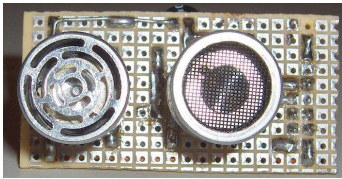


Ультразвуковой сенсор расстояния

Bruno Gavand

Проект, в котором рассматривается простое и дешевое решение ультразвукового сенсора для измерения расстояния, выполнен на базе микроконтроллера PIC16F877A компании Microchip, но пользователями исходный код может быть адаптирован под другие микроконтроллеры. Сенсор может быть встроен в пользовательские разработки и устройства: детекторы присутствия, роботы, автомобильные системы парковки, устройства измерения расстояния и пр.



Отличительные особенности:

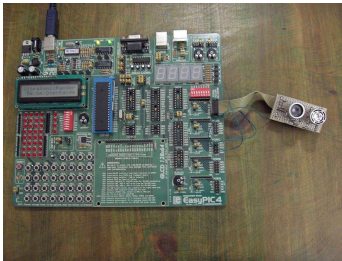
- небольшое количество внешних компонентов;
- размер кода 200 Байт;
- диапазон рабочих расстояний: 30 см – 200 см;
- точность измерений ±1 см;
- индикация при выходе за пределы измерений.

Как известно, скорость звука в воздухе равна около 340 м/с. Таким образом, принцип ультразвукового сенсора состоит в послылке ультразвуковой импульса частотой 40 кГц и отслеживание отраженного сигнала (эхо). Конечно, звука вы не услышите, но ультразвуковой датчик способен определить отраженный импульс. Следовательно, зная время прохождения импульса и отраженного ультразвукового сигнала, мы сможем получить расстояние. Разделив на два, мы получим расстояние от ультразвукового датчика до первого препятствия, от которого был отражен сигнал.

В устройстве применен пьезокерамический ультразвуковой излучатель MA40B8S и пьезокерамический ультразвуковой датчик MA40B8R открытого типа. Основные параметры приведены в таблице ниже.

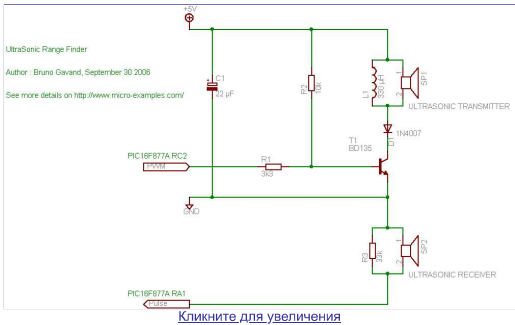
Устройство	Назначение	Частота	Направленность, град	Емкость, пФ	Область детектирования, м	Входное напряжение, макс. В
MA40B8S	Излучатель	40 кГц	50 (симметричный)	2000	0,2 ... 6	40
MA40B8R	Датчик	40 кГц	50 (симметричный)	2000	0,2 ... 6	—

Для тестирования была применена отладочная платформа компании mikroElektronika EasyPic4.



Однако пользователь может использовать любой микроконтроллер PIC, у которого имеется хотя бы один канал АЦП и один канал ШИМ.

Принципиальная схема ультразвукового сенсора

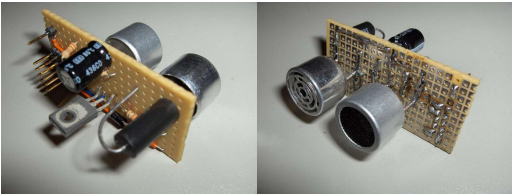


Управление излучателем осуществляется посредством транзистора BD135. Диод 1N4007 служит для защиты транзистора от обратного напряжения. Благодаря использованию транзистора и резонансной цепочки, которая образована параллельным включением дросселя L1 330 мкГн и конденсатора, образованного самим излучателем, напряжение питания излучателя составит около 20 В, что обеспечивает дальность обнаружения до 200 см. Стоит заметить, что управлять излучателем возможно непосредственно с вывода микроконтроллера, однако в таком случае диапазон расстояний не превышает 50 см.

Датчик подключен непосредственно к АЦП микроконтроллера (при использовании PIC16F877A – канал 1 АЦП), резистор, включенный параллельно датчику, необходим для согласования импеданса.

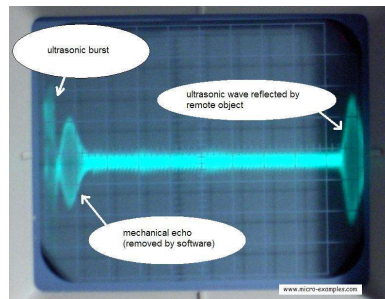
Для начала необходимо послать ультразвуковой импульс. Сигнал с частотой 40 кГц легко получить с использованием аппаратного ШИМ микроконтроллера. Отраженный сигнал с датчика поступает в АЦП, разрешение АЦП составляет 4 мВ, что вполне достаточно для считывания данных с датчика, и дополнительные компоненты не нужны.

Внешний вид макетной платы ультразвукового сенсора



Этот сенсор – самое простое решение, и поэтому имеет несколько недостатков: небольшая вибрация ультразвукового приемника может привести к неправильным измерениям. Так как посылаемый импульс не модулирован и не кодирован, посторонние источники ультразвуковой частоты могут влиять на измерение, и все это может привести к неправильным результатам (выход за пределы измерений).

Осциллограмма сигнала на выходе ультразвукового датчика.



**Надписи на изображении:**

*ultrasonic burst* – ультразвуковой импульс;  
*mechanical echo (removed by software)* – механическое эхо (исключается программно);  
*ultrasonic wave reflected by remote object* – ультразвуковая волна, отраженная от удаленного объекта.

Цена деления осциллографа: по горизонтали – 1 мс/дел, по вертикали - 5 мВ/дел.

Механическое эхо исключается программно путем введения задержки. Отраженная волна, имеющая амплитуду около 40 мВ, получена через 9.5 мс после отправленного импульса. Учитывая, что скорость звука 340 м/с, получаем:

$$0.0095 / 2 \times 340 = 1.615 \text{ м.}$$

В реальности – это был потолок помещения на расстоянии от датчика 172 см, на ЖК дисплее, установленном на отладочной плате было отображено значение 170 см.

**Загрузки**

Исходный код к проекту на микроконтроллере PIC16F877A (компилятор mikroC) - [скачать](#)

[micro-examples.com](http://micro-examples.com)