

Технические средства АСУТП (продолжение). Устройства связи с объектом, контроллеры

Лекция 4

Автоматизация химико-технологических процессов



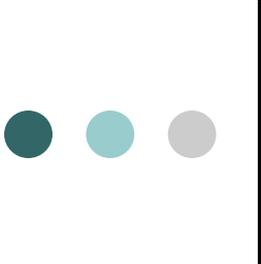


Основные англоязычные термины в АСУТП

- **PLC (Programmable Logic Controller)** - программируемый логический контроллер (ПЛК)
- **HMI (Human Machine Interface)** - человек-машинный интерфейс, устройство для оперативного управления технологическим процессом или отдельной установкой. В качестве HMI сегодня обычно используются специализированные видео-терминальные графические и текстовые панели либо персональные компьютеры в промышленном исполнении
- **SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)** - супервизорное управление и сбор данных (система «верхнего» уровня). SCADA-система обеспечивает сбор, обработку, архивацию и визуализацию данных для централизованного мониторинга и управления технологическим процессом
- **RTU (Remote Terminal Unit)** - микропроцессорное устройство для сбора данных и дистанционного управления в удаленных необслуживаемых местах
- **RIO (Remote Input Output)** - удаленный ввод-вывод сигналов



Устройства связи с объектом (УСО)



Функции УСО

- Нормализация аналогового сигнала, т.е. приведение границ шкалы первичного непрерывного сигнала к одному из стандартных диапазонов входных сигналов АЦП.
- Предварительная низкочастотная фильтрация аналогового сигнала - ограничение полосы частот первичного непрерывного сигнала с целью снижения влияния на результат измерения помех различного происхождения.
- Обеспечение гальванической изоляции между источниками сигнала и каналами системы.
- Помимо этих функций ряд УСО может выполнять более сложные функции за счет наличия в их составе АЦП, дискретного ввода-вывода, микропроцессора и интерфейсов передачи данных.



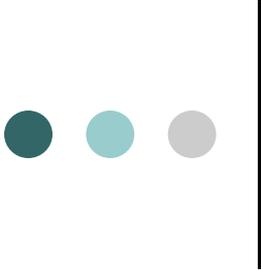
Классификация УСО по типу сигналов

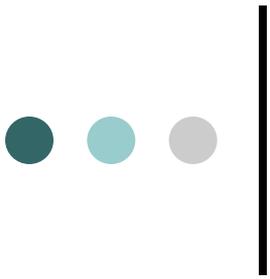
- Аналоговые
 - аналого-цифровые преобразователи АЦП,
 - цифро-аналоговые преобразователи ЦАП и др.
- Дискретные
 - Входные: опрос датчиков с релейным выходом, выключателей, контроля наличия напряжения в сети и т.д., а выходные
 - Выходные: формируют сигналы для управления пускателями, двигателями и прочими устройствами.
- Цифровые
 - Работают только с цифровой информацией
 - Например, коммуникационные модули, предназначенные для сетевого взаимодействия (например, повторители для увеличения протяженности линии связи, преобразователи интерфейсов RS-232/RS-485).



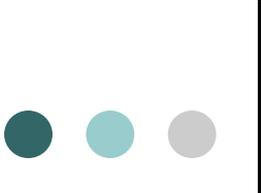
Классификация УСО по направлению прохождения данных

- устройства ввода, обеспечивающие передачу сигналов датчиков;
- устройства вывода для формирования сигналов на исполнительные механизмы;
- двунаправленные.

- 
- В реальных системах модули УСО могут не присутствовать в виде самостоятельных устройств, а входить в состав датчиков (в этом случае датчики называют интеллектуальными) или промышленных компьютеров.
 - Примером могут служить датчики, выдающие готовый цифровой сигнал. В этом случае граница между первичным преобразователем и УСО проходит где-то внутри датчика.
 - С другой стороны, УСО могут быть выполнены в виде АЦП/ЦАП-плат, вставляемых в стандартные ISA или PCI слоты компьютера. В этом случае аналоговые сигналы могут быть введены прямо в компьютер, где и преобразуются в цифровой вид.



Контроллеры



Промышленный контроллер

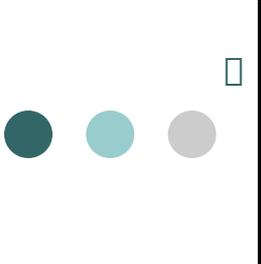
Промышленный контроллер — управляющее устройство, контроллер, применяемое в промышленности, на транспорте и других отраслях по условию применения и задачам, близким к промышленным. Применяется для автоматизации технологических процессов, управления климатом и др. Широкий термин, охватывающий множество возможных реализаций:

- устройство управления на основе механических, электрических и электронных схем, созданные до внедрения в системы автоматизации вычислительной техники, сохраняются оптимально решая некоторые частные задачи в конкретных устройствах, например контроллер электрического двигателя
- промышленный контроллер на базе промышленного компьютера, по архитектуре близкого к персональному компьютеру, но имеющему специальное исполнение для применения в промышленных условиях и снабженного специальными устройствами, например, для подключения к промышленной сети
- программируемые логические контроллеры и близко примыкающие к ним программируемые интеллектуальные реле
- встроенные контроллеры, в том числе микроконтроллеры



Программируемый логический контроллер

Программируемый логический контроллер, ПЛК — микропроцессорное устройство, предназначенное для управления технологическими процессами в промышленности и другими сложными технологическими объектами (например, системы управления микроклиматом). Принцип работы ПЛК заключается в сборе сигналов от датчиков и их обработке по прикладной программе пользователя с выдачей управляющих сигналов на исполнительные устройства.

- 
- ПЛК, как правило, не имеют развитых средств интерфейса, типа клавиатуры и дисплея, устанавливаются в шкафах, их программирование, диагностика и обслуживание производится подключаемыми для этой цели программаторами — специальными устройствами (устаревшая технология) или устройствами на базе РС или ноутбука, со специальным программным обеспечением, а возможно и со специальными интерфейсными платами.
 - В системах управления технологическими процессами ПЛК взаимодействуют с системами человеко-машинного интерфейса: операторскими панелями или рабочими местами операторов на базе РС.
 - Датчики и исполнительные устройства подключаются к ПЛК или централизованно: в стойку ПЛК устанавливаются модули ввода-вывода, подключённые к датчикам и исполнительным устройствам отдельными проводами, или по методу распределённой периферии, когда удалённые от ПЛК датчики и исполнительные устройства связаны с ПЛК общей сетью, например, сетью Profibus с протоколом DP.



Виды ПЛК

- Классические ПЛК (OMRON, Siemens Simatic S7, Segnetics SMH2010)
- ПЛК на базе процессора i8088/8086/80186/ (ICPDAS, Advantech)
- интеллектуальные реле (Siemens LOGO!, Zelio Logic)
- программные ПЛК на базе PC-совместимых компьютеров
 - MicroPC
 - WinCon
- Распределённые системы управления DCS

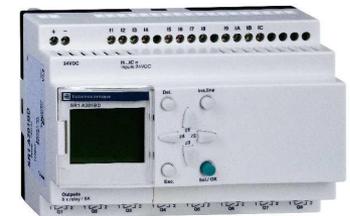


Примеры контроллеров фирмы Schneider Electric (Modicon)

Zelio logic – Интеллектуальное реле



Zelio



Twido

Программируемые контроллеры



TSX Micro: Мощный ПЛК для своего размера

до 468 в\в

Память до 84 к слов

Многозадачная ОС
с обработкой прерываний

менее 0,15 μ s/инстр.

Поддержка многих сетей
и шин, включая Ethernet



Специальные функции:

- быстрый счет
- аналоговые в\в и ПИД-рег.
- математика
- fuzzy logic (нечеткая логика)
- ...

Защита:

- know-how пользователя
- данных
- периферии

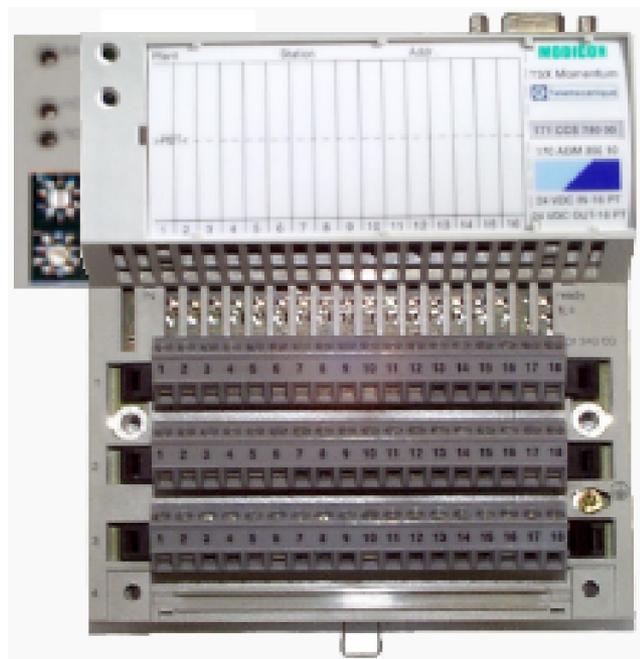
TSX Premium



TSX Momentum

УСО для промышленных
информационных шин

или автономный контроллер



Modicon TSX Momentum

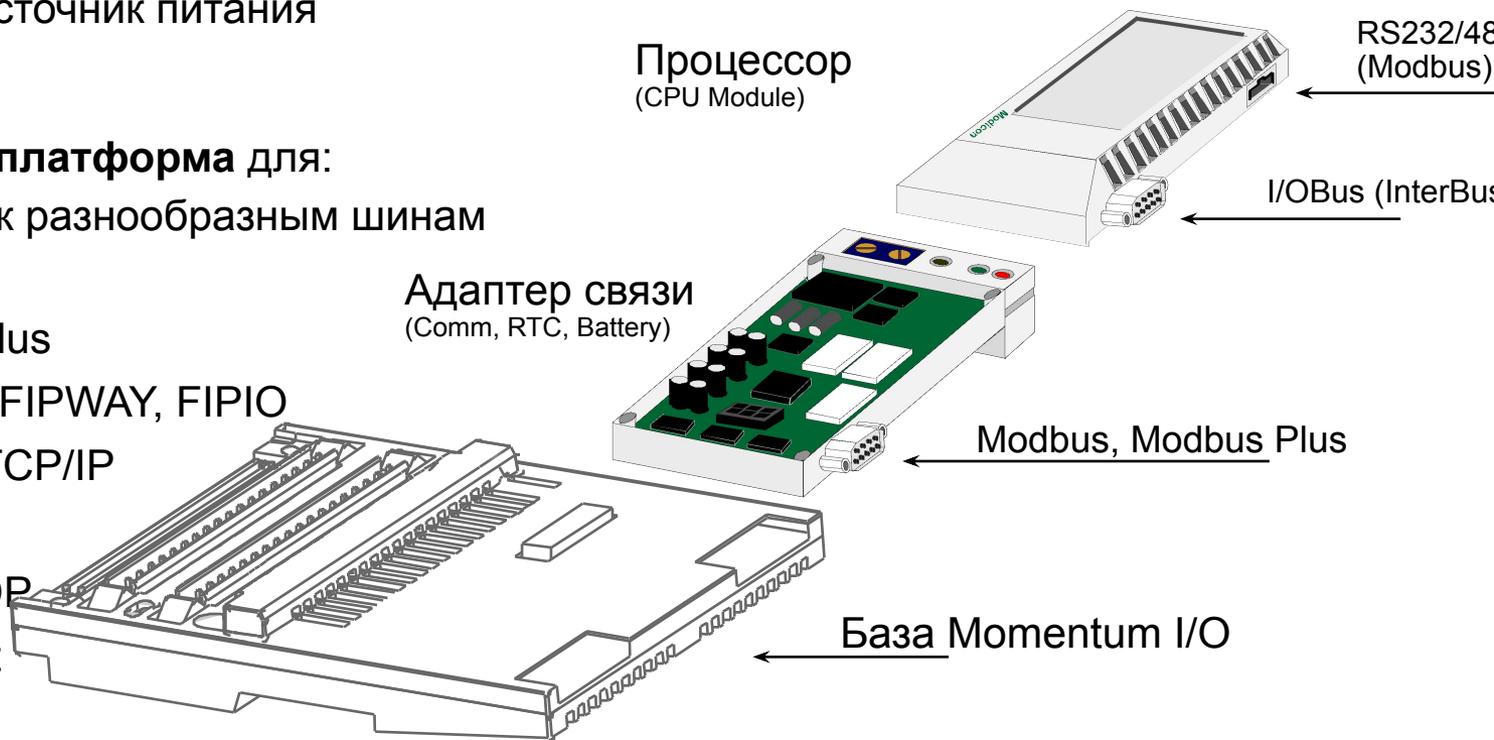
Открытая платформа для автоматизации

Исчерпывающий набор цифровых, аналоговых и смешанных вх./вых.

- оптимизированное подключение
- встроенный источник питания

Одномодульная платформа для:

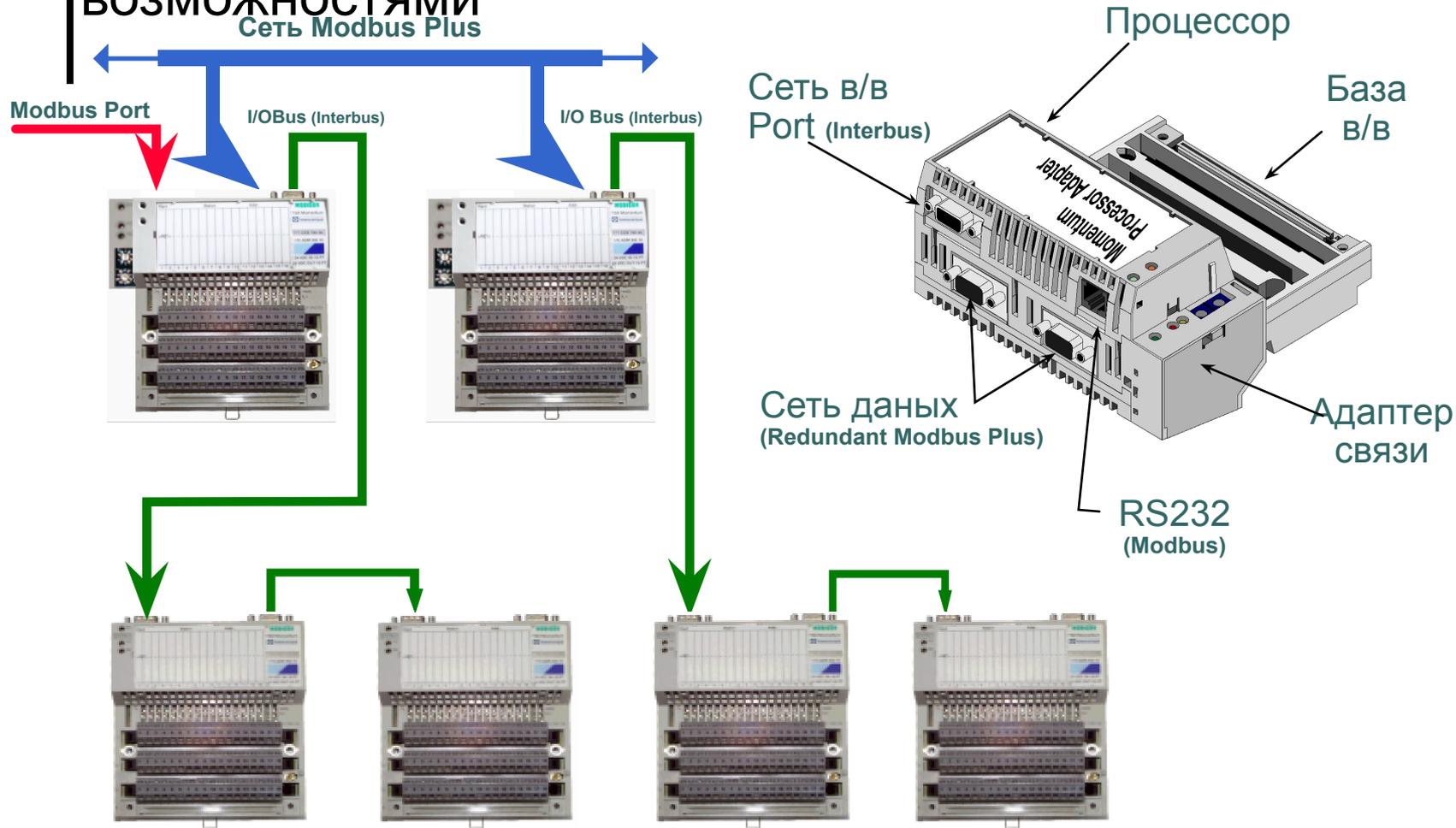
- подключения к разнообразным шинам
 - Modbus
 - Modbus Plus
 - WorldFip, FIPWAY, FIPIO
 - Ethernet TCP/IP
 - Interbus S
 - Profibus DP
 - DeviceNet
 - CAN
 - LON



Modicon TSX Momentum

Автономный контроллер с сетевыми

ВОЗМОЖНОСТЯМИ



Magelis iPC – Промышленные ПК

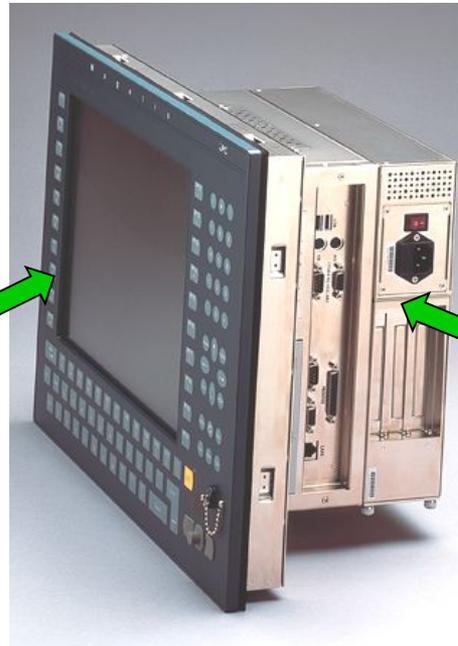
Гибкость выбора:

различные блоки ПК и
исполнения передней панели
исходя из потребностей
заказчика

Front-Panels



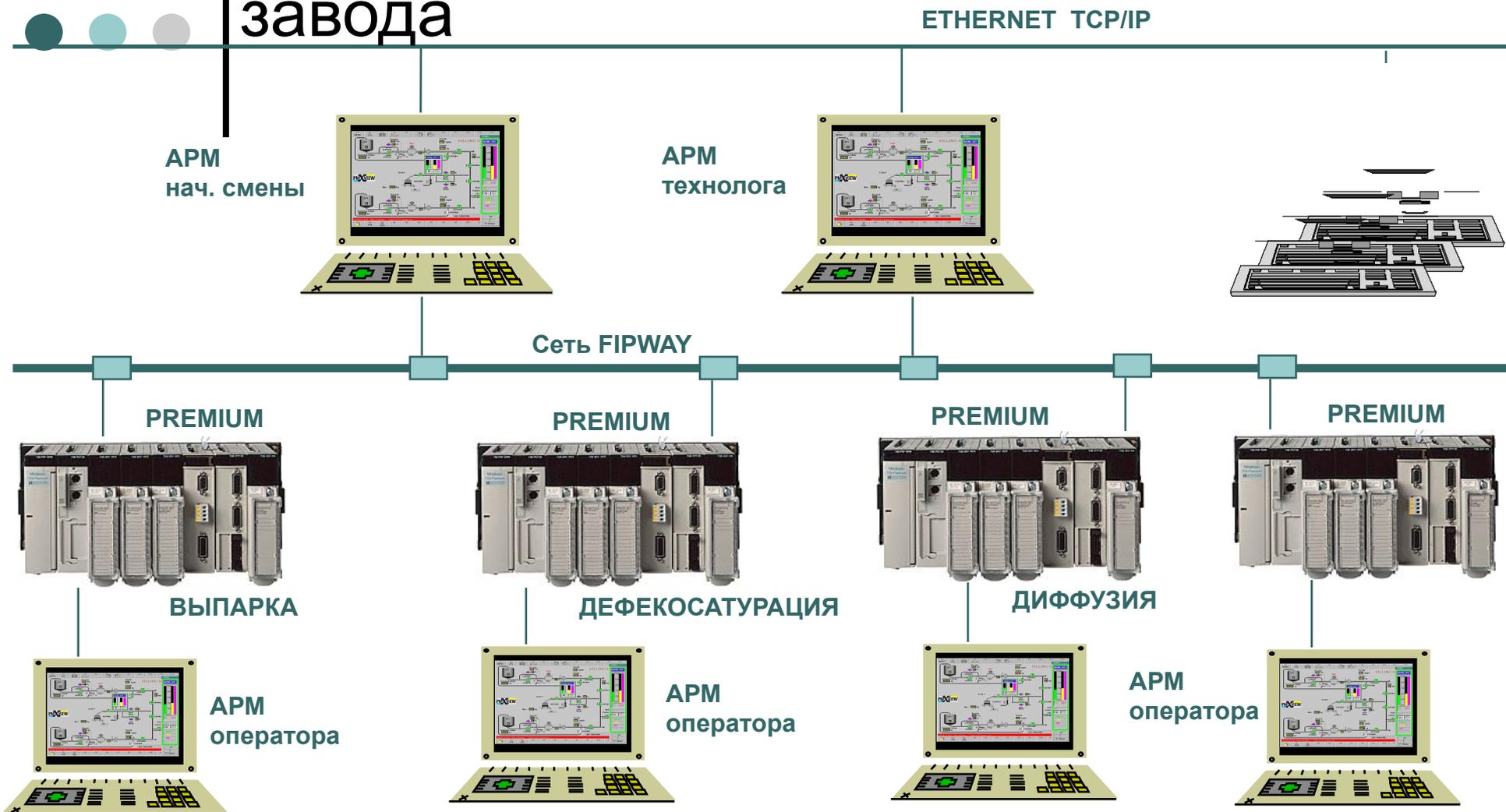
Full Panel-PC



Control-Box



АСУ ТП Волоконовского сахарного завода



Реализация фирмы ЦАНТ



Производители ПЛК

Ведущие мировые производители:

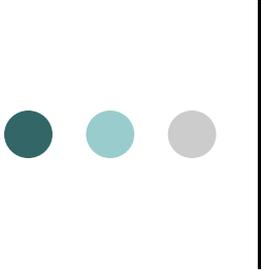
- Siemens AG,
- Bernecker & Rainer,
- Delta Electronics,
- Rockwell Automation,
- Schneider Electric,
- Omron.

Другие производители:

- Advantech,
- VIPA,
- WAGO I/O,
- Phoenix Contact

Российские производители ПЛК :

- ЭлеСи,
- Сегнетикс,
- МЗТА,
- НПП Автоматика-С,
- Овен,
- Fastwel,
- Текон



Промышленный ПК

- **Промышленный ПК** — компьютер на основе платформы x86, предназначенный для решения производственных задач в различных отраслях промышленности и транспорта. Основываясь на стандартном аппаратном и программном обеспечении промышленные компьютеры, тем не менее, как правило предполагают следующие преимущества:
 - повышенная надёжность;
 - стойкость к вибрации и механическим ударам;
 - стойкость к внешним электромагнитным полям;
 - расширенный диапазон рабочих температур;
 - увеличенный жизненный цикл изделия.
- Также, зачастую промышленный ПК обладает дополнительными интерфейсами, такими, как PROFIBUS



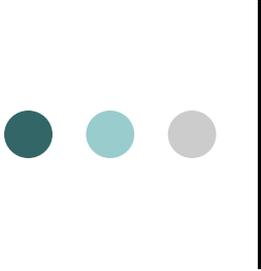
Коммуникации для ПЛК

- RS-485
- ProfiBus
- ModBus Plus
- CAN
- AS-Interface
- Промышленный Ethernet



PROFIBUS

- открытая промышленная сеть, прототип которой был разработан компанией Siemens AG для своих промышленных контроллеров SIMATIC, на основе этого прототипа
- PROFIBUS объединяет технологические и функциональные особенности последовательной связи полевого уровня. Она позволяет объединять разрозненные устройства автоматизации в единую систему на уровне датчиков и приводов.
- PROFIBUS использует обмен данными между ведущим и ведомыми устройствами (протоколы DP и PA) или между несколькими ведущими устройствами (протоколы FDL и FMS).
- Физический, канальный уровни и уровень приложений



Физический уровень PROFIBUS

Физически PROFIBUS может представлять из себя:

- электрическая сеть с шинной топологией, использующая экранированную витую пару, соответствующая стандарту RS-485.
- оптическая сеть на основе оптоволоконного кабеля.
- инфракрасная сеть.

Скорость передачи по ней может варьироваться от 9,6 Кбит/сек до 12 Мбит/сек.



Протокол доступа к шине

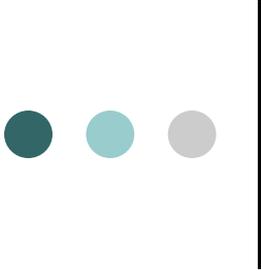
- Для всех версий PROFIBUS существует единый протокол доступа к шине. Этот протокол реализуется на 2 уровне модели OSI (который называется в PROFIBUS-FDL).
- Данный протокол реализует процедуру доступа с помощью маркера (token). Сеть PROFIBUS состоит из ведущих (master) и ведомых (slave) станций.
- Ведущая станция может контролировать шину, то есть может передавать сообщения (без удалённых запросов), когда она имеет право на это (то есть когда у неё есть маркер). Ведомая станция может лишь распознавать полученные сообщения или передавать данные после соответствующего запроса.
- Маркер циркулирует в логическом кольце, состоящем из ведущих устройств. Если сеть состоит только из одного ведущего, то маркер не передаётся (в таком случае в чистом виде реализуется система master-slave). Сеть в минимальной конфигурации может состоять либо из двух ведущих, либо из одного ведущего и одного ведомого устройства.

Протоколы сети PROFIBUS



PROFIBUS DP (Decentralized Peripheral - Распределенная периферия) — протокол, ориентированный на обеспечение скоростного обмена данными между системами автоматизации (ведущими DP-устройствами) и устройствами распределённого ввода-вывода (ведомыми DP-устройствами). Протокол характеризуется минимальным временем реакции и высокой стойкостью к воздействию внешних электромагнитных полей. Оптимизирован для высокоскоростных и недорогих систем. Эта версия сети была спроектирована специально для связи между автоматизированными системами управления и распределенной периферией. Электрически близка к RS-485, но сетевые карты используют 2-х портовую рефлексивную память, что позволяет устройствам обмениваться данными без загрузки процессора контроллера.

- PROFIBUS PA (Process Automation - Автоматизация процесса) — протокол обмена данными с оборудованием полевого уровня, расположенным в обычных или Ex-зонах (взрывоопасных зонах). Протокол отвечает требованиям международного стандарта IEC 61158-2. Позволяет подключать датчики и приводы на одну линейную шину или кольцевую шину.
- PROFIBUS FMS (Fieldbus Message Specification - Спецификация сообщений полевого уровня) — универсальный протокол для решения задач по обмену данными между интеллектуальными сетевыми устройствами (контроллерами, компьютерами/программаторами, системами человеко-машинного интерфейса) на полевом уровне. Некоторый аналог промышленного Ethernet, обычно используется для высокоскоростной связи между контроллерами и компьютерами верхнего уровня и используемыми диспетчерами. Скорость до 12 Мбит/с.



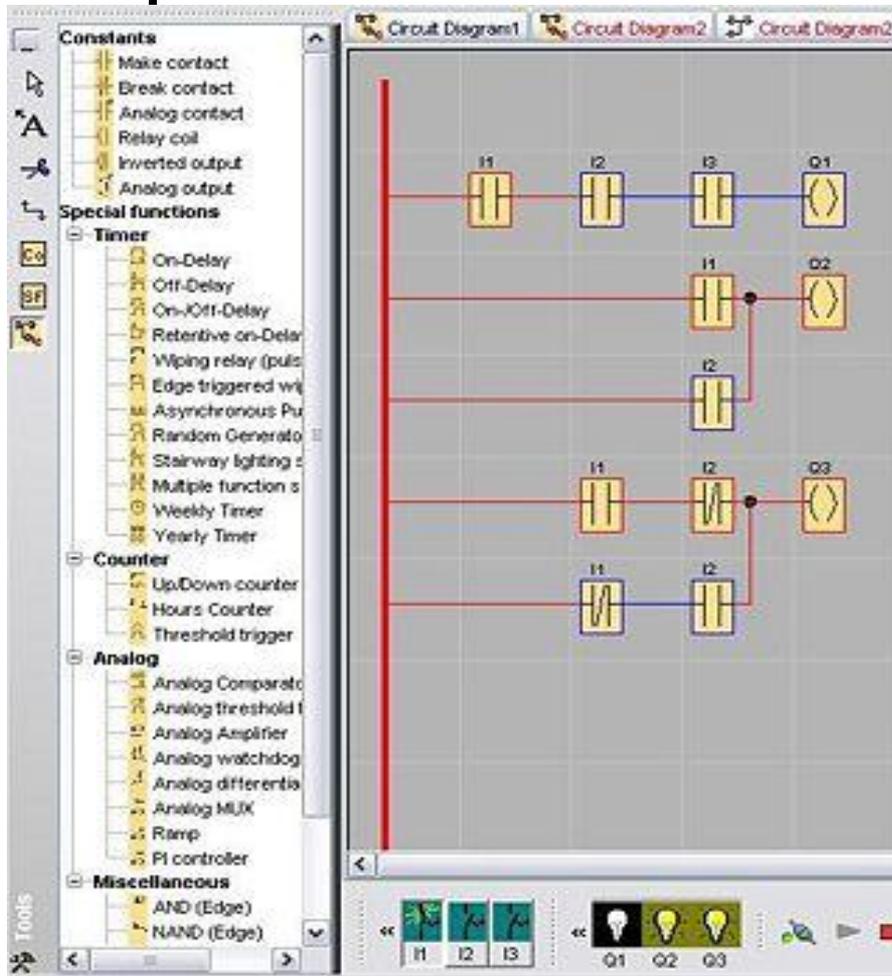
Языки программирования ПЛК

Для программирования ПЛК используются стандартизированные языки МЭК (IEC) стандартом IEC61131-3

- Языки программирования для инженеров по автоматизации (графические)
 - LD — Язык релейных схем
 - FBD — Язык функциональных блоков
 - SFC — Язык диаграмм состояний — программирование автоматов
 - CFC — Не сертифицирован IEC61131-3, дальнейшее развитие FBD
- Языки для программистов ПЛК (текстовые)
 - IL — Ассемблер
 - ST — Паскале-подобный язык

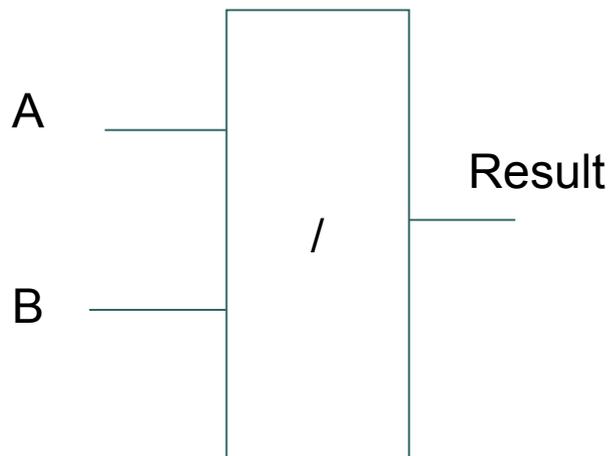
Ladder Diagram (LD, LAD)

язык релейной логики



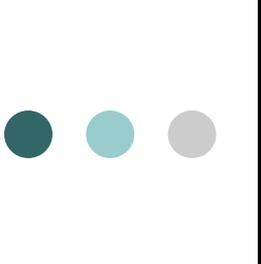
- Широко используется для замены логических схем, выполненных на релейной технике. Ориентирован на инженеров по автоматизации, работающих на промышленных предприятиях. Является самым распространенным языком программирования для ПЛК в США.

FBD (*Function Block Diagram*)



Пример:
A поделить на B и
записать в переменную Result

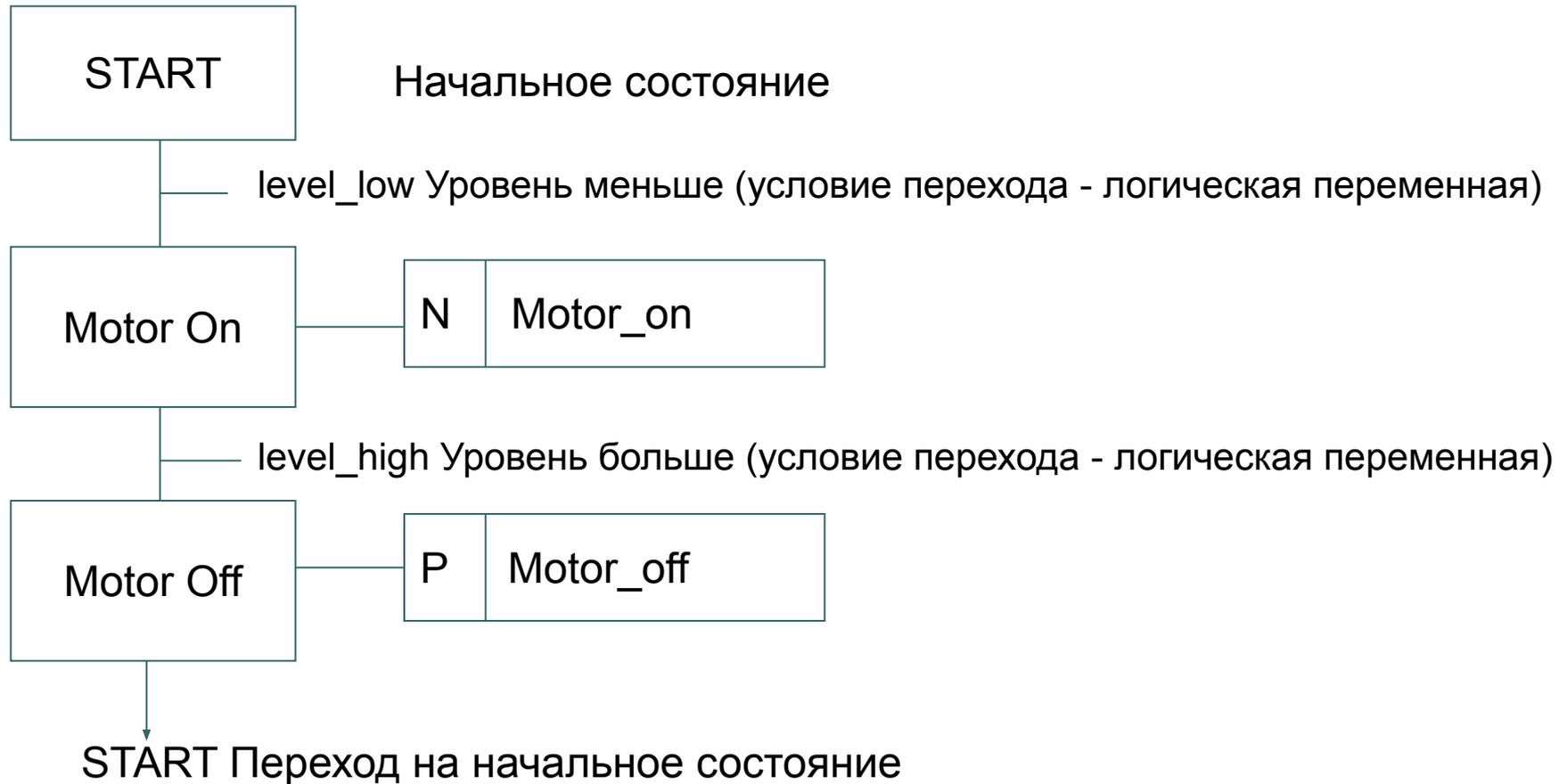
- Программирование на нём представляет собой размещение на поле набора логических блоков И, ИЛИ, НЕ, триггеров, таймеров, блоков обработки сигнала и установления связи между ними. Состоит из переменных экземпляров функциональных блоков и соединений между ними. Исполняется сверху вниз и слева направо. Функциональные блоки могут быть написаны на других языках, например IL или ST.
- Дальнейшим развитием FBD является язык программирования CFC.

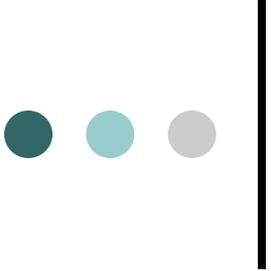


Sequential Function Chart

- Широко используется в SCADA/HMI пакетах.
- SFC — графический язык, описывающий диаграмму состояний. Аналогом может служить сеть Петри с разноцветными фишками. К каждому состоянию могут быть подключены действия (подпрограммы) с определенными модификаторами. Например, модификатор N — исполнять, пока состояние активно. Чрезвычайно удобен для создания программ работы автомата.

Пример: Поддержание уровня жидкости в сосуде с непрерывно вытекающей жидкостью





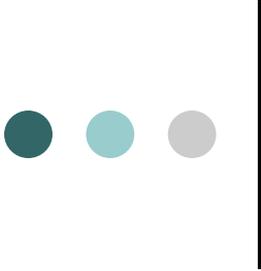
Instruction List (IL)

LD x
MUL A
ADD B
ST Y

Пример:

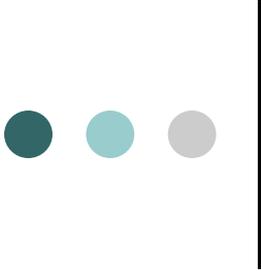
Линейное преобразование
 $Y(x)=A*x+B$

- По синтаксису напоминает ассемблер. Ориентирован на профессиональных программистов и разработчиков контроллеров и ПО для них. Является вместе с LD одним из самых распространённых при программировании ПЛК.



Structured Text (ST)

- ▣ Широко используется в SCADA/HMI/SoftLogic пакетах. По структуре ближе всего к языку программирования Паскаль. Удобен для написания больших программ и работы с аналоговыми сигналами и числами с плавающей точкой.



Пример: Вычисление максимума из массива

```
VAR_CONSTANT
  Array_Sz:BYTE:=4;
END_VAR
VAR
  Iter:BYTE;
  arr:ARRAY [1..Array_Sz] of real:=3.2,4.2,1.4,7.8;
  fnd_max:REAL:=-1.2E38;
END_VAR
  FOR Iter:=0 TO Array_Sz DO
    fnd_max:=MAX(fnd_max,arr[Iter]);
  END_FOR
```