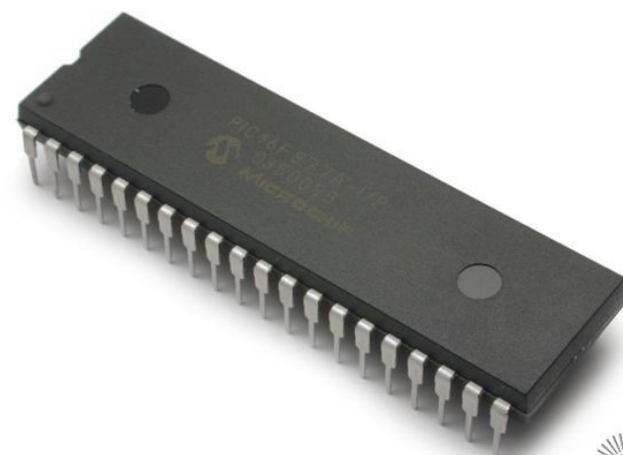


Программирование контроллеров

Основные понятия

- **Микроконтроллер** — микросхема, управляющая электронными устройствами.



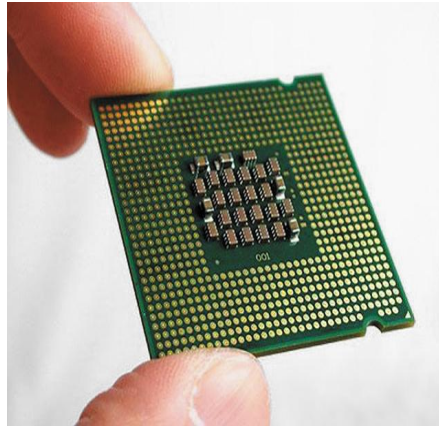
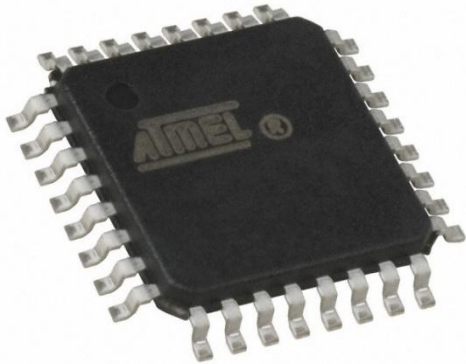
- **Программируемый логический контроллер** — специализированное устройство, используемое для автоматизации технологических процессов.

© Solarbotics Ltd. WWW.SOLARBOTICS.COM



В чем отличие?

- ❑ МИКРОПРОЦЕССОР- самостоятельное или входящее в состав микро-ЭВМ устройство обработки информации, выполненное в виде одной или нескольких интегральных схем.
- ❑ МИКРОКОНТРОЛЛЕР- микросхема, предназначенная для управления электронными устройствами в соответствии с заложенной в микроконтроллер программой. В отличие от микропроцессоров, микроконтроллеры содержат встроенные дополнительные устройства.
- ❑ ПЛК- законченное изделие в корпусе. Выходы ПЛК способны коммутировать токи до десятков ампер, оснащены гальванической развязкой, защитой от перегрузок, средствами самодиагностики.
- ❑ ПК- В отличие от ПЛК, предназначенного для работы с машинами, компьютер ориентирован на работу с человеком (клавиатура, мышь, монитор и т. п.)



Что такое микроконтроллер

1. Интегральные схемы

Представьте себе, что все транзисторы и резисторы уменьшили во много раз, объединили в кристалл из кремния и поместили в маленький пластмассовый корпус:

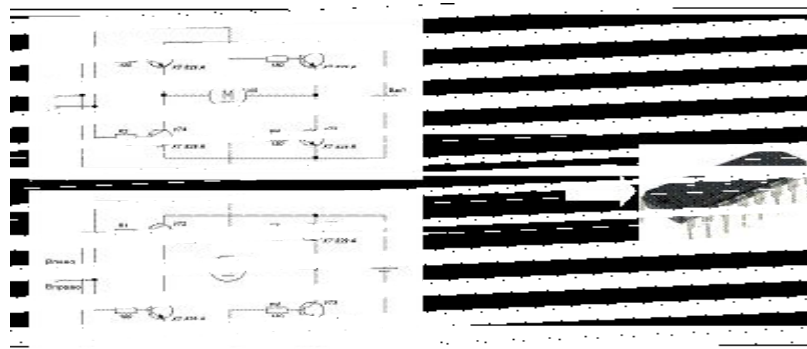


Рис.1.1. Микросхема

То, что получится в результате, называется интегральной микросхемой

Микроконтроллер – это компьютер на одной микросхеме.

Микроконтроллер предназначен для управления различными электронными устройствами. Микроконтроллеры можно встретить во многих современных приборах, таких, как телефоны, стиральные машины и т. п.

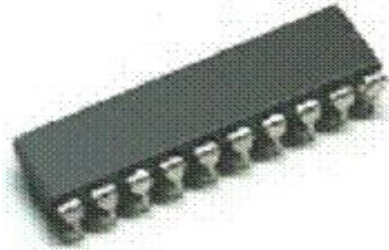


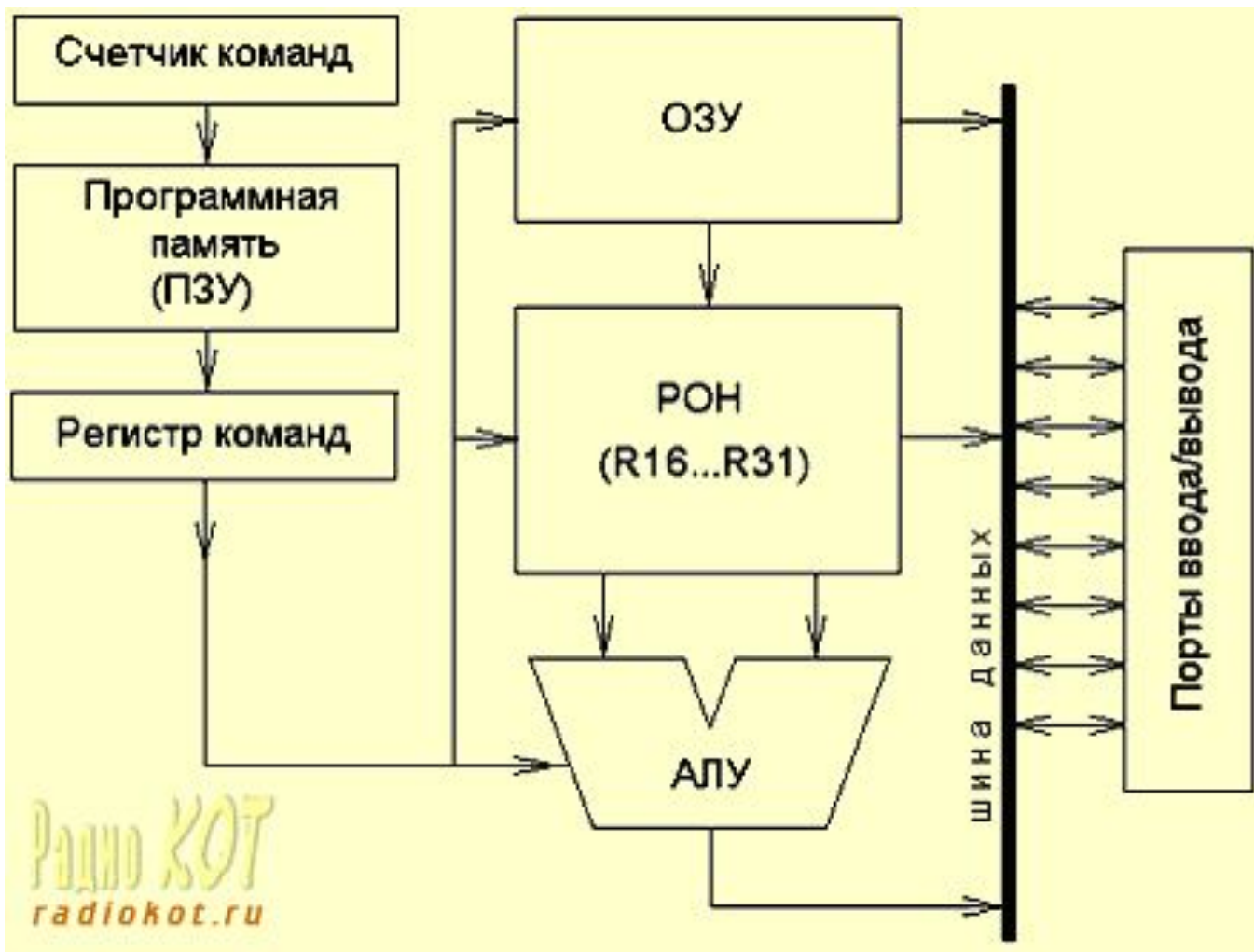
Рис.2 Однокристалльная микроЭВМ

Внутри такой микросхемы реализованы такие компоненты, как

- арифметико-логическое устройство;
- система управления;
- FLASH-память;
- счетчики, таймеры и прочие схемы;
- порты для связи с внешними устройствами;

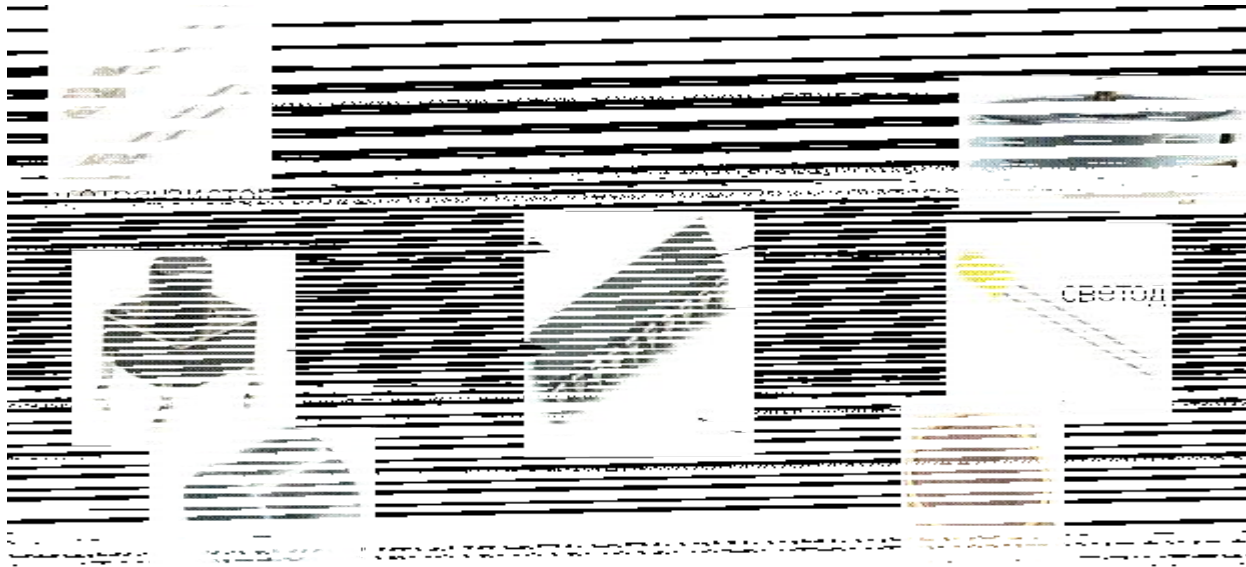
и многое другое

Микроконтроллер

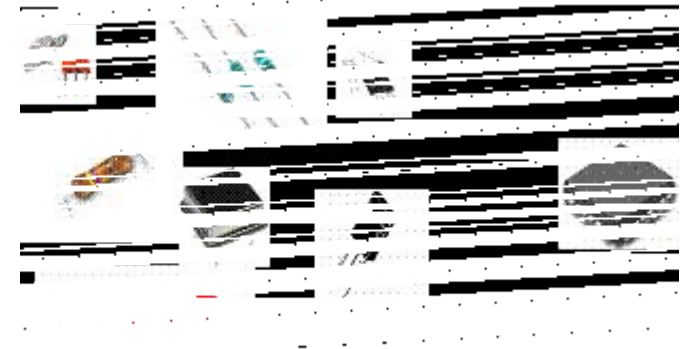
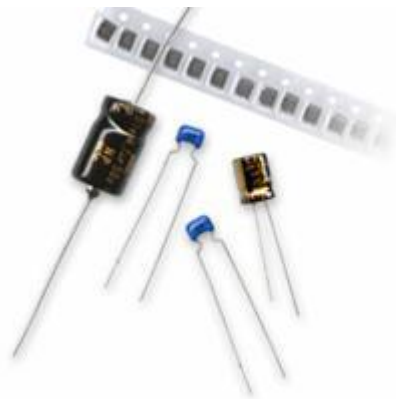


Входы и выходы микроконтроллера

- ❑ **Рецепторами (или датчиками)** называются устройства которые получают информацию из окружающей среды, например, фототранзистор, микрофон, контактный датчик (кнопка).
- ❑ А органы, которые воздействуют на окружающую среду – **эффекторы**: двигатели, динамики, светодиоды и проч.
- ❑ У микроконтроллера есть некоторое количество входов и выходов. К входам мы можем присоединить рецепторы, а к выходам эффекторы. Микроконтроллер может обрабатывать информацию с входов и создавать электрические сигналы на выходах в соответствии с программой.
- ❑ подключение датчиков и эффекторов (периферии) к микроконтроллеру – не такое простое дело. Сделать это «напрямую», так, как показано на рисунке, обычно не получается. Для подключения периферии используются дополнительные схемы



Новые виды элементов: интегральные микросхемы, стабилизаторы, конденсаторы, SMD-компоненты



В наш бурный век электроники главными преимуществами электронного изделия являются малые габариты, надежность, удобство монтажа и демонтажа (разборка оборудования), малое потребление энергии а также удобное юзабилити (*от английского* - удобство использования). Все эти преимущества ну никак не возможны без технологии поверхностного монтажа - SMT технологии (*Surface Mount Technology*), и конечно же без SMD компонентов.

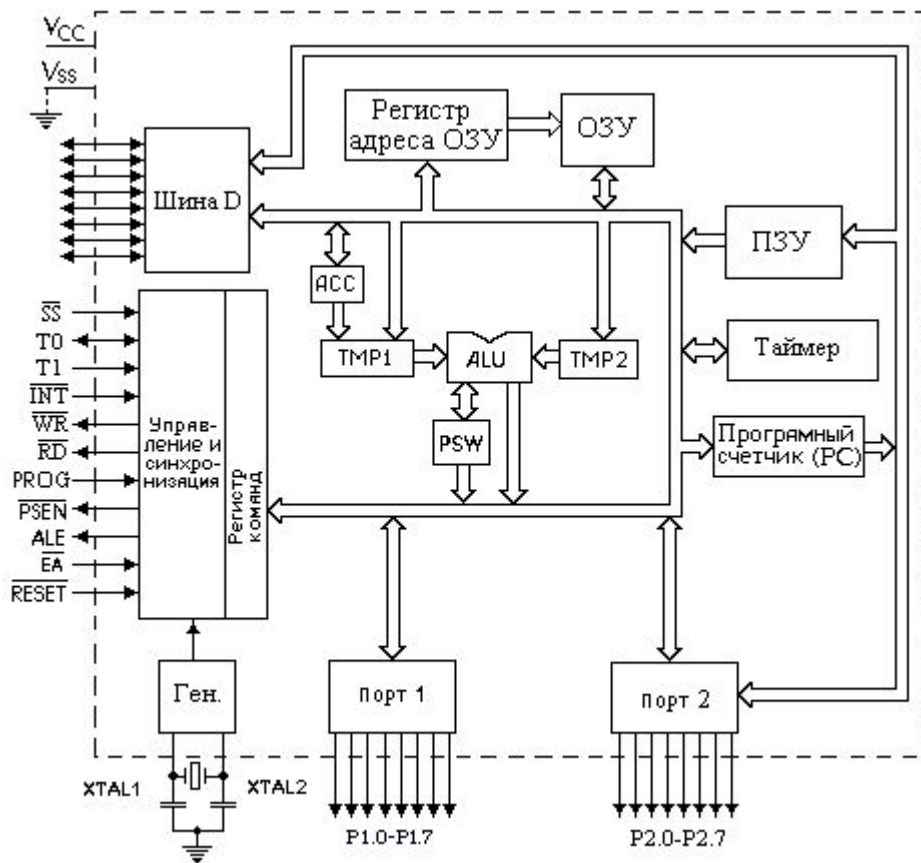
SMT-технология

Изготовление печатной платы;

- нанесение паяльной пасты на контактные площадки платы:
 - дозирование пасты из специального шприца вручную или на станке в единичном и мелкосерийном производстве;
 - трафаретная печать в серийном и массовом производстве;
- установка компонентов на плату;
- групповая пайка методом оплавления пасты в печи (преимущественно методом конвекции, а также инфракрасным нагревом или нагревом в паровой фазе);
- очистка (мойка) платы (выполняется или нет в зависимости от активности флюса) и нанесение защитных покрытий.

В единичном производстве, при ремонте изделий и при монтаже компонентов, требующих особой точности, как правило, в мелкосерийном производстве также применяется индивидуальная пайка струей нагретого воздуха или азота.

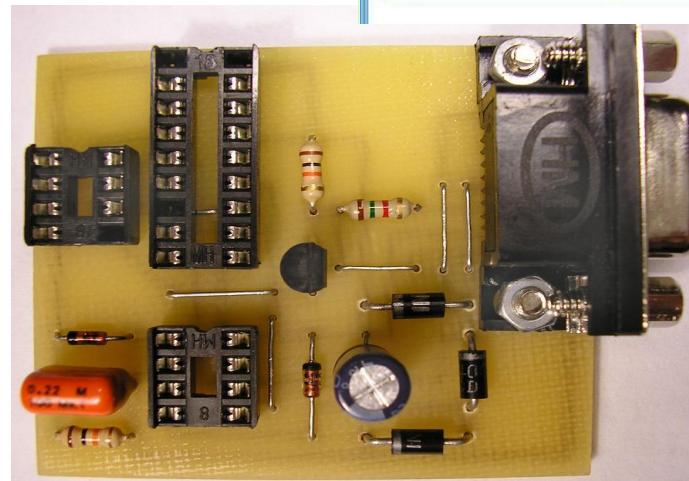
Микроконтроллер



- Неполный список периферии, которая может присутствовать в микроконтроллерах, включает в себя:
- универсальные цифровые порты, которые можно настраивать как на ввод, так и на вывод;
- аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи;
- компараторы;
- широтно-импульсные модуляторы;
- таймеры;
- встроенный тактовый генератор и сторожевой таймер;
- контроллеры дисплеев и клавиатур;
- контроллеры бесколлекторных двигателей;
- радиочастотные приемники и передатчики;
- массивы встроенной флэш-памяти;
- различные интерфейсы ввода-вывода, такие как, USB, Ethernet;

Программирование

- Редактор для написания текста программы.
Все начинается с того, что мы создаем файл с исходным кодом программы.
- Компилятор – программа для перевода исходного кода в машинный язык.
- Программатор- девайс, посредством которого соединяется компьютер с контроллером.
- Программа, которая будет управлять прошивкой файла в контроллер.



Пример кода

Start:

```
ldi r16,0b00000000 ;  
out PortA0, r16;
```

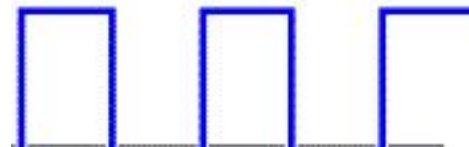
```
nop  
nop
```

```
ldi r16,0b11111111 ;  
out PortA0,r16 ;
```

```
nop  
nop
```


```
rjmp Start
```

- Ldi загружает число в старший регистр
- Out пересылает содержимое рабочего регистра в регистр ввода/вывода
- Rjmp выполняет переход к секции программы, обозначенной меткой
- Nop пустая команда, которая ничего не делает – просто занимает один такт



Руководство

- Datasheet содержит всю информацию о возможностях контроллера, начиная от его внутренней структуры и заканчивая изменением свойств при изменении температуры.



8-bit AVR[®] Microcontroller with 2K Bytes Flash

ATtiny26
ATtiny26L

Summary

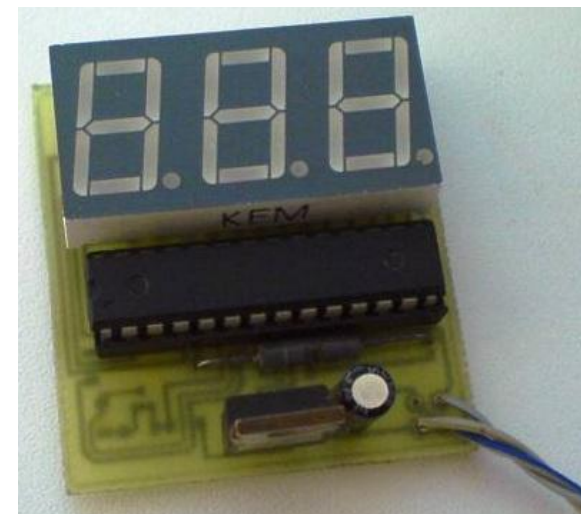
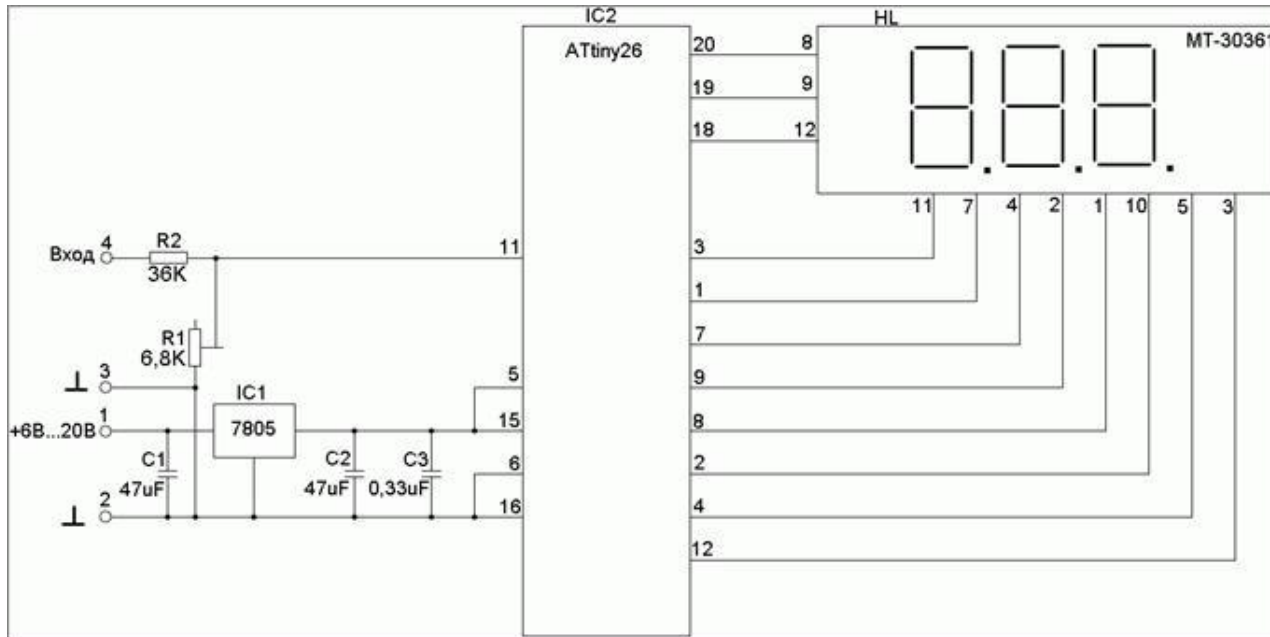
1477ND-AVR-04.0E

Note: This is a summary document. A complete document is available on our Web site at www.atmel.com.

Features

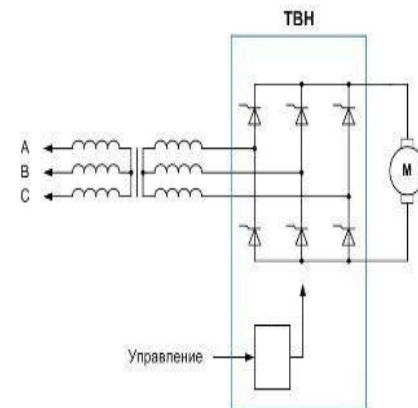
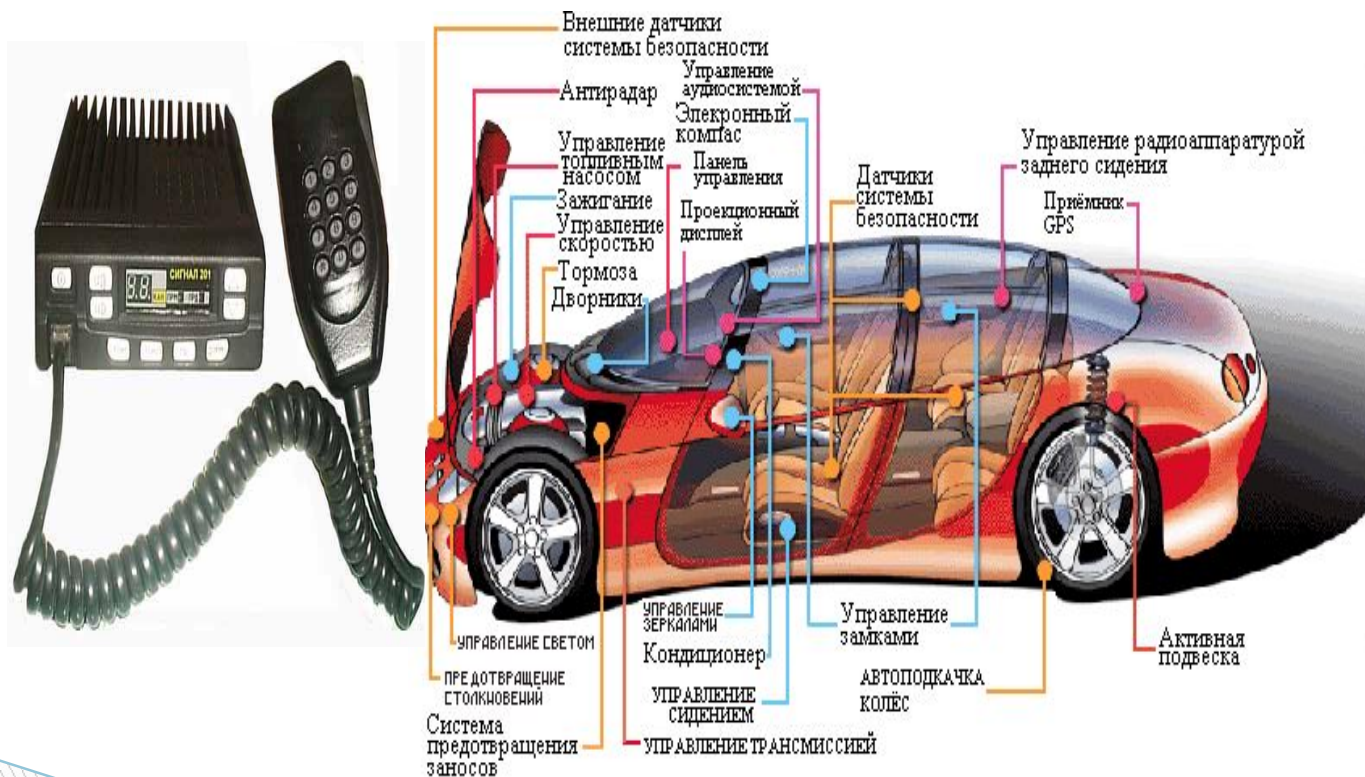
- High-performance, Low-power AVR[®] 8-bit Microcontroller
- RISC Architecture
 - 118 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 16 MIP³ Throughput at 16 MHz
- Data and Non-volatile Program Memory
 - 2K Bytes of In-System Programmable Program Memory Flash
 - Endurance: 10,000 Write/Erase Cycles
 - 128 Bytes of In-System Programmable EEPROM
 - Endurance: 100,000 Write/Erase Cycles
 - 128 Bytes Internal SRAM
 - Programming Lock for Flash Program and EEPROM Data Security
- Peripheral Features
 - 8-bit Timer/Counter with Separate Prescaler
 - 8-bit High-speed Timer with Separate Prescaler
 - 2 High Frequency PWM Outputs with Separate Output Compare Registers
 - Non-overlapping Inverted PWM Output Pins
 - Universal Serial Interface with Start Condition Detector
 - 10-bit ADC
 - 11 Single Ended Channels
 - 8 Differential ADC Channels
 - 7 Differential ADC Channel Pairs with Programmable Gain (1x, 20x)
 - On-chip Analog Comparator
 - External Interrupt
 - Pin Change Interrupt on 11 Pins
 - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
- Special Microcontroller Features
 - Low Power Idle, Noise Reduction, and Power-down Modes
 - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
 - External and Internal Interrupt Sources
 - In-System Programmable via SPI Port
 - Internal Calibrated RC Oscillator
- I/O and Packages
 - 26-lead PDIP/SOIC: 16 Programmable I/O Lines
 - 32-lead QFNMLF: 16 programmable I/O Lines
- Operating Voltages
 - 2.7V - 5.5V for ATtiny26L
 - 4.5V - 5.5V for ATtiny26
- Speed Grades
 - 0 - 8 MHz for ATtiny26L
 - 0 - 16 MHz for ATtiny26
- Power Consumption at 1 MHz, 3V and 25°C for ATtiny26L
 - Active 16 MHz, 3V and 25°C: Typ 15 mA
 - Active 1 MHz, 3V and 25°C: 0.70 mA
 - Idle Mode 1 MHz, 3V and 25°C: 0.18 mA
 - Power-down Mode: < 1 µA

Пример вольтметр



Применение

- Любые устройства, в том числе и устройства связи, радиоавтоматики или аудиовизуальной аппаратуры требуют присутствия в своем составе устройства управления (контроллера). Контроллеры требуются практически во всех предметах и устройствах, которые окружают нас.

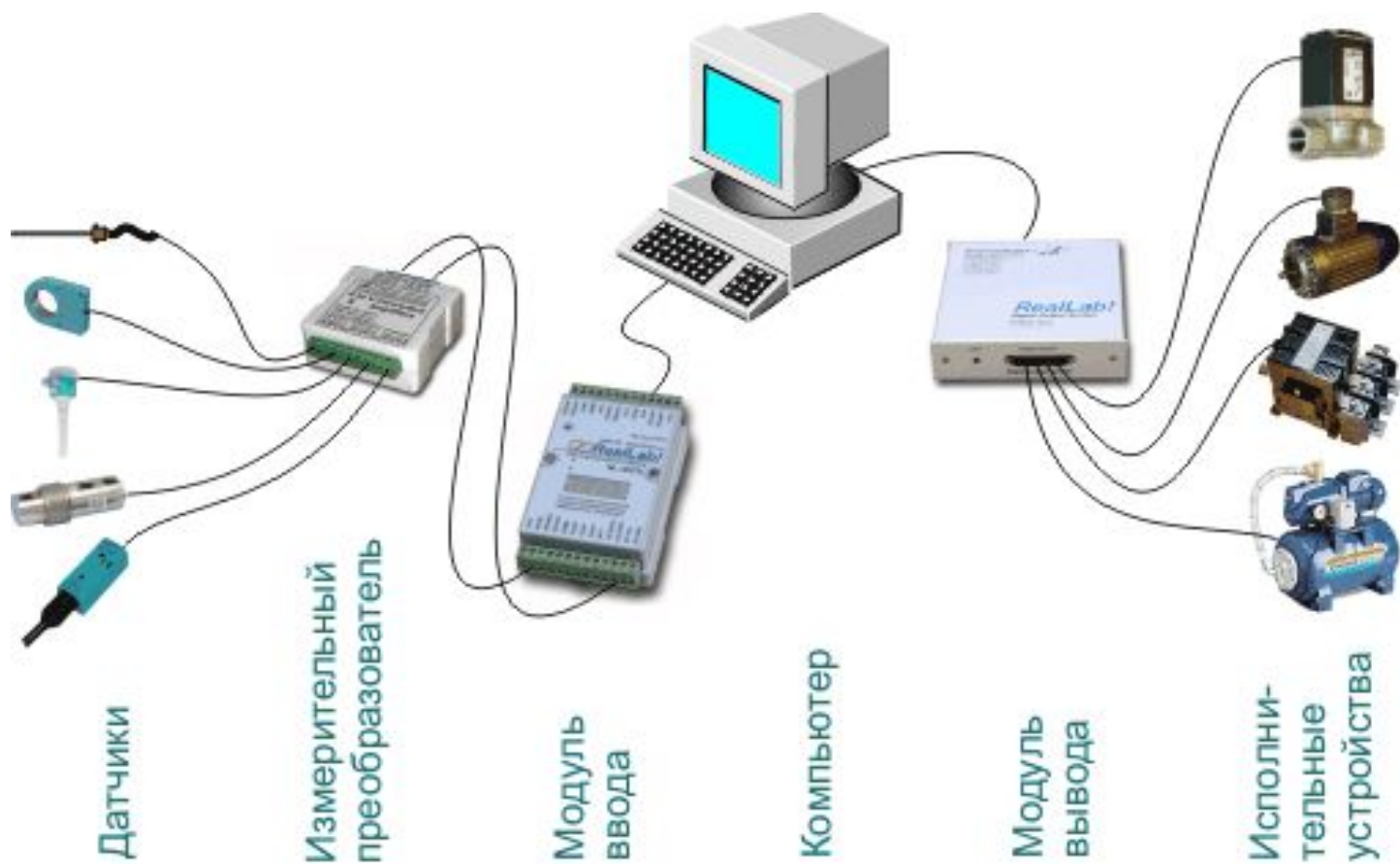


Принципиальная разница между аналоговой и цифровой схемой управления

- ▣ **Робот на дискретных элементах.** Этот робот хорошо ездит по линии, но чтобы заставить его делать еще что-нибудь, нужно придумать другую схему и спаять ему новую плату.
- ▣ **Робот с микроконтроллером.** Этот робот обладает большей гибкостью. Его поведение не заложено жестко в схеме управления. Для решения новой задачи не нужно перепаяивать схему, а можно перепрограммировать микроконтроллер.



Простейший вариант автоматизированной системы с одним компьютером и одним устройством ввода и вывода

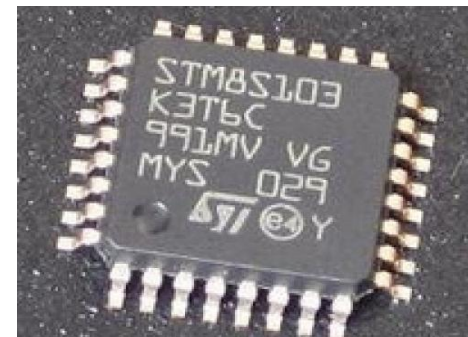
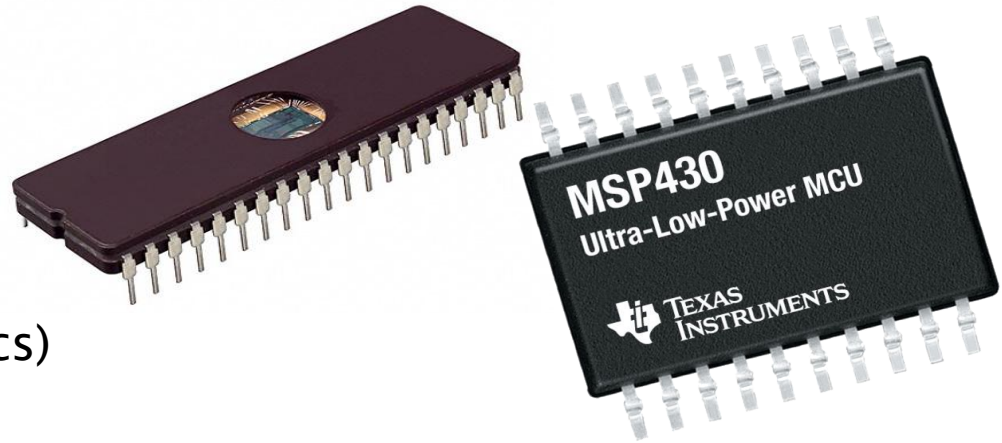


ПЛК

- В автоматизированных системах вместо компьютера или одновременно с ним часто используют *программируемый логический контроллер* (ПЛК). Типовыми отличиями ПЛК от компьютера является специальное конструктивное исполнение (для монтажа в стойку, панель, на стену или в технологическое оборудование), отсутствие механического жесткого диска, дисплея и клавиатуры. Контроллеры также имеют малые размеры, расширенный температурный диапазон, повышенную стойкость к вибрации и электромагнитным излучениям, низкое энергопотребление, защищены от воздействий пыли и воды, содержат сторожевой таймер и платы аналогового и дискретного ввода-вывода, имеют увеличенное количество коммуникационных портов. В контроллерах, в отличие от компьютеров, как правило, используется операционная система реального времени (например, Windows CE, QNX).

Известные семейства

- MCS 51 (Intel)
- MSP430 (TI)
- ARM (ARM Limited)
- AVR (Atmel)
- PIC (Microchip)
- STM8 (STMicroelectronics)



ПЛК

- ПЛК – программируемый логический контроллер, представляет собой микропроцессорное устройство, предназначенное для сбора, преобразования, обработки, хранения информации и выработки команд управления.



ПЛК

- ▣ В отличие от:
 - микроконтроллера, областью применения ПЛК обычно являются автоматизированные процессы промышленного производства,;
 - компьютеров, ПЛК ориентированы на работу с машинами, в противовес возможностям компьютера, ориентированного на человека (клавиатура, мышь, монитор и т. п.);
 - встраиваемых систем — ПЛК изготавливается как самостоятельное изделие, отдельно от управляемого при его помощи оборудования.

Структура и устройство

- Программное обеспечение универсальных контроллеров состоит из двух частей.
- Первая часть это системное программное обеспечение. Системное программное обеспечение ПЛК расположено в постоянной памяти центрального процессора и всегда готово к работе. Оно управляет работой узлов контроллера, взаимосвязи составляющих частей, внутренней диагностикой
- Вторая часть - управление передается прикладной программе, той программе, которую программист записал в память, а по ее завершению управление опять передается системному уровню.

Структура и устройство

- Рабочий цикл ПЛК включает 4 фазы:
 1. Опрос входов
 2. Выполнение пользовательской программы
 3. Установку значений выходов
 4. Некоторые вспомогательные операции (диагностика, подготовка данных для отладчика, визуализации и т. д.).



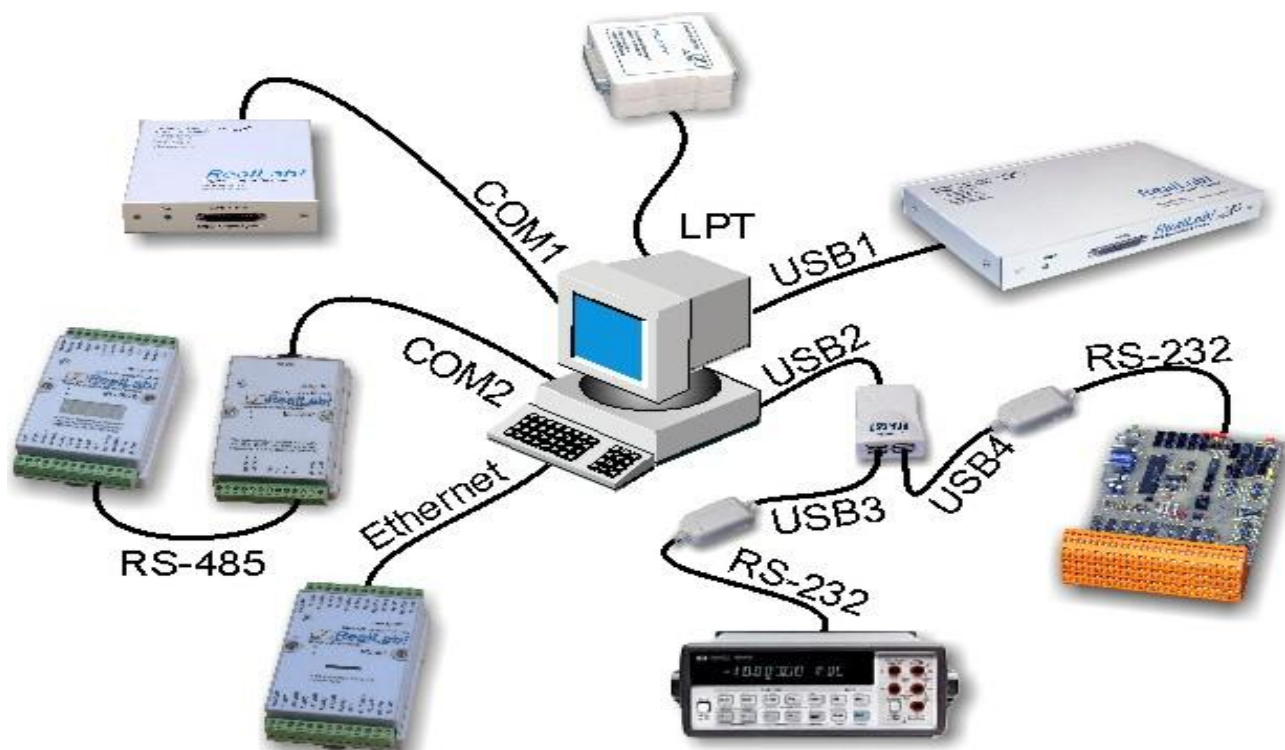
Структура и устройство

- Существует три вида входов дискретные, аналоговые и специальные
- Один дискретный вход ПЛК способен принимать один бинарный электрический сигнал, описываемый двумя состояниями – включен или выключен.
- Аналоговый электрический сигнал отражает уровень напряжения или тока, соответствующий некоторой физической величине, в каждый момент времени. Поскольку ПЛК является цифровой вычислительной машиной, аналоговые входные сигналы обязательно подвергаются аналого-цифровому преобразованию (АЦП).
- Стандартные дискретные и аналоговые входы ПЛК способны удовлетворить большинство потребностей систем промышленной автоматике. Необходимость применения специализированных входов возникает в случаях, когда непосредственная обработка некоторого сигнала программно затруднена, например, требует много времени.

Архитектура

- ▣ *Устройства вывода* (модули вывода) позволяют выводить дискретные, частотные или аналоговые сигналы. Дискретные сигналы используются, например, для включения электродвигателей, электрических нагревателей, для управления клапанами, фрамугами, насосами и другими исполнительными устройствами. Частотный сигнал используется обычно для управления средней мощностью устройств с большой инерционностью с помощью широтно-импульсной модуляции.

Промышленные компьютеры и контроллеры обычно имеют несколько портов RS-485, RS-422 и оптоволоконный порт. Для применения оптического канала с офисным компьютером к нему можно подключить оптоволоконный преобразователь интерфейса.



Для подключения устройств ввода-вывода могут быть использованы все порты компьютера

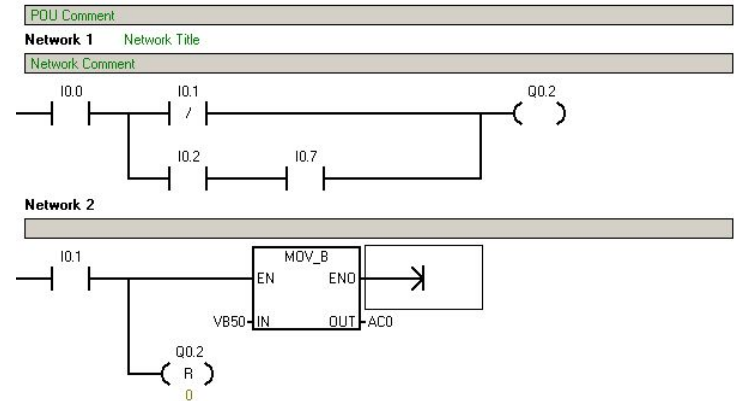
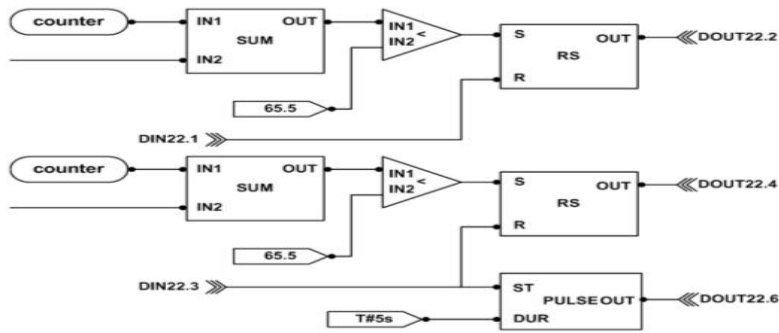
Конструктив

- Конструктивно ПЛК подразделяются на моноблочные, модульные и распределенные.
- Моноблочные имеют фиксированный набор входов выходов
- В модульных контроллерах модули входов – выходов устанавливаются в разном составе и количестве в зависимости от предстоящей задачи
- В распределенных системах модули могут быть разнесены на значительные расстояния



Языки программирования

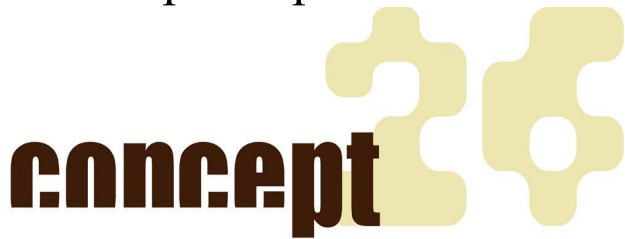
- Стандарт МЭК-61131-3 специфицирует 5 языков программирования:
- Function Block Diagram (FBD) – язык функциональных блочных диаграмм;
- Ladder Diagrams (LAD) – язык релейных диаграмм;
- Statement List (STL) – язык структурированного текста, язык высокого уровня. Напоминает собой Паскаль
- Instruction List (IL) – язык инструкций.
- Sequential Function Chart (SFC) – язык последовательных функциональных блоков;



```
CALL mystart1;  
SwitchType := usint#1,  
InputBC1 := input2,  
InputBC1_Valid := TRUE,  
InputBC2 := input4,  
InputBC2_Valid := TRUE,  
AutoStart := TRUE,  
AutoReset := TRUE,  
MonitorReset := FALSE,  
StartupTest := FALSE,  
SimultaneityLim := time#1s,  
DelayTime := time#1s,  
Reset := input12,  
Enable -> output1,  
DiagInputValid => output2,  
DiagReadyForReset => output3,  
DiagReadyForTest => output4,  
DiagSwitchError => output5,  
DiagInputNotValid => output6  
)  
  
CALL myanaInput1(  
OverrideInput := FALSE,  
InputType := TRUE,  
...
```

Программное обеспечение

- Большинство фирм изготовители ПЛК традиционно имеют собственные фирменные наработки в области инструментального программного обеспечения. Например такие как «Concept» Schneider Electric, «Step 7» Siemens.
- Наибольшей популярностью в мире пользуются комплекс CoDeSys. CoDeSys разработан фирмой 3S. Это универсальный инструмент программирования контроллеров на языках МЭК.



Kommunikation im Raum



SIEMENS



Фирмы, производящие ПЛК

- Siemens — SIMATIC S5 и S7;
- Omron CJ1, CJ2, CS1;
- Schneider Electric — серия Modicon;
- Fastwel I/O
- Beckhoff;
- Rockwell Automation;
- ABB ;
- Segnetics — Pixel и SMH 2Gi;
- Mitsubishi — серия Melsec (FX, Q);
- TREI GmbH — серия TREI-5B;
- Honeywell — MasterLogic;



Программируемое реле

- **Программируемое (интеллектуальное) реле** — разновидность программируемых логических контроллеров (ПЛК). Обычно программа создается на языке релейной логики (LD) или FBD при помощи компьютера или при помощи клавиш на лицевой панели ПЛК.



Программируемое реле

- Предназначаются в качестве средств автоматизации локальных контуров, отдельных агрегатов и для бытового применения.
- Программируемые реле отличаются от полноценных ПЛК малым числом каналов ввода-вывода, малым объемом памяти программ, невозможностью исполнения сложных математических операций, зачастую моноблочной конструкцией.

Производители

- OVEN
- Siemens
- Omron
- Schneider Electric
- Mitsubishi

