

*О.В. Батманова, Б.Л. Гуськов,
Российский новый университет*

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТИ С ПОМОЩЬЮ
УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДАЛЬНОМЕРА HC-SR04**

Подтверждается возможность получения информации (параметров) о свойствах отражающей поверхности при использовании широко распространенного ультразвукового дальномера HC-SR04, что расширяет его возможности и область применения без внесенных изменений в схему и логику работы дальномера.

Ключевые слова: дальномер, ультразвук, отражение, поверхность, HC-SR04, периферийные устройства.

*O.V. Batmanova, B.L. Guskov,
Russian New University*

**INVESTIGATION OF THE POSSIBILITY
OF OBTAINING ADDITIONAL PARAMETERS
FROM THE ULTRASONIC RANGEFINDER HC-SR04**

Shows the possibility of obtaining additional parameters on the properties of a reflecting surface when using the widespread HC-SR04 ultrasonic rangefinder, which expands its capabilities and applications without making changes to the rangefinder circuitry and logic.

Keywords: range finder, ultrasound, reflection, surface, HC-SR04, peripherals.

Ультразвуковой дальномер HC-SR04 имеет широкое применение. Его можно использовать во множестве областей, где требуется бесконтактное, дистанционное измерение расстояний, например датчики наличия и состояния расходных материалов в периферийных устройствах ЭВМ, парковочные датчики автомобиля, измерение уровня жидкости в закрытом объеме, ориентация в помещении робота пылесоса и т.п.

Работа дальномера HC-SR04 основана на известных принципах эхолокации. Дальномер HC-SR04 при получении сигнала управления Trig излучает короткий мощный ультразвуковой импульс длительностью около 0,2 мс и с заполнением ультразвуковой несущей частотой 40 кГц [1]. По окончании излучения импульса дальномер переходит в режим ожидания приема отраженного или возвращенного от препятствия эхосигнала, промежуток времени ожидания эхосигнала дублируется длительностью выходного сигнала датчика Echo. По разности времени между импульсом Trig (излучение) и импульсом Echo (прием) может быть рассчитано расстояние до отражающей поверхности или препятствия.

Электрические параметры датчика HC-SR04 следующие:

- Рабочее напряжение: 5 В
- Рабочий ток: 10–20 мА
- Рабочий диапазон расстояний: 0,04–4 м
- Угол раскрытия ультразвукового луча: 15°
- Рабочая частота: 40 кГц
- Разрешение: 0,003 Мп
- Максимальная частота опроса датчика: 20 Гц

В принципиальной схеме датчика HC-SR04 можно явно определить функционально законченные блоки. Рассмотрим их описание, ссылаясь на принципиальную схему датчика рис. 1.

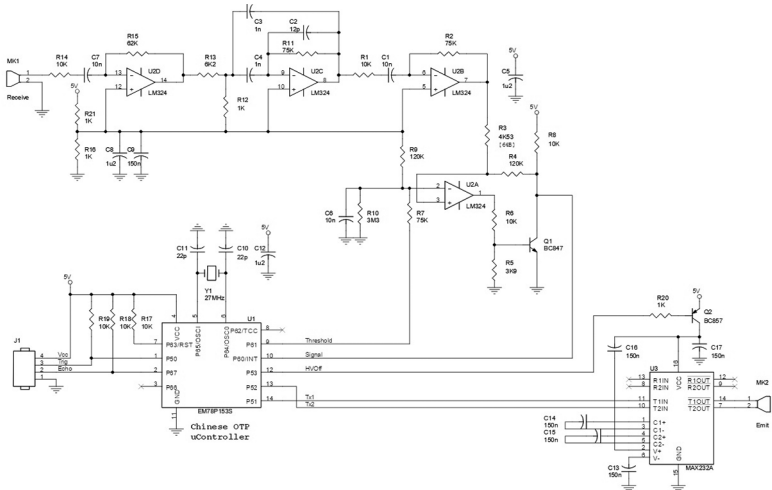


Рис. 1. Принципиальная схема HC-SR04

Далее будем описывать элементы схемы по общепринятому порядку, слева направо, сверху вниз:

1. Предварительный усилитель – U2D.
2. Полосовой частотный фильтр – U2C.
3. Масштабирующий усилитель-ограничитель – U2B.
4. Амплитудный детектор сигнала – U2A, Q1.
5. Микроконтроллер управления – U1.
6. Усилитель мощности передатчика, совмещенный с преобразователем питания – U3, Q2.

Для определения точек исследования подробнее рассмотрим функции каждого из перечисленных элементов структуры.

Предварительный усилитель – U2D, секция D, является 1/4 частью широко распространенной интегральной схемы LM324. Он осуществляет согласование высокого внутреннего сопротивления источника сигнала, в качестве которого выступает пьезоэлектрический высокочастотный узконаправленный микрофон МК. Согласование сопротивлений здесь необходимо, так как

последующий каскад имеет частотнозависимое низкое входное сопротивление. Секция D имеет равномерную амплитудно-частотную характеристику без коррекции, на которую влияют только свойства МК1 и С1 малой величиной, что снижает влияние помех с низкими частотами и преобладающей помехи от сетей электропитания.

Полосовой частотный фильтр – U2C, секция C, 1/4 интегральной схемы LM324. Активный полосовой фильтр подавляет нежелательные сигналы, частоты которых отличаются от рабочих, что позволяет существенно ослабить влияние помех от многочисленных устройств, и особенно их блоков питания, рабочие частоты которых близки к рабочей частоте датчика дальномера.

Масштабирующий усилитель-ограничитель – U2B, секция B, 1/4 интегральной схемы LM324; приводит уровень сигнала к уровню, достаточному для устойчивой и эффективной работы следующего элемента – амплитудного детектора. Одновременно является усилителем-ограничителем, уменьшающим влияние уровня принятого слабого сигнала на работу последующего элемента и всего устройства.

Амплитудный детектор – U2A, секция A, 1/4 интегральной схемы LM324 и ключ. Q1 формирует выходной сигнал с уровнем, пропорциональным входному высокочастотному сигналу, но наличие усилителя-ограничителя перед ним позволяет определить наличие входного сигнала с рабочей частотой начиная с некоторого порогового значения.

Микроконтроллер управления U1 обрабатывает логику работы устройства, а именно задает параметры излучаемого импульса, его длительность и частоту, на основании сигнала от U2A передает выходной сигнал Echo, одновременно обрабатывает интервал ожидания ответного импульса и разрешение повторного излучения.

Усилитель мощности передатчика, совмещенный с преобразователем питания U3, построен на широко известном приемопередатчике для интерфейса RS-232 или COM порта MAX232, или его более дешевом, но не менее качественном аналоге AMD232. Но здесь его используют не по основному назначению, а для получения питающего напряжения 30 В (± 15 В) из имеющегося стандартного и удобного для построения всей схемы 5 В. Полученное питающее напряжение обеспечивает работу передатчиков, предназначенных для работы на нагрузку с большой емкостной составляющей, что позволяет подключить и питать пьезоэлектрический излучатель МК2 по мостовой схеме и в результате формировать импульсы с напряжением от пика до пика порядка 60 В. Таким образом, при малом питающем напряжении эффективно используется высокоомный пьезоэлектрический излучатель.

Работа с устройством происходит следующим образом.

Внешнее управляющее устройство, например процессор периферийного устройства, подаёт импульс Trig, после его получения датчик формирует и излучает импульс с описанными выше параметрами, начинает формирование сигнала Echo, после чего ожидает прихода отраженного сигнала (отраженного эха). При получении отклика дальномер завершает формирование сигнала Echo, а внешнее управляющее устройство по длительности сигнала Echo может определить расчетным или табличным способом расстояние до отражающей поверхности, которая вызвала отражение импульса с ультразвуковой несущей. Этот режим работы дальномера HC-SR04 описан в его документации и применим ко множеству ему подобных устройств, которые могут немного отличаться конструктивно.

В результате краткого рассмотрения принципиальной схемы дальномера наиболее информативной с точки зрения наблюдения за уровнем отраженного сигнала является точка до прохождения усилителя-ограничителя, а именно выход масштабирующего усилителя U2D. Для проверки данного предположения проведен ряд экспериментов по измерению уровня отраженного сигнала и его зависимости от свойств отражающей поверхности. Для этого к точке выхода масштабирующего усилителя U2D был подключен один из каналов осциллографа Hantek DSO-6204BC [2]. Для обеспечения синхронизации развертки осциллографа использован не зависящий от параметров отражения импульс запуска Trig. Для обеспечения удобства наблюдения и измерения одновременно отображались, рассматривались и фиксировались следующие сигналы:

- импульс запуска Trig – подан на вход CH2;
- излучаемый сигнал (непосредственно с контакта излучателя) – подан на вход CH3;
- сигнал с выхода масштабирующего усилителя U2D – подан на вход CH4 (эхосигнал).

Синхронизация развертки подключена к импульсу запуска Trig и настроена на фронт импульса запуска Trig, поданный на вход CH2.

Результаты наблюдений и измерений для различных типов отражающих покрытий приведены на рис. 2–5. Для наблюдений и измерений выбирались материалы покрытий с предположительно различными свойствами в части отражения и поглощения ультразвукового сигнала и доступные для повторения измерений. Были выбраны напольное покрытие паркет, диаграмма рис. 2, тканый материал – фланель, диаграмма рис. 3, спортивный коврик из каучука, диаграмма рис. 4, и напольное ковровое покрытие – ковролин, диаграмма рис. 5. По результатам измерений и наблюдений наиболее ин-

интересными оказались материалы, создающие различия в уровнях отраженного сигнала, результаты по ним приведены на рис 2, 3 и 4, 5.

Для полученных диаграмм (выход масштабирующего усилителя U2D (СН4), как ранее было указано, уровень отраженного сигнала от покрытия для наглядности отмечен красной стрелкой. При наблюдении и измерении расстояния до отражающей поверхности во всех случаях обеспечивалось одинаковое в пределах рабочего диапазона расстояние. Наблюдаемое эхо в интервале первые 1–1,5 мс от момента излучения импульса попадает в мертвую, или слепую, зону датчика, при этом ни уровень сигнала, ни измеренное расстояние не являются достоверными. На основании этого и с учетом минимизации побочных отраженных сигналов расстояние до поверхности при проведении измерений выбрано равным 600 мм, а на приводимых диаграммах отстоит на 4–4,8 мс от момента излучения импульса.

Из приведенных выше результатов измерений видно явное различие в уровнях отраженных сигналов, а именно для паркета – 850 мВ, для фланели – 180 мВ, для каучукового коврика – 890 мВ, для ковровина – 310 мВ.

На основании изложенного и в результате проведенных измерений можно сделать вывод, что по уровню отраженного сигнала дальномера HC-SR04 и ему подобных устройств возможно определять свойства отражающей поверхности, а как следствие – материал поверхности и его состояние. При проведении измерений в схему дальномера HC-SR04 изменения не вносились, уровни отраженных сигналов измерялись визуально на основании полученных осциллограмм, но для автоматизации обработки получаемых значений отраженных сигналов явно потребуется их временная селекция аппаратными или программными средствами, а также учет размеров и форм отражающих поверхностей.

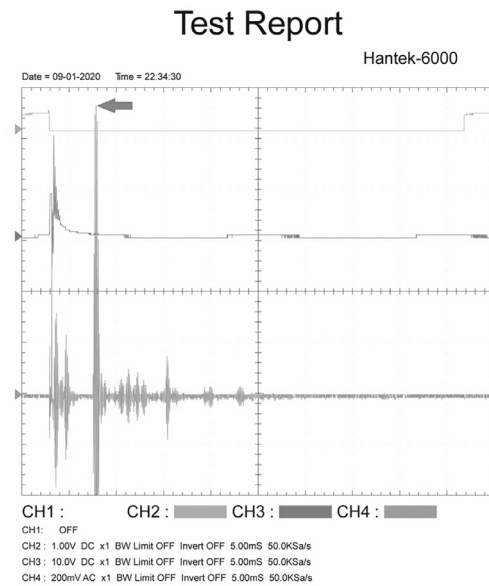


Рис. 2. Сигналы при отражении от паркета

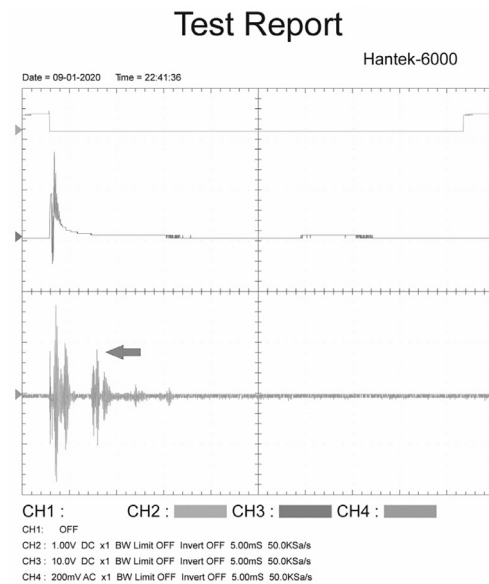


Рис. 3. Сигналы при отражении от фланели

Test Report

Hantek-6000

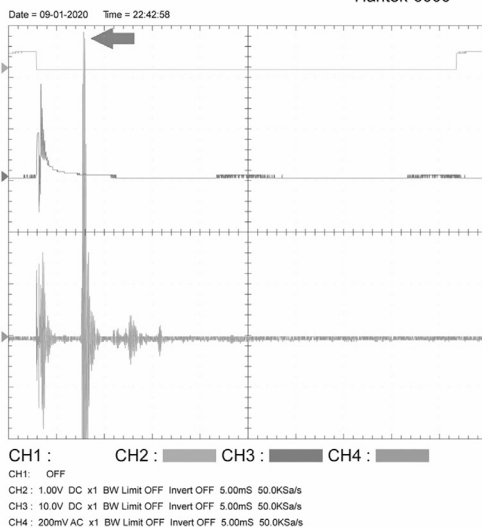


Рис. 4. Сигналы при отражении от каучука

Test Report

Hantek-6000

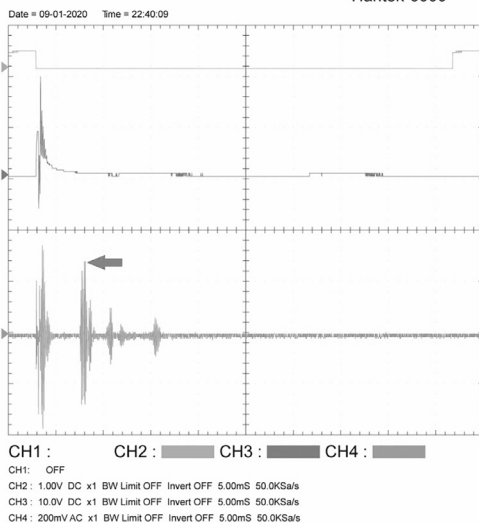


Рис. 5. Сигналы при отражении от ковролина

В перспективе вызывает интерес выявление частот, для которых наиболее явно прослеживаются влияние свойств отражающей поверхности, а также оценка влияния запыленности и влажности, так как эти факторы могут оказаться не менее важными в части обеспечения работы периферийных устройств ЭВМ при контроле состояния и наличия расходных материалов.

Литература

1. Ультразвуковой датчик измерения расстояния HC-SR04 // Автоматика и программная инженерия. 2017. № 4 (22). URL: <http://www.jurnal.nips.ru>
2. Руководство пользователя HANTEK 6000BC/BD/6074BE [электронный ресурс]. URL: http://www.hantek.ru/products/mans/HT6004BX_rus.pdf

Literatura

1. Ultrazvukovoj datchik izmereniya rasstoyaniya HC-SR04 // Avtomatika i programmная inzheneriya. 2017. № 4 (22). URL: <http://www.jurnal.nips.ru>
2. Rukovodstvo polzovatelya HANTEK 6000BC/BD/6074BE [elektronnyj resurs]. URL: http://www.hantek.ru/products/mans/HT6004BX_rus.pdf

УДК 004.82

**О.В. Золотарев, В.А. Шуйнов, С.М. Крестьянинов,
Д.А. Соловьев,**
Российский новый университет

МЕТОДЫ ВЫДЕЛЕНИЯ СУЩНОСТЕЙ, ИХ АТРИБУТОВ, ПРОЦЕССОВ ИЗ ТЕКСТОВ ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА И ПОСТРОЕНИЕ СЕМАНТИЧЕСКОЙ СЕТИ

Рассматриваются способы извлечения объектов, их характеристик, связанных с ними действий из текстов естественного языка с последующим выделением биз-