

УТВЕРЖДАЮ
Проректор-директор ИНК

_____ Бориков В.Н.
« ___ » _____ 2015 г.

С.Е. Комаров, Цзюй Янян

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ЭХОЛОКАТОР

Методические указания к выполнению лабораторной работы
по курсу «Электронные приборы и устройства» для студентов I курса
магистратуры,
обучающихся по направлению 11.04.04
«Электроника и микроэлектроника»

Издательство
Томского политехнического университета
2015

УДК 000000
ББК 00000
А00

Комаров С.Е.

А00 Ультразвуковой эхолотатор: методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу «Электронные приборы и устройства» для студентов I курса магистратуры, обучающихся по направлению 140600 «Электроника и нанoeлектроника» / С.Е. Комаров, Цзюй Янян ; Томский политехнический университет. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 5 с.

УДК 000000
ББК 00000

Методические указания рассмотрены и рекомендованы
к изданию методическим семинаром кафедры
Промышленной и медицинской электроники ИНК
« 10 » октября 2014 г.

Зав. кафедрой <название кафедры>
кандидат технических наук

_____ *Ф.А. Губарев*

Председатель учебно-методической
комиссии

_____ *А.И. Васенькин*

Рецензент

Профессор кафедры ПМЭ А.И. Солдатов

© ФГАОУ ВО НИ ТПУ, 2015
© С.Е. Комаров, Цзюй Янян

Введение.

Учебно-методическое пособие предназначено для самостоятельной подготовки студентов направлений 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» к проведению лабораторной работы по курсу «Электронные приборы и устройства». Пособие содержит методические рекомендации к выполнению лабораторной работы «Ультразвуковой эхолотатор».

Лабораторная работа «Ультразвуковой эхолотатор»

Цель работы: ознакомление студентов с ультразвуковым методом эхолокации, определение основных характеристик, оказывающих влияние на результаты измерения.

Описание установки.



Рис.1

Ультразвуковой эхолотатор сделан на основе датчика HC SR04 контроллера ATTINY13a, который генерирует импульсы запуска излучения с частотой повторений в 60 миллисекунд.

На выход ECHO выведен сигнал, длительность которого пропорциональна измеряемой длине. Чтобы узнать измеренное расстояние в сантиметрах нужно длительность сигнала в микросекундах поделить на 58. К выходу AMP подключен выход встроенного в модуль усилителя.

Теоретические сведения.

Скорость звука — скорость распространения упругих волн в среде, как продольных, так и поперечных. Определяется упругостью и плотностью среды. В газах зависит от температуры вещества. В воздухе нет зависимости от частоты и амплитуды.

Формула, для определения скорости звука в воздухе:

$$c = \sqrt{\frac{\gamma k T}{m}} = \sqrt{\frac{\gamma R T}{M}} = a \sqrt{T} (1)$$

где γ – показатель адиабаты: $5/3$ для одноатомных газов, $7/5$ для двухатомных (и воздуха), R – универсальная газовая постоянная, k – постоянная Больцмана, T – абсолютная температура (Кельвин), m – молекулярная масса, M – молярная масса.[3]

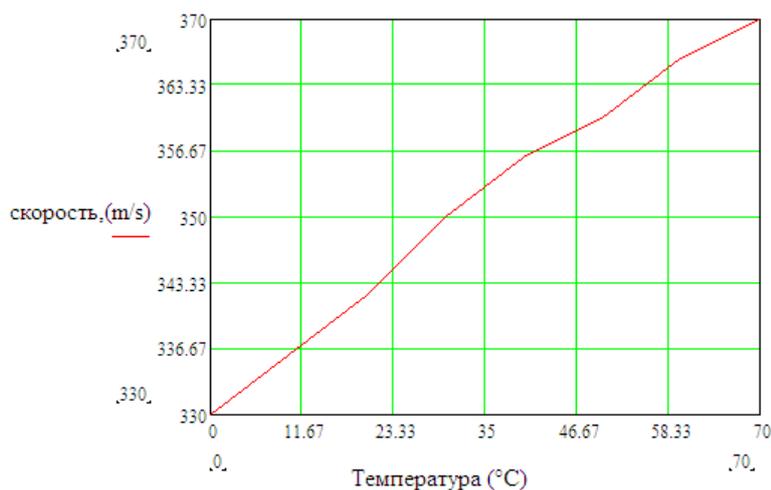


Рис. 2[1]

Существенное влияние на точность эхолокации оказывает затухание сигнала в воздухе. В отличие от скорости, затухание зависит от частоты.

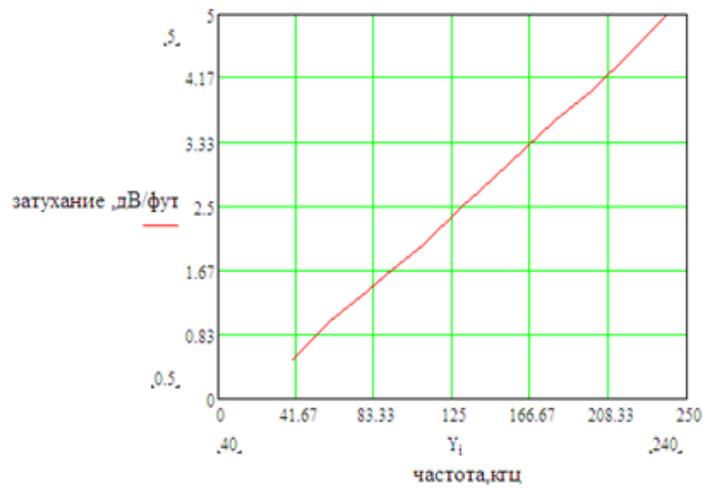


Рис.3[1]

Коэффициент затухания отражает быстроту убывания амплитуды с течением времени.[2] Если обозначить время, в течение которого амплитуда уменьшается в $e = 2,718$ раза, через τ , то:

$$S = \frac{1}{\tau}.$$

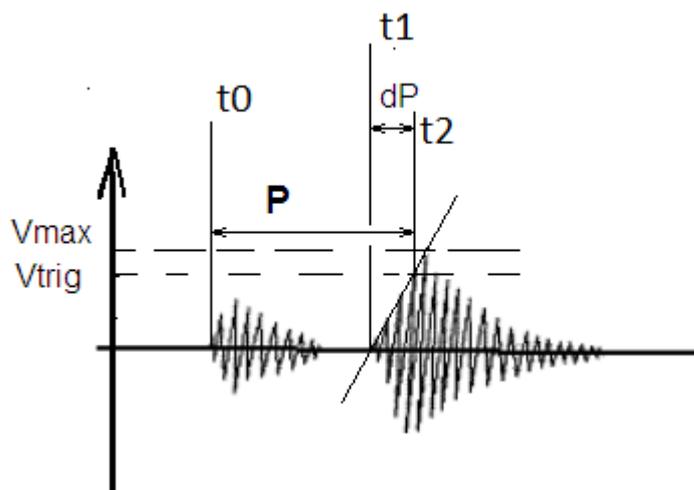


Рис.4

На рисунке 4 представлена типичная осциллограмма, снятая с выхода АМР. Видно, что в начальный момент времени при генерации сигнала, из-за неидеальной акустической развязки излучателя и приемника часть сигнала «пролезает» на вход приемника, можно считать, что момент времени t_0 является началом отправки тестового сигнала по воздушной среде. Так как ультразвуковой пьезоэлектрический приемник является резонансной системой, а отделяется сигнал от шума с помощью компаратора, видно, что несколько полуволн не были зарегистрированы, что открывает огромное число возможностей для разработки математических методов увеличения точности сонаров. Например, можно аппроксимировать увеличение амплитуды сигнала прямой

$$y = Ax + B$$

Где B - момент времени t_1 , A – тангенс угла наклона касательной.

Программа работы.

1.Измерение скорости звука.

Схема эксперимента:

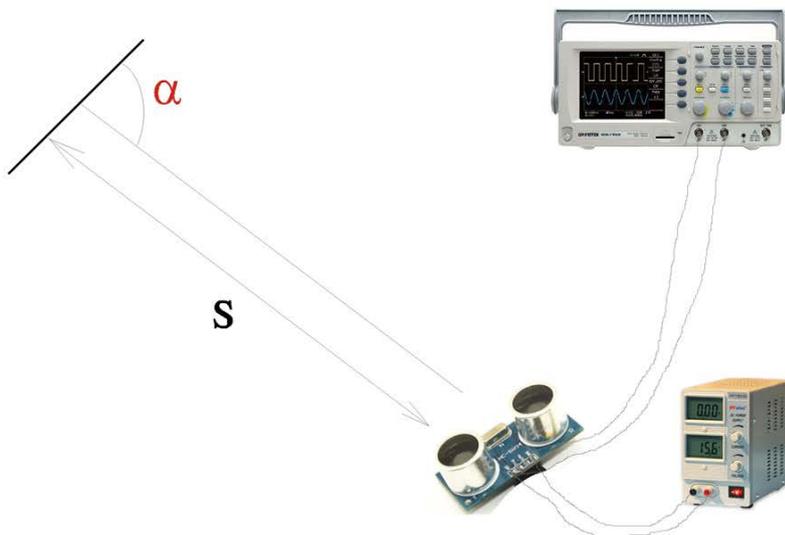


Рис. 5

Для определения скорости звука понадобятся следующие инструменты -

- 1) Ультразвуковой эхолотатор на основе HC-SR04
- 2) Двухканальный осциллограф
- 3) Источник постоянного напряжения 5 Вольт
- 4) Термометр
- 5) Рулетка/линейка

Ход работы :

1. Подать на дальномер питание 5В
2. Подключить оба канала осциллографа — синхронизацию поставить по каналу подключенному к выходу ECHO, канал подключенный к выходу AMP перевести в режим “АС”
3. Установить отражатель на расстоянии 50 см от излучателя.
4. Провести измерения времени задержки сигнала, результаты занести в таблицу, зарисовать сигнал с выхода AMP, уточнить время задержки сигнала аппроксимацией максимумов осциллограммы.
5. Изменить расстояние, повторить измерения 4-5 раз
6. Рассчитать скорость звука по полученным данным, усредненное значение сравнить с вычисленным по формуле (1)

Измерение расстояния, затухания, построение диаграммы направленности.

1. Пользуясь той же схемой подключения, что и для измерения скорости звука, проведите измерения расстояния. Оцените ослабление амплитуды сигнала с увеличением расстояния. Заполнить таблицу, построить графики, которые укажет преподаватель.

№	S, см измерено рулеткой	P, мкс	Vmax, мВ	dP, мкс	S1, рассчи тано по P	Погреш ность,%	S2, рассчи тано по P-dP	Погреш ность, %
1								
2								
3								
4								
5								

Контрольные вопросы

1. Зависит ли скорость звука от влажности воздуха?
2. Датчик собран на основе схемы с отдельным излучателем и приемником. Также возможна схема с совмещенными узлами. В чем различия этих схем, опишите их недостатки и достоинства.

Справочная информация :

$$\underline{R = 8.3144621 \text{ м}^2 \text{ кгс}^{-2} \text{ К}^{-1} \text{ Моль}^{-1}}$$

$$\underline{M = 29 \text{ г/Моль (для воздуха)}}$$

Список источников

1. Барбенец А. Ультразвуковые преобразователи фирмы Sencera. Компоненты и технологии №3, 2004, стр 29-30.
2. ru.wikipedia.org/wiki/Звук
3. [ru.wikipedia.org/wiki/Скорость звука](http://ru.wikipedia.org/wiki/Скорость_звука)