УДК 621.3

Сергей Александрович Амелин, науч. рук.

(ФБГОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске, к.т.н., доц., Россия, Смоленск)

research supervisor Sergey Alexandrovich Amelin

(Smolensk branch of MPEI, Ph.D., doc., Russia, Smolensk)

Константин Павлович Клямеров

(АО«НПК«Тристан», студ, Россия, Смоленск, k.klyamerov@gmail.com)

Konstantin Pavlovich Klyamerov

(NPK Tristan JSC, stud, Russia, Smolensk, k.klyamerov@gmail.com)

Андрей Александрович Лысенков

(АО «НПК «Тристан», студ, Россия, Смоленск, lysenkovandrew02@gmail.com)

Andrei Alexandrovich Lysenkov

(NPK Tristan JSC,stud, Russia, Smolensk, lysenkovandrew02@gmail.com)

**РАЗРАБОТКА ДАЛЬНОМЕРА НА ОСНОВЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДАТЧИКА РАССТОЯНИЯ HC-SR04**

**DEVELOPMENT OF RANGE FINDER BASED ON ULTRASONIC DISTANCE SENSOR HC-SR04**

*Аннотация. В статье рассматривается разработка измерителя дальности до объекта в сантиметрах на основе ультразвукового датчика расстояния HC-SR04.*

*Abstract. The article considers the development of a range meter to an object in centimeters based on an ultrasonic distance sensor HC-SR04.*

*Ключевые слова: дальномер, таймер, прерывание по фронту, семисегментный индикатор, микроконтроллер.*

*Keywords: range finder, timer, front interruption, seven-segment indicator, microcontroller.*

Для разработки роботехнических устройств, способных к самостоятельному передвижению актуальной задачей является разработка встроенной системы координации в пространстве. Одним из наиболее простых и часто применяемых датчиков, используемых для таких систем, является ультразвуковой датчик расстояния *HC-SR04*. Этот датчик способен измерять расстояние в диапазоне 4 – 400 *см*. В разрабатываемом устройстве измеренное значение в десятичном коде выводится на четырехразрядный семисегментный индикатор. Измерение однократное, по нажатию кнопки.

Для получения данных с этого датчика необходимо выполнить следующую последовательность действий: подать на выход *Trig* импульс длительностью 10 *мкс*; датчик преобразует этот сигнал, посылает в препятствие и принимает отражённый сигнал; датчик преобразует полученную информацию в прямоугольный импульс, длительность которого прямо пропорциональна расстоянию до объекта; полученный импульс передаётся в микроконтроллер через выход *Echo* датчика.

Микроконтроллер в данном устройстве будет измерять длительность импульса с выхода *Echo* датчика. Существует несколько вариантов построения измерителя длительности импульса на основе микроконтроллера (МК) *ATmega*16. Одним из них является организация подсчета числа импульсов эталонной частоты *f*эт между последовательными фронтом и срезом импульса [1].

Для выполнения заданных условий желательно использовать таймер с разрядностью не меньшей 8. Для вывода измеренной информации на 4 семисегментных индикатора будем использовать динамическую индикацию. Динамическую индикацию четырехразрядного десятичного числа можно осуществить последовательным выводом каждого десятичного разряда с частотой развертки *fр* = 100 *Гц* [2].

Структурная схема разрабатываемого устройства представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 — Структурная схема измерителя периода импульсов

Из внешних периферийных устройств также понадобится ультразвуковой датчик расстояния *HC-SR04*.

Для питания составных частей устройства необходим источник питания или внешнее кондиционированное напряжение питания. Напряжением 5 *В* будет запитываться микроконтроллер и датчик расстояния.

Микроконтроллер работает по программе, реализующей измерительный алгоритм и осуществляющий вывод измеренного значения через катодные ключи на блок из 4 7-сегментных индикаторов.

Устройство взаимодействует с пользователем следующим образом. Нажатием на кнопку, подается сигнал о начале измерений. Микроконтроллером подается импульс длительностью 10 *мс* на вход датчика. После датчиком выдается на вход захвата таймера *TCNT0* импульс, чья длительность измеряется с помощью импульсов эталонной частоты. С его помощью по запросу осуществляется непрерывный процесс измерения периода. Вывод же данных будет осуществляться постоянно при помощи динамической индикации на блок 7-сегментных индикаторов. В устройстве предполагается производить измерение расстояния до объекта только по запросу от пользователя. Реализовано это следующим образом: при помощи прерывания *INT1*, реагирующего на срез импульса, детектируется нажатие кнопки. При срабатывании прерывания происходит подача прямоугольного импульса длительностью 10 *мс* на вход *Trig* датчика. Сигнал с выхода датчика *Echo* отслеживается про помощи прерывания *INT0* по переднему фронту импульса.

Длительность импульсов в микросекундах вычисляется как сумма регистра счета *TCNT0* и умноженного на 256 счетчика переполнений таймера. Измеренное расстояние почти всегда содержит целую и дробную части. Программно отделяется целая часть числа от дробной и по разработанному алгоритму преобразует отдельные цифры числа – расстояния до объекта в индексы соответствующих чисел в массиве знакогенератора. Для реализации динамической развертки четырех семисегментных знаков необходимо использовать 7 разрядов одного порта для управления сегментами и 4 разряда другого порта — для организации развертки по знакоместам. Выводы сегментов всех 4 индикаторов объединяются (рис. 3).

В бесконечном цикле фоновой программы происходит опрос нажатия кнопки пользователем. Если кнопка нажата, то производится вывод на датчик сигнала о необходимости начала измерений и обработка измеренного результата. Затем активизацией очередного общего катода, выбирается определенное знакоместо и выводится на семисегментный индикатор код, соответствующий каждой из цифр измеренного расстояния.

Моделирование в среде *PROTEUS* (рис. 3, 4) показало, что программа выполняет свои функции корректно.



Рисунок 3 — Расстояние до объекта 4 *см*



Рисунок 4 — Расстояние до объекта 330 *см*

Тестирование с использованием отладочной платы *EasyAVR5A* продемонстрировало работоспособность устройства (рис. 5).



Рисунок 5 — Результаты тестирования измерителя дальности до объекта

Устройство промоделировано и работает корректно, измеряет расстояние до объекта в пределах от 4 до 400 см. Модуль выводит измеренное расстояние на семисегментный индикатор, используя динамическую индикацию с частотой развертки 100 . Программный модуль на основе ультразвукового дальномера, может с успехом использоваться в различных системах ориентирования в пространстве, разрабатываемых для роботов различных специализаций.

**Список литературы**

1. Амелина М.А., Троицкий Ю.В. Программирование микроконтроллеров семейства AVR в устройствах промышленной электроники на языке Си. Лабораторный практикум в 2-х частях по курсу «Основы микропроцессорной техники». Часть 2. Смоленск: РИО филиала МЭИ в г. Смоленске, 2015. 108 с.