком материала должны вводиться зачастую даже вручную через терминал с дисплеем (рис. 2.10).

2 Производственные процессы

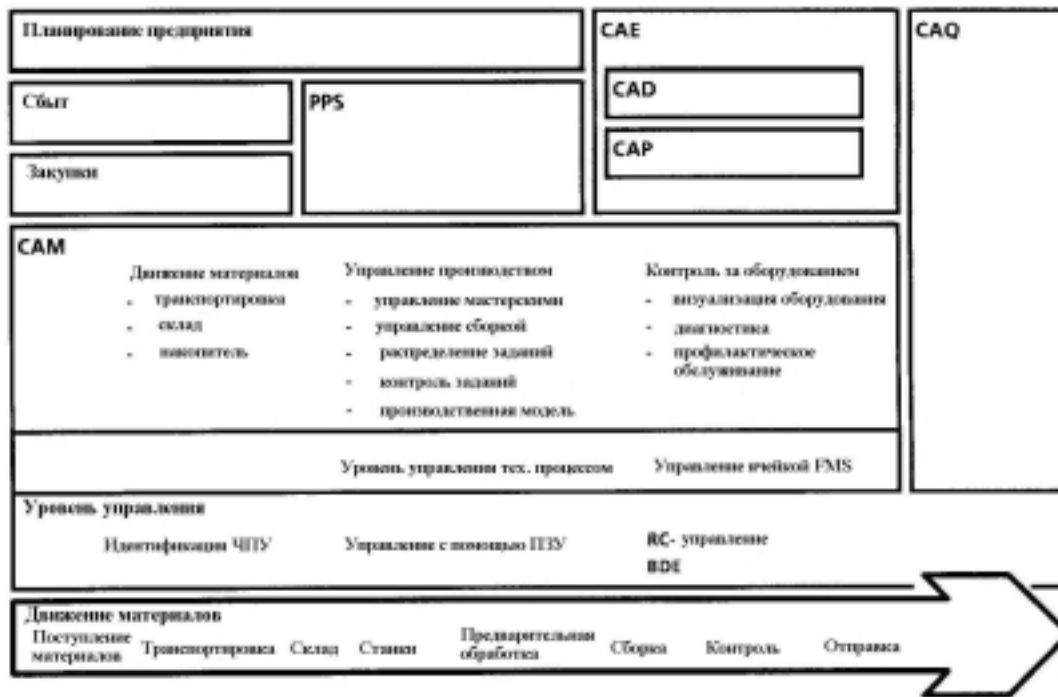


Рис. 2.9

Информация сопровождает материал от его поступления вплоть до проверки качества изделия. Собственно производству предшествуют такие виды деятельности, как разработка и планирование



Рис. 2.10

Ручной ввод данных для управления потоком материалов в производстве аэробусов

Это обстоятельство до сих затрудняло регулировку средствами КИП прерывистых процессов и должно учитываться при проектировании структуры коммуникации. В сравнении с непрерывными процессами многообразие связываемых приборов в системе автоматизации производства еще более выражено, и наряду с малыми и критичными по времени массивами данных для передачи существуют также очень большие массивы данных.

Общая система контролируется компьютером, управляющим производством. Он организует оптимальную нагрузку отдельных производственных машин и предоставляет диагностическую помощь для локализации помех за короткое время и устранения их правильными средствами. Для этого он с одной стороны должен получать необходимую информацию по планированию, какие изделия в какое время должны быть в наличии, с другой стороны он должен получать сообщения с производственной линии о соответствующем рабочем состоянии и режимах производства.

2.4 Технические виды деятельности

В техническом бюро "технические виды деятельности" начинаются с планирования, конструкционных разработок, подготовки работы или контроля качества. Планируется и проверяется наличие машин, материала и инструментов, и в случае отклонений предлагается резервная стратегия. В стадии подготовки работы осуществляется поддержка задач по планированию моделированными расчетами, при этом коммуникация разрешает, напр., доступ к актуальным данным по степени нагрузки.

Все важнее для успешного производства становится быстрый переход от идеи изделия к практическому преобразованию. Поэтому наряду с собственно задачами по конструированию все большую роль играет экономичное и оптимальное конструирование модификаций, ориентированное ан потребителя). Геометрические данные, возникающие при конструкционной разработке, используются непосредственно для производственного планирования при создании программ обработки заготовок или планов контроля.

С вводом контроля качества компьютерной поддержкой в поток информации возникает обратная связь производства с конструкторским бюро. Моментальное распознавание дефектов понижает степень брака и повышает производительность.

Основой для автоматизации деятельности в техническом бюро является производительные персональные компьютеры и системы с интерактивным графическим уровнем обслуживания. Они предоставляют высокую производительность и достаточную емкость памяти компьютеров на рабочем месте. Их функциональный объем ориентируется на автоматизацию деятельности. Используется целый ряд персональных компьютеров до системы CAD-(Computer-Aided-Design-) (системы тех. разработок с помощью компьютера) для разработки конструкции детали. Системы на рабочих местах связаны друг с другом и с управляющими компьютерами и имеют доступ к общественным коммуникационным сетям.

Там, где осуществляется тесная информационно-техническая связь производственного участка (с автоматизацией технических процессов) с техническим бюро (с автоматизацией технических видов деятельности), решающим фактором производства является безупречная коммуникация в технике автоматизации.



Рис. 2.12 Области, сотрудничающие в системе CIM

Эта концепция называется CIM (Computer Integrated Manufacturing). На рис. 2.12 указаны в общем области, сотрудничающие в системе CIM с потоком информации и материала. Управление и контроль производства (CAM) сопровождают поток материала начиная от его поступления на склад, подготовку, сборку и до отправки изделий.

Понятие PPS (планирование и управление производства) включает в себя диспозитивные процессы планирования в материаловедении, сроки, а также степень нагрузки. Выше этого находится уровень планирования предприятия с долгосрочными размещениями материалов и стратегиями.

С этими тремя уровнями тесно связан уровень инженерных разработок (CAD, CAE) с такими видами деятельности, как конструирование, программирование и проектирование. Все предприятие вертикально пересекается структурой контроля качества (CAQ).

3 Структуры автоматизации

После того, как производственные процессы были рассмотрены на примере нефтеперегонного, сталепрокатного и автомобильного заводов, в этом разделе речь пойдет о структурировании задач автоматизации.

Задачи автоматизации могут принципиально решаться центральной либо децентрализованной структурой автоматизации. Какая структура подходит лучше, зависит от процесса или производственного цикла, который необходимо автоматизировать.

Многие процессы состоят из частичных процессов и структурированы уже с точки зрения техники децентрализованно. В таких случаях каждой части установки или частичному процессу подчинена собственная система автоматизации.

Для нескольких из этих децентрализованных систем автоматизации на подчиняющемся уровне выделена дополнительная общая система, координирующая подчиняющиеся системы (как, напр., матричный процессор в разделе 2.3). В зависимости от сложности или величины установок, подлежащих автоматизации, над этим уровнем могут располагаться другие уровни. Иерархические структуры принятия решения приводят к *иерархическим структурам автоматизации*.

3.1 Иерархическая структура автоматизации

Одна такая иерархическая структура автоматизации возникла вначале в процессе автоматизации электростанций. По существу она одинакова для непрерывных и прерывистых процессов и утвердилась также в системе автоматизации тех. процессов и производств.

Структурная модель требований, предъявляемых к автоматизации, похожа на пирамиду, разделенную на несколько уровней (рис. 3.1). она позволяет отчетливо разделить задачи автоматизации и их решения соответствующими системами, т.е. системами, оптимально настроенными на соответствующее задание.

При решении задач автоматизации для каждого уровня действуют следующие принципы:

- Получение и обработка информации на каждом уровне должны осуществляться независимо, насколько это возможно;
- Время обмена информацией между уровнями должно быть как можно меньшим и не критичным по времени;
- Интерфейсы должны быть определены физически и по содержанию.

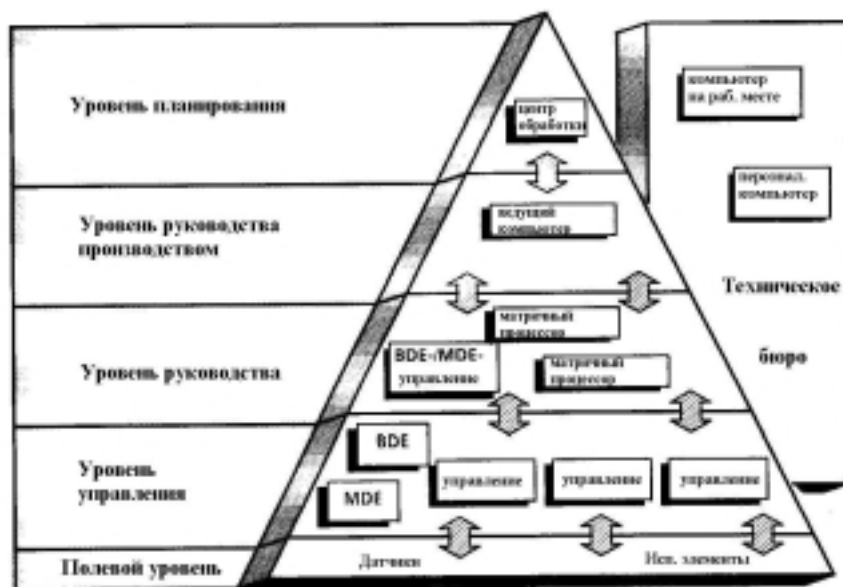


Рис. 3.1

Большинство процессов имеют иерархическую структуру, уровни автоматизации имеют друг с другом информационно-техническую связь

В частности выделяются следующие признаки:

- Независимость уровней насколько возможно;
- Принятие решений на рабочем месте насколько это возможно;
- Сохранение данных по возможности на месте их возникновения;
- Предварительная обработка данных на каждом уровне насколько это возможно.

3.2 Задачи уровней автоматизации

Функцией самого нижнего уровня, "уровня процесса или поля", является учет параметров состояния и влияния на параметры тех. процесса. Здесь используются датчики и исполнительные элементы (названные также исполнительными механизмами). Датчики – это конструкционные элементы или приборы, преобразующие физические величины, как давление и температура, или концентрацию химических веществ в электрические сигналы. Исполнительные механизмы – это приводы, насосы, клапаны или захваты.

На расположенном выше *уровне управления* приведены все управляющие функции для одного или нескольких звеньев установки, такие как обработка измерительных величин, управление, регулировка, обслуживание и контроль, а также функция защиты. В системе автоматизации производства на уровне управления располагается управление роботами, ЧПУ или свободно программируемое управление для выполнения различных задач, учет рабочих параметров (BDE) и параметров машин (MDE). Здесь на месте человек также может наблюдать за деталями рабочего процесса и при необходимости корректировать их.

Затем в иерархии следует уровень руководства процессом. На нем целые группы отдельных операций стыкуются в частичный процесс. Таким образом, уровень руководства процессом контролирует, напр., полный производственный процесс по определенной рецептуре в химической или пищевой промышленности (партии) либо процессы подвода и отвода целых узлов, напр., в прерывистых процессах в сталепрокатном производстве.

В технике изготовления на уровне руководства процессом связываются в одну самостоятельную работоспособную частичную систему несколько станков с ЧПУ, роботов транспортных устройств и интерактивные рабочие места обработки информации или диагностики. Таким образом, матричный процессор гибкой производственной ячейки участвует в уровне руководства процессом.

Весь производственный процесс управляется на *уровне руководства процессом*. Его задачами, напр., являются производственное планирование и управление, складской учет и логистика, а также оптимизация тех. процесса. Он координирует весь процесс и осуществляет детальное планирование при распределении заданий. Уровень руководства процессом требует для этого данных, относящихся ко всему процессу производства. Это, напр., исполнение рецептур, данные партий материалов или заданные анализом величины, но и уплотненные текущие данные из тех. процесса, как количество, баланс материалов или параметры машин.

На электростанциях и в технологических установках функции руководящего уровня сконцентрированы в щитовых. Персонал в щитовых контролирует процесс и при необходимости вмешивается в его ход. Диалог с тех. процессом осуществляется среди прочего через индикационные приборы, клавиатуру, управляющие рычаги или тумблеры.

Для полноты картины следует упомянуть еще уровень планирования, включающий в себя координирующие и административные функции всего предприятия, как материально-техническое снабжение, планирование мощностей или статистику. Здесь на крупных предприятиях используются универсальные вычислительные машины для обработки информации, „Mainframes“. На средних предприятиях достаточно мощности миникомпьютеров.

Технические виды деятельности, как разработка конструкции, подготовка работы или составление программы частично выполняются на всех уровнях. Поэтому техническое бюро размещено вне пирамиды (см. рис. 3.1).

3.3 Обмен информацией между уровнями

Все уровни пирамиды должны иметь вертикальную информационно-техническую связь друг с другом; между ними осуществляется обмен информацией. Этот обмен информацией происходит в обе стороны, снизу вверх и сверху вниз. Рассмотрим такую „вертикальную коммуникацию“ на примере полевого уровня – уровня управления.

Данные из процесса, напр., измерительные величины подлежат передаче на местный уровень управления. Речь идет о небольшом кол-ве информации, являющейся актуальной в конкретный момент времени, однако, с высоким требованием к

скорости передачи информации, напр., сообщение о состоянии опасности, которое должно приводить к быстрой остановке агрегата.

Отдельные датчики и исполнительные элементы на работающих сегодня установках зачастую не имеют еще собственной логики и присоединены непосредственно к уровню управления. О коммуникации в собственном смысле говорить еще нельзя, поскольку информация возникает постоянно, напр., в качестве аналогового сигнала.

Но и здесь уже заметно влияние микроэлектроники. Так, начинают использовать датчики, способные самостоятельно обрабатывать сигналы, производить предварительную обработку измерительных величин, сравнивать нормальные и предельные значения либо получать и передавать несколько значений. Эти „интеллектуальные“ датчики уже сообщаются друг с другом и перемещают, таким образом, часть задач автоматизации на полевой уровень.

Тем самым удастся, в общем, увеличить производительность обработки данных и одновременно сократить коммуникацию между полевым уровнем и стоящим над ним уровнем управления, т.к. на верхний уровень передаются только релевантные данные в сжатой форме.

Более выражена логика компонентов на уровне управления. Уже сегодня они сообщаются не только с системами стоящего выше уровня руководства производством, но также и с компонентами внутри своего уровня. За счет этой „горизонтальной коммуникации“ возникает движение информации о материалах или сырье, о чем уже шла речь в предыдущем разделе.

Требования к коммуникации на иерархических уровнях весьма различны. На полевом уровне приводы и датчики сообщаются в основном очень интенсивно друг с другом или с вышестоящим уровнем;

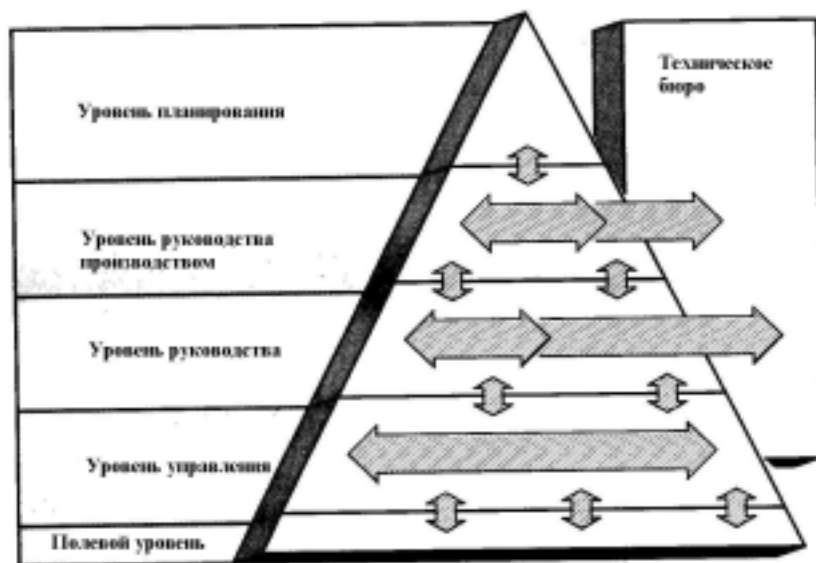


Рис. 3.2 Горизонтальная и вертикальная коммуникация – важнейшие элементы любой автоматизации

при этом объем информации относительно мал и срок службы данных невелик. Но высокие требования короткого времени реакции требуют коммуникации в реальном времени.

С возрастанием уровней в иерархии задачи автоматизации принудительным образом централизуются в большей степени. Хотя кол-во устройств, участвующих в процессе автоматизации, уменьшается, однако сами эти устройства становятся производительнее. Частотность отдельных передач между ними сокращается, но, напротив, увеличиваются размер и срок актуальности блоков данных, требования к реальному времени понижаются.

Несмотря на эти различия, потребность в горизонтальной и вертикальной коммуникации встречается на всех уровнях (см. рис. 3.2).

При этом каждый уровень работает в основном с данными, которые ему подчинены. Данные, которые должны передаваться на вышестоящие уровни, необходимо вначале сокращать и сжимать. Связанная с этим информационная концентрация препятствует тому, чтобы один уровень был перегружен данными из другого уровня. Данные, которые должны передаваться на нижестоящий уровень, необходимо перед этим расширить дополнительной информацией.

Если эти принципы при структурировании задачи автоматизации будут выполняться, т.е. если каждый уровень будет самостоятельным, насколько возможно, и обмен информацией между уровнями будет минимально возможным, то объем горизонтального потока информации на каждом уровне будет увеличиваться.

При прямых связях (двухпунктовых связях), как показано на рис. 3.3, коммуникация между двумя компонентами одного уровня возможна только через вышестоящий уровень. Частично это приводит к длинному пути для прохождения информации. Информация может запаздывать, если вышестоящая система оказывается с ограниченной пропускной способностью.

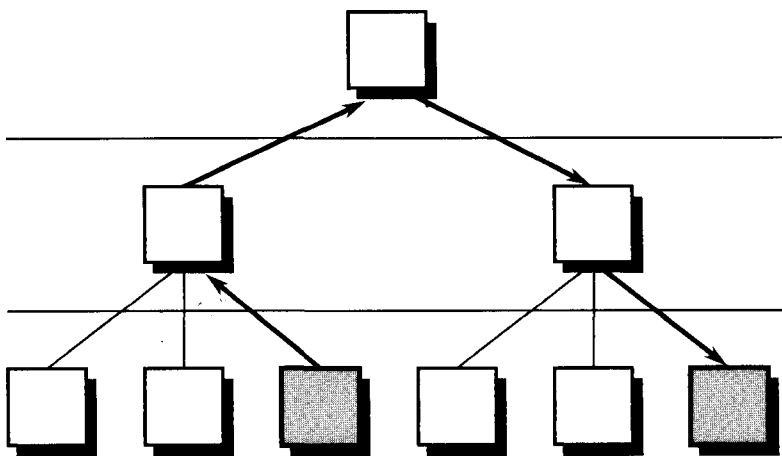


Рис. 3.3

Компоненты автоматизации с прямыми связями. При такой сетевой архитектуре горизонтальная коммуникация возможна только через вышестоящий уровень автоматизации

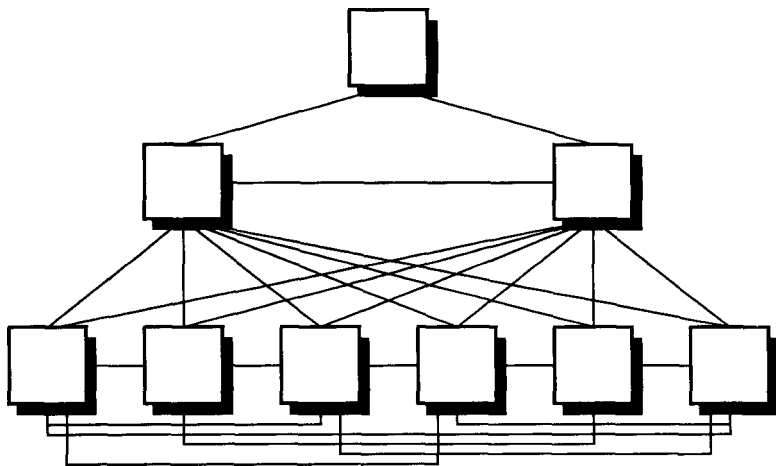


Рис. 3.4 Прямые (двухпунктовые) связи с интенсивным поперечным движением приводят к плохо просматриваемым структурам

В частности на нижних уровнях, где особенно важна быстрая передача, для горизонтальной коммуникации, для "поперечного движения" внутри одного уровня, нужно идти другим путем. Все устройства и системы уровня автоматизации, между которыми возникают коммуникативные отношения, должны быть поэтому связаны друг с другом.

Иначе говоря: каждый партнер коммуникации должен быть соединен с каждым другим (рис. 3.4). В крупных проектах автоматизации такая структура вскоре станет запутанной. Если каждый будет соединен с каждым, то возникнет запутанная сеть с очень сложной и дорогой кабельной системой, так что стоимость кабеля легко достигнет 50% стоимости всех устройств.

Еще хуже то обстоятельство, что при каждом расширении установки вновь придется бороться с таким „кабельным салатом“. При многочисленных коммуникативных отношениях архитектура прямой связи сегодня более не эффективна. Если, тем не менее, такие запутанные структуры встречаются в технике автоматизации, то такие системы разрастались на протяжении многих лет. Чтобы соответствовать современному техническому уровню, и на основании измененных требований они в течение многих лет расширялись, переделывались и частично модернизировались.

3.4 Локальные сети

В технике коммуникации и обработки данных уже несколько лет с успехом используются „локальные сети“ (LAN - Local Area Networks) и серийные шины для передачи информации (рис. 3.5). Локальные сети берут свое начало с развитием XEROX Corporation в середине 70х годов в США. Они заполнили пробел между зачастую длительной по времени дистанционной передачей данных по телефонному кабелю с одной стороны и быстрой компьютерной связью в "системных шинах", в основном имеющих протяженность лишь несколько метров, с другой стороны.

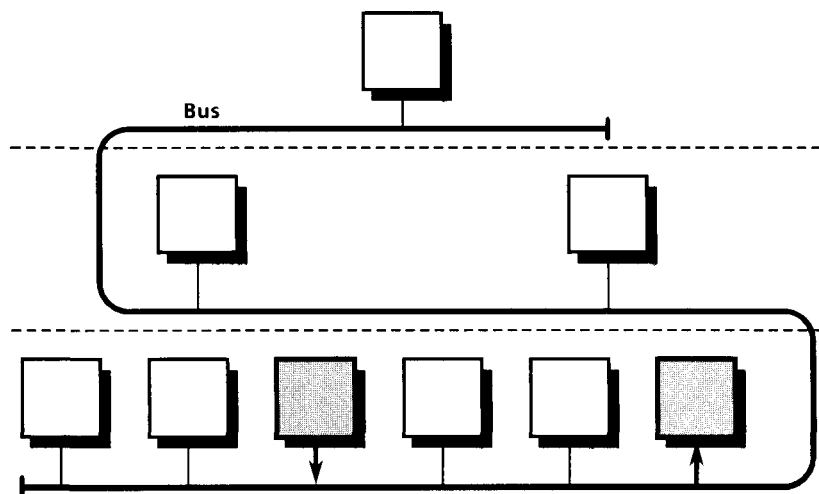


Bild 3.5
Lokale Netze und serielle Busse sind übersichtlich und unterstützen die horizontale Kommunikation

Микроэлектроника и вычислительная техника создали современную технику автоматизации и также предпосылки для того, чтобы техника автоматизации смогла успешно внедриться. При рассмотрении вопросов техники автоматизации постоянно необходимо рассматривать тему коммуникации. В конечном счете, окончательная реализация идеи СИМ в решающей степени зависит от того, как между собой могут производить обмен информацией различные компоненты автоматизации и компьютерные системы и тем самым как они отвечают спектру поставленных задач. Сегодня установки автоматизации сообщаются друг с другом уже во многом по локальным сетям. Техника автоматизации предъявляет различные, иногда конкретные требования к локальной сети. Такие требования могут касаться скорости передачи данных, кол-ва подключаемых компонентов автоматизации, а также расширения сети или ее стоимости.

Каждая из применяемых сегодня сетей отвечает некоторым требованиям в наибольшей степени, другим в меньшей степени. Поэтому локальные сети в принципе разделяются по трем критериям:

- по форме сети (топологии),
- по используемой среде передачи и
- по способу доступа.

Эти понятия будут описаны в двух следующих разделах.

4 Локальные сети, топологии и среда передачи

Хорошее определение локальным сетям (LAN) дает European Computer Manufacturer Association (ECMA):

- LAN - это система передачи данных, предоставляющая возможность нескольким независимым устройствам общаться друг с другом.
- LAN отличается от других информационных сетей тем, что коммуникация ограничивается географической областью в зоне охвата сети.
- LAN использует среду передачи данных со скоростью от средней до высокой, а также с очень низкой частотой ошибок.
- LAN находится под контролем отдельной организации и отличается от сетей дальней связи (WAN), связывающих друг с другом устройства в различных местностях страны или использующих их как общественные сети.

Локальные сети обозначаются в научной литературе также часто как шины или шинные системы. Шина – это общая информационная линия, к которой подключены все партнеры коммуникации, т.е. определенный способ транспортировки данных.

Как и дорога, являющаяся местом транспортировки, соединяет друг с другом дома и местности, шина является связующим элементом для всех компонентов в распределенной системе автоматизации.

Шина изображена здесь обычной линией. Такое изображение, однако, ничего не говорит о физической структуре шины, т.е. каким образом проложен кабель, либо о логической структуре, т.е. как осуществляется ввод права доступа. К последнему аспекту мы вернемся ниже.

4.1 Топология сети

в зависимости от случая применения шины могут быть реализованы физически по-другому. Наряду с линией различают форму звезды, кольца, дерева. Каждая из этих структур (или топологий) имеет определенные преимущества и находит соответствующее применение в различных отраслях техники автоматизации. На рис. 4.2 показаны основные структуры. При необходимости использования в коммуникации телефонных линий и мини-АТС образуется структура в форме звезды.

Расширения в звездообразной структуре, в общем, не выгодны, звезда не гибкая, поскольку центральная станция должна располагать возможностью подключения для каждой вновь подключаемой системы – иметь разъем.

Кроме того, вся горизонтальная коммуникация осуществляется через централь, что имеет значительный недостаток. И, наконец, по этой причине функция всей сети зависит от централи. Сегодня в системе автоматизации такому риску стараются не подвергаться.

В кольцеобразной форме управление и контроль сети разделены зачастую между всеми участниками. Сетевые узлы – это другое наименование участников – имеют по два разъема, которыми они связаны с другими участниками.

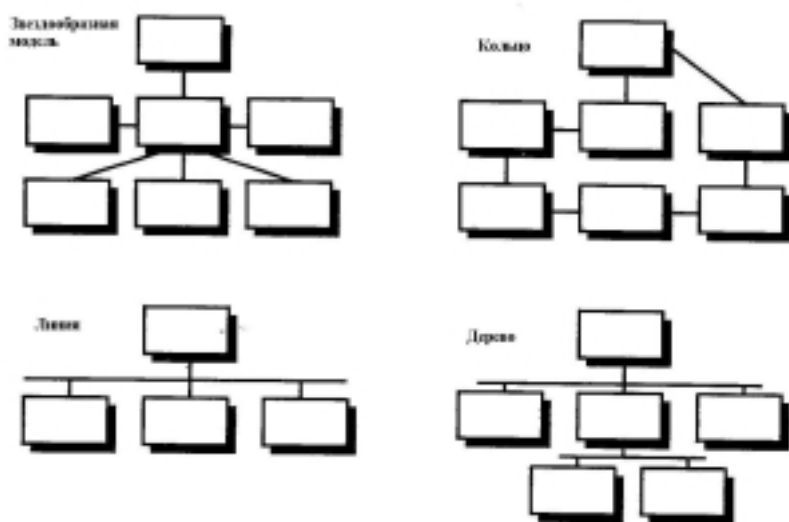


Рис. 4.2
Компоненты автоматизации соединяются друг с другом различными способами.
Каждая из этих топологий находит применение в технике автоматизации

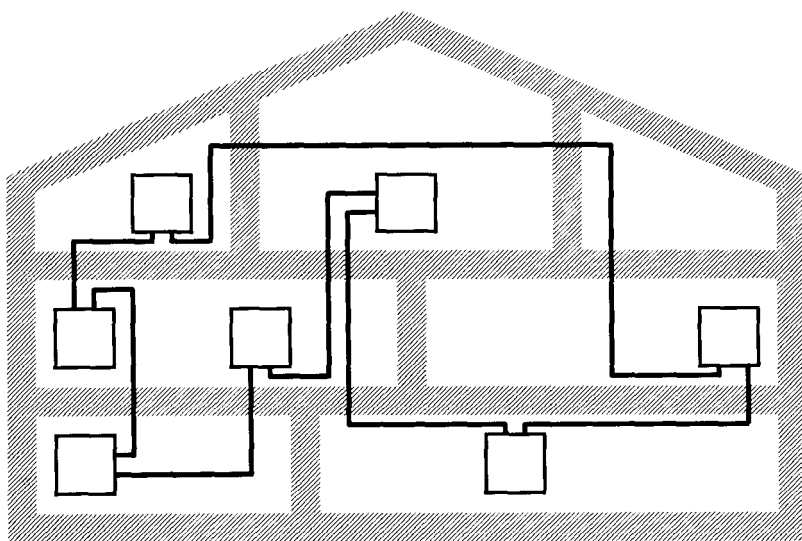


Рис. 4.3 Кабельное соединение в кольцеобразной сети внутри здания не выгодно

Они постоянно активны и регенерируют проходящие сообщения. Из-за такого усиления сигнала кольцеобразные сети могут тянуться на большие расстояния. Однако их недостаток в том, что каждая станция должна быть в постоянной готовности, т.к. в противном случае кольцо будет прервано и вся сеть будет нарушена. Из соображений надежности работы колец должно быть два, т.е. в конструкции должен быть предусмотрен резерв.

С точки зрения кабельного соединения кольцо является самой дорогостоящей формой. Чистая кольцеобразная структура, как изображено на рис. 4.2, на практике вряд ли встречается. Если в здании устанавливают кольцеобразную систему и в последствии ее расширяют, она, скорее всего, выглядит, как показано на рис. 4.3.

Линия, напротив, является самым дешевым видом кабельного соединения. Она не зависит от иерархического расположения участников. Ее участники разветвлениями подключены к общему кабелю. В противовес кольцевой структуре здесь используется лишь половина кабеля.

Линейная структура имеет также множество других преимуществ, т.к. есть физическая возможность коммуникации каждой станции с каждой другой. Поэтому сегодня повсеместно она используется синонимом понятию „шина”.

Древовидная структура представляет собой модификацию линейной структуры, множество "ветвей" соединено со "стволом". Расширения возможны с помощью присоединения дальнейших ветвей. Таким образом, возникают крупные сети, в которых могут интегрироваться подсети с различной топологией.

В последнем разделе уже упоминались различные требования, предъявляемые к коммуникации в технике автоматизации. Теперь рассмотрим их глубже. Однако вначале приведем простой пример: для автомобильного движения, может быть, достаточной была лесная дорога с низкой пропускной способностью. Хотя она не предназначена для высоких скоростей, однако очень дешева. Отличие тому – автомагистраль, при высокой пропускной способности она очень дорога.

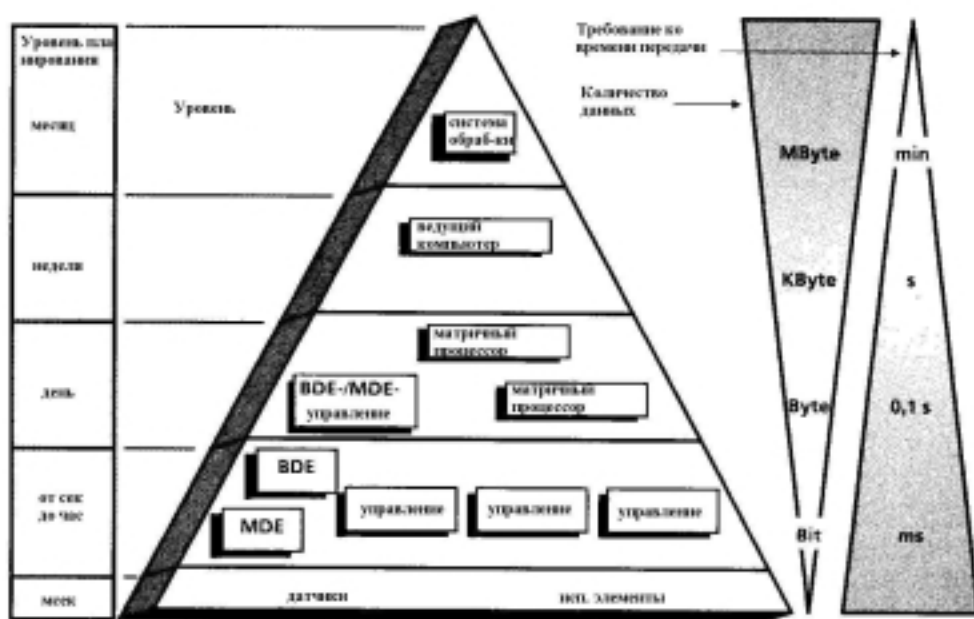


Рис. 4.4

С возрастанием иерархической ступени требование быстрой передачи уменьшается, зато возрастает кол-во информации, передаваемой за один раз

В коммуникации систем автоматизации отношения похожие. Коммуникация внутри различных уровней автоматизации – от полевого уровня до уровня планирования – предъявляет разные требования к шине (рис. 4.4). Важное значение для мощности и стоимости локальной сети имеют способ и кол-во передаваемых данных. На полевом уровне между многими партнерами передаются данные малым кол-вом и высокой степени актуальности. Среда передачи должна быть недорогой.

Чем выше иерархическое положение, тем больше характеристик имеют передаваемые данные. Т.е., между немногими партнерами передаются большие пакеты данных, являющиеся актуальными длительное время. Шина должна справляться с таким кол-вом информации. Независимо от топологии сети для коммуникации используются различные среды передачи с разной степенью мощности.

4.2 Среда передачи данных

Шины конструируются из кабелей, так называемых передающих сред. В основном различают три среды передачи данных: скрученный двухжильный кабель (twisted pair), коаксиальный кабель и за последнее время все более часто применяемый световод (стекловолоконный волновод). Наряду с собственно кабелем необходимо рассматривать также разъем к компонентам автоматизации, соединения, а также другие сетевые элементы, как напр., ответвления.

4.2.1 Двужильные кабели

Во многих случаях достаточными являются с точки зрения необходимой производительности по передаче данных дешевые двужильные кабели, так же, как они используются для создания телефонных сетей (рис. 4.5, внизу). С их помощью, в зависимости от длины кабеля, можно передавать до 1 Mbit/s. На расстояниях более одного километра это число составляет лишь 100 kbit/s, поскольку с частотой возрастает демпфирование сигнала.

Этой относительно низкой производительности более чем достаточно. Основное их применение приходится на полевой уровень, где с помощью двужильных кабелей создаются полевые и многоячеистые шины. О них речь пойдет позже.

Однако преимущество экономичности этих кабелей частично снижается тем обстоятельством, что двужильные кабели зачастую должны прокладываться в специальных каналах, т.к. несмотря на их экранирование, они восприимчивы к паразитным напряжениям.

4.2.2 Коаксиальные кабели

Таким образом, при довольно высокой скорости передачи 10 Mbit/s на несколько километров выгоднее использовать коаксиальный кабель (рис. 4.5, вверху). Этот кабель схож по конструкции с телевизионным антенным кабелем, но имеет еще лучшее экранирование против помех извне. В США уже несколько лет распространены сети кабельного телевидения, и поэтому широкополосные коаксиальные кабели и их компоненты соответственно недороги. Но и

применяемый у нас в настоящее время 50-Ω-коаксиальный кабель имеет хорошее соотношение цены и скорости передачи и является сегодня стандартной средой передачи для шин с высокой производительностью.

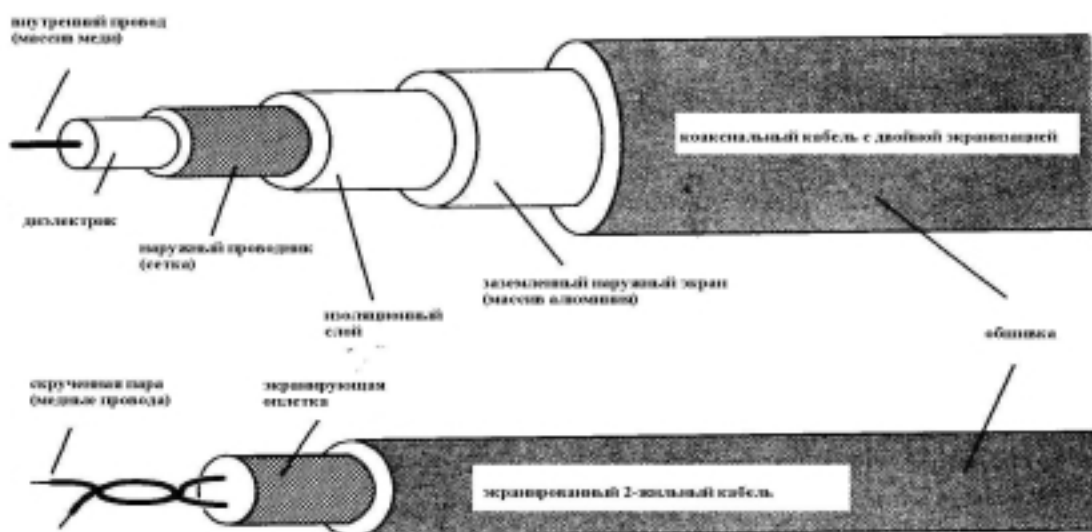


Рис. 4.5 Двужильный и коаксиальный кабели – важнейшие среды передачи данных для локальных сетей

Подключение к коаксиальному кабелю технически сложнее, чем к двужильному кабелю. Отвод (съем информации) производится в приборе Medium Access Unit (MCU), так называемом приемопередатчике, от него кабель („Dropcable“) идет к подключаемому прибору (см. рис. 4.6). Эти приемопередатчики являются электронными приборами и, разумеется, сопряжены с расходами.

При подключении офисной техники к локальным сетям многократно используется интересный метод, состоящий в том, что в приемопередатчике производится прокол через обшивку и экранирующий слой кабеля, создающий контакт. К сожалению, этот простой "метод вампира" для жестких промышленных условий не достаточно надежен, так что коаксиальный кабель тщательно приворачивают к приемопередатчику.

4.2.3 Световоды

Средой передачи данных в сетях с высокими требованиями к скорости передачи являются световоды (LWL), называемые также стекловолоконным кабелем (рис. 4.7).

При высокой скорости передачи 100 Mbit/s световод сам даже быстрее, чем подключенная электроника, так что в настоящее время при передаче данных между двумя приборами световод еще не может использоваться на полную мощность.

Световод передает информацию, как следует из его названия световыми волнами в качестве носителя. Большим преимуществом поэтому также является его устойчивость к помехам электромагнитных полей, повсюду встречающихся в промышленности из-за использования множества электрических станков или передачи электроэнергии. Кроме того световод гарантирует стопроцентное разделение потенциалов и совершенно защищен от прослушивания.

4.2 Среда передачи данных

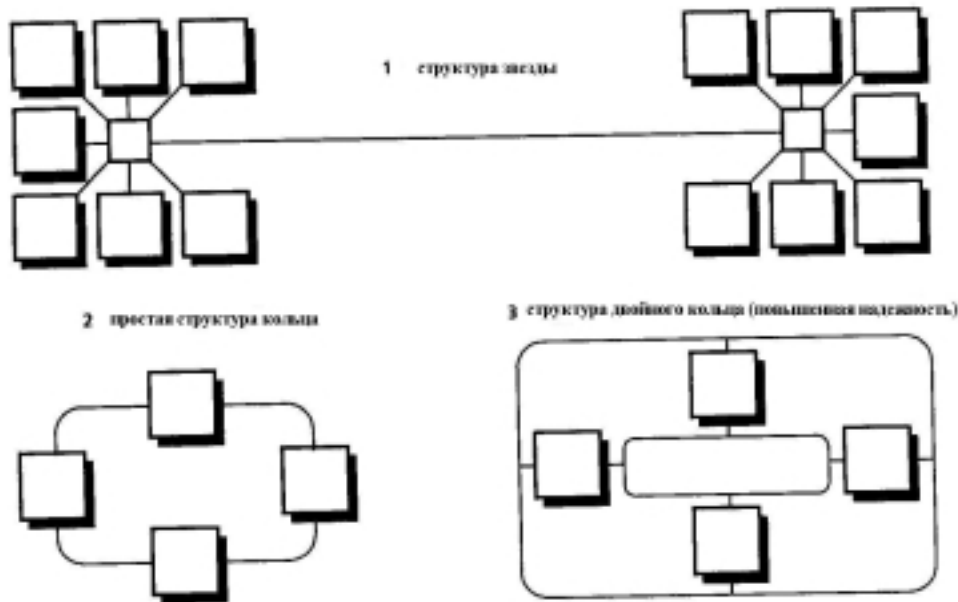
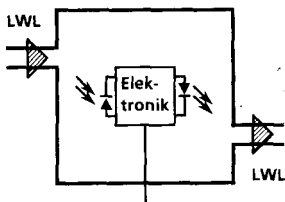


Рис. 4.7

Световоды используются с успехом в звездообразных и кольцевых структурах с высокой скоростью передачи данных.

Световоды используются с успехом в звездообразных и кольцевых структурах с высокой скоростью передачи данных (100 Mbit/s) (см. рис. 4.7). Передача данных осуществляется через так называемые соединения End-to-end с „электрическим обновлением сигнала“. Для этого LWL разделяется у каждого участника, поступающие сигналы преобразуются в электрический ток, усиливаются и подаются в следующий сегмент кабеля (рис. 4.8, слева). Эти активные отводы относительно сложны и поэтому пока дороги. Однако применение более дешевых пассивных отводов по причине потери производительности пока что здесь невозможно (рис. 4.8, справа). Поэтому световоды (пока) не подходят для сетей с шинной или древовидной структурой.

Активный отвод



Пассивный отвод (отражательный тип)

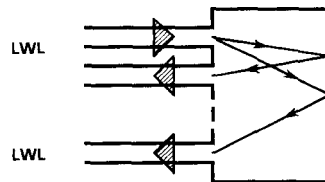


Рис. 4.8

Активные отводы на световодах уменьшают полосную ширину сети из-за подключенной электроники, пассивные отводы еще отсутствуют

Электроника промежуточного подключения уменьшает кроме того ширину полосы волоконных сетей. Однако в ближайшее время здесь следует ожидать прогресса и возможно когда-нибудь световод даже вытеснит двухжильные кабели из промышленной коммуникации.

Расстояния между двумя партнерами до нескольких километров преодолеваются в настоящее время без проблем. Из-за "обновления сигнала", предпринимаемого каждым партнером коммуникации, возможна протяженность кольцевых сетей до 100 км.

В этой связи очевидно, что при сравнении затрат разных сред передачи данных следует рассматривать не только затраты на метр провода, но и в значительно большей степени коммутационные затраты на доступ отдельных компонентов автоматизации к шине.

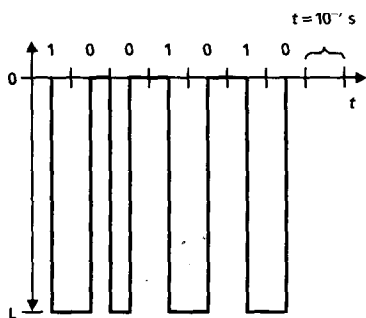
4.3 Методы передачи

Для передачи сообщений по двухжильному, коаксиальному кабелям или световоду подходят различные методы передачи. В технике автоматизации используются преимущественно методы основного диапазона (baseband), несущего диапазона (carrierband) и широкополосного диапазона (broadband).

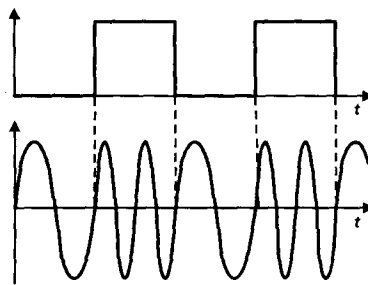
4.3.1 Основной диапазон

При использовании метода передачи по основному диапазону цифровые сигналы, напр., последовательность нулей и единиц, передаются не модулировано (рис. 4.9, слева). В один промежуток времени может поступить только сигнал нуль или единица. Тем самым в распоряжении находится только один канал передачи, который, однако, может использоваться всеми подключенными компонентами, т.к. он распределен по временному уплотнению, т.е. по короткому промежутку времени для каждой готовой к передаче станции, находящейся одна за другой.

Основной диапазон



Несущий диапазон



Кодировка: 0 → 'L = логическая 1, 1 → '0 = логическая 0

Рис. 4.9

При использовании метода передачи по основному диапазону сигналы передаются не модулировано, по методу несущего диапазона передаваемые данные модулируются по несущей частоте

4.3.2 Несущий диапазон

По методу несущего диапазона (рис. 4.9, справа) передаваемые данные модулируются по несущей частоте, т.е., речь идет об аналоговой передаче. Из соображений затрат при этом ограничиваются несущей частотой. Поэтому существует также только один канал, т.е. шинная система на одном проводнике.

В сетях с основным и несущим диапазоном данные передаются по одному проводу постоянно в обоих направлениях (двунаправлено).

Метод основного диапазона легко реализуется и подходит в первую очередь для двухжильного проводника. Метод несущего диапазона успешно применяется в сетях с коаксиальным кабелем.

4.3.3 Широкополосный диапазон

Техника широкополосной передачи (Broadband) берет свое начало от техники кабельного телевидения (CATV = Cable Television), которая уже многие годы широко распространена в США. Подобно тому, как кабельное подключение к телевизору приносит в дом одновременно несколько программ по нескольким частотным диапазонам, широкополосная сеть характеризуется тем, что она позволяет разделять широкий диапазон частот среды передачи информации на несколько несущих частот. Таким образом, можно реализовать передачу по нескольким независимым каналам одной и той же среды, причем различно могут использоваться отдельные каналы (видео, язык, данные), либо имеется несколько шинных систем на одном проводнике.

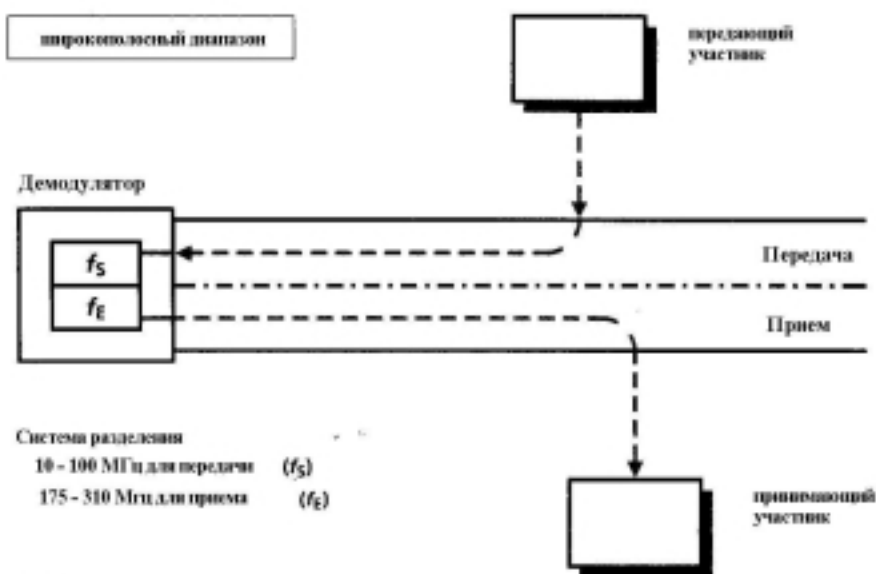


Рис. 4.10

При использовании метода передачи по широкополосному диапазону канал передачи и приема разделяются. Демодулятор переносит передающую частоту на принимающую

Канал передачи и приема должны быть разделены, т.к. широкополосная техника – это обычно однонаправленные каналы, т.е. допускается передача по одному каналу только в одном направлении. Общий доступный частотный диапазон от 5 до 400 МГц разделяется посередине.

В нижнем диапазоне размещаются передающие частоты, в верхнем – приемные частоты (метод среднего разделения). Для реализации шины в широкополосной среде к кабелю подключают так называемый демодулятор (называемый также Header) (рис. 4.10). При этом речь идет о частотном преобразователе, который принимает передающую частоту и перемодулирует данные на приемную частоту. Такие демодуляторы необходимы для каждого подключения к широкополосной сети и являются поэтому причиной повышенных коммутационных затрат в этих сетях.

Также следует указать на то, что широкополосные сети сложнее установить и расширить, т.к. в контексте техники широкополосных сетей речь идет о высокочастотной технике. Однако в противовес этому можно отметить очень хорошее использование среды передачи за счет многоканального переноса данных.

Из широкополосных кабелей создаются преимущественно шины для высших иерархических уровней сложной системы автоматизации. Многие крупные пользователи уже начинают проводить подобные широкополосные шины по всему производственному корпусу и соединять все части производства друг с другом. Поэтому в Америке такие системы удачно также называются „Backbone-Bus“, „хребет, позвоночник“.

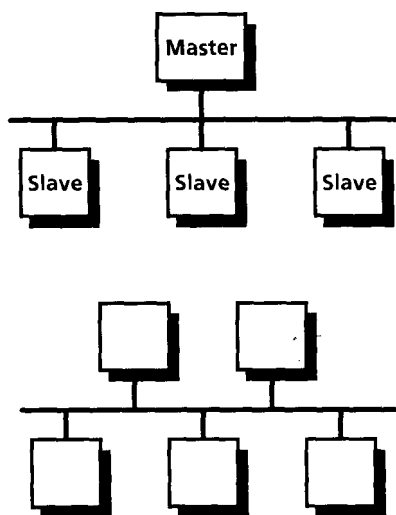
5 Методы доступа

Для возможности совместного решения общих задач автоматизации все участвующие компоненты распределенной системы автоматизации должны использовать одну и ту же шину для обмена информацией. Но на этой шине коммуникация должна осуществляться упорядоченно. Так, напр., в одной шинной системе в определенный момент времени данные должен отправлять только один участник. Т.е. между участниками необходима координация намерений отправить информацию. Как и в движении автотранспорта, также для шины необходимы правила регулировки, называемые методами доступа или управлением от шины.

Метод, по которому отдельные компоненты получают доступ к локальной сети, в решающей степени определяет характеристику и таким образом мощность коммуникационной сети. Знание метода доступа важно для оценки сетей, причем эта тема также будет описана в своем разделе.

На рис. 5.1 показаны две принципиальные возможности,

- Центральное управление от шины (fixed master) и
- Децентрализованное (распределенное) управление от шины (flying master).



Центральное управление от шины

Право доступа централизованно задается "уполномоченным" устройством, "мастером"

Децентрализованное управление от шины

Все партнеры равноправны, доступ к сети осуществляется самостоятельно, или партнеры о нем договариваются

5.1 Центральное управление от шины

При центральном управлении от шины, названным также принципом „Master-Slave " (дословно: господин и слуга), одно устройство автоматизации выполняет так называемую функцию мастера. Подобно почтовой переписке каждый участник имеет „ящик для отправления" и „ящик для получения" информации.

Мастер опрашивает в определенной последовательности каждого участника (Slave) о его намерении передачи (рис. 5.2). Если один из участников намерен отправить информацию (напр., состояния сигнала входов или выходов, показания счетчиков или измерительные величины), он размещает в своей ячейке для отправления пакет данных вместе с адресом получателя и указанием кол-ва данных. Мастер проверяет отправляемые данные на целостность и затем инициализирует передачу данных по шине в ячейку получения адресата.

Порядок опроса всех участников мастером пользователь задает при вводе сети в эксплуатацию в так называемом расписании (рис. 5.3). Мастер периодически обрабатывает расписание, при этом он одновременно проверяет „присутствие" участников и таким образом определяет отсутствие какого-либо устройства автоматизации.

Время, которое требуется мастеру для полной разовой обработки расписания, называется циклом обращения к шине. Оно зависит от числа участников и от объема отправляемых данных и может составлять от нескольких миллисекунд до нескольких секунд. Шина L1 от Siemens (более подробно будет описана ниже) работает по принципу Master-Slave. Она достигает типичного времени обращения к шине 400 ms при скорости чистой передачи данных макс. 64 байт в секунду и макс. 31 участнике в шине.

Если некоторые важные участники должны опрашиваться за более короткие интервалы времени, то пользователь при вводе системы в эксплуатацию должен повторно указать этих участников в расписании. В крайних случаях цикл обращения к шине может быть прерван. Если мастер получил анонимный сигнал тревоги, он передает непосредственно обработанный пакет данных, как предусмотрено, но тут же покидает расписание и начинает обрабатывать так называемый перечень сигналов тревоги.

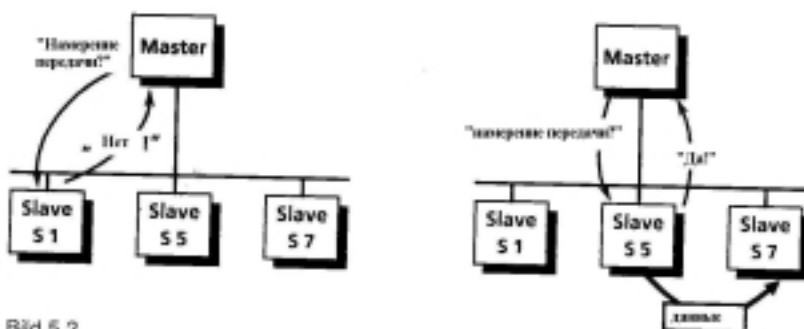


Bild 5.2

Рис. 5.2

Центральное управление от шины: мастер запрашивает каждого участника, намерен ли он отправить данные, и инициализирует передачу

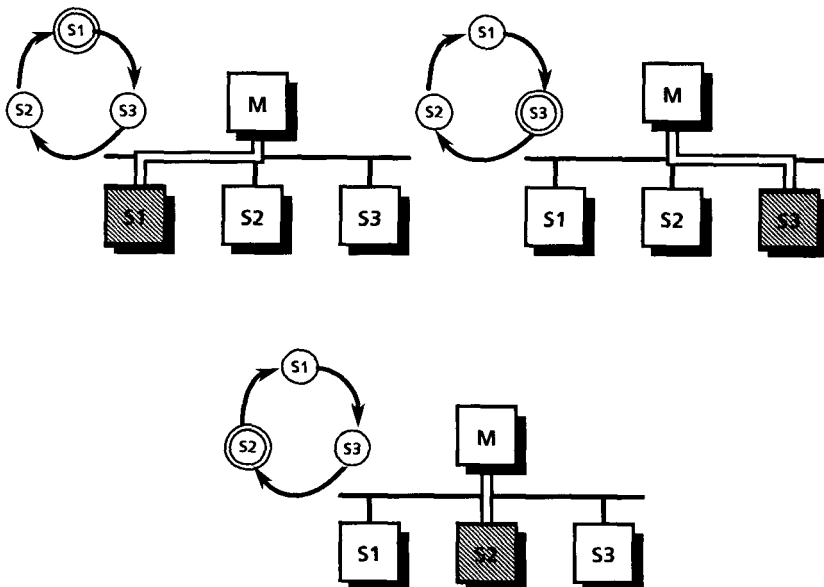


Рис. 5.3 Расписание определяет, в какой последовательности мастер опрашивает участников

Перечень сигналов тревоги также определяется при вводе сети в эксплуатацию. В нем содержится последовательность, в которой подчиненные компоненты должны опрашиваться мастером в случае сообщения о тревоге. Если мастер определил, кто отправил сообщение тревоге, он отправляет "срочное сообщение" и затем продолжает цикл обращения к шине с прерванного места.

При децентрализованном управлении от шины все участники равноправны и договариваются между собой о праве передачи. В шинных системах с высокой производительностью утвердились два метода доступа:

- Метод CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) и
- Система распределения по принципу эстафетной передачи.

5.2 CSMA/CD

В методе CSMA/CD (рис. 5.4) управление потоком данных по следующему основному принципу: каждый участник „прослушивает“, осуществляется ли в проводнике передача данных. Если проводник свободен, участник, намеревающийся отправить сообщение, делает это, снабдив его адресом назначения и отправителя.

Однако возможно и то, что сразу несколько участников намереваются отправить свои сообщения по свободному проводнику (см. рис. 5.5). Возникает так называемое наложение.

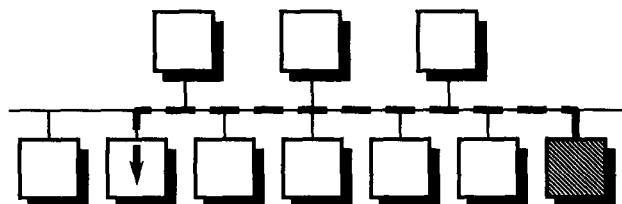
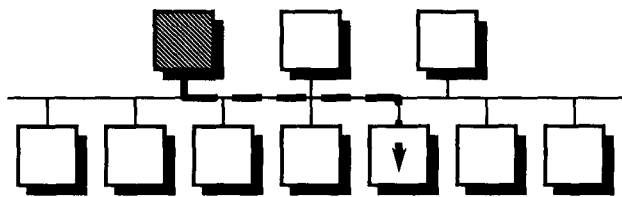
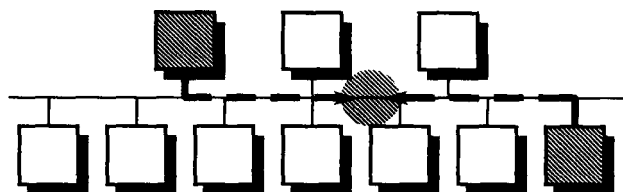
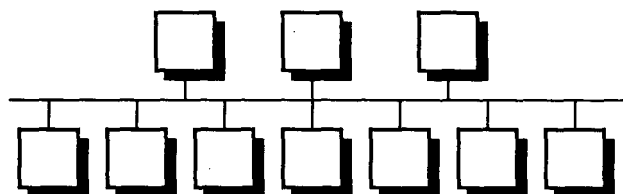


Рис. 5.4 CSMA/CD: при свободном проводнике любой участник может сразу отправить сообщение

**Состояние 1:
наложение**



**Состояние 2:
ожидание**



**Состояние 3:
новая попытка отправки сообщения**

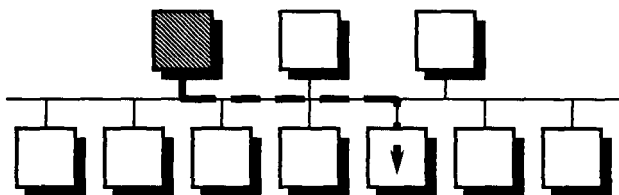


Рис. 5.5 Даже для редкого случая, когда доступ к шине пытаются получить сразу два участника, существуют правила. Наложение исключается

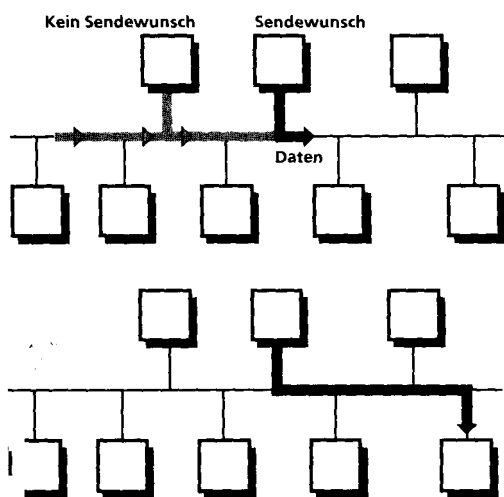
В методе CSMA/CD определяется наложение минимум одного участника и посылается так называемый „Jam-Signal" (сигнал помехи). Все участники, также намеревавшиеся отправить сообщение, направляются в цикл ожидания различной протяженности (состояние 2); протяженность регулируется по критериям случайности. По окончании времени ожидания они предпринимают повторную попытку отправить сообщение (состояние 3). Преимущество этого метода в том, что все участники могут быстро отправить свои сообщения, если линия освобождается. Прежде всего, при передаче коротких сообщений (только отдельные символы) не возникает простоев, обусловленных системой.

На практике за счет шинной системы с высокой скоростью передачи и нормальной нагрузкой число наложений мало. Метод CSMA/CD представляет собой стабильный механизм коммуникации, который при достижении пределов своей производительности может привести самое большее к задержке информации, но ни в коем случае не к полному сбою в сети.

Под именем Ethernet уже в 1980 г. фирмами Xerox, Intel и DEC на рынок была введена серийная шинная система с методом доступа CSMA/CD. Из-за своего раннего появления и стандартизации системы Ethernet метод CSMA/CD сегодня широко распространен.

5.3 Метод эстафетной передачи

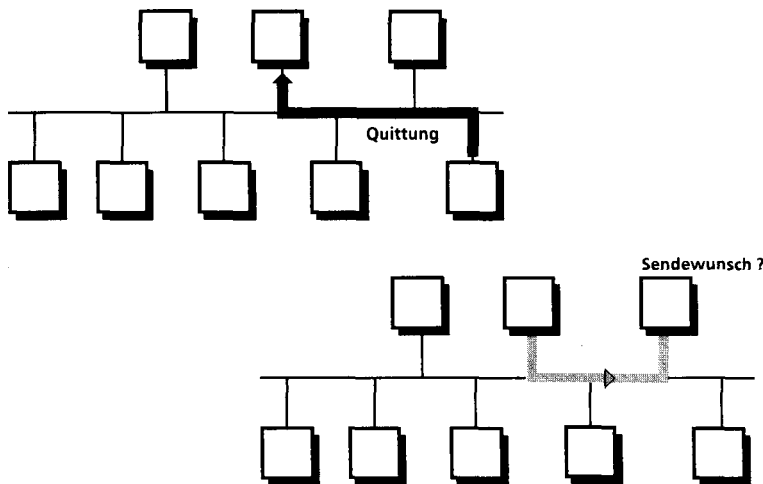
Другим децентрализованным методом доступа к системе является метод распределения. Здесь утвердился метод эстафетной передачи (рис. 5.6). Он получил свое название от строго определенной конфигурации двоичного кода, маркера, передаваемого от участника к участнику. Тот, кто обладает маркером в данный момент, может передавать сообщение.



- свободный маркер
- занятый маркер

Рис. 5.6 Эстафетная передача: разрешающий маркер передается к следующему участнику

А это самое важное. Таким образом, наложения не могут возникнуть и поэтому их не надо исключать. На практике этот простой механизм распределения реализуется тем не менее несколько сложнее. Если какой-либо участник намеревается отправить сообщение, он должен ожидать „свободного" маркера. От участника, получающего свободный маркер, последний преобразуется в „занятый" маркер. Отправляемые данные связываются с этим маркером, с конфигурацией двоичного кода. Участник, принимающий сообщение, создает маркер подтверждения, с которым вновь связываются данные (рис. 5.7).



- свободный маркер
- занятый маркер

Рис. 5.7
Эстафетная передача: только лишь при наличии подтверждения создается свободный маркер для следующего участника

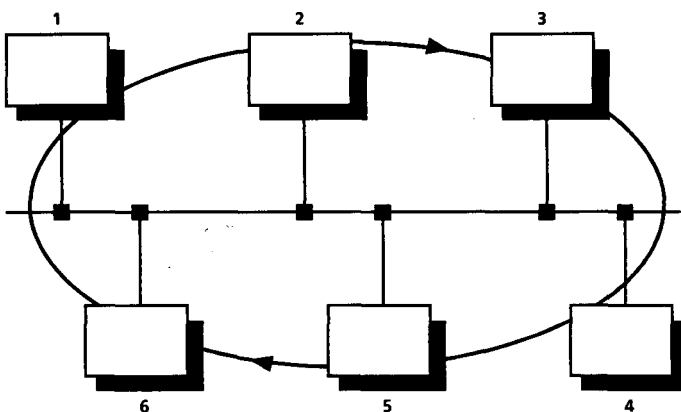


Рис. 5.8
В шинной топологии возникает логическое кольцо, если за последним участником вновь подходит первый

Участник, отправляющий сообщение, после получения подтверждения выдает свободный маркер в линию для следующего участника. Процесс начинается сначала. Если участник не намерен отправлять сообщение, он просто передает маркер дальше.

Можно легко представить, как передается право доступа от участника к участнику в кольцеобразной сети. Но также в шинной или древовидной топологии возникает такое "логическое кольцо" (рис. 5.8), если за последним участником вновь подходит первый. Для этого каждый участник должен лишь знать своих предыдущего и последующего соседей в сети.

Маркер имеет определенное время действия в сети. Оно зависит от кол-ва подключенных участников. На основе максимальной продолжительности пакета передаваемых данных определяется максимальное время, на протяжении которого участник должен ожидать нового получения маркера. Из этого следует, что каждый участник может рассчитывать на определенное время ожидания. Однако это также означает в среднем относительно долгое время ожидания даже при небольшом обмене информации.

5.4 Сравнение CSMA/CD и эстафетной передачи

Для выбора правильного метода доступа к локальной сети необходимо очень точно исследовать ожидаемое движение информации. Как следует из рис. 5.9, метод CSMA/CD обуславливает лишь незначительные задержки при передаче при малой нагрузке. При сравнении задержки доступа к сети в течение короткого времени просматривается преимущество метода CSMA/CD против метода эстафетной передачи.

Если необходимо передать лишь относительно небольшие сообщения, а сетевая производительность для передачи информации велика по сравнению с ожидаемым потоком информации, то в таком случае также более подойдет метод CSMA/CD.

Средняя продолжительность пакета 1000 бит, 50 участников
Стандартизированная задержка доступа

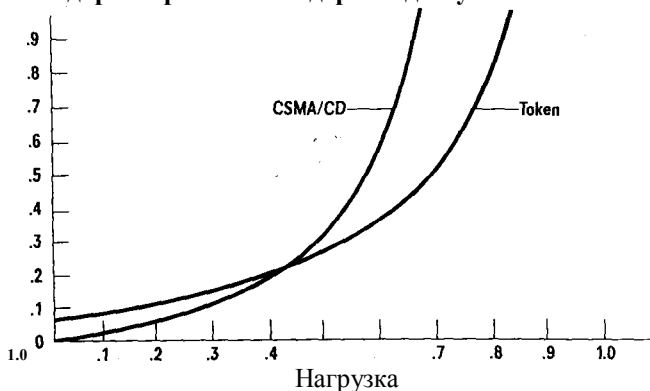


Рис. 5.9

Сравнение обоих методов доступа CSMA/CD и эстафетной передачи: при сетевой нагрузке от малой до средней время задержек изменяется одинаково

В сетях с высокой шинной нагрузкой метод эстафетной передачи имеет преимущества перед методом CSMA/CD.

На практике за счет хорошей структуризации сетей сетевая нагрузка держится на уровне ниже 80%. Кроме того, время реакции системы в большей степени определяется скоростью процессов в программном обеспечении, нежели скоростью передачи по сети.

Принципиально прослеживается, что децентрализованное управление шины имеет такое преимущество перед центральным управлением, что при выходе из строя мастера работа может не прерываться, что оправдывает повышенные затраты на каждую участвующую станцию.

6 Первая эстафетная шина в технике автоматизации

Под известным наименованием TELEPERM с дополнительной маркировкой М (для микропроцессорной техники) ф-ма Siemens в 1979 ввела на рынок свою новую программируемую из ЗУ систему управления процессом с децентрализованной организацией. Эта концепция указывала новое направление и отличалась новой идеей, сконцентрированной больше не на отдельном технологическом или производственном шаге, а имеющей целью охватывающую автоматизацию всего технологического или производственного оборудования. Так, своевременно были использованы возможности микроэлектроники для связи друг с другом логических децентрализованных систем автоматизации через производительную шинную систему.

TELEPERM М в основном состоит из трех видов системных компонентов (рис. 6.1):

- систем автоматизации (AS) для выполнения любых задач, относящихся к „измерению, управлению, регулировке“,
- систем обслуживания и контроля (OS) для выполнения задач по руководству процессом и
- шинной системы (CS), по которой происходит обмен информацией между системами автоматизации друг с другом и с системой обслуживания и контроля.

система обслуживания и контроля

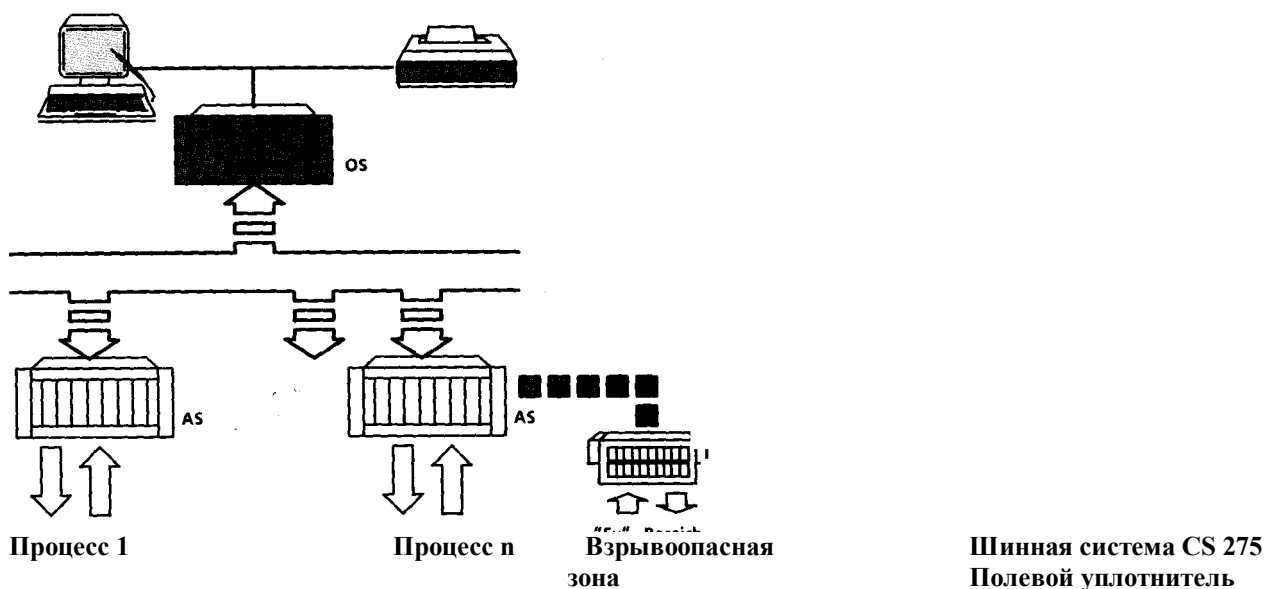


Рис. 6.1

TELEPERM М: системы автоматизации AS связаны через шинную систему CS 275 с системой обслуживания и контроля OS

В зависимости от типа автоматизируемого процесса и от основных условий производства устройства автоматизации могут монтироваться децентрализованно или централизованно. В распоряжении установок с обширной кабельной системой или использующихся во взрывоопасных зонах, дополнительно находятся полевые уплотнители.

Полевой уплотнитель предлагает рациональное решение по сокращению кабельных линий между полевыми устройствами, а также между системами автоматизации и полевыми устройствами. При этом его задачей является периодически регистрировать электрические и пневматические рабочие сигналы, преобразовывать их в телеграммы и передавать их на соответствующее устройство автоматизации. И наоборот, полевой уплотнитель периодически получает от системы автоматизации исполнительные и управляющие команды для выполнения их в процессе работы.

Устройства обслуживания и контроля устанавливаются на месте или в центральной щитовой. Логические индикационные приборы с клавиатурой и рычагами управления или световым пером позволяют человеку контролировать процесс и при необходимости корректировать ошибки.

Средство коммуникации в системе TELEPERM M – шинная система, имеющая обозначение CS 275. С помощью своей децентрализованной структуры она позволяет реализовывать концепты автоматизации с иерархической структурой. Отвечая требованиям в технике руководства процессом, в системе TELEPERM M для управления шиной был выбран метод эстафетной передачи. Эта первая эстафетная шина в технике автоматизации имела существенное влияние и даже сегодня остается одной из лучших и мощных шинных систем вообще. За это время международная стандартизация также подтвердила правильность выбора эстафетного метода.

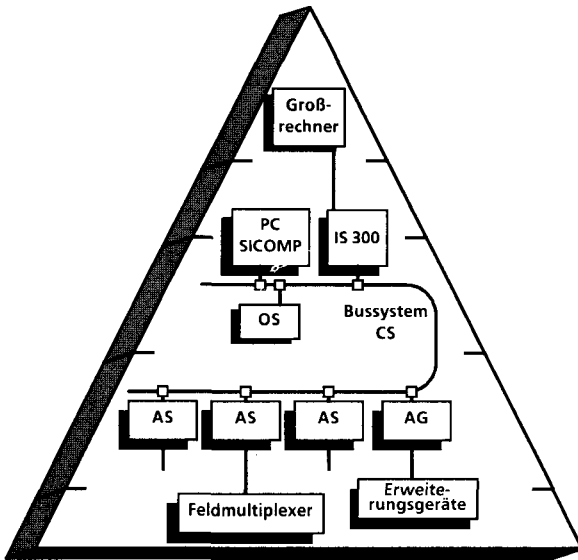
В разделе 3 уже описывались поток данных в иерархической структуре автоматизации, горизонтальная и вертикальная коммуникация, а также их разнообразные требования к коммуникационной системе.

Концепция TELEPERM M учитывает эти различные требования (рис. 6.2). В ее основе лежат три существенных „маршрута информационного обмена“:

- Коммуникация между системами автоматизации (AS), обусловленная распределением задач автоматизации между несколькими AS,
- Целенаправленная коммуникация систем автоматизации с системами обслуживания и контроля, напр., для выведения изображения (индикации) в щитовой, и
- Целенаправленная коммуникация с управляющим компьютером на уровне планирования, напр., с целью длительного хранения данных в памяти для планирования, статистики или расчета моделей.

Анализ готовых установок показал, что мощность передачи данных по этим трем маршрутам должна быть приблизительно одинаковой. Поэтому система

TELEPERM-M была разработана таким образом, что для каждого маршрута данных было задействовано по 20% передающей мощности шинной системы.



OS Система обслуживания и контроля

AG Устройство автоматизации SIMATIC S5

IS Информационная система

AS Система автоматизации

Рис. 6.Шинная система CS 275 позволяет создавать иерархические структуры автоматизации: TELEPERM M в уровневой модели производства

В зависимости от вида передаваемой информации применяется один из двух принципов коммуникации:

- циклический обмен данными или
- ациклический/единичный обмен данными.

Типичный пример циклического обмена данными – вывод выбранного изображения станции обслуживания и контроля макс. в течение 2 сек.

Ациклический или единичный обмен данными имеет место при обслуживании или передаче сообщений об ошибке в процессе работы.

Этот информационный поток нельзя определить однозначно. Для того, чтобы в случае колебаний нагрузки, вызванных как изменениями рабочего состояния, так и помехами (поток сообщений об ошибках), иметь в наличии достаточную емкость, необходимы резервы (40 % передающей мощности).

В системе TELEPERM M подключенные компоненты синхронизируются основным таймером через шинную систему. При этом смещения цикла даже между несколькими присоединенными системами не превышают 10 ms.

Шинная система CS 275 (см. рис. 6.3) имеет физическое подразделение на

- близкую шину, предусмотренную для коммуникации внутри шкафов управления или групп шкафов и состоящей из многожильного кабеля длиной макс. 20 м, к которому могут присоединяться восемь участников, и на

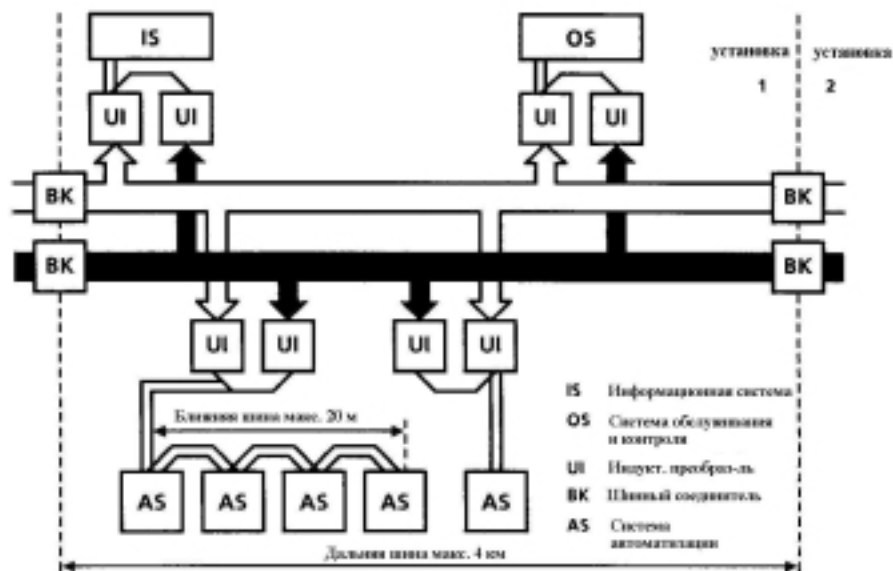


Рис. 6.3

Топология шинной системы CS 275 в резервном исполнении с подключениями для различных участников

- дальнюю шину, для которой используется коаксиальный кабель макс. длиной 4 км и к которой могут быть подключены макс. 32 ближних шины.

Разумеется, обе части могут рассматриваться как одно целое. Ближняя и дальняя шины соединены через индуктивные преобразователи (UI).

Несколько автономных шин могут связываться друг с другом через так называемые шинные соединители (BK), напр., для осуществления обмена данными между несколькими установками или узлами. Для повышения доступности в системе TELEPERM M установлены две равные резервные шинные системы, одна *активная* и одна *пассивная* шины (принцип дежурного режима). Функциональность пассивной шины проверяется с интервалом прим. 1 сек. В случае сбоя активной шины происходит автоматическое переключение на пассивную шину и обслуживающему персоналу выдается сигнал об ошибке.

Ниже приведены важнейшие свойства шинной системы CS 275:

шинная система

- обладает свойствами реального времени, как требуется для системы руководства процессом,
- устойчива к перегрузкам, т.е. имеет достаточную производительность, чтобы обрабатывать требуемые данные даже в необычных рабочих,
- может создаваться в качестве резерва без дополнительных затрат на проектирование.

Эти выдающиеся качества подтвердились при обширном использовании системы TELEPERM M. За последнее время было установлено несколько тысяч систем в химии и нефтехимии, в металлургическом производстве, в пищевой промышленности, в гидротехнике и промышленных электростанциях.

При этом шкала задач распространяется от обработки аналоговых значений и регулировки в тех. процессах комбинированными задачами техники регулировки и управления до комплексных задач автоматизации с интегрированным заданием рецептуры.

Каждый из этих процессов имеет определенные требования отдельных составляющих процесса и различное расширение по площади. Ориентированная на процесс оптимальная автоматизация подчиняется этой структуре. При этом условием в системе TELEPERM M является шинная система CS 275 с ее шинными соединителями.

На рис. 6.4 показано, какие конфигурации создавались в шинной системе:

- Многие процессы регулируются по конфигурации А.
- Более крупные установки требуют конфигурации В; с использованием шинного соединителя достигается длина шины 8 км.
- Частичные процессы в географически разделенных установках соединяются по конфигурации С.
- И, наконец, в крупных установках для каждой части тех. процесса или машины предусматривается собственная автономная шина, соединенная с остальными частичными шинами через основную шину (D).

Посторонние системы могут быть включены в коммуникацию через специальные подключения.

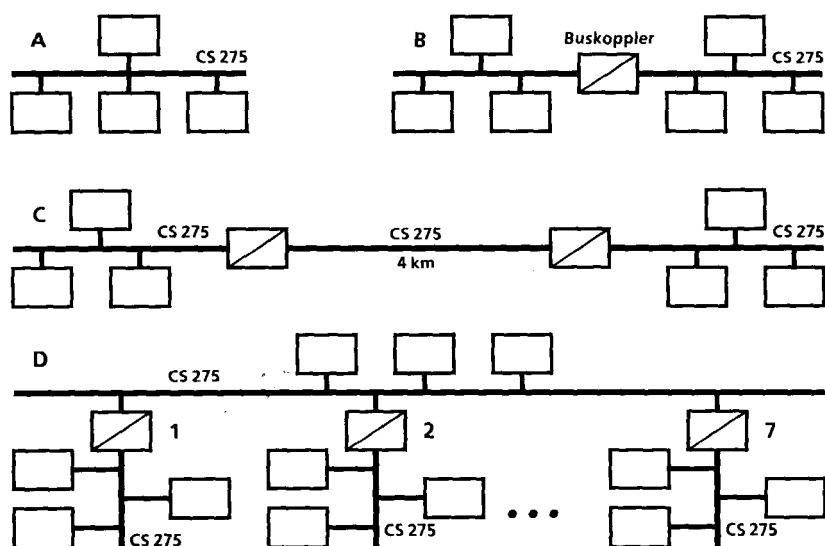


Рис. 6.4

Проверенные сетевые конфигурации TELEPERM M: с шинной системой CS 275 от простого применения до сложной установки

7 Семь уровней открытой коммуникации

Выше описывалось, как подготавливаются сигналы, посылаемые по шине, и что необходима "регулировка движения", метод доступа. Разумеется, все участники на шине должны использовать одинаковый метод доступа.

При этом особо не подчеркивалось, но предполагалось, что один партнер по коммуникации понимает другого. Однако это не вполне само собой разумеется. Эффективное сотрудничество компонентов автоматизации предполагает, что все участники знают и выполняют договоренности о форме сети, доступе к сети, условиях подготовки данных и регулировке обменом информацией. Также сложные данные, как команды, имена переменных или графические элементы должны быть унифицированы.

Кроме того, не будет достаточным, если все участники будут говорить на одном языке, но и необходимо, чтобы *содержания понятий* у всех были одинаковы (см. рис. 7.1).

Так, напр., выгодно, если число десятичных знаков для числового управления изготовителя X будет иметь то же внутреннее изображение, что и у изготовителя Y, так что после каждой коммуникации получателю нет необходимости запускать конвертирующую программу

Различное изображение одной и той же числовой величины в человеческой коммуникации:



линейная графика состоит из элементов, однозначно определенных по своим точкам:

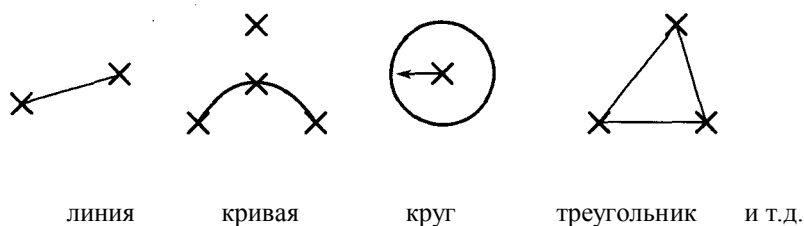


Рис. 7.1 Данные, графические элементы и содержания понятий должны быть одинаковы для всех партнеров

Поэтому необходимо определить содержания сообщений по их значению (семантике) и их изображению (синтаксису). Эти договоренности называются *протоколами*. Протоколы определяют, как должна проходить коммуникация и в какой последовательности должна передаваться какая информация и каким образом.

7.1 Пример из человеческой коммуникации

Для понимания этих договоренностей приведем вначале пример из человеческой коммуникации:

Некая строительная фирма получила заказ на строительство жилого района. Для этого сотрудник ф-мы, г-н А, представляет план застройки в управление по строительству. С тем, чтобы ответственный эксперт, г-н В, имел представление о том, почему он получил план, А сопровождает план дополнительной информацией. Он пишет небольшое сопроводительное письмо примерно такого содержания:

„В отношении нового жилого района в южном округе. Для того, чтобы мы могли начать работы, прошу Вас утвердить план застройки. Детальные планы будут направлены Вам отдельно.“

На рис. 7.2 изображена общая информация, передаваемая от А к В.

Ссылки „направляется план застройки“ достаточно, т.к. план был составлен согласно норме. А исходит из того, что В сможет прочитать план. Если бы он не был в этом уверен, то ему следовало бы, напр., направить пояснения к чертежу.

Вся информация ориентирована на пользователя, до сих пор абсолютно неважно, каким образом она дойдет до своего получателя. Г-н А пользуется для этого услугами почты. Планы и сопроводительное письмо укладываются в конверт, на котором указаны адрес получателя, информация о доставке. "Устройством связи с почтой" является, напр., почтовый ящик. В этом месте связи письмо, подлежащее транспортировке, передается дальше на почту.

При этом письмо должно соответствовать определенным требованиям относительно размеров и веса, и адрес, напр., должен содержать почтовый индекс. Содержание письма при этом почту не интересует.

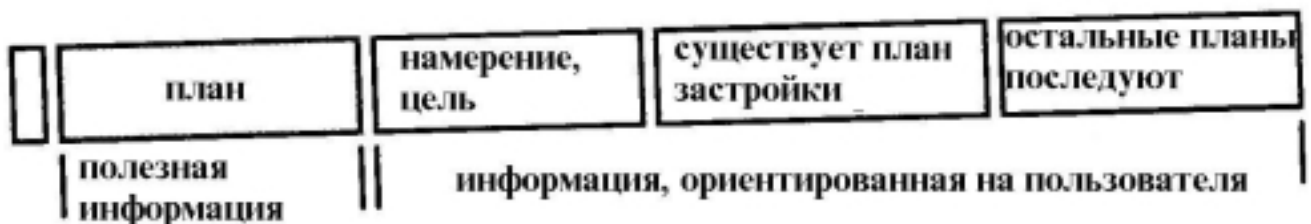


Рис. 7.2 Полезная информация сопровождается дополнительной информацией

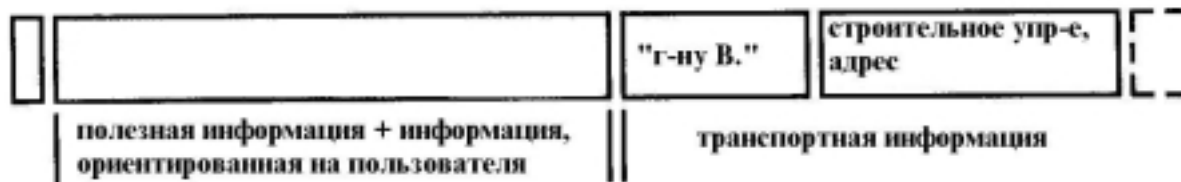


Рис. 7.3 Для транспортировки письма необходима дальнейшая информация

Информация, ориентированная на пользователя, "упаковывается" в информацию, ориентированную на транспортировку (рис. 7.3).

Почта перевозит письмо вначале на автомобиле, затем по ж/д в другой город, и наконец, доставляет по месту. Таким образом, почта пользуется услугами ж/д и предоставляет также свои услуги.

Можно себе представить, что отправитель не знает самого экономичного пути для письма, в особенности, если он отправляет письмо за границу. В этом случае почта иногда добавляет дополнительную информацию к адресу (напр., „через Геную“) и также должна решить, если по определенным причинам нельзя добраться непосредственно до Генуи, следует ли направить письмо, напр., через Рим.

В итоге для сообщения от отправителя к получателю необходимо, таким образом, выполнить следующие операции:

- упаковка полезной информации в пользовательские протоколы (сопровождающий текст), затем
- упаковка в транспортные протоколы (конверт, адрес) и
- отправка упакованного сообщения транспортными средствами.

У получателя „распаковка“ сообщения происходит в обратной последовательности (рис. 7.4).

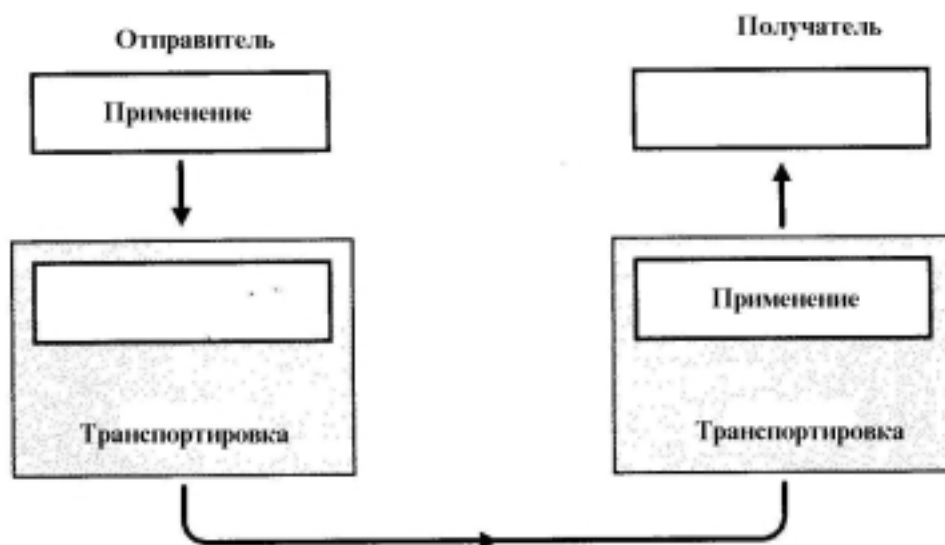


Рис. 7.4 Применение и транспортировку сообщения следует рассматривать раздельно

Предпосылкой для оказания услуг почтой является знание всех сообщений между городами и странами, включая альтернативные возможности. Услуги ж/д среди прочего базируются на том, что существуют рельсовая сеть, а также условия, позволяющие осуществлять упорядоченные маршрутные сообщения, от расписания движения поездов до стандартизации ширины колеи.

Поэтому отрасль транспортировки можно далее разделить, напр., на

- организацию транспортировки по всему пути от отправителя к получателю (почта) и
- транспортировку по частичным маршрутам (авиа, ж/д).

Из примера также следует, что в коммуникации между двумя партнерами участвует несколько устройств, которые, в общем выражаясь, оказывают услуги вышестоящему устройству, а также со своей стороны являются предпосылкой для оказания услуг нижестоящего устройства.

7.2 ISO-референтная модель

Тот же принцип лежит в основе коммуникации между компьютерами, системами управления и другими устройствами автоматизации. Часть, ориентированная на пользователя и часть транспортировки при этом делятся еще сильнее.

В качестве упорядочивающей схемы такого деления утвердилась референтная модель ISO (Международной организации по стандартизации) (см. рис. 7.5). Она разделяет транспортные и ориентированные на пользователя услуги коммуникации на семь уровней, и поэтому стала известной под названием „семиуровневая модель ISO". Каждый уровень имеет характерное наименование.

Каким образом на практике осуществляется коммуникация по референтной ISO-модели?

Поясним это на примере автоматизации производства.

		Наименование	Функция
пользовательские протоколы	7	Уровень обработки	Обработка информации
	6	Уровень представления данных	Абстрактное изображение кодировка
	5	Уровень коммуникационного управления	Диалоговое управление метод возобновления
Транспортные протоколы	4	Уровень транспортировки	Передача данных независимо от типа сети
	3	Сетевой уровень	Построение пути передачи, выбор оптимального пути
	2	Защитный уровень	Защищенная передача между узлами сети
	1	Уровень передачи битов	Поддержка физических связей

Рис. 7.5

Семь уровней референтной модели по ISO

7.3 Пример из автоматизации производства

В разделе 2 уже шла речь о станках с ЧПУ и гибких производственных ячейках. Также упоминалось о том, что станок с ЧПУ содержит программу, управляющую изготовлением изделия. При необходимости изготовления другой детали эту программу следует заменить.

Таким образом, для производства многих различных деталей требуется множество различных программ. В зависимости от объема памяти ЧПУ не требуется держать в памяти одновременно все программы. При необходимости программы нужно лишь загрузить. Раньше это осуществлялось с помощью перфолент и должно выполняться только с помощью устройств коммуникации.

Составление программы являлось одним из "технических видов деятельности" конструкторского подразделения, затем программа поступает в распоряжение пользователя в основной компьютер производственного подразделения, на участок программного управления. Оттуда ее необходимо передать на ЧПУ.

Основой должна послужить референтная модель ISO. На рис. 7.6 объясняется действие референтной модели ISO во ее семи уровнях для каждого партнера коммуникации. Отсчет уровней производится „снизу“ „вверх“.

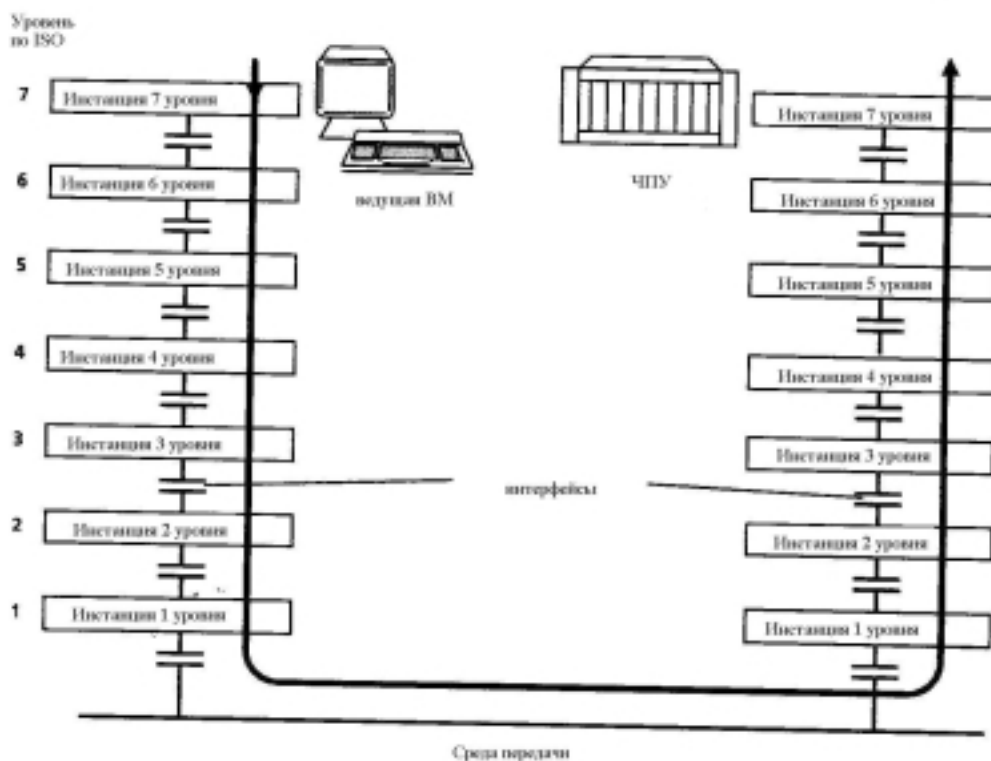


Рис. 7.6

Полезная информация проходит все уровни и подготавливается при этом для движения по сети

„Внизу“, т.е. на среде передачи, расположен уровень 1, вверху - уровень 7.

На уровнях 1 - 4 определены протоколы транспортировки. Они регулируют связь и сохранение данных при передаче между двумя конечными пунктами. Над уровнями 5 - 7 главенствует пользовательский аспект. Здесь идет речь о значении сообщения вплоть до уже упомянутого содержания понятий.

Выше уровня 7 располагается собственно применение, слева – программ в основном компьютере, управляющая программами для ЧПУ, справа – ЧПУ станка. Оба партнера связаны ниже уровня 1 средой передачи.

Референтная модель замещает коммуникативные услуги или функции, имеющиеся у каждого из обоих партнеров в форме аппаратных средств и программного обеспечения. Каждый уровень соответствует при этом определенной частичной функции коммуникативного процесса, т.е. точно определенной задаче. Речь идет об "инстанции" на каждом уровне.

Передаваемая полезная информация, т.е. программа ЧПУ, проходит все инстанции отправителя и при этом подготавливается для отправки по коммуникационной сети. Она упаковывается, при необходимости разделяется на удобные пакеты и снабжается дополнительной информацией, служащей для обработки и транспортировки данных (подобно простому примеру в разделе 7.1). Поступившая по среде передачи информация вновь проходит все уровни со стороны получателя, на этот раз в обратном порядке, снизу вверх.

Задачи отдельных уровней на примере „загрузка ЧПУ“ ниже будут описаны более подробно:

Уровень 7 служит для характеристики различных классов применения, напр., загрузки, запуска, остановки, передачи сообщений о неисправностях. Инстанция уровня 7 у передающего устройства относится, таким образом, к полезной информации, т.е. к программе ЧПУ, дополнительной информации о том, что программу следует загрузить и запустить. Эта дополнительная информация предусмотрена для уровня 7 приемного устройства и лишь там вновь обрабатывается.

Затем полезная и дополнительная информации проходят совместно как блок данных на уровень 6, уровень представления данных. Предположительно, что данные уже находятся в кодированной форме, понятной всей системе, инстанция уровня 6 не имеет больших задач: она только снабжает блок данных разрешением „о. к.“, чтобы уровень 6 со стороны приемного устройства мог распознать, что здесь более не нужно преобразовывать данные.

Таким образом, программа ЧПУ может быть очень большой. Тем самым растет вероятность возникновения ошибки во время передачи. Для того, чтобы в подобном случае не переносить заново весь блок данных, инстанция уровня 5, уровня коммуникационного управления, маркирует части подходящей величины и переносит блок данных далее (рис. 7.7).

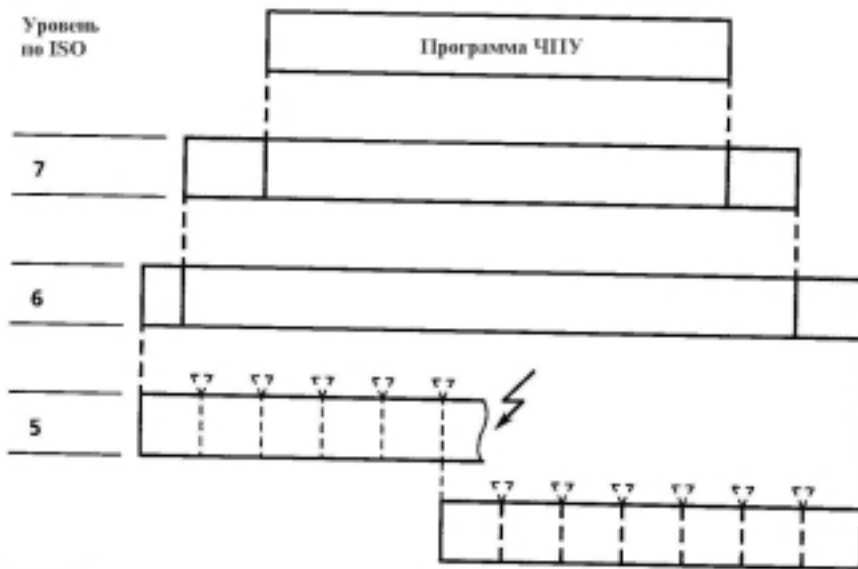


Рис. 7.7

На уровне коммуникационного управления оба партнера синхронизируются, напр., после помехи при передаче

В случае помехи при передаче передающее и приемное устройство синхронизируются на уровне 5 в том смысле, что исключительно последняя часть должна передаться еще раз.

Итак, уровень коммуникационного управления следит за тем, чтобы в итоге вся программа управления достигла своего адресата, даже если во время передачи связь по каким-то причинам была прервана, напр., из-за передачи данных повышенного приоритета. Каждая часть по пути получает информацию примерно в форме порядкового номера, чтобы уровень 5 приемного устройства вновь смог расставить эти части в правильном порядке и пользователь не заметил разделения.

На уровне 5 первый блок данных, дополненный таким образом, покидает область протоколов, ориентированных на пользователя.

Теперь наступает очередь транспортировки данных по коммуникационной сети.

Блок данных руководящего компьютера подается теперь по уровням, ориентированным на транспортировку (уровни 1 - 4). Инстанция уровня 4 знает путь к приемному устройству, даже если оба партнера не находятся в одной и той же сети. Она создает весь путь транспортировки между двумя партнерами коммуникации, контролирует его и затем вновь его убирает.

В системах, растянутых по площади, данные возможно должны покинуть местную сеть, использовать общественные сети, чтобы затем попасть в местную сеть удаленного на большое расстояние приемного устройства. К данным вновь добавляется необходимая для этого информация об адресе, и весь блок направляется на уровень 3. Уровень 3, сетевой уровень, определяет отдельные пути передачи, частичные маршруты.

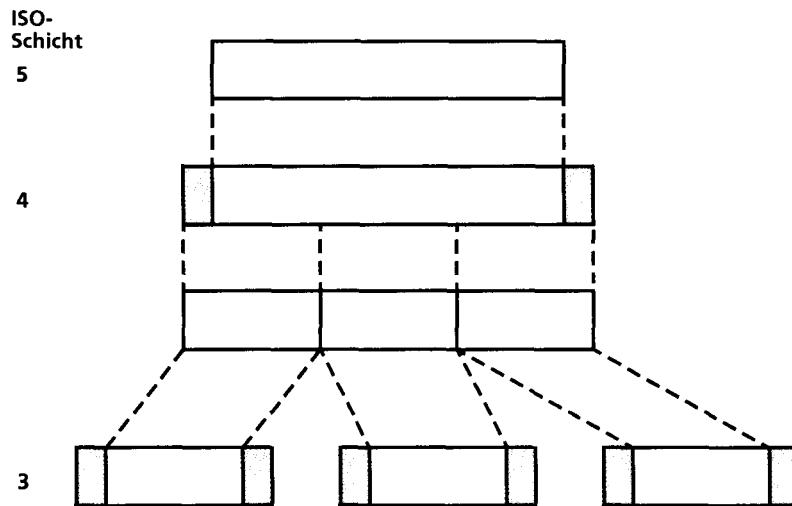


Рис. 7.8
На сетевом уровне блок данных "рассекается" на удобные пакеты.
Каждый пакет имеет однозначную маркировку

До сих пор мы исходили из того, что руководящий компьютер не имеет другой задачи кроме переноса программы ЧПУ. Но на самом деле различные пользовательские программы в руководящем компьютере могут практически одновременно обмениваться информацией с различными партнерами. Все блоки данных проходят по крайней мере через локальную сеть передающего устройства. инстанция уровня 3, сетевого уровня, „рассекает" каждый блок данных на удобные пакеты, однозначно маркирует эти пакеты адресом приемного устройства и порядковым номером и передает эти пакеты, как они поступают, на уровень 2 (рис. 7.8).

Пакеты данных различных транспортных сообщений могут, таким образом, перемешаться и, поскольку для каждого пакета вновь определяется оптимальный маршрут, то пакеты для одного и того же получателя могут обгонять друг друга (рис. 7.9).

(На уровне 3 приемного устройства пакеты на основе номеров вновь расставляются в правильном порядке и передаются на уровень 4.)

Из-за сбоя в линии пакет также может потеряться. Однако сетевой уровень приемного устройства по дополнительной информации пакетов распознает такие пробелы и требует повторной передачи недостающих пакетов.

До сих пор речь шла о „логической" передаче данных, от передающего устройства к приемному. Какая задействована среда передачи, играет роль лишь теперь.

Последующие уровни 2 и 1 обеспечивают надежность передачи пакетов данных по соответствующему участку всего маршрута передачи, регулируют право доступа к общей шине и физические условия для передачи. Они отвечают за то, чтобы надежно передавался бит за битом, независимо от того, используется ли коаксиальный кабель, световод или вообще межконтинентальная спутниковая связь (GAN, global area network). Здесь мы вновь сталкиваемся с описанными в разделе 5 методами доступа CSMA/CD (Ethernet) и эстафетной передачи.

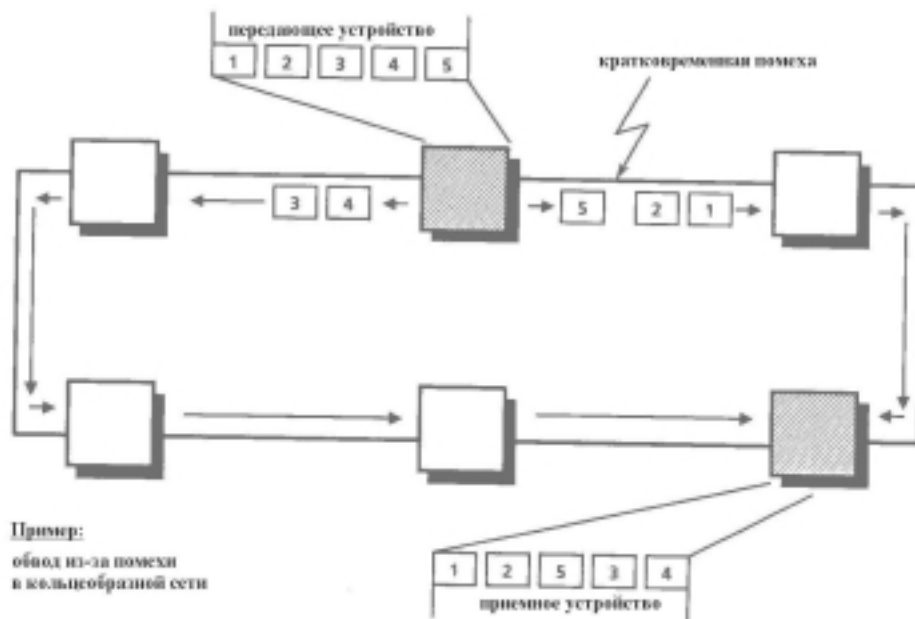


Рис. 7.9 Пакеты для одного и того же получателя могут обгонять друг друга

Представляется, что, как описано в разделе 5, партнер коммуникации получает доступ к шине через уровни 2 и 1 и передает пакет данных. Этот пакет данных достигает приемного устройства, затем проходит снизу вверх уровень за уровнем и вновь "распаковывается". Под распаковкой понимается обработка и удаление дополнительной информации соответствующих уровней.

На уровне 3 пакеты сортируются по их номерам. Напр., уровень определяет поступающий пакет данных как номер 3; номера 1,2 и 5 уже поступили. Еще некоторое время ожидается пакет 4 и затем, возможно, будет затребована повторная передача. Если пробел заполнен, осуществляется передача на уровень транспортировки.

Если уровень 4, уровень транспортировки, получил все данные, он вновь убирает все сообщения транспортировки – также по нескольким сетям. Данные освобождаются от информации об адресации и передаются на уровень 5.

Теперь экземплярами уровней 5 и 6 производится обработка предназначенной для них дополнительной информации, а затем передача почти "голой" программы далее на уровень 7, уровень обработки. Этот уровень обрабатывает последнюю дополнительную информацию, созданную на уровне 7 передающего устройства, и загружает согласно заданию данные как программу ЦПУ.

7.4 Резюме

на рис. 7.10 еще раз изображен общий процесс коммуникации между двумя партнерами. Таким образом, каждый уровень должен выполнять вполне определенные задачи.

Другими словами это означает:

Каждая инстанция ожидает, что нижестоящий уровень выполняет вполне определенную функцию, а она в свою очередь выполняет задачу для создания условий для вышестоящего уровня. Для этой цели уровни, следующие один за другим, должны понимать друг друга, т.е. должны быть четко определены *стыки (интерфейсы)*.

Как сообщаются друг с другом оба партнера коммуникации, т.е. руководящий компьютер и ЧПУ?

Вначале сообщается уровень 1 передающего устройства с уровнем 1 приемного устройства, уровень 2 с уровнем 2 и т.д. (рис. 7.11).

Здесь следует важное замечание:

➤ Две инстанции, принадлежащие одному уровню, должны связываться по общему протоколу.

Проще говоря: коммуникация осуществляется всегда между двумя равнозначными уровнями (peer-to-peer, т.е. партнер с партнером). Каждый уровень партнера 1 имеет мнимое (виртуальное) соединение с соответствующим уровнем партнера 2.

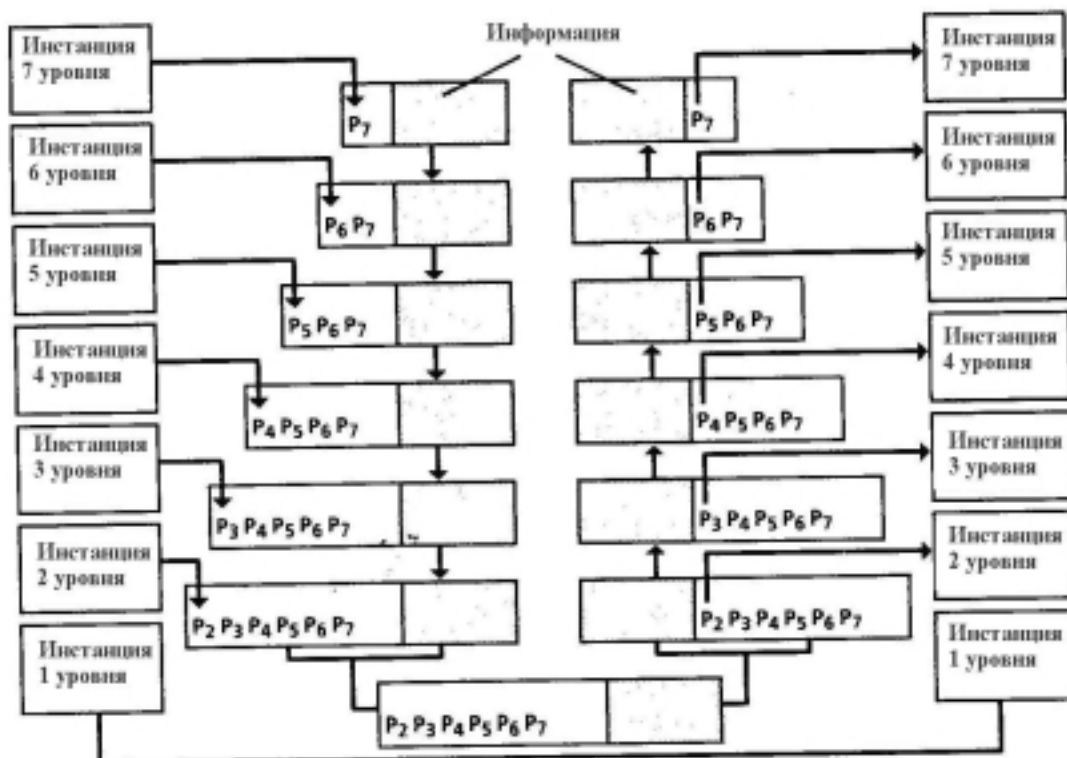


Рис. 7.10

Инстанции передающего устройства дополняют передаваемую информацию элементами протокола P, которые обрабатываются инстанциями приемного устройства

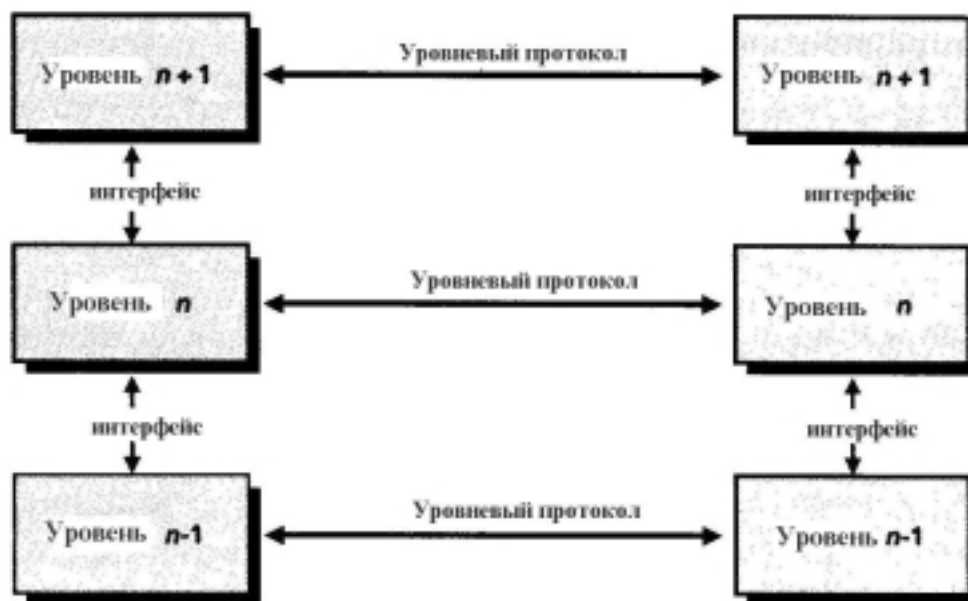


Рис. 7.11 Инстанции, принадлежащие одному уровню, сообщаются по общему протоколу

Поскольку в вышеописанном примере инстанция уровня 7 передающего устройства привязывала к полезной информации, т.е. к программе ЧПУ дополнительную информацию о том, что программу следует загрузить и запустить, эта дополнительная информация предусматривалась только для уровня 7 приемного устройства. виртуальное соединение между одинаковыми уровнями осуществляется таким образом.

Ниже обобщается каждая функция коммуникации по своему "месту" в референтной модели ISO.

7.4.1 Уровень передачи битов (уровень 1)

Физический уровень или уровень передачи битов регулирует чистую незащищенную передачу информации как поток битов по среде передачи. Здесь речь идет о физических предпосылках для передачи, т.е., напр., о напряжении или силе тока, длине проводников или скорости, которая может быть различной в зависимости от используемой среды передачи.

Сама среда передачи – двужильный проводник, коаксиальный кабель или световод – логически находится ниже уровня 1 и не является предметом референтной модели ISO.

7.4.2 Защитный уровень (уровень 2)

Защитный уровень определяет, какими средствами обеспечивается надежная передача по шине всех битов сообщения. Здесь также определяется создание и удаление связи и тем самым метод доступа (CSMA/CD или эстафетный). Кроме того, задачами защитного уровня являются определение и устранение ошибок, контроль физического соединения и ограничение пакетов данных (framing).

7.4.3 Сетевой уровень (уровень 3)

Здесь детально определяется маршрут передачи сообщения, т.е. по какой линии, каким ветвям локальной сети, каким частичным маршрутам и сетевым узлам почты производится передача, а также какие резервные маршруты используются в случае помех. На уровне 3 также производится контроль надежной передачи всех пакетов данных.

7.4.4 Уровень транспортировки (уровень 4)

Уровень транспортировки создает, управляет и заканчивает транспортные соединения, ведущие от одного партнера коммуникации к другому. С помощью методов распознавания и корректировки ошибок на этом уровне обеспечивается надежная транспортировка полного сообщения между партнерами коммуникации. Поток сообщений регулируется здесь в соответствии с мощностью обработки информации приемным устройством. Только после того, как приемное устройство подтвердило получение блока данных, передающее устройство считает пересылку информации выполненной. Если подтверждения не поступило, соответствующий блок данных отправляется еще раз.

7.4.5 Уровень коммуникационного управления (уровень 5)

Этот уровень предоставляет функции, необходимые для открытия, упорядоченного выполнения и окончания коммуникативной связи, так называемого сеанса. Здесь происходит синхронизация обоих партнеров коммуникации.

7.4.6 Уровень представления данных (уровень 6)

Уровень представления данных выполняет функции, позволяющие партнерам по коммуникации однозначно понимать и называть термины и понятия. Необходимо сообщить партнеру по коммуникации, как представляются данные, поступающие впоследствии к нему. Напр., как следует интерпретировать круг: как круг, как букву "О" или как цифру 0.

Протокол представления данных устанавливает правила, каким образом на общем языке должны осуществляться обмен и представление данных. Здесь создается нейтральная форма данных, т.е. она понятна также для компонентов самых различных изготовителей. Если партнер освоил нейтральный язык системы коммуникации, то для него отпадает необходимость в переводе.

7.4.7 Уровень обработки (уровень 7)

На этом уровне определяется, как взаимодействуют два партнера коммуникации для решения задачи. Сколько задач может возникнуть в промышленной коммуникации, столько протоколов возможно на уровне применения. Задачи, решать которые необходимо постоянно, как, напр., передача файла (file transfer), присоединяются как „службы" для пользователя на уровне обработки.

7.5 Референтная модель ISO как схема организации

Некоторые задаются скептическим вопросом: действительно ли все это необходимо для передачи пары данных от А к В? Каково основание для таких „затрат“?

Соблюдение приведенной здесь структуры является условием того, что коммуникация возможна между различными системами даже различных изготовителей. Это в конечном счете существенное требование пользователя, поскольку интеграция различных устройств автоматизации в совместные решения неизбежна.

При этом референтная модель ISO, как описано, является схемой организации и создает предпосылки выполнения уровня за уровнем функциями и мероприятиями по защите для переданной информации согласно всеобщему стандарту.

Разумеется, структура коммуникации с такими требованиями не развивается сама по себе. Лишь если будет достигнута международная договоренность о всеобщей стандартизации и принятии протоколов, будет гарантирована надлежащая коммуникация между различными партнерами, а средства автоматизации будут способны эффективно сообщаться друг с другом без предварительной целевой ориентации друг на друга. Если это удастся, то коммуникация стала "технически открытой". Система, содержащая нормированные протоколы, называется открытой системой.

В будущем на рынке будут приемлемы только те решения, которые отвечают требованиям открытой коммуникации. Поэтому уже в течение некоторого времени в национальных и международных союзах и органах стандартизации происходит обсуждение и стандартизация протоколов. Для основания стандартизации было целесообразным вначале структурировать функции коммуникации и разложить их на обозримые составные. При этом референтная модель ISO признается всеми органами стандартизации и всеми изготовителями как приблизительная схема организации для классификации различных коммуникативных функций.

Референтная модель ISO сама по себе не является стандартом, однако привносит рамки для привлечения стандартов для отдельных уровней и функций. В этом случае стандарты определяют отношения партнера коммуникации с внешней системой. Каими средствами эти отношения должны поддерживаться или как должна выглядеть техника в деталях, не предписывается.

Небольшой пример из техники телефонной связи должен это пояснить:

Если кто-либо собирается звонить, он должен вначале набрать номер абонента. Это „отношение с внешней системой" твердо определено. Для того, чтобы в одной и той же сети могли работать телефонные аппараты различных изготовителей, далее определено, как должны выглядеть импульсы набора, передаваемые по линии на АТС. Не предписано, должен ли это быть старый добрый телефон с дисковым номеронабирателем, кнопочный телефон или электронный прибор, который может сохранять в памяти телефонные номера и вновь вызывать их.

Также в промышленной коммуникации устройства автоматизации различных изготовителей должны сообщаться друг с другом по одной и той же LAN.

Ради полноты картины также следует упомянуть, что во многих случаях применения достаточно лишь частичного кол-ва протоколов.

Если в единичном случае стандарта не требуется, соответствующий уровень также может быть „пустым“. При рассмотрении только отдельной местной сети служба уровня 3, сетевого уровня, может не присутствовать, т.к. нет частичных маршрутов передачи. Если в представленных данных в сети есть неясности, то услуг уровня 6 не требуется.

Поэтому специалисты называют референтную модель ISO большим прогрессом, т.к. она приносит порядок и способствует регулировке и упорядочению в использовании языка, определению и связыванию функций, необходимых для коммуникации, а также классификации уже существующих норм.

8 Нормы протокола и сетевые переходы

Использование нормированных идентичных протоколов на всех уровнях референтной модели ISO является условием для коммуникативной способности компонентов автоматизации различных изготовителей. Кто, собственно, определяет, что подлежит нормированию, кто нормирует протоколы для коммуникации?

В первую очередь существуют национальные и интернациональные органы стандартизации и институты, профессионально занимающиеся этой деятельностью. Кроме того, существуют союзы и "группировки", специализирующиеся на определенных группах тем.

Из профессиональных органов стандартизации следует назвать:

➤ национальные

DIN (Deutsches Institut für Normung) – Немецкий институт стандартизации,

➤ интернациональные

ISO (International Organization for Standardization) - Международная организация по стандартизации и

IEC (International Electrotechnical Commission) – Международная электротехническая комиссия.

В DIN имеется комиссия по стандартизации информационной техники и Немецкая электротехническая комиссия (DKE). Комиссии по стандартизации сотрудничают с другими международными органами стандартизации, как ISO или IEC.

Взаимовлияние и переплетение отдельных органов очень сложны, так что здесь можно остановиться только на некоторых аспектах и нельзя составить "общую картину ландшафта стандартизации".

8.1 Нормирование

Важные импульсы для нормирования функций шинной коммуникации исходили от IEEE (Institut of Electrical and Electronic Engineers) в США. В проекте IEEE-Projekt 802 определяются системы передачи для локальных сетей. Здесь также были созданы нормы для сети Ethernet и метода эстафетной передачи.

Технический комитет 97 при ISO занимается информационной обработкой и в частности стандартизировал протоколы транспортировки и пользовательские протоколы для общего применения, напр., копирования файлов, управляемых различными устройствами или предметами (File-Transfer).

Тема Технического комитета 184 при ISO – промышленная автоматизация. Технический комитет 184 разрабатывает стандарты для использования локальных сетей и протоколы пользователя в автоматизации производства.

	ISO	IEC
Сети передачи	CSMA/CD эстафетная шина эстафетное кольцо широкополосная сеть	рабочая шина (эстафетная шина)
Транспортные протоколы	защищенная транспортировка сообщений контроль сетевых соединений сетевая администрация и организация	
Пользовательские протоколы	использования в автоматизации производства общая обработка данных	использования в автоматизации тех. процессов
Немецкие органы	DIN - NI (AA6) DIN - NAM (N 96.5)	DIN - DKE (комитет 933.3 и 936)

Рис. 8.1 Между ISO и IEC была достигнута договоренность о согласованности действий

Далее следует назвать еще Технический комитет 65 при IEC, занимающийся задачами КИП в промышленных процессах. В итоге его деятельности также были разработаны стандарты для использования локальных сетей и протоколы пользователя в автоматизации производства.

Т.к. есть много схожего в применении автоматизации процессов производства, между Техническим комитетом 184 ISO и Техническим комитетом 65 IEC была достигнута договоренность о согласованности действий. Распределение тем для стандартизации между двумя органами стандартизации показано на рис. 8.1.

8.2 Выбор норм

За последнее время нормирование на нижних уровнях референтной модели ISO продвинулось очень далеко. Рекомендация IEEE 802.3 была представлена как ISO- и ECMA-стандарт (European Computer Manufacturers Association) и определяет метод CSMA/CD. Таким образом, Ethernet стал стандартом ISO. На протоколы для сетевого уровня и уровня транспортировки (уровни 3 и 4) также оказано влияние ISO, и эти уровни считаются стабильными.

Чем выше уровень в референтной модели ISO, тем разностороннее его задачи. На уровнях с транспортной ориентацией (1 – 4) было возможно договориться о некоторых средах и методах передачи, существенных сетевых конфигурациях и существующих де-факто стандартах, регулирующих методы доступа.

Много сложнее ситуация с уровнями 5 – 7, ориентированными на пользователя. Стандартизация протоколов для уровня 5 продвинулась уже вперед, но в настоящее время менее стабильны протоколы для уровня обработки (7).

На международном уровне предпринимаются большие усилия для разработки в этой области приемлемых стандартов. О деятельности в этой связи и о полученных результатах описано в разделе 9, содержащем информацию о проектах MAP и TOP. Уже было сказано о том, что референтная модель ISO представляет собой схему классификации стандартов. Так, в настоящее время различают различные типы сетей: полевою шину, подводящую шину, локальные сети высокой мощности на основе CSMA/CD или эстафетной передачи, широкополосные шины и вплоть до общественных сетей, а также различные области применения для тех. бюро или производственных помещений.

Стандартизация учитывает такой широкий спектр требований, причем для каждого уровня определяются различные стандарты параллельно друг к другу. Связь показана на рис. 8.2.

Для специфичных областей применения выбираются подходящие стандарты, и тем самым осуществляется „прокол“ с 1-го по 7-й уровень (рис. 8.3). Так, для общественной, офисной коммуникации или коммуникации в технике автоматизации соответственно существуют совершенно специфичные проколы сквозь референтную модель ISO.

Поскольку используемые средства автоматизации весьма различны по своей производительности или емкости ЗУ, необходимо искать оптимальный прокол от случая к случаю.

Уровень по ISO	Виды стандартизованного использования										инженерные разработки и автоматизация			
	офисный сервис				обработка данных				телематика					
7	структуры документа и обновляемые форматы				передача файла	передача данных	моб. прогр. эмуляция	Ttx	Fak	смешан режим	SPS	NC	RC	...
	каталог	архив	почта	печать							протоколы автоматизации MMS			
	удаленная операционная система								Элементы MAP 3.0					
6	представление													
5	коммуникационное управление													
4	транспортировка													
3	аналоговая телефонная сеть	CSDN (DATEX-L)	PSDN (DATEX-P)	ISDN	LAN, CSMA / CD, Ethernet				...	эстафетная шина	эстафетное кольцо	...		
2														
1														

Рис. 8.2

Из-за широкого спектра требований стандарты должны определяться параллельно друг другу особенно для верхних и нижних уровней

ISO- уровень 7 6 5 4 3 2 1	Стандартизированное применение										Инж. разработки и автоматизация			
	бюро - сервис			Обработка данных			Телематика							
	Структуры док-в и форматы обмена				File Transfer	Job Transfer	Прогр. Комм	Ttx	Fax	Смешанный режим	SPS	NC	RC	
	Dir ectory	разме-ще	Mail	Печать							Протоколы автоматизации MMS элементы MAP 3.0			
	Система ДУ													
	представление													
	Коммуникационное управление													
	транспорт													
	Аналог. телефонная сеть	CSDN (DATE X-L)	PSDN (DATE X-P)	ISDN	LAN, CSMA /CD. Ethern	•••	Эстафетная шина	Эстафетное кольцо	•••					

Рис. 8.3 Для специфичных областей применения выбираются подходящие стандарты

В раздел 9 мы еще раз вернемся к этому пункту, касаясь темы проектов MAP, TOP и CNMA.

При решении более крупных задач автоматизации, в которых интеграция устройств различных изготовителей должна осуществляться по различным, вновь создаваемым или уже имеющимся сетям, создается, таким образом, типичная проблема. Уровни протокола 5-7 ориентированы на применение, а в отличие от этого уровни 1 и 2 определяются только через инсталлированную сеть.

8.3 Зонная коммуникация

Чтобы обеспечить поток информации между различными сетями или функциональными зонами, необходимы устройства передачи (сетевые соединительные элементы), приводящие в соответствие протоколы одной сети с другой; они имеют ту же функцию, что и переводчик в человеческой коммуникации. В зависимости от уровня ISO, к которому должны быть подогнаны протоколы, используются следующие устройства перехода:

- повторитель,
- мост,
- межсетевой преобразователь или
- трассировщик.

Очевидно, что объем функций и сложность этих переходных устройств очень различны.

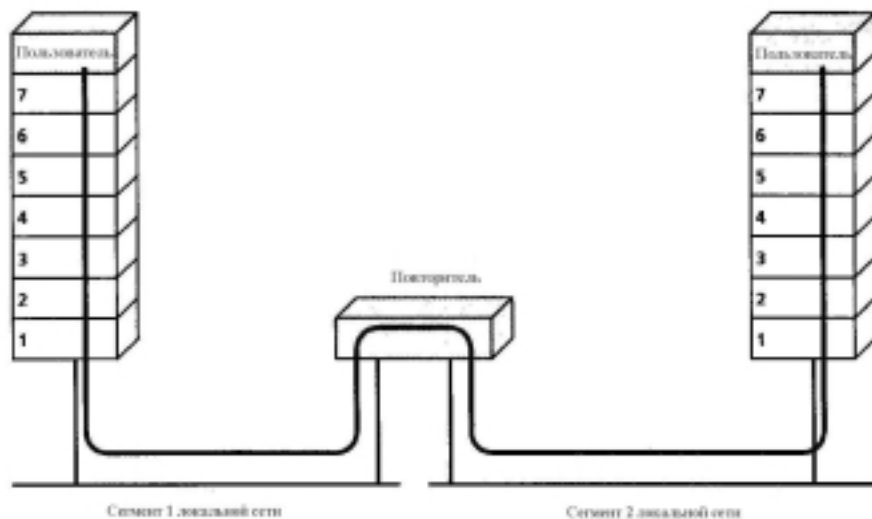


Рис. 8.4 Повторитель соединяет два сегмента локальной сети одного типа

Рис. 8.4 Повторитель соединяет два LAN-сегмента одного типа

8.3.1 Повторитель

Повторитель позволяет осуществить физическое соединение двух LAN-сегментов одного типа, т.е. на локальных сетях, являющихся идентичными на уровне 1 референтной модели ISO, т.е. на физическом уровне (рис. 8.4).

Примером является соединение сегментов Ethernet. Первичная цель – расширение существующей сети или создание сети в зависимости от географических условий. Повторитель передает весь поток данных от одного сегмента к другому.

В функциональном смысле под повторителем имеется в виду регенерирующий усилитель в линии.

8.3.2 Мост

Мост (рис. 8.5) соединяет неидентичные физически и в отношении метода доступа LAN-сегменты на так называемом LLC-уровне (logical link control). Это частичное кол-во уровня 2 референтной модели ISO (уровень 2b), которое, однако, за исключением этого случая далее не углубляется. Нижестоящие уровни могут быть различны.

Наряду с этим преобразованием протокола мост имеет еще одну важную задачу. Он представляет собой определенного вида фильтр для пакетов данных. Он участвует в "прослушивании" движения информации на обоих LAN-сегментах, но пропускает только те пакеты данных, которые на основании их адресной информации предназначены для участника соответственно другой сети.

8.3 Зонная коммуникация

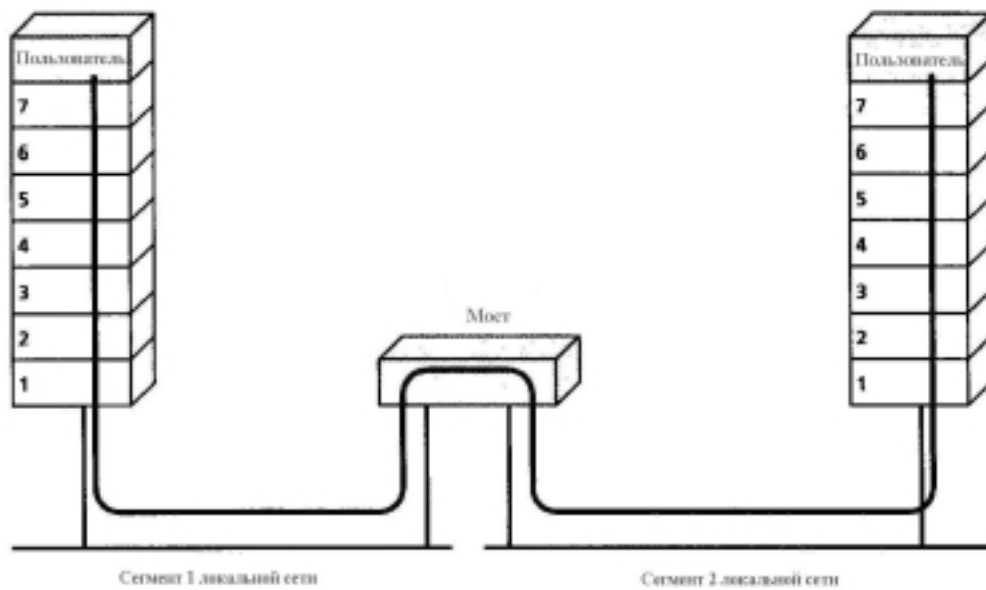


Рис. 8.5 Мост соединяет LAN-сегменты на частичном кол-ве уровня 2

Например, Ethernet и эстафетная шина соединяются мостом при использовании одинакового LLC-протокола.

8.3.3 Межсетевой преобразователь

Межсетевой преобразователь (рис. 8.6) соединяет LAN с полностью различными архитектурами соединяемых сетей на уровне 7. Межсетевыми преобразователями можно, напр., подключать также специфическую, не нормированную сеть LAN к нормированным, т.е. открытым сетям.

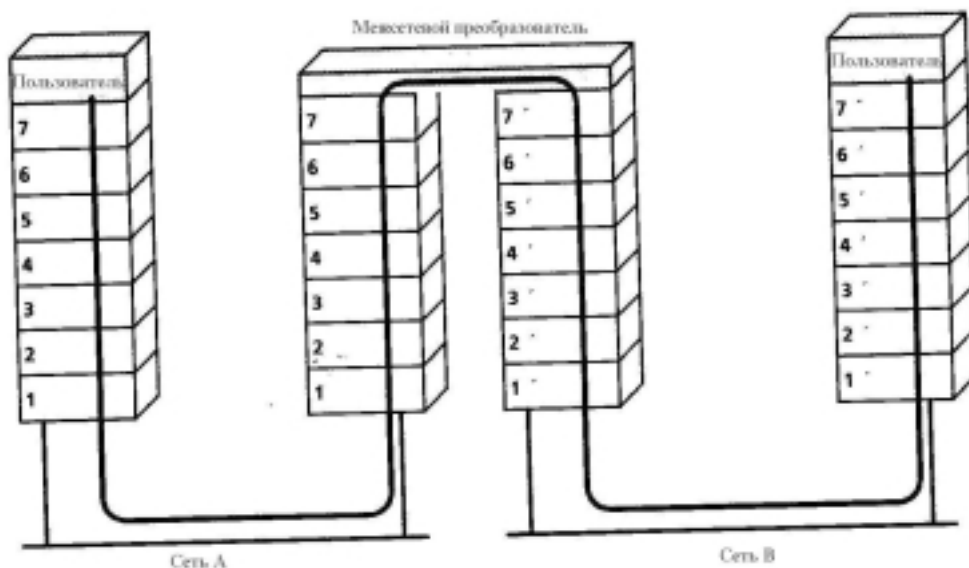


Рис. 8.6 Межсетевыми преобразователями можно также подключать специфические сети к открытым сетям

Межсетевой преобразователь в частности должен выполнять букет задач: конвертирование кодов, согласование скоростей, промежуточное хранение, преобразование данных, адресные подчинения, меры по контролю за потоком данных и т.п. Поэтому межсетевой преобразователь состоит из мощного компьютера с большой емкостью памяти для промежуточного хранения потоков информации. Принимая во внимание обширные возможности по согласованию межсетевых преобразователей в системе, не приходится удивляться, если их применение связано с определенной потерей передающей производительности.

Итак, в любом случае межсетевые преобразователи не являются „дешевым решением“ для связи неоднородных сетей. Они находят основное применение там, где оправданы высокие затраты: в коммуникации между обширными, возросшими структурами автоматизации и новыми узлами и частями оборудования.

8.3.4 Трассировщик

Трассировщик (рис. 8.7) позволяет связывать ISO-OSI-совместимые сети на сетевом уровне (уровне 3 референтной модели ISO). Подчиненные уровни могут быть различны. За счет функционального объема моста трассировщик позволяет ориентироваться в разветвленной системе локальных сетей с использованием альтернативных маршрутов.

Поэтому соединение на этом уровне характеризуется большими функциональными затратами, чем мостом. С другой стороны, трассировщик работает намного эффективнее, чем сетевой преобразователь. В зависимости от вида соединяемых сетей межсетевые преобразователи или трассировщики также находят применение при переходе из локальных в общественные сети.

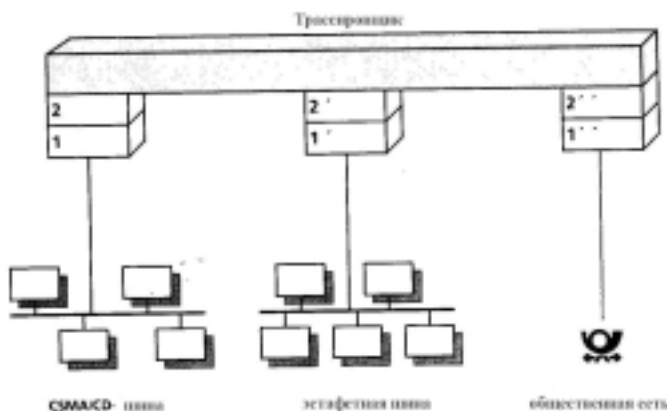


Рис. 8.7 Трассировщик позволяет ориентироваться в разветвленной системе сетей

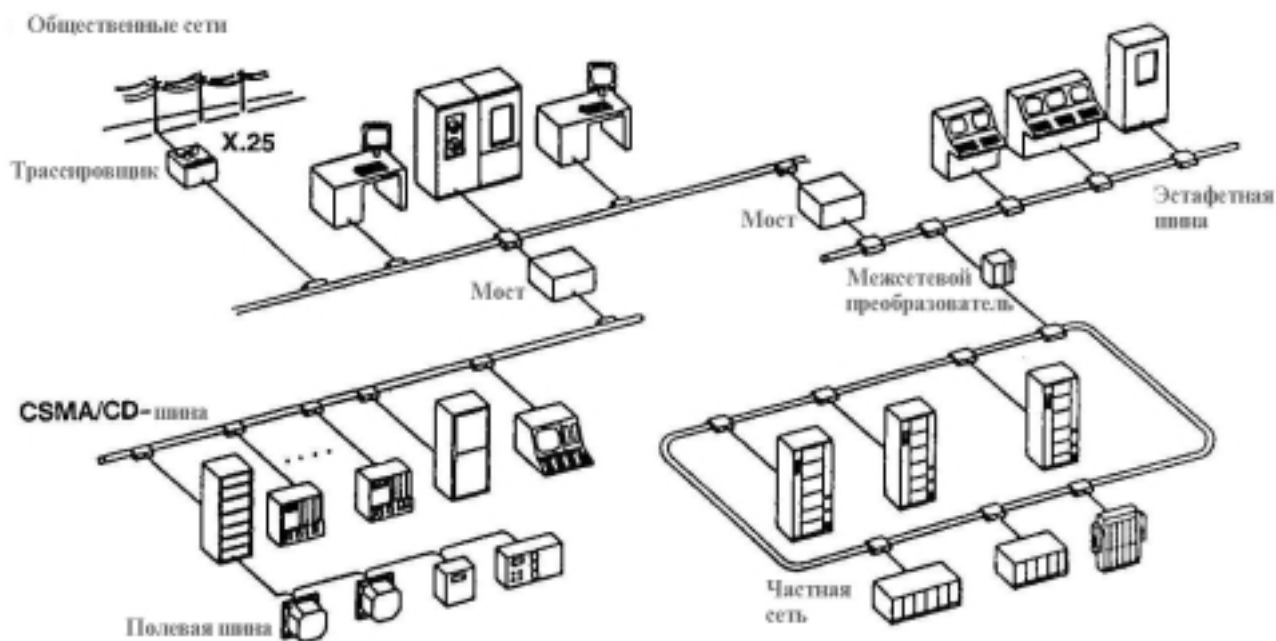


Рис. 8.8
Устройства сетевого перехода позволяют передавать контролируемый поток информации между различными сетями

Обобщая следует сказать (см. рис. 8.8):

Устройства сетевого перехода позволяют

- расширять существующие установки, даже если макс. возможная длина шинной системы недостаточна,
- соединять между собой различные сети,
- интегрировать имеющиеся системы автоматизации как островные системы в новый концепт автоматизации и
- привлекать общественные сети.

9 Multi-Vendor-проекты

Использование управлений при помощи программы, хранимой в памяти, (SPS), станков с ЧПУ (NC, CNC), управлений роботами (RC), а также систем руководства процессом в технологической и энерготехнической отраслях (PLS) и их „логика“ дальше будут возрастать. В зависимости от спектра выпускаемой продукции и целей рынка эти устройства в дальнейшем будут различны по своим функциям и своей коммуникативности.

9.1 Независимые от изготовителя коммуникационные системы

Несмотря на успехи нормирования в секторе автоматизации, перед пользователем сохраняется проблема связи систем и устройств различных изготовителей, что либо невозможно, либо возможно с большими затратами и усилиями.

В отличие от органов стандартизации, описанных в предыдущем разделе, Multi-Vendor-проекты не имеют задачей общепринятую стандартизацию протоколов коммуникации с учетом всех их возможностей. Напротив, целью этих проектов является с одной стороны опробование открытой коммуникации выбором „профилей“ на основе имеющихся стабильных стандартов, с другой стороны дополнение собственными спецификациями, насколько они необходимы. Так, на основе широкого ряда изготовителей и пользователей должна возникнуть полная архитектура протоколов для осуществления открытой коммуникации.

	Область автоматизации и инж.разработки	Область офисного применения
США	MAP (Manufacturing Automation Protocol)	TOP (Technical and Office Protocol)
Европа	CNMA (Communications Network for Manufacturing)	SPAG (Standard Promotion and Application Group)

Рис. 9.1 Multi-Vendor-проекты в США и Европе

На рис. 9.1 приведены известные в США и Европе Multi-Vendor-проекты. Они дали решительный толчок к широкому принятию идеи открытой коммуникации. Важнейшим примером этого является разработанный концерном General Motors проект MAP.

9.2 История MAP

На заводах General Motors (GM), крупнейшего американского производителя автомобилей, уже в 1980 г. использовались множество систем управления различных фирм, программируемых из ЗУ. Они образовали множество автономных островков автоматизации. Но поскольку эти островки не были связаны друг с другом, да и вообще не могли быть друг с другом связаны, общая эффективность средств автоматизации была какой угодно, но не оптимальной.

К этому времени планирование уже показало, что на General Motors до 1989 будут введены еще ок. 100.000 ПЗУ и 100.000 других устройств, как роботы, компьютеры и конечные исполнительные устройства. Такие перспективы привели к тому, что из США последовал мощный толчок к развитию и внедрению открытой коммуникации в технике автоматизации.

По расчетам GM, часто проводимым в последнее время, часть расходов на реализацию стыковки между системами автоматизации и на соединение в сеть соответствующих компьютеров составляет до 50% всех расходов проекта автоматизации. Кроме расходов на аппаратные средства и программное обеспечение это увеличивающиеся затраты на ввод в эксплуатацию, обслуживание и обучение персонала.

Снижение этих расходов на стыковку было и остается возможным для GM только за счет открытой коммуникации между системами автоматизации всех участвующих производителей. Специфичные локальные сети все в большей степени перестают отвечать требованиям пользователей относительно гибкости системы. На GM также было признано, что стандартизация узлов стыковки и протоколов – длительный процесс, который необходимо ускорить мерами вне "стола переговоров".

Заслугой GM является движение в международную деятельность по стандартизации. В 1980 - 1983 группа специалистов под руководством Майка Камински разработала концепцию для открытой коммуникационной системы в автоматизации производства на основе международных стандартов. Под MAP подразумевается открытая коммуникация между руководящими компьютерами, матричными процессами и системами управления производственных установок в единичных производствах.

При этом преследовалась цель с помощью форсирования стандартов коммуникации и их использования достичь унификации в коммуникации производства.

Стратегия GM состояла в том, чтобы в сотрудничестве с производителями и пользователями из множества имеющихся стандартов коммуникации выбрать необходимые и достичь договоренности по еще недостающим аспектам.

К этому проекту под названием MAP (Manufacturing Automation Protocol) присоединились за последнее время несколько сот производителей и пользователей.

По завершении первого проекта в первую очередь было важно доказать применимость и широко опубликовать результаты. При выборе и определении стандартов ориентиром служила референтная модель ISO. Благодаря ее значимости на рынке концерну GM удалось приобщить к сотрудничеству сразу ок. 20 основных производителей компьютеров и систем управления и среди них Siemens как единственного европейского производителя. GM заявил, что в будущем будут приниматься только продукты, отвечающие стандарту MAP.

Вскоре проявился сильно возрастающий интерес изготовителей и пользователей. Весь профессиональный мир говорил о MAP, проекте, родившемся „по необходимости“ и впервые по-настоящему представил общественности тему коммуникации в технике автоматизации.

В отличие от подобных проектов прошлого, проект MAP осуществлялся не в одиночестве, а своевременно был поставлен на широкую основу. С самого начала были задействованы производители и пользователи компьютеров и систем автоматизации. Со временем MAP стал стандартом де-факто для коммуникации между системами автоматизации в производстве.

Цели MAP был подчинен ступенчатый план, состоящий из пяти ступеней, предусматривавший окончание проекта до 1988 г.

9.3 Дорожные указатели на пути к MAP

Централизованная коммуникация несовместимых систем осуществлялась с помощью конвертирования протоколов через миникомпьютер IBM-серии/1 как сетевой узел в звездообразной структуре.

Коммуникация несовместимых систем с помощью сетевых преобразователей по эстафетной шине со скоростью передачи 5 Mbit/s впервые удалась в июле 1984. (ISO-уровни 1 и 2 базируются на стандарте IEEE 802.4). Этот уровень развития соответствовал MAP-версии 1.1 и был представлен как первый промежуточный результат взаимодействия семи фирм на Национальной компьютерной конференции NCC '84 (National Computer Conference 1984) в Лас Вегасе (рис. 9.2).

В первую очередь в установленных аппаратных средствах больше не предпринималось значительных изменений, а использовались службы пользователя, как напр., передача файлов, каталожный сервис или сетевой менеджмент (более подробно в разделе 11). Кроме того, был разработан еще один сетевой преобразователь для доступа к общественным и частным сетям. Эта ступень была достигнута в ноябре 1985 г.

9.3 Дорожные указатели на пути к MAP

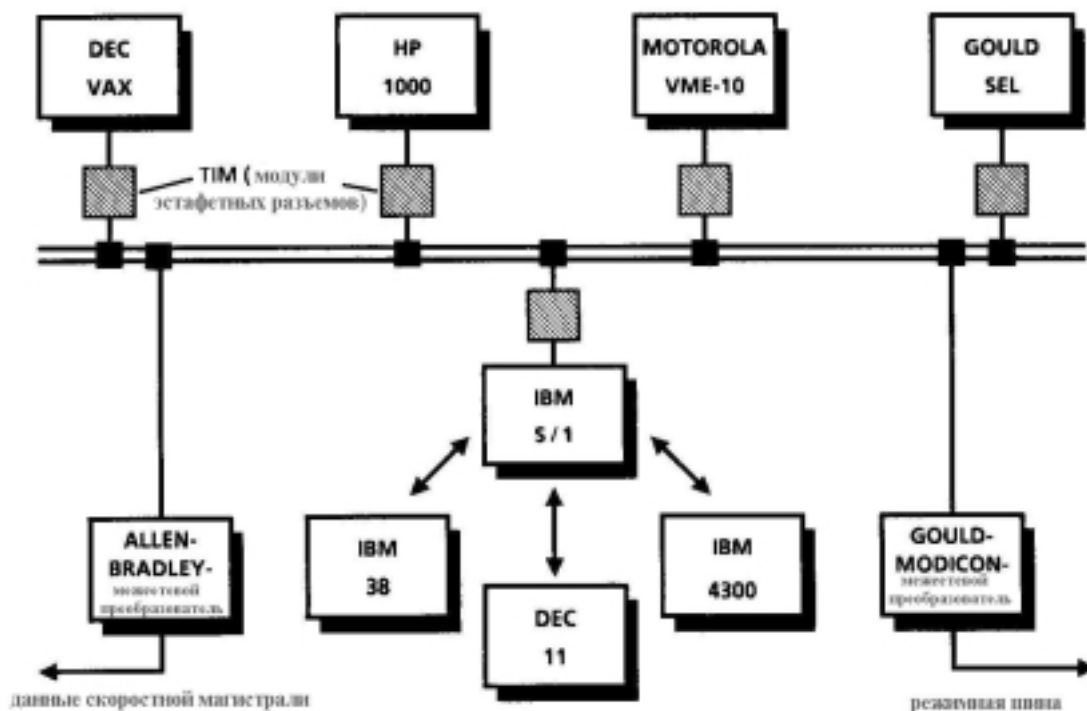


Рис. 9.2 NCC-презентация 1984

В инсталлированных до сих пор аппаратных средствах для коммуникации конечных устройств между собой использовался установленный концерном GM стандартный протокол MMFS (Manufacturing Message Format Standard). Функциональность MAP на этой ступени описана в спецификации MAP 2.0.

Важным пунктом была демонстрация Autofact '85 в ноябре 1985 г. в Детройте (рис. 9.3), на которой участвовали ок. 20 изготовителей. Наряду с широкополосной эстафетной шиной по IEEE 802.4 со скоростью 5 Mbit/s были интегрированы еще одна широкополосная эстафетная шина со скоростью 10 Mbit/s и X.25-стандарт для доступа к общественным сетям. Siemens представлял присоединение своего управления SIMATIC S5 150U ко второй широкополосной шине.

В это время ф-ма Боинг в группе, работающей параллельно с MAP, специфицировала протокол под названием „Technical and Office Protocol" (TOP), ориентированный на требования офисной коммуникации и на рабочие места в производстве, а также на используемую там сеть CSMA/CD.

Существенные различия между MAP и TOP состояли в самом верхнем и в самом нижнем уровнях коммуникации. На уровне применения в MAP использовались протоколы, определенные и предназначенные собственно для использования в технике автоматизации (MMFS, CASE). В концепции TOP на самом верхнем уровне была реализована, напр., файловая передача и электронная почта.

Обмен данными с MAP был с самого начала составной частью концепции TOP. Для реализации TOP шина Ethernet со скоростью 10 Mbit/s была подключена к широкополосной шине MAP.

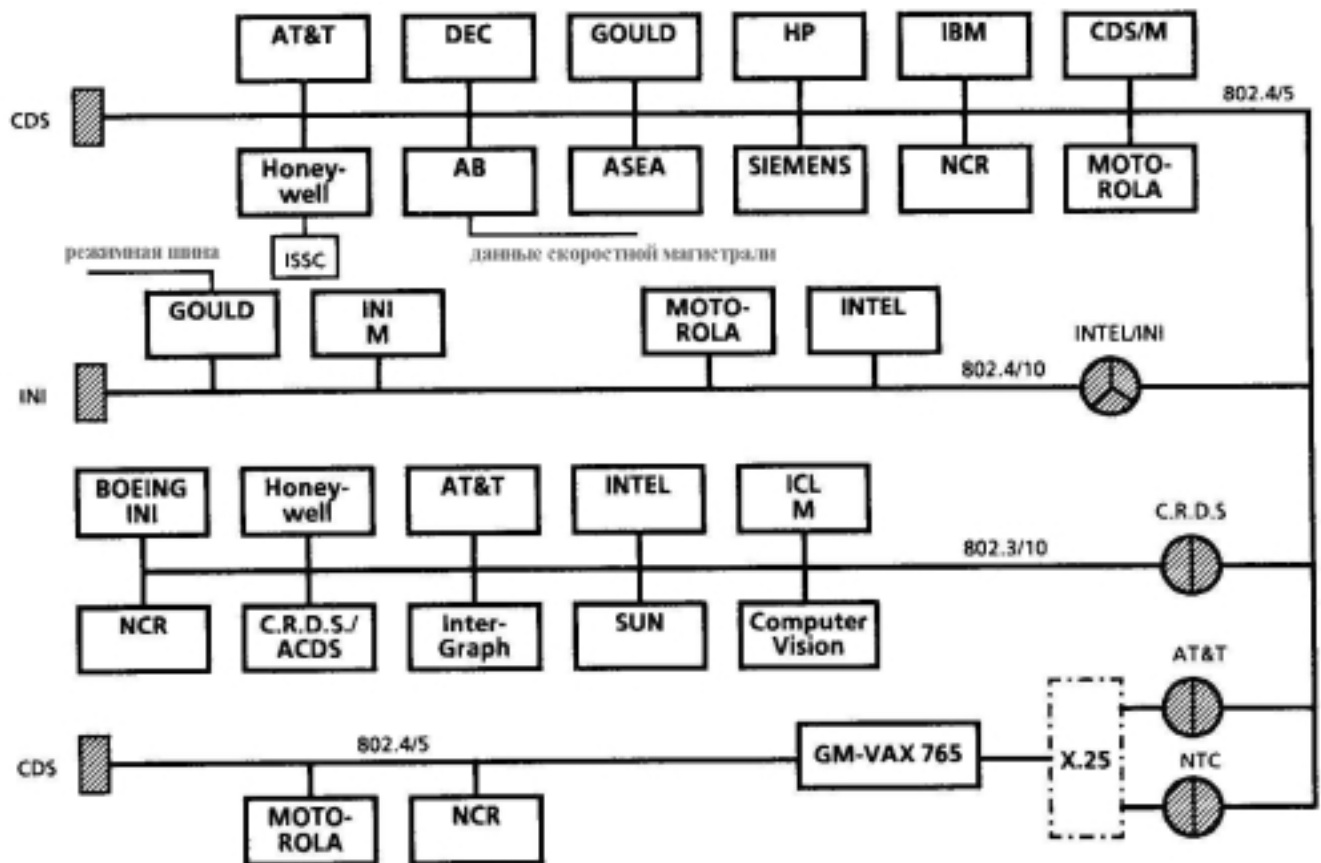


Рис. 9.3

Связь автоматизации и инженерных разработок, MAP-TOP-демонстрация на Autofact '85

В Детройте кроме пользовательских протоколов MAP одновременно были продемонстрированы протоколы TOP-проекта в соединении с MAP на примере смоделированного завода с производством, регулируемым заказами продукции. В модели была представлена функционирующая сеть, состоящая из трех эстафетных шин и одной шины CSMA/CD, в которую были интегрированы сетевые компоненты 21 изготовителя и подключение к общественным сетям.

Таким образом, была продемонстрирована связь между различными методами доступа и различными скоростями передачи данных при применении одинаковых пользовательских протоколов.

Однако Autofact '85 был лишь важным промежуточным шагом в MAP-проекте, предстояло еще выполнить важную работу. К этому относилось размещение существующего программного обеспечения для ISO-уровней 1 - 4 в экономичных интегрированных схемах. Благодаря такой расширенной интеграции - „Very Large Scale Integration”-(VLSI) компоненты автоматизации могут содержать программы транспортировки и, таким образом, присоединяться непосредственно к сети MAP.

Конечной целью MAP является полная аппаратная интеграция интерфейсов MAP в присоединяемые системы автоматизации, т.е. "штекерная совместимость" между большинством изготовителей. Эта цель достигается, прежде всего, через MAP-стандарт 2.1. Системы этого стандарта могли передавать друг другу данные и обмениваться сообщениями с участка производства.

Версия MAP 2.1 сохранялась до 1986 г. и создавала основу для автоматизации других производств на General Motors. С версией MAP 2.1 уровни 1 - 6 референтной модели ISO использовались почти на полную мощность.

Иначе обстояло дело с уровнем 7, с функциями пользователя.

MAP 2.1, решение, представленное на Autofact, за определенное время было заменено версией MAP 3.0. Различие между ними состоит в том, что на уровне 7 в MAP 3.0 вместо стандарта MMFS (Manufacturing Message Format Standard) сейчас используется EIA-стандарт 1393 (RS 511), MMS (Manufacturing Message Standard).

Теперь все встречающиеся на практике в автоматизации производства методы применения, процессы и форматы сообщений специфицированы и реализованы как стандартные программы. Однако в MAP 3.0 определения еще не были стабильны и все еще не согласованы с требованиями решаемых задач в такой степени, чтобы на их основе уже можно было разрабатывать продукты.

Хотя основные функции для протокола MMS (RS 511) имеются в распоряжении как международный стандарт, тем не менее для эффективной и экономичной работы в различных системах автоматизации требуются дополнительные расширяющие функции (Companion Standards), которые еще необходимо разработать.

Возникающую из этого проблему того, что применения сегодня вновь необходимо изменять согласно предписаниям стандартов, Siemens решил соответствующей "миграционной стратегией" (см. раздел 12).

Версия MAP 3.0 была представлена в июне 1988 на демонстрации Multi-Vendor ENE 88i (Enterprise Network Event, international) в Балтиморе. Восемь зон („Staging Areas“) различных участников были соединены друг с другом через MAP широкополосную эстафетную шину (802.4) (рис. 9.4). Кроме того, в рамках этой демонстрации была реализована спутниковая связь между сетью MAP-3.0 в Балтиморе и возникшей за последнее время европейской сетью CNMA-Netz (более подробно об этом ниже).

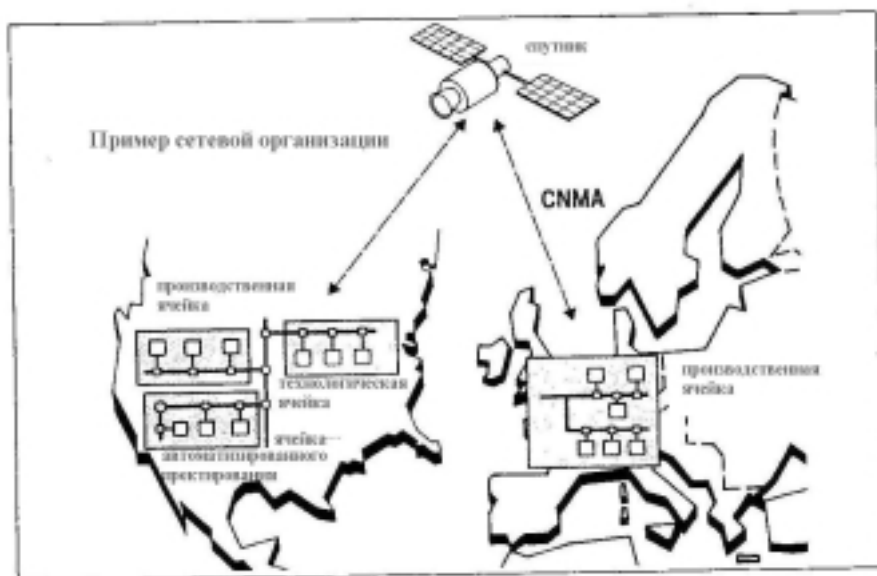


Рис. 9.4 Multi-Vendor-демонстрация ENE 88i в Балтиморе включает европейскую CNMA-сеть

Вклад ф-мы Siemens состоял в соединении роботов Manutec с помощью соответствующих систем управления роботами (SIROTEC) к несущей шине MAP-3.0.

При всей эйфории, связанной с MAP, нельзя выпускать из виду также слабые стороны, заметные в MAP еще на уровне обработки. К ним относятся высокая стоимость интегрированных решений в коммуникационных связях с полным объемом протоколов, а также способность работы в реальном времени, рассматриваемая многими специалистами еще как недостаточная.

Первоначально в качестве альтернативы должно было выступить решение Mini-MAP с сильно ограниченной функциональностью на уровне пользователя. Работа над версией „EPA" (Enhanced Performance Architecture) не была завершена, более того, поставлены подобные цели в работе над спецификацией для полевой шины (более подробно в следующем разделе).

В любом случае MAP является довольно последовательной и перспективной попыткой достижения открытой коммуникации в технике автоматизации. Siemens с самого начала участвовал в этих разработках и сегодня может предложить в своих сетях SINEC H2B и SINEC H1 концепцию сетевой интеграции (см. раздел 12.)

9.4 Деятельность в Европе

Как следствие деятельности в связи с MAP в США, в Европе в октябре 1985 г. образовалась группа EMUG (European MAP User Group). В 1988 в ее состав уже входили св. 200 пользователей и производителей в качестве так называемых наблюдающих членов. Siemens представлен в Steering Committee, в комитете, планирующем и координирующем различные виды деятельности.

Также в 1985 г. ведущие европейские производители и пользователи компонентов автоматизации, а также институт ИТВ в г. Fraunhof запланировали проект Communications Network for Manufacturing Applications (CNMA), предусмотренный на четыре года.

CNMA является частью исследовательской программы ESPRIT Европейского сообщества, посвященной среди прочего промышленной коммуникации. ESPRIT поддерживает программу European Strategic Programme of Research and Development in Information Technology. Программа преследует цель вывести информационную технику в Европе на такой уровень, который будет необходим для успешной конкуренции европейских фирм на мировом рынке в 90-е годы.

Перед CNMA, как и перед MAP, стоит задача определить профили протоколов для связи в технике автоматизации и подтвердить их пригодность на практике.

Участники проекта разделены на три группы (рис. 9.5). группа пользователей представлена компаниями British Aerospace, Aeritalia, BMW и Peugeot.

Группу производителей составили фирмы Bull, CGE-TITN, GEC, Olivetti, Nixdorf und Siemens (сегодня это Siemens-Nixdorf-Информационные системы). Кроме того, в ней участвуют институты и предприятия инженерных разработок, напр., институт ИТВ в г. Fraunhof.

Запланированные области применения – это задачи автоматизации в прерываемом производстве автомобильной и авиационной промышленности с иерархическим разделением на уровень управления, уровень гибких производственных ячеек и уровень руководства производством. При этом на уровне руководства производством были использованы широкополосные сети с методом эстафетной передачи или сети основного диапазона с методом доступа CSMA/CD. На уровне гибких производственных ячеек также применяются CSMA/CD или несущий диапазон.

На уровне планирования для общественных сетей (X.25 и ISDN) используются протоколы, стандартизированные на CCITT, а также для сетей LAN - широкий диапазон или также CSMA/CD.

При этом проект возник на опыте MAP, и особое значение придавалось практическому испытанию в реальных промышленных условиях. Следующая тема CNMA - переход между областью автоматизации и техническим бюро (рис. 9.6).

В общем, задачей CNMA является воодушевление европейских производителей устройств автоматизации на создание продуктов, совместимых с нынешними международными нормами. Архитектура протоколов CNMA опирается на MAP и предусмотрена как для обработки больших массивов информации, как они зачастую создаются в тех. бюро, так и для зоны автоматизации, где требуется быстрая обработка и короткое время на ответную связь (рис. 9.6).

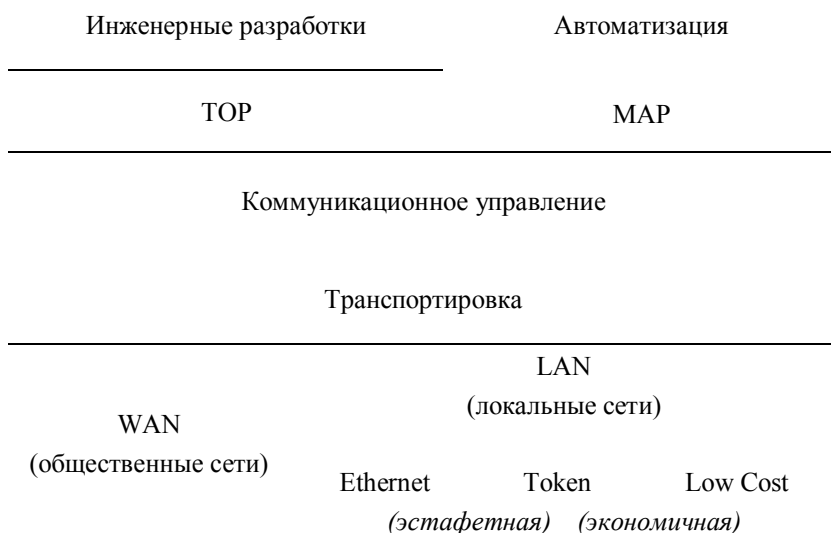


Рис. 9.6

Архитектура протоколов CNMA опирается на MAP и при этом нацелена на взаимодействие автоматизации и инженерной деятельности

Важнейшие цели CNMA:

- Описание требований пользователя к промышленной коммуникации с учетом специфичных европейских интересов,
- Разработка и опубликование инструкций по использованию оборудования как опора также для тех производителей, которые не участвуют активно в проекте CNMA,
- Разработка и реальное опробование стандартов коммуникации для сокращения шагов от стандартизации до внедрения стандартизированной европейской продукции,
- Учет связей между автоматизацией и инженерными разработками,
- Совместимость с MAP, TOP и SPAG (Standard Promotion and Application Group), а также с важнейшими европейскими стандартами и
- Развитие нейтральных центров тестирования и сертификации для корректной реализации стандартов в продукции.

Весь проект разделен на три ступени, т.к. в отличие, напр., от автогиганта General Motors, на большинстве европейских предприятий сварочные или сборочные линии установлены не полностью и не соединены в единое целое к "хребту". Здесь осуществляются многочисленные инвестиции в отдельные машины или роботы; поэтому „окружение Multi-Vendor" играет определенную роль на нижнем уровне в иерархии автоматизации.

Поэтому целью ступени 1 является в первую очередь взаимодействие систем управления с помощью ПЗУ, станков с ЧПУ, роботов и миникомпьютеров по локальным широкополосным сетям, сетям несущего и базового частотных диапазонов в условиях реального производства.

На ступени 2 наряду с коммуникацией по различным локальным и общественным сетям реализован ввод экономической сети для промышленности (Industrial-LAN) и коммуникация в критических по времени условиях, а на ступени 3 деятельность ориентируется на слияние автоматизации и инженерных разработок в иерархическое сетевое объединение. Основной упор соответственно делается на доступ к банкам данных и виртуальным устройствам по сети, а также электронной почте (Message Handling Service, MHS).

Все три ступени дополняются многочисленными мероприятиями по организации сетей и контролю соответствия используемых протоколов. Каждая ступень довершается интегрированием всех разработанных компонентов изготовителей в центре интеграции и установкой в производстве у пользователей. Результаты первых двух ступеней демонстрировались на примере решения задач автоматизации на технических выставках.

Демонстрация функций, разработанных на ступени 1, производилась на промышленной выставке в 1987 г. в Ганновере (рис. 9.7). При этом компьютер SICOMP 70 от Siemens был подключен к шине CSMA/CD, а управление SIMATIC S5-155U к шине с несущим частотным диапазоном. Разработанный протокол верхних уровней был уже составной частью проекта MMS, т.е. протоколом пользователя MAP 3.0. Далее в плане CNMA было предусмотрено пилотное опробование этой ступени соответственно на British Aerospace, Aeritalia и BMW.

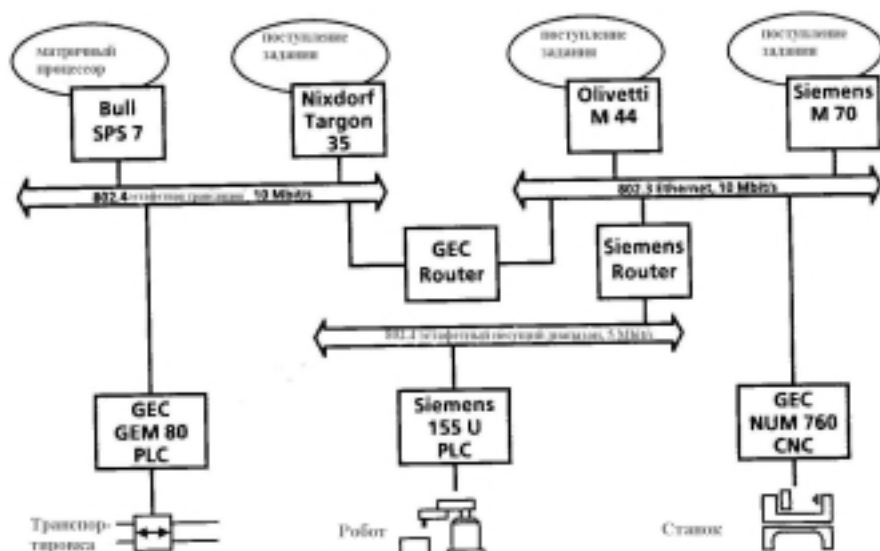


Рис. 97 Демонстрация CNMA на промышленной выставке в Ганновере 1987

Siemens на ступени 1 был руководителем проекта при CNMA по определению протоколов – единственным предприятием, одновременно участвующим в проекте MAP.

С конца 1988 г. продолжается проект CNMA в рамках ESPRIT II. Открытая коммуникация в технике автоматизации на основе протоколов ISO находится уже в обозримой близости благодаря возрастающей стабилизации стандартов.

Кроме того, к участию присоединяются новые пользователи, производители и институты. Продолжительность проекта запланирована пока до 31.1.1991.

Основными пунктами стандартизации в ближайшие годы являются:

- Расширение структуры MMS, в частности также стандартов Companion Standards,
- Сетевой менеджмент и
- Межсетевые преобразователи для специфичных структур протоколов.

После детального специфицирования и документирования протокольных профилей вновь запланировано проведение тестов и проб в пилотных проектах.

10 Полевые шины – коммуникация, близкая к процессу

Возрастающая степень автоматизации в технике производства приводит на нижний уровень автоматизации, полевой уровень, постоянно увеличивающееся число устройств обработки параметров тех. процесса и влияния на эти параметры. При этом речь идет об измерительных преобразователях, напр., для учета температуры, давления, дифференциального давления или потока, а также об электрических или пневматических исполнительных устройствах (рис. 10.1).

Характерным для нижнего уровня автоматизации является то, что между большим числом датчиков, исполнительных и полевых устройств и малым кол-вом вышестоящих устройств автоматизации происходит обмен данными незначительного информационного содержания.

На примере обычного сегодня в автоматизации тех. процессов сервопривода рассмотрим высокие затраты на монтаж, кабельное соединение и ввод в эксплуатацию. Кроме сигналов регулирования серводвигателя через сильноточный переключатель (контактор) необходимо провести отдельные жилы и отправить по ним на вышестоящее устройство автоматизации соответствующий из множества отдельных сигналов, напр., сигнал конечного положения двигателя, обратный сигнал положения, индикацию рабочего режима, сигналы о помехах и т.д. вплоть до температуры двигателя.



Рис. 10.1 Расположение полевой техники в пирамиде автоматизации

Задача коммуникации между полевым уровнем и вышестоящим уровнем руководства процессом решается на сегодняшний день почти только за счет прямых (двухпунктовых) связей отдельных компонентов аналоговыми и двоичными стандартными сигналами (рис. 10.2).

В этом имеются следующие преимущества:

- Двухпунктовая передача позволяет достичь очень короткого времени реакции, что является очень важным особенно на полевом уровне,
- Передача стандартизирована (используются единичные сигналы тока от 4 до 20 мА). Тем самым сегодня уже выполнено требование о независимости производителей, т.е. компоненты разных производителей могут без проблем подключаться к системе.

Из недостатков следует отметить как самое очевидное высокие затраты на кабельное соединение; в этой связи преимущество шин уже было описано. Но намного важнее является следующая причина, возникшая в полевых устройствах из-за технического процесса. Инсталлированные в поле устройства автоматизации процессов, как измерительные преобразователи, исполнительные механизмы и полевые регуляторы, на сегодняшний день содержат все больше программируемой электроники.

Тем не менее подключение полевых устройств к вышестоящим устройствам автоматизации произошло в большей степени по отдельным линиям со стандартными единичными сигналами. Имеются только однонаправленные маршруты для сообщений, т.е. на каждом соединении сигналы передаются лишь в одном направлении.

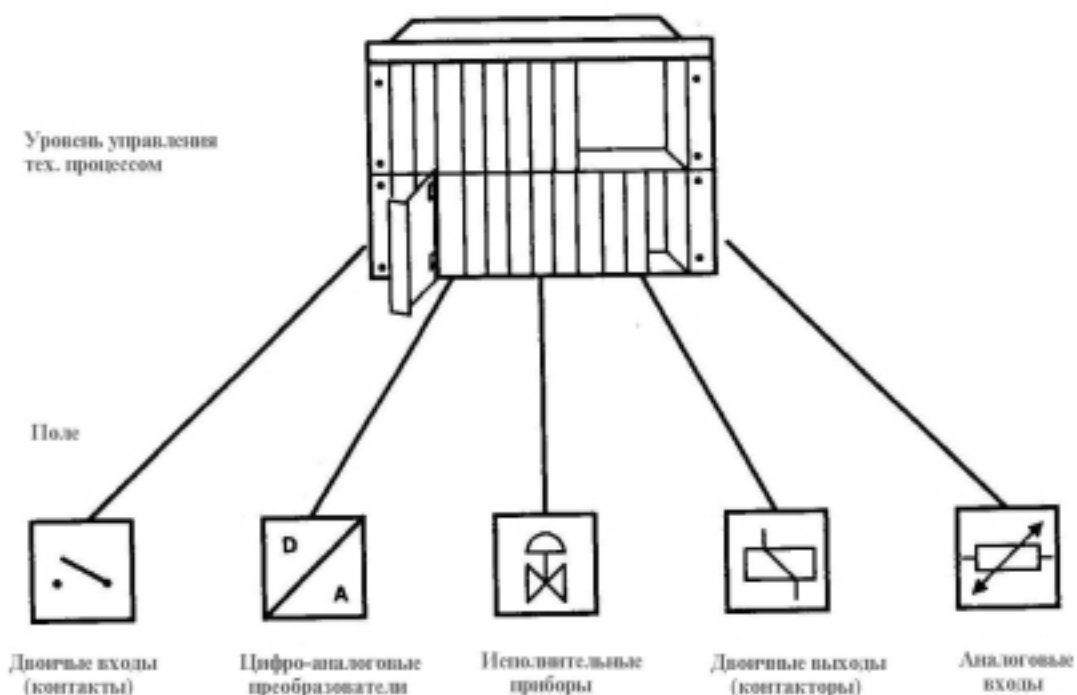


Рис. 10.2 На полевом уровне сегодня зачастую еще используется прямая (двухпунктовая) связь

Хотя полевые устройства производят внутреннюю цифровую обработку данных, измерительные величины перед передачей преобразуются в аналоговые сигналы. Конечно, такой метод не может достаточным образом выполнять требования, предъявляемые к современной коммуникационной системе между полевым уровнем и уровнем руководства процессом.

К тому же датчики с логикой требуют повышенного информационного обмена в обоих направлениях. Примером этому служат передача нескольких параметров, дистанционная калибровка и дистанционная диагностика. Кроме того, цифровая передача измерительных величин намного точнее, чем аналоговая. За счет дополнительной информации о тестировании и диагностике в шине улучшаются в конечном итоге удобство в управлении, надежность и удобство в обслуживании полевых устройств.

Таким образом, для коммуникации на самом нижнем уровне также следует применить серийную шинную систему. Также в других технологических, производственных и энерготехнических отраслях, в промышленности по переработке сырья, а также автоматизации зданий используются не дорогостоящие системы доставки. Полевая шина здесь также может найти применение.

Но в некоторых областях применения также столкнулись с издержками по прямому подключению полевых шин для каждого устройства. В этом случае здесь будет целесообразным использование простой сенсорной шины с подсоединением к полевой шине через собственные элементы. На этом низком по мощности и затратам уровне коммуникации полевых устройств многократно используются сенсорные и шинные подключения. Такая группа из нескольких сенсоров (датчиков) обращается "вверх" как закрытая единица с нормированным интерфейсом.

Шинная система для передачи сигнала между полевым уровнем и уровнем руководства процессом позволяет осуществлять двунаправленный поток информации к каждому и от каждого участника в шине с высоким информационным содержанием в линии. Однако, происходит принудительное снижение доступности системы, обусловленное централизацией информационных маршрутов в шине. Но это можно учесть, приняв соответствующие меры.

Многие фирмы уже представили решения для специальных областей применения. Но широкому применению до сих пор препятствовало отсутствие стандартов по полевым шинам. CAN или CANopen как стандарты здесь неприменимы. Они отвечают верхнему диапазону мощности и соединяют друг с другом системы автоматизации в производстве и в сфере технической деятельности, как описано в разделе 9.

В CAN-сетях до сих пор достигалось время передачи данных ок. 1 с за сообщение. Хотя можно допустить такое долгое время передачи при загрузке программ управления, однако для многих задач регулировки и управления, прежде всего в химических технологиях и во многих других процессах регулировки это было бы слишком долго.

Здесь частично достигается время, выраженное в долях секунд, напр., чтобы закрыть вентиль химической установки или задать роботу в производстве непосредственно новые координаты. Программные затраты на создание и

декодирование протоколов – "завертывание и разворачивание" семи оболочек вокруг собственно содержания данных – слишком долгий процесс.

В автомобильной промышленности, согласно высказыванию представителей General Motors, можно добиться времени реакции 50 ms, и это было бы еще выполнимо с помощью семи уровней МАР, но на грани возможностей "периферийной микроэлектроники", т.е. для конечных устройств, как датчики, исполнительные элементы или небольшие ПЗУ, такие решения слишком медленны, невыгодны и дороги.

Наряду с частично еще неудовлетворительными характеристиками мощности с прямыми подключениями полевых устройств к сети МАР связаны также высокие затраты на коммутацию, составляющие в настоящее время до 10.000 DM за участника. Более того, по упомянутым соображениям экономичности и мощности требуется следующий стандарт для коммуникации, ведущий к значительно дешевым решениям в области полевых систем.

На этом фоне необходимо обратить внимание на международные усилия по стандартизации простых систем полевых шин. Центральный союз электропромышленности (ZVEI) в 1985 г. выступил с инициативой и начал разработку стандарта для полевой шины.

Весной 1987 г. в ФРГ 20 известных изготовителей и исследовательских учреждений, среди которых была ф-ма Siemens, организовали исследовательское объединение в рамках ZVEI с целью в течение двух лет разработать и предложить стандарт, а также отвечающие ему продукты, которые затем будут представлены на специализированных выставках.

Объединенный проект получил название PROFIBUS; к системе полевой шины были предъявлены требования, представленные на рис. 10.3. Эти требования разнообразны, поскольку полевая шина используется "вплотную к процессу" и поэтому сама очень сильно зависит от него.

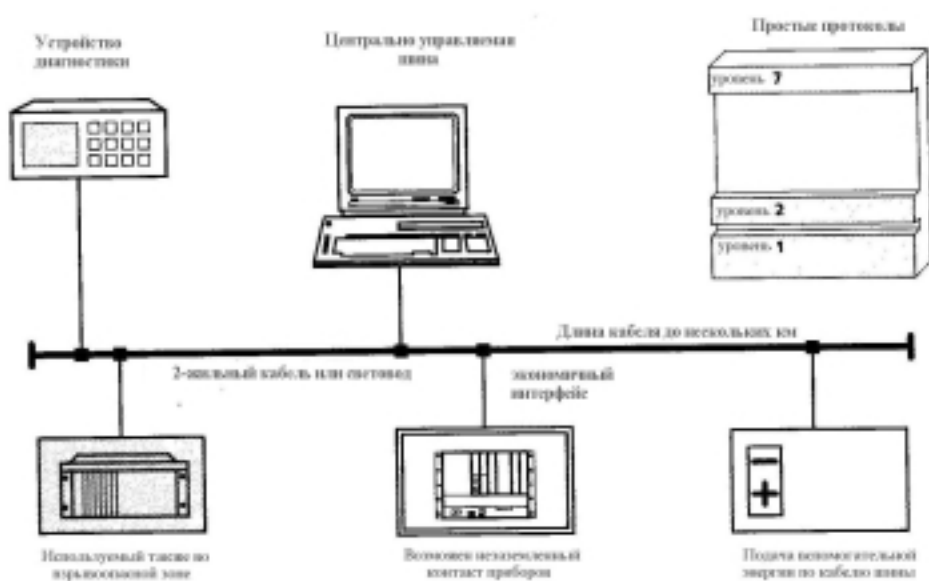


Рис. 10.3 К системе полевой шины предъявляются разнообразные требования

Так, наряду с длиной проводов, числом участников, скоростью передачи и т.д. необходимо регулировать другие требования, как напр., самозащищенность.

В частности по требованиям:

Для полевой или доставляющей шины необходима центральная шина. В качестве метода доступа рассматривается принцип Master-Slave, который был описан в разделе 5.

Передача данных осуществляется последовательно по битам по обычным двухжильным проводам на расстояния в несколько километров. При этом следует обратить внимание на недорогую реализацию и выгодный по цене разъем.

В устройствах должна быть предусмотрена возможность незаземленного подключения. Требование о возможном использовании во взрывоопасных зонах (химическая, горнодобывающая промышленности) предъявляется так же, как передача вспомогательной энергии по кабелю шины; два требования, которые тяжело выполнить одновременно.

Следует также запланировать резервную структуру, как напр., специальные диагностические устройства, позволяющие быстро локализовать ошибку.

Важным является то, чтобы функциональные электрические и механические свойства разъема на полевом устройстве и протоколы имели международную стандартизацию. Качества, требуемые от разъема, значительно объемнее, чем имеющиеся в нынешних нормах шины на уровнях 1 и 2.

Над нормами в настоящее время еще проводится работа. Разумеется, для шины потребуется несколько основных версий, из которых можно вывести последующие варианты.

Подводя итог, следует отметить, что задачи в реальном времени в обозримом времени будут решены в подчиненных сетях, и конечно, на долгое время утвердятся в этой области специфичные фирменные решения. Однако важным является то, что эти подчиненные сети реального времени соответствуют референтной модели ISO, т.к. они с помощью устройств сетевого перехода могут соединяться с сетью MAP, если не возникает проблем со временем выполнения.

Одно из решений, рассматриваемых в настоящее время как оптимальное, состоит в том, чтобы оформлять более высокие протоколы подчиненного уровня по стандарту MAP, поскольку в этом случае для связи сетей друг с другом могут использоваться более быстрые мосты, преобразующие только протоколы, ориентированные на транспортировку (уровни 1 - 4).

Для системы независимых производителей PROFIBUS реализуются только функции уровней 1, 2 и 7 референтной модели ISO. Таким образом, достигается высокая эффективность при низких затратах. Разъем к пользователю создается на уровне 7. Он предоставляет для коммуникации специфичные для пользователя функции, за счет частичного применения пользовательских функций MAP (MMS-Subset) обеспечивается простая интеграция в иерархию автоматизации.

При этом функции пользователя разделены на соответствующие классы мощности для соотношения с различными требованиями полевых устройств от простого датчика до мощного устройства автоматизации.

Важнейшими техническими признаками уровней 1 и 2 являются

- топология: линейная или позже также древовидная
- среда передачи: скрученный двухжильный провод
- скорость передачи: 9,6 до 500 kbit/s
- макс. длина шины: 1200 м, с повторителями 4800 м
- кол-во участников: макс. 32 активных, всего макс. 122 активных и пассивных участника
- Метод доступа: Master-Slave и эстафетная передача

Как раз удобный метод доступа в системе PROFIBUS с концепцией Multi-Master-Slave (рис. 10.4) позволяет оптимально решать задачи по затратам, мощности, времени реакции и надежности в самых различных сферах применения. Для простой сенсорной шины лучше всего подходит принцип Master-Slave, и напротив, версия с несколькими активными участниками отвечает требованиям более сложных систем автоматизации. Активные участники делят между собой шину по эстафетному протоколу, как в MAP.

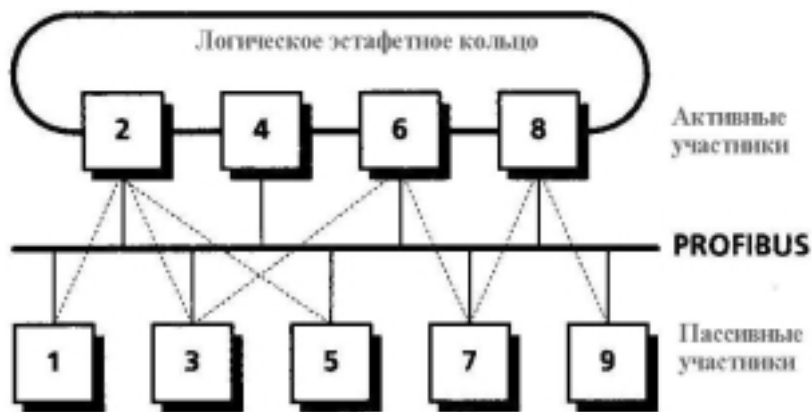


Рис. 10.4 Метод распределения в системе PROFIBUS

11 Центральная служба и безопасность сетей

Коммуникация в технике автоматизации обеспечивает возможность обмена данными между всеми компонентами автоматизации. Тем самым эти компоненты кроме своих собственных задач по управлению станка с ЧПУ или работа либо регулировки шагов тех. процесса выполняют еще такие задачи, как сохранение, преобразование данных или коммуникация.

По соображениям экономии (емкость ЗУ, мощность процессора) необходимо при этом стремиться установить в децентрализованных компонентах автоматизации только необходимый объем функций для оказания соответствующих услуг коммуникации.

Услуги, требуемые в равной степени несколькими компонентами автоматизации, но не связанные с местом расположения системы автоматизации, как, напр., сохранение, преобразование данных или распечатка данных на бумаге, целесообразно концентрировать в собственных компонентах системы.

11.1 Серверы

Существуют различные услуги, которые можно представить себе как виды центральной службы или распределенный сервис. Из-за концентрации предложений по выполнению услуг многим компонентам автоматизации стало также целесообразным предоставлять для этих целей собственные системы, "серверы" (см. рис. 11.1).

В дальнейшем необходимы службы, облегчающие создание сетей, их расширение, контроль текущего процесса и диагностику ошибок. Существенная составная часть производительности локальной сети определяется этими услугами. Ниже рассмотрим некоторые серверы подробнее.

11.1.1 Серверы коммуникации

В географически разделенных системах автоматизации данные зачастую должны передаваться по общественным сетям, напр., используются компьютеры на рабочих местах тех. бюро или вычислительные центры. Для разгрузки устройств автоматизации и рабочих компьютеров от коммуникации через общественные сети можно перепоручить эти коммуникативные задачи "специалисту" в локальной сети, серверу коммуникации. Он организует обмен данными с компонентами чужих сетей для всех партнеров в сети LAN.

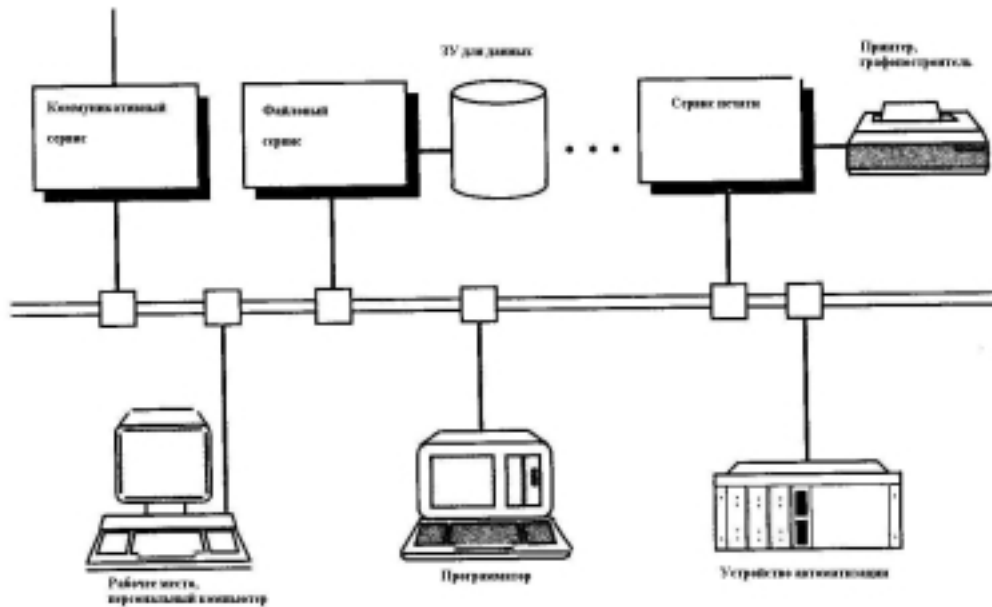


Рис. 11.1 Центральная служба в сетях автоматизации

В разделе 8 было описано, как решаются задачи коммуникации при переходе между сетями с различной архитектурой с помощью межсетевого разъема (интерфейса) или трассировщика. Сервер коммуникации обладает такими функциями межсетевого интерфейса или трассировщика, связанного с дополнительным элементом системы.

11.1.2 СЛУЖЕБНЫЙ ФАЙЛОВЫЙ ПРОЦЕССОР

Служба общего вида и, таким образом стандартизируемая, является центральной базой данных, служебным файловым процессором. Многие задачи автоматизации оптимально решаются только тогда, когда данные, возникающие в одной области, могут запрашиваться и обрабатываться другими областями. Типичные примеры этого наблюдаются на переходе между разработками и автоматизацией, связь „технических видов деятельности" с „техническими процессами". Служебный файловый процессор принимает при этом функции сохранения данных и может рассматриваться как первая ступень более крупных систем хранения данных, банков данных. Таким образом, можно представить себе, что в служебный файловый процессор постоянно передается актуальная картина всех рабочих данных и там архивируется, чтобы в случаях сбоя процесса давать указания о ходе событий.

Если в подобном сервере занесены, напр., данные о проектировании, т.е. функциональная структура системы, то можно говорить о сервере проектных данных. Сохраненные данные могут использоваться, напр., при диагностировании с помощью связи сообщений об ошибке с общими оценками системы и с локализацией дефекта.

Чтобы найти дефект в системе, требуются опыт и знания, которые редко собраны в одном сотруднике, так что для решения таких вопросов необходима совместная работа целого ряда специалистов.



Рис. 11.2 Сервер проектных данных содержит общую документацию системы

Поэтому уже в будущем при проектировании системы вся документация системы от перечня программ и электрических схем до данных о конструкции электрошкафов и сетевой архитектуры будет размещаться на сервере проектных данных (см. рис. 11.2).

Эти данные круглосуточно доступны для диагностики сбоев в работе всех элементов системы или могут быть перенесены через сервер коммуникации в центр сервиса (обслуживания), где они обрабатываются системами диагностирования, что облегчает обслуживающему персоналу задачу по быстрому нахождению дефекта.

В технологии производства используется размещенная на процессоре данных информация о планировании для оптимальной эксплуатации производственных мощностей. Производственная информация служит для определения периодичности обслуживания или для обеспечению качества.

Если в отделе разработок индивидуальной ячейки памяти в рабочем компьютере будет недостаточно, то файловый процессор предоставляет по требованию дополнительный объем памяти на большом ЗУ (совместное использование файлов). Таким образом, файловый процессор разгружает рабочие места, предлагает централизованное архивное хранение и вследствие этого защиту данных и долгосрочное хранение важных массивов данных.

11.1.3 Печать / графопостроение

Функция печати/графопостроения (рис. 11.3) принимает задания на печать с нескольких рабочих компьютеров и таким образом делает полезной дорогостоящую технику, как лазерный принтер или цветной плоттер, для многих рабочих мест (совместное использование ресурсов).

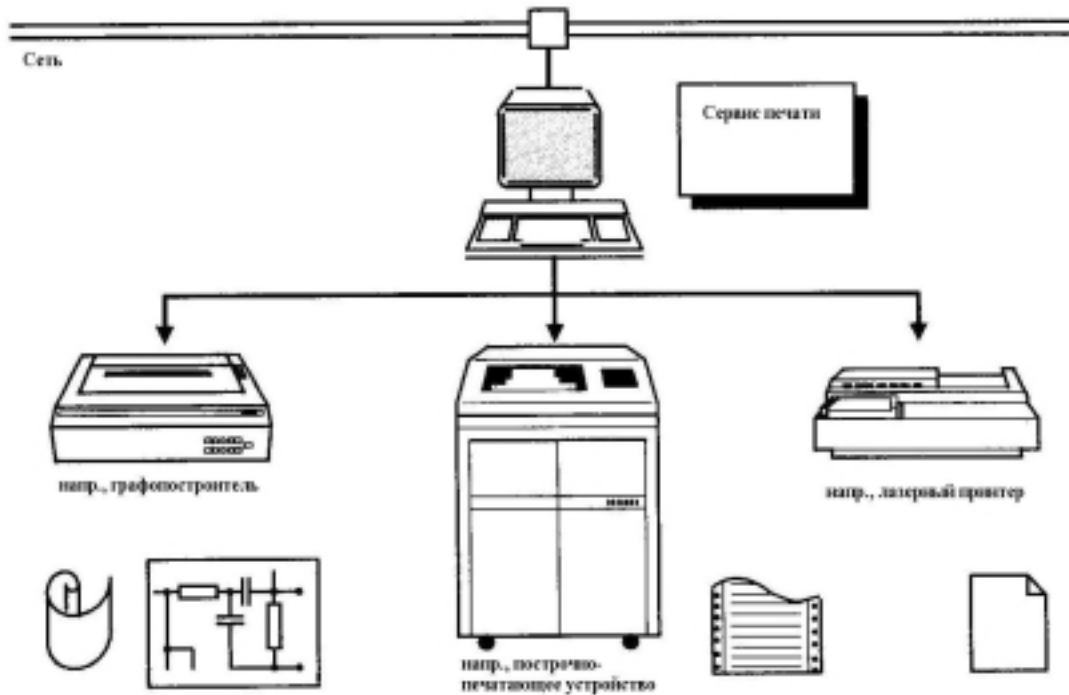


Рис. 11.3 Сервер печати

Рис. 11.3 Сервер печати и графопостроения

Для отправителя информации должно быть при том несущественно, подсоединено ли устройство вывода напр., растровый принтер или линейный принтер. Предпосылкой этого является то, что в общей сети для этой задачи установлен и используется унифицированный формат документа (напр., ODIF, Office Document Interchange Format). Подгонку формата этого документа для вывода на присоединенном устройстве осуществляет в этом случае сервер печати/графопостроения на уровне 6, уровня представления данных, референтной модели по стандарту ISO.

11.2 Услуги по организации сети

Услуги по организации сети или также системы необходимы для правильной функции сети. Инструменты организации сети используются в стадии разработки и ввода в эксплуатацию сети для выполнения задач планирования и проектирования, для контроля в нормальном режиме и для диагностирования при вводе в эксплуатацию и в случае неисправности. Общим понятием "организация (менеджмент) сети" охвачены несколько функциональных частей:

- планирование и проектирование сетей
- контроль сетей
- сетевая диагностика

Эти услуги находятся в тесной связи с так называемым каталожным сервисом, который сравним с телефонной книгой, содержащей адреса телефонной сети абонентов.

11.2 Услуги по организации сети

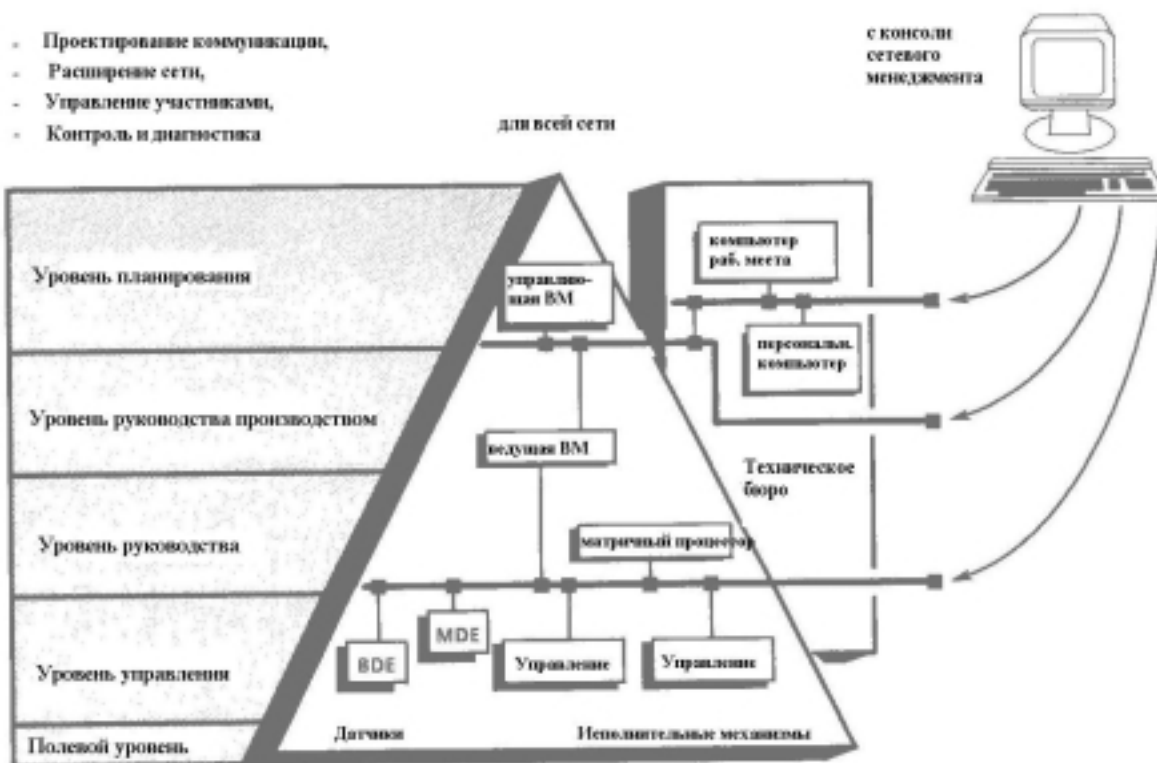


Рис. 11.4 Сетевой менеджмент

Рис. 11.4 Организация сети

Соотношение этих услуг на различных рабочих фазах показано на рис. 11.4.

Функция менеджмента сети наблюдает за сетью, исправляет ошибки и создает периодически или по требованию сообщения о принципе работы сети. Таким образом возникающая информация по обслуживанию используется техниками, для устранения дефектов и проведения предупредительных обслуживающих мероприятий.

Для этого менеджменту сети требуется компьютер с эффективной системной архитектурой, перманентное сохранение данных, а также комфортабельные графические элементы управления. Данные по менеджменту сети, особенно требующие защиты, должны защищаться от несанкционированного доступа. Незаконное изменение данных может иметь пагубные последствия. В худшем случае возможна потеря всей коммуникации. Все пункты организации сети оснащены поэтому эффективной защитой доступа (см. рис. 11.6).

Чем обширнее становится сеть, тем сложнее становится интегрирование новых компонентов в систему. Все уже существующие компоненты должны "узнавать" нового участника, чтобы при необходимости они могли вступать с ним в коммуникацию. Также должно быть предусмотрено то, что в случае неисправности одно устройство временно выключается и другое устройство принимает его функцию. Сегодня, а также в обозримом будущем эти задачи будут выполняться человеком, „администратором“, имеющим точные сведения о сети и всех возможностях управления ею (рис. 11.5).

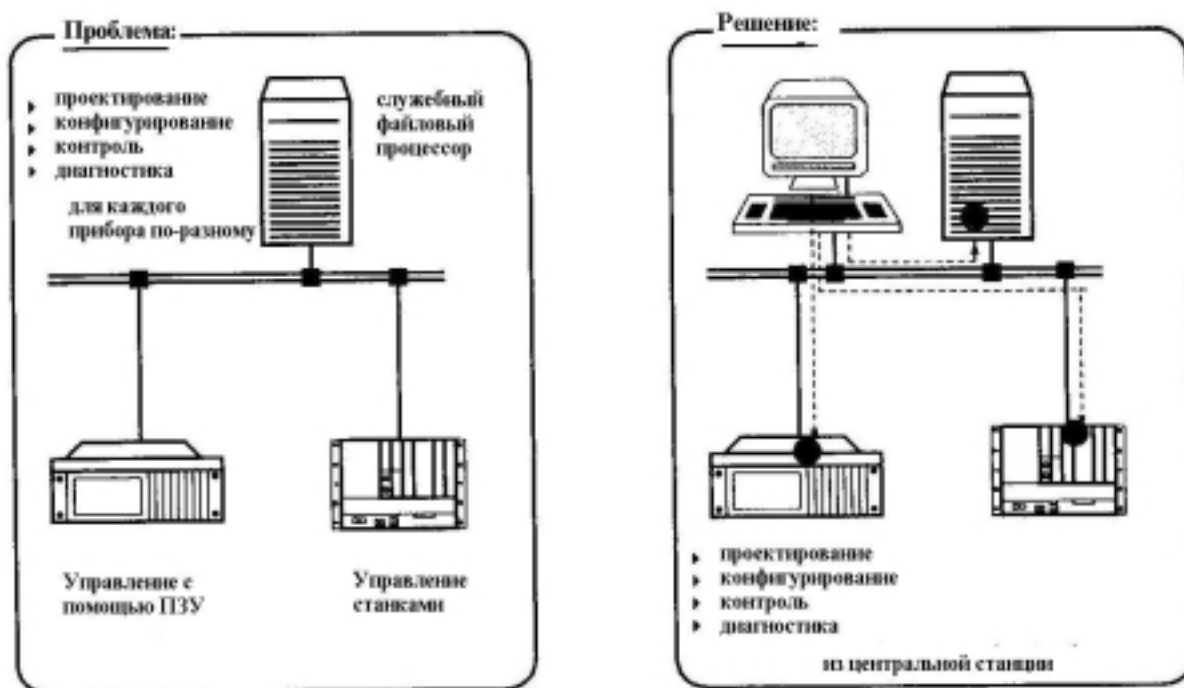


Рис. 11.5 Переходов от ручной к автоматической администрации

Однако в качестве дальнейшего шага будет предусмотрено автоматическое администрирование (Рис. 11.5), осуществляющее подключения и отключения компонентов в сети или простую интеграцию новых станций и вместе с тем экономный и быстрый ввод в эксплуатацию, а также ремонты во время работы (ремонт под управлением основного оборудования).

11.3 Компоненты защиты сетей

После всего, что до сих пор говорилось об открытой коммуникации в технике автоматизации, должно быть очевидным, что локальные сети представляют базу для автоматизации производства. Эти сети будут все обширнее и сложнее, некоторые, также различные сети будут взаимосвязаны мостами и межсетевыми переходами. Общественные сети и службы могут быть включены в коммуникацию.

По своим размерам эти сети также будут более восприимчивы к защите. Непосредственно открытая коммуникация со стандартными интерфейсами и протоколами, доступными для каждого, которые очень облегчают проектирование и ввод в эксплуатацию сетей, содействует с другой стороны также доступу извне.

При этом существует достаточная возможность угрозы несанкционированного использования устройств и данных, некомпетентного считывания информации и передачи ноу-хау при помощи манипуляции данными, вплоть до саботажа производства с угрозой здоровью и жизни. Ранее при центральной обработке данных в закрытых вычислительных центрах возможность угрозы защите данных можно было предотвратить относительно легко обычными средствами (документ, разрешающий допуск, и контроль на входе).

Упомянутые инструменты менеджмента сети и эффективные инструменты диагностики, как напр., контроль протокола, используются специалистами также для несанкционированного доступа к данным и к услугам сети.

Они были сознательно разработаны для подслушивания и отбора данных в сети и позволяют, таким образом, также создавать целенаправленный сбой в программах, которые, напр., управляют производственным процессом.

Пользователь локальных сетей стоит перед новыми проблемами, которые в своем значении влияют на всю область автоматизации и разработок.

Большинство случаев из прошлого доказывают, что по меньшей мере для компьютерных фэнов и „хакеров" возможно (и также оправдывается) проникать в чужие сети и красть информацию или в отдельных случаях парализовать коммуникации всей сети.

Так, весной 1989 федеральные органы уголовной полиции вели расследование по делу лиц из „Группировки хакеров", подозреваемых в шпионаже и похищениях для советского КГБ информации и в проверке возможности доступа к западным компьютерным сетям. При этом было установлено, что информационный материал уже скопирован, и были взломаны механизмы защиты доступа.

В другом случае американскому студенту удалось осенью 1988 вывести информацию о защите данных в заголовки газет. Он запустил „программу-червя" (не компьютерный вирус, как в свое время сообщалось¹⁾) в американскую сеть Arpanet, распространившуюся по большей части США и по другим присоединенным сетям достигшую также Европы. О мотивах студента можно только спекулировать, во всяком случае его действия оказались вне контроля, так как червь разрастался быстрее чем ожидалось и парализовал тысячи компьютеров в США, а также в Европе за один день.

Наряду с ясными законами и радикальными законными мероприятиями по недопущению криминальных элементов и хакеров к чужим сетям, необходимы технические мероприятия по эффективному предотвращению несанкционированного доступа.

11.3.1 Защита доступа

Возможность недопущения нежелательных пользователей извне состоит в том, чтобы предусмотреть между локальной и общественной сетью устройство, которое перехватывает поступающие вызовы. Это устройство проверяет пароль и по возможности дальнейшие данные вызывающего и осуществляет ответный запрос, в случае если пароль верен, и создает с ним коммуникацию.

Если пароль взламывается, то даже зная его, невозможно проникнуть в локальную сеть. Скорее всего произойдет оповещение зарегистрированного владельца пароля. Такая схема представляет хорошую защиту от нежелательного проникновения извне, однако естественно занимает больше времени в нормальном режиме.

1) "Червь" является самостоятельно выполняемой программой, которая может вносить в другой компьютер свою развивающуюся версию, вирус в противоположность этому является частью программы, которая присоединяется к другой программе. Она не способна выполняться самостоятельно, а всегда

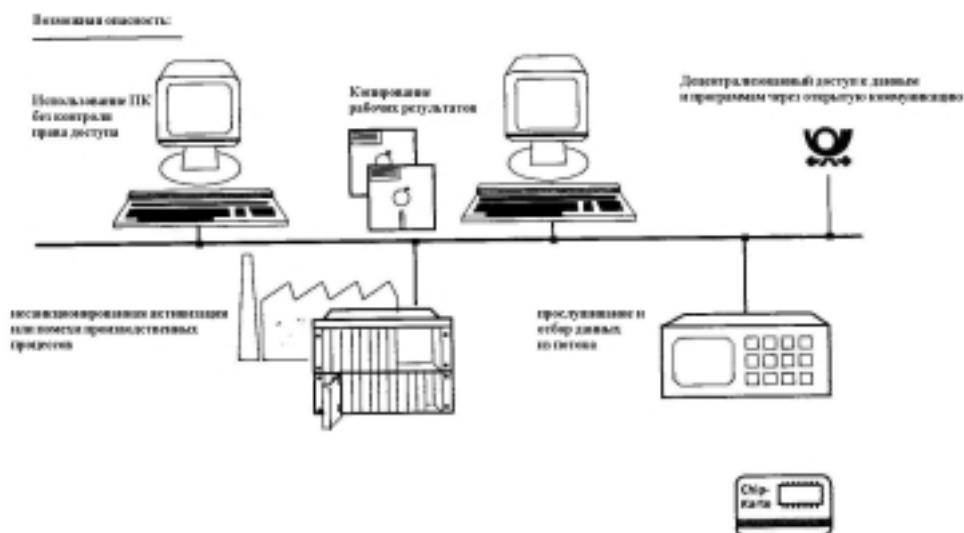
требует непосредственно выполняемой основной программы, для того, чтобы быть активной. Защиту доступа, которая отклоняет также неавторизованные доступы к компонентам в пределах локальной сети, предоставляет „интеллектуальный” карта интегральной схемы на монокристалле. Она по размеру и форме похожа на известную контрольную карту, но вместо магнитной полосы имеет микросхему. Микросхема содержит алгоритм, нечитаемый извне, но может запускаться подобно программе.

Там, где ранее доступ к сети был защищен только паролем, в будущем карта интегральной схемы на монокристалле будет гарантировать лучшую защиту (рис. 11.6). Пароли для удобства владельцев изменяются слишком редко и при наличии достаточного времени могут быть установлены хакерами. В некоторых системах пароли передаются по сети даже в незашифрованном тексте и могут быть легко узнаны.

Если пользователь к примеру регистрируется в локальной сети через свой персональный компьютер или рабочее место САД и вводит свою карту, компьютер генерирует случайное число. Карта интегральной схемы на монокристалле обрабатывает это случайное число с запрограммированным алгоритмом и выдает результат компьютеру. Результат должен соответствовать предусмотренному компьютером результату, чтобы быть действительным.

Для защиты от некомпетентного использования карты интегральной схемы пользователь одновременно должен ввести тайное число (персональный идентификационный числовой PIN). Коммуникация между пользователем и компьютером либо картой интегральной схемы и компьютером осуществляется чисто локально, т.е., по сети ничего не переносится и, таким образом, не возникает возможности прослушивания (просмотра).

Возможная опасность:



Защита: Доступ к системам и сетям только через карту ИС и ввод персонального идентификационного номера (PIN)

Рис. 11.6 Защита доступа картой ИС

11.3.2 Кодирование данных

Более высокую степень защищенности данных можно достичь упомянутой идентификацией совместно с кодированием. Кодирование предлагает защиту от прослушивания и соответственно от манипуляции с данными. Для этого данные, которые посылаются по сети, предварительно кодируются с помощью алгоритмов кодирования. Получатель ожидает эти закодированные данные и определяет манипуляции, если он получает незакодированные или закодированные ошибочным кодом данные. Таким образом гарантируется целостность принятых данных.

Кодирование и дешифровка „криптографических методов защиты" основываются на математических функциях, алгоритмах кодировки, использующихся для надежной передачи незашифрованного текста. Оба участника получают индивидуальные коды шифровки и дешифровки. Эти коды называют ключами.

В основном можно говорить о том, что простое кодирование сохраняет остаточный риск; хотя сложное кодирование надежно, однако ухудшает скорость передачи данных и повышает трудозатраты на управление кодами во всей системе, на организацию кодировки.

Если с обеих сторон используются одинаковые коды, то речь идет о симметричном методе, если же коды, напротив, различны, то это - асимметричный метод.

Вначале опишем симметричный метод.

В помощь приведем небольшой пример с двумя людьми и чемоданом с документами.

Два партнера (А и В) хотят обменяться тайными документами. Для этого они воспользовались чемоданом с кодовым замком и согласовали код, напр., комбинацию 4-5-6-7-8-9 (рис. 11.7). Затем А укладывает документы в чемодан, устанавливает кодовый замок чемодана на комбинацию 4-5-6-7-8-9 и закрывает крышку. Чемодан гласно посылается к В. Только В открывает чемодан без проблем, так как он знает комбинацию.

Кто подвергает сомнению безопасность такого образа действий, пусть представит себе вместо чемодана сейф с кодовым замком из 200 цифр.

Существенным преимуществом симметричных методов является незначительная сложность алгоритмов. Это означает незначительные программные затраты для шифровки и дешифровки, а также хорошее выполнение протокольных функций.

Проблематичность симметричных методов лежит в другом аспекте:

- По два партнера должны договориться о совместном тайном коде. У четырех партнеров их уже шесть, у шести партнеров 15, у 100 партнеров 4950 кодов (рис. 11.7), которые должны управляться в коммуникационной системе. Управление кодами быстро запутается.

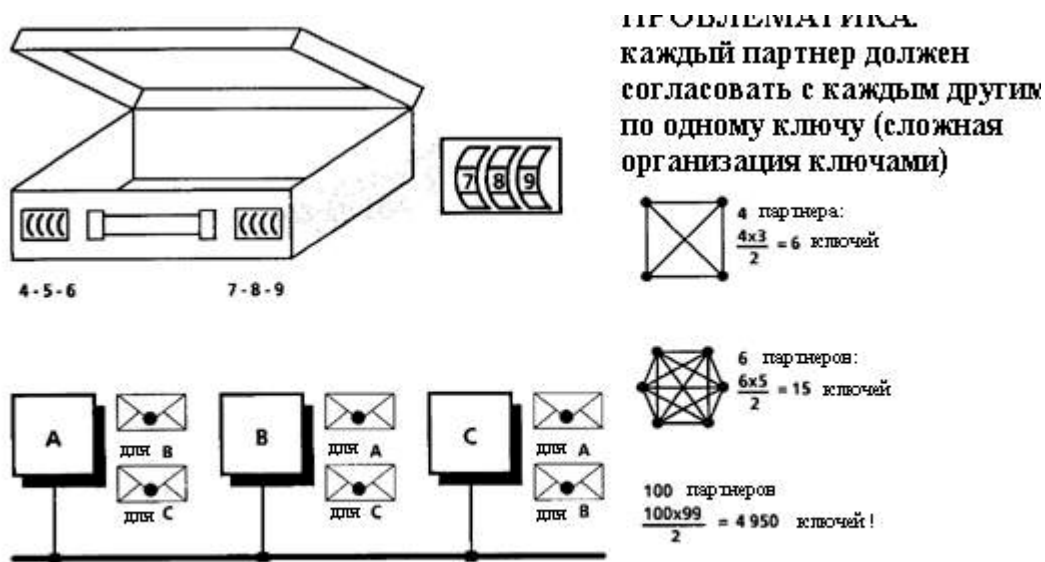


Рис. 11.7 Пример симметричного метода

- Кто может кодировать, может также расшифровывать; так как все участники располагают одинаковым кодом. Это приводит к тому, что при выбывании одного участника все связанные с ним коды, а при n участников $n-1$ код должны быть заменены.

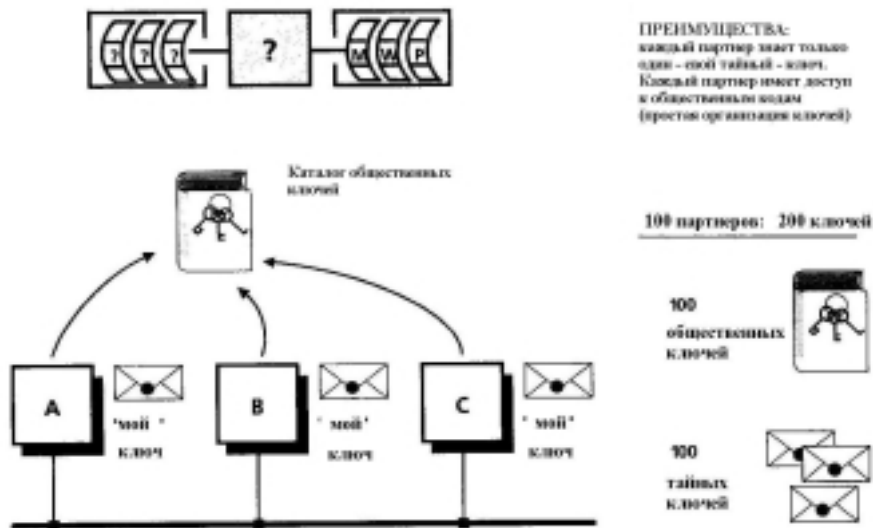
Асимметричные методы отличаются тем, что они не имеют обоих этих недостатков.

Прежде всего, снова пример с чемоданом:

Оба участника используют теперь чемодан для документов, с более сложной конструкцией, чем в предыдущем примере. Вместо обычных кодовых замков он имеет два комплекта установочных колесиков (рис. 11.8). один комплект имеет обычное обозначение от 0 до 9 и служит для обычного открытия (расшифровки). Другой комплект вместо этого имеет буквы и служит для кодировки. Оба комплекта связаны друг с другом внутри чемодана механизмом, не видимым снаружи.

Чемодан находится у А. Он вкладывает предназначенные для В тайные документы и должен задать кодовую комбинацию, которую В использует для открытия чемодана. Однако он ее не знает, речь идет о тайном ключе В, который известен только В.

Вместо этого А ищет „общественный код" (Public Key) от В из каталога, как в телефонной книге, напр., М - W - Р, эту комбинацию А устанавливает на правом комплекте колес. Вследствие этого кодовый замок проворачивается внутри чемодана таким образом, — при этом, как уже было упомянуто, снаружи не видно, — что А может открывать чемодан тайным кодом.



Вид 11.8 Пример асимметричного метода

Особенным в этом примере является то, что зная общественный код, нельзя сделать вывод о тайном коде. Преимущество асимметричного метода кодирования заключается главным образом в упрощении работы с кодами.

Так как для каждого партнера коммуникации в системе должны использоваться только два кода, один общественный и один тайный, то количество используемых кодов растет только линейно. У 100 участников их только 200. Выбывающие партнеры коммуникации просто вычеркиваются из реестра общественных кодов.

Кроме этого асимметричный метод предлагает новые возможности, как, напр., „цифровые подписи“. К сожалению, они имеют также недостаток: этот метод является не очень быстрым.

Рис. 11.9 показывает метод, по которому создаются составные части общественного кода n и e (символически представлены как книга) и тайного кода d (символ запечатанного конверта). Общественный код находится в распоряжении каждого участника коммуникации, тайный код знает только настоящий получатель.

На рис. 11.10 приведен тривиальный пример с расчетом числа. На практике число n должно иметь примерно 200 десятичных разрядов. Разложить такие числа, напр., снова на первичные коэффициенты, является по меньшей мере очень продолжительным, на практике, пожалуй, безнадежным начинанием.

Вернемся к коммуникации в технике автоматизации. В противоположность примеру с чемоданом сеть здесь со 100 или большим количеством участников совершенно соответствует реальности. Такие разветвленные структуры автоматизации в будущем наверняка будут только приниматься, если данные, передаваемые по этим сетям, останутся втайне и будут защищены от манипуляций.

Внедрение кодирования, естественно, не должно приводить ни к каким ограничениям для открытой коммуникации. Прежде всего, алгоритмы кодировки, требующие много времени, не должны ухудшать скорость передачи данных или только незначительно ее ухудшать, и естественно издержки по шифровке и дешифровке в каждом из сетевых подключений не должны быть значительными.

Ф-ма Siemens разработала эффективный „крипто-чип“, который осуществляет кодирование информации при передаче в реальном времени и по своему принципу может быть интегрирован в архитектуру протокола ISO.

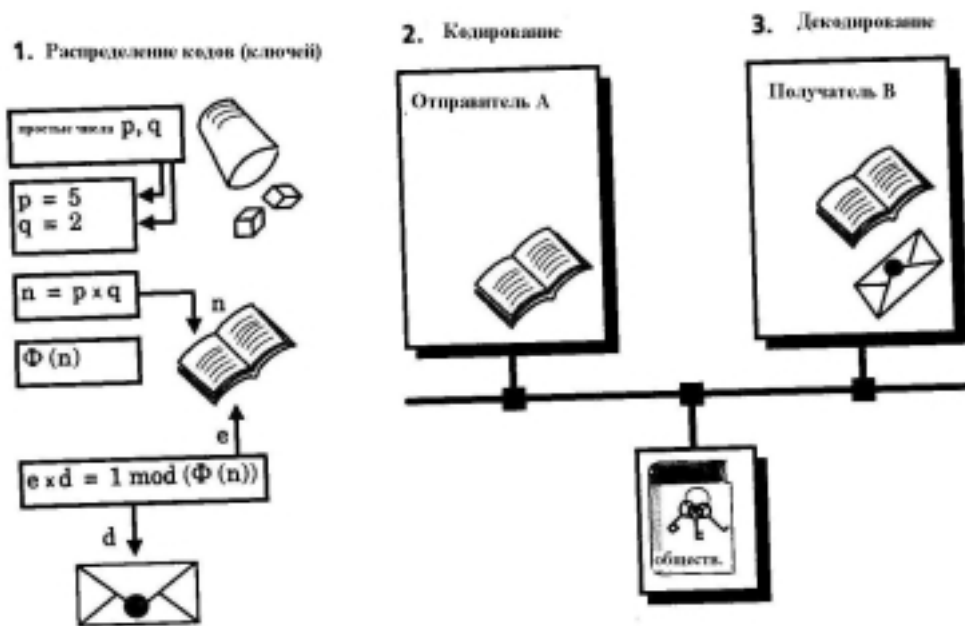


Рис. 11.9 Распределение кодов, кодирование и декодирование при асимметричном методе

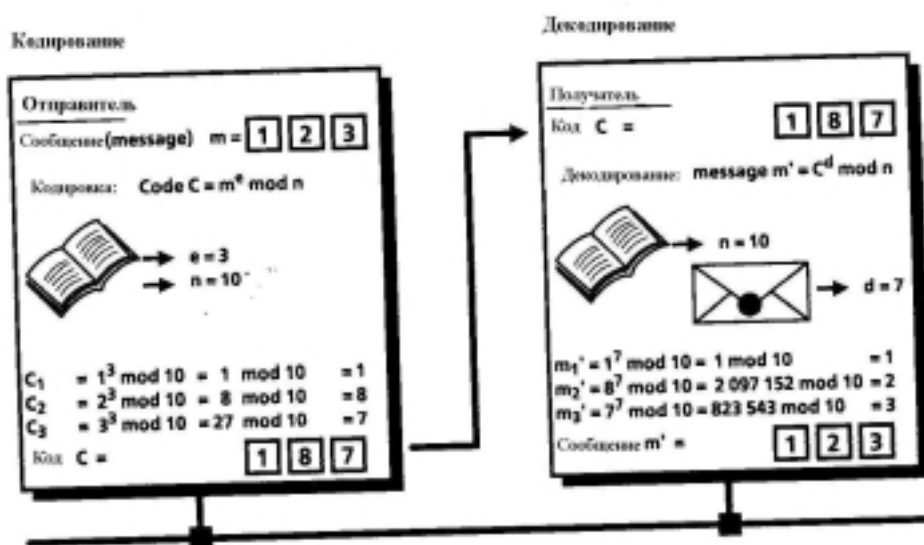


Рис. 11.10 Кодирование и декодирование на простом примере расчетов

"Крипто-чип" работает по асимметричному методу с „общественным ключом“, как разработали Rivest, Shamir и Adleman (RSA). При этом методе обеспечивается то, что код не может быть произведен из другого без дополнительной информации. Поэтому один из двух кодов может, как показано на примере, опубликовываться. Если теперь интегрировать в каждую схему "крипто-чип", то в будущем коммуникация между двумя участниками будет выглядеть так, как показано на рис. 11.11.

Отправитель А хочет послать получателю В данные управления. Так как А и В говорят друг с другом только кодировано, данные у А кодируются в "крипто-чипе". Затем к кодированному блоку данных известным способом присоединяются дополнительные сведения, и блок данных транспортируется по сети к получателю.

Прибыв туда, он освобождается, как и ранее, уровень за уровнем от дополнительной информации. Наконец закодированная информация попадает в "крипто-чип" получателя и там снова расшифровывается. Если при дешифровке будет установлено, что данные управления действительны, подлинны и полном объеме, они будут переданы на обработку.

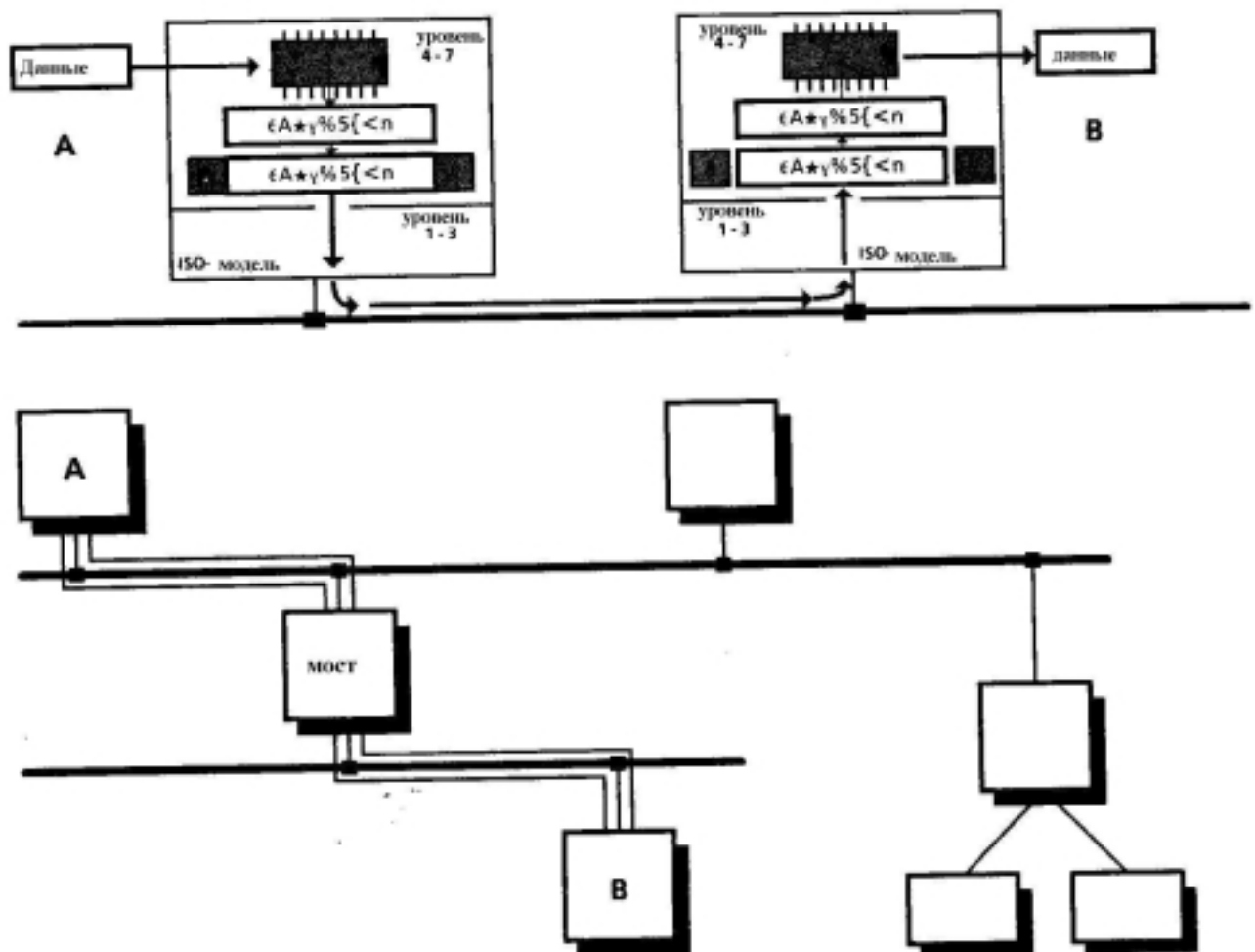


Bild 11.11 Кодирование и декодирование "крипто-чипом"

12 SINEC - промышленная коммуникация Siemens

Также на ф-ме Siemens, ведущей на рынке автоматизации производства, развитие отдельных семейств в средствах автоматизации обуславливалось прежде всего требованиями их специальных задач. На разумных инвестициях появились решения самых различных проблем автоматизации, выполненные по заказу. Это было высоким уровнем развития техники, работавшим долгое время довольно хорошо.

Как описано в разделах 1 и 2, современные интегрированные решения комплексных задач автоматизации требуют сегодня системной общей концепции промышленных коммуникаций. Ф-ма Siemens также столкнулась с проблемой того, что различные компоненты у разных производителей даже системы собственного производства, никоим образом не имели единой связи друг с другом.

Еще до того, как международные институты стандартизации пытались выработать обязательные правила для открытой коммуникации и ввести их, на ф-ме Siemens уже имелся богатый опыт работы с шинными системами, особенно в области технологий и техники электроснабжения, где с 1979 г. с большим успехом используется система ведения технологических процессов TELEPERM M. TELEPERM M подробно описана в разделе 6.

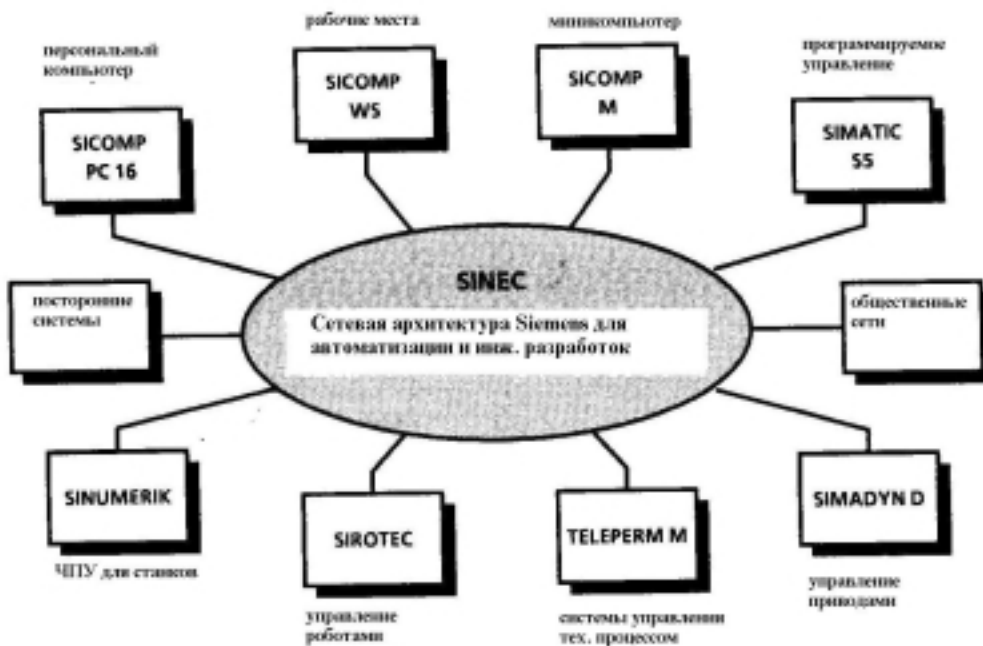


Рис. 12.1 SINEC связывает друг с другом все системы в сфере автоматизации и разработок

Кроме того автоматизация и технология производства уже длительное время считаются сильной стороной ф-мы Siemens, одного из немногих предприятий, разработавших в свое время стандартные элементы и ноу-хау для автоматизации на всех уровнях и отраслях производства. Так же как в технологии производственных процессов были изучены коммуникационная потребность и иерархия в автоматизации производства, даже если имеются различия в деталях.

Используемые в производстве машины и станки - при этом речь идет о станках (токарных, фрезерных, сверлильных и т.д.), устройствах обслуживания (роботах) или даже о других узлах производственных установок, как вырубные прессы, прессы, транспортные системы – должны, как правило, эксплуатироваться согласно своих задач. Эти задачи управления решаются на ф-ме Siemens с помощью управления металлообрабатывающих станков SINUMERIK, приводных механизмов SIMODRIVE, управления роботами SIROTEC или управления при помощи программы, хранимой в памяти, - SIMATIC S5.

Как показано на рис. 12.1, к этим управлениям добавляются также программаторы, персональные компьютеры, рабочие места, серверы и миникомпьютеры. Кроме этого необходимо предусмотреть возможности соединения в Wide Area Networks, ISDN (цифровой сети с интеграцией служб) и других сетях (SNA и т.д.).

В этом разделе представлен обзор, как Siemens связывает автоматизированные производственные установки.

Как продавец широкого спектра средств автоматизации, а также как разработчик оборудования, где эти средства автоматизации совместно используются, Siemens уже несколько лет назад поставил перед собой цель создать новую коммуникационную систему, которая также в будущем будет перспективна.

Новая коммуникационная система называется SINEC

- SINEC связывает через ступенчатые локальные сети все производственное оборудование, от конструкции с компьютерной поддержкой через уровень планирования и руководства до автоматизации производства на заводе.
- SINEC является открытой коммуникационной системой, позволяющей пользователю свободно выбирать ассортимент устройств автоматизации.
- SINEC предлагает низкие затраты на переход к автоматизации с возможностью дальнейшего расширения, чтобы промышленные предприятия со средней рентабельностью также могли пользоваться преимуществами автоматизации.

При решении этой задачи используется накопленный на настоящий момент опыт во всех областях техники автоматизации, а также развитие на будущее и стандартизация.

Дополнительно к TELEPERM M Siemens с сетями SINEC предлагает пять согласованных по мощности друг с другом шинных системы (рис. 12.2). При этом речь идет о следующих шинных системах:

SINEC H1,

эффективная ячеистая сеть (по международному стандарту для всех отраслей автоматизации технологических процессов и производства) для коммуникации самых различных систем автоматизации у разных изготовителей.

SINEC H1FO,

Оптический вариант с большим диапазоном, защищенный от прослушивания и невосприимчив к электромагнитному влиянию.

SINEC H2B,

MAP-совместимая расширенная базовая сеть по IEEE 802.4/7 для параллельной передачи данных, языка и видеосигналов.

Подключение сетей SINEC H1 (CSMA/CD) к SINEC H2B осуществляется через SINEC-BRIDGE 400 в MAP -канале по IEEE 802.4 метод маркера.

SINEC L1,

недорогая сеть, специально для меньшего управления SIMATIC-S5 для решения небольших и средних задач коммуникации, а также как подсистема от SINEC H1.

SINEC L2,

Поддерживаемая стандартным оборудованием, адаптированная к рабочим режимам шина PROFIBUS

План коммуникации SINEC содержит все установки для обеспечения связи между компонентами автоматизации Siemens в системе и согласованно друг с другом. В дальнейшем будет возможна гетерогенная связь между системами автоматизации различных изготовителей через сети SINEC.

SINEC совместим с исходной моделью ISO и в дальнейшем будет разрабатываться согласно нормам. При этом при разработках SINEC учитываются те стандарты, применимость и стабильность которых достаточно изучена. Целью при этом является высокая надежность в будущем. Таким образом, будущие MAP-сети смогут интегрироваться в существующие сети с помощью мостов и межсетевых переходов (интерфейсов).

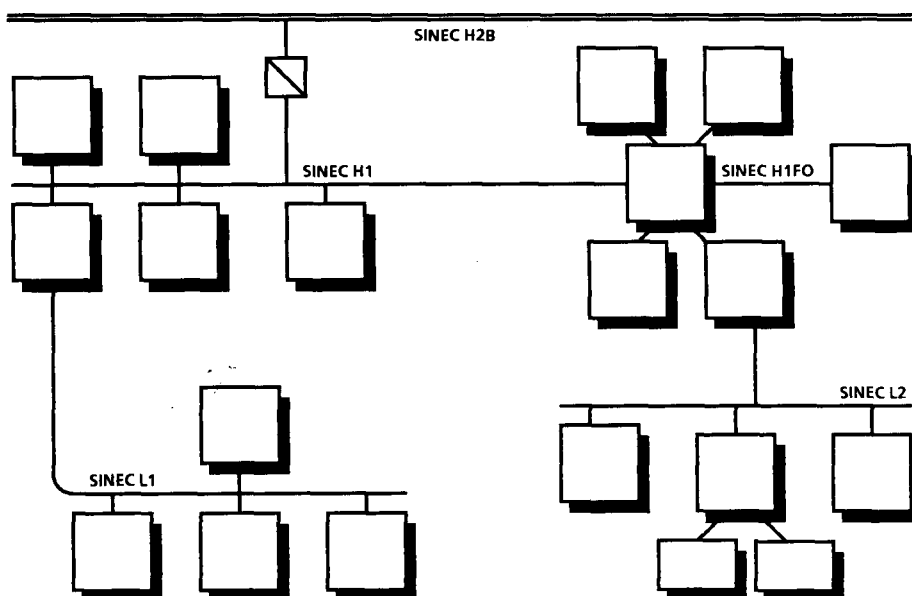


Рис. 12.2 Согласованные одна с другой сети SINEC от Siemens

12.1 SINEC H1 и H1FO, зарекомендовавшие себя ячеистые сети

Техника автоматизации имеет, как описано в предыдущих разделах, большой спектр задач. Там, где речь идет о высокой производительности, хорошем обеспечении площади и достаточных условиях коммуникации, Siemens использует шинную систему SINEC H1, базирующуюся на сети ETHERNET со скоростью 10 Mbit/s по норме IEEE 802.3.

Выбору принципа эфирной сети (ethernet) послужили следующие критерии:

- шина должна достигать высокой скорости передачи при коротких реакциях,
- она должна предоставляться сразу готовой к использованию и
- должна быть недорогой.

Ethernet выполнил все условия, так как:

- из-за метода доступа время реакции очень короткое и доступность всей системы высока,
- шина ethernet по IEEE 802.3 уже стандартизирована нормами ISO и испытана во всем мире,
- для шины ethernet в больших количествах существуют высоко интегрированные схемы, и шина тем самым может эксплуатироваться экономично.

Существенные технические данные SINEC H1 и SINEC H1FO приведены в таблице.

Таблица. Технические данные SINEC H1 и H1 FO

Наименование	SINEC H1	SINEC H1FO
Средство передачи	Коаксиальный кабель	Световод
Вид передачи	серийный	
Полный цифровой поток	10 Mbit/s	
Полезный цифровой поток	1,2 Mbit/s при 40% нагрузки квитирувании	
Топология	max. 2 ретранслятора или 2 ретранслят. пары с ДУ между 2 партнерами	
Дистанция без ретранслятора	500m	5000m
с 2 ретрансляторами	1500m	
с ретранслят. парой с ДУ	2,5km	
Кол-во участников	100 участников на сегмент, max. 1024 на всю сеть	
Метод доступа	CSMA/CD по IEEE 802.3 (Ethernet)	

С помощью SINEC H1 можно создать сеть с площадью охвата за счет присоединения друг к другу отдельных сегментов (рис. 12.3). В пределах одного сегмента с максимальной длиной 500 м можно подключить до 100 участников. Для этого каждому участнику необходим приемопередатчик (см. разд. 4) и соединительный кабель (Dropsable) между приемопередатчиком и участником. Соединительный кабель может быть длиной до 50 м.

Если длины сегмента 500 м недостаточно, то через ретранслятор (см. разд. 8) можно подключить дополнительные сегменты. Между двумя любыми участниками не должно быть более двух ретрансляторов. Тем самым локальная сеть может достигать расширения примерно 1,5 км².

Наряду с этим существует возможность использовать вместо ретранслятора пару ретрансляторов с ДУ, это дальняя связь с соответствующим усилителем. Таким образом, можно соединять два сегмента прямой связью на расстоянии до 1000 м.

Так как в промышленной среде нельзя избежать импульсов помехи, SINEC H1 использует коаксиальный кабель с двойной экранизацией, имеющий коэффициент помехоустойчивости в 10 - 15 раз выше, чем нормальный Ethernet. Благодаря жестким резьбовым соединениям даже в режиме работы с большой нагрузкой гарантируются надежные соединения.

Оптический вариант от SINEC H1 с обозначением SINEC H1 FO (FO для Fiber Optic – оптическое волокно) предлагает наряду с вышеупомянутыми свойствами электрической сети H1 следующие преимущества:

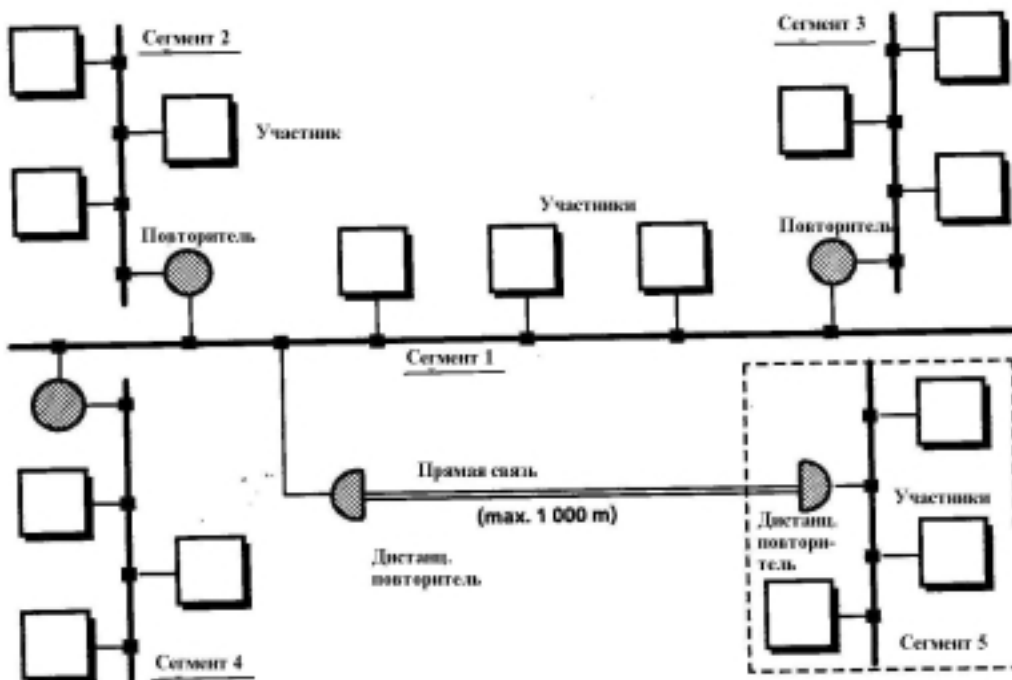


Bild 12.3

С помощью SINEC H1 можно создать сеть с площадью охвата за счет присоединения друг к другу отдельных сегментов

12.2 SINEC H2B, инфраструктура с будущим

- большой диапазон применения, до 5000 м, средой передачи данных - оптическими волноводами,
- полное разделение потенциалов, так как среда передачи данных является гальваническим непроводником,
- невосприимчивость по отношению к электромагнитному влиянию,
- защита от прослушивания,
- отсутствие проблем заземления из-за гальванического разделения присоединенных устройств.

Как и SINEC H1, SINEC H1 FO разработан также для применения в промышленности.

12.2 SINEC H2B, инфраструктура с будущим

SINEC H2B является интегральной сетью связи, разрешающей параллельную передачу данных, изображений и языка. Достигается это многократным использованием кабеля FDM (мультиплексная передача с частотным разделением каналов). В независимых каналах могут переноситься рядом аналоговые и цифровые сигналы. С помощью SINEC H2B можно создать распределяющую сеть с площадью охвата 10 км.

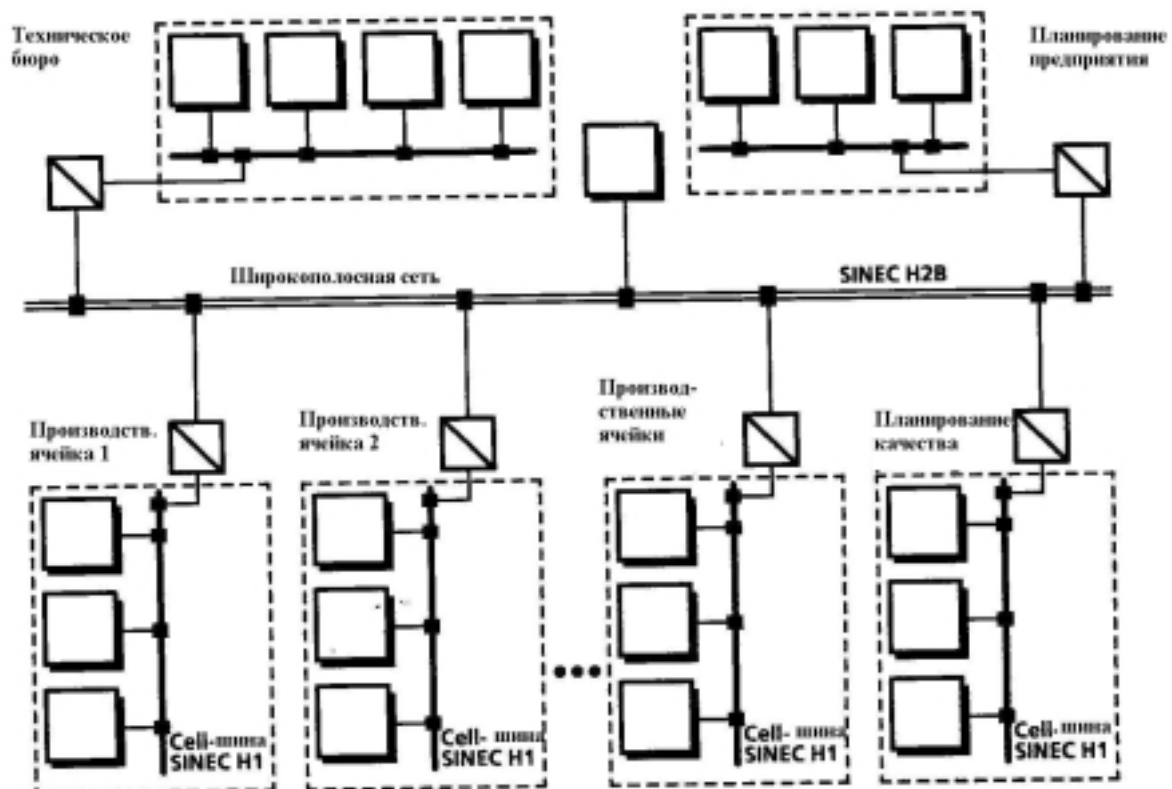


Рис. 12.4 SINEC H2B, das „позвоночник коммуникации“, соединяет все ячейные сети

Структура сравнима с техникой кабельного телевидения и вместе с тем является расширенным „хребтом коммуникации“.

SINEC H2B полностью MAP-совместим, поэтому уже сегодня на 100 процентов соответствует нормам, которые будут действительными повсеместно в обозримом будущем. Обмен данными происходит согласно стандарту ISO по трем MAP-каналам со скоростью передачи 10 MBit/s. В качестве регулировки доступа используется метод эстафетной передачи маркера в сети.

Наряду с непосредственным подключением терминальных устройств через широкодиапазонные модемы SINEC H2B позволяет осуществлять коммуникационные соединения ячеистых сетей SINEC H1, вследствие чего достигается значительное расширение сетей H1 (рис. 12.4). Преобразование протокола SINEC H1 в SINEC H2B (напр., различные методы доступа) и наоборот осуществляет при этом мост SINEC-BRIDGE 400.

Кроме этой преобразующей функции мост SINEC-BRIDGE действует также как фильтр. Он принимает с обеих присоединенных сетей полное движение данных и отфильтровывает все пакеты данных, не соответствующие другой сети. Пакеты данных, предназначенные для транспортировки, напр., только внутри сети SINEC H1, не попадали, таким образом, сразу на сеть SINEC H2B. Вследствие этого широкополосная сеть сильно разгружается.

Технические данные SINEC H2B:

- Средство передачи: 75-Ω-коаксиальный кабель многократного использования
- Способ передачи: широкополосная распределительная сеть по международному стандарту IEEE 802.4/IEEE 802.7, спектр 5 - 450 МГц
- Скорость передачи данных: 10 Mbit/s
- Топология: иерархия по древовидной структуре
- Диапазон: около 10 км
- Количество участников до 10 000
- Метод доступа: эстафетная передача по IEEE 802.4 в MAP-каналах

12.3 Архитектура протокола SINEC

SINEC H1 использует стандарты ISO на уровнях протокола 1 - 4 (рис. 12.5).

Пока для уровней 5 - 7 не было еще стабильных стандартов, были разработаны собственные протоколы, протоколы SINEC-AP и сервер передачи файлов (FTS), тесно ориентирующиеся на создаваемые теперь стандарты. Для этих протоколов автоматизации (AP) в SINEC вводятся MAP-установки, таким образом, SINEC- AP совместим с MAP.

Это важно, так как вследствие этого Siemens с SINEC H1 уже сегодня может предложить (делать оферту) целый ряд стандартных использований.

12.3 архитектура протокола SINEC

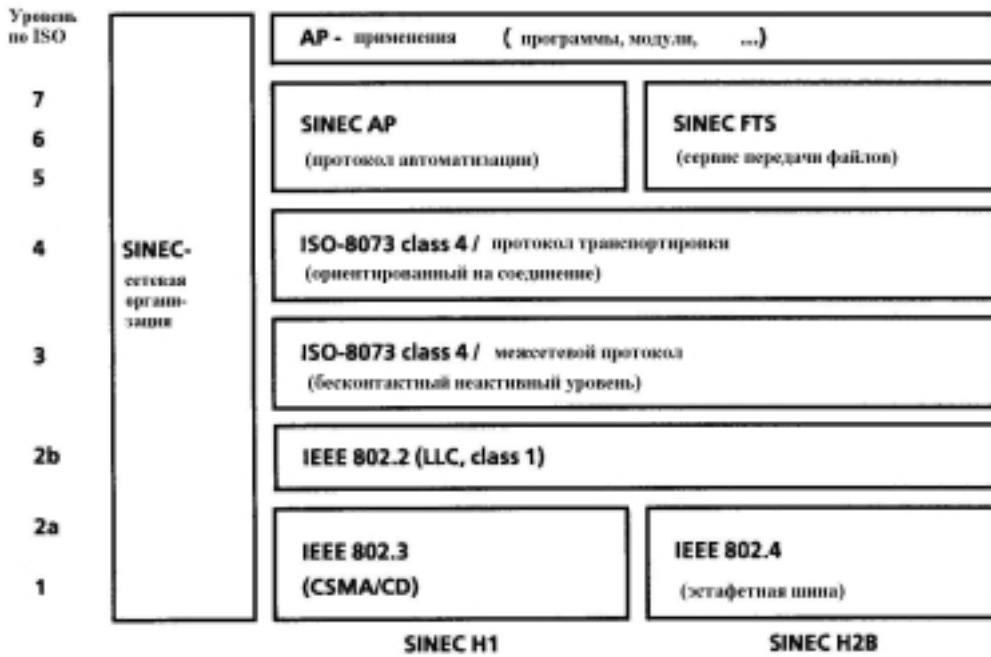
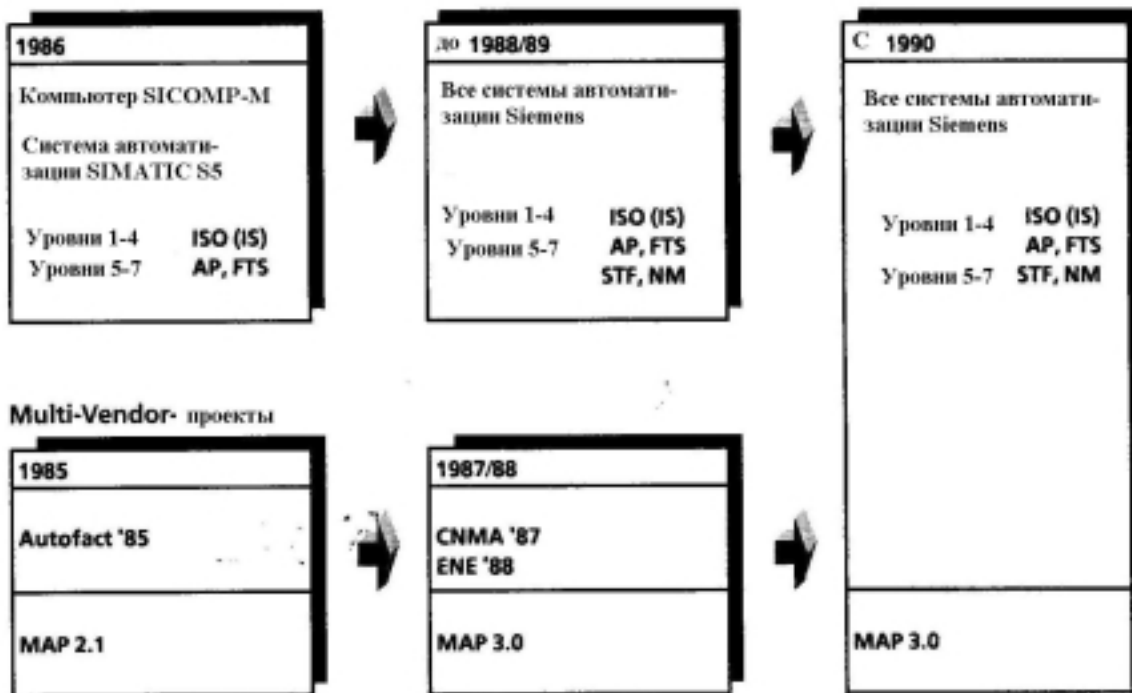


Рис. 12.5 архитектура протокола SINEC

Коммуникация Siemens



Примеры этому - перенос файлов между различными компонентами автоматизации (file transfer) или инициализация, загрузка, запрос, управление компонентами автоматизации по сети, а также доступ к переменной величине из процесса (process and factory automation functions). Кроме того SINEC прописывает подчиняющие функции, напр., проектирование и управление коммуникационной сетью, а также „предоставление каталога“.

С 1987 ступенчатый план на Siemens способствовал тому, что еще в 1990 г. стал возможным полный переход к MAP 3.0 для всех систем автоматизации (рис. 12.6).

SINEC-AP является совместным, ориентированным на пользователя языковым средством для коммуникации различных систем автоматизации в пределах коммуникационного объединения Siemens SINEC H1 и SINEC H2B.

Протоколы SINEC-AP разделены на „AP-Монитор“ для исполнения протоколов и „Технологические функции (TF)“, собственные службы. По своей функциональности „Технологические функции“ разработаны так, что они являются вполне совместимыми с MMS-функциями. Пользователь не видит никакого различия, общается ли он через SINEC-AP или MMS. Программы пользователя являются и останутся также в будущем совместимыми по функциям с MMS в MAP 3.0 (рис. 12.7).

SINEC FTS (сервис переноса файлов) дополняет SINEC-AP в области разработок и „оргтехники“. SINEC FTS сверх этого пользуется FJAM (File and Job Access Method – метод доступа к файлам и заданиям).



Рис 12.7

Стратегия миграции Siemens: продолжать промышленную коммуникацию без изменения программного обеспечения пользователя

Эти „протоколы службы пользователя" соответствуют уровням 6 и 7 референтной модели по ISO.

Siemens открывает созданную SINEC AP архитектуру протокола, так что при соответствующем дополнении также чужие системы, работающие по шинному принципу, могут интегрироваться в автоматизированное объединение SINEC. Кроме того, своими коммуникационными протоколами SINEC AP/TF и SINEC FTS Siemens предоставляет европейский De-facto-стандарт для промышленной коммуникации, и покрывает вместе с тем еще открытый дефицит в международной стандартизации.

12.4 Экономичные сети SINEC

12.4.1 SINEC L1

При незначительном выходе данных и количестве участников особенно подходит шинная система SINEC L1 (low raenge), так как она существенно экономичнее выполняет эти незначительные технические требования. SINEC L1 разработана специально для решения малых задач коммуникации и используется преимущественно для обмена данными между ПЗУ управлений Siemens SIMATIC S5, а также с промышленным компьютером. Разумеется, SINEC L1 можно также подключать к SINEC H1.

Самые важные технические данные SINEC L1:

- Средство передачи: 4-жильный кабель (экранированный)
- Полный цифровой поток: 9,6 килобит / s
- Длина телеграммы: максимально 64 байта за передачу
- Топология: максимально 2 ретранслятора между 2 участниками, максимально 2 пары ретрансляторов с ДУ между 2 участниками
- Дистанция: 4 км между 2 участниками, максимально 50 км
- Количество участников: 31 (включая Master)
- Метод доступа Master-SLAVE

В SINEC L1 реализовывается метод доступа „Fixed Master" (также „Master-SLAVE") с последовательной пересылкой данных, таким образом, здесь осуществляется центральное управление обменом данными. На расстояниях до 50 км с одного Master-управления могут координироваться до 30 slave-управлений. В аварийном случае нормальный режим опроса прерывается и производится преимущественный опрос. Последовательность устанавливает пользователь.

Более крупные устройства автоматизации SIMATIC S5 можно подключать как к SINEC H1, так и к SINEC L1. За счет соединения обеих шинных систем можно создать большую по охвату и недорогую сеть, которая может ориентироваться на самые различные задачи коммуникации относительно количества участников, скорости и охвата.

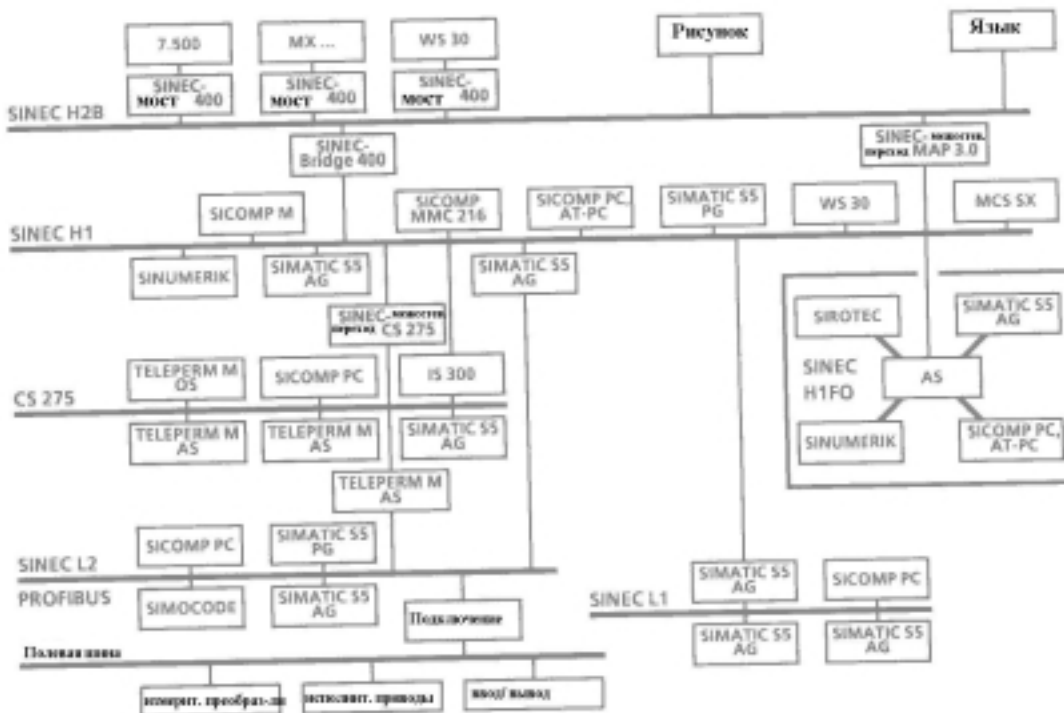


Рис. 12.8 Все сети Siemens в соединении для промышленной коммуникации

12.4.2 SINEC L2

Самые важные технические признаки SINEC L2 для уровней 1 и 2:

- Средство передачи: скрученный 2-жильный кабель,
- Полный цифровой поток: 9,6 килобит / с - 500 килобит / с,
- Топология: Линию или дерево,
- Максимальный длина шины: 1,2 км, с ретрансляторами 4,8 км,
- Количество участников: 32 активных, максимально 122 активных и пассивных участника,
- Метод доступа: Master-Slave и эстафетная передача.

Комфортабельный метод выделения PROFIBUS со своим концептом Multi-Master-Slave позволяет оптимально решать задачи по затратам, производительности, времени реакции и надежности в самых различных областях применения.

Для простой сенсорной шины лучше всего подходит принцип Master-Slave, версия же с несколькими активными участниками, напротив, выполняет требования комплексных систем автоматизации. Активные участники делят в этом случае шину по протоколу эстафетной передачи, как при MAP.

12.5 Доступ к другим локальным сетям и общественным сетям

Межсетевой преобразователь SINEC H1-CS275 содействует сетевому переходу от шинной системы SINEC H1 к шинной системе CS 275 TELEPERM M. Связи коммуникации с системами SINEC H1 реализуются при этом через SINEC AP/TF, с системами TELEPERM M через блоки связи для передачи аналоговой и двоичной величины.

Полевая шина SINEC L2 (шина PROFIBUS проекта связи BMFT) получает доступ к ячеистой сети SINEC H1 через управление SIMATIC.

Производство, интегрированное и разделенное на несколько пунктов, также требует коммуникации между блоком различных пунктов. Это возможно только посредством общественных сетей. Поэтому SINEC поддерживает нормы CCITT, как напр., X.21 и X.25.

Основной план SINEC - результат долгосрочных опытов во всех областях техники автоматизации на Siemens, и означает свободную и открытую коммуникацию в каждом блоке автоматизации и с совместимыми системными переходами к оргтехнике, а также к службам связи. SINEC открыт для будущего.

13 Проектирование и применение

Полученный уже в реализованном оборудовании опыт из недавнего прошлого показал, что многоуровневый концепт лучше всего предназначен для достижения эффективного обмена информацией в сложных сетях промышленности. Как описано в разделе 3, этот план приводит к иерархической организации различных связей на нескольких уровнях, а именно на:

- уровне руководства предприятием,
- уровне руководства производством,
- уровне менеджмента,
- уровне управления и
- рабочем уровне.

При проектировании сетей коммуникации прежде всего возникает вопрос, обмен какими принципиальными данными и сведениями должен осуществляться и какие пути решения проблем открываются при обработке существующих информационных структур и использовании современной техники передачи данных как ЛВС (ЛОКАЛЬНАЯ СЕТЬ).

В этой связи следует указать еще раз на различные задания уровней и вытекающие из этого требования, предъявляемые к сети коммуникации:

- На уровне руководства предприятием должен происходить обмен большой информацией по администрации, планированию и производству между различными подразделениями предприятия, а также различными зданиями.
- На уровне руководства производством сеть коммуникации связывает системы изготовления и системы автоматизации для производства внутри предприятия; она также может распространяться на несколько зданий или цеховых подразделений. Основной задачей сети коммуникации на этом уровне является распределение данных о продукции и изготовлении.

Это типичное поле применения для локальных сетей, базирующихся, как SINEC H1, SINEC H1FO (Fiber Optic) или SINEC H2B (широкого диапазона), на международных стандартах, так как на этом уровне должны сообщаться друг с другом множество различных систем автоматизации, от миникомпьютера до управления даже различных изготовителей. Эта коммуникация должна быть по возможности простой для пользователя и не требовать специфического программного обеспечения.

13.1 Общие требования к коммуникационной сети

- На уровне руководства, который обозначается также как уровень управления рабочим процессом, собирают довольно независимые подсистемы, напр., несколько обрабатывающих станков и роботов в гибкий производственный блок. Внутри такого производственного блока происходит очень интенсивный обмен данными; поэтому используемые здесь ЛВС (локальные сети) должны иметь соответственно высокую скорость передачи информации (напр., 10 Mbit/s в сетях SINEC).
- На уровне управления впервые возникает требование короткого времени реакции. Основная задача здесь - взаимоблокировка и синхронизация машин и их функций наряду с контролем машин и сбором данных. Зачастую на этом уровне имеются в наличии коммуникационные системы, созданные для специфичных в определенном производстве, частично целевых сетей, в качестве автономных единиц, которые должны интегрироваться в общезаводское коммуникационное соединение.

В этой области применяются сети SINEC H1 и H1FO, также SINEC L1 и самая новая сеть коммуникации SINEC L2.

- На уровне технологического процесса должна применяться простая коммуникационная система с недорогими компонентами сети и конечными подключениями оборудования. Прежде всего на этом уровне реализовывалась и будет реализовываться впоследствии коммуникация через точечные связи. Однако здесь наблюдается тенденция в направлении ЛВС (локальных сетей). Siemens на этом уровне использует преимущественно SINEC L1 и SINEC L2.

При рассмотрении этих различных уровней иерархии и задач автоматизации явствует, что для безупречной и прежде всего открытой коммуникации необходимы системы автоматизации и коммуникационные сети, которые оптимально приспособлены решения поставленных задач.

13.1 Общие требования к коммуникационной сети

В основном требуется простая, легко расширяемая топология сети со стандартными компонентами в качестве терминального оборудования. К тому же в распоряжении заказчика должна иметься подробная и удобная документация.

Требования к оборудованию могут быть очень различны. Существенными требованиями тем не менее являются:

- После фазы проектирования и реализации собственный персонал фирмы должен уметь самостоятельно эксплуатировать сеть коммуникации.
- Должна существовать возможность выполнять многие протоколы коммуникации через совместную сеть. Вследствие этого расширяется спектр подключаемых систем.
- Сеть коммуникации должна быть в состоянии гарантировать различные услуги, напр., параллельно и одновременно передавать изображения, данные и язык.

- Сеть коммуникации в производстве должна обладать высокой устойчивостью к отказам.
- Должна быть гарантирована возможность подключения до 1000 участников.
- Должна быть возможна интеграция уже установленных систем автоматизации.
- Для управления сетью требуется сквозной сетевой менеджмент.
- Сеть коммуникации должна быть перспективной.

Эти требования подробнее разъясняются ниже.

13.1.1 Эксплуатация сети коммуникации собственным персоналом фирмы

Координация собственного персонала фирмы облегчается значительно, если уже в фазе планирования задействован администратор сети. Вследствие этого гарантируется постоянство знаний как из фазы планирования работы, так и этапов расширения, и знания могут плавно накапливаться.

Этот администратор сети может препятствовать также возможно другой оценке требований, вызванной технической модернизацией, и возникающие из этого новые обсуждения сети.

Группа поддержания режима эксплуатации должна привносить ступенчатое ноу-хау. Квалификация и требования к персоналу очень различны, так как анализ и, наконец, быстрое устранение возникающих дефектов зависит непосредственно от персонала поддержания режима эксплуатации и устройств контроля.

Даже эти устройства контроля должны быть приспособлены относительно удобства обслуживания под обслуживающий персонал, как, напр., простое устройство индикации загруженности шины, сигналы отправки и приема соответствующего участника шинной связи, или устройства для физической и логической проверки действия установленной сети или программное обеспечение и аппаратные средства для создания определенной и воспроизводимой загруженности сети.

Устройства тестирования протоколов в виде программного обеспечения и аппаратных средств, предоставляют еще больше возможностей записывать и декодировать обмен данными, для возможности распознавания появляющихся дефектов в протоколах.

Очень полезной оказалась разработка концепта поиска ошибок, который, разумеется, должен быть ориентирован также на квалификацию обслуживающего персонала. Такой концепт поиска ошибок базируется на нижних уровнях на подготовленных контрольных листах. Эти контрольные листы согласовываются с конфигурацией сети, напр., контрольный лист „вся сеть“, „основной сегмент“, „предыдущий сегмент“ и т.д. вплоть до контрольного листа „конечный участник“,

который со своей стороны может разделяться на листы „устройства автоматизации" и „программаторы".

С этими контрольными листами монтер на месте получает разветвленную сеть решений ("дерево решений"), которое служит с одной стороны для ограничения дефекта, а с другой указывает монтеру, какие дальнейшие мероприятия или шаги необходимо выполнить.

Заключение договора по обслуживанию или сервису с поставщиком сети гарантирует непрерывную проверку и контроль коммуникационной сети.

13.1.2 Режим нескольких протоколов коммуникации на совместной сети

Наряду со стандартизованным протоколом, напр., по ISO должна также иметься возможность выполнения протокола на компьютерной сети для целей компьютерной коммуникации. Вследствие этого гарантируется, что наряду с коммуникацией миникомпьютеров с подчиненным управлением может быть также реализована коммуникация персональных компьютеров по тому же „кабелю", причем отдельные устройства автоматизации могут сообщаться только гомогенно, т.е. в пределах того же системного семейства, т.е., напр., персональный компьютер с персональным компьютером.

При CSMA/CD условием для такой установки является сеть, построенная по норме IEEE 802.3 с соответствующими сетевыми подключениями. Естественно должно гарантироваться, что системы автоматизации должны обладать различными сетевыми адресами. На рис. 13.1 приведен пример SINEC H1 /H1 FO (см. раздел 12) базовой сети для всех систем со схемой CSMA/CD (Ethernet).

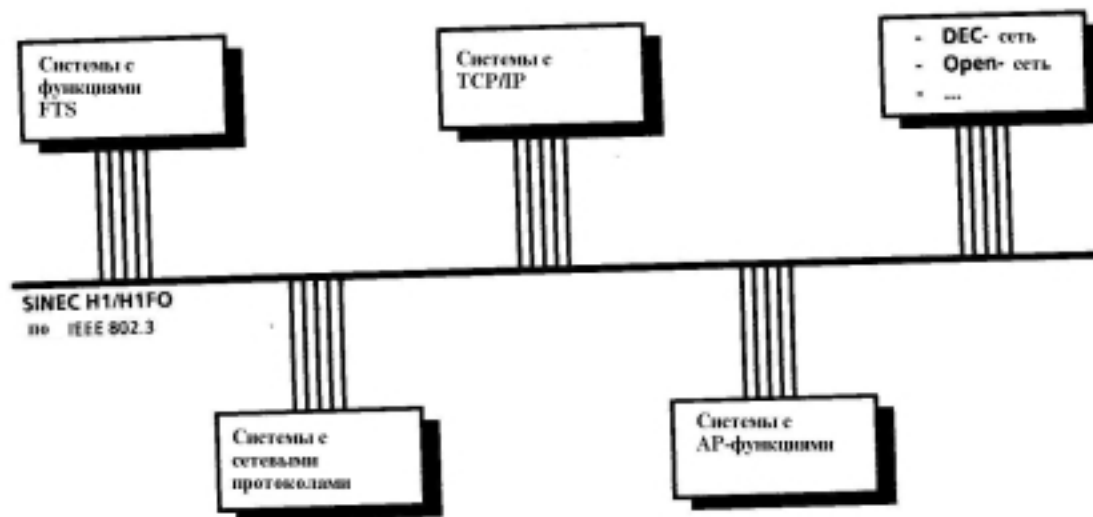


Рис. 13.1 Базовая сеть для всех систем с подключениями CSMA/CD

13.1.3 Передача изображений, данных и языка по той же сети

Самыми распространенными требованиями к коммуникации являются коммуникации программа- программа наряду с архитектурой серверов и рабочими местами с графическими приложениями. Здесь первичная графическая обработка в узле сети может быть более рациональной, чем передача полного изображения.

Для реализации таких требований к коммуникации предлагается применение такой широкополосной сети, как SINEC H2B. За счет предоставления нескольких каналов с частотным разделением возможно такое параллельное служебное выполнение. Рис. 13.2 показывает различные услуги, которые могут работать принципиально по такой сети.

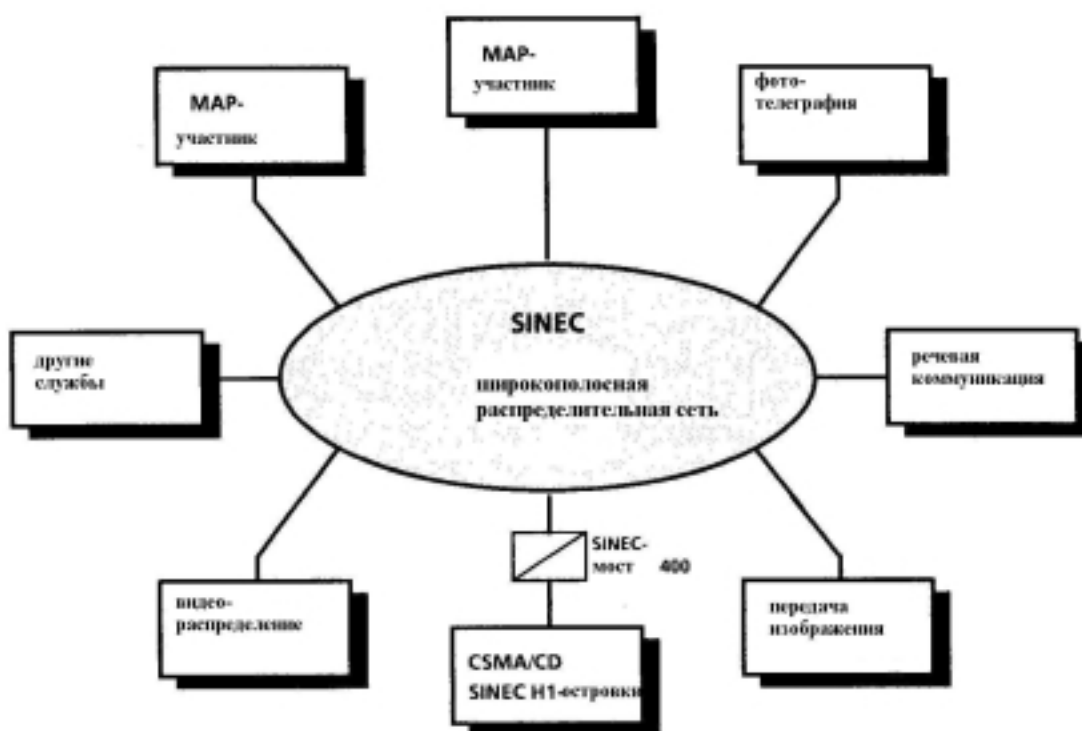


Рис. 13.2 Распределительная широкополосная сеть для передачи изображений, данных и языка

13.1.4 Доступность сети коммуникации

Высокая доступность означает, что с самого начала необходимо заложить избыточность и возможность доступа. При этом необходимо ответить на следующие важные вопросы:

- Через какое время дефектная система автоматизации должна контролироваться и заменяться?
- Какие влияния имеет отказ отдельной системы автоматизации?
- Необходимо ли переключать или полностью заменять систему автоматизации, причем полная замена требует большого количества запасных частей?

Таким образом, сеть коммуникации, ориентированная на свои компоненты, должна быть приспособлена к среде применения. По этой причине Siemens применяет вокруг коаксиального кабеля дополнительный алюминиевый экран. Этот экран предотвращает с одной стороны слишком большое влияние электромагнитных волн, а с другой он используется для выравнивания потенциалов, так чтобы возможные выравнивающие потоки не текли через наружный проводник коаксиального кабеля. Далее на Siemens не будут использоваться приемопередатчики с техникой сердечника, а будет применяться техника жесткого резьбового соединения ethernet-кабеля с приемопередатчиком. Благодаря резьбовому соединению стык в определенных границах устойчив к ударам и вибрации и может также применяться в суровых условиях эксплуатации.

Для областей с особенно сильными электромагнитными помехами предпочитается сегодня установка световодной сети. Благодаря преобразованию и передаче данных с помощью света такие помехи не могут сфальсифицировать данные извне.

13.1.5 Мощность сети коммуникации

В широкополосные сети, как, напр., SINEC H2B, могут присоединяться сегодня несколько 1000 участников. CSMA/CD-сеть, некоторым образом ячеистая сеть, напр., SINEC H1 или H1 FO, предлагает возможность подключения 1024 участников. В практике этого больше чем достаточно.

В сети коммуникации для уровня технологического процесса, также названной „экономичной сетью“, могут соединяться зачастую от 32 до 122 участников. Эти сети работают чаще всего по принципу Master-Slave.

13.1.6 Интеграция уже установленных устройств автоматизации

С применением концентраторов и / или межсетевых преобразователей можно включить в ЛВС более старые, не предназначенные для сети системы автоматизации.

Эти концентраторы и межсетевые преобразователи должны тем не менее очень точно анализироваться по своему мощностному профилю, спроецированному на требования оборудования.

Важными аспектами при этом являются:

- интенсивность потока информации,
- возникающая временная задержка,
- проверка полной функциональности межсетевых преобразователей,
- проверка соответствия межсетевых преобразователей требованиям оборудования и стоимость.

Такая интеграция имеет преимущество того, что существующие условия коммуникации могут использоваться далее, и только немногие станции, больше всего матричные процессоры, сообщаются по межсетевому преобразователю с присоединенными извне системами автоматизации.

13.1.7 Менеджмент сети

Сложные сетевые архитектуры больше не эксплуатируются без эффективного управления сетью. Такой менеджмент сети должен предлагать функции проектирования, ввода в эксплуатацию, контроля, диагностирования и оптимизации общих сетей. На Siemens SINEC NM (менеджмент сети) обладает этими функциями и гарантирует в любое время согласованность проектных данных. В этой связи важным является вопрос, какой круг людей может иметь доступ к менеджменту сети. В этом аспекте рассматриваются люди с соответствующими различными правами доступа и возможностями изменения: планировщики или проектировщики оборудования, эксплуатационники, ответственные за сеть и всю систему, а также обслуживающий персонал и специалисты диагностирования.

Следующий важный критерий менеджмента сети – элементы описания. Требуются:

- описание связи систем (узлов) в сегменты с интерфейсом, типом и адресом в шине,
- описание топологии сети, структурированной по сегментам, групп сегментов, подсети и сети,
- описание транспортировки данных (TSAP) и отношения этих транспортировок данных,
- описание выполняемых частичных заданий (приложений) и их связей.

Естественно, такой сложный набор должен быть легок в изучении и удобен для пользователя.

13.1.8 Перспективность сетей коммуникации

Основой для коммуникации различных систем (гетерогенных коммуникаций), также различных изготовителей, являются во всем мире принятые протоколы, как они подробно описывались. Степень пригодности для этого действующих норм обозначается DP (Draft Proposal), DIS (Draft International Standard) и IS (International Standard).

Концептуальная работа по проектированию новых решений коммуникации может начинаться с создания DP, но проблематика возможных постоянных изменений спецификации исчезает собственно только с созданием IS. Таким образом, от стандарта до широкого использования в промышленности необходимо пройти длинный путь, представляемый следующим образом:

- стабильность стандарта,
- разработка программного обеспечения,
- установление условий проверки,
- разработка контрольного программного обеспечения,
- разработка и поставка устройств для пилотируемого использования,

- ре-дизайн аппаратных средств и программного обеспечения,
- создание поддержки,
- продукты для широкого промышленного применения.

Для оценки вопроса стабильности стандартов и спецификаций нужно различать так называемые базовые стандарты и профили нормирования. Базовые стандарты являются нормами, установленными для каждого отдельного уровня исходной модели ISO, т.е., напр., MMS в уровне 7 или IEEE 802.3 для уровней 1 и 2 (см. раздел 9.3).

Companion Standards (CS) являются дополняющими определениями, причем учитываются специальные системные семейства, как, напр., управления при помощи программы, хранимой в памяти.

Все же базовые стандарты и стандарты Companion Standards одни не предлагают еще никакой эффективной и открытой коммуникации. Только установление так называемых профилей нормирования, описывающих все семь уровней исходной модели, гарантирует перспективную сеть коммуникации. Профили нормирования, напр., MAP/TOP (см. раздел 9.3), гарантируют сочетание создающихся более поздних протоколов и стандартов с установленной в настоящее время коммуникационной сетью.

Пользователь, использующий сегодня такие сети, как, напр., SINEC ф-мы Siemens, может быть уверен, что он сможет использовать свою инфраструктуру также „завтра“.

На основе этих общих требований получила признание сетевая архитектура, созданная на базе нескольких подчиненных ячеистых сетей, как SINEC H1 и H1 FO, и связывающего „стержня“, как SINEC H2B (см. раздел 12).

Ячеистым сетям могут быть также подчинены дальнейшие „экономичные сети“, как SINEC L1 и SINEC L2.

В последующем приводятся более подробные пояснения нескольких важных и принципиальных норм проектирования упомянутых ранее сетей коммуникации. При этом не избежать возврата к нескольким обозначениям и контексту техники передачи данных. Тем, кто занимается проектированием коммуникационных сетей, необходимо обладать основными знаниями в этой области; однако детальное описание которых сильно превысили бы рамки этой книги.

13.2 Стержневая система широкополосных сетей (на примере SINEC H2B)

Чтобы гарантировать безотказную передачу данных на широкополосную ЛВС и обеспечить расширение за счет дополнительных участников или услуг для пользователя, требуется тщательное планирование и проектирование. Только в этом случае может гарантироваться более поздние расширения.

Для гарантии надежного спектра сигнала ко всем точкам подключения широкополосной сети, т.е. для декодирования сигнала должны быть соблюдены следующие параметры:

- минимальный и максимальный уровень,
- отношение сигнал/шум (Signal to Noise Ratio SNR),
- минимальное отношение сигнал/помеха по отношению к вызванному перекрестной модуляцией уровню помех (Second Order Beat, Compositiv Triple Beat).

Для выяснения этих значений требуется расчет уровня планируемой широкополосной сети.

Для расчета характеристики уровня в широкополосной сети установлен исходный уровень в 6-МГц-канале (максимально 53 dB) 53 dBmV и приемный уровень цели 9 dBmV.

Широкополосная сеть разработана так, что при вводе исходного уровня в любой канал соблюдаются свойства передачи всех активных и пассивных компонентов и в каждом пункте соединения достигается приемный уровень цели 9 dBmV.

Вследствие этого есть возможность присоединения в любое время к каждому пункту системы автоматизации соответствующим модемом.

Расчет исходного уровня нужно проводить для следующих частотных величин в прямом и обратном направлении.

Прямой диапазон

233 МГц канал К система контроля

280 МГц канал Т средняя частота High Split (MAP 3)

440 МГц канал ХХ диапазон верхних частот

Обратный диапазон

31 МГц канал Т11 система контроля

95 МГц канал FM1 средняя частота High Split (MAP 3)

186 МГц канал 9 диапазон верхних частот

Выбор компонентов нужно осуществлять так, чтобы все уровни приема у конечных участников (прямое направление) и все принятые на головной станции уровни (обратное направление) при вводе 53 dBmV находились в диапазоне $9 \text{ dBmV} \pm 3 \text{ dB}$.

Нормы IEEE 802.4 и IEEE 802.7 устанавливают важнейшие устанавливаемые данные как для передачи информации на широкополосной ЛВС в трех МАР-каналах, так и для специфических для сети параметров:

- уровень передачи от + 33 до + 53 dBmV
- уровень приема от -7 до + 13 dBmV
- Signal toNoise Ratio мин. 30 dB
- Second Order Beat мин. 60 dB
- Composite Triple Beat мин. 58 dB

13.2.1 Принципиальный образ действий при расчете

Расчет производится прежде всего для магистрали в прямом направлении. На рис. 13.3 схематически показана широкополосная сеть с компонентами.

Начинать следует с усиленной ветви головная станция - магистраль, т.е. с вершины (1). Уровни на выходе головной станции установлены. На указанном примере между головной станцией, вершиной (1), и разделителем, вершиной (4), проложен магистральный кабель длиной 150 м.

При вычитании демпфирования кабеля из выходных уровней головной станции получаются входные уровни разделителя, вершины (4).

Выходные уровни разделителя, вершины (4/3), получаются при вычитании величин демпфирования порт 1-3 из входных уровней, вершины (4/1). В этом примере на разделитель SP 2 в вершине (4/2) должна быть подана нагрузка волновым сопротивлением 75 Ohm.

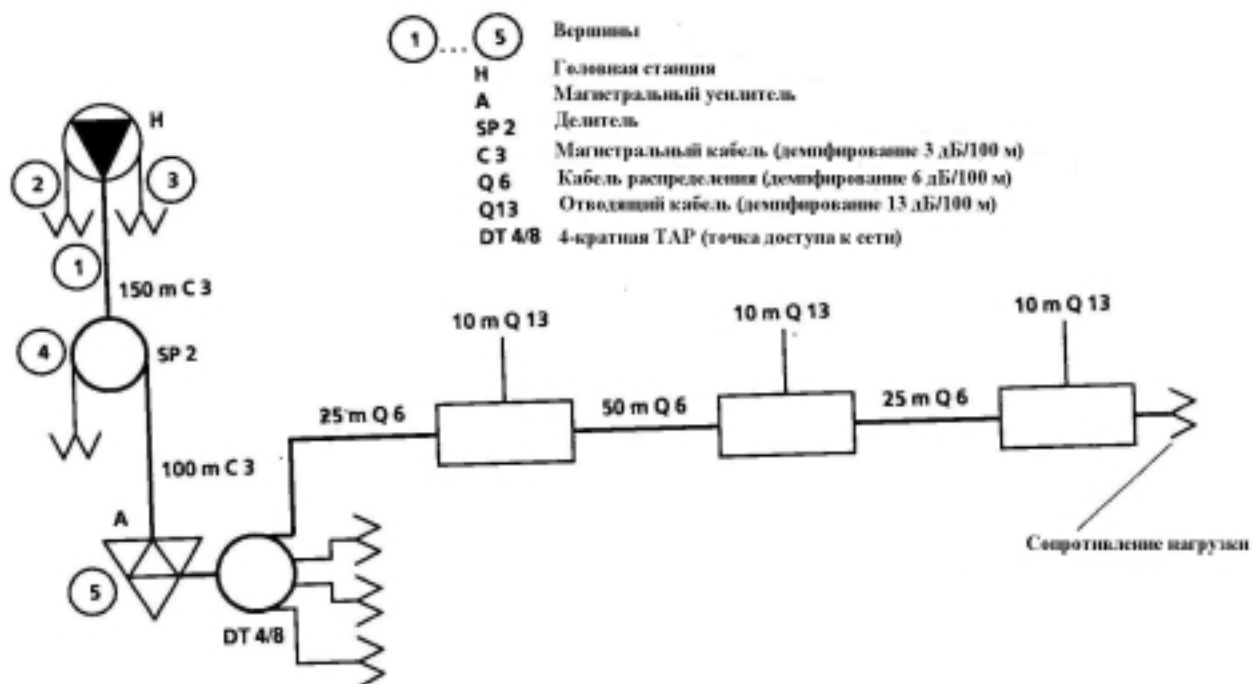


Рис. 13.3 Широкополосная сеть схематически

В указанном примере после разделителя, вершина (4/3), расположен магистральный кабель СЗ - 100 м. При вычитании величин демпфирования кабеля определяется входной уровень для усилителя, вершина (5). На усилитель подается магистральная нагрузка сопротивлением 75 Ohm.

При необходимости еще большего количества усилителей расчет по магистрали производится в прямом направлении прежде всего для всей сети. По названным стандартам вне головной станции разрешено использовать максимально 15 усилителей для преодоления большие расстояний (около 300 - 400 м).

При недостижении требуемого уровня соответственно должна измениться конфигурация сети. В магистрали могут использоваться только следующие компоненты (пояснение на основе компонентов сети SIEMENS SINEC H2B, см. раздел 12):

SINEC-H2B-магистральный кабель, - распределитель, -усилитель,
-устройство ввода, -грозозащита и -магистральная нагрузка.

Эти компоненты могут иметь дистанционное питание, т.е. напряжение питания для усилителей подается и распределяется по широкополосной сети.

В магистрали не должны использоваться никакие ответвители к оконечным устройствам, так как в этом случае сбой оконечного устройства мог бы вывести из строя всю сеть.

Пока вся магистраль определяется в прямом направлении, продолжать следует вычислением линий передач. При использовании SINEC H2B, напр., для достижения площади охвата сети на каждом передающем выходе усилителя линия передачи через распределитель сразу разделяется на четыре ветви. Длина ветвей зависит от типа использованного кабеля линии передачи и от установленной TAP (точки доступа к сети), т.е. демпфирования TAP. Далее в такой ветви передачи применяются только следующие компоненты (снова на примере SINEC H2B):

SINEC-H2B - коаксиальный кабель (Q6, Q13),
-разветвитель,
-F-нагрузка с цепью.

За счет раздела линии передачи на четыре ветви учитывается также возможное расширение в будущем.

Для присоединяющегося к разветвителю кабеля для каждой ветви задается постоянная длина. Соединительные кабели должны быть по возможности короткими, так как они имеют максимальное демпфирование и самый низкий коэффициент экранирования.

Предлагаются следующие длины:

- От 5 до макс. 25 м Dropkabel (Q6) или
- От 25 до макс. 50 м Dropkabel (Q13).

Расчет по линии передачи для вершины усилителя (5) начинается с ветви, вершины 5/1. Уровни на ветвях (5/1) определяются вычитанием значения демпфирования на распределителе из величины выходных уровней усилителя, вершина (5).

При вычитании значения демпфирования 25-м- коаксиального кабеля (Q6) получаются значения входных уровней разветвителя. Для определения используемого разветвителя нужно от значения входных уровней разветвителя вычесть значение демпфирования использованного подающего кабеля и целевых уровней. С помощью заданной величины выходного демпфирования в точке доступа к сети, полученной из трех значений, (величина TAP) определяется используемый разветвитель.

При вычитании установленных значений выходного демпфирования и демпфирования подающего кабеля можно рассчитать уровень на входе окончного устройства. Для других находящихся на ветви точек доступа следует поступать так же. Соответственно последняя точка доступа должна также иметь нагрузку волновым сопротивлением 75 Ohm. К такой точке могут присоединяться четыре или восемь окончных устройств. Количество точек доступа на каждой ветви подающей линии также проектируемо.

По окончании проектировки прямого диапазона можно начать вычисления уровня в обратном диапазоне.

Для этого вначале необходимо определить уровневую характеристику обратного хода в каждой ветви для каждого окончного устройства к усилителю.

Вместе с тем должно гарантироваться соблюдение минимального входного уровня на распределительном усилителе (Bridger Amplifier) на каждом участвующем устройстве. При условии, правильного расчета прямого диапазона это будет почти всегда выполняться, так как прямой диапазон подвергается более сильному демпфированию из-за более высоких частот. В редчайших случаях, когда не достаточен входной уровень обратного диапазона, может использоваться как помощь в отдельных ветвях подающей линии магистральный кабель с очень низким демпфированием.

В нашем примере мы исходим из того, что уровень передачи в точке доступа составляет 53 dBmV. Из этого значения в первую очередь вычитается величина демпфирования, возникающего на 10 м подающего кабеля.

Из входного уровня обратного направления точки доступа вычитается ее проходное ослабление, демпфирование на 25 м подающего кабеля (Q6), а также демпфирование на разделителе.

Полученный из этого расчета обратно входной уровень обратного направления в усилителе, вершине (5) сравнивается с необходимым минимальным уровнем. Тем же способом нужно проводить вычисление всех TAP.

13.2.2 Расчет отношения сигнал/шум

Тепловые шумы

В электронной схеме, эксплуатируемой при температуре выше абсолютного нуля, возникают тепловые шумы. Сила шумов зависит от ширины диапазона канала и температуры.

Коэффициент шума усилителя

Коэффициент шума усилителя – величина шумов, создаваемых усилителем дополнительно к тепловым шумам. Это свойство усилителя и его нельзя компенсировать. С увеличением уровня на входе усилителя изменяется отношение сигнал/шум, но не доля усилителя в шуме.

Шумы в системе

Исходя из целесообразности отношение сигнал/шум должно иметь значение по меньшей мере 36 dB. Существенным всегда является самый неблагоприятный случай, т.е. в самая удаленная точка ветви.

Шумы в разделителе

Влияния шумов в двунаправленной сети не одинаковы для обоих направлений. Компонентом, которого это особенно касается, является разделителем. В прямом направлении сигнал несущей частоты демпфируется равным образом, как и шумы. В обратном направлении оба сигнала демпфируются аналогично прямому направлению.

Демпфирование шумов в первую очередь зависит от значения фазы. В самом неблагоприятном случае оба шумовых сигнала синфазны. Затем оба шумовых сигнала складываются и после этого демпфируются так же, как сигналы несущей частоты.

Отношение сигнал/шум (SIGNAL-TO-NOISE-RATIO, SNR) изменяется так в неблагоприятном случае. В разделителе значение SNR может ухудшиться в обратном направлении в самом неблагоприятном случае при синфазных краевых сигналах на 3 dB. При проверке отношения сигнал/шум нужно предусматривать поэтому определенный резерв.

13.3 Коаксиальные ячеистые сети CSMA/CD (на примере SINEC H1)

Проектирование коаксиальной ячеистой сети CSMA/CD также может быть разделен на несколько ступеней. Это:

- определение сетевой архитектуры,
- соблюдение норм прокладки сетей и инсталляции,
- соблюдение условий эксплуатации.

Для определения сетевой архитектуры теоретически имеются выводимые условия, которые запрещают абсолютно свободную топологию сети. Таким образом, лимитируется проектирование сети IEEE 802.3, как SINEC H1 следующими физическими границами:

- максимальное время распространения сигнала в сети $> 51,2 \mu\text{s}$ для надежного распознавания столкновений,
- импульсно-фазовые колебания (accumulated phase jitter) и
- демпфирование сигнала через шину.

Имеется принципиальная возможность при проектировании сети учитывать параметры отдельно. Для учета большинства практических случаев достаточно соблюсти описанные в разделе 13.3.1 правила структуры. Соответствующее проектирование в этом случае осуществляется в пределах техники передачи.

13.3.1 Правила сетевой структуры

При проектировании сети IEEE 802.3 следует исходить из простого, неразветвленного кабельного сегмента. С помощью повторителей можно соединять несколько сегментов друг с другом.

Для более крупных сетей оправдала себя сетевая архитектура, в которой отдельные подсегменты соединяются в общую сеть через основной сегмент (стержень).

При условии возможности подключения к этому основному сегменту устройств автоматизации в этой сетевой архитектуре можно произвести все разрешенные сетевые конфигурации.

Создание сегмента

- Сегмент имеет максимальную длину 500 м и содержит макс. 100 приемных устройств.
- Каждый сегмент имеет на обоих концах нагрузку 50 Ом (Terminator).
- Минимальная длина кабеля в шине между двумя приемными устройствами составляет 2,5 м.
- Максимальная длина кабеля между приемными устройствами составляет 50 м. Промежуточная длина между предварительно смонтированными элементами составляет 3,2 м, 10 м, 20 м и 32 м.
- Сегмент может содержать максимально два устройства защиты от перенапряжений.

Связь сегмента

- Сегменты могут соединяться посредством повторителей. Между двумя любыми системами автоматизации могут находиться максимально два повторителя.
- Дистанционный повторитель состоит из двух полуповторителей и световода (LWL). Он считается устройством.
- Вся длина LWL между двумя устройствами автоматизации не должна превышать 1000 м. Для пути прохождения сигнала по двум расстояниям LWL сумма частичных этапов L1 и L2 должна быть ≤ 1000 м.
- Подключение повторителя осуществляется двумя кабелями приемных устройств и с двумя приемными устройствами.
- Соединение сети двумя активными повторителями к контуру не разрешено. Параллельно активному повторителю может подключаться еще один повторитель в дежурном режиме; это не возможно с дистанционными повторителями.

- В сети может быть произвольное кол-во повторителей или дистанционных повторителей, пока соблюдаются другие условия соединения сегмента.

Спроектированная на этой основе „квази-стандартная структура" имеет следующие преимущества:

- Возможен сбор производственно-технических устройств автоматизации в автономные сети.
- сеть может немного расширяться на несколько участников или на целые подводящие сегменты.
- Несмотря на охват площади необходимы лишь немногие инфраструктурные элементы. Максимальная длина кабеля приемного устройства 50 м достаточна.
- Структура локальной сети может легко сочетаться с конструктивными условиями. Подводящие сегменты могут устанавливаться, напр., у стены здания, таким образом, нет необходимости обращать внимание на другие трассы.
- Каждый остров, это присоединенные к подводящему сегменту устройства автоматизации, может эксплуатироваться отдельно, если гарантируется функциональное единство присоединенных устройств автоматизации.
- Электрическое разъединение отдельных сегментов осуществляется за счет промежуточных повторителей.
- Каждый остров при необходимости, напр., в случае неисправности может отсоединяться. При отказе одного сегмента остальные сегменты еще дееспособны.

Область применения и площадь охвата поэтому выводятся легко. Если названные правила применяются последовательно, то для максимально возможного интервала между двумя устройствами автоматизации (3 сегмента по 500 м, LWL дистанционного повторителя 1000 м, шесть кабелей приемопередатчиков по 50 м) получается значение 2800 м, представляющее верхний предел протяженности. При этом еще не учтены сокращения, обусловленные конструкцией, напр., устройствами, длиной подводов и т.д.

Максимальная площадь охвата, достигаемая без применения дистанционных повторителей, напр., с SINEC H1, составляет примерно 1,7 km². В пределах этой площади можно достичь любой точки при помощи устройства автоматизации.

13.3.2 Нормы прокладки сетей и инсталляции

Основное значение имеет формула для кабелей, предназначенных для создания сегмента:

$$L = (2n + 1) \cdot 23,4 \text{ м (для } n = 0, 1, 2, \dots)$$

При инсталляции нужно соблюдать следующие нормы:

Радиус загиба линии шины

Однократное изгибание 12,5 см, неоднократное изгибание 25,0 см.

Следует избегать растяжения, сдавливания, скручивания, а также повреждения экранирования, проводника или диэлектрика.

Механическая защита

Кабели нужно прокладывать так, чтобы избежать повреждения во время работы (стальные трубы, лотки для кабеля, пластмассовые трубы).

Электрическая защита

В среде с сильными электрическими помехами или при невозможности соблюдения необходимого интервала от силовых линий нужно укладывать линии шины в заземленных трубах, напр., в стальных трубах горячей цинковки. Для изгибов предлагается использование гибких металлизированных шлангов, которые также необходимо заземлять.

Защита от перенапряжений

Если сегмент коаксиального кабеля прокладывается через два здания, то соответственно начальная и конечная точка кабеля должны быть защищены от перенапряжений. В сегменте могут использоваться максимально два устройства защиты от перенапряжений.

Заземление линии шины

Сигнальный наружный проводник внутреннего (желтого) коаксиального кабеля обычно не заземляется и на каждом сегменте должен иметь соединение с заземляющим потенциалом максимально в одной точке.

Корпуса коаксиальных штекеров и приборов оконечной нагрузки, находящиеся на местном потенциале, необходимо изолировать наконечниками, имеющимися в комплекте.

Внешний экран коаксиального кабеля, напротив, должен быть заизолирован непосредственно перед и после каждого приемопередатчика.

13.3.3 Общие условия эксплуатации

По окончании установки сегмента необходима гарантия того, что в сеть соблюдаются следующие электрические величины и условия эксплуатации.

Электрические контрольные значения

- Сопротивление шлейфа на конце короткозамкнутой линии шины между нулевым проводом и внутренним экраном должно быть менее 5 Ω .
- Сопротивление шлейфа на конце линии шины с подключенной нагрузкой 5 Ω между нулевым проводом и внутренним экраном должно быть менее 55 Ω .

- Необходимо провести рефлектометрические измерения линии шины, готовой к эксплуатации. Результат: $U_{\text{отражения}} < 0,07 U_{\text{питания}}$.

Условия эксплуатации

- Достаточный интервал между кабелями шины и приемопередатчиков и проложенными параллельно проводами высокого напряжения, силовыми проводами, а также высокочастотными источниками и проводами.
- Соблюдение максимальной силы поля окружающих радиопомех для всех компонентов сети.
- Допустимая температура окружающей среды для компонентов сети, используемых в промышленности, должна быть 5 и 50°C.

Эту и дальнейшую информацию, описания и условия должны представляться поставщиком сети в форме инструкции по сборке и соответственно инструкции монтажа.

13.4 Световоды сетей CSMA/CD

(на примере SINEC H1 FO)

Большинство LWL-сетей выпускаются на основе сегодняшнего уровня LWL-техники как радиальные сети. Необходимо еще раз привести особые преимущества LWL-техники:

- большая ширина диапазона,
- отсутствие перекрестных искажений,
- отсутствие ущерба внешними полями радиопомех,
- отсутствие проблем с заземлением,
- электрическое разделение потенциалов.

Количество систем автоматизации, которые могут присоединяться к радиальному соединителю, различно и характеризуется, как указано ниже:

Радиальный соединитель, основная версия

- Можно присоединить либо 16 двухканальных съемных блоков, к 32 оптическим приемопередатчикам через Duplex-LWL-проводник (т.е. 32 системы автоматизации с кабелем приемопередатчиков максимальной длины 50 м),
- либо 16 шинных съемных блоков для подключения 16 систем автоматизации с кабелем приемопередатчиков максимальной длины 50 м
- либо комбинация обоих вышеупомянутых вариантов.

Радиальный соединитель, резервный вариант

- Можно присоединить либо 12 двухканальных съемных блоков, к 24 оптическим приемопередатчикам через Duplex-LWL-проводник (т.е. 24 системы автоматизации с кабелем приемопередатчиков максимальной длины 50 м),
- либо 12 шинных съемных блоков для подключения 12 систем автоматизации с кабелем приемопередатчиков максимальной длины 50 м
- либо комбинация обоих вышеупомянутых вариантов.

(Резервный вариант радиального соединителя имеет два источника питания, вследствие чего повышается доступность.)

Вместо системы автоматизации можно присоединить также блок нескольких разъемов или повторитель; т.е, к одному радиальному соединителю теоретически могли бы присоединиться максимально 32 коаксиальных сегмента с максимальной длиной 500 м.

Между двумя любыми системами автоматизации может быть максимальное расстояние 4600 м. При использовании нескольких радиальных соединителей расстояние между двумя любыми системами автоматизации сокращается примерно на 4300 м.

Пять уровней автоматизации могут быть подключены непосредственно друг за другом, и в каждом уровне могут снова использоваться несколько радиальных соединителей. При таких условиях можно создать очень большие сети, чисто на основе CSMA/CD.

На Siemens шина LWL используется преимущественно как стержень, т.е, как элемент, связующий здания, с подчиненными сегментами коаксиального кабеля в пределах зданий (SINEC H1 FO, см. раздел 12).

При использовании световодных сетей нужно обращать особое внимание на демпфирование сигнала средой передачи данных и на максимальное время распространения сигнала и провести соответствующее вычисление.

По установлению топологии сети должны соблюдаться правила по определению максимального диапазона LWL-CSMA/CD-сети.

Здесь тем не менее нельзя ограничиваться только теоретическими основами световодности.

Демпфирование сигнала

При расчете демпфирования сигнала между двумя оптическими соединениями (передающее и приемное устройство) нужно учитывать показатели производительности передающего и приемного устройств, а также показателей производительности линии передачи.

Передающее и приемное устройство

- Группируемая производительность, зависящая от типа кабеля и цифровой апертуры, (NA),

- Снижение производительности из-за старения передающего диода и
- Оптическая чувствительность и динамическая зона приемного устройства.

Линия передачи

- Демпфирование кабеля, в зависимости от коэффициентов демпфирования каждого типа волокна и длины кабеля,
- Демпфирование соединительных элементов сочленения (муфт, сращивателей) и
- Учет потенциальных мероприятий ремонта.

Из показателей производительности передающих и приемных устройств определяется максимально возможное демпфирование линии передачи, с которым еще возможна эксплуатация системы оптической передачи. Это максимально возможное демпфирование определяет обычно с другими показателями производительности передающей линии максимальную длину.

Максимально допустимая длина оптического кабеля между светопроводящим элементом связи шины, названного FOB (элемент связи из светопроводящего волокна), и съемным блоком двухканальной светопроводящей связи, помещенном в активном радиальном соединителе, составляет от 2400 до 3700 м.

Между двумя съемными блоками двухканальной связи или между двумя оптическими соединителями шины максимальное расстояние составляет между 2400 и 4200 м. Указанные расстояния относятся к различным типам кабеля либо волокна, имеющих диаметр сердечника/оболочки 50/125 μm , 62,5/125 μm , 85/125 μm , 100/125 μm . Среднее значение демпфирования кабеля для вышеупомянутых волокон составляет от 0,0032 до 0,004 dB/m.

Определенному типу волокна соответствует также определенная светопроводимость. Среднее ее значение составляет - 17,5 dBm и -7 dBm.

Уже при расчетах необходимо учитывать, что посылающие диоды подвержены определенному старению. Это учитывается при планировании установок в размере 3 dB.

Простой пример из опыта работы с SINEC H1FO (см. раздел 12) проиллюстрирует схему расчетов.

- Чувствительность приемного устройства соединителя SINEC H1 FO -29 dBm
- Тип кабеля 62,5/125 μm
- Минимальная мощность передающего устройства SINEC-HI FO -14 dBm
- Старение посылающего диода - 3 dB
- Фактическая мощность посылающего диода -17 dBm
- Максимальное фактическое демпфирование кабеля -17 dBm -(-29 dBm) = 12 dB

$$\begin{aligned} & \text{фактическое демпфирование} \\ \text{➤ Максимально достижимая длина кабеля} &= \frac{\text{фактическое демпфирование}}{\text{величина демпфирования кабеля}} \\ &= \frac{12 \text{ dB}}{0,0032 \text{ dB/m}} = \mathbf{3750 \text{ m}} \end{aligned}$$

При применении элементов связи SMA (SMA Sub Miniature Adapter) для сцепления двух оптических кабелей максимальные длины кабелей сокращаются. Это сокращение составляет в зависимости от типа волокна от 290 до 250 м.

Демпфирование элемента связи SMA при передаче составляет около 1 dB для всех одноволоконных кабелей.

Время распространения сигнала

Минимальная длина пакета ограничена в сети CSMA/CD 512 битами (64 байтами). Это значит, что самое позднее при отправке 511-го бита посылающая станция должна распознать, что в сети возникла коллизия, т.е. другая станция уже посылает сигнал.

Из этого получается время 51,2 μ s со скоростью передачи данных 10 Mbit/s и временем пересылки 100 ns/бит, до того, как передающее устройство распознало коллизию. За счет радиального соединения станций, которые всегда посылают сигналы к радиальному соединителю, получается простое максимальное время распространения сигнала 25,55 μ s. При вычислении должна устанавливаться теперь длина сети CSMA/CD так, чтобы время распространения сигнала встроенных и необходимых компонентов находилась ниже этой величины.

Теперь оптические сети могут соединяться также посредством так называемых соединительных элементов с электрическими сетями CSMA/CD в общую сеть. В этом случае значение будет иметь вышеупомянутое значение времени для всей сети.

13.5 Практически выполненные сети SINEC

на рис.13.4 - 13.10 приведен небольшой обзор возможных принципиальных архитектур сети в технике CSMA/CD.

Сокращения означают:

DTE Data Terminal Equipment (терминал с CSMA/CD-интерфейсом)

SSV Умножитель интерфейсов

R Повторитель

AS Активный радиальный соединитель

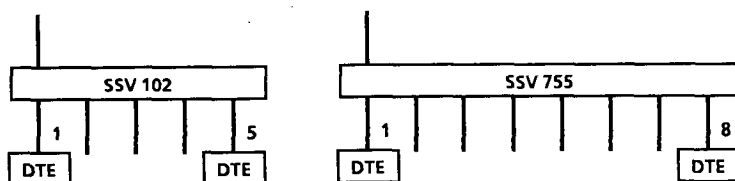


Рис. 13.4 Умножитель разъемов SINEC с 5 или 8 разъемами

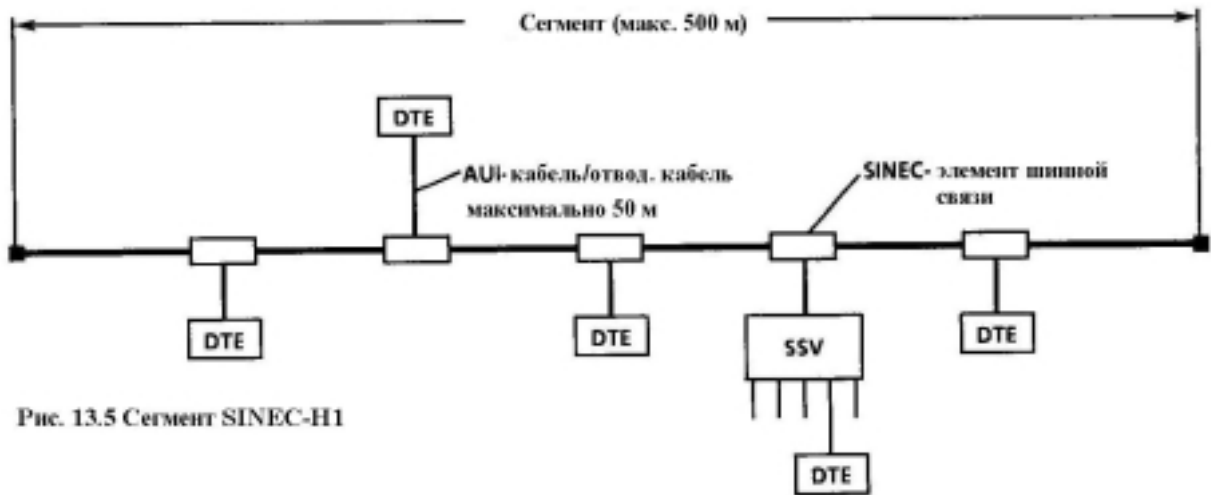


Рис. 13.5 Сегмент SINEC-H1

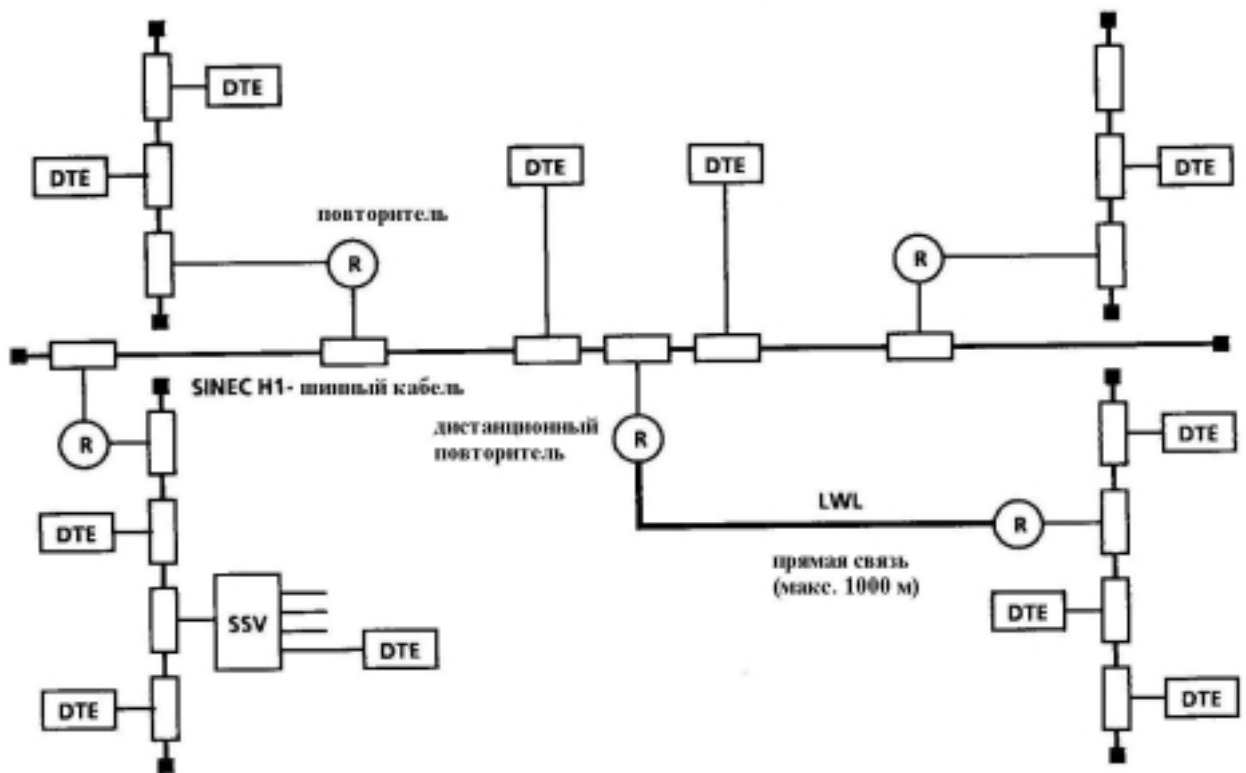


Рис. 13.6 Сеть SINEC H1 с 5 сегментами (площадь охвата ок. 2 км²)

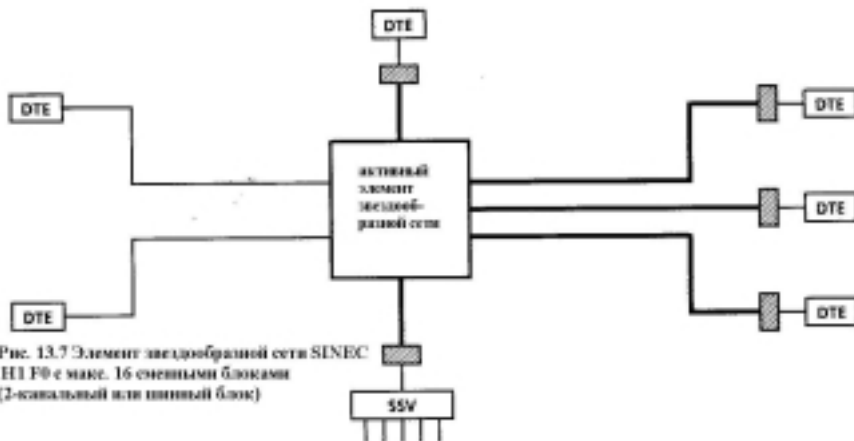


Рис. 13.7 Элемент звездообразной сети SINEC H1 F0 с макс. 16 элементами блоками (2-канальный или шинный блок)

13 Практически выполненные сети SINEC

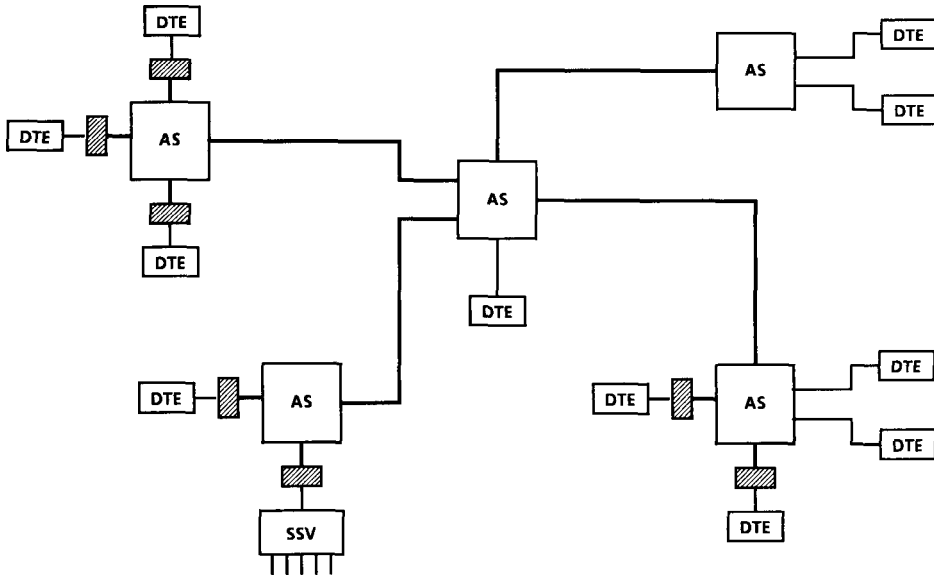


Рис. 13.8 Сеть SINEC HI FO с 5 радиальными соединителями SINEC HI HO

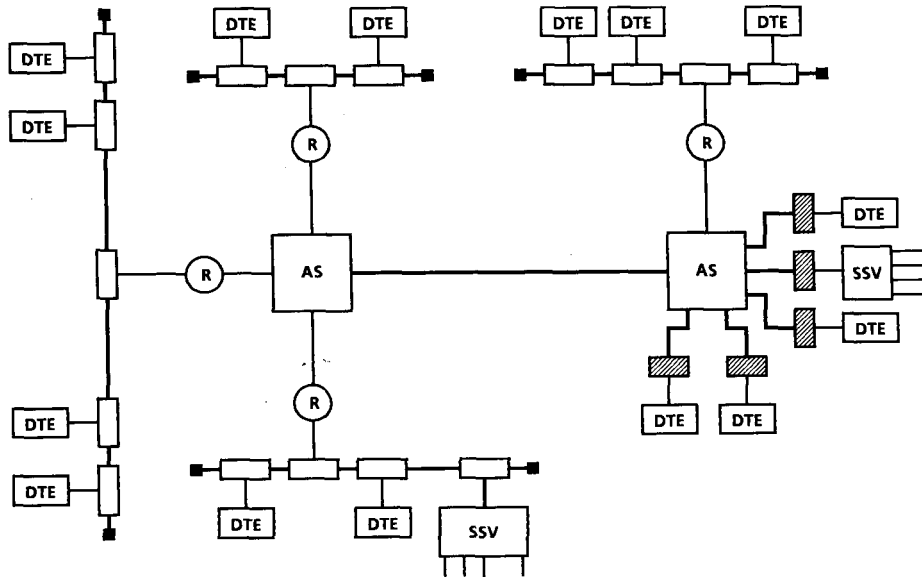


Рис. 13.9 Сеть SINEC HI FO

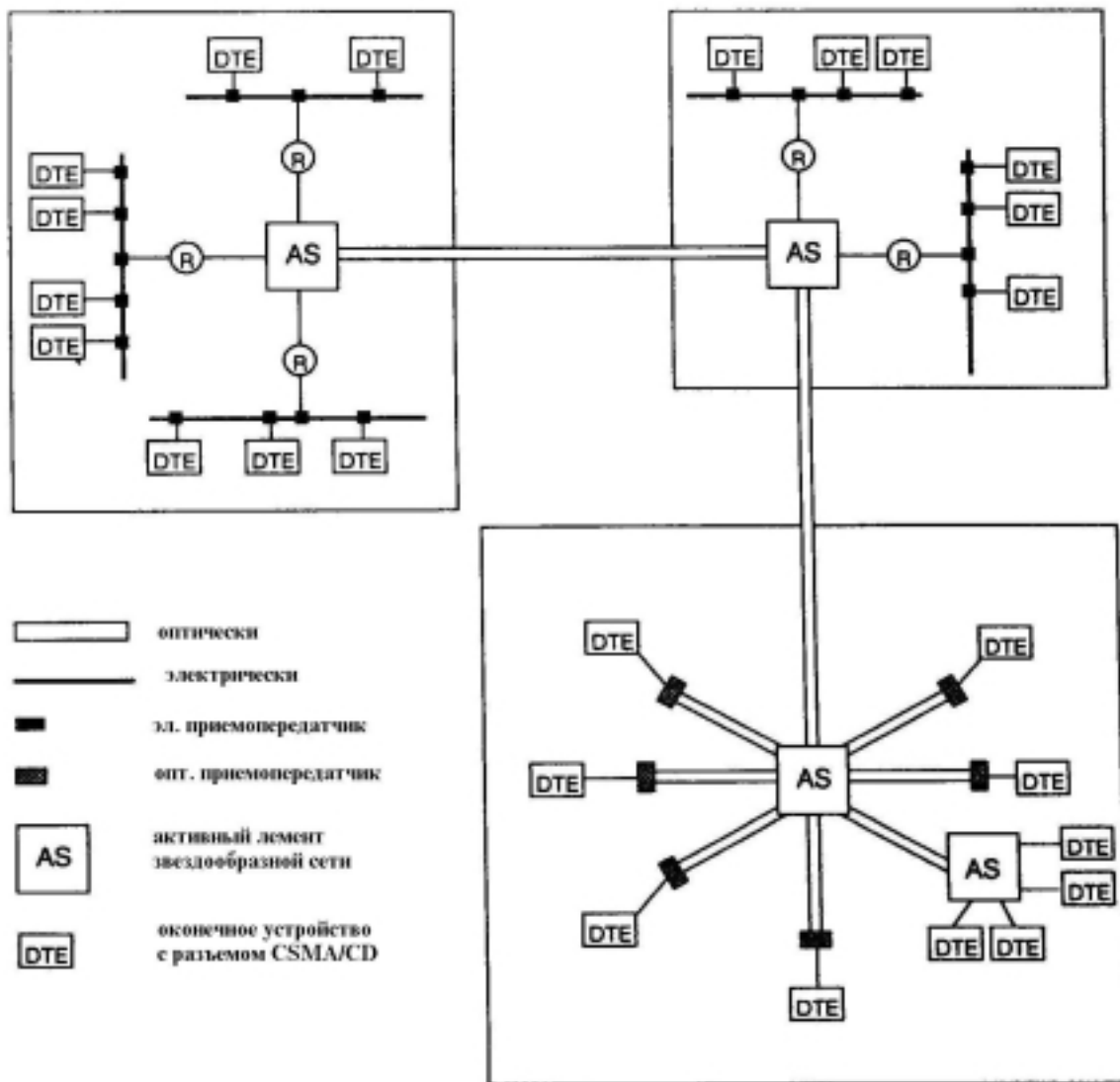


Рис. 13.10 Сети SINEC H1- с коаксиальной и световодной техникой для CSMA/CD

13.6 Сети коммуникации, приближенные к рабочим процессам (на примере SINEC L2 и L1)

Эти шинные системы отличаются простым выполнением и очень недорогими кабелями. В SINEC L2 максимальная длина сети, напр., зависит непосредственно от использованной скорости передачи данных присоединенных систем автоматизации и от выбранной техники передачи. Если используют, напр., скорость передачи данных 187,5 килобит/с, то максимальная длина на интерфейсе RS-485 ограничена 1000 м (без без повторителя). В режиме модема повышается максимальная длина при той же скорости передачи данных примерно на 2500 м.

Режим работы модема имеет кроме того еще преимущества разделения потенциала между отдельными станциями и лучшую устойчивость к помехам при электромагнитном влиянии.

В SINEC L2 допущены 122 участника (с повторителями). Эти 122 участника могут быть либо системами управления или также полевыми устройствами. Вместе с тем можно сэкономить на дорогой разводке между полевыми устройствами и системами автоматизации.

В SINEC L1 напротив допущены 32 участника, а именно только системы автоматизации. При скорости передачи данных 9,6 килобит/с максимальное расширение сети SINEC-L1 примерно 50 км.

На основе этого низкого количества участников коммуникационные сети присоединяются больше всего к мастер-системе, которая собирает данные и сообщения с подчиненных систем и передает в более высокую по иерархии сеть коммуникации.

14 Перспектива

Признаки выполнения sines-протоколов полностью соответствуют различным требованиям техники автоматизации и образуют твердую базу для долгосрочного использования.

Основываясь на этом, Siemens будет предлагать, следуя стандартам в рамках общей архитектуры SINEC, также протоколы, ориентированные на использование, для „виртуализированных функций и услуг“.

Вместе с тем будет возможна концентрация проекта автоматизации постепенно на технологической постановке задачи, и нагрузка задач коммуникации будет отсутствовать. Последствиями будут являться более быстрые и экономичные обработки проектов, а также лучшие возможности обслуживания и расширения, которые будет использовать как продавец, так и его заказчик.

В областях инженерных разработок, где разрабатываются продукты и производственное оборудование, продуктивность не повысилась в равном объеме, так что сегодня часть затрат производства переходит в область планирования и конструкционных разработок. Здесь также будут иметь значение методы имеющие компьютерную поддержку и информационно-техническую связь с областями производства.

До сих пор могло возникнуть впечатление, что гибкая автоматизация систем производства имеет место только для больших предприятий. Хотя изготовление мелких партий из-за автоматизации будет также экономичным для крупных производств, все же в будущем будут иметь место также и средние и малые предприятия в своей уравновешенной структуре. В последнее время наблюдается отчетливая тенденция к образованию мелких, но высоко автоматизированных производств, которые при меньшей глубине производства, нежели раньше, но при более высокой технологической гибкости имеют хорошие шансы в качестве поставщиков крупной индустрии.

Таким образом, за счет техники автоматизации даже средние предприятия получают настоящее оснащение, чтобы в будущем иметь возможность удержаться в конкуренции против больших предприятий. Прогресс микроэлектроники, особенно в микропроцессорах и ЗУ, влияют в высокой мере на технику компонентов автоматизации. Мелкие компактные электронные управления подходят уже сегодня для полей, в которых еще несколько лет назад использовались реле и мелкие контакторы.

Основной областью использования электроники является машиностроение, управление используется практически всюду не зависимо от технологии, так, напр., для упаковочных машин, термопласт-автоматов, ротационных машин, станков по производству бумаги и металлообрабатывающих станков.

Также соединения транспортерами между машинами любого вида могут состояться из тех же компонентов.

Шкала возможностей применения охватывает все больше также пищевую промышленность, напр., пивные и хлебобулочные заводы, от разливочных автоматов до к установок транспортировки и погрузки.

Уже на уровне средних предприятий, несмотря на большое разнообразие продукции, имеются усредненные действующие нормы для технологических цепей.

Средние предприятия также будут иметь шанс в будущем. Возможности CIM (Computer Integrated Manufacturing) здесь чрезмерны, но с помощью „систем производственного планирования и управления (PPS)“, которые за счет планирования по срокам и производительности приносят высокий КПД при низких запасах и незначительном времени выполнения в производстве, может достигаться уже очень многое при ступенчатой концепции выполнения этого плана.

SINEC гарантирует постепенный вход в технику автоматизации, и пользователь не обязан ориентироваться с самого начала на определенный план автоматизации или на определенного изготовителя устройств автоматизации.

Безразлично, на каком уровне осуществляется вход в технику автоматизации, независимо от отрасли или эксплуатационного показателя, он является больше чем только техническим требованием для предприятия.

Для ввода фактора производства „информация“ во все предприятия экономической реализации гибкой автоматизации также в средней промышленности необходимо использовать наряду с техникой также организационные аспекты. Самым важным, однако, является готовность всех участников постоянно изучать детали автоматизации.

15 Глоссарий использованных понятий и сокращений

Типичные понятия, также как сокращения, допускающие несколько значений, приводятся лишь настолько, насколько они имеют значение для темы „Коммуникация в технике автоматизации“.

AG

Сокр. для устройства автоматизации, общее

Aktor

Компоненты вмешательства в процесс, напр., серводвигатель, магнитный клапан и т.д..

ANSI

American National Standards Institute
- Американский институт норм, управляет промышленными стандартами США

ANSC

American National Standards Comitee
- Подгруппа ANSI

AP

Протокол автоматизации Siemens (SINEC AP), установка для уровней 5 до 7, совместим с MAPBDE

APS

Рабочее места

AS

(1) Система автоматизации в рабочей системе TELEPERM M,
(2) Активный радиальный соединитель в сети LWL

ASCII

American Standard Code for Information Interchange - Всемирная норма для информационной передачи

Basisband

Передача без носителя (немодулирована)

.

Basisstandard

Норма для отдельного уровня протокола, установление технической базы и учет всех опций

BCC

Block Check Character – Символы контроля блока, служит для надежной передачи блоков данных

Учет параметров работы, т.е. время работы персонала, время подготовки, время изготовления, движение материала, данные качества и т.д.

Уровень руководства предприятием

Характерным является получение организаторских и технических данных из различных областей. Система связи может распространяться здесь по нескольким цехам или предприятиям.

БК

Шинный соединитель в рабочей системе TELEPERM M - соединяет несколько автономных шин друг с другом, напр., для содействия обмену данными между несколькими установками или зонами.

Bridge

Сетевое переходное устройство для сцепления шин с различной физикой и различными методами доступа на уровне LLC, уровне 2b исходной модели ISO, располагает функцией модема, преобразованием протокола и адресной фильтрацией

Broadband

Передача с несколькими носителями (модулированная)

BSI

British Standards Institution – Институт стандартизации Великобритании

Bus (шина)

Магистральная шина данных в системах отбора и передачи, к которой присоединены несколько единиц

CAD

Computer Aided Design - системы с компьютерной поддержкой для графически интерактивного создания цифрового изображения детали, а также для всех технических вычислений в этой связи

CAE

Computer Aided Engineering - обработка информации в области конструкционной разработки, возникающие данные поступают непосредственно как сведения в следующих области, напр., в САМ (автоматизированную систему управления производством)

CAM

Computer Aided Manufacturing - системы с компьютерной поддержкой для технического управления и контроля средств производства при создании инструментов и изделий

CAP

Computer Aided Planning - системы с компьютерной поддержкой для планирования рабочих циклов, алгоритмов, методов и использования средств производства для создания инструментов и изделий

CAQ

Computer Aided Quality Assurance – планирование и контроль качества с компьютерной поддержкой

Carrierband

Передача с одним носителем (модулированная)

CASE

Common Application Service Elements

CAT

Computer Aided Testing - изготовление планов контроля и программ, а также проведение испытаний и измерений, имеющих компьютерную поддержку

CATV

Community Antenna Television или также Cable Television (кабельное телевидение)

ССИТТ

Comite consultatif international telephonique et telegraphique – постоянный орган международного союза вещания, отвечает за все вопросы в области телефонной, телеграфной связи и передачи данных

CCT

CCT

CNMA Conformance Testing – Разработка инструментов, соответствующих нормам в рамках ESPRIT CNMA

Cell Controller

Матричный процессор - управляет гибкими производственными ячейками

CEN

Comite Europeen de Normalisation – Европейский комитет по гармонизации неэлектронных стандартов

CENELEC

Comite Europeen de Normalisation Electrotechnique - Европейский комитет по стандартизации в электронике

CEPT

Conference Europeene des Administrations des Postes et des Telecom-munications- Европейская конференция по управлению почтовой связью и вещанием

Cheapernet

Экономичный вариант сети Ethernet

Chipkarte

Гибкая пластиковая карта, по форме и размеру схожая с кредитной картой, содержащая электронную интегральную схему с микропроцессором и памятью

CIM

Computer Integrated Manufacturing - целостное рассмотрение связи между организацией, техникой автоматизации и обработкой информации, а также преобразованием их в план

CNC

Computerized Numeric Control - управление станками - предлагает наряду с основными функциями управления высокий комфорт в обслуживании на месте, а также помощь в программировании

CNMA

Communications Network for Manufacturing Applications - ESPRIT-проект, берущий свое начало от консорциума европейских пользователей и изготовителей, направленный на внедрение и расширение MAP-/TOP-стандартов в Европе, испытание в промышленном проектировании

COS

Corporation for Open Systems – Объединение производителей в США, внедряющее открытую коммуникацию выбором стандартов и установкой стратегий контроля

CP

Communication Processor- Связывающий компьютер для выполнения протоколов автоматизации всех присоединенных компонентов в сети

CPU

Central Processor Unit - Центральный процессор в электронных системах обработки данных

CS

(1) Companion Standard - Дополняющее и специфичное определение к норме для учета специальных типов устройств
(2) Communication Service- центральный сервис в локальной сети по коммуникации с другими участниками о общих сетях

CSMA/CD

Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection – метод доступа сети Ethernet

CS 275

Шинная система в руководстве процессом TELEPERM M, функционирует по методу Token-Passing

Database Service

Сервис, осуществляющий доступ к данным, Хранящимся в базах данных, и создающий, таким образом, мост между электронным местом и обработкой данных.

DATEX

Общее для "DataExchange", обмен данными, см. Dx-L und Dx-P

DEE

Оконечное оборудование данных, оконечное устройство

DBP

Немецкая федеральная почта

DIN

Немецкий институт для стандартизации – Национальный немецкий институт норм, задачи и цели: представление и опубликование промышленных стандартов

Directory Service

Основная служба, создающая предпосылки для других служб в сети и информирующая о всех доступных партнерах коммуникации

DIS

Draft International Standard – Международный проект нормы, стабильность и "степень зрелости" выше, чем у DP

DKE

Немецкая электронная комиссия в DIN и VDE, обрабатывает положения и нормы в электротехнике

DMA

Direct Memory Access - непосредственный доступ к памяти

DP

Draft Proposal – международный проект стандарта

Drop-Kabel

Создает третий уровень в широкополосной сети обычной . рабочим Эти кабели служат для прямого соединения участников с TAP в Feeder-кабелях.

DTE

Data Terminal Equipment - Терминал, станция передачи данных пользователя

DÜ

Общее для передачи данных

DÜE

Установка передачи данных вообще

DVA

Установка обработки данных вообще

Dx-L

Служба DATEX в DBP с канальной связью

DX-P

Служба DATEX в DBP с пакетной связью

ЕСМА

European Computer Manufacturers Association – европейское объединение производителей устройств обработки данных, разрабатывает нормы и рекомендации для взаимодействия систем различных производителей

EIA

EIA

Electronic Industry Association-Союз
Производителей электронных про-
дуктов в США

и получатель имеет точную копию с
оригинала.
Устройства передачи используют
провода связи

Electronic Mail

Осуществляет обмен различных
писем через сеть на почту предприятия

FCS

Frame Checking Sequence -
Поле блоковой проверки

EMUG

European MAP Users' Group, цели
EMUG: создавать передачу ноу-хау
и обеспечивать единообразие в
Европе с map-методами

FDDI

Fiber Distributed Data Interface –
световодная сеть

FDM

Frequency Division Multiplexing –
Разделение широкого частотного диапа-зона на несколько меньших,
независимых каналов, в которых могут передаваться параллельно
цифровые и аналоговые сигналы

ENE '88

Enterprise Network Event - Multi-Vendor-
демонстрация 1988 в Балтиморе, показала
связь с системами и сетями различных
изготовителей в технологически
ориентированных ячейках и их
соединениях также между Европой и США

Feeder-Kabel

Второй уровень в широкополосной сети
соединяет усиливающие узлы с TAP,
при этом речь идет о коаксиальном
кабелем со средним качеством передачи через спутник

EPA

Enhanced Performance Architecture

Ethernet

Разработанная ф-мой RANK XEROX
цифровая сеть передачи. Среда передачи -
кабель, работающий как большая длина трасс при низкой скорости
шина

Feldbus

Шинная система в технологических
процессах для прямого подключения
измерительных преобразователей и
исполнительных элементов. Типична коаксиальный
передачи и более свободном соединении

Взрывоопасная зона

Взрывоопасная зона, напр., в нефте-
пром-ти; ориентированная на потребность,
Полевые приборы и шины, использующиеся
здесь, должны быть взрывозащищенного
исполнения

FFS

Гибкая производственная система, для Химии или в горнорудной
характеризуется высокой продуктивно-
стью при коротком времени прохождения

FAX

шаблон периферии для эффективной обработки значения яркости передаются
нения обрабатывающих машин, подчи-любого содержания читается точка за нной
работы, а также обслуживающих
приборов систем транспортировки.

FFZ

Гибкая производственная ячейка- соеди- Факсимильная передача –

IEC

FMS

Flexible Manufacturing System- Гибкая производственная система (FFS)

File Service

Разрешает доступ к различным данным с рабочего места, как и сервис банка данных

File shanng

Совместное использование данных

FJAM

Протокол службы пользователей: File and Job Access Method

FOB

Элемент шинной светопроводящей связи

FSK

Frequency Shift Keying - Метод передачи (двухтоновое переключение)

FTAM

File Transfer, Access and Management – Базовый стандарт для уровня 7 референтной модели по ISO

FTS

File Transfer Service (напр., SINEC FTS для переноса данных большого объема между областями инженерных разработок и автоматизации)

GAN

Global Area Network- Сеть глобальной связи

Gateway

Вообще: посредничество в коммуникации одной сети с другой. Локальные сети связывает межсетевой преобразователь на самом малом совместном уровне выше уровня 3, т.е, при полностью различных архитектурах протокола на уровне 7

GM MAP

General Motors' Manufacturing Automation Protocol - Открытая система связи для автоматизации производства, застрахованная международными стандартами

gmd

Общество математики и обработки данных с ограниченной ответственностью – большой исследовательский институт федерации и земли Северный Рейн - Вестфалия

HDLC

High Level Data Link Control Procedure – бит-ориентированный метод управления в передаче данных

Head End

Головная станция в корне широкополосной сети, здесь преобразуются сигналы из обратного диапазона в прямой

HFD

Главное подключение для непосредственного вызова - обозначение для присоединения телетайпов, станций сети передачи данных и т.д.

hll

High Level Language - Высокий язык программирования

IAZ

Интеграционный и справочный центр

IDN

Интегрированная телетайпная сеть и сеть данных DBP - общественная сеть для всех цифровых служб связи

IEC

International Electrotechnical Commission - Международная электротехническая комиссия, вырабатывает различные рекомендации или руководства. IEC входит в состав ISO

IEEE

IEEE

Institute of Electrical and Electronics Engineers

Instanz

Совокупность данных, находящихся в протоколе сети данных для решения определенной задачи

IPSN

International Packet Switching Network

IS

International Standard - Высшая степень для нормы, изменений производятся только в случае погрешности

ISA

Instrument Society of America – Союз изготовителей измерительной техники, предприятия стандартизации

ISDN

Integrated Service Digital Network- интегрированная цифровая сеть, цифровые телефоны, цифровая связь

ISO

International Standard Organization - Международный союз по стандартизации, охватывает все отрасли. ISO среди прочего создал ISO-референтную модель, модель, которая делит функции коммуникации на семь слоев или уровней

ITI

Центр тестирований в США

Kbit/s

Килобит за секунду (10^3 бит за секунду)

Knoten

Исходный пункт связи или разветвление в сети данных с древовидной структурой (англ. Node)

Koaxialkabel

Проводниковая пара состоит из концентрического расположения внутреннего и внешнего проводников, очень хорошо применима как среда передачи данных в локальных сетях.

Kryptochip

Электронный элемент для кодирования и дешифровки сообщений криптографическим методом защиты в реальном времени.

LAN

Local Area Network - Локальная сеть

LLC

Logical Link Control - Часть канального уровня

LWL

Световод - Среда передачи - не металлический проводник, а стекловолокно, передающее световые вспышки с лазерного диода, как среда передачи данных в локальных сетях в будущем будет играть все большую роль.

MAC

Medium Access Control – Часть канального уровня

Mainframe

Англ. „Основная рама“, существенная часть установки обработки данных, сегодня приравненный с понятием „Большой компьютер“

NBS

MAN

Metropolitan Area Network - Общая протяженность путей средства для быстрой передачи данных в пределах большого города, интересно для фирм с несколькими местами в регионе, базисом является световодная сеть

MAP

Manufacturing Automation Protocol – Первый эксперимент, независимая от производителя локальная сеть в области производства на базе OSI с стандартизованными протоколами для широкополосного кабеля в шинной топологии. Методом доступа является эстафетная передача.

MAP 3.0

Профиль нормы для производства

Master

Устройство автоматизации, которое предоставляет права доступа при децентрализованном шинном управлении по определенному методу

Mbit/s

Мегабит за секунду (10^6 битов за секунду)

MDE

Учет машинных данных - учет сроков и простоев, неисправностей(помех), инструментов и дефектов исходного материала, персональные результаты и т.д.

Medium

Шины строятся из кабелей, так называемых сред передачи данных. По существу речь идет при этом о скрученном 2-жильном проводнике, коаксиальном кабеле и световоде

MHS

Message Handling System - Обмен информации текста и данных (почтовый сервис, напр., Electronic Mail в инженерной сети)

Mid Split

Частотный диапазон шириной 300 МГц широкополосной системы "делится" на прямой и обратный диапазон с соответственно несколькими каналами. Преобразование частоты между обеими полосами происходит в головной станции, в, Head End '

Mixed Mode

Документы, содержащие текст, графику и / или факсимильную информацию

MMC 216

Система конструктивной группы Siemens

MMFS

Manufacturing Message Format Standard – стандарт, относящийся к функциям передачи команд и программ для NC-машин, роботов и т.д. (MAP)

MMS

Manufacturing Message Specification – Базовый стандарт

Modem

Modulator/Demodulator – Устройство передачи данных для аналоговых сетей, преобразует импульсы постоянного тока в сигналы тоновой частоты

MSR

Измерения, управление, регулировка

Multi-Vendor-Projekte

Независимое от производителя соединение компонентов автоматизации вследствие установления средств коммуникации и архитектуры протокола, см. GM MAP, ROSE, SPAG, TOP, COS, CNMA

NBS

National Bureau of Standards- Национальный орган нормирования США

NC

NC

Numeric Control - Простое, не свободно программируемое управление станками

NCC

National Computer Conference and Exposition - Указывающий направление орган специалистов электронной обработки данных для модернизации в США

NCP

Network Control Program - Управляющая программа для терминальных оборудований в сети

NDMS

Network Data Management System- протокол службы пользователей

NDT

Сетевая техника диагностирования - LAN-диагноз и система контроля для установки и эксплуатации сетей

Network Layer

Уровень коммуникации в сети

NIU

Network Interface Unit- Интерфейс сети

NM

Менеджмент сети

Normprofil

Ассортимент „колонок протокола“, ориентированный на применение (напр., изготовление), связанный с ограничениями опций или расширений

ODIF

Office Document Interchange Format - Стандартный обмен документами с текстом, графическим изображением, факсимиле (смешанный мтеод) между различными системами

Online Repair

Ремонт устройства или обмена программного обеспечения, в то время, как устройства связаны непосредственно с сетью. Дефектные устройства вынимаются автоматически из соединения коммуникации и снова интегрируются после ремонта

OS

Компоненты "оператор-система" для наблюдения, обслуживания и сообщений в системе TELEPERM M

OSI

Open System Interconnection - Соединение открытых систем

PABX

Private Automatic Branch Exchange - Коммуникация на базе цифрового вспомогательного устройства

PAD

Packet Assembly/Disassembly- функция преобразования в сети коммутации пакетов (напр., Dх-Р) для формирования пакетов/ разрешение пакетов

Paßwort

Тайная информация — регулирует права доступа к данным и программам внутри компьютера или сети

PC

(1) Programmable Controller - Программируемое управление

(2) Personal Computer – система обработки данных, приспособленная на личное использование на рабочем месте

Public Key

PCN

Personal Computer Network - Сеть для персонального компьютера

PG

Прибор программирования или проектирования для систем автоматизации

PIN

Личный идент. номер - тайное число, которое еще более повышает безопасность карты интегральной схемы на монокристалле (схоже с банкоматами, требующими чековую карту плюс тайное число)

PLC

Programmable Logic Control - программируемое управление с ЗУ

PLS

Система руководства процессом

PPS

(1) Производственное планирование и управление - системы с компьютерной поддержкой для планирования количества, сроков и производительности, управления и контроля производственных процессов

(2) Print- или Plot-Service - Центральный сервис по изготовлению документов на бумаге с высоким качеством.

Уровень руководства производством

Здесь осуществляется управление различных областей производства, как, напр, предварительное изготовление, изготовление, монтаж и контроль, при тонком планировании, подготовке производства и информации для возможности управлять персоналом и материалами

PROFIBUS

Process Field Bus – осуществляет функционирование уровней 1, 2 и 7 референтной модели ISO

PROM

Programmable Read Only Memory - программируемое постоянное запоминающее устройство, ЗУ, которое может быть записано один раз и затем только читаться

Protokoll

Предписание по передаче(переносу) данных, определяет физические процессы и структуру данных, зачастую стандартное

Уровень процесса

По данным на уровне процесса речь идет о командах управления, информации об обслуживании и т.д. для датчиков и приводов, здесь: связь между электроникой и электромеханикой

Уровень руководства процессом

Здесь речь идет о составе станков, роботов и транспортных устройствах к ячейкам производства; при коммуникации самым важным требованием является короткое время реакции

Уровень управления процессом

Основной задачей наряду с контролем и сбором данных является здесь сцепление и синхронизация машин, так, напр., осуществляется передача данных между роботом и транспортным средством

PSDN

Packet Switching Digital Network - Сеть передачи данных общего пользования, где данные передаются в равных количествах, сгруппированные как „пакеты данных". К получателям данные доходят на основе их пакетного адреса

Public Key

Общественный ключ(код): при асимметричном методе кодировки имеются соответственно различные коды для кодировки и декодирования, соотносящиеся попарно. Так как код нельзя рассчитать из другого кода, то один из двух может быть опубликован

RC

RC

Robot Control –управление роботами, подобно CNC программируется свободно, управляет, регулирует и координирует рабочих осей обслуживающего оборудования

RDA

Remote Database Access - Дистанционный доступ к банку данных

Real time

Реальное время - real time processing указывает на обработку данных тех. процесса в течение текущего времени

Ремодулятор

Часть головной станции широкополосной системы с функцией регенерирования

Remote File Access

Доступ к данным по магистральным линиям или компьютерным сетям

Повторитель

Самая простая возможность соединить две сети физически на уровне 1 референтной модели ISO

Resource sharing

Совместное использование устройств (напр., лазерного принтера)

ROM

Read Only Memory – ЗУ для чтения, переписать нельзя

ROSE

Research Open System for Europe - Пилотное дополнение открытого соединения UNIX-систем через общественные сети

Router

Устройство сетевого перехода, подобно мосту, может преобразовывать различные протоколы до третьего уровня, в отличие от моста это устройство имеет собственный адрес и фильтрует передаваемые сообщения на основании адресов в целевой сети.

RS

Recommended Standard - в связи с коммуникацией является стандартным интерфейсом

RSA-метод

Rivest, Shamir, Adleman создали асимметричный метод кодирования для цифровых данных посредством простых чисел, назван по начальным буквам их имен

RTS

Realtime Transport System - пошаговая (быстрая) передача данных

Интерфейс

Установленный пропускной пункт между различными устройствами, областями или компонентами программного обеспечения, как и элементы сочленения в машиностроении (напр., винты), интерфейсы должны стандартизироваться

SDLC

Synchronous Data Link Control- Синхронная процедура передачи данных

Segment

Отрезок кабеля в локальной сети, который в зависимости от метода передачи, не должен превышать определенной длины. Несколько сегментов можно соединять напр., с помощью повторителя

Sensor

Компоненты регистрации данных тех. процесса, напр., датчики давления, датчики температуры, влажности и т.д.

TAP**Сервер**

Узловой компьютер, управляющий, напр., несколькими магнитными ЗУ (сервер файлов) или централизованно направляющий твердые копии из сети на принтер или плоттер (сервер печати) либо также соединяющий LAN и WAN (сервер коммуникации)

SICOMP M

Семейство миникомпьютеров Siemens

SIMATIC S5

Управление при помощи, программы, хранимой в памяти (PLC) Siemens

SIMADYN

Регулировка приводов Siemens

SINEC H1

Сетевая архитектура Siemens для автоматизирования и инженерных разработок, шинной системы High-Performance (типично 10 мбит/с), которая может состоять из нескольких сегментов, соединенных друг с другом повторителем

SINEC H1FO

Сеть SINEC H1 со стекловолочнистой шиной, т.е. световод

SINEC H2B

Широкополосная сеть Siemens, позволяющая параллельный перенос данных, рисунков и языка. Структура сравнима с техникой кабельного телевидения. SINEC H2B полностью совместима с MAP.

SINEC L1

Сетевая архитектура Siemens для автоматизирования и инженерных разработок, низкий диапазон

SINEC L2

Полевая шина (Profibus)

SINUMERIK

Управление станками (CNC) Siemens

SIROTEC

Управление роботами Siemens

Slave

Участник сети с центральным шинным управлением, получающий разрешение доступа к шине от особого устройства автоматизации, "мастера"

SNA

Systems Network Architecture – концепция сети данных для сетей дистанционной обработки, разработана IBM

SPAG

Standards Promotion and Application Group – вырабатывает требования для офисной коммуникации через общественные сети и LAN

Разветвитель

Элемент разветвления в широкополосной сети

SPS

Управление при помощи программы, хранимой в памяти (PLC)

SSV

Умножитель разъемов – устройства для небольших частных сетей для подключения к центральному компьютеру нескольких компонентов простыми средствами

STX

Start of Text

TAP

Termin Access Point – точка доступа к широкополосной сети

Telematik-Dienste

Службы Telematik

Совместное обозначение для телефакса, телетекста, смешанного режима и системы видеотекста

TELEPERM M

Система руководства процессом от Siemens, основное применение – промышленные технологии, с 1979 на рынке и с тех пор постоянно модернизируется

Terminator

Сопrotивление нагрузки в широкополосной сети

TF

Технологические функции – пользовательские службы SINEC, функционально совместимы с MMS-службами. SINEC TF предлагают перспективный единый интерфейс вызова не зависимо от того, осуществляется ли коммуникация через AP-протоколы или MMS-протоколы

Token Passing

Метод доступа с твердым распределением передающих устройств

TOP

Technical and Office Protocol – стандартный профиль для открытой системы для бюро и инженерных разработок

Transceiver

Transmitter/Receiver- передающее и приемное устройство, скомбинированное в одном приборе. Через передающее устройство подключается терминальное устройство к локальной сети

Trunk-Kabel (магистральный кабель)

Первый уровень в широкополосной сети соединяет друг с другом вершины усилителя, он образуется магистральным кабелем, коаксиальным кабелем с высокой скоростью передачи и низким демпфированием

Ttx

TELETEX - Служба связи для текстовой коммуникации

Twisted Pair

Симметричная, т.е., скрученная пара из медных жил с изоляцией из бумаги или полиэтилена, несколько пар собираются в кабели

UI

Индуктивный преобразователь в системе TELEPERM M

Unternehmensleitebene

Высший уровень в иерархии автоматизации. Типичным является большое количество, зачастую производственно-экономических данных по планированию и администрации. Требуется высокая интенсивность потока информации, короткое время реакции, напротив, менее важно

V.24

Определение международного комитета CCITT для разъемов между оконечными устройствами и передачей данных

Virus

Часть программы, присоединяющаяся к другим программам. Не может выполняться самостоятельно, а постоянно требует уже выполняемой „программы-носителя“, чтобы быть активной.

VLSI

Very Large Scale Integration - обозначение последующего поколения по LSI, определяется > 10000 логических функций или > 64 Kbit

VTAM

Virtual Telecommunications Access Method - Дистанционный доступ к данным с виртуальным сохранением

ZVEI**WAN**

Wide Area Network – широкая сеть

WD

Working Draft - Проект нормы в форме первых рабочих документов

WS

Workstation – Настольный компьютер, напр., для CAD

Wurm

Самостоятельно выполняемая программа, которая может вносить в другой компьютер свою развивающуюся версию

X.25

Рекомендация международного комитета ССИТТ для интерфейса между оконечным устройством и передачей данных для пакетной коммутации

Zelle

См. производственная ячейка (FFZ)

ZVEI

Центральный союз электротехники и электронной индустрии, Франкфурт -на-Майне