

ПРОЕКТИРАНЕ НА УСТРОЙСТВО ЗА ИЗМЕРВАНЕ НА РАЗСТОЯНИЕ

Райчо Иларионов, Иван Симеонов, Христо Килифарев

Представено е проектиране на устройство за измерване на разстояние с ултразвук до неподвижни обекти. Използван е звук еолокационен принцип. Синтезирана е принципна електрическа схема на устройството с микроконтролер ATmega8 и LCD дисплей за визуализация. Направено е описание на принципа на действие на схемата. Излъчвателят и приемникът на ултразвукови вълни са пиезокерамични преобразуватели. Предвидена е корекция на скоростта на ултразвука в зависимост от температурата на средата за разпространение, както и според заложените в паметта стойности на грешката за различни разстояния. Разработени са алгоритъм за работата на устройството и програмното му осигуряване. Приложени са данни от измерванията с цифровото устройство и са направени изчисления за грешките. Представените данни са сравнени с показанията на инкрементална линия с точност 20 μm . Направени са изводи за повишаване на точността на измерванията.

УВОД

В много практически случаи се налага да се измерват неголеми разстояния от една точка до неподвижни обекти. Такива измервания могат да послужат и за определяне координатите на обект в равнина или в 3D пространство. За целта могат да се използват различни принципи, базирани на разпространение на ултразвукови вълни, инфрачервени светлинни вълни и др. във въздушна среда.

Измерването може да се извърши чрез използването на непосредствени (преки) и посредствени (косвени) методи [1]. За да се избегне субективността и за да се автоматизира измерването, за предпочитане са косвените методи. При тях се отчитат други величини, които се преобразуват за измерване на разстояние.

Основна цел на разработката е проектирането на прецизно устройство за измерване на разстояние с ултразвук до неподвижни обекти с температурна корекция.

За постигането на целта са формулирани и решени следните задачи:

- Създаване на функционален модел на устройство за измерване на разстояние;
- Синтезиране на принципна схема на устройството за измерване на разстояние;
- Разработване на алгоритъм за работа и програмно осигуряване на устройството за измерване;
- Анализ на резултатите от направените измервания и определяне на абсолютната, средно квадратичната и относителна грешки.

РЕАЛИЗАЦИЯ

С цел за по-голяма гъвкавост и удобство са формулирани следните функционални възможности на устройството:

- Измерване разстоянието от излъчвателя до обекта;
- Измерване температурата на въздушната среда и определяне скоростта на разпространение на звука;

- Индициране на измереното разстояние и температурата на въздушната среда;
- Възможност за работа в режим на еднократно измерване.

ФУНКЦИОНАЛЕН МОДЕЛ И ПРИНЦИПНА СХЕМА

На базата на еднокипов микроконтролер (ЕЧМК) и LCD и формулираните функционални възможности е предложена блокова схема, която е показана на фиг. 1. Основните модули, които са включени в предложеното решение са:

Блок ЕЧМК. Служи за управление на останалите блокове от схемата. Основни функции са: управление на LCD дисплей за визуализация на резултата от измерването; четене на данни от температурния сензор за текущата температура на въздуха; регистриране на състоянието на управляващите бутони; управление на формирателя на импулси за разколебаване на излъчвателя; приемане на сигнала от приемника; определяне на закъснението на приетия спрямо излъчения сигнал; температурна корекция на скоростта на ултразвуковия сигнал; изчисляване на разстоянието до обекта на базата на закъснението; корекция на грешките в зависимост от разстоянието до обекта.

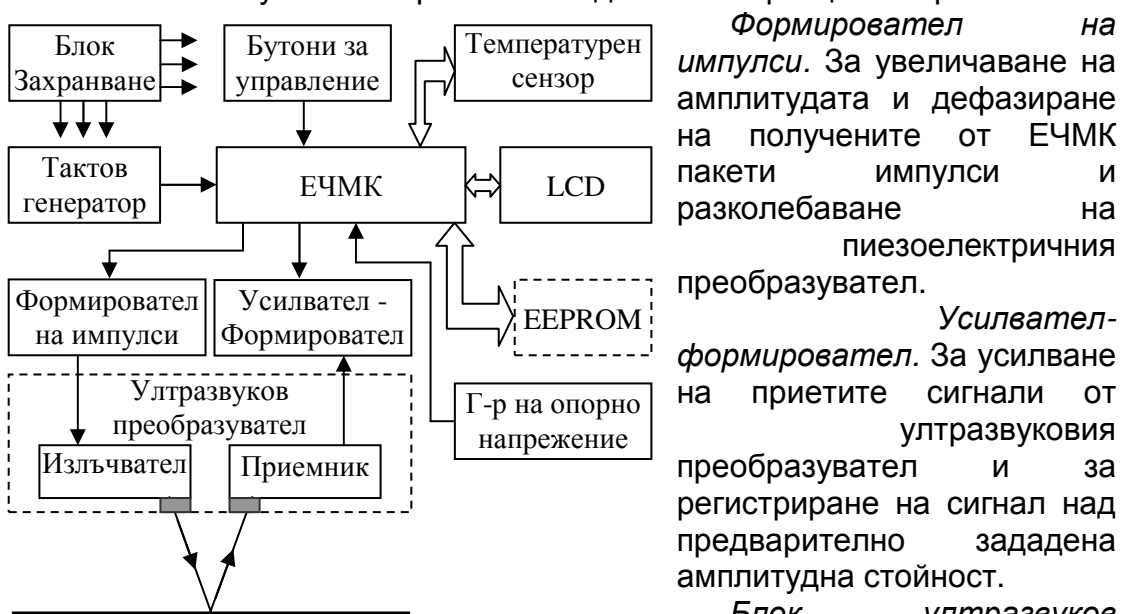
Тактов генератор. Осигурява тактова честота за ЕЧМК.

Блок бутони за управление. Бутоните за управление са два – за подаване на сигнали Reset и за стартиране на измерването.

Температурен сензор. Служи за измерване на температурата на въздуха. Поради зависимостта на скоростта на разпространение на ултразвуковите вълни от температурата на средата е необходима температурна корекция.

Блок LCD. Използва се за визуализиране на температура, измерено разстояние и съобщения при наличие на грешки.

EEPROM. Служи за съхранение на данни за корекция на грешката.



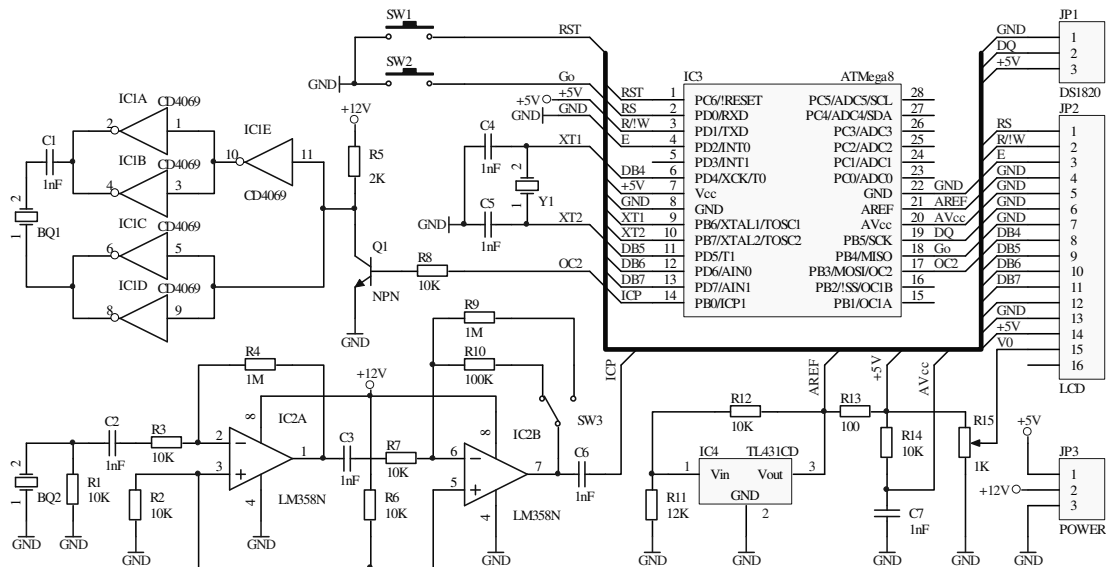
Фиг. 1. Блокова схема на устройството за измерване на разстояние

Fig. 1. Block scheme of the device for measurement of distance

Формировател на импулси. За увеличаване на амплитудата и дефазиране на получените от ЕЧМК пакети импулси и разколебаване на пиезоелектричния преобразувател.

Усилвател-формировател. За усилване на приетите сигнали от ултразвуковия преобразувател и за регистриране на сигнал над предварително зададена амплитудна стойност.

Блок ултразвуков пиезоелектричен преобразувател. Състои се от излъчвател и приемник за



Фиг. 2. Принципна схема на устройството за измерване на разстояние

Fig. 2. Principal scheme of the device for measurement of distance

преобразуване на електрически сигнал в акустична вълна и обратно.

Генератор на опорно напрежение за задаване на прага за сработване на схемата от отразения сигнал.

Блок захранване. Осигурява захранващи напрежения за всички блокове от системата.

ПРИНЦИП НА ДЕЙСТВИЕ НА СХЕМАТА

Основен елемент е високопроизводителния 8-битов микроконтролер (AVR) ATmega8 на фирма Atmel (фиг. 2). RISC архитектурата му осигурява време за изпълнение на повечето от инструкциите 1 такт. Харвардския му модел – с отделни памет и шини за програми и данни го прави удобен в случаите на едновременен достъп до програмната памет и тази за данни. Предимство още е и наличието на 8K байта вътрешна програмируема Flash памет с възможност за четене по време на запис, 512 байта EEPROM и 1K байт SRAM памет. Чипът разполага с 23 програмируеми I/O извода с общо предназначение, два 8-битови и един 16-битов програмируеми таймера/брояча с режим на сравнение (един с режим прихващане), вътрешни и външни прекъсвания, програмируем Watchdog таймер с отделен вътрешен генератор, вграден аналогов компаратор, вътрешен калибриран RC генератор, 5 програмно избираеми режими за намалена консумация. Чипът поддържа и други възможности, които биха могли да бъдат използвани при необходимост за разширение и подобряване на изпълняваните функции от устройството.

Изборът му е направен в съответствие с техническите характеристики и възможностите му за конкретното приложение [2].

За осигуряване на тактова работна честота 16 MHz на микроконтролера се използват кварцов стабилизатор и кондензатори с препоръчителните им стойности от фирмата производител.

За Reset и за стартиране на измерване се използват два бутона (SW1 и SW2), от които след задействане се подава нула към изводите на контролера.

За измерване на температурата на въздуха е избран сензор DS1820 на фирмата Dallas Semiconductors, поради малкия брой линии за комуникация с него (1-Wire интерфейс) и сравнително линейната му характеристика в работния обхват [3]. В схемата е предвиден конектор JP1, към който е възможно да се свържат няколко такива сензори, поддържащи 1-Wire интерфейс с цел по-точно определяне на температурата за корекция на скоростта на вълната.

За визуализиране се използва стандартен 16-символен (1 ред x 16 символа) LCD дисплей, като връзката му с микроконтролера става посредством конектора JP2. Управлява се по 3 линии, а обменът на данните се извършва по 4. С помощта на потенциометъра R15 се задава яркостта на дисплея.

Разширяването и подобряването на изпълняваните от устройството функции ще наложи свързването на външна EEPROM памет към свободните изводи на микроконтролера. В случая вътрешната EEPROM памет на микроконтролера (512 байта) е достатъчна.

За максимално разколебаване на пиезоелектричния излъчвател UST40T (BQ1) се използва формирова тел на импулси, изпълнен с помощта на биполярен транзисторен ключ Q1, управляван от ЕЧМК и CMOS инвертори CD4069 (IC1A до IC1E).

Отразените акустични вълни се преобразуват в електрически сигнал от пиезоелектричния приемник UST40R (BQ2). Той се усилва от двустъпален усилвател тип LM358N (IC2A и IC2B) и се подава към вход на ЕЧМК, който е конфигуриран като аналогов компаратор. Коефициентът на усилване на усилвателя може да се промени чрез избор на един от двата резистора в обратната връзка на IC2B посредством SW3.

Генераторът на опорно напрежение, изпълнен с интегрална схема TL431CD (IC4), задава нивото, над което се обработва отразения сигнал.

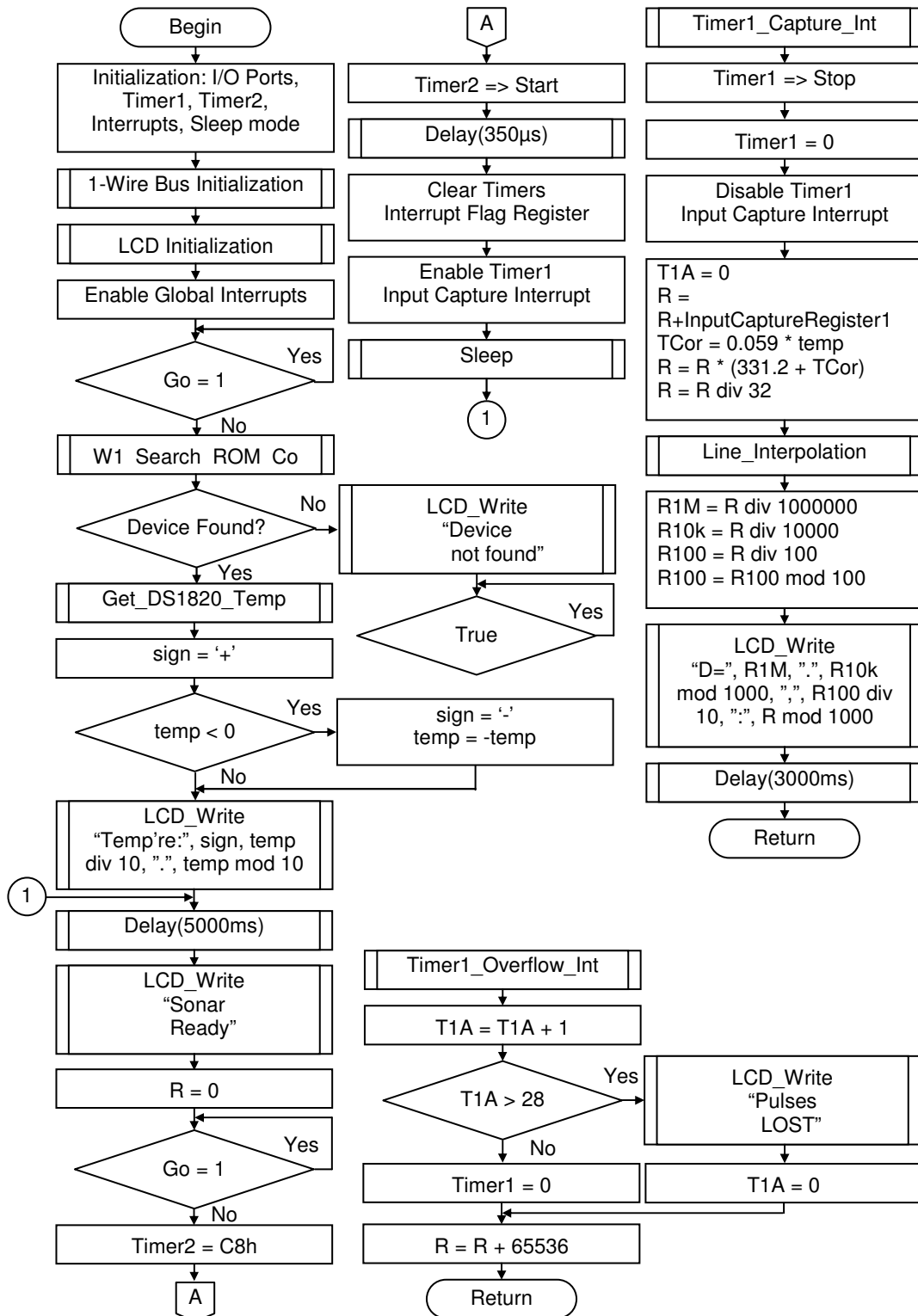
За работата на устройството се използват захранващи напрежения +12V и +5V, подавани външно на конектор JP3.

АЛГОРИТЪМ И ПРОГРАМНА РЕАЛИЗАЦИЯ

На фигури 3.1 и 3.2 е показан алгоритъмът за работа на устройството.

Началото на алгоритъма отразява включването на захранването и стартирането на програмата, заредена в микроконтролера. Първоначално се извършва инициализация на входно/изходните портове, таймерите, прекъсванията и режимът за намалена консумация. След това се инициализира комуникацията по 1-Wire шината с температурния(те) сензор(и) и се инициализира LCD дисплея. Разрешават се глобалните прекъсвания, след което се изчаква задействането на бутона Go, фиг. 2 (бутон 2 от фиг. 4a). Извършва се проверка за свързано устройство в 1-Wire шината. Ако няма намерено устройство, на LCD дисплея се извежда съобщение „Device not found”, след което се изчаква рестартирането на системата. В противен случай

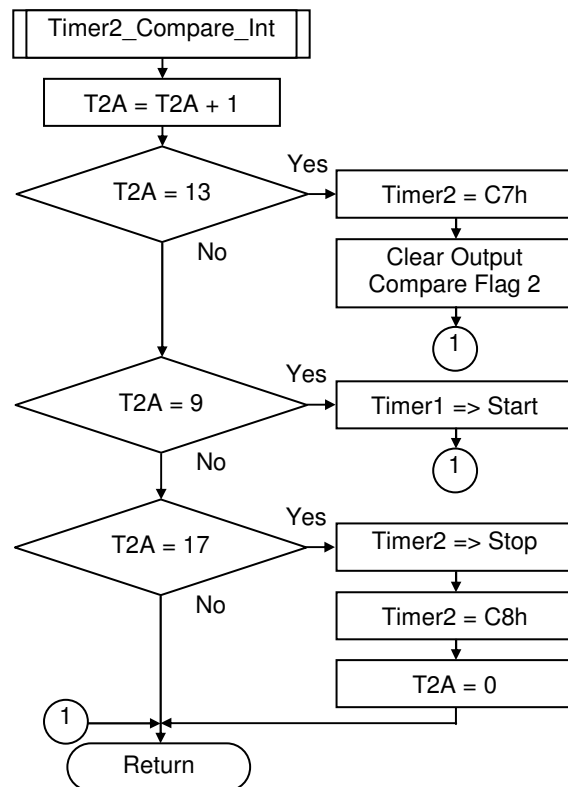
се прочита температурата от температурния сензор DS1820. Представения алгоритъм отразява случай с един температурен сензор. Знакът на измерената температура се присвоява на променливата **sign**, а абсолютната ѝ стойност - на **temp**. Измерената температура се визуализира на дисплея (фиг. 4б). След време 5 секунди се извежда



Фиг. 3.1. Алгоритъм на работа на устройството

Fig. 3.1. Algorithm of work of the device

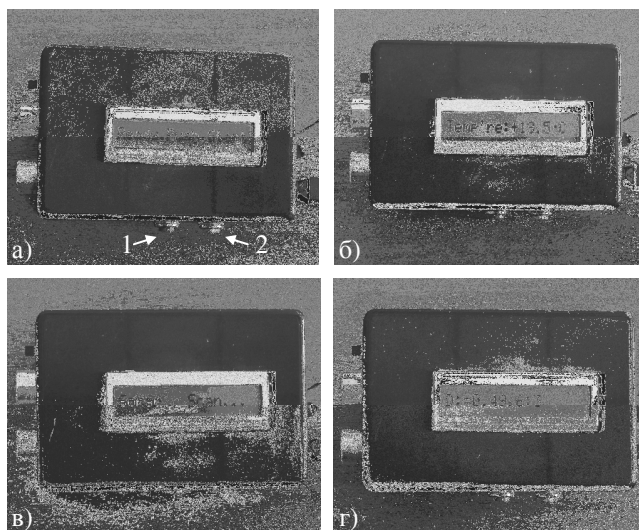
съобщението „Sonar Ready”, нулира се променливата R и се изчаква повторното задействане на бутона Go. След задействането му, на Timer2 се присвоява стойност C8h и се стартира, а на дисплея се извежда съобщението ”Sonar Scan...” (фиг. 4в). Изчаква се време 350μs, нулират се флаговете за прекъсване на таймерите, разрешава се прекъсването от прихващащата логика на Таймер 1 и се преминава в режим на намалена консумация.



Фиг. 3.2. Алгоритъм на работа на устройството

Fig. 3.2. Algorithm of work of the device

на таймера, променливата T1A се увеличава с единица и се прави проверка за достигната максимална стойност. Ако е достигната се извежда съобщение на дисплея „Pulses LOST” и T1A се нулира. В противен случай Таймер1 се нулира, а към променливата R се прибавя числото 65536.



Фиг. 4. Цифровото устройство при измерване на разстояние

Fig. 4. The digital device during measuring of distance

Използвани са три подпрограми за обслужване на трите източника на прекъсвания – Timer1_Overflow_Int, Timer1_Capture_Int и Timer2_Compare_Int.

Подпрограмите за прекъсвания от Таймер1 са представени на фиг. 3.1, а подпрограмата за Таймер2 – на фиг. 3.2.

Timer1_Overflow_Int се изпълнява в следствие от препълването на 16-битовия Таймер1. При всяко препълване

Timer1_Capture_Int се изпълнява след активиране на прихващащата логика на Таймер1. Последният се спира и нулира, след което се забраняват прекъсванията от прихващащата логика на Таймер1. Извършват се математически пресмятания за температурна корекция на измереното разстояние.

Следва корекция на измереното разстояние с данни, записани във вид на таблица в EEPROM паметта. Тези данни представляват

Следва корекция на измереното разстояние с данни, записани във вид на таблица в EEPROM паметта. Тези данни представляват

стойности на грешката за различни измерени разстояния. Според текущото измерено разстояние се определя, чрез *линейна интерполация* стойността на грешката, която се **изважда** от резултата (R).

Пресмятат се стойностите на помощните променливи и се извеждат като резултат върху дисплея (фиг. 4г).

Timer2_Compare_Int се изпълнява при съвпадане на съдържанието на Таймер2 с предварително зададената стойност C8h. Направена е такава настройка на микроконтролера, че физическия изход OC2 (подаващ управляващ сигнал към биполярния ключ, фиг. 2), автоматично променя състоянието си при съвпадение, а Таймер2 се нулира. При всяко извикване на тази подпрограмата, променливата T2A се увеличава с единица, след което се прави проверка на стойността ѝ. Ако стойността на T2A е равна на 13, тогава Таймер2 се установява на C7h и се нулира флагът за съвпадение, което довежда до промяна на състоянието на изхода OC2, с което подпрограмата завършва.

В противен случай се прави проверка за променливата T2A дали е равна на 9. Ако последното е вярно – стартира се Таймер1 и подпрограмата завършва.

В противен случай се прави проверка за променливата T2A дали е равна на 17. Ако последното е вярно – Таймер2 се спира и се установява на C8h, а променливата T2A се нулира.

Устройството работи на принципа на отразен сигнал от първия попаднал в обсега му обект.

Разстоянието до обекта се изчислява на базата на измерването на времето от момента на изпращане до момента на получаване на първия от поредицата импулси, скоростта на разпространение на ултразвуковите вълни в средата и нейната температура. При работна честота на излъчвателя 40 kHz, максималното разстояние за прозвучаване е до 20 m. Зависимостта на оптималната честота от разстоянието за прозвучаване се получава като се отчете загубата на енергия на ултразвуковите вълни от вискозитета на средата, в която се разпространяват [4, 5].

Времето за разпространение на ултразвуковите вълни от излъчвателя до обекта и от обекта до приемника, се измерва посредством отчитането на съдържанието на Таймер1 и стойността на променливата R, която се увеличава с 65536 при всяко препълване на Таймер1. Тактовата честота F_{OSC} на микроконтролера и съответно на Таймер1 е 16 MHz, която е кварцово стабилизирана.

Скоростта на разпространение на ултразвуковите вълни във въздушна среда е в зависимост от температурата на средата.

Текущата температурата се измерва посредством температурния сензор DS1820. Обмяната на данни с него става посредством 1-Wire комуникация. Върнатата стойност за температура от сензора е 9-битово число със знак, като най-младшият разряд съответства на 0,5°C. Възможно е постигането и на по-висока точност чрез изчисления [3].

Тъй като ултразвуковите вълни изминават двойно по-голямо разстояние от измерването (D), то се изчислява чрез формула (1):

$$(1) \quad D = \frac{v \cdot t}{2},$$

където: v – скорост на разпространение на ултразвуковите вълни; t – време за разпространение на вълните от излъчвателя до приемника.

За коригиране на скоростта на разпространение на ултразвуковите вълни според текущата температура на средата се използва формула (2):

$$(2) \quad v = v_0 + 0,59 \cdot T,$$

където: $v_0 = 331,2$ m/s – скорост на ултразвуковите вълни при 0°C ; T – текуща температура на околната среда [$^\circ\text{C}$].

Времето за разпространение се получава от формула (3):

$$(3) \quad t = \frac{R + ICR1}{F_{osc}},$$

където: R – натрупана сума от препълвания на Таймер1; $ICR1$ – последното съдържание на Таймер1; F_{osc} – тактова честота на таймера.

След заместване на формули (2) и (3) в (1) за изчисляване на измерваното разстояние се използва формула (4):

$$(4) \quad D = \frac{(R + ICR1) \cdot (v_0 + 0,59 \cdot T)}{2 \cdot F_{osc}}$$

Пример за пресмятане на измерваното разстояние с температурна корекция без отчитане на апаратната грешка:

При известни стойности за:

1) $T = 18,5$ $^\circ\text{C}$; 2) $R = 0$; 3) $ICR1 = 50000$;

разстоянието D_1 се изчислява по формула (4):

$$D_1 = \frac{(0 + 50000) \cdot (331,2 + 0,59 \cdot 18,5)}{2 \cdot 16000000} = 0,5345546875 \text{ m}$$

За стойност $ICR1=50001$ (с единица по-голяма от израза за D_1), за разстоянието D_2 се получава $0,5345653786$ m.

Разликата между разстоянията D_1 и D_2 представлява теоретичната точност на измерване, която съответства на най-младшия бит на таймера, а тя е $0,0000106911$ m.

При действителното измерване на разстояние според алгоритъма от фиг. 3.1 на цифровото устройство при същите известни стойности без корекция от измереното разстояние, се получава следния резултат: „ $D = 0.53,3:124$ “. Разликата между него и изчисленото разстояние по формула (4) е в следствие от работата с цели числа при пресмятането и закръглянето им, тъй като в набора инструкции на микроконтролера няма такива за работа с дробни числа. Тази грешка е $0,0014306875$ m. Последната може да се намали, като се заложат в софтуера функции за обработка на дробни числа.

Тъй като грешката от най-младшия бит на таймера (пресметната по-горе) е пренебрежимо малка, определяща за резултата е тази, в следствие от пресмятането по алгоритъма (фиг. 3.1).

РЕЗУЛТАТИ

Резултатите от измерванията са представени в таблица 1. За шест различни разстояния са направени по десет измервания с цифровото устройство. Освен тези данни, таблицата съдържа: средни стойности за отделните разстояния, абсолютни грешки на отделните измервания, квадратите на абсолютните грешки и тяхната сума, средна квадратична и относителна грешки за всяко от разстоянията.

От сумираните и разделени на десет стойности за отделните разстояния се получава *средната стойност*. Напр. за разстояние 0,100 m, тя е 0,106669.

Абсолютната грешка за всяко измерване се получава, като от всяка измерена стойност изваждаме *средната*. Напр. за разстояние 0,100 m, за първото измерване, тя е 0,00294.

За пресмятането на *средната квадратична грешка* е необходимо да се намери корен квадратен от сумата от квадратите на *абсолютните грешки* за измерванията за дадено разстояние и се раздели на техния брой.

Относителната грешка се получава като се раздели получената *средна квадратична грешка* на *средната стойност* за дадено разстояние.

Относителната грешка в проценти се получава след умножение на *относителната грешка* по 100.

Данните в таблица 1 са в метри.

След анализ на резултатите от таблица 1 се вижда, че измерените с

Таблица 1. Данни от измерванията за материал стъкло и изчисления за средна стойност, абсолютна грешка, средна квадратична грешка и относителна грешка

Table 1. Data from the measurements for material glass and calculations for mean value, absolute error, mean quadratic error and relative error

Разстояние Измерване №	0,100 m	Абс. гр. ΔX10	0,200 m	Абс. гр. ΔX20	0,215 m	Абс. гр. ΔX21.5
1	0,10373	0,00294	0,20756	-0,00333	0,21970	-0,00064
2	0,10936	-0,00269	0,20861	-0,00438	0,21860	0,00046
3	0,10377	0,00290	0,20355	0,00068	0,21972	-0,00066
4	0,10826	-0,00159	0,20535	-0,00112	0,21860	0,00046
5	0,10376	0,00291	0,20137	0,00286	0,21970	-0,00064
6	0,10932	-0,00265	0,20539	-0,00116	0,21862	0,00044
7	0,10717	-0,00050	0,20028	0,00395	0,21970	-0,00064
8	0,10375	0,00292	0,20533	-0,00110	0,21864	0,00042
9	0,10820	-0,00153	0,20241	0,00182	0,21869	0,00037
10	0,10937	-0,00270	0,20248	0,00175	0,21862	0,00044
Средна стойност	0,106669		0,204233		0,219059	
Средна квадратична грешка	7,7920E-04		8,0438E-04		1,6698E-04	
Относителна грешка, %	7,3049E-01		3,9385E-01		7,6224E-02	

Таблица 1. Данни от измерванията за материал стъкло и изчисления за средна стойност, абсолютна грешка, средна квадратична грешка и относителна грешка (продължение)

Table 1. Data from the measurements for material glass and calculations for mean value, absolute error, mean quadratic error and relative error (continuation)

Разстояние Измерване №	0,300 m	Абс. гр. ΔX30	0,500 m	Абс. гр. ΔX50	0,505 m	Абс. гр. ΔX50.1
1	0,30626	0,00066	0,50047	0,00107	0,51551	-0,00160
2	0,30840	-0,00148	0,50154	0,00000	0,51047	0,00344
3	0,30623	0,00069	0,50155	-0,00001	0,51440	-0,00049
4	0,30736	-0,00044	0,50155	-0,00001	0,51535	-0,00144
5	0,30626	0,00066	0,50151	0,00003	0,51550	-0,00159
6	0,30739	-0,00047	0,50263	-0,00109	0,51152	0,00239
7	0,30627	0,00065	0,50152	0,00002	0,51552	-0,00161
8	0,30734	-0,00042	0,50154	0,00000	0,51372	0,00019
9	0,30629	0,00063	0,50153	0,00001	0,51550	-0,00159
10	0,30736	-0,00044	0,50156	-0,00002	0,51157	0,00234
Средна стойност	0,306916		0,501540		0,513906	
Средна квадратична грешка	2,2675E-04		1,5281E-04		5,9648E-04	
Относителна грешка, %	7,3879E-02		3,0468E-02		1,1607E-01	

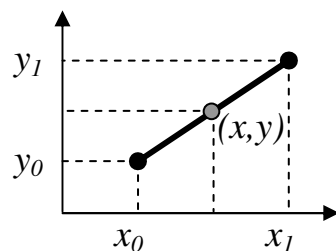
устройството разстояния са по-големи от измерените разстояния с инкрементална линия (с точност 20 μm). Поради това стойността на грешката, която е в зависимост от измереното разстояние се **изважда** от резултата (R) и се определя чрез *линейна интерполация*.

ЛИНЕЙНА ИНТЕРПОЛАЦИЯ МЕЖДУ ДВЕ ИЗВЕСТНИ ТОЧКИ

Интерполацията е процес на определяне на междинна стойност от две известни стойности.

Ако две известни точки са зададени с техните координати, линейният интерполант е права линия между тези точки [6]. За стойността x в интервала, стойността y по тази права линия се получава от формула (5)

$$(5) \quad \frac{y - y_0}{y_1 - y_0} = \frac{x - x_0}{x_1 - x_0},$$



Фиг. 5. Намиране на стойността на y според стойността на x чрез линейна интерполация

Fig. 5. Obtaining of the value of y according the value of x by means of linear interpolation

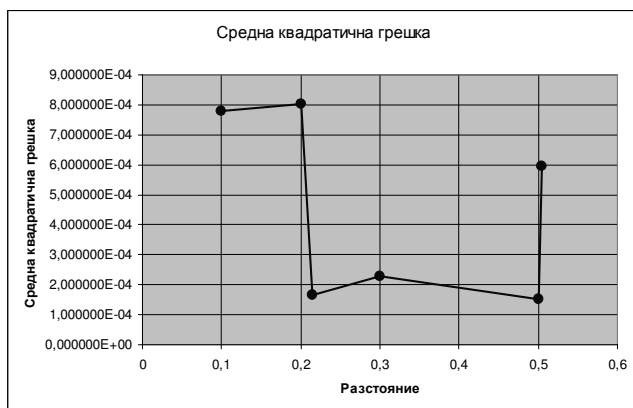
което може да бъде получено графично от фиг. 5.

Намирането на y при известно x се извършва с помощта формула (6)

$$(6) \quad y = y_0 + (x - x_0) \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0},$$

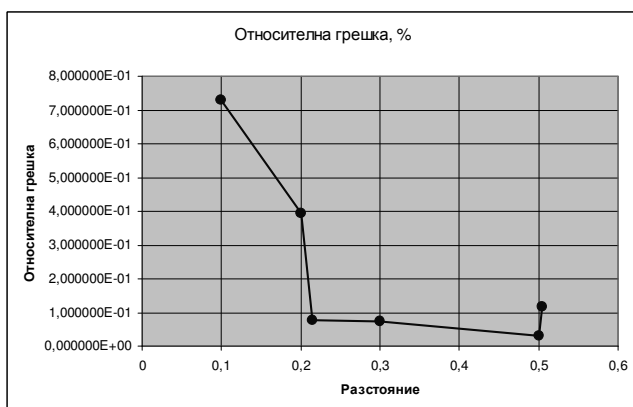
която всъщност е формулата за линейната интерполация в

интервала. Извън този интервал формулата е идентична с линейната екстраполация.



Фиг. 6. Зависимост на средната квадратична грешка от измерваното разстояние

Fig. 6. Relation of the mean quadratic error from the measured distance



Фиг. 7. Зависимост на относителната грешка от измерваното разстояние

Fig. 7. Relation of the relative error from the measured distance

разстояние.

Повишаване на точността на измерваното разстояние може да се постигне:

- чрез избор на друг микроконтролер (таймер) с по-висока тактова честота за един и същ времеви интервал ще се отчитат по-голям брой импулси;
- чрез увеличаване на паметта на устройството ще е възможно да се увеличи размера и броя на предварително записаните данни за корекция, което определя по-точно зависимостта на грешката от измерваното разстояние;
- за увеличаване на точността е възможно да се представят с по-висока разрядност само някои характерни точки от зависимостта на грешката от разстоянието, а за останалите точки да се съхранява в паметта само разликата от тях.
- възможно е също намаляването на изчислителната грешка чрез добавяне в софтуера на функции за обработка на дробни числа.

На фиг. 6 е представено изменението на средната квадратична грешка, а на фиг. 7 – на относителната грешка, като зависимости от измерваното разстояние в метри според данните от таблица 1 след приложена линейна интерполация.

От тези графични зависимости може да направи извода, че най-малка грешка се получава, когато измерваното разстояние е по-голямо от 0,2 m. Максимална е грешката при измерено разстояние 0,1 m, което е най-близко до мъртвата зона на устройството.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложеното цифрово устройство е тествано за измерване на разстояние от 0,1 – 0,6 m.

Чрез реализирането на друг метод за интерполация е възможно по-точно да се опише зависимостта на грешката от измерваното

ЛИТЕРАТУРА

1. Шаламанова, Е. (2007). Измерване на дължини-непосредствени и посредствени методи. Далекомери. (6-2/13). http://mgu.bg/drugi/ebooks/shalamanova/G_6.ppt (19 Nov 2007).
2. Atmel Corporation. (2003). ATmega8(L)-16PI. http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/2486S.pdf (25 Oct 2007).
3. Dallas Semiconductors. (2007). DS18S20 High Precision 1-Wire Digital Thermometer. <http://www.maxim-ic.com.cn/pdfserv/en/ds/DS18S20.pdf> (30 Oct 2007).
4. Бабиков, О. И. Ультразвуковые приборы контроля. Л., Машиностроение, 1985.
5. Baltes, H., W. Göpel, J. Hesse. Sensors Update. Volume 3. Sensor Technology-Applications-Markets. Weinheim-Berlin-New York-Chichester-Brisbane-Singapore-Toronto, Wiley-VCH Verlag GmbH, 1998.
6. Wikipedia. Linear interpolation. (9 Oct 2007). http://en.wikipedia.org/wiki/Linear_interpolation (19 Nov 2007).

DESIGNING OF DEVICE FOR MEASUREMENT OF DISTANCE

Raycho Ilarionov, Ivan Simeonov, Hristo Kilifarev

Summary

It is presented designing of a device for measurement of distance to immobile objects by means of ultrasound. For this purpose a sound echolocation principle. A synthesis of principal electrical scheme of the device with microcontroller ATmega8 and LCD display for visualization, and description of the principle of the scheme work is made. The transmitter and the receiver of ultrasound waves are piezoceramic transducers. There is correction over the speed of ultrasound waves in relation from the temperature of the medium for spreading, and correction according set in the memory values for the measurement error for different distances. An algorithm for work of the device and a programming support are developed. The data from the measurements with the digital device and the calculations for the errors are presented. The presented data are compared with the measurements from incremental line with accuracy 20 μm . There are made conclusions for increasing of measurements accuracy.

доц. д-р инж. **Райчо Иларионов**
Технически университет – Габрово,
катедра „Компютърни системи и
технологии“,
5300 Габрово, ул. „Х. Димитър“ 4
e-mail: ilar@tugab.bg

Raycho Ilarionov, Ph.D., Assoc. Prof.,
Technical University of Gabrovo,
Department of Computer Systems and
Technologies,
5300 Gabrovo, 4, H. Dimitar str.,
e-mail: ilar@tugab.bg

д-р инж. **Иван Симеонов**, гл. асистент
Технически университет – Габрово,
катедра „Компютърни системи и
технологии“,
5300 Габрово, ул. „Х. Димитър“ 4
e-mail: isim@mail.bg

Ivan Simeonov, Ph. D., Ass. Prof., Eng
Technical University of Gabrovo,
Department of Computer Systems and
Technologies,
5300 Gabrovo, 4, H. Dimitar str.,
e-mail: isim@mail.bg

инж. **Христо Килифарев**, ст.
асистент, Технически университет –
Габрово, катедра „Автоматика,
информационна и управляваща
техника”,
5300 Габрово, ул. „Х. Димитър” 4
e-mail:hri_100@abv.bg

Hristo Kilifarev, Ass. Prof., Eng
Technical University of Gabrovo,
Department of Automation, Information And
Control Systems
5300 Gabrovo, 4, H. Dimitar str.,
e-mail: hri_100@abv.bg