



Технологические основы Интернета Вещей

Лекция 2 - Аппаратные комплексы Интернета Вещей

Жматов Дмитрий Владимирович
кандидат технических наук, доцент
доцент кафедры Математического обеспечения и
стандартизации информационных технологий

Общая схема управления:



Объект управления – обобщающий термин кибернетики и теории автоматического управления, обозначающий устройство или динамический процесс, управление поведением которого является целью создания системы автоматического управления.

Общая схема управления:

Ключевым моментом ТАУ создание математической модели, описывающей поведение объекта управления в зависимости от его состояния, управляющих воздействий и возможных возмущений (помех).

Считается, что управляющее воздействие на объект управления оказывает устройство управления.

В **реальных системах** устройство управления интегрировано с объектом управления, поэтому для результативной теории важно точно определить границу между этими звеньями одной цепи.

Общая схема управления:

В каждой технической системе (ТС) существует функциональная часть – объект управления (ОУ).

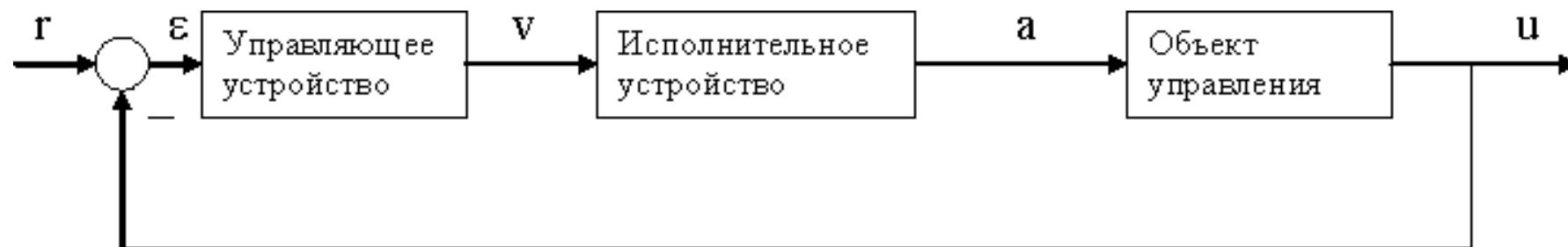
Функции ОУ ТС заключаются в восприятии управляющих воздействий (УВ) и изменении в соответствии с ними своего технического состояния (далее – состояния).

ОУ ТС не выполняет функций принятия решений, то есть не формирует и не выбирает альтернативы своего поведения, а только реагирует на внешние (управляющие и возмущающие) воздействия, изменяя свои состояния predetermined его конструкцией образом.

Общая схема управления:

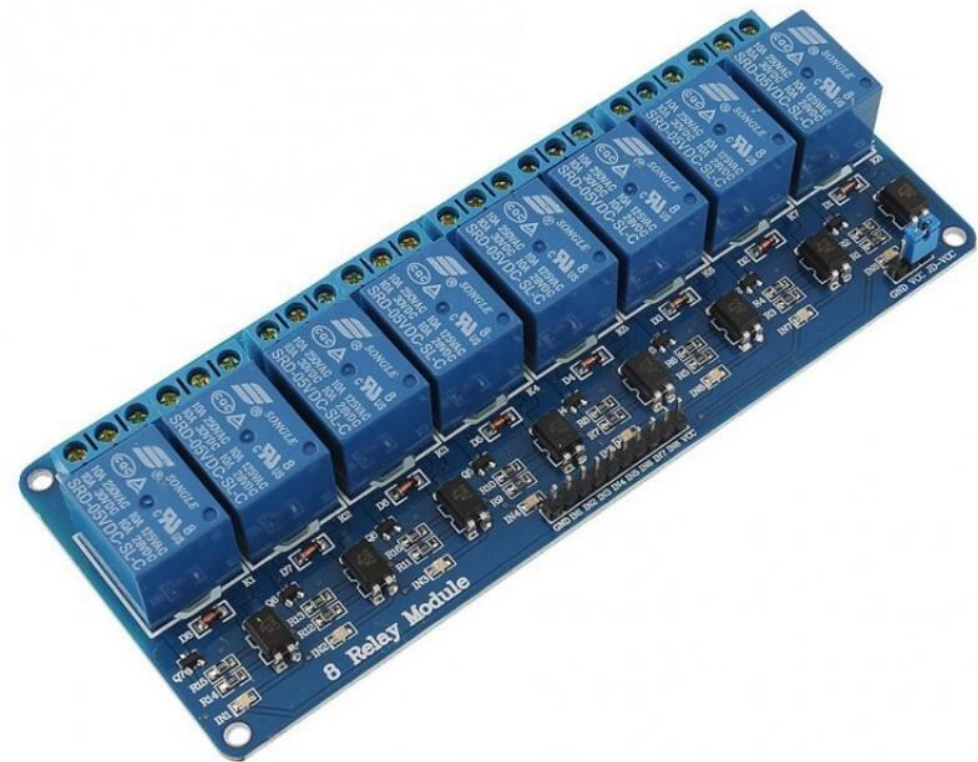
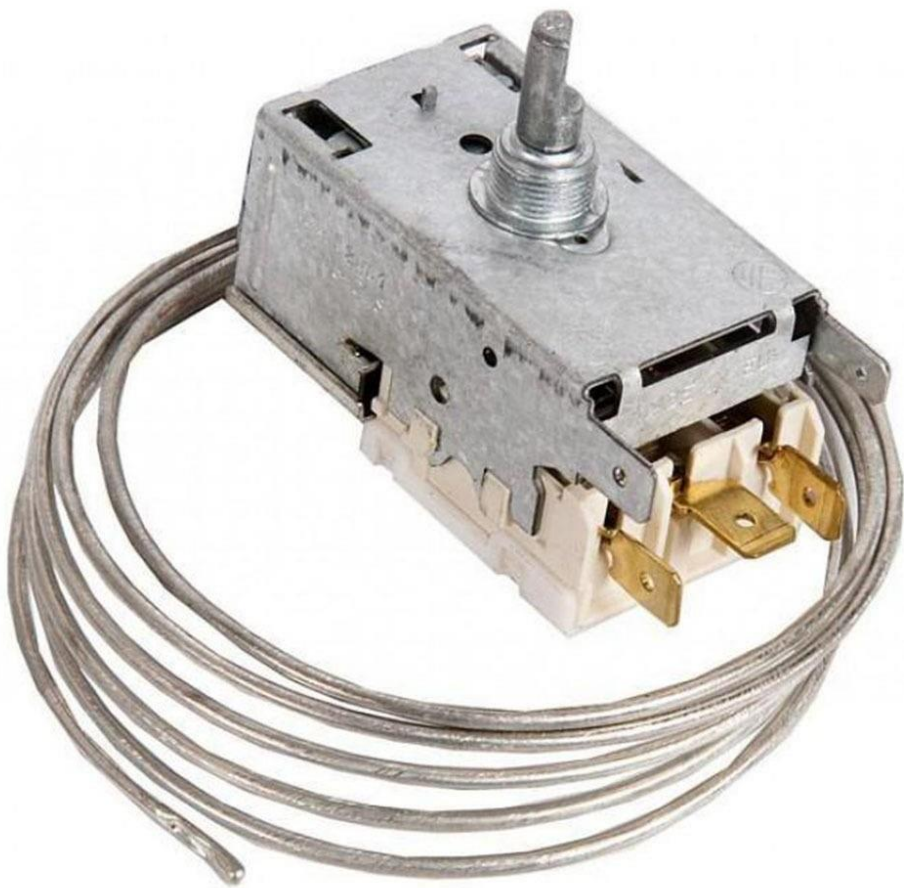
Объекты управления ТС состоят из двух функциональных частей – **сенсорной и исполнительной.**

Исполнительное устройство (исполнительный элемент, актуатор, актюатор) – функциональный элемент системы автоматического управления, который воздействует на объект управления, изменяя поток энергии или материалов, которые поступают на объект. Большинство исполнительных устройств имеет механический или электрический выход.



Реле

Реле' (фр. relais) – коммутационный аппарат, который при воздействии на него внешних физических явлений скачкообразно принимает конечное число значений выходной величины



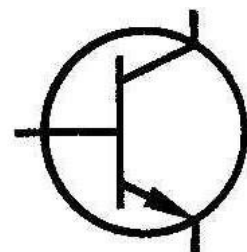
Назначение реле в промышленной автоматизации заключается в замыкании-размыкании электрической цепи.

По виду физических величин, на которые реагируют:

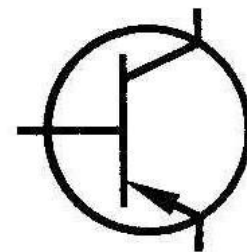
- Электрические (ток; напряжение; мощность; частота; сопротивление; фаза)
- Механические (Давления; Вакуума; Перемещения; Скорости; Течения; Ускорения; Усилия)
- Тепловые
- Оптические
- Акустические
- Магнитные

Транзистор

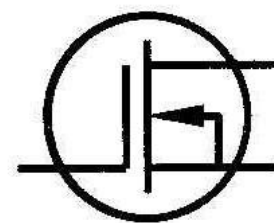
Транзистор (англ. transistor), полупроводниковый триод — радиоэлектронный компонент из полупроводникового материала, обычно с тремя выводами, способный от небольшого входного сигнала управлять значительным током в выходной цепи, что позволяет использовать его для усиления, генерирования, коммутации и преобразования электрических сигналов.



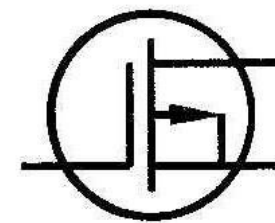
Биполярный
NPN-транзистор



Биполярный PNP-
транзистор



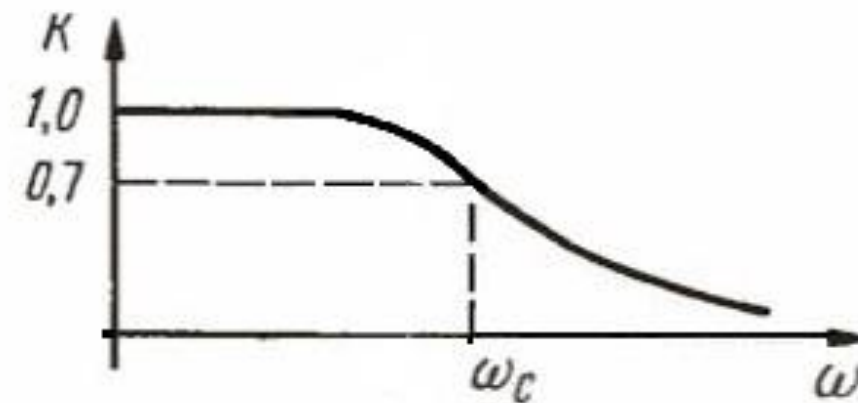
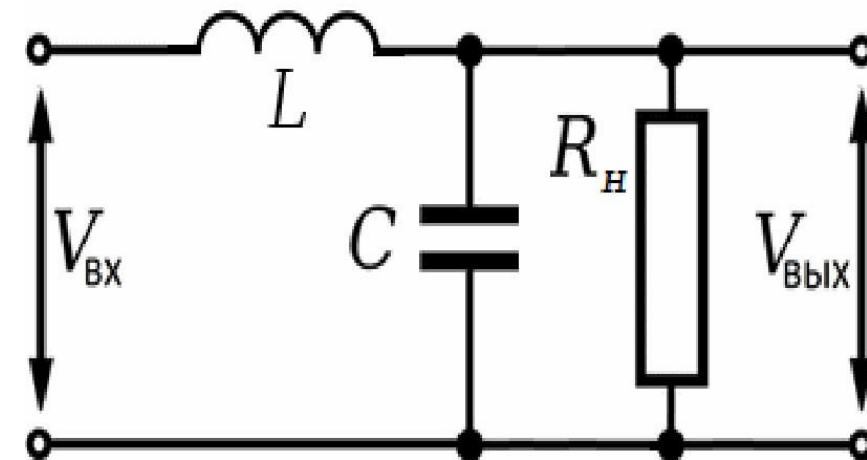
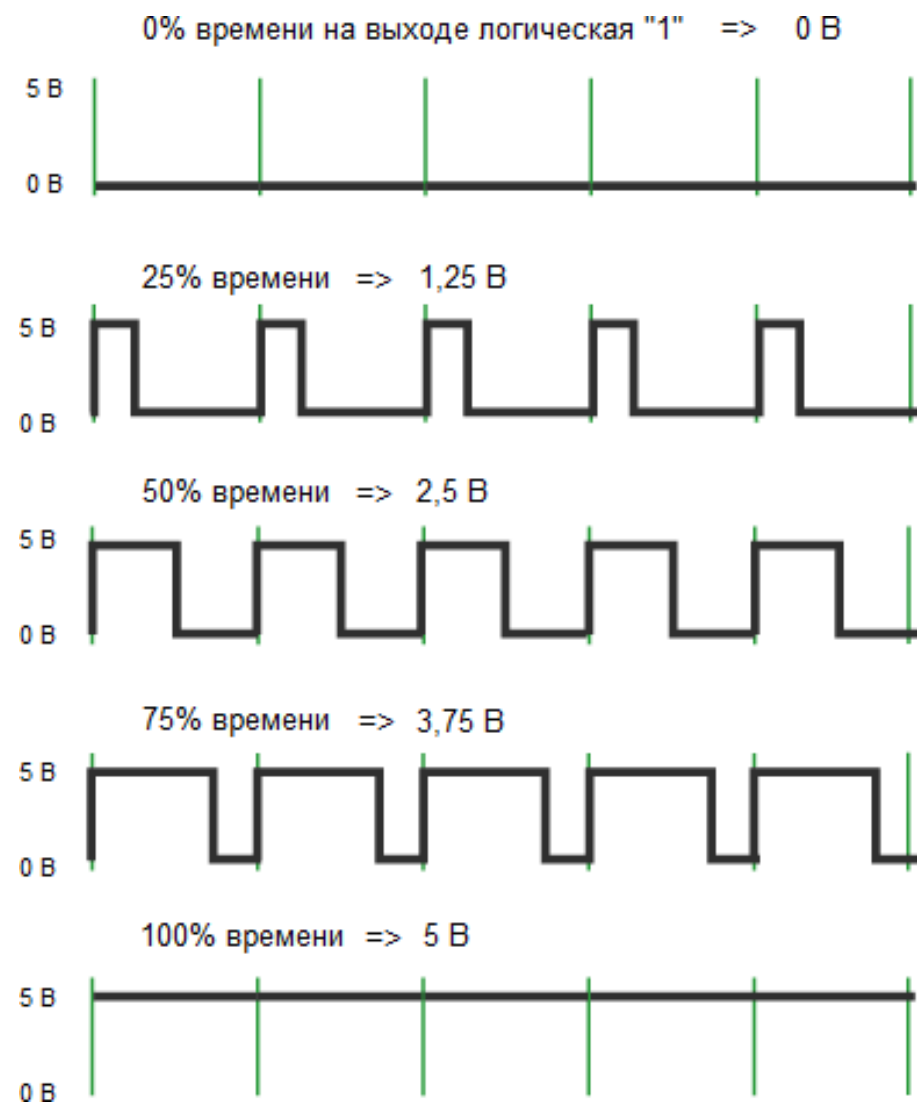
N-канальный
полевой транзистор



P-канальный
полевой транзистор

ШИМ

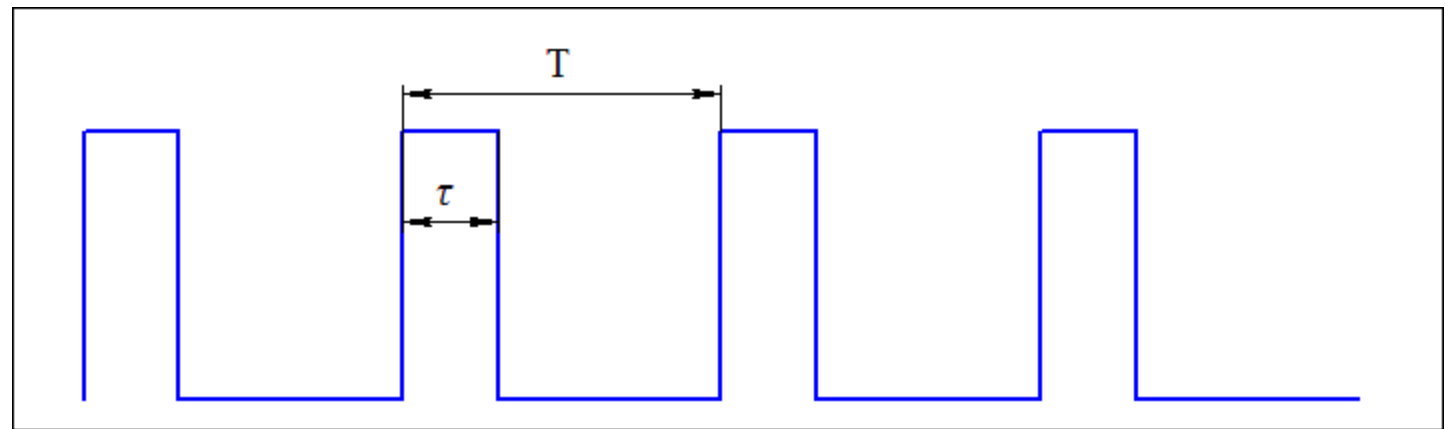
Широтно- импульсная модуляция (ШИМ, англ. pulse-width modulation (PWM)) – процесс управления мощностью методом пульсирующего включения и выключения потребителя энергии.



Скважность

Скважность— безразмерная величина, одна из характеристик импульсных систем, определяющая отношение периода следования (повторения) импульсов к длительности импульса.

$$S = \frac{T}{\tau} = \frac{1}{D},$$
$$D = \frac{\tau}{T} = \frac{1}{S},$$



Где S — скважность (1...inf)

T — период импульсов, tau — длительность импульса,

D — коэффициент заполнения. (0..1)

Измерительные устройства

Датчик — конструктивно обособленное устройство, содержащее один или несколько первичных измерительных преобразователей.

Датчик предназначен для выработки сигнала измерительной информации в форме, удобной для передачи, дальнейшего преобразования, обработки и (или) хранения, но не поддающейся непосредственному восприятию наблюдателем.

Измерительные устройства

Измерительный преобразователь – техническое средство с нормируемыми метрологическими характеристиками, служащее для преобразования измеряемой величины в другую величину или измерительный сигнал, удобный для обработки, хранения, дальнейших преобразований, индикации и передачи, но непосредственно не воспринимаемый оператором.

$$F(t) \rightarrow U(t)$$



Измерительные устройства

Средство измерений — техническое предназначенное для измерений, нормированные метрологические характеристики, средство, воспроизводящее и (или) хранящее единицу физической величины, размер которой принимают неизменным (в пределах установленной погрешности) в течение известного интервала времени.

Измерительный прибор — средство измерений, предназначено для получения значений измеряемой физической величины в установленном диапазоне. Часто измерительным прибором называют средство измерений для выработки сигнала измерительной информации в форме, доступной для непосредственного восприятия оператором.

Измерительные устройства

Измерительный прибор прямого действия – измерительный прибор, например, манометр, амперметр в котором осуществляется одно или несколько преобразований измеряемой величины и значение её находится без сравнения с известной одноимённой величиной.

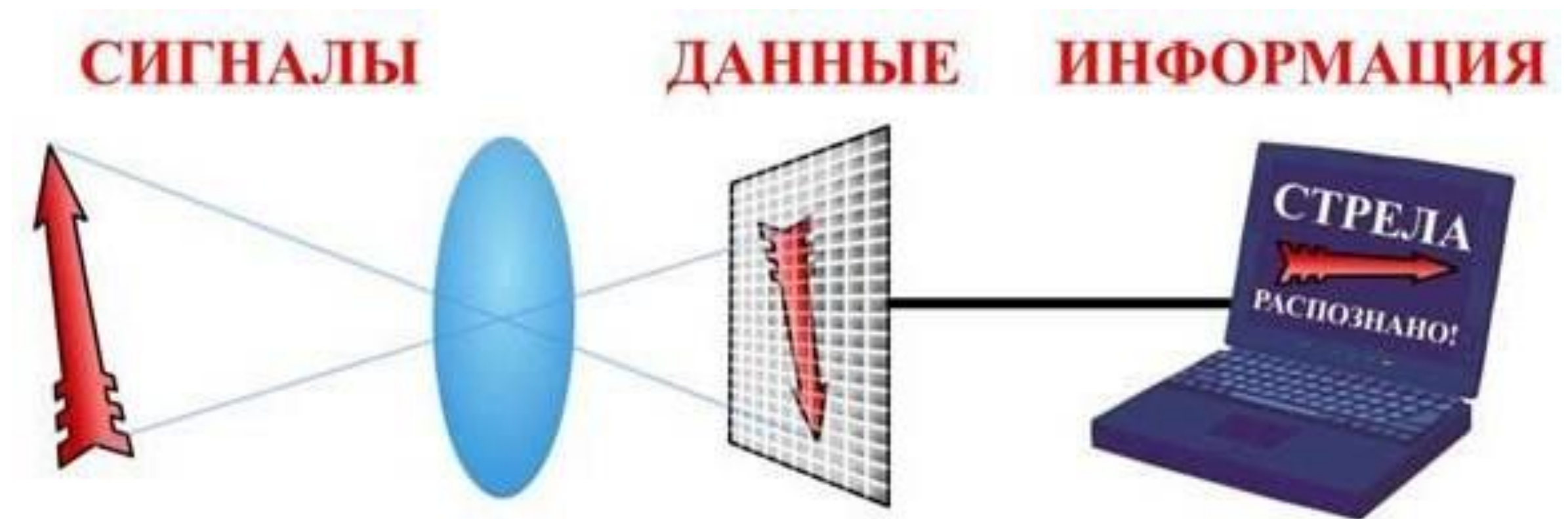
Измерительный прибор сравнения – измерительный прибор, предназначенный для непосредственного сравнения измеряемой величины с величиной, значение которой известно.

Характеристики измерительных приборов

- Диапазон измерений – область значений измеряемой величины, на которую рассчитан прибор при его нормальном функционировании (с заданной точностью измерения).
- Порог чувствительности – некоторое минимальное или пороговое значение измеряемой величины, которое прибор может различить.
- Чувствительность – связывает значение измеряемого параметра с соответствующим ему изменением показаний прибора.
- Точность – способность прибора указывать истинное значение измеряемого показателя (предел допустимой погрешности или неопределённость измерения)
- Стабильность – способность прибора поддерживать неизменность во времени его метрологических свойств
- Разрешающая способность – минимальная разность двух значений измеряемых однородных величин, которая может быть различима с помощью прибора.

Сигнал

Сигнал – материальное воплощение сообщения для использования при передаче, переработке и хранении информации.



Сигнал — это изменяющийся во времени физический процесс. Сигналы могут порождать в физических телах изменения свойств. Это явление называется регистрацией сигналов. Сигналы, зарегистрированные на материальном носителе, называются данными.

Данные - это совокупность сведений, зафиксированных на определенном носителе в форме, пригодной для постоянного хранения, передачи и обработки. Преобразование и обработка данных позволяет получить информацию.

Информация - это результат преобразования и анализа данных.

Отличие информации от данных состоит в том, что данные - это фиксированные сведения о событиях и явлениях, которые хранятся на определенных носителях, а информация появляется в результате обработки данных при решении конкретных задач.

Например, в базах данных хранятся различные данные, а по определенному запросу система управления базой данных выдает требуемую информацию.

Знания - это зафиксированная и проверенная практикой обработанная информация, которая использовалась и может многократно использоваться для принятия решений.

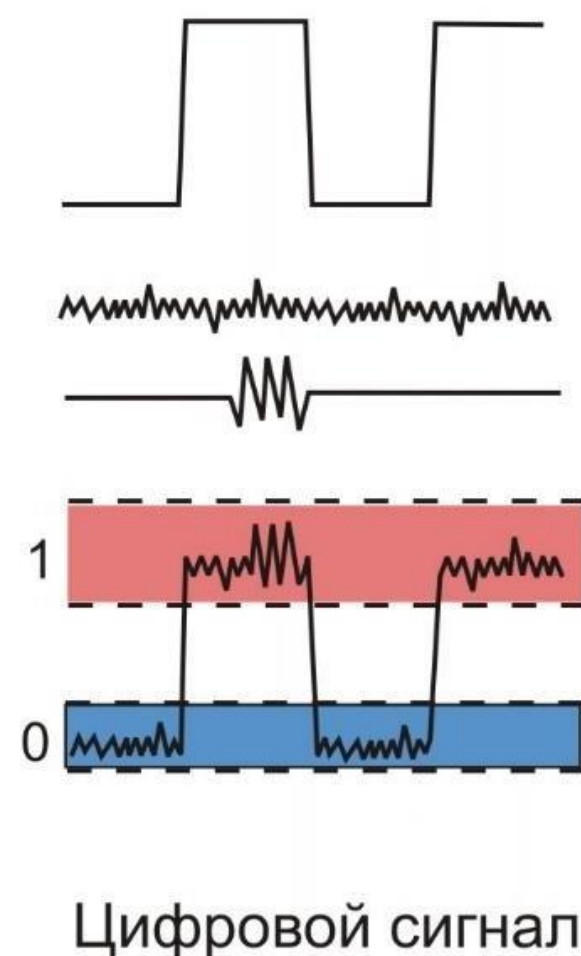
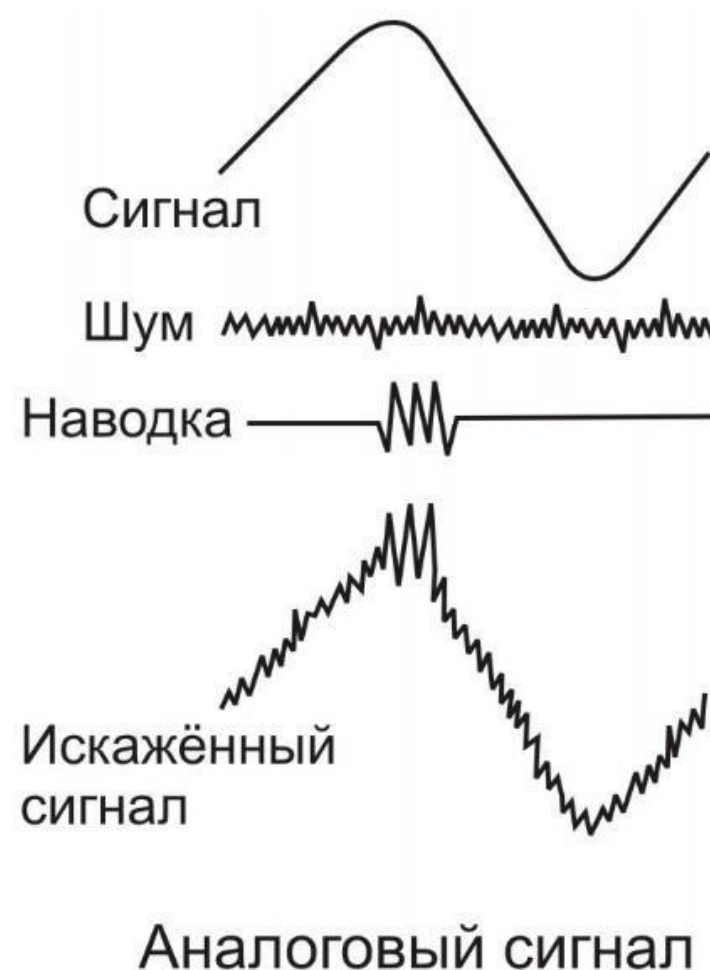
Знания - это вид информации, которая хранится в базе знаний и отображает знания специалиста в конкретной предметной области. Знания - это интеллектуальный капитал.

Формальные знания могут быть в виде документов (стандартов, нормативов), регламентирующих принятие решений или учебников, инструкций с описанием решения задач.

Неформальные знания - это знания и опыт специалистов в определенной предметной области.

Цифровая обработка сигналов

Цифровая обработка сигналов (ЦОС, DSP – англ. digital signal processing) – способы обработки сигналов на основе численных методов с использованием цифровой вычислительной техники.

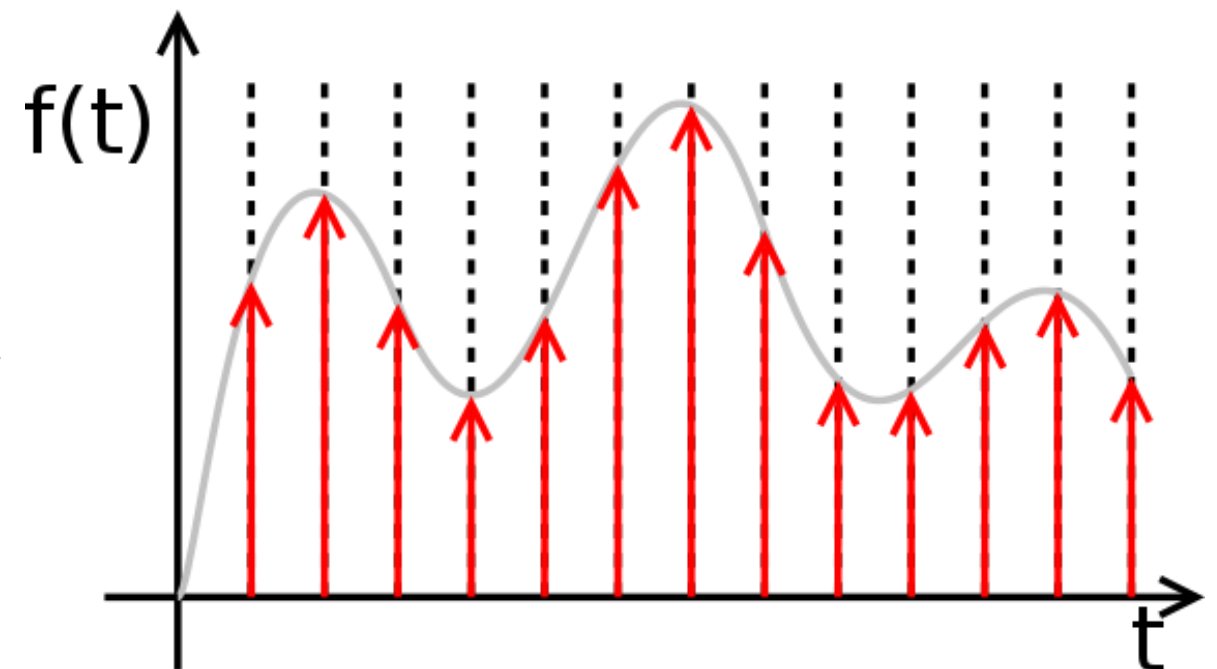


Теорема Котельникова – ф у н д а м е н т а л ь н о е утверждение в области цифровой обработки сигналов, связывающее непрерывные и дискретные сигналы и гласящее, что:

«любую функцию $F(t)$, состоящую из частот от 0 до f_1 , можно непрерывно передавать с любой точностью при помощи чисел, следующих друг за другом менее чем через $\frac{1}{2f_1}$ секунд»

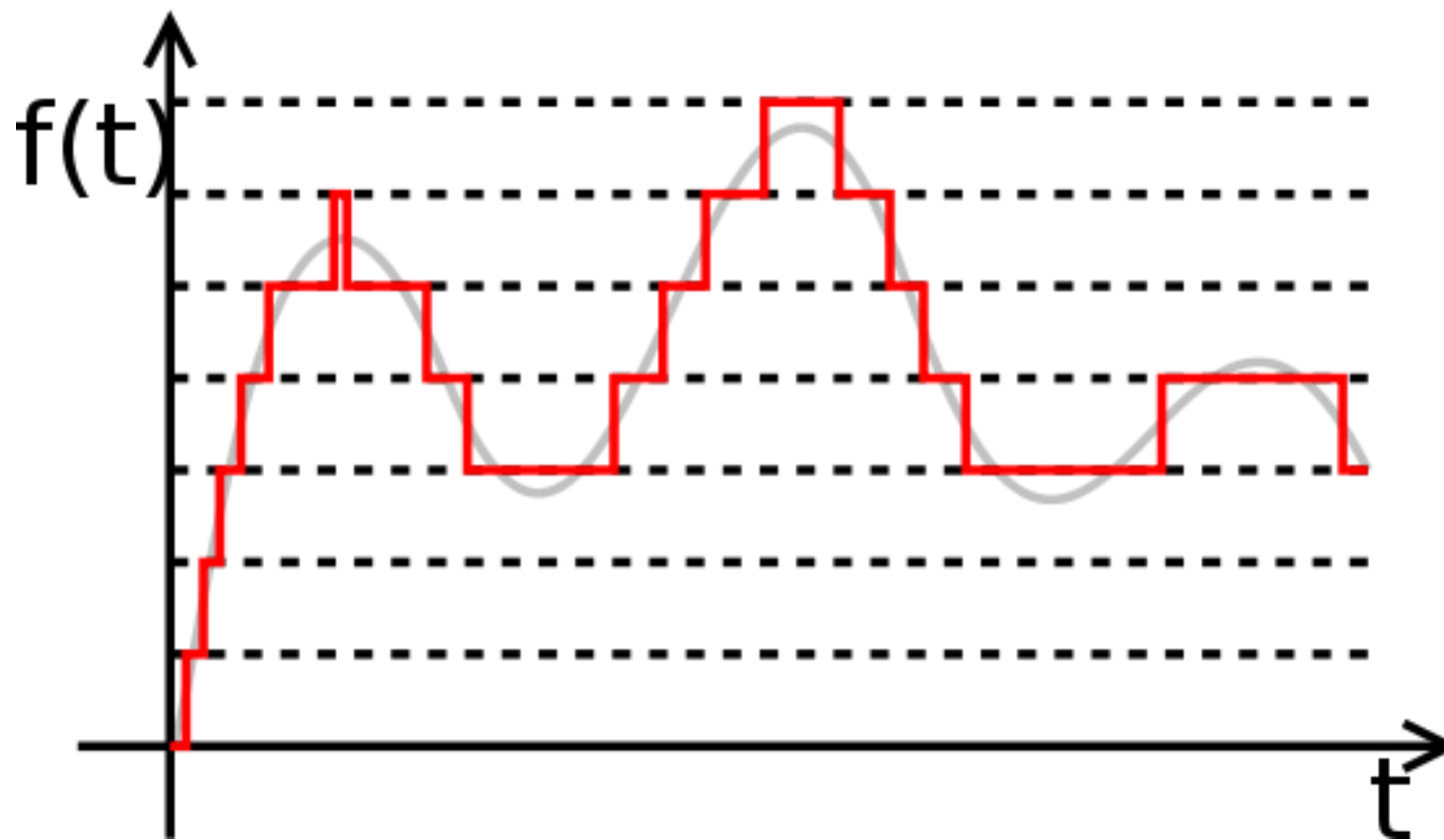
Дискретизация

Дискретизация (от лат. discretio «различать», — «распознавать») — в общем случае — представление непрерывной функции дискретной совокупностью её значений при разных наборах аргументов

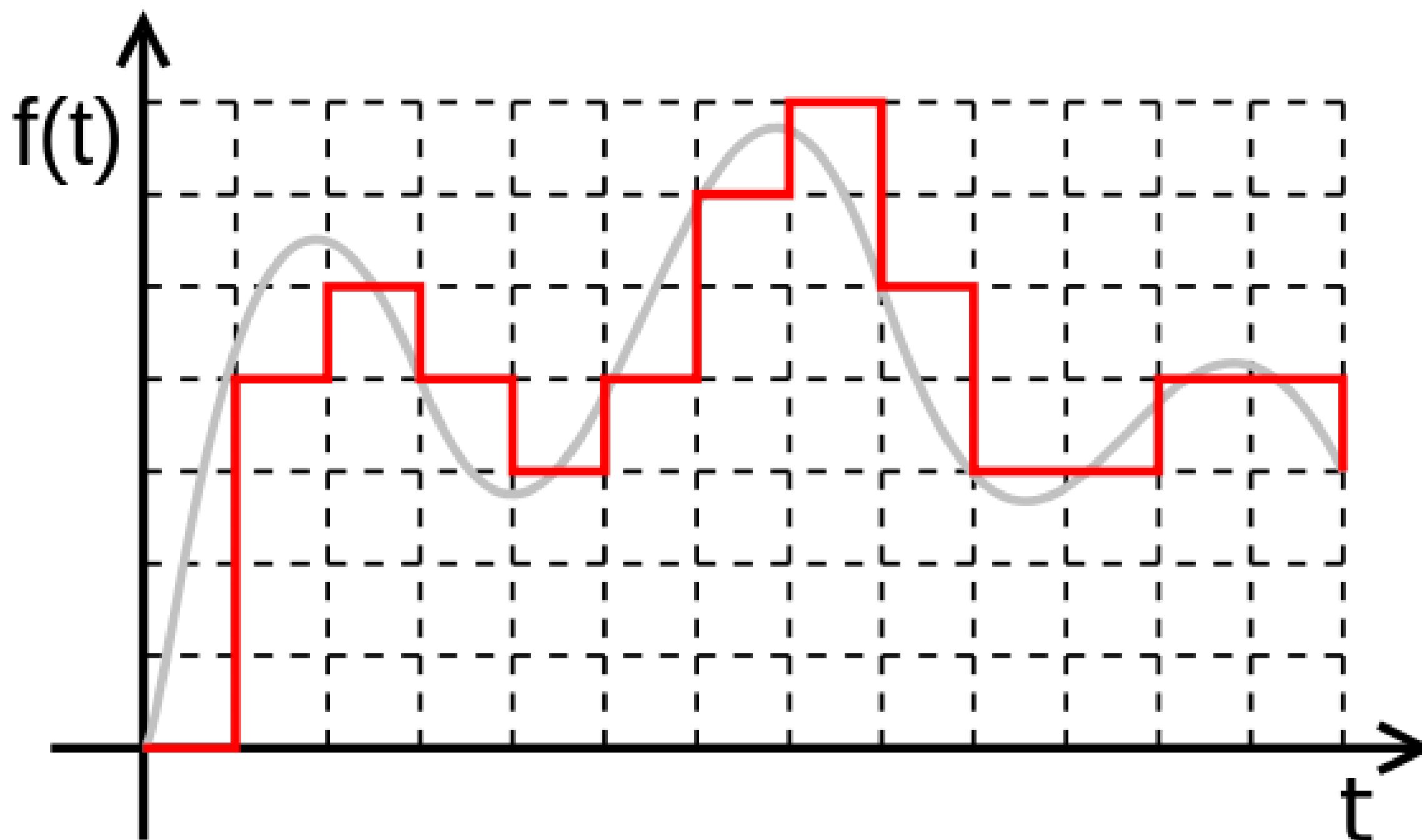


Квантование

Квантование (англ. **quantization**) – в обработке сигналов – разбиение диапазона отсчётных значений сигнала на конечное число уровней и округление этих значений до одного из двух ближайших к ним уровней



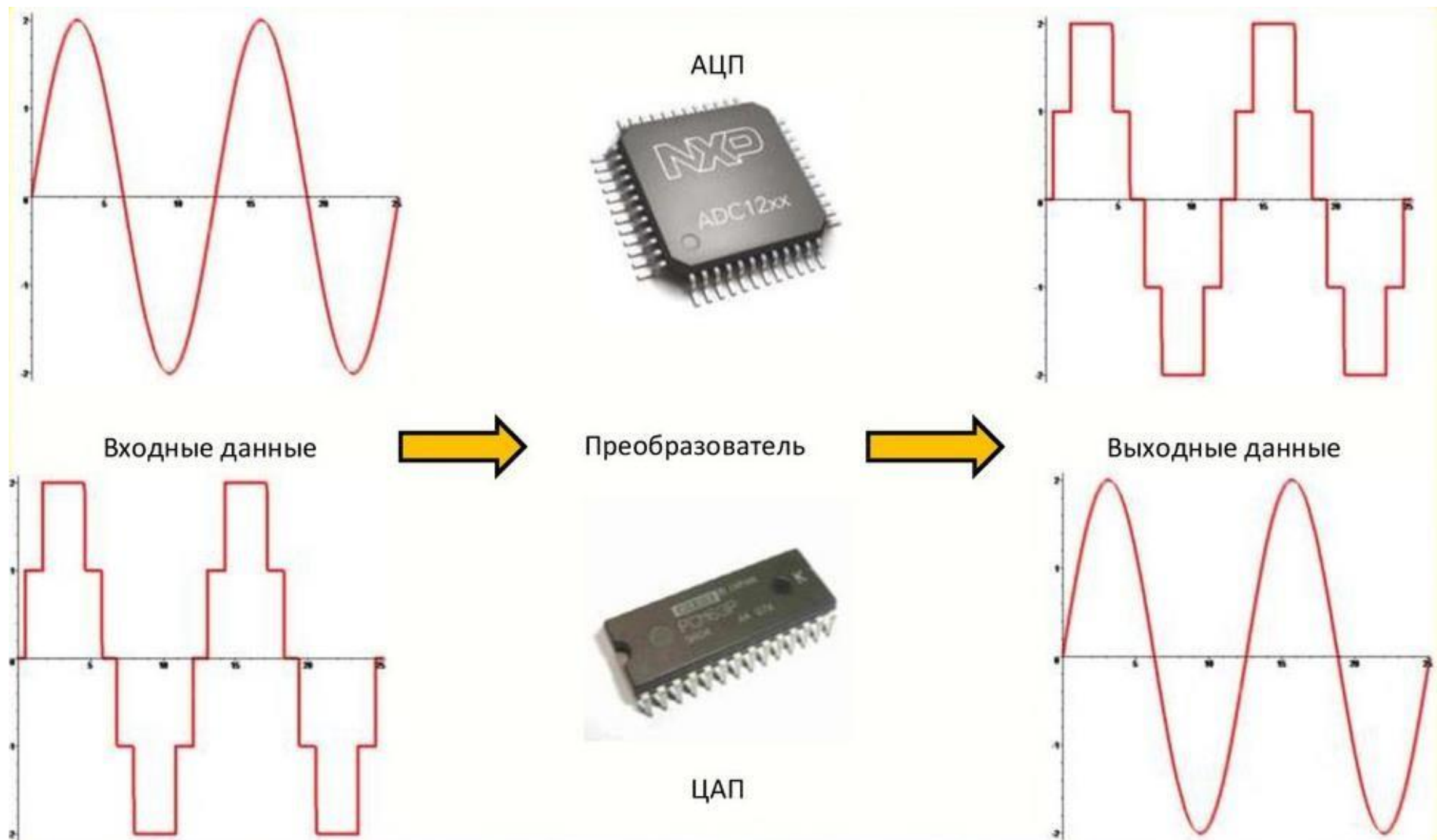
Итоговый цифровой сигнал



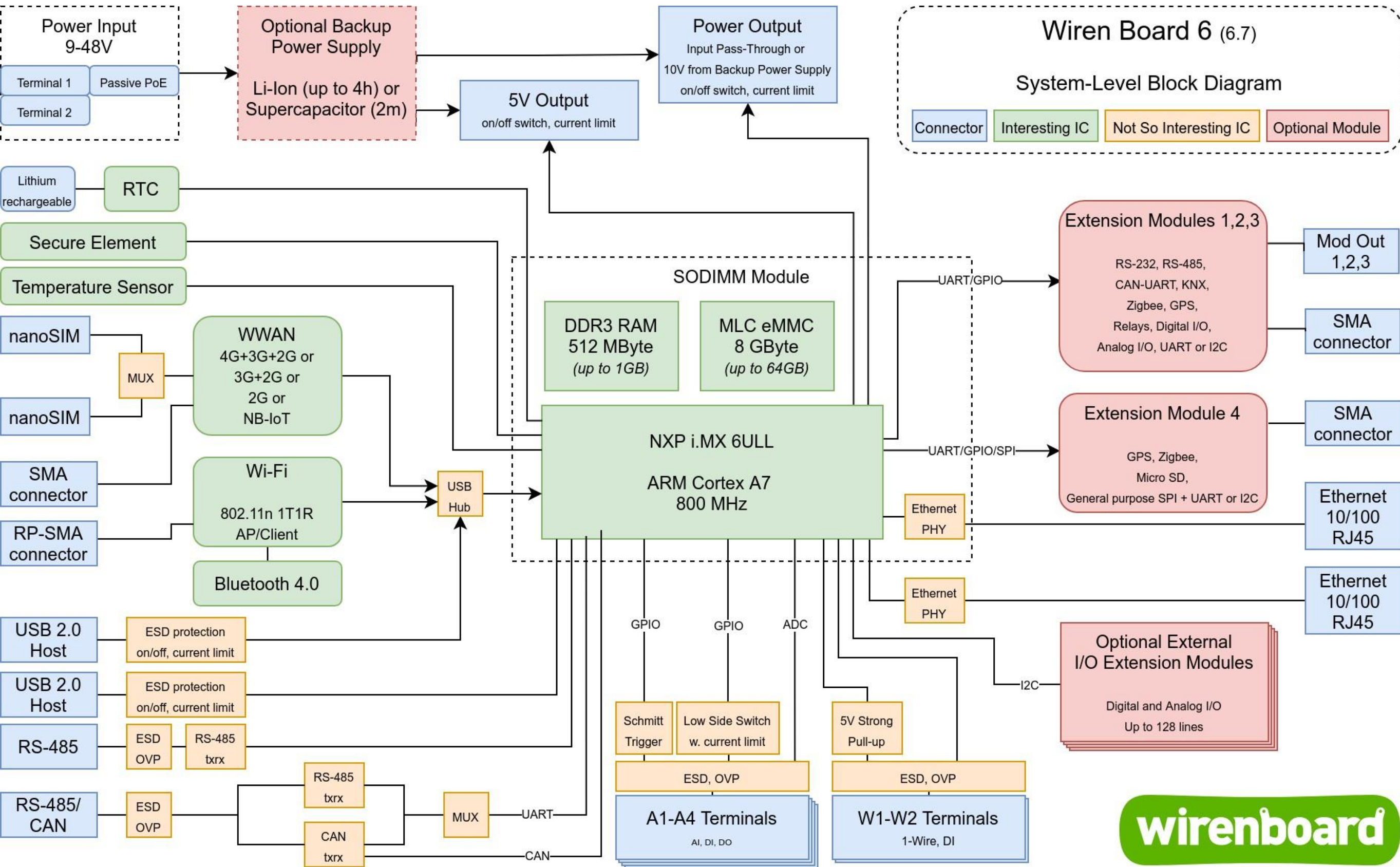
Аналого-цифровой преобразователь (АЦП, англ. Analog-to-digital converter, ADC) — устройство, преобразующее входной аналоговый сигнал в дискретный код (цифровой сигнал).

Цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) — устройство для преобразования цифрового (обычно двоичного) кода в аналоговый сигнал (ток, напряжение или заряд). Цифро-аналоговые преобразователи являются интерфейсом между дискретным цифровым миром и аналоговыми сигналами. Современные ЦАП создаются по полупроводниковым технологиям в виде интегральной схемы.

АЦП и ЦАП

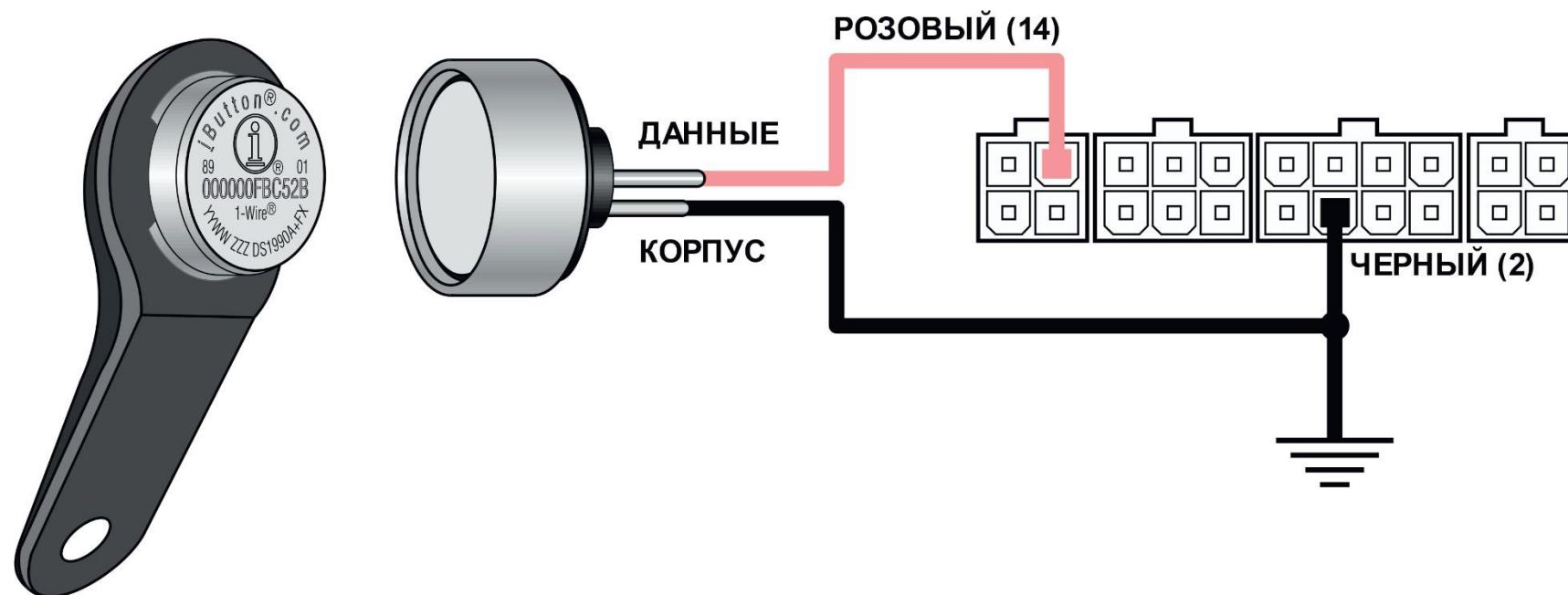


Микроконтроллеры и их шины



1-wire

1-Wire (с англ. — «один провод») — двунаправленная шина связи для устройств с низкоскоростной передачей данных (обычно 15,4 Кбит/с, максимум 125 Кбит/с в режиме overdrive), в которой данные передаются по цепи питания (то есть всего используются два провода — один общий (GND), а второй для питания и данных; в некоторых случаях используют и отдельный провод питания).



Идентификация личности

Каждая микросхема 1-Wire имеет уникальный номер. Это позволяет использовать устройства iButton в качестве простых идентификаторов личности, например, в системах контроля и управления доступом (СКУД).

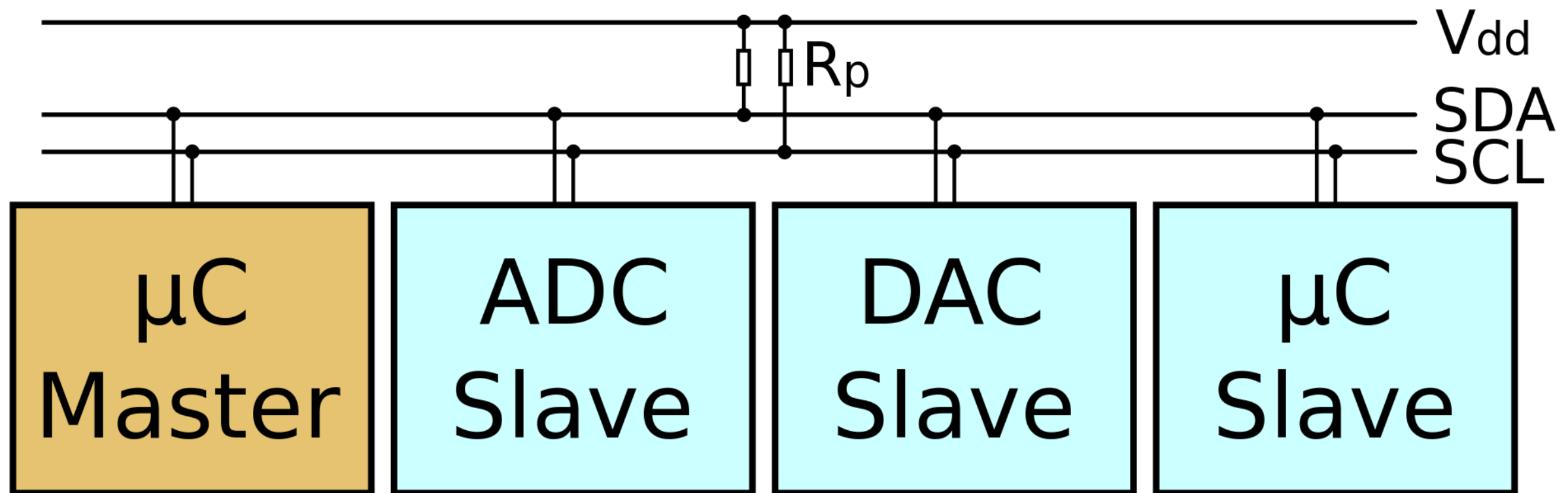
Удалённые датчики физических величин

Устройства 1-Wire очень удобны для измерений. Не требуется отдельного питания, возможно подключить по одному проводу целую гирлянду разнообразных датчиков. Система таких датчиков легко контролируется на предмет аварий. Записи о калибровках могут храниться прямо в датчиках.

Маркировка оборудования

Микросхемы 1-Wire популярны для маркировки и хранения параметров дополнительного оборудования к установкам.

I²C (IIC)— последовательная асимметричная шина для связи между интегральными схемами внутри электронных приборов. Использует две двуправленные линии связи (SDA и SCL), применяется для соединения низкоскоростных периферийных компонентов с процессорами и микроконтроллерами



I2C

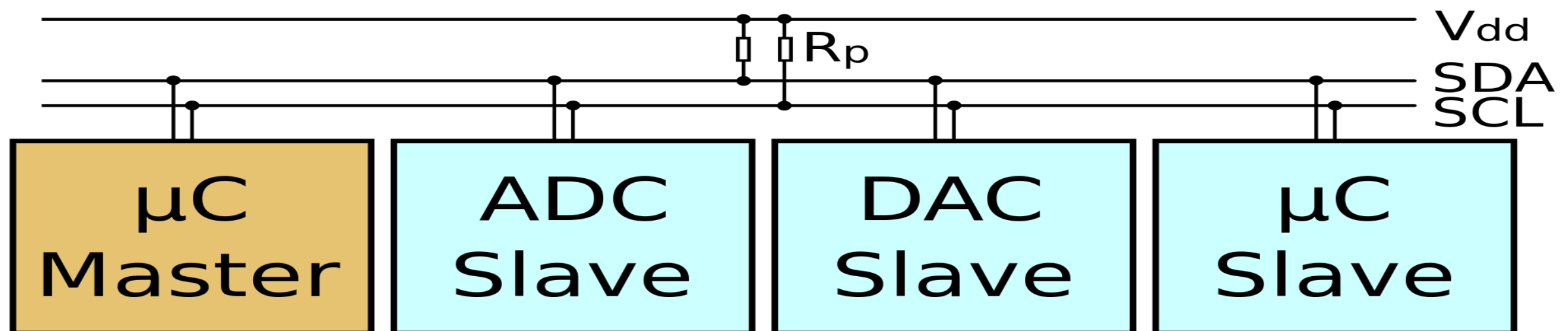
Шина I2C синхронная, состоит из двух линий: данных (SDA) и тактов (SCL). Есть ведущий (master) и ведомые (slave). Инициатором обмена всегда выступает ведущий, обмен между двумя ведомыми невозможен. Всего на одной двухпроводной шине может быть до 127 устройств.

Классическая адресация включает 7-битное адресное пространство с 16 зарезервированными адресами. Это означает, что разработчикам доступно до 112 свободных адресов для подключения периферии на одну шину.

Основной режим работы – 100 кбит/с; 10 кбит/с в режиме работы с пониженной скоростью. Также немаловажно, что стандарт допускает приостановку тактирования для работы с медленными устройствами.

I2C

Такты на линии SCL генерирует master. Линией SDA могут управлять как мастер, так и ведомый в зависимости от направления передачи. Единицей обмена информации является пакет, обрамленный уникальными условиями на шине, именуемыми стартовым и стоповым условиями. Мастер в начале каждого пакета передает один байт, где указывает адрес ведомого и направление передачи последующих данных. Данные передаются 8-битными словами. После каждого слова передается один бит подтверждения приема приемной стороной.



Применение шины:

- доступ к модулям памяти NVRAM;
- доступ к низкоскоростным ЦАП/АЦП;
- регулировка контрастности, насыщенности и цветового баланса мониторов;
- регулировка звука в динамиках;
- управление светодиодами, в том числе в мобильных телефонах;
- чтение информации с датчиков мониторинга и диагностики оборудования, например, термостат центрального процессора или скорость вращения вентилятора охлаждения;
- чтение информации с часов реального времени (кварцевых генераторов);
- управление включением/выключением питания системных компонент;
- информационный обмен между микроконтроллерами;

SPI

SPI (англ. Serial Peripheral Interface, SPI bus – последовательный периферийный интерфейс, шина SPI) – последовательный синхронный стандарт передачи данных в режиме полного дуплекса, предназначенный для обеспечения и недорогого высокоскоростного сопряжения микроконтроллеров и периферии. SPI также иногда четырёхпроводным (англ. four-wire) интерфейсом.

В отличие от стандартного последовательного порта (англ. standard serial port), SPI является синхронным интерфейсом, в котором любая передача синхронизирована с общим тактовым сигналом, генерируемым ведущим устройством (процессором).

SPI

В SPI используются четыре цифровых сигнала:

MOSI – выход ведущего, вход ведомого (англ. Master Out Slave In). Служит для передачи данных от ведущего устройства ведомому.

MISO – вход ведущего, выход ведомого (англ. Master In Slave Out). Служит для передачи данных от ведомого устройства ведущему.

SCLK или SCK – последовательный тактовый сигнал (англ. Serial Clock). Служит для передачи тактового сигнала для ведомых устройств.

CS или SS – выбор микросхемы, выбор ведомого (англ. Chip Select, Slave Select).

SPI

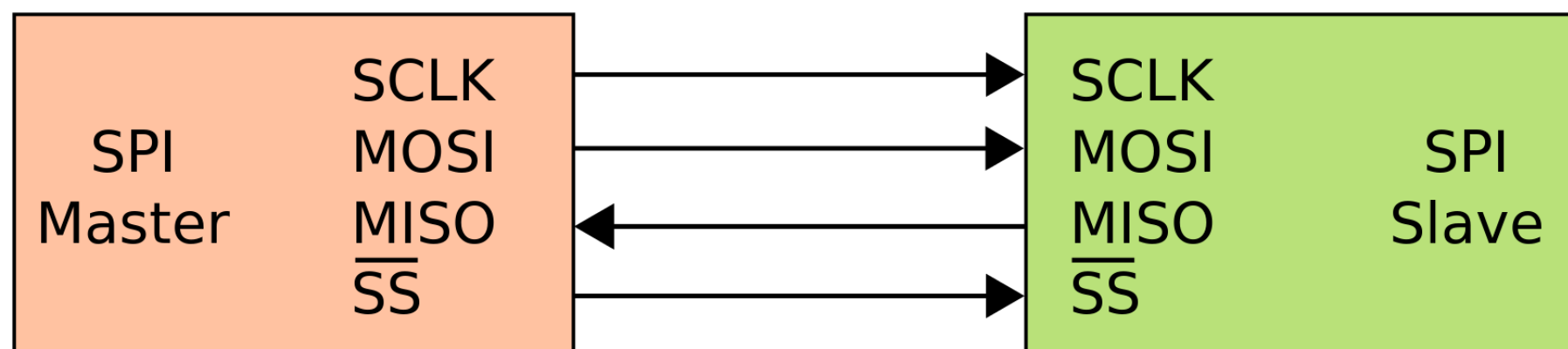
В SPI используются четыре цифровых сигнала:

MOSI — выход ведущего, вход ведомого (англ. Master Out Slave In). Служит для передачи данных от ведущего устройства ведомому.

MISO — вход ведущего, выход ведомого (англ. Master In Slave Out). Служит для передачи данных от ведомого устройства ведущему.

SCLK или SCK — последовательный тактовый сигнал (англ. Serial Clock). Служит для передачи тактового сигнала для ведомых устройств.

CS или SS — выбор микросхемы, выбор ведомого (англ. Chip Select, Slave Select).



Преимущества SPI

Полнодуплексная передача данных по умолчанию.

Более высокая пропускная способность по сравнению с I²C или SMBus.

Возможность произвольного выбора длины пакета, длина пакета не ограничена восемью битами.

Простота аппаратной реализации:

Используется только четыре вывода, что гораздо меньше, чем для параллельных интерфейсов.

Однонаправленный характер сигналов позволяет при необходимости легко организовать гальваническую развязку между ведущим и ведомыми устройствами.

Максимальная тактовая частота ограничена только быстродействием устройств, участвующих в обмене данными.

Универсальный асинхронный приёмопередатчик (УАПП, англ. Universal Asynchronous Receiver-Transmitter, UART) – узел вычислительных устройств, предназначенный для организации связи с другими цифровыми устройствами. Преобразует передаваемые данные в последовательный вид так, чтобы было возможно передать их по одной физической цифровой линии другому аналогичному устройству. Метод преобразования хорошо стандартизован и широко применяется в компьютерной технике

RS-485 (англ. Recommended Standard 485), EIA-485 (англ. Electronic Industries Alliance-485) – стандарт физического уровня для асинхронного интерфейса. Название стандарта: ANSI TIA/EIA-485-A:1998 Electrical Characteristics of Generators and Receivers for Use in Balanced Digital Multipoint Systems. Регламентирует электрические параметры полудуплексной многоточечной дифференциальной линии связи типа «общая шина».

Стандарт приобрел большую популярность и стал основой для создания целого семейства промышленных сетей, широко используемых в промышленной автоматизации.

Поддерживаются до 32 приёмопередатчиков в одном сегменте сети.

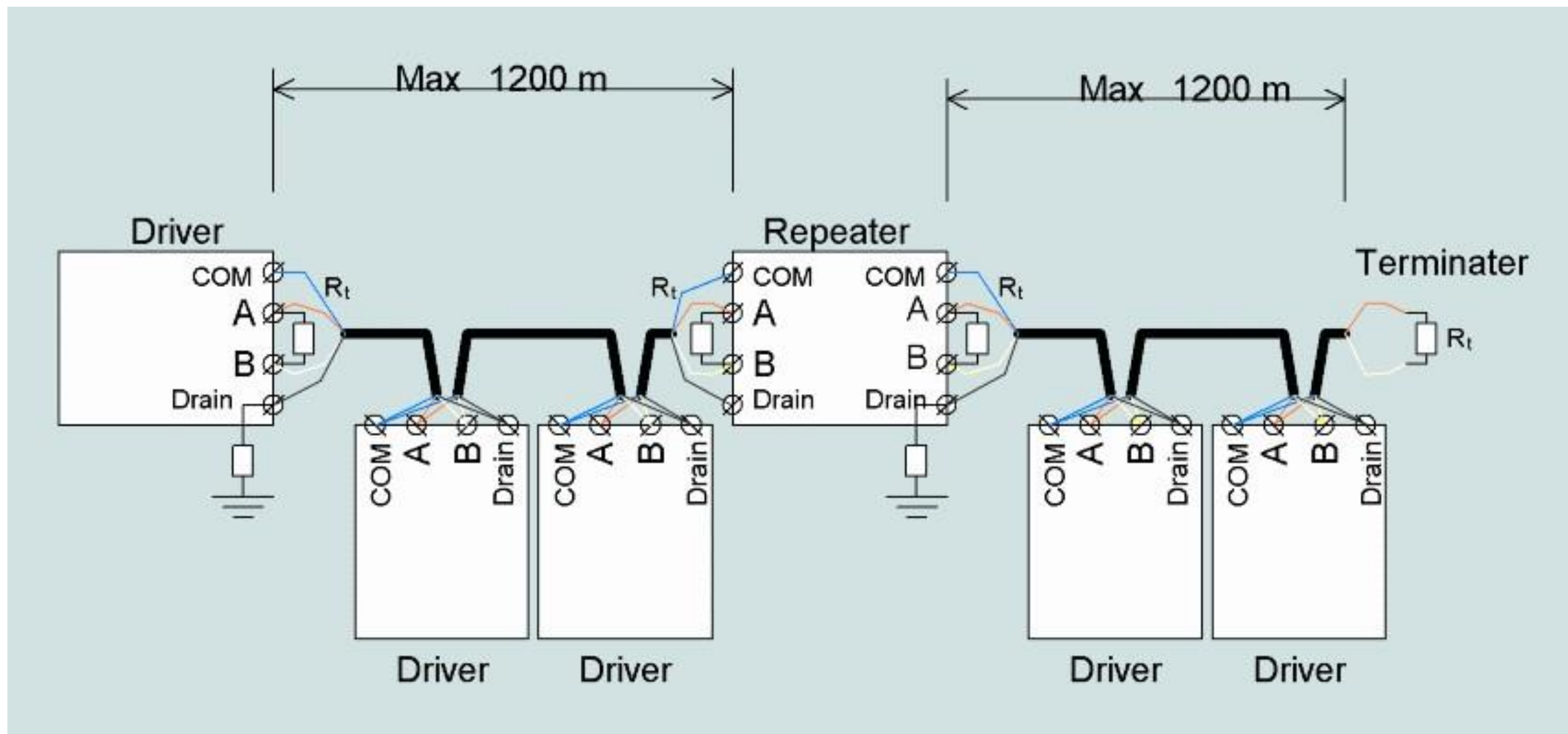
Максимальная длина одного сегмента сети: 1200 метров. В один момент активным может быть только один передатчик.

Максимальное количество узлов в сети — 256 с учётом магистральных усилителей.

Соотношения скорость обмена/длина линии связи

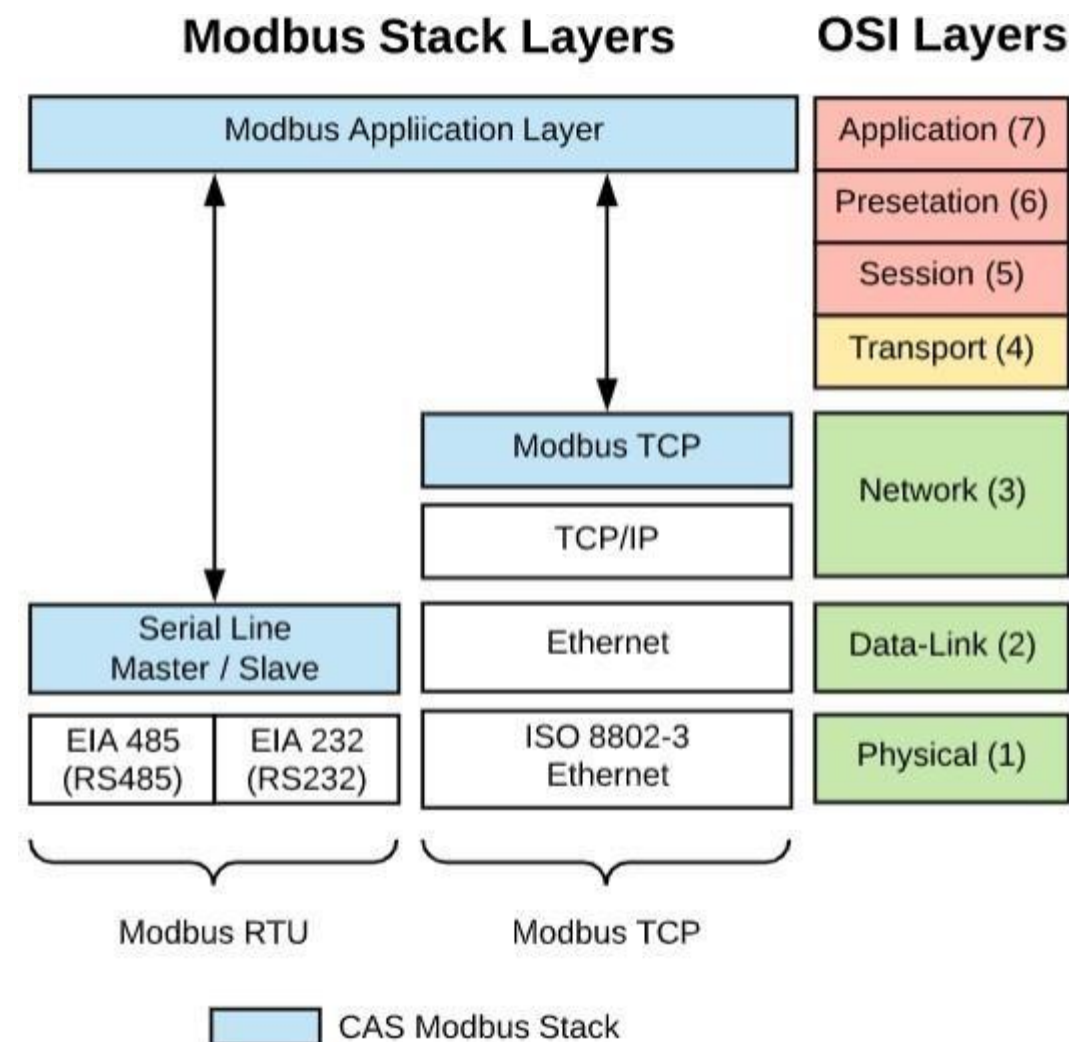
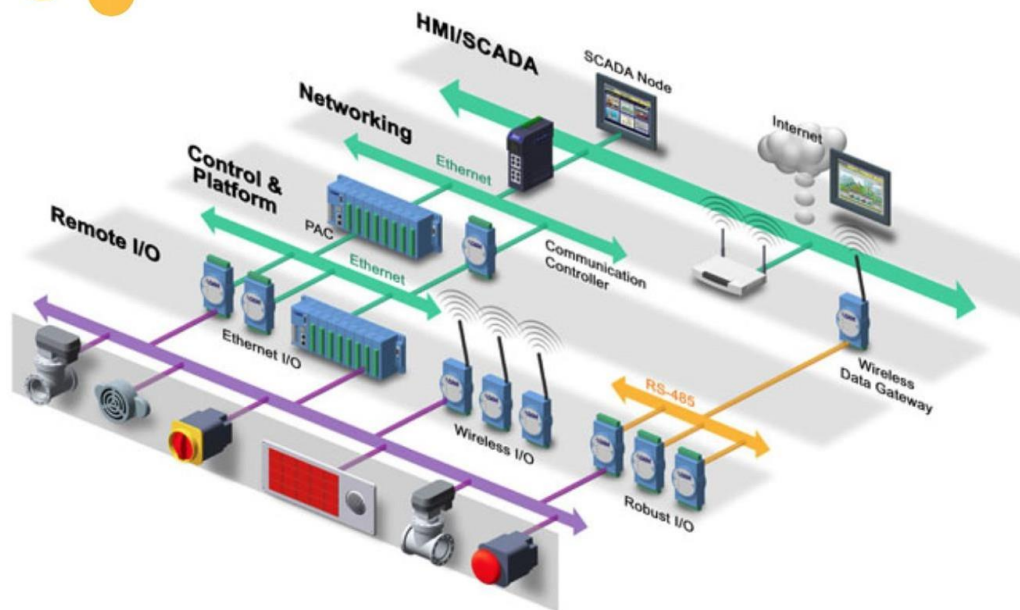
- 62,5 кбит/с 1200 м (одна витая пара),
- 375 кбит/с 500 м (одна витая пара),
- 500 кбит/с,
- 1000 кбит/с,
- 2400 кбит/с 100 м (две витых пары),
- 10 000 кбит/с 10 м.

Топология RS-485



MODBUS

Modbus — открытый коммуникационный протокол, основанный на архитектуре ведущий – ведомый (master-slave). Широко применяется в промышленности для организации связи между электронными устройствами.



CAN (англ. Controller Area Network — сеть контроллеров) — стандарт промышленной сети, ориентированный, прежде всего, на объединение в единую сеть различных исполнительных устройств и датчиков. Режим передачи — последовательный, широкополосный, пакетный.

CAN разработан компанией Robert Bosch GmbH в середине 1980-х и в настоящее время широко распространён в промышленной автоматизации, технологиях домашней автоматизации («умного дома»), автомобильной промышленности и многих других областях. Стандарт для автомобильной автоматизации.

Преимущества

- Возможность работы в режиме жёсткого реального времени.
- Простота реализации и минимальные затраты на использование.
- Высокая устойчивость к помехам.
- Арбитраж доступа к сети без потерь пропускной способности.
- Надёжный контроль ошибок передачи и приёма.
- Широкий диапазон скоростей работы.
- Большое распространение технологии, наличие широкого ассортимента продуктов от различных поставщиков.

Недостатки

- Небольшое количество данных, которое можно передать в одном пакете (до 8 байт).
- Большой размер служебных данных в пакете (по отношению к полезным данным).
- Отсутствие единого общепринятого стандарта на протокол высокого уровня, однако это - и достоинство.



Технологические основы Интернета Вещей

Лекция 2 - Аппаратные комплексы Интернета Вещей