

**Использование полевой шины**

**P-NET**

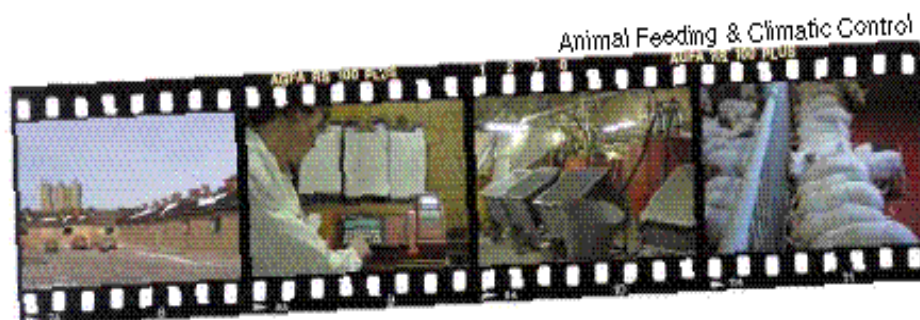
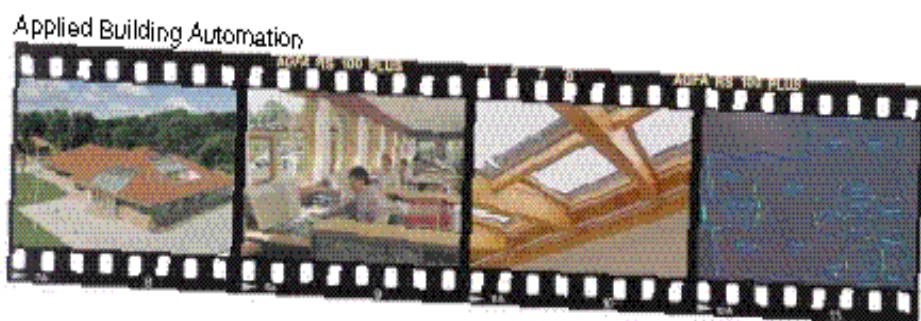
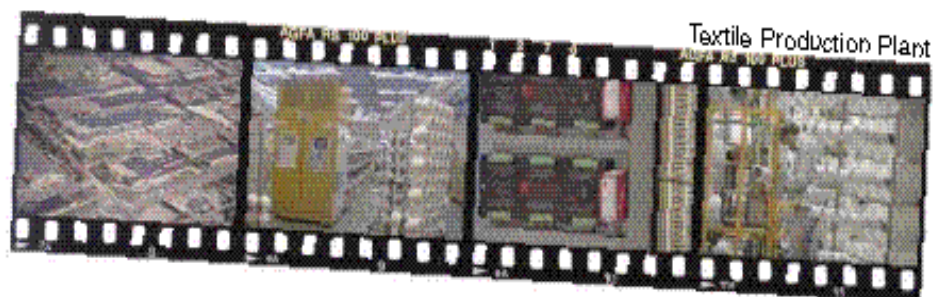
**для автоматизации процессов**

**P-NET**

- the European Fieldbus Standard

EN 50170, Volume 1

## Области применения P – NET



# Шина P-NET.

## 1.1. Общая характеристика P-NET

P-NET — это шина, которая была создана для объединения отдельных компонент вычислительного процесса, а именно: компьютера, датчиков, исполняющих устройств, устройств ввода/вывода, центрального и периферийного контроллеров и т.д., которые обычно соединяются двумя кабелями. Такое соединение заменяет традиционное при использовании большого количества кабелей. Данные, получаемые в ходе выполнения процесса (показания измерительных приборов, сигналы датчиков) преобразуются в числовые величины (См. Рис.1.1.). P-NET используется также для объединения данных, для конфигурации узлов/датчиков и для загрузки программ.

Кроме обычного измерения величин и данных состояния, шина осуществляет двунаправленный обмен дополнительной информацией касательно предельных величин, состояния исполняющих устройств и сигналов обратной связи, сигналов об ошибке и внутренних системных данных. P-NET может быть использована для загрузки параметров и программ в управляющий процессом модуль. Использование P-NET датчиков значительно улучшает возможность диагностирования по сравнению с использованием традиционного соединения.



Дальнейшее сравнение с обычным соединением показывает, что соединение посредством P-NET дает значительные преимущества при использовании его в промышленных процессах. Использование такого соединения упрощает проектирование и установку, снижает расходы вообще и в частности расходы на прокладку кабеля, сокращает время инсталляции и расходы на сохранение, уменьшает число ошибок при инсталляции. Все это позволит более широко применять такое соединение в будущем. Непосредственная информация об ошибках в периферийных схемах и ошибках в кабеле автоматически обнаруживается сетевым протоколом.

Использование P–NET характеризуется низкими затратами, особенно для небольших систем. Расходы прямо пропорционально зависят от размера системы. P–NET одинаково хорошо подходит как для малых производственных систем, так и больших, имеющих большое количество контроллеров, датчиков и интерфейсных модулей. Кроме того, любые системы такого вида всегда можно расширить в случае необходимости

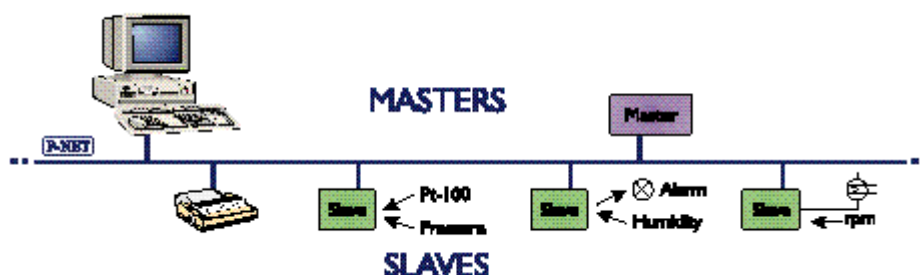
## 1.2. Области применения P–NET

Полевая шина P–NET используется несколько лет, и поэтому она нашла более, чем в 5000 применений повсему миру. Диапазон применения P–NET распространяется от простых инсталляций с несколькими I/O точками до очень больших и сложных инсталляций, использующих более 4000 I/O точек.

P–NET нашел широкое применение как в промышленности в целом, так и в отдельных частях производства.

## 1.3. Основные принципы функционирования P–NET

Электрическая спецификация P–NET основана на стандарте RS485, использующем защищенную витую пару, что позволяет использовать кабель длиной до 1200 метров без повторителей. Данные посылаются асинхронной передачей в NRZ коде. Интерфейс P–NET гальванически изолирован. К нему может быть присоединено до 125 устройств на каждый сегмент шины через специальную цепь зажимов без использования повторителей.



### Основные принципы функционирования P–NET

P–NET обладает очень эффективным протоколом полевой шины, в котором можно выполнить до 300 передач подтвержденной информации в секунду от 300 адресов независимых узлов. Эта информация может передаваться либо в форме полностью обработанный переменный (переменный с плавающей точкой) таких, как температура, давление, электрический ток и тд., либо в качестве 300 блоков от 32 независимых бинарных сигналов, означающих состояние, положение и тд.. Это приводит к выполнению до 9600 бинарных сигналов в секунду, доступных из любой точки всей системы.

P–NET является шиной с несколькими мастерами, число которых может достигать до 32. Основной принцип связи заключается в следующем: мастер посылает запрос, и слэйв отправляет немедленный ответ. Запрос может быть типа читать–писать. Мастера и слэйвы показаны на рис..

Данные, передаваемые по шине могут быть простого или комплексного типа, чтобы удовлетворять требованиям измерения и контроля. Простой тип включает булевы переменные, байты, символы, слова, целые, длинные целые, действительные и длинные действительные и время. Комплексный тип включает строковые переменные, записи и буферные переменные. Формат данных является частью стандарта P–NET.

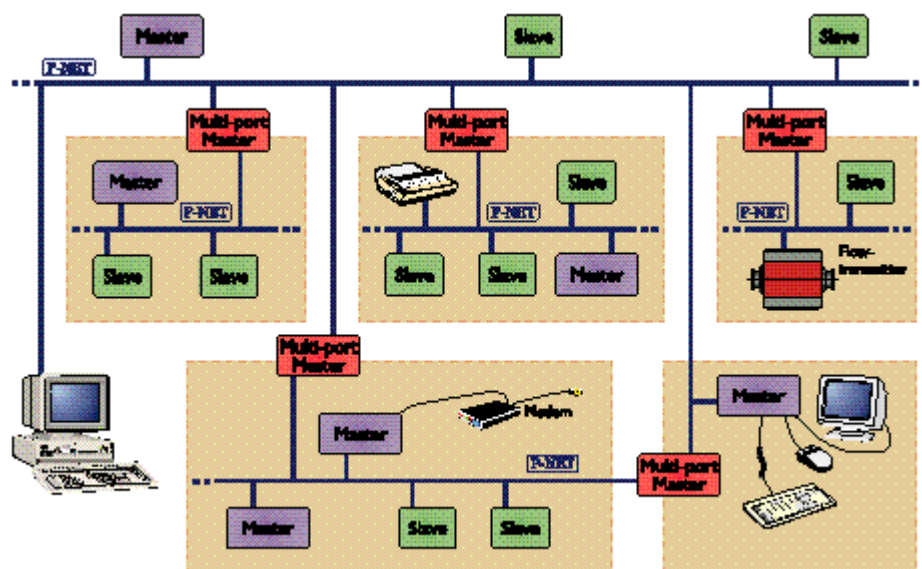
Правом на занятие шины является переданный от одного из мастеров маркер. P–NET использует так называемый метод "передачи виртуального маркера", который не требует дополнительных объявлений для передачи по шине. Когда один из мастеров заканчивает занимать шину, маркер автоматически передается следующему и так далее по циклу. Метод передачи маркера, используемый в P–NET, отличается от методов, применяемых в других системах с несколькими мастерами. Другие шины, например, PROFIBUS, передают реальные телеграфные сообщения для передачи маркера. Такой метод передачи увеличивает время работы мастера и позволяет сократить мощность шины. Принцип передачи виртуального маркера так же применим при отсутствии мастера. В этом случае все устройства, включая остальные мастера, будут продолжать свою работу обычным образом.

Большое количество осуществленных передач данных достигается за счет одновременной работы слэйвов по обработке данных и получению и передаче блоков. Процесс запроса начинается в слэйве сразу же после прибытия первого байта данных. Это является отличием от схем, где запрос не посылается до прибытия всего блока данных. Таким образом, стандартная скорость передачи данных 76,800 бит/с не является ограничивающим фактором при выполнении. Выполнение может быть образовано в системах со скоростью передачи данных свыше 500,000 бит/с.

#### **1.4. Мультисетевая структура P–NET**

Существовавшие до сих пор пути создания архитектуры сетей для промышленных предприятий имели периферийные шины, непосредственно связывающие датчики и исполняющие устройства. Периферийная шина могла бы быть соединена с элементом–контроллером, или несколько элементов–контроллеров могли бы быть соединены с элементами сети иерархически, что означало бы изменение высокоскоростной сути сети. Скорость передачи данных в сети на самом высоком уровне была принята за величину больше, чем у сетей нижнего уровня.

Возможно, это было резонной философией в той части, где все окончательные данные хранились в мощном компьютере на верхнем уровне. Практикой сегодняшнего дня и дня будущего является распределение сведений между элементами – контроллерами, интерфейсом и датчиками. На каждом уровне данные накапливаются и хранятся внутри одной и той же шины. Потребность в высокой скорости передачи данных на высшем уровне уменьшается, т.к. большинство сведений распределено. Это является основанием для применения P – NET на различных уровнях в полной системе автоматизации предприятия.



Деление системы на элементы, возможность связи с любым производственным объектом позволяет исключить отдельные секции, не воздействуя при этом на остальные. Выполнение программы может быть разделено на один или больше независимых процессов на элемент. Программная или аппаратная ошибка в элементе не будет влиять на работу остальных элементов. Отдельный элемент сейчас имеет только ограниченную потребность в обмене данными с другими элементами, например, чтобы начать или завершить процесс, чтобы загрузить средства, чтобы передать результаты и т.д. В системе, в которой сведения действительно распределены, всегда может быть добавлен дополнительный управляющий контроллер за счет высвобожденных ресурсов. И, следовательно, это позволяет системам, подобным этой, расширить свою структуру.

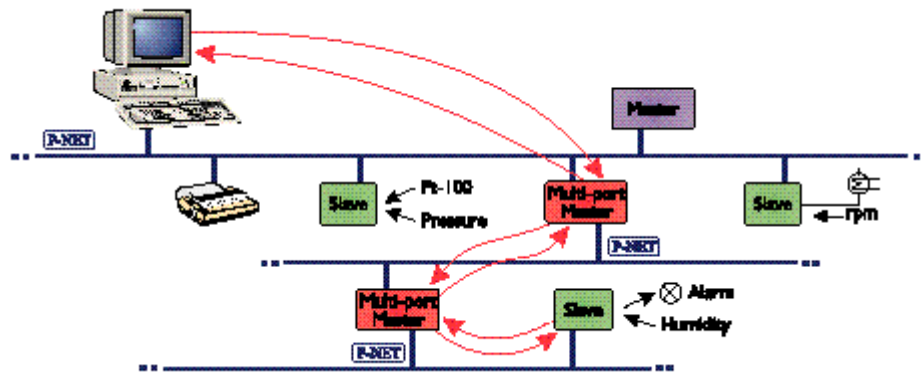
Среди имеющихся систем связи с периферией только P – NET осуществляет прямую адресацию между несколькими сегментами шины, которые известны также как и структура мульти – сети. Эта особенность является специфической частью P – NET протокола, и она может быть построена внутри стандартной операционной системы многопортовых



мастеров.. Соединение осуществляется прямо через различные сегменты шины и узлы с двумя

или более интерфейсами P-NET. Это значит, что несколько компьютеров одного сегмента шины могут иметь прямой доступ к нескольким узлам из другого сегмента без использования специальной программы в мастере.

Разбиение на сегменты также позволяет иметь в распоряжении независимые локальные нагрузки на каждом сегменте шины, которые увеличивают скорость передачи данных и ввод/вывод данных через всю систему.



Еще одно важное преимущество разбиения системы на небольшие сегменты — ограничение влияния ошибки в одном сегменте на работу остальных благодаря эффективной службе защиты системы. Более того, эти отличительные черты мульти-сети учитывают естественную избыточность, которая делает общую инсталляцию производства очень крепкой, что касается ошибок. Важное преимущество многосетевой топологии P-NET то, что она не нуждается в иерархической структуре в сегментах шины. Это особенно важно при расширении P-NET и при подсоединении к другой сети.

Для соединения двух сегментов внутри одного узла в системе не мульти-сетевых шин требуется специальная программа в этом узле. Такая программа требует все данные от всех устройств одного сегмента для того, чтобы сделать этот сегмент доступным для других (так называемое создание "представление о процесса"). При большом количестве данных, которые имеются в распоряжении сегодняшнего программируемого узла, почти невозможно поддерживать верное "представление о процессе" для полного сегмента шины. Такая процедура занимает значительную часть мощности шины и запрашивает большое количество памяти. Более того,

создать и проверить созданную программу для соединения каждого сегмента дороги.

P – NET не требует для создания такого "представления о процессе".

### **1.5. Преимущества протокола P – NET**

Распределенная мощность выполняемого процесса может быть увеличена за счет простого добавления мастера.

Все узлы, подчиняющиеся P – NET, могут быть прямо связаны с шиной и друг с другом, т.к. P – NET использует только скорость передачи данных и только один вариант на каждом коммуникационном уровне. Это является отличием от других стандартов, которые допускают несколько вариантов на одном и том же уровне, что является результатом несовместимости.

Любые P – NET модули, включая управляющие, могут быть присоединены к шине или отсоединены от нее без обращения к остальным системам шины. Следовательно, возможен обмен модулей, и расширение системы могут осуществляться без прекращения работы системы.

Потребность в конфигурации связанных параметров в P – NET весьма незначительна по сравнению с другими системами. В слэях системный интегратор P – NET должен только подключить адреса узлов, а в управляющих модулях нужно только определить адрес узла и номер управляющего модуля.

Следовательно, не нужно долго обучаться, чтобы понять и установить систему P – NET.

Для изменения адреса отдельного модуля сети посредством его уникального серийного номера в P – NET стандарт включены специальные процедуры. Они позволяют изменить адрес узла системы без прерывания работы. Переключатели и другие механизмы могут быть уничтожены, следовательно, это позволяет создать герметически закрытые узлы P – NET (например, IP 67).

Разработка нового устройства для P – NET может извлечь пользу из того факта, что P – NET может иметь доступ к любому адресу внутри устройства, логическому или физическому. Когда устройство подключается к P – NET, обе процедуры проверки, которые выполняются во время фазы развития для прикладных программ внутри устройства и последующая калибровка и эксплуатация могут быть упрощены. P – NET может использоваться для просмотра устройства на программные переменные монитора.

Результаты измерений, проведенных в слэе, предоставляются мастеру в допроцессной форме в единицах измерения СИ. Выигрыш



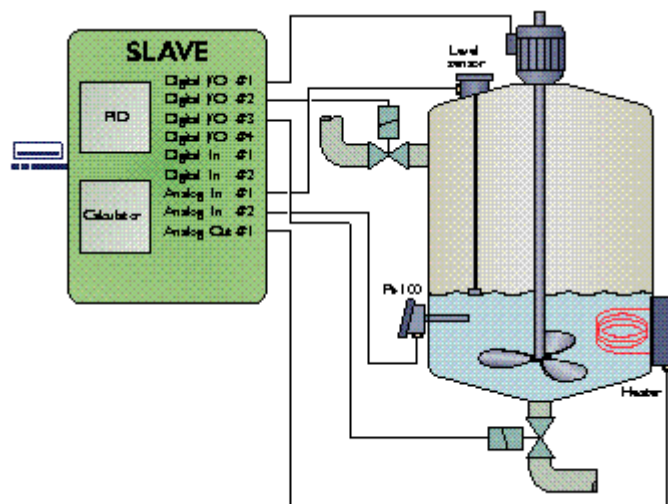
очевиден, т.к. ненужность повторного преобразования, производимого мастером (мастерами), приводит к значительной экономии мощности. Например, результат измерения температуры слэив преобразует в переменную с плавающей точкой (стандарт IEEE 754) и предоставит эти результаты по запросу мастера в градусах Цельсия.

Идентификаторы, используемые для доступа к физическим переменным в сети, определены в списке "Программное обеспечение". Этот список создается во время компиляции действующей программы. Следовательно, не требуется передача в режиме реального времени, что приводит к очень быстрому доступу к данным.

Чтобы обеспечить хранение данных в режиме реального времени, каждый блок данных, передаваемый в сеть, ограничен 56 байтами данных. Если запрашиваемые данные длиннее, чем 56 байтов, они автоматически делятся на несколько, удобных для передачи.

## 1.6. Программируемые модули P-NET

Типичный модуль P-NET дает системному интегратору большие функции, чем просто ввод/вывод, которые очень часто содержат в себе дополнительные функции определяющие процесс. Их диапазон распространяется от простого ограниченного направленного мониторинга до регулятора или программных каналов, разрешение системному интегратору устанавливать локальный контроль или специальные шаги процесса.



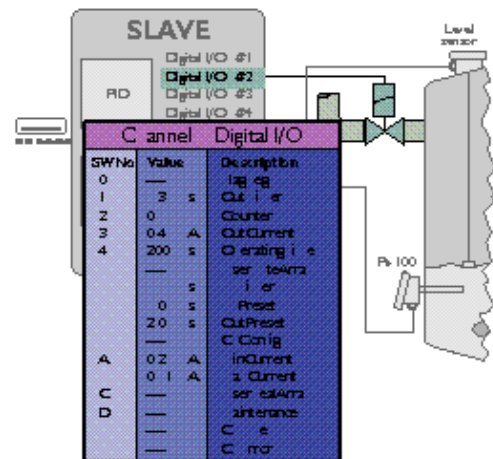
Другая возможная функция слэйва — использование его как передатчика, где аналогичные сигналы от загруженных элементов непрерывно поступают, обрабатываются и хранятся в памяти слэйва. Если от мастера поступает запрос, то слэйв немедленно посылает самые последние результаты из хранящихся. В слэйве также осуществляется постоянный контроль за ошибками, и мастер уведомляется в случае обнаружения ошибки благодаря коду в ответном сообщении посылаемого от узла.

### 1.6.1 "Уровень 8": Структура каналов P-NET.

Обычно устройство P-NET — это сенсор или интерфейсный модуль. Оно может относиться к одному или более сигналам процессов, таких как цифровой выход или аналоговый вход. Каждый сигнал процессов ассоциируется с дополнительной информацией. Эти переменные, которые относятся к сигналу процесса, связываются со специальными конфигурационными функциями, преобразованием, масштабированием, фильтрацией, сообщениями об ошибках и т. д.

В P-NET этот набор переменных и функций для одного сигнала процесса определяется как "Объект процесса" и называется "Канал".

Канал содержит все необходимые данные для поддержки требуемых функций управления объекта процесса.



### 1.7. Доступ к P-NET с персонального компьютера

Персональный компьютер (ПК) часто используется в P-NET как один из мастеров. Обычно ПК подсоединяется к P-NET посредством подключения на плату.



Обмен данных в режиме реального времени между приложениями MS – Windows осуществляется благодаря "OLE2 Automation" (Object Linking and Embedding, связывание и вставка объектов).

Подукт, названный VIGO был разработан для эффективного соединения аппаратного обеспечения P – NET и программ Windows. В зависимости от приложения, другие системы шин также могут быть подсоединены и встроены в окружение.

Более того, Ethernet и подобные ей локальные сети могут быть использованы в качестве передающей среды, когда периферийные шины связи расположены на других ПК.

VIGO разработан для создания простого интерфейса между P – NET и стандартными пакетами программ, таких как крупноформатные таблицы, базы данных, языки программирования (Visual Basic, Visual C ++, и тому подобное), программы визуализации типа SCADA, интерфейсы человек – машина и так далее.

VIGO дает возможность для всех переменных внутри физической системы считаться в качестве локальных данных и быть доступными как из приложений Windows.

Ниже приведен пример программы на Visual Basic, состоящий из трех простых шагов

**setAA=Creatobject("VIGO")**

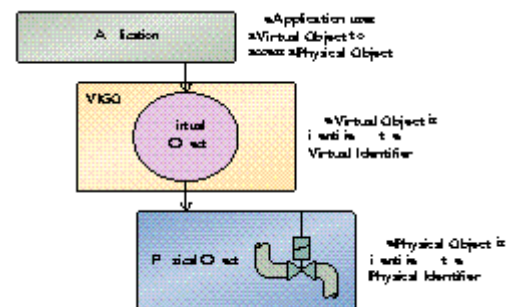
VIGO создает виртуальный объект AA, который потом станет частью окружения Visual Basic.

**AA.PhysId="Setpoint"**

Виртуальный объект AA создан для указания физического объекта путем определения физического идентификатора свойства, который назван PhysId.

**X=AA.ExFloat** или  
**AA.ExFloat=37**

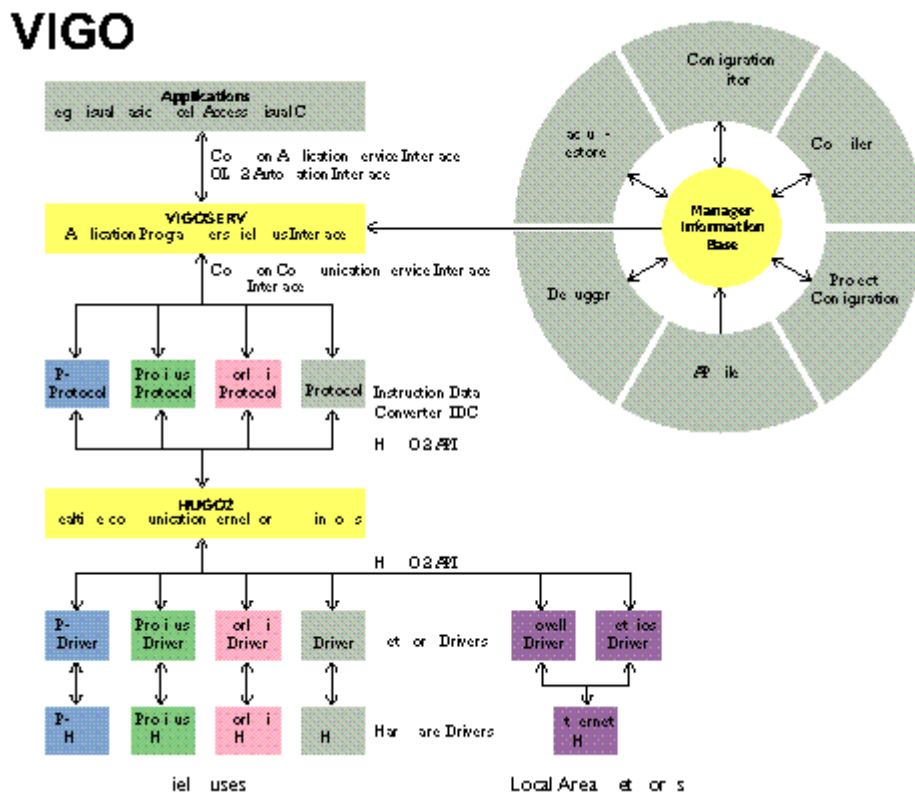
Все манипуляции над физическим объектом выполняются над виртуальным.



Чтобы оперировать с объектом должен быть применен тип сущности для идентификации типа переменной в узле. Тип Exfloat показывает, что объектная переменная — переменная вещественного типа (с плавающей точкой), Exbool — булевская переменная и т.д.. Объект может использоваться в нормальном задании, таком, как установка или задание функции. Многие объекты могут создаваться для различных независимых приложений.

## 1.8. Программное обеспечение P-NET

Кроме стандартного метода автоматизации OLE2 для обмена данными под MS WINDOWS существуют также P-NET драйверы для DDE (Dynamic Data Exchange, обмен динамическими данными). Для P-NET доступны инструменты программного обеспечения для текущего контроля и отладки, Grafic Control Systems (системы контроля графики), инструменты для программ загрузки в память и для конфигурации, редакторы и так далее.



Process-Pascal доступен в качестве инструмента программирования для контроллеров P-NET, когда он является стандартом ISO-PASCAL с дополнительными возможностями для объявления переменных в сети и для управления задачами в мультизадачной среде.

Программы, написанные на Process—Pascal, используют глобальные переменные P—NET как, если они были бы локальными переменными. Различие может быть обнаружено лишь в способе объявления переменной. Возможности мультизадачности также включены в Process—Pascal, предусматривается 64 задачи на каждый Мастер.

## 1.9. Легкость реализации P-NET

Одна из причин большого числа инсталций P-NET, действующих сейчас, может быть связана с низкой стоимостью реализации узла.

Отличительная черта P-NET — это использование одного и того же микропроцессора для контроля как за главной задачей (прикладная область), так и за задачей коммуникации. Данные хранятся в одном определенном месте. При присоединении P-NET как составной части устройства, она может быть использована для выполнения конфигурации и для чтения состояния устройства

Обычно это означает, что dip-переключатели для выбора скорости передачи в Бодах и для размещения адреса узла могут быть исключены.



Другие типы используют добавочные цепи в каждом узле в форме отдельной платы/микропроцессора для коммуникации. Данные обмениваются через двухпортовый RAM. Такой принцип всегда дает результаты в важных высокой стоимости для конечного продукта.



Это не нужно для специально установленных схем, когда реализуется P-NET протокол, потому что программа для слайва может требовать только несколько кбайт кодов. Это обеспечивает удобство для использования общего стандарта отдельных микропроцессорных схем, например H8-300, 68HC11, 6805, 8051 и т.д., включая UART.

Для обмена опытом по реализации узлов P-Net и помощи для производителей создана организация пользователей P-NET.

Следовательно, можно заключить, что использование узлов P-NET обходится не дороже, чем традиционное микропроцессорное оборудование, не обладающее соединением P-NET.

### 1.10. Краткое описание архитектуры P-NET

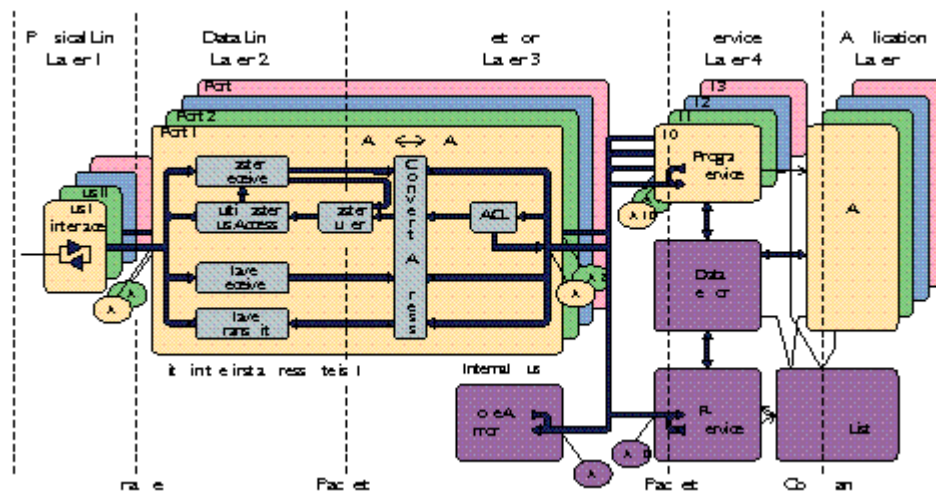
P-NET обозначена и реализована согласно эталонной модели взаимодействия открытых систем (ЭМВОС, Open System Interconnection Reference Model) на уровне 1, 2, 3, 4, и 7. Обычная шина подключается только на уровне 1, 2, и 7. Т.к. особенностью P-NET является многосетевая структура, то протокол реализуется также на уровне 3 и 4.

Уровень 1 обеспечивает передачу необработанного бита по шине. Он точно определяет кабель как 1 или 0 и выдает сообщение в шину, что уровень подключен и т.д.



Уровень 2 обеспечивает передачу маркера между мастерами, упаковывает данные в блоки для отправки, включая адреса отправителей и получателей, а также обнаруживает ошибки.

Уровень 3 является "почтой" P-NET, которая получает и отправляет блок данных согласно адресам получателей. Сообщение может быть отправлено по требованию в другой порт или службу, или вернуться обратно по запросу или в том случае, когда адрес неизвестен. Также он выполняет необходимое превращение адресов для того, чтобы можно было вернуть сообщение.



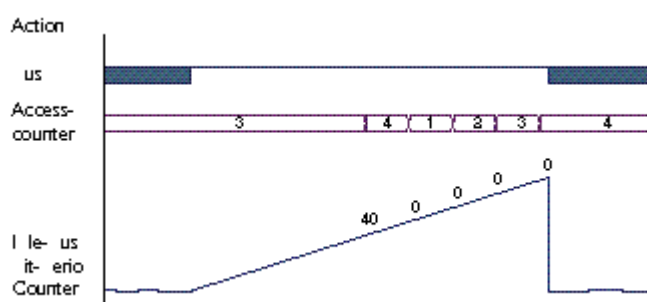
Уровень 4 выполняет две различные задачи. Первая — обеспечение работы услуг P-NET, которые считывают или записывают данные в внешнюю память через список SOFTWARE, или ретрансмитирует запросы, если таблица SOFTWARE показывает, что переменные находятся в другом узле. Вторая задача — содержать подробную информацию о номерах запросов, которые были посланы, но на них не было получено ответа. Если ответ наконец-то получен, то он отправляет его запрашивавшему.

Уровень 7 используется прикладными программами для доступа к переменным в других узлах. Для этого производится посылка блока команд, содержащих ссылки на список SOFTWARE, в котором содержатся адреса узлов, внутренние адреса и т.д. Список SOFTWARE используется также внутренними переменными.

## 1.11 Прохождение виртуального маркера.

Каждому мастеру Р-NET дается адрес узла, который лежит между 1 и числом мастеров шины.

Все мастера содержат "счетчик простоя шины", который увеличивается каждый раз, когда шина простаивает время бита., но он сбрасывается в ноль, когда шина снова становится активной. Каждый мастер имеет также счетчик доступа, который увеличивается каждый раз, когда счетчик простоя шины достигает значений 40, 50, 60, ...

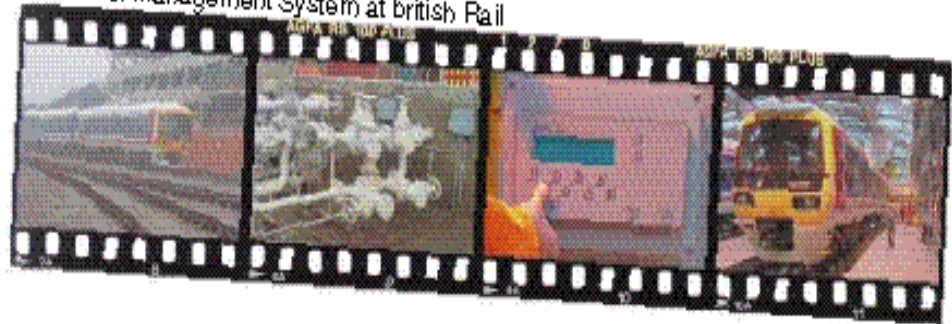


Когда счетчик доступа мастера равен его адресу узла, мастер становится обладателем маркера и ему дозволяется доступ к шине.

Factory Environmental Control



Train Fuel Management System at british Rail



Fully Automated Car & Passenger Ferry in Holland



P-NET Conference and Exhibition Participation





Beer Barrel Filling Line in UK Brewery



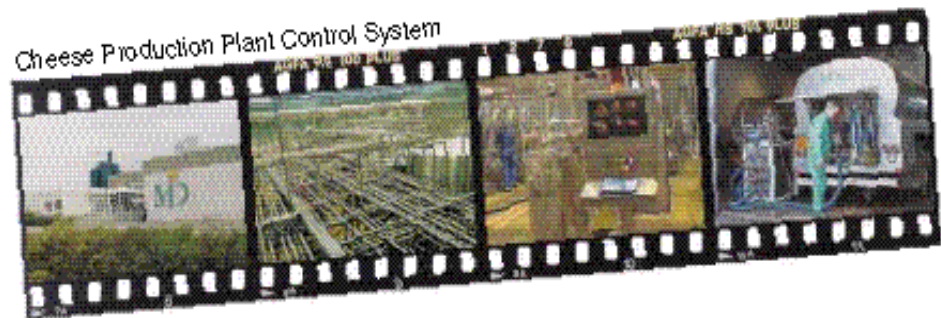
Milk Truck Data Collection System



Complete Plant for the Concrete Industry



Cheese Production Plant Control System



Fiscal Metering on Oil Distribution Truck

