

## РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДАТЧИКА УРОВНЯ ЖИДКОСТИ

А.А. Ломакина, В.Ю. Казаков  
Томский политехнический университет  
nastya\_1711@bk.ru

### Введение

В автоматизированных системах управления технологическими процессами (АСУ ТП) широко используются интеллектуальные датчики различных физических величин. Интеллектуальный датчик это устройство, выполняющее функции нормирования измерительного сигнала, АЦП и передачи данных потребителям по стандартным интерфейсам.

Целью работы является создание программного обеспечения интеллектуального ультразвукового датчика для определения уровня жидкости в герметичной емкости. Датчик должен быть простым по конструкции, совместимым с сетями передачи данных.

В датчиках подобного типа используется локационный метод измерения уровня жидкости. Чтобы измерить уровень, нужно измерить время между зондирующим импульсом и моментом прихода импульса эха. Уровень жидкости определяется по формуле:

$$h = \frac{tc}{2}, \quad (1)$$

где  $t$  – время прохождения ультразвука до уровня жидкости и обратно;  $h$  – текущее значение уровня;  $c$  – скорость звука в среде.

В качестве первичного измерительного преобразователя в работе используется ультразвуковой приемник/передатчик MA40MF14-5B производства Murata Manufacturing [1]. Внешний вид преобразователя представлен на рисунке 1.



Рис. 1. Ультразвуковой приемник/передатчик MA40MF14-5B

### Обобщенная структура ультразвукового датчика уровня жидкости

Структурная схема ультразвукового интеллектуального датчика уровня представлена на рисунке 2. Блок обработки и управления реализован на микроконтроллере Atmega 8. Этот блок генерирует импульс запуска, измеряет время между импульсами эха и запуска, рассчитывает уровень жидкости с поправками на зависимость скорости

звука от температуры, передает результат измерения через стандартный интерфейс RS-232.

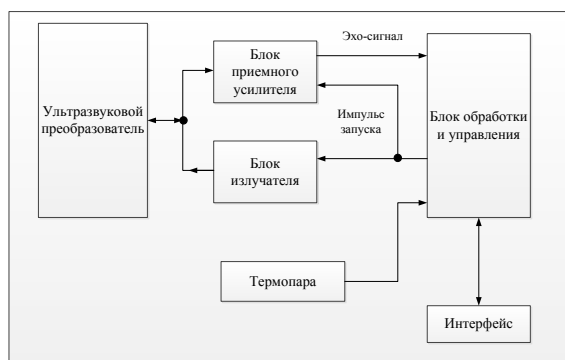


Рис. 2. Блок-схема ультразвукового датчика

Блок излучателя представлен на рисунке 3а, который включает в себя электронный ключ, генератор колебаний и усилительный выходной каскад, с выхода которого выдается напряжение, требуемое для возбуждения пьезокерамического элемента.

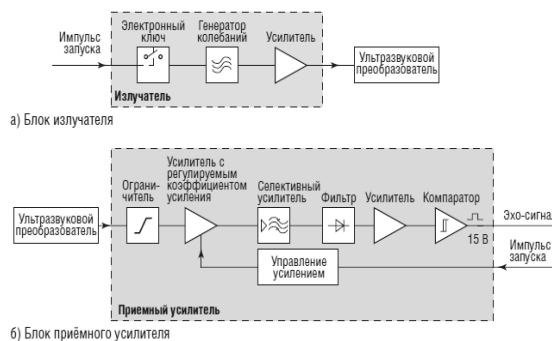


Рис. 3. Структурные схемы блока излучателя и блока приемного усилителя ультразвукового датчика

Генератор предварительно настраивается на резонансную частоту ультразвукового преобразователя – 40 КГц. Электронный ключ включает и выключает генератор в зависимости от длительности импульса запуска, тем самым формируются последовательности импульсов излучения разной длины.

Блок приемного усилителя представлен на рисунке 3б. Приёмник состоит из ограничителя, усилителя с регулируемым коэффициентом усиления, селективного усилителя, выходного усилительного каскада и компаратора [2]. Сигнал, принимаемый от ультразвукового преобразователя, может

иметь амплитуду в диапазоне от нескольких микровольт до нескольких вольт. Для обеспечения возможности дальнейшей обработки ограничитель отсекает амплитуды принимаемых сигналов до значений, не превышающих  $\pm 0,7$  В, это также защищает усилитель от слишком высокого напряжения. Сигналы, отражённые от фона, подавляются на усилителе с регулируемым коэффициентом усиления. Этот же усилитель совместно со схемой управления усилением препятствует уменьшению амплитуды отражённого сигнала при увеличении расстояния между измеряемым объектом и датчиком. Назначение селективного усилителя заключается в том, чтобы отфильтровывать случайные (паразитные, побочные) ультразвуковые сигналы и пропускать к дальнейшей обработке только полезный сигнал. Этот сигнал демодулируется, детектируется и только затем, полученная огибающая усиливается. Амплитуда огибающей сравнивается с предварительно установленным порогом на компараторе. В случае, когда пороговое напряжение превышено, на выходе возникает импульс, равный по амплитуде напряжению питания, и передается для обработки в электронную схему [2].

Блок термопары включен в схему интеллектуального ультразвукового датчика уровня, чтобы контролировать температуру для коррекции скорости звука согласно формуле (1). В системе используется хромель-алюмелевая (тип К) термопара.

Блок интерфейса реализует протокол RS-232. Этот блок предназначен для подключения к компьютеру, обеспечивает передачу данных и результатов измерений.

#### **Разработка программного обеспечения интеллектуального ультразвукового датчика уровня**

Программа разработана в AVR Studio 5.1 на языке ассемблера, откомпилирована и оттестирована. Алгоритм программы представлен на рисунке 4. Алгоритм программы начинается с настройки портов на ввод/вывод, далее производится настройка таймера, чтобы производить отсчет времени при посылке и приеме импульса. Происходит отправка импульса и одновременно запускается таймер, чтобы зафиксировать время отправки импульса. Проверяем программой, пришел ли сигнал обратно, затем выводим результат. Программа основана на работе таймера по прерыванию, когда с микроконтроллера отправляется импульс на блок излучателя, таймер начинает работу и заканчивает ее по возвращению сигнала на блок приемного усилителя, результат измеренного расстояния фиксируется.

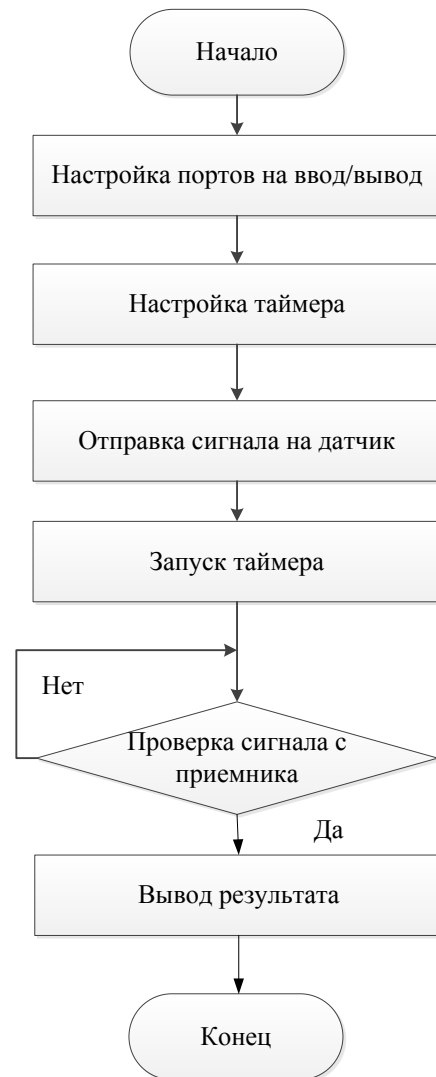


Рис.4. Алгоритм программы

#### **Заключение**

В работе получено программное обеспечение блока обработки и управления интеллектуального ультразвукового датчика для определения уровня жидкости. Датчик получился простым по конструкции и совместимый с сетями передачи данных.

#### **Литература**

1. Piezoelectric Ceramic Sensors (PIEZOTITE). – Murata Manufacturing, Co, Ltd. 2005.
2. Жданкин В. Ультразвуковые датчики для систем управления // Современ. технол. автоматизации. 2003. № 1. С. 68—79.