

УДК 658.5

АНАЛОГОВЫЕ ПЕРВИЧНЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

Одинцов В. П.

«Самарский государственный технический университет», Самара, Россия.

Аннотация

Одним из основных положений современной теории измерительных устройств является положение об измерительном преобразователе. В соответствии с ним измерение рассматривается как процесс приема и преобразования измерительной информации об измеряемой величине. В статье рассматривается сущность измерительного преобразователя, раскрывается понятие аналогового первичного преобразователя, рассматривается область его применения, назначение, а также преимущества и недостатки. Кроме того, в работе исследуется принцип работы аналогового первичного преобразователя и HART преобразователя. В ходе исследования темы было выяснено, что аналоговые измерительные преобразователи - это тип изделий, которые широко применялись раньше и применяются сегодня во многих областях промышленности. Большинство энергообъектов вводилось в строй в 70 - 80-х годах прошлого века. Системы телемеханики в то время строились на приеме и обработке аналоговых сигналов. Измерительные преобразователи в таких системах преобразовывают входной сигнал в унифицированный выходной сигнал постоянного тока и обеспечивают возможность дистанционной передачи выходного сигнала или подключения щитового прибора для визуальной индикации результата преобразования. Время установления выходного аналогового сигнала этих преобразователей составляет до 1 сек. Развитие технологий позволяет аналоговым преобразователям конкурировать с цифровыми, однако цифровые преобразователи на текущий момент времени доминируют на рынке.

Ключевые слова: первичный измерительный преобразователь, аналоговый измерительный преобразователь, HART преобразователь, цифровой измерительный преобразователь, измерительное устройство.

ANALOG PRIMARY MEASURING TRANSDUCERS

Odintsov V. P.

One of the main provisions of the modern theory of measuring devices is the provision about the measuring Converter. According to it, measurement is considered as the process of receiving and converting measurement information about the measured value. The article deals with the essence of the measuring Converter, reveals the concept of an analog primary Converter, considers its scope, purpose, as well as advantages and disadvantages. In addition, the paper explores the principle of operation of an analog primary Converter and HART converters. During the research of the topic, it was found out that analog measuring converters are a type of products that were widely used before and are used today in many areas of industry. Most of the power facilities were put into operation in the 70-80-ies of the last century. Telemechanics systems at that time were based on receiving and processing analog signals. Measuring converters in such systems convert the input signal into a unified DC output signal and provide the possibility of remote transmission of the output signal or connecting a panel device for visual indication of the conversion result. The setting time of the analog output signal of these converters is up to 1 second. The development of technology allows analog converters to compete with digital ones, but digital converters currently dominate the market.

Keywords: primary measuring Converter, analog primary measuring Converter, HART Converter, digital measuring Converter, measuring device.

Введение

Одним из основных положений современной теории измерительных устройств является положение об измерительном преобразователе. В соответствии с ним измерение

рассматривается как процесс приема и преобразования измерительной информации об измеряемой величине. Структуру измерительных устройств в связи с этим представляют в виде совокупности измерительных преобразователей, осуществляющих функциональные измерительные преобразования сигналов различной физической природы.

Определения терминов «измерительный преобразователь», «первичный измерительный преобразователь», «датчик» приведены в РМГ 29-99 «Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения» в разделе 6 «Средства измерительной техники».

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 или передачи. Измерительный преобразователь или входит в состав какого-либо измерительного прибора (измерительной установки, измерительной системы и др.), или применяется вместе с каким-либо средством измерений [1].

По характеру преобразования различают аналоговые, цифро-аналоговые, аналого-цифровые преобразователи.

. Раскрытие понятия «Аналоговый первичный измерительный преобразователь»

Итак, в настоящий момент времени все производимые преобразователи по форме обработки входного сигнала можно разделить на две большие группы:

- преобразование входного сигнала в аналоговый выходной сигнал;
- преобразование входного сигнала в цифровой сигнал.

Аналоговый измерительный преобразователь — измерительный преобразователь, преобразующий одну аналоговую величину (аналоговый измерительный сигнал) в другую аналоговую величину (измерительный сигнал) [2].

1. Области применения

Аналоговые преобразователи используются в широких сферах:

- Общепромышленные нужды
- Сфера образования, стенды, лаборатории
- Опытное и наукоемкое производство
- Энергетика
- С/х, аграрный комплекс (терморегуляторы в инкубаторах)
- Промышленные АСУ

Востребованный сегодня аналоговый датчик температуры активно применяется в системах автоматизации. Основное назначение такого агрегата – получить информацию о разных физических величинах. Все данные поступают в реальном масштабе времени. Используется качественное преобразование физической величины в мощный электрический сигнал, который идеально подходит для передачи по существующим линиям связи в предварительно установленный контроллер. Вся полученная информация подлежит обработке.

Чаще всего аналоговые датчики устанавливают на большом расстоянии от компьютера, из-за чего такие агрегаты часто называют полевыми устройствами. Этот термин можно увидеть в технической литературе. Чтобы правильно выполнить подключение аналогового датчика, пользователь должен знать, что агрегат состоит из нескольких основных частей. Базовым элементом является сенсор. Именно это изделие отвечает за перевод измеряемой величины в электрический сигнал. Все дальнейшие действия выполняет схема Уитстона [3].

2 Назначение

Приборы предназначены для преобразования мощности, тока и напряжения, частоты, сопротивления и иных электрических величин в типовой аналоговый сигнал выхода. Спектр задач, решаемых аналоговыми преобразователями, достаточно обширен:

- Высокоточные измерения электрических величин, их сопутствующих и производных (ток, напряжение, мощность, сопротивление, частота);
- Гальваническая развязка по входу/выходу, масштабирование сигналов датчиков;
- Сбор параметров и значений измеряемых величин;
- Нормирование сигнала выхода под стандартный (0-20 мА или 0-10 В);
- Регулирование и управление (температурные контроллеры на терморезисторах/термопарах, управление потребляемой энергией);
- Согласование датчиков в системе;
- Мониторинг и сигнализация.

3 Преимущества и недостатки

В сравнении с цифровыми приборами аналоговые измерительные преобразователи имеют такие достоинства:

- Экономичность и надежность
- Непрерывность измерений
- Простота конструкции и компактные размеры (в большинстве случаев под DIN-рейку)

Стоит отметить такое качество:

- Специализированность – наиболее оптимальная работа с типовыми датчиками (например, типов Pt100, 100М и термопар)

Среди недостатков приборов:

- Ограниченный выбор моделей с широким функционалом (что зачастую решается выбором цифровых приборов)
- Ограниченный диапазон (в сравнении с цифровыми преобразователями)
- Менее удобное представление информации для оператора

Аналоговый первичный измерительный преобразователь как прибор

1. Принцип работы

В частных случаях методы измерений могут отличаться в зависимости от поддерживаемых сигналов, подаваемых на вход. Общие черты работы измерительных аналоговых преобразователей представлены на примере CN6000 (см. рисунок 1).



Рисунок 1 – Аналоговый преобразователь CN6000

Аналоговые ток/напряжение, ТП, ТС подводятся ко входу прибора и далее входные схемы усиливают и преобразуют сигнал в соответствии с исходными настройками. После этого перед выходной схемой производится развязка и изолирование входных цепей от выходных. Конечная выходная схема формирует требуемые унифицированные сигналы.

Полученное на измерительном резисторе напряжение легко преобразовать в цифровой вид, пригодный для ввода в контроллер. Преобразование выполняется с помощью аналого-цифровых преобразователей АЦП.

Цифровые данные в контроллер передаются последовательным или параллельным кодом. Все зависит от конкретной схемы включения. Упрощенная схема подключения аналогового датчика показана на рисунке (см. рисунок 2).

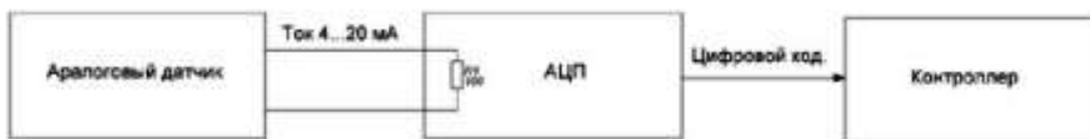


Рисунок 2 – Упрощенная схема подключения аналогового датчика

К контроллеру подключаются исполнительные механизмы, либо сам контроллер подключается к компьютеру, входящему в систему автоматизации [4].

Естественно, что аналоговые датчики имеют законченную конструкцию, одним из элементов которой является корпус с присоединительными элементами. В качестве примера на рисунке показан внешний вид датчика избыточного давления типа Зонд-10 (см. рисунок 3).



Рисунок 3 – Внешний вид датчика избыточного давления типа Зонд-10

В нижней части датчика можно видеть присоединительную резьбу для подключения к трубопроводу, а справа под черной крышкой находится разъем для подключения линии связи с контроллером.

Герметизация резьбового соединения производится с помощью шайбы из отожженной меди (входит в комплект поставки датчика), а отнюдь не подмоткой из фум-ленты или льна. Делается это для того, чтобы при установке датчика не деформировать расположенный внутри сенсорный элемент.

2. HART преобразователи

С приходом новых контроллеров появились и новые аналоговые датчики, работающие по протоколу HART (Highway Addressable Remote Transducer), что переводится как «Измерительный преобразователь, адресуемый дистанционно через магистраль».

Выходной сигнал датчика (полевого устройства) представляет собой аналоговый токовый сигнал диапазона 4...20мА, на который накладывается частотно модулированный (FSK - Frequency Shift Keying) сигнал цифровой связи.

На рисунке 4 показан аналоговый сигнал, а вокруг него, как змея, извивается синусоида. Это и есть частотно – модулированный сигнал. Но это еще вовсе не цифровой сигнал, его еще предстоит распознать. На рисунке заметно, что частота синусоиды при передаче логического нуля выше (2,2КГц), чем при передаче единицы (1,2КГц). Передача этих сигналов осуществляется током амплитудой $\pm 0,5\text{mA}$ синусоидальной формы.

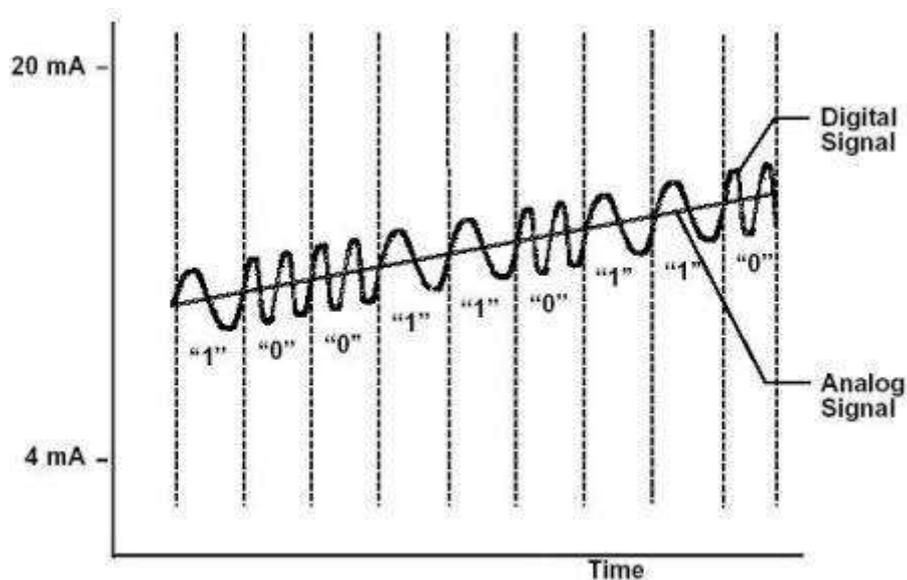


Рисунок 4 – Частотно-модулированный сигнал

Известно, что среднее значение синусоидального сигнала равно нулю, поэтому, на выходной ток датчика 4...20мА передача цифровой информации влияния не оказывает. Такой режим используется при настройке датчиков.

Связь по протоколу HART осуществляется двумя способами. В первом случае, стандартном, по двухпроводной линии могут обмениваться информацией только два устройства, при этом выходной аналоговый сигнал 4...20мА зависит от измеряемой величины. Такой режим применяется при настройке полевых устройств (датчиков) [5].

Во втором случае к двухпроводной линии может быть подключено до 15 датчиков, количество которых определяется параметрами линии связи и мощностью блока питания. Это режим многоточечной связи. В этом режиме каждый датчик имеет свой адрес в диапазоне 1...15, по которому к нему обращается устройство управления.

Датчик с адресом 0 от линии связи отключен. Обмен данными между датчиком и устройством управления в многоточечном режиме осуществляется только частотным сигналом. Точковый сигнал датчика зафиксирован на необходимом уровне и не изменяется.

Под данными в случае многоточечной связи подразумеваются не только собственно результаты измерений контролируемого параметра, но еще и целый набор всевозможной служебной информации.

В первую очередь это адреса датчиков, команды управления, параметры настройки. И

вся эта информация передается по двухпроводным линиям связи. А нельзя ли избавиться и от них? Правда, делать это надо осторожно, лишь в тех случаях, когда беспроводное соединение не сможет повлиять на безопасность контролируемого процесса.

Оказывается, избавиться от проводов можно. Уже в 2007 году был опубликован Стандарт WirelessHART, средой передачи является нелицензируемая частота 2,4ГГц, на которой работают многие компьютерные беспроводные устройства, в том числе и беспроводные локальные сети. Поэтому и WirelessHART-устройства можно использовать без всяких ограничений. На рисунке 5 показана беспроводная сеть WirelessHART.

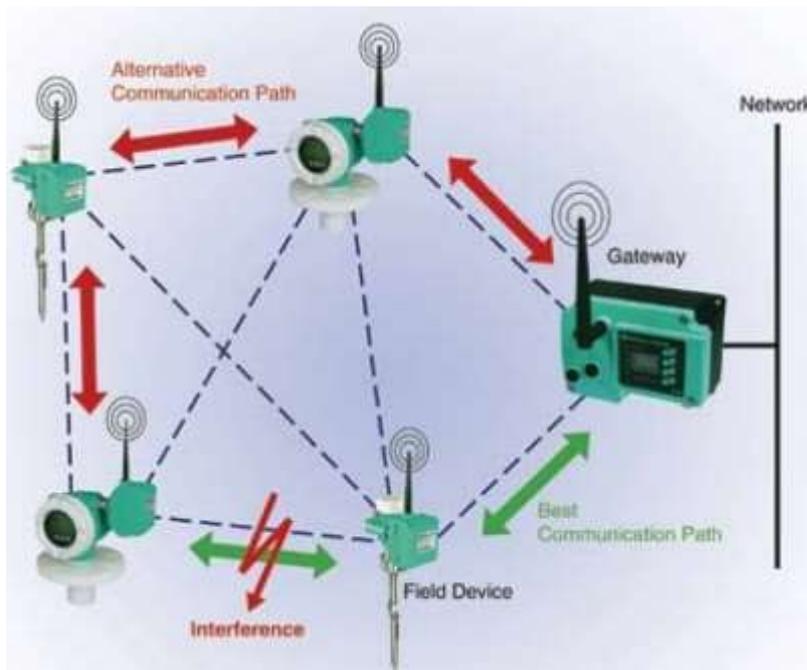


Рисунок 5 - Беспроводная сеть WirelessHART

Заключение

Таким образом, в ходе исследования темы было выяснено, что аналоговые измерительные преобразователи - это тип изделий, которые широко применялись раньше и применяются сегодня во многих областях промышленности. Большинство энергообъектов вводилось в строй в 70 - 80-х годах прошлого века. Системы телемеханики в то время строились на приёме и обработке аналоговых сигналов.

Было выяснено, что аналоговые измерительные преобразователи имеют и преимущества, и недостатки. Измерительные преобразователи с аналоговым выходным сигналом наиболее дешевы и очень распространены, но современным требованиям не соответствуют. Принятая в ОАО «ФСК ЕЭС» и ОАО «Россети» политика предусматривает передачу данных от вторичных приборов и датчиков только в цифровом формате с использованием стандартных интерфейсов.

Измерительные преобразователи в таких системах преобразовывают входной сигнал в унифицированный выходной сигнал постоянного тока и обеспечивают возможность дистанционной передачи выходного сигнала или подключения щитового прибора для визуальной индикации результата преобразования. Время установления выходного аналогового сигнала этих преобразователей составляет до 1 сек.

Развитие технологий позволяет аналоговым преобразователям конкурировать с цифровыми, однако цифровые преобразователи на текущий момент времени доминируют на рынке.

Список литературы

1. Миляев, Д.В. / Аналоговые измерительные устройства // Д. В. Миляев – Томск: ТПУ, 2013. - 250 с.
2. Измерительные преобразователи [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://helpiks.org/6-48767.html> - свободный (дата обращения 20.04.2020).
3. Аналоговые датчики: обзор, принцип работы, сферы применения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fb.ru/article/465674/analogovyye-datchiki-obzor-printsip-raboty-i-sferyi-primeneniya> - свободный (дата обращения 20.04.2020).
4. Аналоговые датчики: применение, способы подключения к контроллеру [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elektrik.info/main/school/847-analogovye-datchiki.html> - свободный (дата обращения 20.04.2020).
5. Бриндли К. / Измерительные преобразователи: справочное пособие // Пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 144 с: