

**А. И. Смирнов** – студент кафедры электротехники и технической диагностики

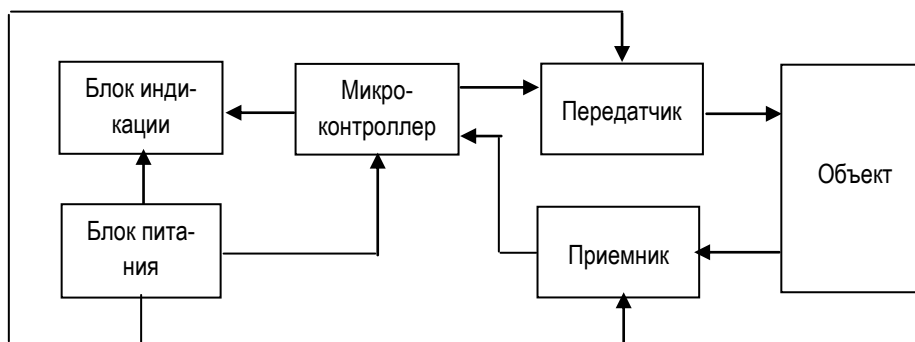
**В. А. Голубков** (канд. техн. наук, доц.) – научный руководитель

## КОНТРОЛЬ РАССТОЯНИЯ ДО ОБЪЕКТА

Расстояние до объекта может быть измерено различными способами, например, с использованием ультразвукового и инфракрасного излучений, радиолокации, с помощью лазера. Лазерный дальномер имеет наибольшую дальность измерения, но он сложен в плане сборки и весьма дорогой. Радиодальномер обеспечивает довольно высокую дальность замера, причем вне зависимости от метеорологических условий, но имеет большую погрешность. Применение дальномеров весьма широко: инженерная геодезия, топографическая съёмка, строительство линий электропередач, военное дело, фотографирование и пр. В настоящее время на рынке представлен довольно широкий спектр соответствующих приборов. Помимо требования точности, к ним всё чаще предъявляются такие, как многофункциональность, мобильность, цена.

Для решения ряда задач по ряду характеристик и с учетом невысокой сложности реализации предлагается ультразвуковой дальномер. Принцип его работы заключается в следующем. Передающая часть (излучатель) излучает пачку импульсов, которые при достижении препятствия отражаются и возвращаются назад. Затем эти импульсы воспринимаются принимающей частью (приемником), фиксируются, и по времени отправки и приема импульсов ультразвуковой дальномер определяет расстояние до объекта. В таком дальномере реализован принцип эхо-локации – время отправки и получения звука, скорость которого известна, пропорционально пройденному расстоянию.

Функциональная схема (см. рисунок) состоит из блока питания, питающего каждый из элементов; микроконтроллера, дающего команду передатчику для начала передачи импульсов; самого передатчика, посылающего ультразвуковой сигнал; приемника, который ловит отраженный от объекта сигнал; блока индикации, на который выводятся символы после полученных данных от микроконтроллера о расстоянии до объекта.



Функциональная схема ультразвукового дальномера

Блок питания состоит из стабилизатора напряжения с выходным напряжением 5 В. Блоки передатчика и приёмника выполнены по схеме усилителя с общим эмиттером. В качестве самих излучателей выбраны пьезокерамические ультразвуковые преобразователи МУП-3 и МУП-4, работающие на частоте 40 кГц. Они подобраны таким образом, чтобы резонансная частота излучающего совпадала с резонансной частотой приемного, образуя тем самым акустический блок.

Блок индикации состоит из дешифратора семисегментного индикатора (DD1). Он преобразует входной двоичный код в символы семи сегментного индикатора. Индикаторы имеют 7 сегментов и десятичную точку, зажигающиеся при подаче прямого тока. Различные комбинации элементов позволяют воспроизвести любую цифру от 0 до 9 и десятичную точку. Данные индикаторы так же были выбраны с учётом того, что будут отображаться только цифры, к тому же это ещё и целесообразно с экономической точки зрения, так как такие индикаторы дешевле.

Блок цифрового управления представляет собой однокристальный микроконтроллер PIC16F84A.

Выбор этого типа микроконтроллера обусловлен рядом причин. Во-первых, в нашей работе основные действия связаны с работой таймера, высчитывающего время отправки и приёма сигнала, что, собственно, и является отличительной чертой данного микроконтроллера при работе с подобными вычислениями. Во-вторых, микроконтроллер не содержит лишних и ненужных нам функций. Он имеет два необходимых нам порта (А и В) для должного подключения и функционирования прибора. Кроме того, его тактовая частота в нашей схеме будет равна 1 МГц, что является необходимым для нас условием при расчетах.

Программа написана на языке ассемблер и содержит несколько блоков.

Первые три блока служат для запуска микроконтроллера и установки необходимых начальных значений.

Далее следует основная программа `main`, которая отвечает за операторы перехода по всем подпрограммам: это оператор вызова подпрограммы `call` и оператор безусловного перехода к необходимой подпрограмме `goto`. Так же она содержит в себе подпрограммы инициализации, индикации, нажатия кнопки, подпрограмму передачи ультразвукового сигнала. Подпрограмму ожидания приёма посланного нами сигнала. Сама подпрограмма приёма отражённого сигнала. И подпрограмма вычисления расстояния до объекта с последующим выводом значений на индикаторы.

Одна подпрограмма сменяется другой для выполнения дальнейших необходимых действий при удовлетворении некоторых условий. Либо, при несоблюдении условия, программа возвращается в необходимую точку для перевыполнения действия.

Подпрограмма инициализации. Здесь, сначала обнуляются, а затем устанавливаются необходимые значения используемых переменных. К примеру, количество передаваемых импульсов в сигнале мы берём равное 5.

Подпрограмма нажатия кнопки `pressing`. При выполнении этой подпрограммы происходит тестирование присутствия сигнала (+5В) на линии. Если на линию поступает напряжение (т.е. кнопка нажата) – выполняется команда перехода в подпрограмму передачи сигнала.

В подпрограмме индикации устанавливаются «биты точки и питания» индикаторов согласно схеме. В переменной `DIGIT1` будет храниться значение дециметров от 0 до 9, в переменной `DIGIT2` – значение метров, в переменной `DIGIT3` – значение декаметров. Вычисленные отображаемые значения будут храниться в переменных `DIGIT1...3`, для этого используются первые четыре бита каждой переменной. Вторые четыре бита это проверка на переполнение индикатора.

Подпрограмма передачи сигнала `transfer` выводит на линию порта А микроконтроллера 5 импульсов частотой 40 кГц. Так как тактовая частота микроконтроллера равна 1 МГц, одна команда выполняется за 1 мкс. Частота нашего преобразователя МУП-3 равна 40 кГц, и путём вычислений, получаем, что один импульс имеет продолжительность 25 мкс.

Далее идёт счёт импульсов, если их количество равно пяти, как мы и условились в подпрограмме инициализации, то переходим в следующую подпрограмму, если же нет, то возвращаемся в начало для формирования нового сигнала.

В подпрограмме ожидания `waiting` происходит ожидание отражённого сигнала. В начальной части подпрограммы производится небольшая задержка начала счета времени ожидания для того, чтобы произошло затухание помех вызванных излучением сигнала в предыдущей подпрограмме. Затем запускается таймер на 100 мкс, т.к. мы будем считать промежутки времени по 100 мкс. Максимальный же период ожидания составит 1 с. Принимая скорость распространения звука равной 331,4 м/с – это более чем достаточно, т.к. по условию задания максимальная измеряемая дальность устройства составит 20 метров.

В конечном итоге, если по истечению счёта времени ожидания, сигнал так и не был принят, на индикаторы выводится три девятки. В случае если сигнал был принят, переход осуществляется в следующую подпрограмму.

Подпрограмма `reception` – подпрограмма приёма отражённого сигнала. Вначале происходит ожидание окончания приёма сигнала на линии RA1 порта А, к которому подключён приёмник. Затем производится проверка отсутствия сигнала на протяжении определенного времени, если до истечения данного промежутка времени сигнал появился, то делаем вывод, что принят не наш сигнал и выходим из подпрограммы и продолжаем ожидание правильного сигнала в подпрограмме `waiting`. После этого про-

изводим тестирование наличия сигнала на протяжении определенного времени, если до истечения данного промежутка времени сигнал пропал, то делаем вывод, что принят не наш сигнал и выходим из подпрограммы и опять же продолжаем ожидание правильного сигнала в подпрограмме waiting. Если же в течение определенного времени сигнала не было, а затем в течение, опять же, определенного времени сигнал был, то делаем вывод, что был успешно произведен приём одного импульса нашего сигнала, уменьшаем счетчик принятых импульсов на 1 и возвращаемся на нужную метку рассматриваемой подпрограммы и производим все действия по приему импульса сигнала еще раз. Приём импульсов проводится до тех пор, пока счетчик импульсов NUMIMP не станет равен нулю, и мы можем считать, что приняли все импульсы нашего сигнала. После этого переходим в подпрограмму вычисления calculation.

Подпрограмма вычисления расстояния calculation является завершающей в определении расстояния до объекта. В ней идёт подсчёт значений таймеров и учитывается погрешность, за которую отвечает переменная LAPSE.

В результате подсчётов, с учётом скорости звука и промежутков времени, зафиксированных таймерами, получается, что за каждые 600 мкс накапливается погрешность в 3,5 мкс, которая, собственно, и учитывается при окончательном подсчёте.

Затем полученные значения по расстоянию выводятся на индикаторы в виде цифр.