

Часть 2

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИКИ (ТСА)

Функции ТСА

Технические средства автоматизации выполняют следующие функции:

1. сбор и преобразование информации о состоянии процесса;
2. передачу информации по каналам связи;
3. преобразование, хранение и обработку информации;
4. формирование команд управления в соответствии с выбранным законом (алгоритмом);
5. воздействие на управляемый процесс с помощью исполнительных механизмов.

Классификация ТСА

По выполняемой функции ТСА делятся на:

1. Первичные преобразователи – датчики.
2. Усилители.
3. Управляющие устройства.
4. Исполнительные устройства.

датчики

- Первичный преобразователь – чувствительный элемент, преобразующий измеряемые параметры среды в электрический сигнал.
- Датчик – законченное изделие на основе первичного преобразователя, включающее, в зависимости от потребности, устройства усиления сигнала, линеаризации, калибровки, аналого-цифрового преобразования и интерфейса для интеграции в системы управления.
- Понятие датчик близко к понятиям измерительный инструмент и измерительный прибор, но показания этих приборов в основном читаются человеком, а датчики, как правило, используются в автоматическом режиме.

Классификация датчиков

По виду выходных величин:

- активные (генераторные);
- пассивные (параметрические).

Пример активного датчика – активный датчик движения ИК-барьер АВТ-100; работает на принципе разнесенных датчиков: приемника и передатчика. Передатчик посылает невидимый инфракрасный луч на приемник, при прерывании сигнала срабатывает сигнал тревоги.

Пример пассивного датчика – ИК датчик движения, обнаруживающий присутствие человека. Принцип работы основан на отслеживании уровня ИК-излучения в поле зрения датчика.

Классификация датчиков

По измеряемому параметру:

- датчики давления;
- расхода;
- уровня;
- температуры;
- концентрации ;
- перемещения;
- угла поворота;
- фотодатчики и др.

Классификация датчиков

По принципу действия:

- оптические (фотодатчики);
- магнитоэлектрические (на основе эффекта Холла);
- пьезоэлектрические;
- тензопреобразователи;
- емкостные;
- потенциометрические;
- индуктивные.

Классификация датчиков

По характеру выходного сигнала:

- дискретные;
- аналоговые;
- цифровые;
- импульсные.

По среде передачи сигналов:

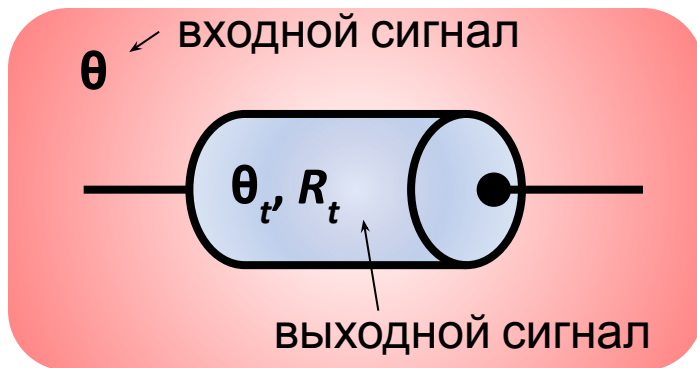
- проводные;
- беспроводные.

Основные характеристики датчиков

Выбирая датчики, надо учитывать следующие их характеристики:

- функциональную зависимость между входным и выходным сигналом – статическую характеристику датчика;
- чувствительность;
- порог чувствительности – наименьшее изменение входной величины, вызывающее изменение величины выходного сигнала;
- погрешности датчика (основная и дополнительная);
- динамические характеристики, определяющие поведение датчика при быстрых изменениях входной величины.

Статическая характеристика датчика

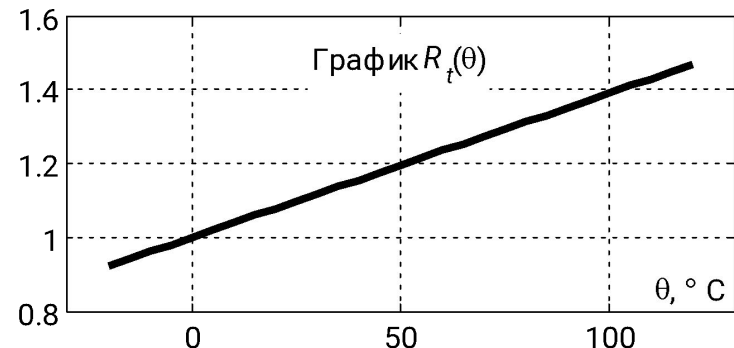


Пример – термосопротивление:
сопротивление металла линейно
зависит от температуры:

$$R_t = R_0 \cdot (1 + A \cdot \theta_t),$$

где $A \approx 3.9 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ (для Pt100).

$\Theta, \text{ } ^\circ\text{C}$	$R_t, \text{ кОм}$
0	1
20	1.078
40	1.156
60	1.234
80	1.312



Чувствительность датчика

- Чувствительность датчика – это отношение изменения выходного сигнала y к изменению входного сигнала x :

$$S = \frac{\Delta y}{\Delta x}.$$

- Чувствительность датчика зависит от вида его статической характеристики $y = f(x)$. Желательно, чтобы характеристика была линейной. У датчиков с линейной характеристикой чувствительность постоянна во всем диапазоне измерений, что дает возможность делать шкалу прибора равномерной

Динамическая характеристика датчика

- Динамическая характеристика (инерционность) – определяет, как быстро датчик реагирует на изменения входного сигнала.
- Динамическая характеристика обычно определяется значениями постоянной времени T и временем запаздывания τ .

Омические датчики

Омические (резистивные) датчики – принцип действия основан на изменении их активного сопротивления при изменении длины l , площади сечения S или удельного сопротивления ρ :

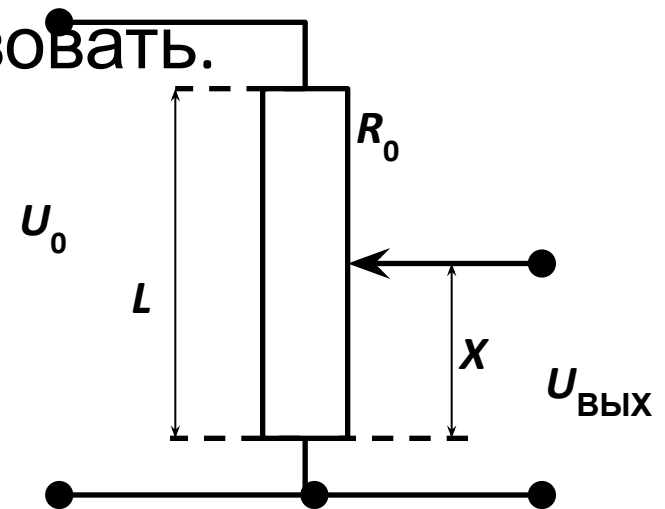
$$R = \rho \cdot \frac{l}{S}.$$

Омические датчики делятся на:

- потенциометрические;
- тензометрические;
- угольные.

Омические датчики (потенциометрические)

- Представляют собой резистор с изменяющимся активным сопротивлением. Входной величиной датчика является перемещение контакта, а выходной – изменение его сопротивления. Подвижный контакт механически связан с объектом, перемещение (угловое или линейное) которого необходимо преобразовать.



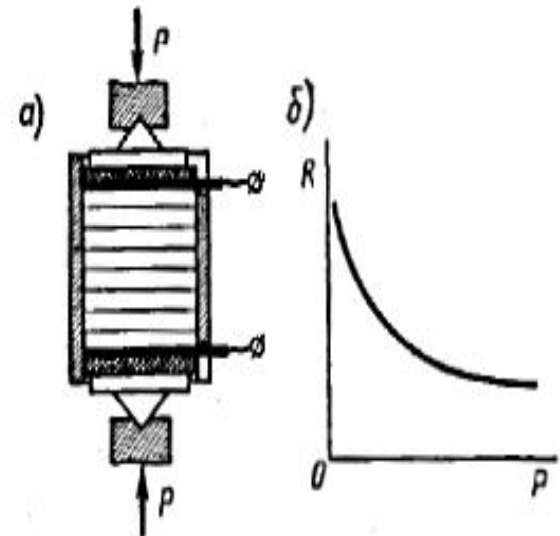
Омические датчики (тензометрические)

- Служат для измерения механических напряжений, небольших деформаций, вибрации. Действие тензорезисторов основано на тензоэффекте, заключающемся в изменении активного сопротивления проводниковых и полупроводниковых материалов под воздействием приложенных к ним усилий.
- Пример – тензометрический датчик веса.



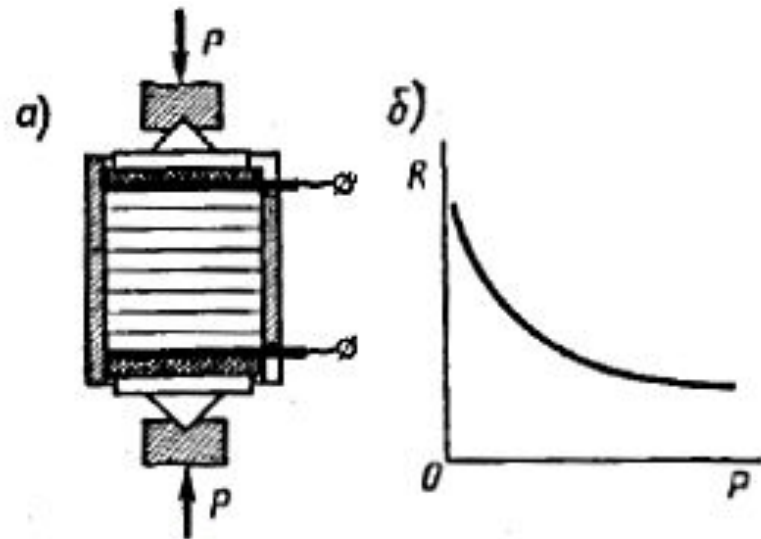
Омические датчики (угольные)

- Угольный датчик – для измерения силы. Преобразует передаваемое на него усилие в электрическое сопротивление.
- Угольный датчик собирается из графитовых дисков в столбик. На концах столбика располагаются контактные диски и упоры, через которые передается давление на диски.



Омические датчики (угольные)

- Электрическое сопротивление угольного датчика состоит из сопротивления самих дисков и переходных контактных сопротивлений между угольными дисками.
- Величина переходного сопротивления зависит от сжимающей силы. Чем сильнее сжимаются угольные диски, тем меньше контактное сопротивление.



Электромагнитные датчики

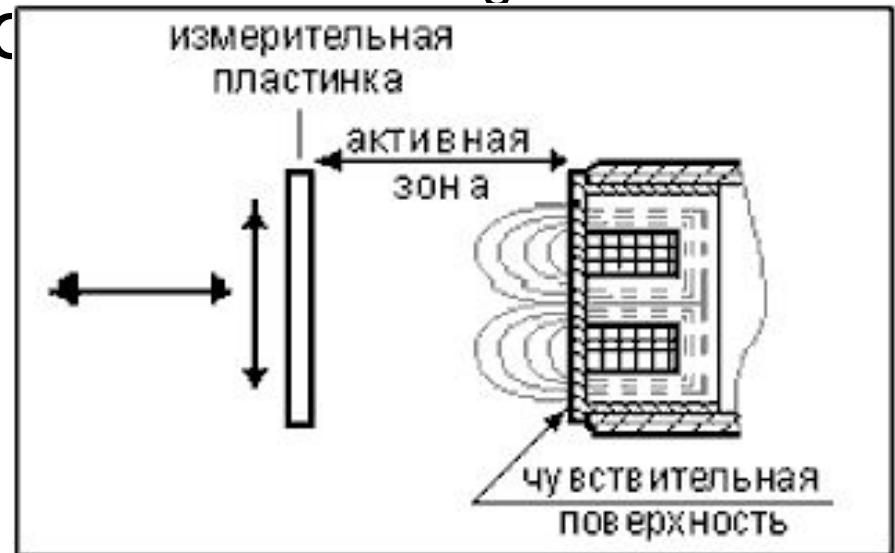
Электромагнитные датчики основаны на использовании зависимости характеристик магнитной цепи (магнитного сопротивления, магнитной проницаемости, магнитного потока и др.) при механическом воздействии на элементы этой цепи.

Делятся на:

- индуктивные;
- трансформаторные;
- магнитоупругие.

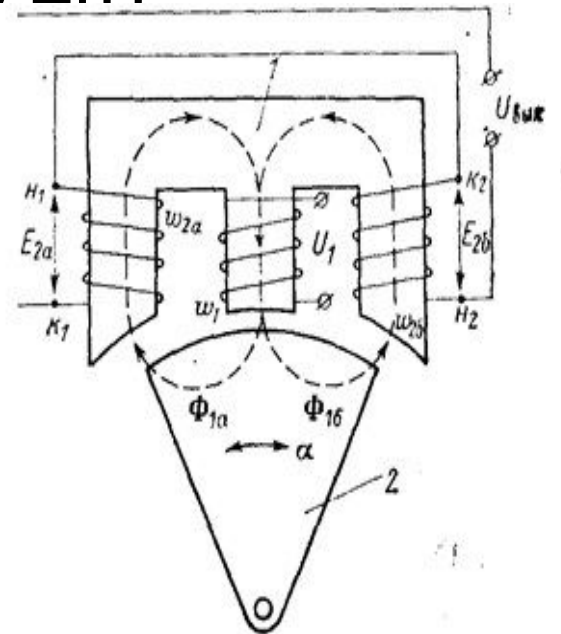
Электромагнитные датчики (индуктивные)

- Принцип действия основан на изменении амплитуды колебаний генератора при изменении ширины воздушного зазора активной зоны.
- Выходным параметром является изменение индуктивности (или полного сопротивления) обмотки сердечника.



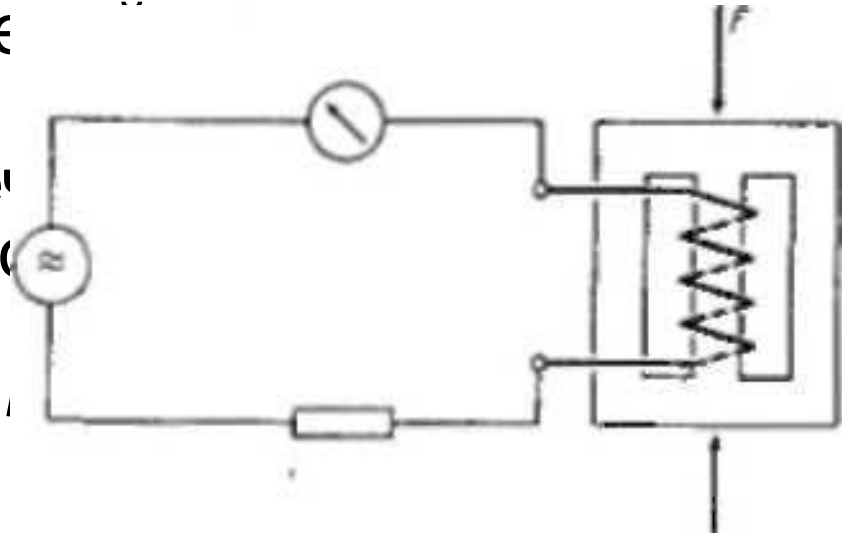
Электромагнитные датчики (трансформаторные)

- Трансформаторный датчик можно рассматривать как трансформатор, у которого коэффициент трансформации изменяется за счет изменения коэффициента взаимной индуктивности M между его обмотками.
- Такие датчики применяются для преобразования в электрический сигнал (напряжение переменного тока) небольших линейных и угловых перемещений.



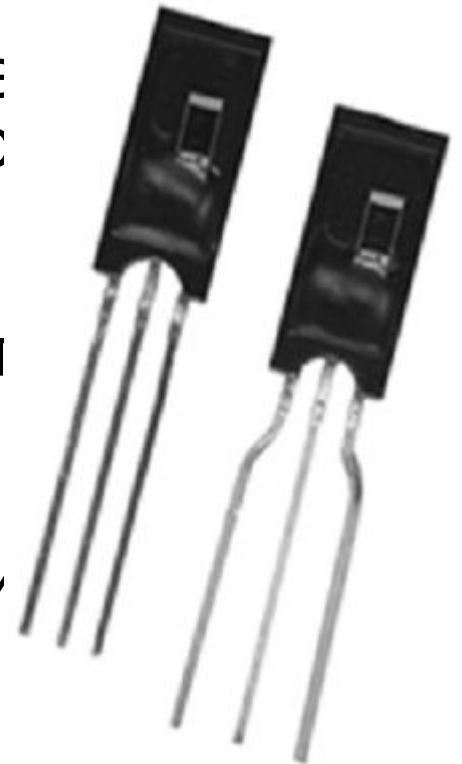
Электромагнитные датчики (магнитоупругие)

- Магнитоупругий датчик – измерительный преобразователь механических усилий (деформаций) или давления в электрический сигнал. Действие основано на использовании зависимости магнитных характеристик некоторых материалов (например, пермаллоя, инвара) от механических напряжений.
- Рабочий элемент – магнитопровод (сердечник магнитная проницаемость которого зависит от приложенного усилия).



Ёмкостные датчики

- В ёмкостном датчике изменение измеряемой величины преобразуется в изменение ёмкости конденсатора.
- Ёмкостные датчики получили широкое распространение там, где необходимо контролировать появление слабопроводящих жидкостей, например воды. Это датчики влажности уровня жидкости, датчики дождя в автомобилях.
- Пример – ёмкостной датчик влажности НН-4000.



Датчики уровня

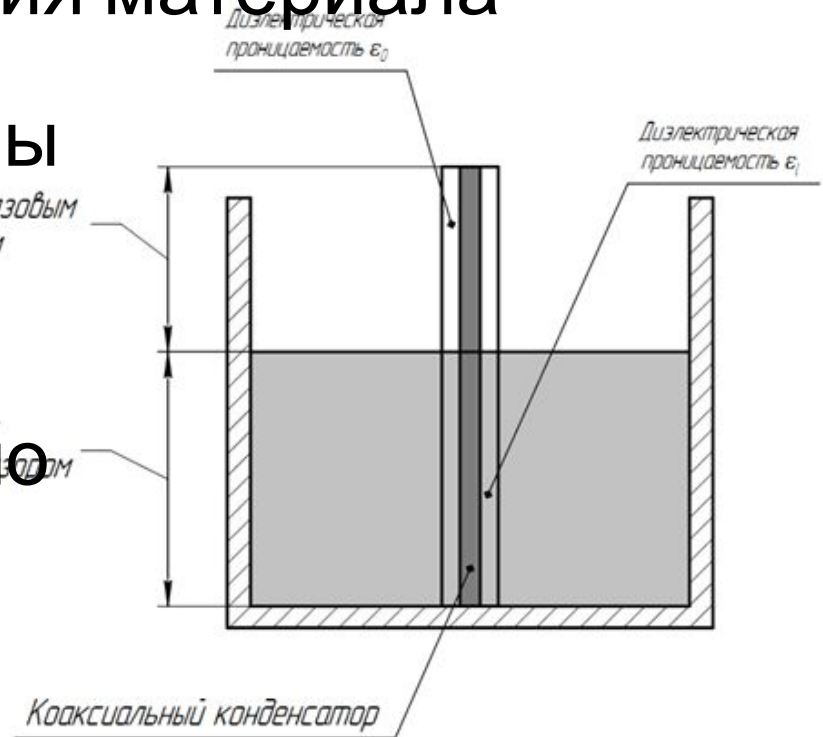
Датчики уровня – это устройства, позволяющие отслеживать количество жидкого или сыпучего вещества по уровню его поверхности в некоторой ёмкости.

По принципу действия датчики уровня бывают:

- емкостные;
- поплавковые;
- радарного типа;
- ультразвуковые;
- гидростатические;
- вибрационные.

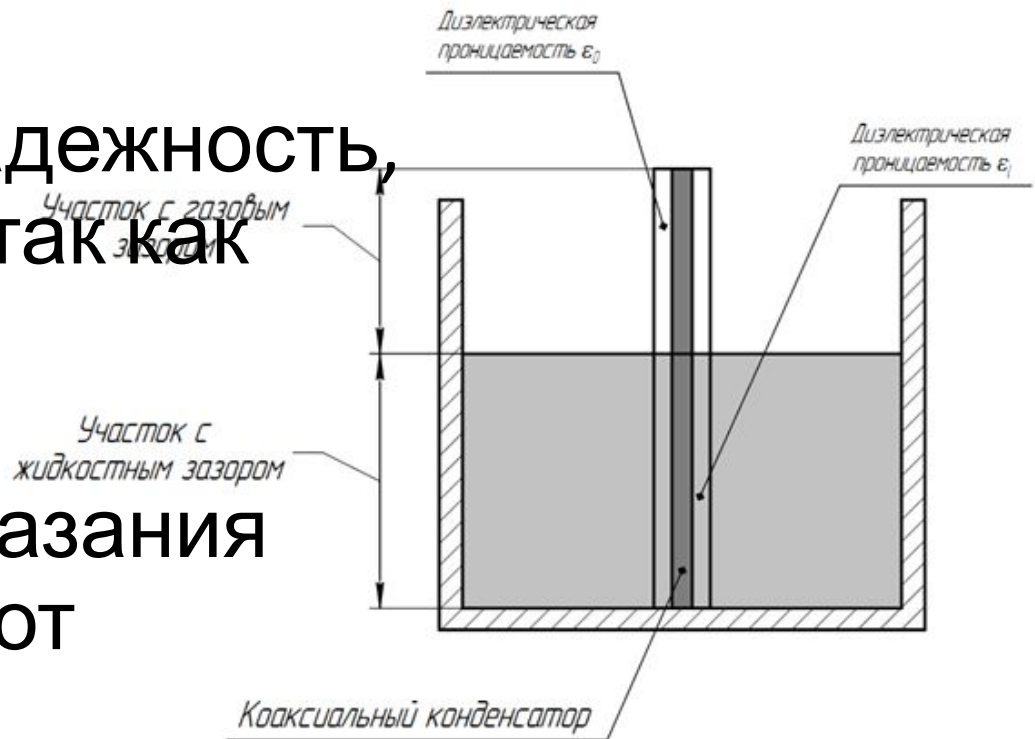
Ёмкостной Датчик уровня

- В основе работы – свойство конденсатора изменять свою ёмкость при изменении состава и распределения материала диэлектрика, разделяющего пластины конденсатора.
- Конденсатор помещён в жидкость, которая может свободно проникать в пространство между пластинами.



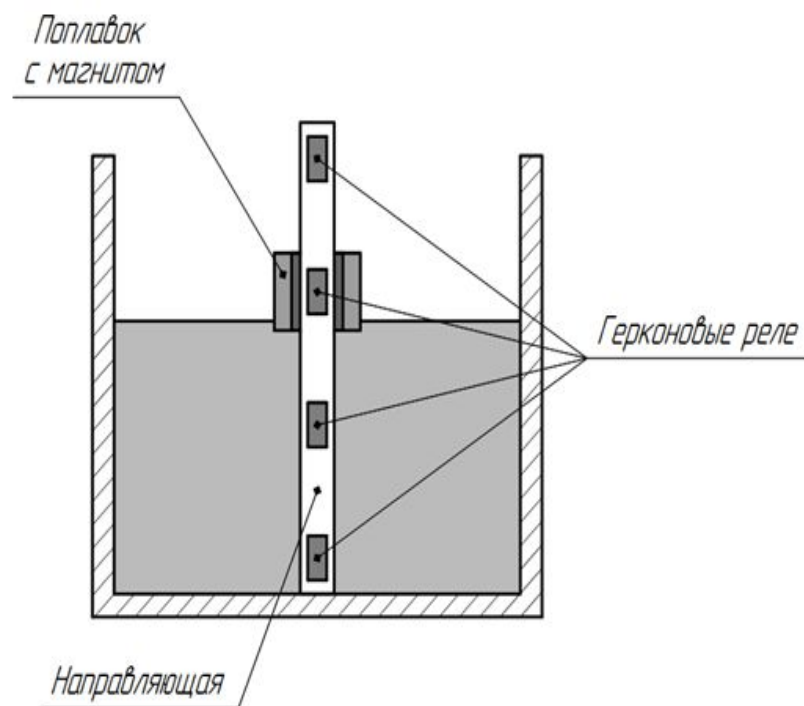
Ёмкостной Датчик уровня

- При изменении уровня жидкости изменятся суммарная ёмкость конденсатора.
- Достоинства: надёжность, долговечность, так как нет подвижных элементов.
- Недостаток: показания сильно зависят от температуры.



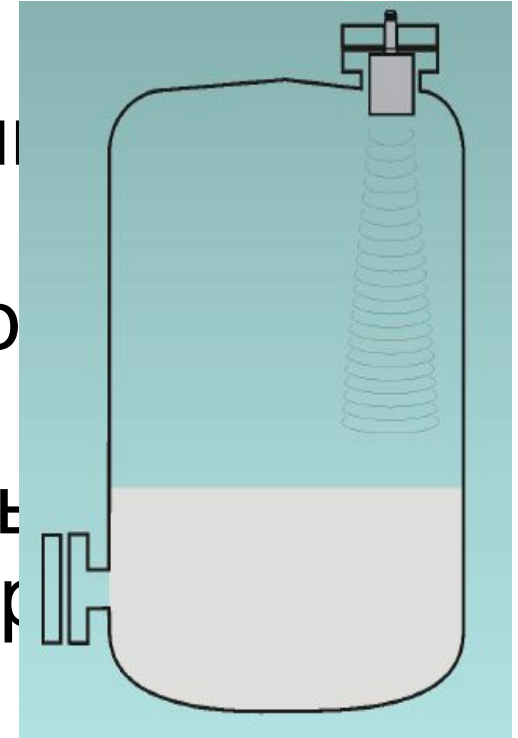
Поплавковый датчик уровня (дискретный)

- Вдоль направляющей вслед за уровнем жидкости перемещается поплавок, содержащий постоянный магнит.
- Внутри направляющей имеются герконовые реле.
- Приближение поплавка к герконовому реле вызывает его срабатывание.
- Датчик сообщает, достиг ли уровень жидкости конкретной отметки или нет.



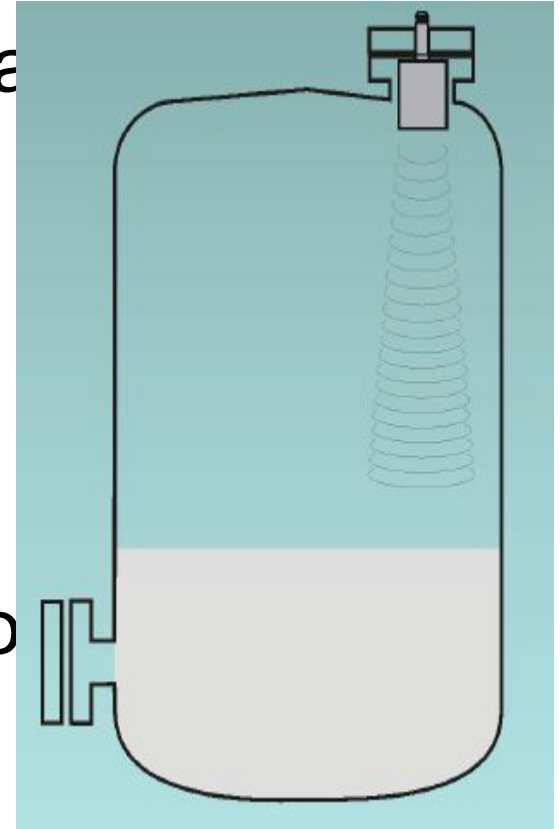
Ультразвуковые датчики уровня

- Встроенные электронные схемы генерируют ультразвуковой импульс, который проходит через воздух в резервуаре. Импульс отражается от границы жидкость/воздух назад к сенсору. За счет измерения времени за которое возвращается отраженный сигнал вычисляется расстояние до жидкости в резервуаре.



датчики уровня радарного типа

- По принципу работы – похожи на ультразвуковые датчики.
- В отличие от ультразвуковых датчиков испускается электромагнитный импульс радиодиапазона.
- Достоинства: нет подвижных элементов, нет контакта с жидкостью, работа с любой жидкостью, точность.
- Недостаток: высокая цена.



Гидростатические датчики уровня

- Гидростатические датчики уровня представляют собой датчик давления, который находится на дне резервуара и измеряет давление воды. Данное давление прямо пропорционально уровню воды.
- Гидростатические датчики измеряют текущее значение уровня. Применяются для измерения уровня как чистой воды, так и для сточных вод.



Вибрационные датчики уровня

- Вибрационный датчик уровня состоит из вилки (чувствительный элемент) и преобразователя.
- Принцип работы: вибрационная вилка вибрирует под пьезоэлектрическим воздействием на своей механической резонансной частоте (измеряется встроенной электроникой). Если зонд покроется загружаемым материалом - жидкостью или сыпучими продуктами, то это приведет к изменению частоты и амплитуды колебаний, что зафиксирует электроника.



Датчики давления

По принципу работы датчики давления бывают:

- тензометрические;
- пьезорезистивные;
- емкостные;
- индуктивные, резонансные и др.

Тензометрические датчики

ПАРПАЦИЯ



- Чувствительный элемент – мембрана с тензорезисторами, соединенными в мостовую схему.
- Под действием давления измеряемой среды мембрана прогибается, тензорезисторы меняют свое сопротивление, что приводит к разбалансу моста.

Пьезорезистивные датчики давления

- Чувствительный элемент – включенный в мостовую схему пленочный пьезорезистор.
- Пьезорезистор – изменяет свое сопротивление в зависимости внешнего давления (*не путать тензорезистором – там сопротивление изменяется в зависимости от деформации самого элемента*).



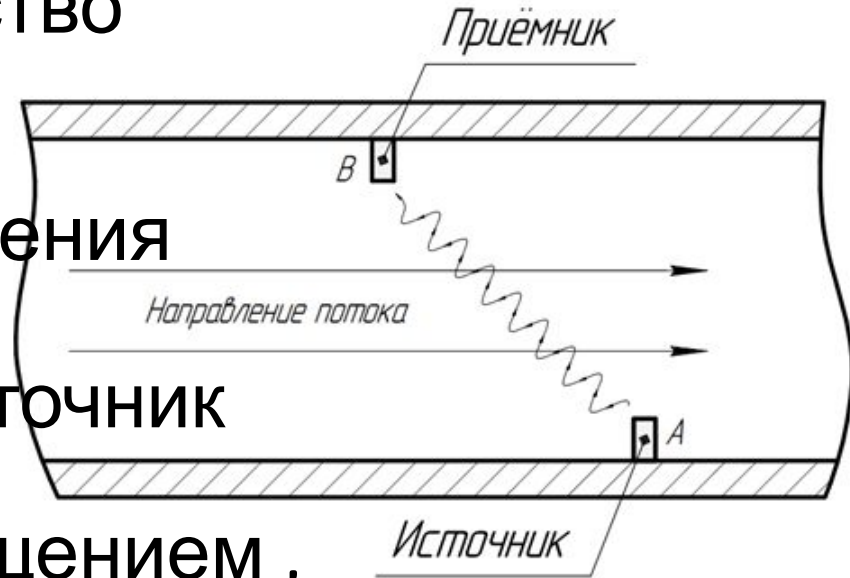
Ёмкостной датчик давления



- Принцип – изменение ёмкости конденсатора при изменении расстояния между обкладками под действием давления (мембрана прогибается).
- Достоинства: простота, точность.
- Недостаток: нелинейная зависимость между давлением и ёмкостью.

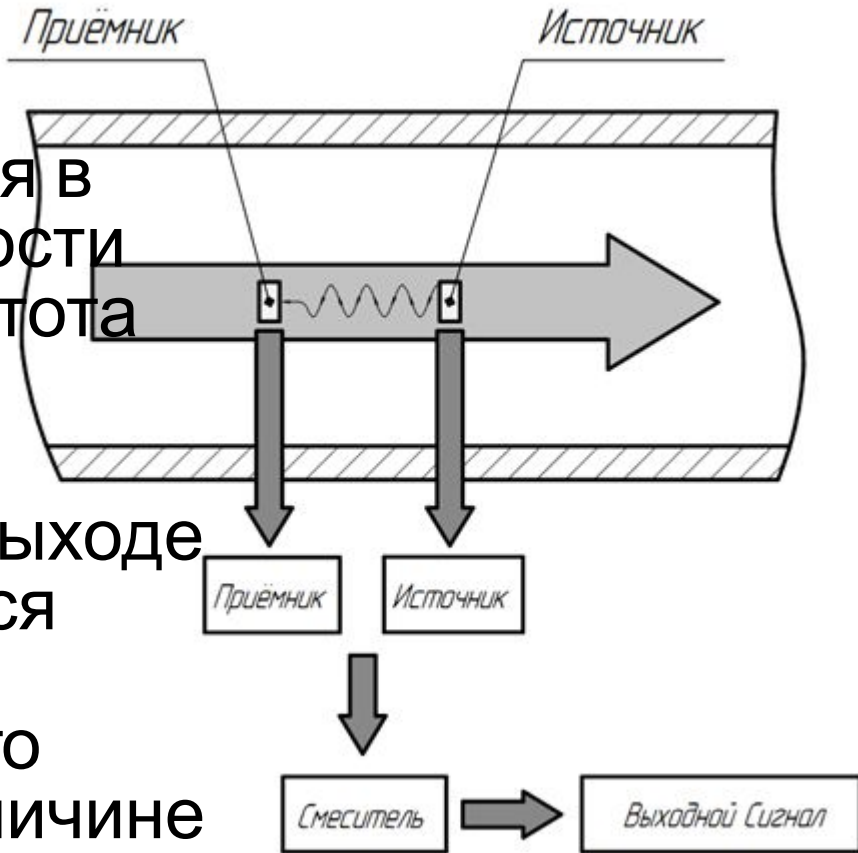
Датчики расхода (расходомеры)

- Используется свойство звуковых волн изменять скорость своего распространения в подвижной среде.
- Если установить источник (А) и приёмник (В) ультразвука со смещением, то о скорости потока можно судить по изменению скорости распространения звуковой волны вдоль отрезка АВ.



Расходомер на эффекте Допплера

- Частота ультразвука, которую фиксирует приёмник, изменяется в зависимости от скорости потока, исходная частота источника остаётся неизменной.
- Частота сигнала на выходе из смесителя является разностью частот исходного и принятого сигнала – по этой величине можно однозначно судить о локальной скорости вещества в потоке.



Электромагнитный расходомер

- Если жидкость проводит ток, её перемещение поперёк линий магнитного поля приведёт к возникновению ЭДС, пропорциональной скорости потока.
- Электромагниты установлены так, чтобы линии магнитного потока были перпендикулярны перемещению жидкости по трубе.
- Электроды фиксируют наведенную движением потока ЭДС.

Фотоэлектрические датчики

- Фотоэлектрические датчики (фотодатчики) используются в автоматике для преобразования в электрический сигнал различных неэлектрических величин: механических перемещений, скорости размеров движущихся деталей, температуры, освещенности, прозрачности жидкой или газовой среды и т. д.
- Фотодатчик в общем случае состоит из фотоэлектрического первичного преобразователя (фотоэлемента), источника света и оптической системы.

Фотоэлектрические датчики

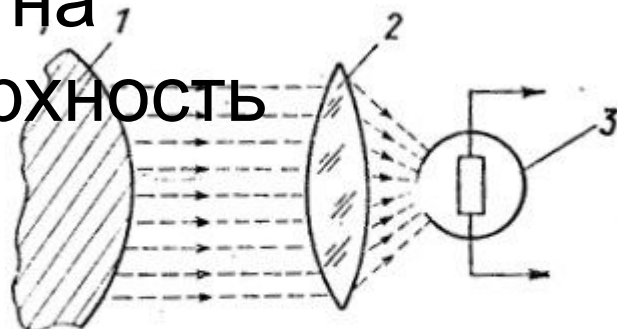
- Фотодатчики, у которых световой поток изменяется за счет перемещения объекта управления или изменения размеров объекта.
- Источник света 1 и оптическая система 2 формируют параллельный и равномерный световой поток Φ .
- В этом световом потоке помещается деталь 3 или заслонка 4 , связанная механически с ОУ и перекрывающая часть светового потока. При изменении размера детали d

Пример: датчик, регистрирующий прохождение человека через турникет метро.

падающего на фотосистему 3.

Фотоэлектрические датчики

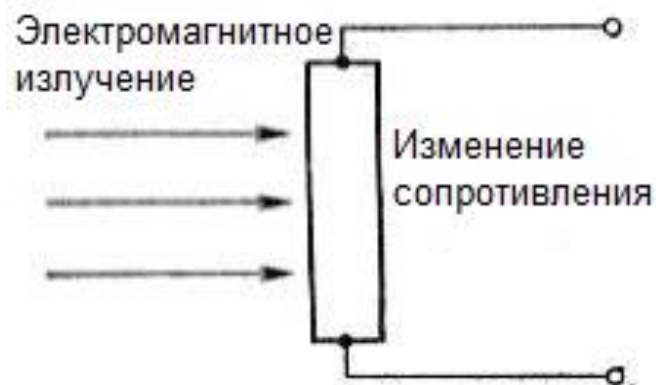
- Фотодатчики, у которых световой поток создается объектом управления.
- Световой поток, излучаемый ОУ, содержит информацию об управляемой величине объекта 1. Оптическая система 2 собирает и фокусирует световой поток на светочувствительную поверхность фотоэлемента 3.
- Пример: датчик наличия пламени в топке.



Фотоэлектрические первичные преобразователи

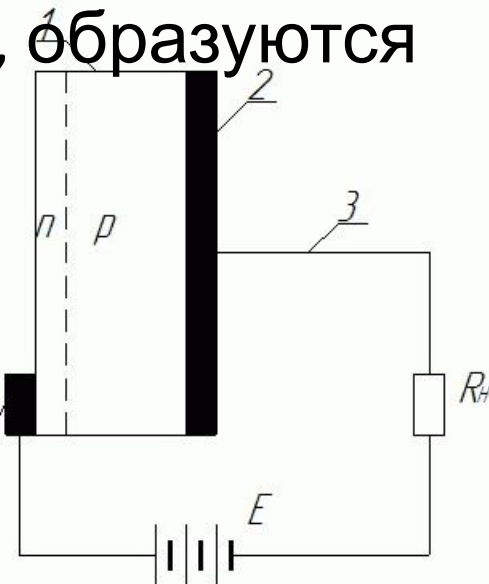


- Фотоэлектрические первичный преобразователь (чувствительный элемент основной элемент фотодатчика, который непосредственно превращает свет в электрический сигнал.
- Фоторезистор: его сопротивление изменяется в зависимости от интенсивности падающего на него излучения.



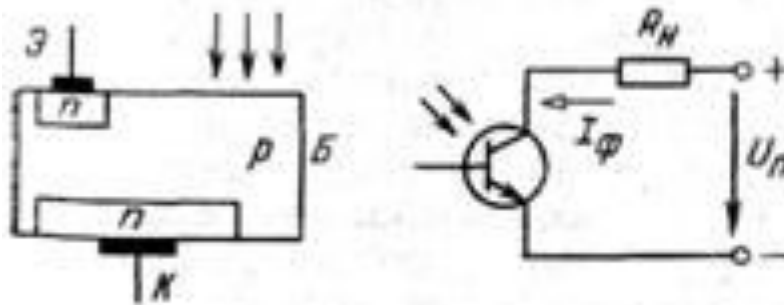
Фотоэлектрические первичные преобразователи

- Фотодиод – полупроводниковый диод, в котором оптического излучения поглощается в области р-п – перехода. Работа основана на фотовольтаическом эффекте.
- При поглощении излучения связанные электроны и дырки разрываются, образуются свободные электроны и дырки. Свободные дырки «уходят» в р-область и далее к «минусу» источника, свободные электроны – в n-область и далее к «плюсу». Возникает фототок, сила которого зависит от интенсивности излучения.



Фотоэлектрические первичные преобразователи

- Фототранзистор – фотогальванический приемник излучения с внутренним усилением, который имеет структуру транзистора.
- Световой поток поглощается в базе, где при этом генерируются пары носителей заряда. В результате этого происходит усиление тока коллектора. Коэффициент усиления пропорционален интенсивности падающ



Управляющие устройства автоматики

- Программируемый логический контроллер – микросхема, предназначенная для управления электронными устройствами (датчиками, реле и др.).
- Функция ПЛК в системе автоматике – управляющее устройство.
- ПЛК считывает сигналы датчиков, анализирует их и в соответствии с заданной программой (алгоритмом, законом регулирования) вырабатывает управляющие сигналы для исполнительных механизмов (реле, эл.-двигателей).



ТИПЫ ПЛК

Основным показателем ПЛК является количество каналов ввода-вывода. По этому признаку ПЛК делятся на следующие группы:

- нано-ПЛК (менее 16 каналов);
- микро-ПЛК (более 16, до 100 каналов);
- средние (более 100, до 500 каналов);
- большие (более 500 каналов).



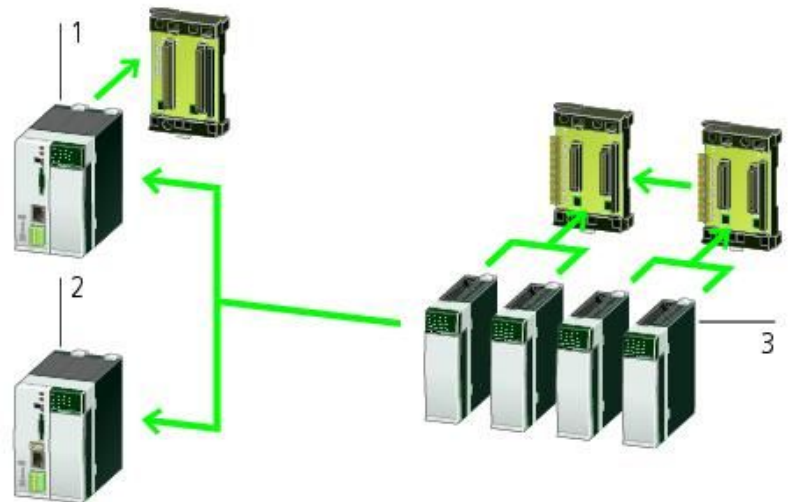
ТИПЫ ПЛК

- По расположению модулей ввода-вывода ПЛК бывают:
- 1. Моноблочные: модули ввода-вывода соединены в единое целое с контроллером.
- 2. Модульные: общая корзина (шасси), в которой располагаются центральный процессор и сменные модули (слоты) ввода-вывода; состав модулей выбирается пользователем в зависимости от решаемой задачи. Типовое количество слотов для сменных модулей - от 8 до 32.



ТИПЫ ПЛК

- По расположению модулей ввода-вывода ПЛК бывают:
- 3. Распределенные: модули ввода-вывода выполнены в отдельных корпусах, соединяются с модулем контроллера по сети (обычно на основе интерфейса RS-485) и могут быть расположены на расстоянии до 1,2 км от процессорного модуля.



ТИПЫ ПЛК

По конструктивному исполнению и способу крепления контроллеры делятся на:

1. Панельные (для монтажа на панель дверцу шкафа).
2. Для монтажа на DIN-рейку внутри шкафа.
3. Для крепления на стене.



1.

Панельный
контроллер



2.

для монтажа
(обычно)



4.

на DIN-рейке
монтаж



5.

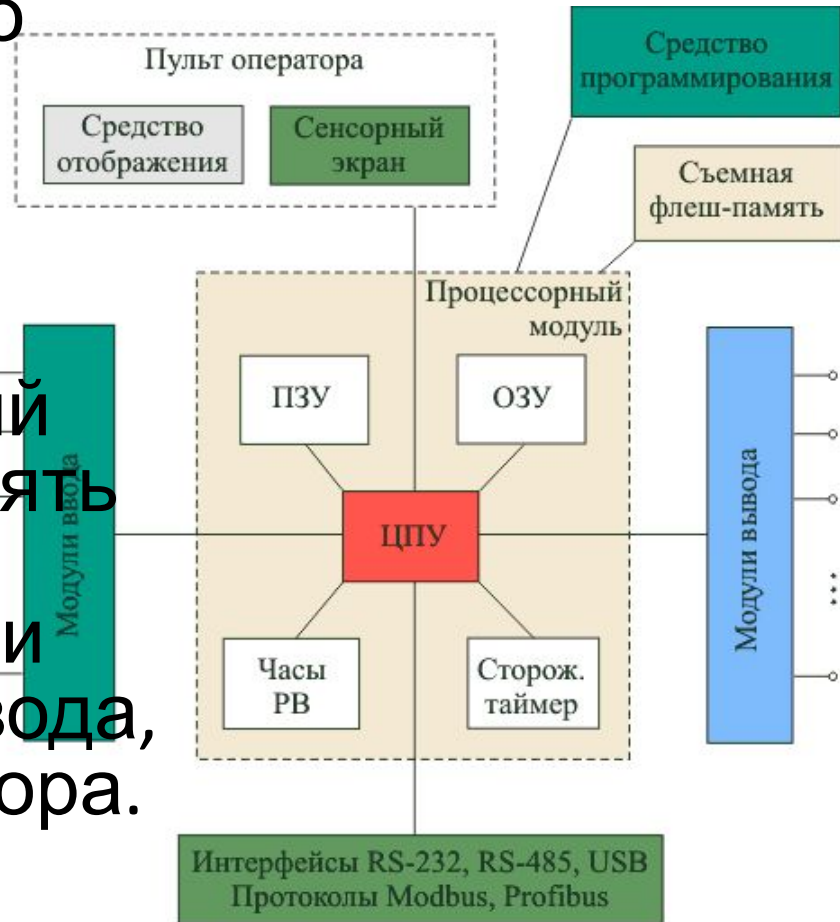
ТИПЫ ПЛК

По способу программирования контроллеры
бывают:

- программируемые с лицевой панели контроллера;
- программируемые переносным программатором;
- программируемые с помощью дисплея, мыши и клавиатуры;
- программируемые с помощью персонального компьютера.

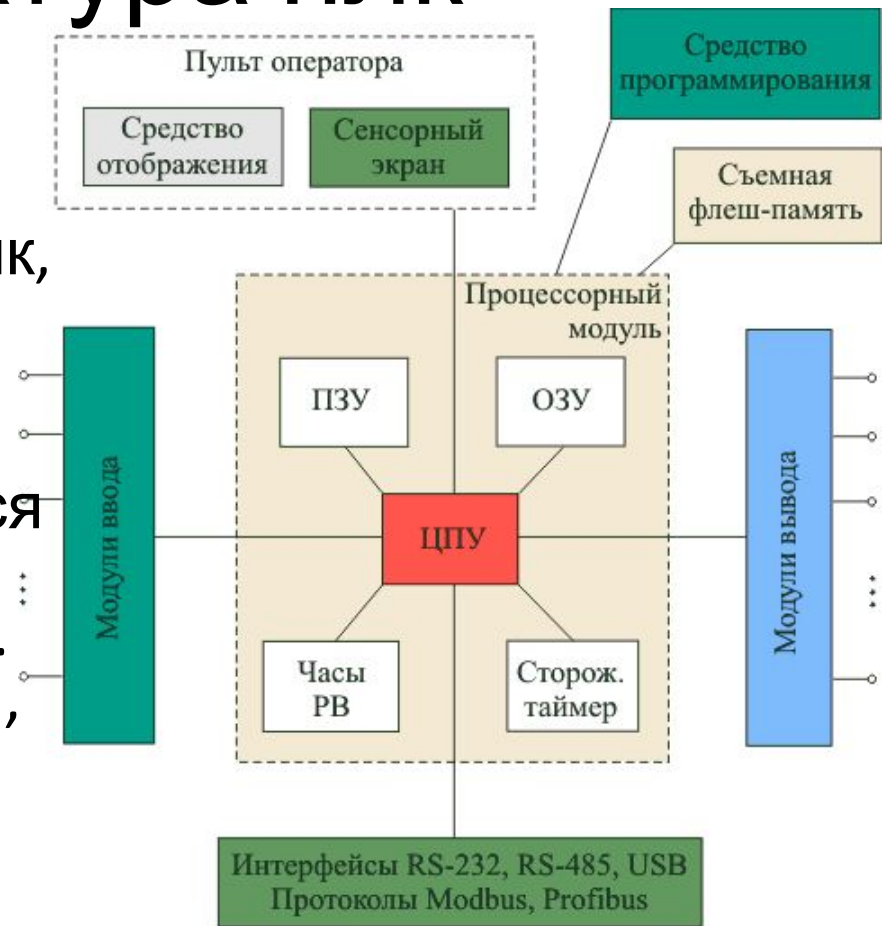
Архитектура плк

- Архитектура ПЛК – это набор его основных компонентов и связей между ними.
- Типовой состав ПЛК включает центральный процессор (ЦПУ), память (ОЗУ, ПЗУ), сетевые интерфейсы и устройства ввода-вывода, иногда – пульт оператора.



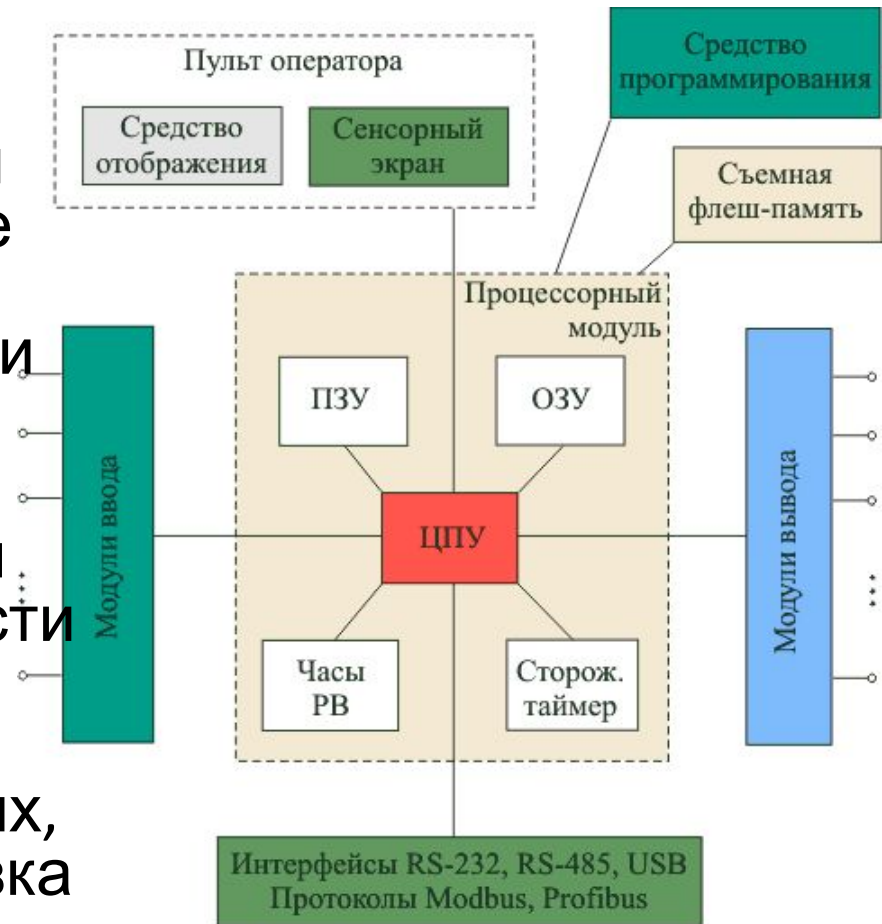
Архитектура плк

- Сторожевой таймер представляет собой счетчик, который считает импульсы тактового генератора и в нормальном режиме периодически сбрасывается в нуль (перезапускается) работающим процессором. Если процессор "зависает", то сигналы сброса не поступают в счетчик, он продолжает считать и при достижении некоторого порога вырабатывает сигнал "Сброс" для перезапуска "зависшего" процессора.



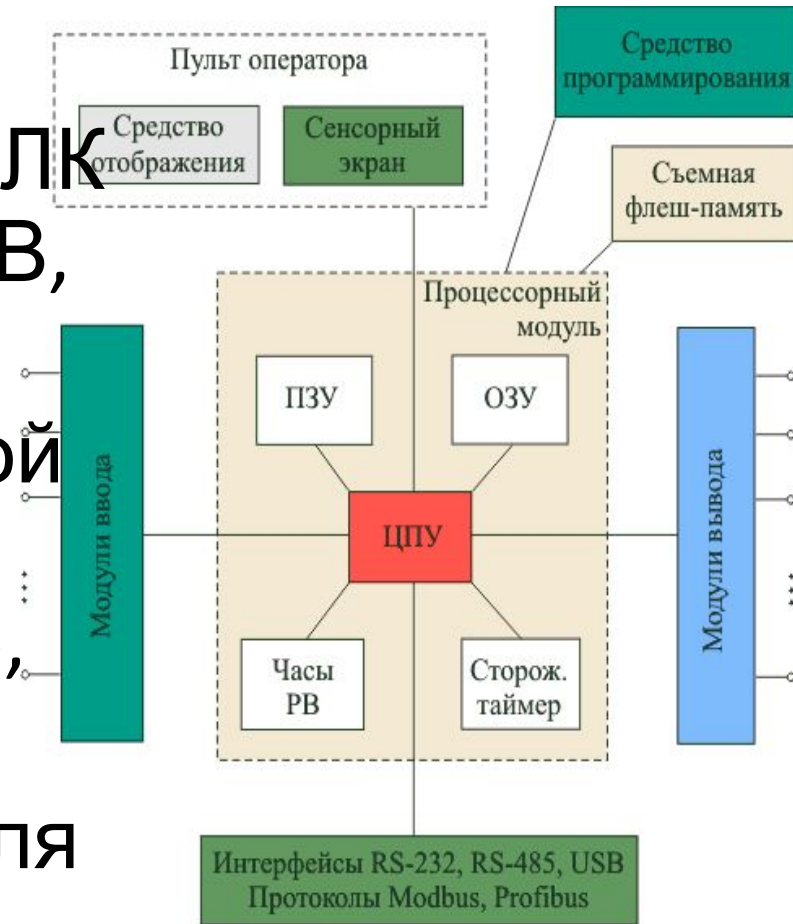
Архитектура плк

- Часы реального времени (РВ) представляют собой кварцевые часы, которые питаются от батарейки и поэтому продолжают идти при выключенном ПЛК.
- Часы РВ используются для управления уличным освещением в зависимости от времени суток, в системах охраны объектов и других случаях, когда необходима привязка данных или событий к астрономическому времени.



питание плк

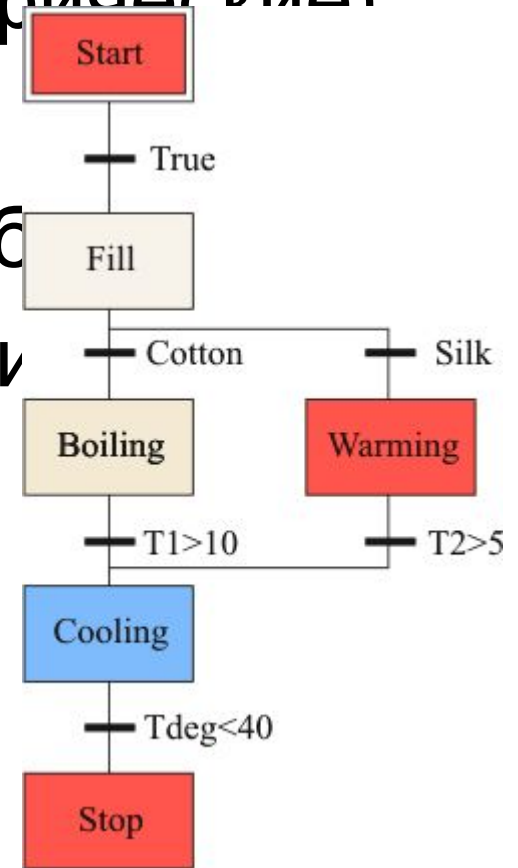
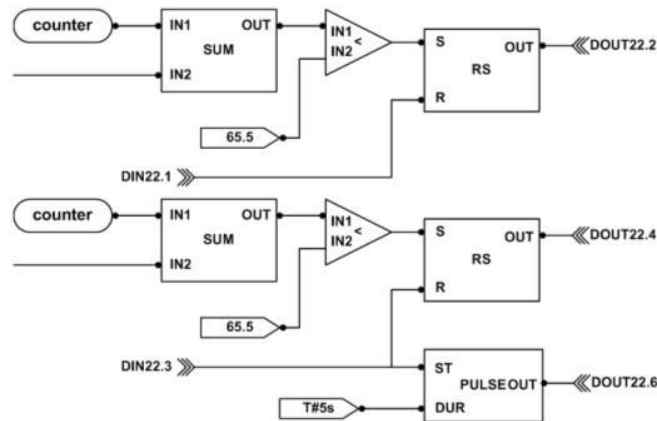
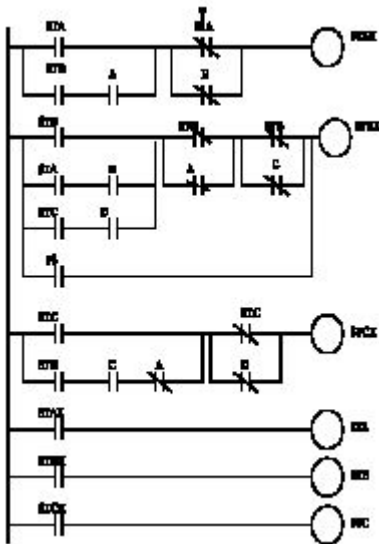
- Стандартными напряжениями питания ПЛК являются напряжения 12 В, 24 и 48 В.
- Источником электрической энергии обычно является промышленная сеть 220В, 50 Гц.
- Отдельная батарейка – для питания часов РВ.



Языки программирования ПЛК

Языки программирования (графические).

1. LD – язык релейных схем;
2. FBD – язык функциональных блоков;
3. SFC – язык диаграмм состояний.



Языки программирования ПЛК

- Языки программирования (текстовые):
ассемблер, С, С++, Pascal, Basic и др.

Преимущества ПЛК

- ПЛК - помогают снизить влияние человеческого фактора на управляемый процесс, сократить персонал, уменьшить расход сырья, точнее управлять процессом и улучшить за счет этого качество выходного продукта; накопление и хранение данных, формирование сигналов тревог.
- ПЛК поддерживают большое количество датчиков и исполнительных механизмов, могут управлять технологическим процессом по различным алгоритмам регулирования.

Исполнительные устройства систем автоматики

Исполнительное устройство (ИУ) – устройство системы автоматического управления, воздействующее на процесс в соответствии с получаемой командной информацией.

Исполнительное устройство – передает воздействие с управляющего устройства на объект управления.

К основным блокам ИУ относятся исполнительный механизм (ИМ) и регулирующий орган (РО).

Исполнительные устройства подразделяются на:

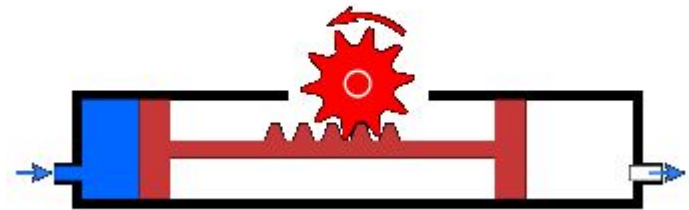
- пневматические;
- гидравлические;
- электрические.

Пневматические исполнительные устройства

Пневматические исполнительные устройства предназначены для преобразования энергии сжатого воздуха в механическое линейное перемещение или вращение.

Пневматические исполнительные устройства бывают:

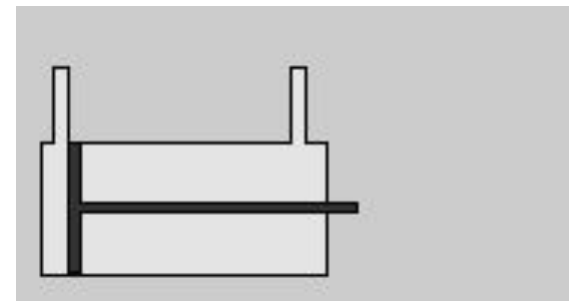
- двухпозиционные – имеют 2 крайних положения рабочего органа;
- многопозиционные;
- поворотные.



Пневматические исполнительные устройства

Пневматические исполнительные устройства бывают:

- одностороннего действия (возврат в исходное положение – механической пружиной);
- двухстороннего действия.



Пневматические исполнительные устройства

Передача энергии в пневмоприводе происходит следующим образом:

1. Приводной двигатель передаёт вращающий момент на вал компрессора, который сообщает энергию рабочему газу.
2. Рабочий газ по пневмолиниям через регулирующую аппаратуру поступает в пневмодвигатель, где пневматическая энергия преобразуется в механическую.
3. Отработавший газ выбрасывается в окружающую среду.

Пневматические исполнительные устройства

Достоинства пневмопривода:

- отсутствие необходимости возвращать рабочее тело (воздух) назад к компрессору;
- пожаробезопасность и нейтральность рабочей среды;
- простота и экономичность, обусловленные дешевизной рабочего газа.

Недостатки пневмопривода:

- нагревание и охлаждение рабочего газа при сжатии в компрессорах и расширении в пневмомоторах;
- невысокие КПД, точность срабатывания и плавность хода.

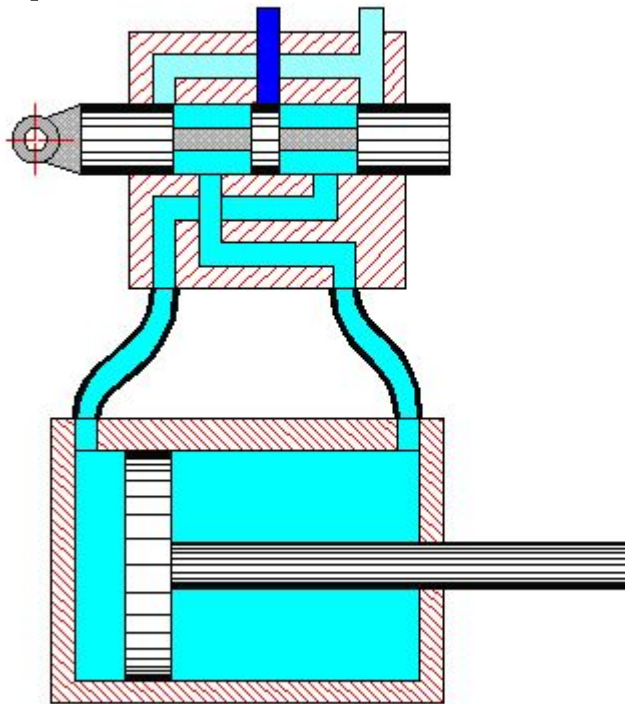
Пневматические исполнительные устройства

Использование пневматических ИУ:

- в кормоцехах, где комбикормовая пыль является взрывоопасной;
- в местах повышенной влажности;
- запорные устройства для управления потоками жидкого корма на промышленных свиноводческих комплексах.

гидравлические исполнительные устройства

- Гидравлический привод – приведения в движение машин и механизмов посредством гидравлической энергии.



Электрические исполнительные устройства

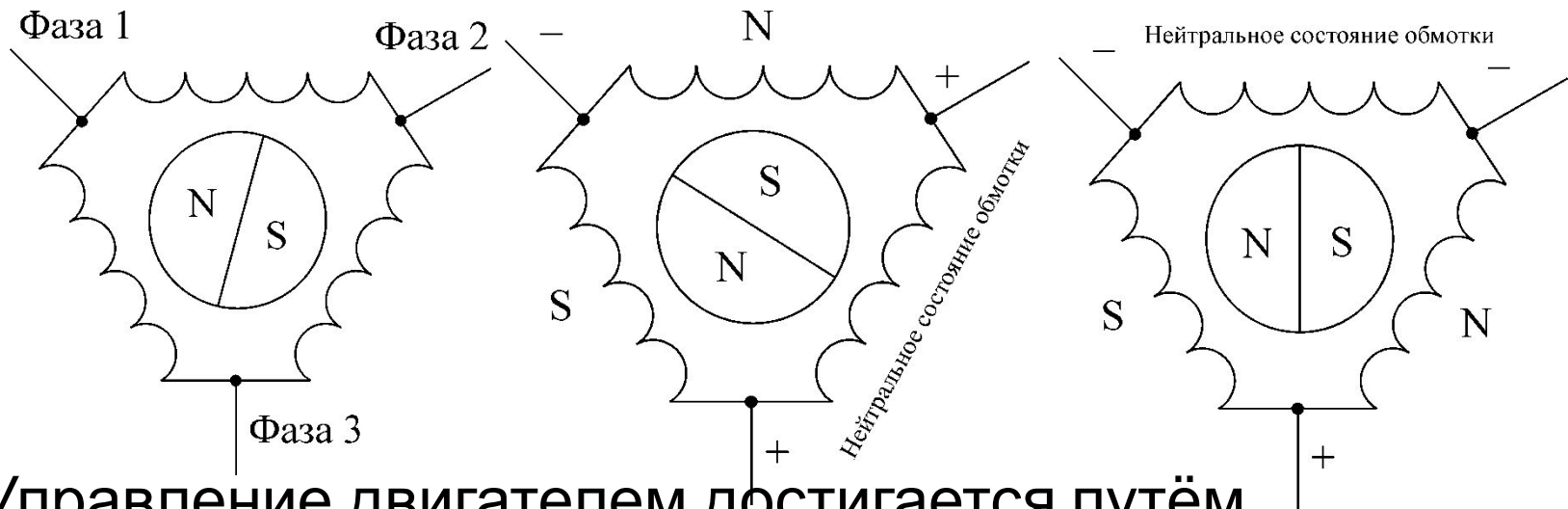
- Электрические ИУ – ИУ, использующие электрическую энергию.
- Назначение – управление дроссельными заслонками, клапанами, задвижками, шиберами и т.д.

Шаговый электродвигатель

- Шаговый электродвигатель – это электромеханическое устройство, преобразующее сигнал управления в угловое (или линейное) перемещение ротора с фиксацией его в заданном положении без устройств обратной связи.
- Сфера применения шаговых двигателей: подача пленки и изменение масштаба изображения в камерах, факсимильные аппараты, принтеры, копировальные машины, лотки подачи и сортировщики бумаги, дисководы, автомобилестроение, светотехническое оборудование, теплотехника, станки с ЧПУ.



Шаговый электродвигатель



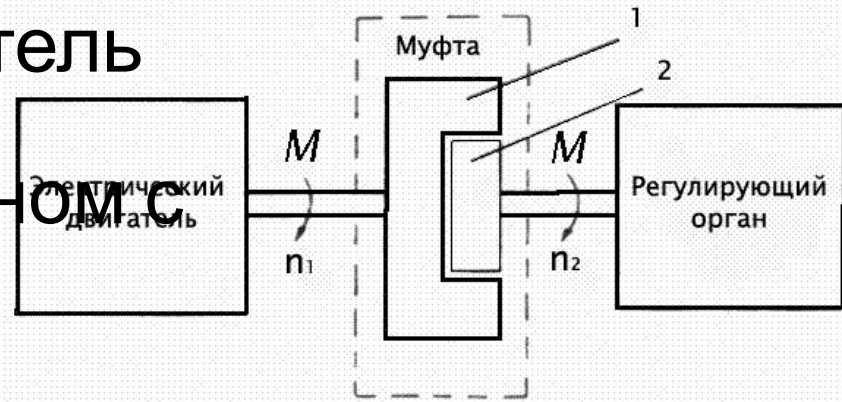
- Управление двигателем достигается путём чередования распределения полярностей на обмотках.
- При подаче на обмотку напряжения одной полярности вокруг неё создаётся положительное электромагнитное поле, противоположной полярности – отрицательное.

Шаговый электродвигатель

- В процессе чередования полярностей на обмотках шагового двигателя его ротор на каждом шаге поворачивается на определённый угол (на предыдущем рисунке он равен $360 / 6 = 60^\circ$, или 6 шагов на оборот).
- Угол поворота современных шаговых двигателей равен $1,8^\circ$, что достигается пространственным распределением обмоток фазы по окружности ротора, т.е. части одной обмотки сосредотачиваются в различных местах статора
- В зависимости от способа чередования полярностей на обмотках статора может меняться направление вращения ротора.

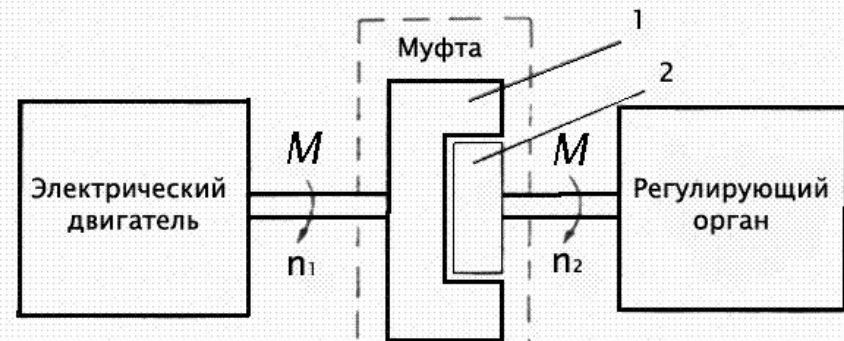
Электромагнитная муфта

- Часто электродвигатель соединяется с регулирующим органом помощью муфты.



- Муфта служит для передачи механической энергии с одного вала на другой.
- В электромагнитной муфте соединение ведущей и ведомой частей происходит не жестко механически, а за счет упругих сил электромагнитного поля.

Электромагнитная муфта



Это позволяет:

- подключать двигатель к механизму без механических ударов;
- осуществлять передачу движения в изолированных друг от друга средах (например, ввод движения в вакуумную среду).

Релейные устройства

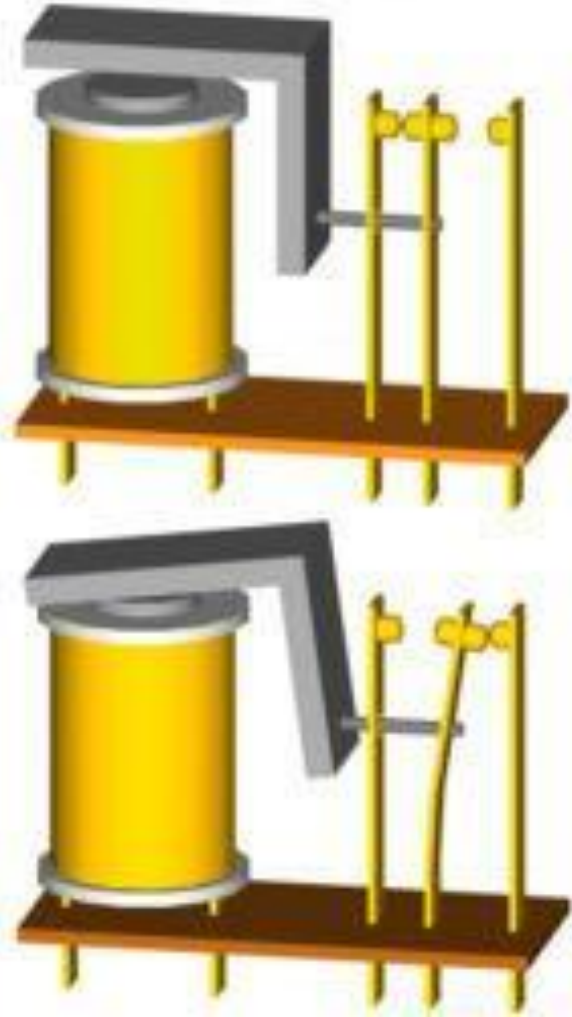
- Реле – это автоматическое устройство, предназначенное для коммутации электрических цепей (скачкообразного изменения выходных величин).
- Во множестве современных реле выделяются два базовых типа: электромеханические и твердотельные.

Классификация реле



Электромагнитные реле

- Основные части электромагнитного реле (ЭМР) – электромагнит с сердечником и якорь. Если вместо сердечника электромагнита используется геркон, речь идёт о герконовых реле, на базе которых создаются современные субминиатюрные моностабильные и поляризованные реле малой и средней мощности непосредственно управляемые микроконтроллером.

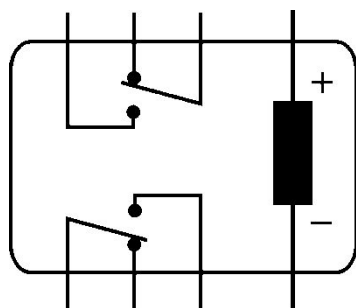
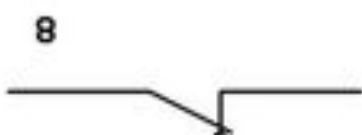
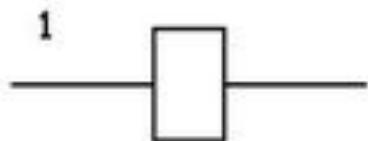


Электромеханические реле



- Геркон (герметичный контакт) – электромеханическое устройство, представляющее собой пару ферромагнитных контактов, запаянных в герметичную стеклянную колбу.
- При поднесении к геркону постоянного магнита или включении электромагнита контакты замыкаются. Герконы используются как бесконтактные выключатели, датчики близости и т. д.
- Геркон с электромагнитной катушкой составляет герконовое реле.

Обозначение электромеchanических реле



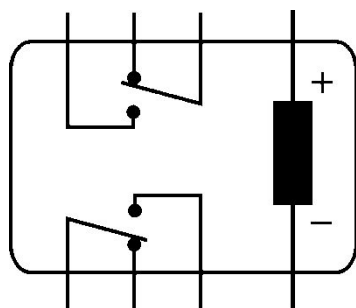
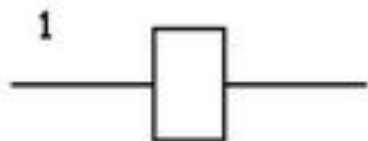
1 – обмотка реле
(управляющая цепь);

2 – контакт
замыкающий
(нормально
разомкнутый);

3 – контакт
размыкающий
(нормально
замкнутый);

4 – контакт
замыкающий с
замедлителем при
срабатывании;

Обозначение электромеchanических реле



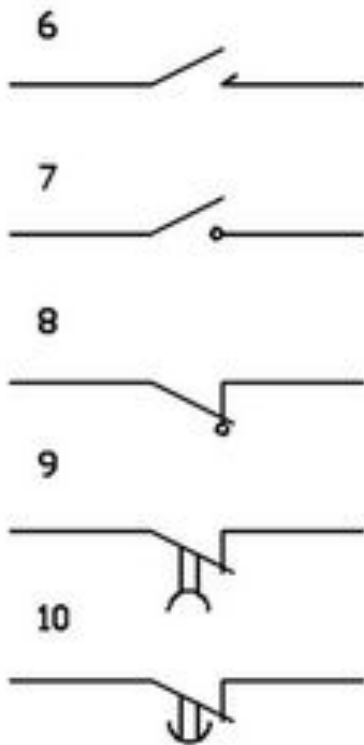
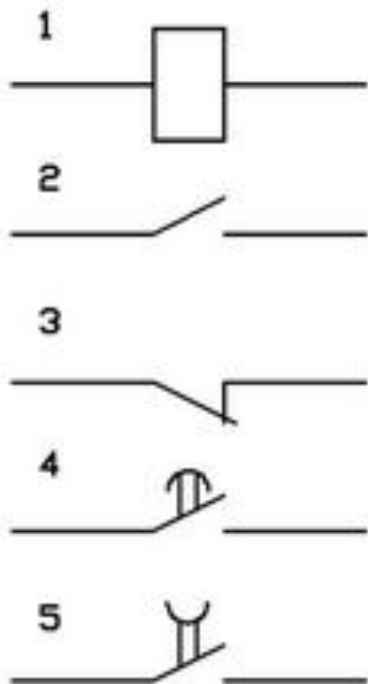
5 – контакт замыкающий с замедлителем при возврате;

6 – контакт импульсный замыкающий;

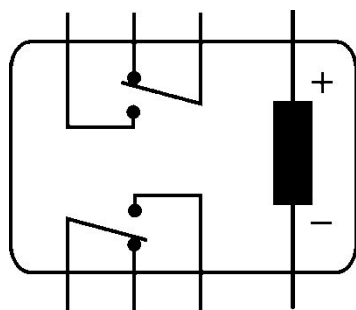
7 – контакт замыкающий без самовозврата;

8 – контакт размыкающий без самовозврата;

Обозначение электроmechanических реле



- 9 – контакт размыкающий с замедлителем при срабатывании;
- 10 – контакт размыкающий с замедлителем при возврате.



Твердотельные реле

Отличительная особенность твердотельного реле состоит в наличии электронной либо оптоэлектронной связи между управляющим и коммутируемыми выводами, отсутствии управляющей катушки и механических контактов.

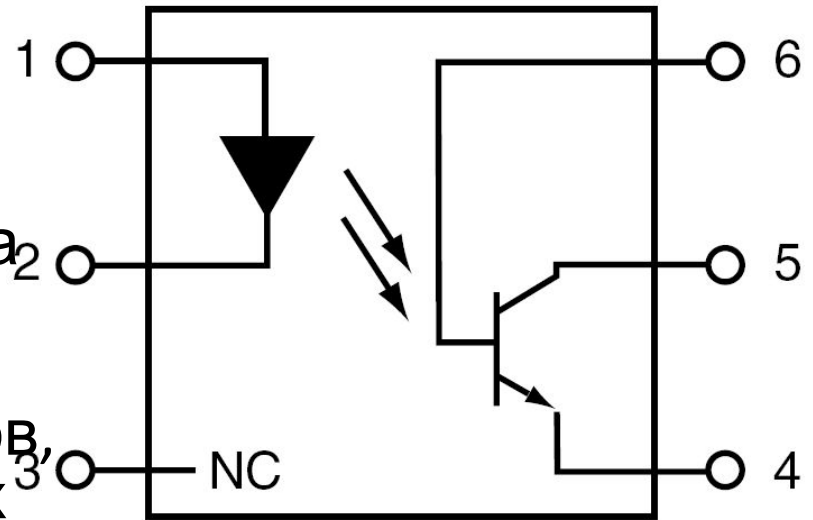
Твердотельное реле обеспечивает электрическую изоляцию между цепью контроля и силовой цепью.

Преимущества:

- включение цепи без электромагнитных помех;
- высокое быстродействие;
- продолжительный период работы (свыше миллиарда срабатываний);
- низкое электропотребление (на 95% меньше, чем у обычных реле).

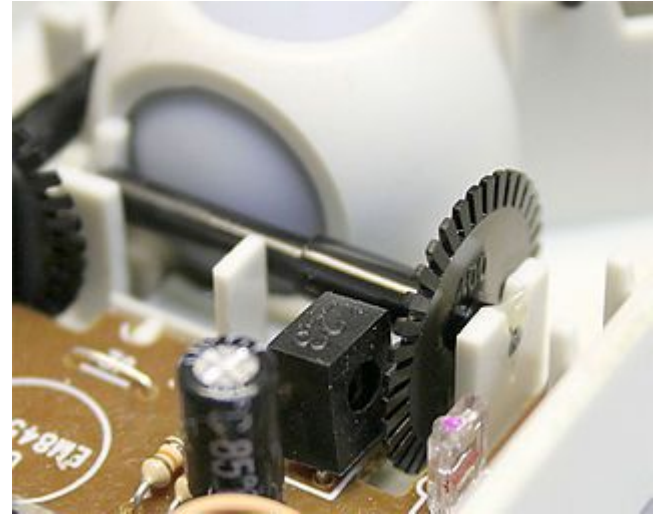
оптрон

- Оптрон – электронный прибор, состоящий из излучателя света (обычно – светодиода) и фотоприёмника (биполярных и полевых фототранзисторов, фотодиодов, фототиристоров, фоторезисторов), связанных оптическим каналом и как правило объединённых в общем корпусе.
- Принцип работы оптрона заключается в преобразовании электрического сигнала в свет, его передаче по оптическому каналу и последующем преобразовании обратно в электрический сигнал.



оптрон

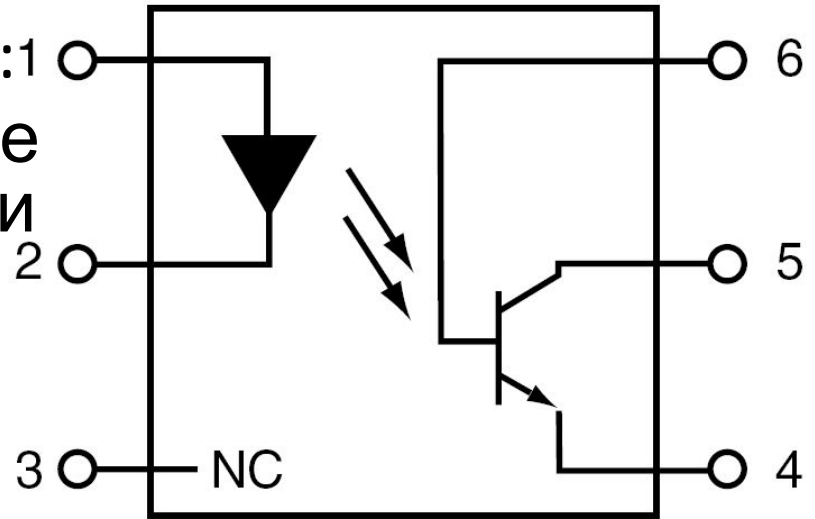
- Оптроны с открытым оптическим каналом, доступным для механического воздействия (перекрытия), используются как датчики во всевозможных детекторах наличия (например, детектор бумаги в принтере), движения (компьютерная мышь).
- Оптроны используются для гальванической развязки цепей – передачи сигнала без передачи напряжения, для бесконтактного управления и защиты.



оптрон

Характеристики оптронов:

- высокие коммутируемые напряжения до 500 В при малых габаритах (порядка 8 мм x 10 мм);
- наличие оптической развязки, устраняющей обратное воздействие со стороны высоких напряжений на управляющий элемент;
- низкие коммутируемые токи (порядка 150 мА);
- невысокая скорость переключения (порядка 1 мс).



Реле времени

Реле времени – реле, предназначенное для создания независимой выдержки времени.

По принципу работы выделяют реле времени:

- с электромагнитным замедлением;
- с пневматическим замедлением;
- с часовым или анкерным механизмом;
- моторные реле времени;
- электронные реле времени.



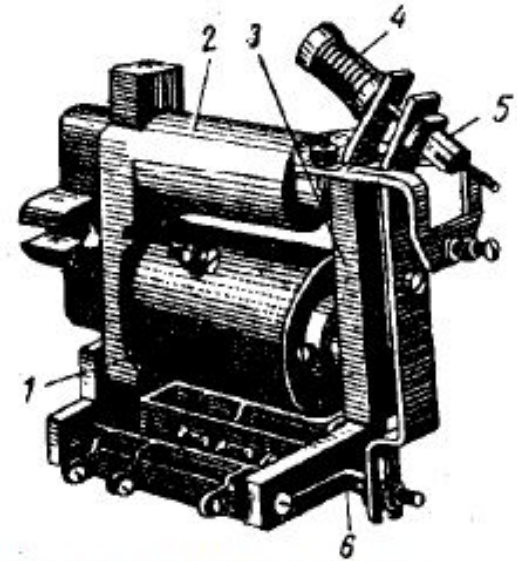
Реле времени с э.-м. замедлением

- Электромагнитное реле времени РЭ-500:

- 1 – катушка;
- 2 – неподвижный магнитопровод;
- 3 – якорь; 4 – оттяжная пружина;
- 5 – регулировочный винт;
- 6 – блок-контакты.

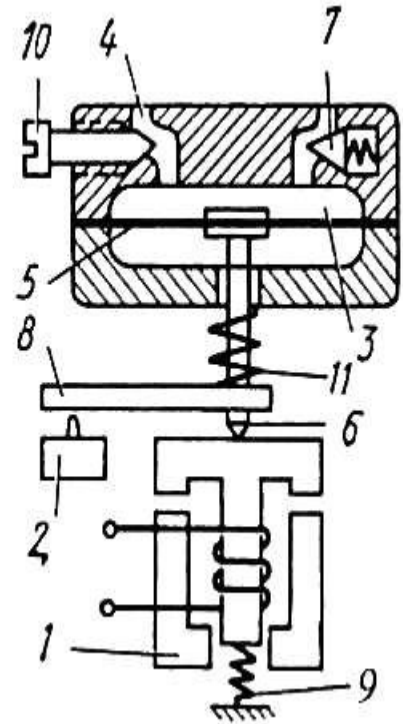
- При закорачивании катушки реле ток в ней будет затухать постепенно из-за ее индуктивности. В какой-то момент под действием пружины 4 якорь 3 оторвется от катушки 1 и замкнет блок-контакты 6.

- Время задержки определяется усилием оттяжной пружины 4, которая регулируется винтом 5.



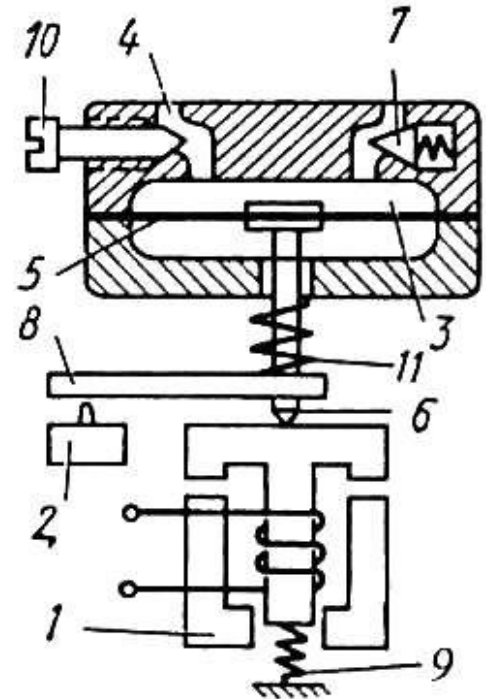
Реле времени пневматическое

- Пневматическое реле времени РВП-72 имеет выдержку времени 0,2 – 180 с и предназначено для использования в цепях переменного тока напряжением 127 и 220 В.
- Выдержка времени получается за счет медленного натекания воздуха в камеру с регулируемым сечением отверстия.



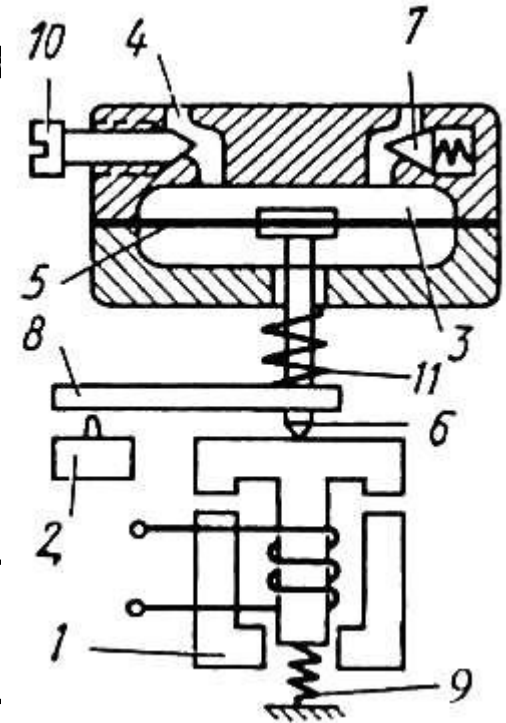
Реле времени пневматическое

- При подаче управляющего сигнала якорь электромагнита 1 втягивается
- Шток 6, лишенный опоры, под действием пружины 11 медленно опускается вниз по мере заполнения полости приставки воздухом через отверстие 4.
- В конце хода штока рычаг 8 производит переключение контактов микропереключателя 2.



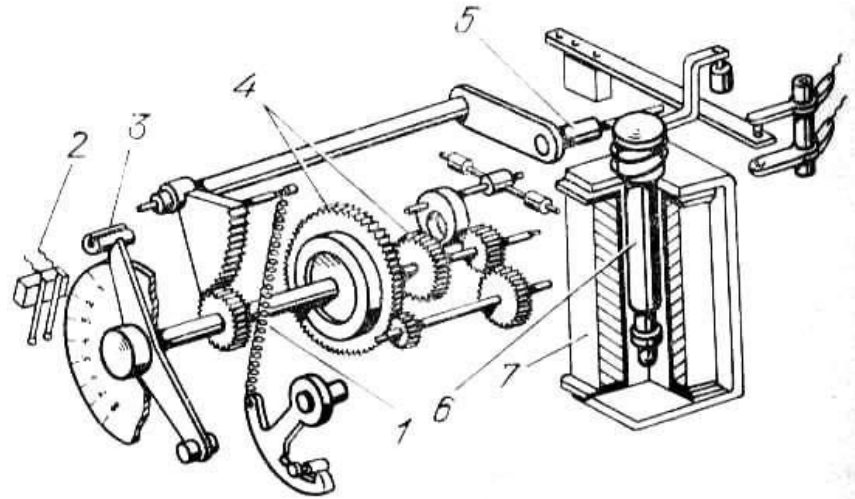
Реле времени пневматическое

- Возврат реле в исходное положение происходит при снятии входного сигнала с электромагнита под действием пружины 9.
- При этом воздух пневматической камеры мгновенно вытесняется через обратный клапан 7.
- Возврат контактов реле происходит без задержки времени. Для регулировки выдержки времени регулируют винт 10, изменяющий сечение дросселирующего отверстия 4.



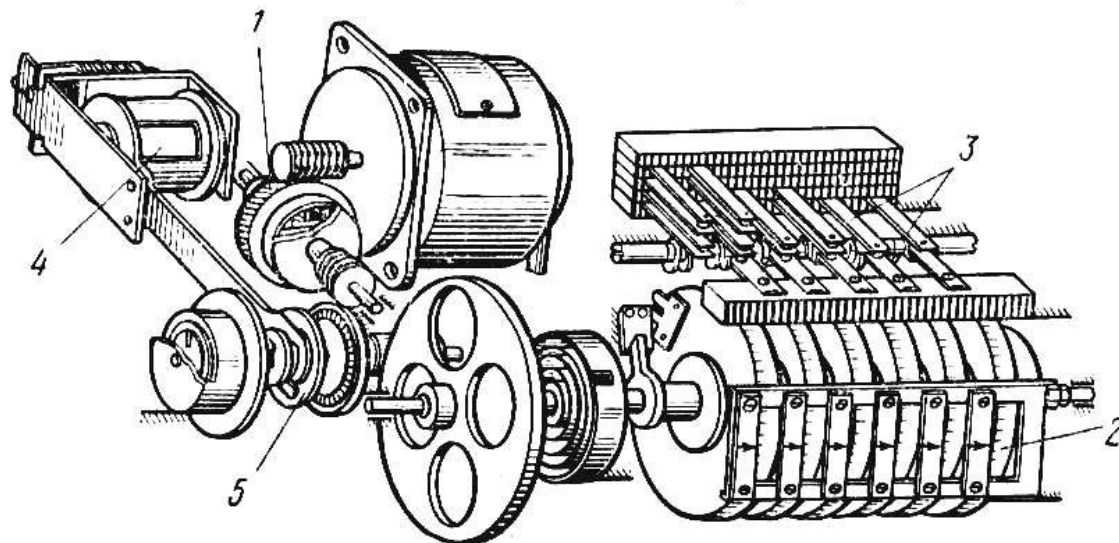
Реле времени с часовым механизмом

- При подаче напряжения на обмотку 7 электромагнита плунжер 6 втягивается, сжимая возвратную пружину, при этом освобождается рычаг 5 сцепления с часовым механизмом. Часовой механизм 4 под действием встроенной в нем пружины 1 начинает вращаться, обеспечивая равномерное движение стрелки с подвижным контактом 3, который через заданный промежуток времени вызывает замыкание неподвижных контактов 2, закрепленных на контактной колодке. Выдержка времени задается поворотом контактной колодки 2 против соответствующей цифры на шкале.



Моторные реле времени

- 1 – редуктор;
- 2 – диск времени
- 3 – контакты;
- 4 – катушка паузного механизма;
- 5 – паузный механизм.



Моторные реле времени предназначены для отсчета времени от 10 с до нескольких часов. Оно состоит из синхронного двигателя, редуктора, электромагнита для сцепления и расцепления двигателя с редуктором, контактов.

Электронные реле времени

- Современные реле времени обрабатывают необходимую задержку времени в соответствии с программой, «защитой» в микроконтроллере
- При этом сам микроконтроллер может тактироваться с помощью встроенного кварцевого резонатора или RC-генератора.



Конечный выключатель

- Концевой выключатель – это устройство электрической коммутации при механическом контакте пары подвижных механизмов.
- Малогабаритный прочный корпус;
- легкое закрепление и ориентировка в пространстве;
- индикация работы (поданного питания) и срабатывания датчика – при помощи ярких разноцветных светодиодов.



Конечный выключатель

- Часто концевой выключатель содержит две пары контактов, нормально разомкнутые и нормально замкнутые.
- Замкнутая пара – контроль состояния подключения концевой выключателя: если сигнал переданный по этой паре не возвращается, можно сделать вывод о повреждении кабеля к выключателю.
- Разомкнутая пара используется для прохождения сигнала после срабатывания выключателя.



Электронные Усилители в системах автоматики

Усилители предназначены для увеличения (от вспомогательного источника питания) мощности сигнала на выходе измерительной части системы автоматического управления, так как в большинстве случаев она недостаточна для приведения в действие исполнительных устройств.

Основные параметры и требования к усилителям в САУ:

- стабильность коэффициента усиления;
- большой частотный диапазон усиления;
- отсутствие искажения сигнала;
- КПД и выходная мощность.

Электронные Усилители в системах автоматики

Электронные усилители делят на:

- ламповые;
- полупроводниковые.

В основном используются полупроводниковые усилители, так как они:

- не требуют энергии и время на подогрев;
- имеют меньшие габариты, массу, значительный срок службы;
- обладают достаточно высокой механической прочностью и надежностью.

Электронные Усилители в системах автоматики

- Наиболее распространены схемы усилителей, содержащие операционные усилители (ОУ)

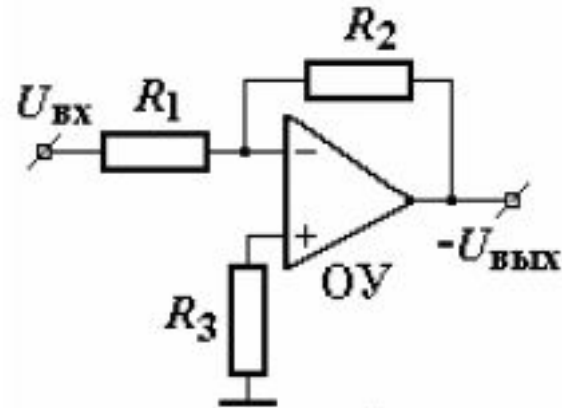
- Инвертирующий усилитель.

- Имеет отрицательную обратную связь R_2 .

- Входной и выходной сигналы связаны соотношением:

$$\frac{U_{\text{ВЫХ}}}{R_2} = -\frac{U_{\text{ВХ}}}{R_1}.$$

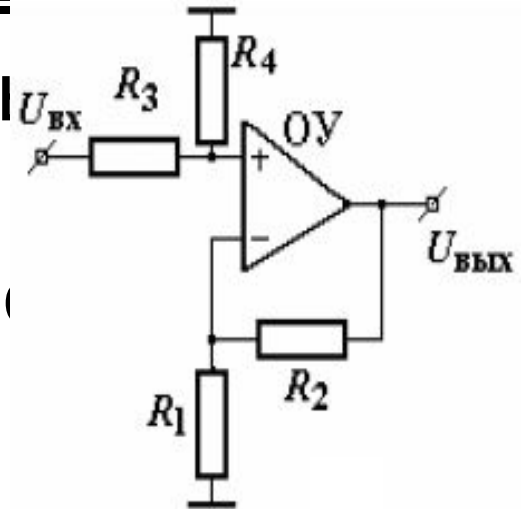
- Коэффициент усиления равен: $K = -\frac{U_{\text{ВЫХ}}}{U_{\text{ВХ}}} = -\frac{R_2}{R_1}.$



Электронные Усилители в системах автоматики

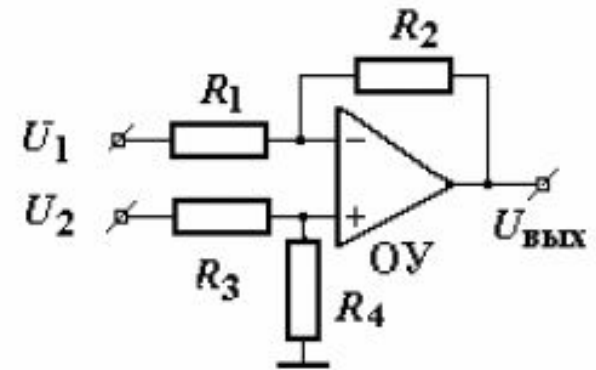
- Неинвертирующий усилитель.
- Отрицательная обратная связь через сопротивление R_2 обеспечивает стабильную работу усилителя.
- Коэффициент усиления равен:

$$K = \frac{U_{\text{АУО}}}{U_{\text{АО}}} = \frac{R_4 \cdot (1 + R_2/R_1)}{(R_3 + R_4)}$$



Электронные Усилители в системах автоматики

- Дифференциальное включение операционного усилителя.
- Выходное напряжение пропорционально разности входных сигналов, поданных на инвертирующий и неинвертирующий входы:

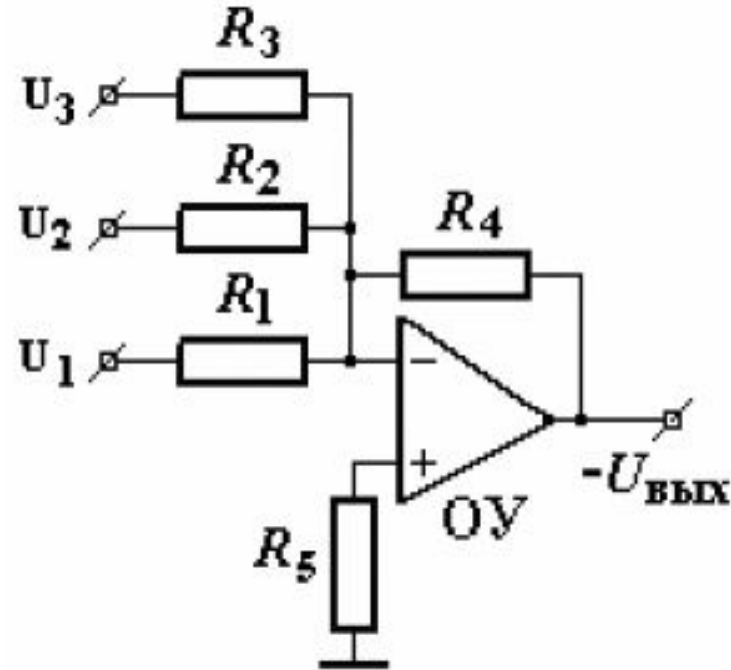


$$U_{\text{ВЫХ}} = U_2 \cdot \frac{R_4 \cdot (1 + R_2/R_1)}{(R_3 + R_4)} - U_1 \cdot \frac{R_2}{R_1}$$

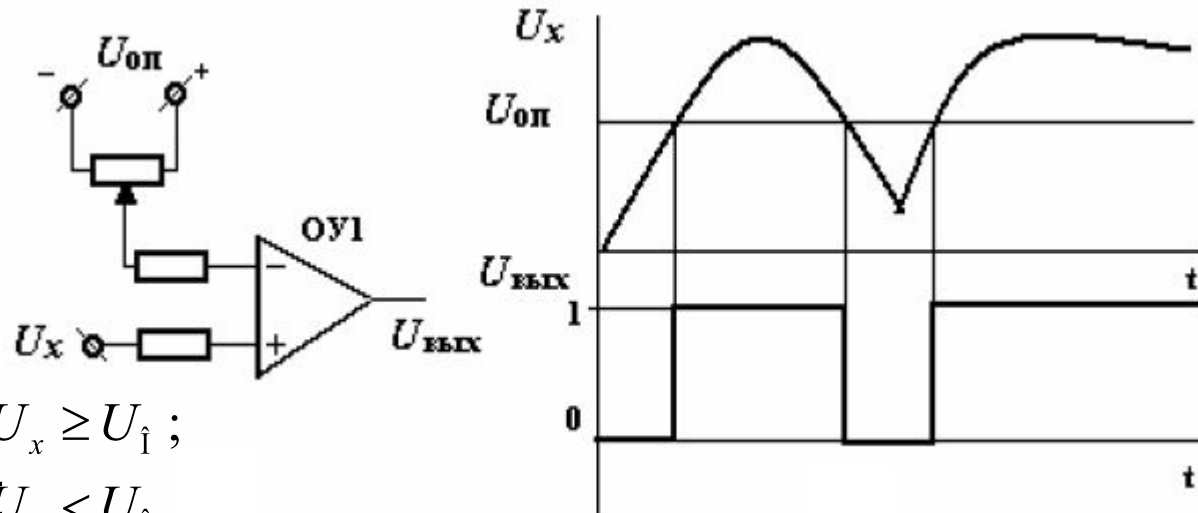
Электронные Усилители в системах автоматики

- Суммирующий усилитель
- Выполняет суммирование нескольких переменных напряжений.

$$U_{\text{ВЫХ}} = (U_1 + U_2 + U_3) \cdot \frac{R_4}{(R_1 + R_2 + R_3)}$$



Электронные Усилители в системах автоматики



$$U_{вых} = \begin{cases} 1, & \text{if } U_x \geq U_{оп}; \\ 0, & \text{if } U_x < U_{оп}. \end{cases}$$

- Компаратор
- В аналоговом компараторе ОУ работает без обратной связи, поэтому имеет большой коэффициент усиления.
- На инвертирующий вход подается опорное напряжение, на неинвертирующий – анализируемый сигнал.