

УДК 621.3

DOI: 10.30987/conferencearticle\_61c997f037f3f9.88585937

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

**Константин Павлович Клямеров<sup>1</sup>**, студент, k.klyamerov@gmail.com

**Андрей Александрович Лысенков<sup>1</sup>**, студент, lysenkovandrew02@gmail.com

**Сергей Александрович Амелин<sup>2</sup>**, к.т.н., доцент

<sup>1</sup>АО «НПК «Тристан», Россия, Смоленск

<sup>2</sup>Филиал «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске, Россия, Смоленск

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

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

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

Konstantin P. Klyamerov<sup>1</sup>, student, k.klyamerov@gmail.com

Andrei Al. Lysenkov<sup>1</sup>, student, lysenkovandrew02@gmail.com

<sup>1</sup>NPK Tristan JSC, Russia, Smolensk

Sergey Al. Amelin<sup>2</sup>

<sup>2</sup>Smolensk branch of MPEI, candidate of technical sciences, docent, Russia, Smolensk

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

*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) *ATmega16*. Одним из них является организация подсчета числа импульсов эталонной частоты  $f_{\text{эт}}$  между последовательными фронтами 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  $f_p = 100 \text{ Гц}$  [2].

Структурная схема разрабатываемого устройства представлена на рисунке 1.

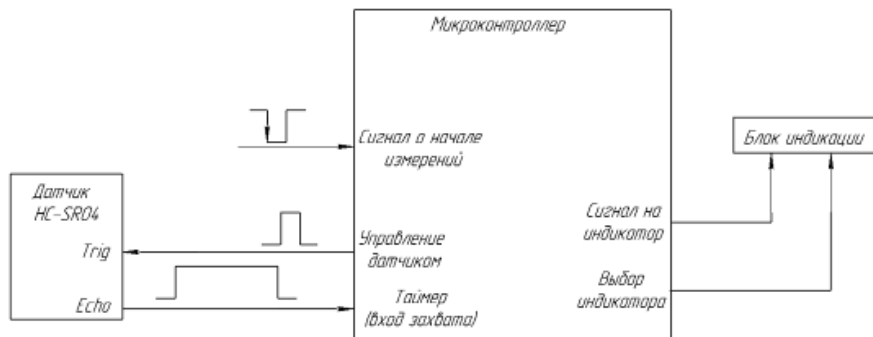


Рисунок 1 – Структурная схема измерителя периода импульсов

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. 2).

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. 2, 3) показало, что программа выполняет свои функции корректно.

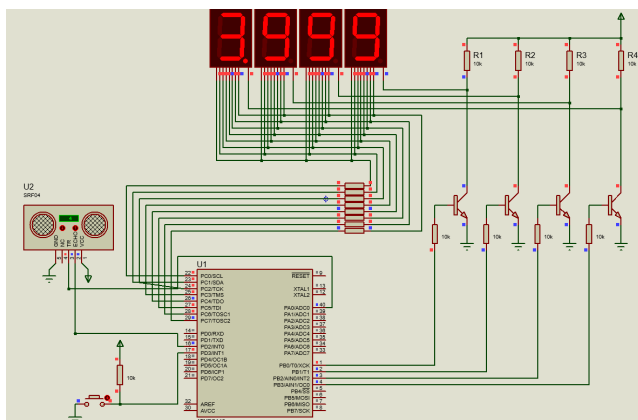


Рисунок 2 – Расстояние до объекта 4 см

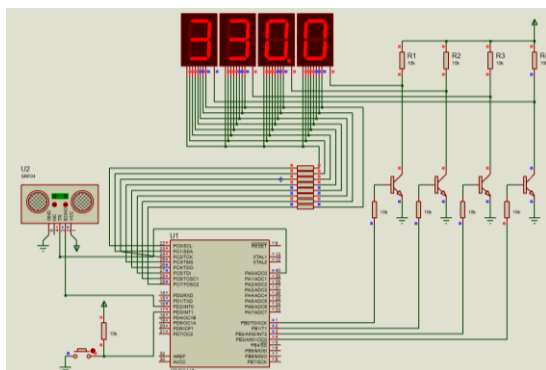


Рисунок 3 – Расстояние до объекта 330 см

Тестирование с использованием отладочной платы EasyAVR5A продемонстрировало работоспособность устройства (рис. 4).



Рисунок 4 – 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.

Материал принят к публикации 30.09.21.