

ВИМІРЮВАЧ ШУМОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У даній роботі запропоновано вимірювач шумового забруднення, який використовується для контролю рівня шуму на виробництві та у навколишньому середовищі. Запропонована реалізація може забезпечити високу точність вимірювань в широкому діапазоні частот звукових хвиль та характеризується порівняно низькою вартістю елементної бази.

Ключові слова: ультразвуковий контроль, вимірювач шумів, звукова хвиля.

Annotation

This paper proposes a noise pollution meter, which is used to control noise levels in production and the environment. The proposed implementation can provide high measurement accuracy over a wide range of sound wave frequencies and is characterized by a relatively low element base cost.

Keywords: ultrasonic control, noise meter, sound wave.

Вступ

Під шумовим забрудненням розуміють перевищення природного рівня шуму на робочих місцях [1], в населених пунктах [2-3] та інших місцях. Найбільш шкідливий вплив викликає шум в діапазоні частот 3000-5000 Гц. Стан страху, тривоги викликає інфразвук на частотах 6-8 Гц. При досягненні інтенсивності шуму 90-100 дБ спостерігається підвищена стомлюваність людини, зниження розумової активності, зниження продуктивності праці (до 40-70%), тощо [4]. Дуже сильний шум (понад 110 дБ) веде до так званого шумового "сп'яніння". Прикладом джерела шуму може слугувати сміттєвоз [5-8], оснащений двигуном внутрішнього згорання та технологічним обладнанням. При рівні шуму понад 160 дБ може відбутися розрив барабаних перетинок. Найбільш небезпечно тривала дія шуму, при якому можливий розвиток шумової хвороби – загального захворювання організму з переважним ураженням органів слуху, центральної нервової і серцево-судинної систем [9].

Основна частина

Розглянемо докладніше структурну схему вимірювача представленого на рис. 1. Невід'ємною частиною структурної схеми буде електроакустичний перетворювач або мікрофон. Після того, як мікрофон перетворює сигнал в електричний, він повинен бути посилений до вхідного рівня АЦП. Посилення сигналу і виділення корисного сигналу здійснюється за допомогою каналу нормалізації. Наступна ланка включає АЦП, який перетворює аналоговий сигнал в цифровий, а також блок управління, який отримує цифровий сигнал від АЦП і виводить результат вимірювання на цифровий індикатор або, якщо це буде потрібно, через Wi-Fi модуль передає дані до будь-якої підключеної мережі для подальшого аналізу даних. Представлена схема базується на встановлених параметрах роботи, а її структура пояснюється принципами проведення даного роду досліджень.

По-перше, частота вхідного сигналу від 10 Гц до 20 кГц, а отже необхідно використовувати два фільтри: ФНЧ і ФВЧ, загальна характеристика яких буде аналогічна характеристиці смугового фільтра.

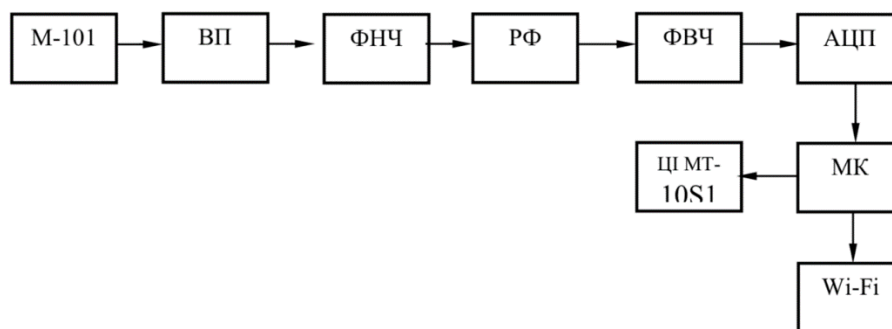


Рис. 1 – Функціональна схема вимірювача шуму

На рис. 1 представлено: ВП – вимірювальний підсилювач, ФНЧ – фільтр нижніх частот, РФ - режекторний фільтр, ФВЧ та ФНЧ – фільтри верхніх та нижніх частот відповідно, АЦП - аналого-цифровий перетворювач, МК – мікроконтролер.

До того ж виникає необхідність у використанні високочутливого мікрофону, тому запропонована модель М-101, що володіє необхідними параметрами. Режекторний фільтр необхідний для придушення частоти в 50 Гц. По-друге, основна похибка не більше 1%, отже, необхідно використовувати високоточний вимірювальний підсилювач.

Рідкокристалічний модуль МТ-10S1 складається з БІС контролера управління та РК панелі. Модуль випускається зі світлодіодним підсвічуванням. Модуль дозволяє відобразити 1 рядок з 10 символів. Символи відображаються в матриці 5×8 точок. Між символами є інтервали шириною в одну відображену точку.

Тип Wi-Fi модуля ESP-01. Завдяки даному модулю реалізується вебінтерфейс пристрою. Як керуючий прилад застосовується персональний комп'ютер або мікроконтролер, що має UART інтерфейс. Якщо комп'ютер не має СОМ-порту, то застосовується перетворювач USB-COM. Програму, яка керує роботою модуля можна оновити з сайту виробника або розробити власне рішення. ESP-01 поставляється із передвстановленим програмним забезпеченням, яке забезпечує роботу в режимі моста UART-Wi-Fi для підключення до мікроконтролера, в тому числі і сімейства Arduino [10, 11].

Однією з основних переваг такого вимірювача є низька, порівняно з аналогами, похибка вимірювання (0,6%, але не більше 1 відсотка). Враховуючи, що діапазон вимірювання складає від 20 до 150 дБ, то можна розрахувати, похибку при максимальному рівні шуму за допомогою виразу:

$$x = \frac{P_{\max} \cdot \Delta_{\text{відносна}}}{100\%} = \frac{150 \cdot 0,6}{100} = 0,9(\text{дБ}).$$

Складовими частинами такої похибки є: похибка датчика, похибка підсилювача та похибка АЦП. Запропонована точність дозволить ефективно керувати рівнем шуму у навколишньому середовищі, місцях роботи та проживання.

Висновки

У роботі описано структуру вимірювача шумового забруднення навколишнього середовища високого класу точності (не більше 1 дБ), що реалізується на операційних підсилювачах ФВЧ, ФНЧ та керуючих мікроконтролерних схемах. Дана структурна схема характеризується простотою виконання і відносно невисокою ціною елементної бази. З допомогою даного пристрою можливо здійснювати контроль дотримання шумової гігієни у місцях проживання та роботи людей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Лемешев М. С. Основи охорони праці для фахівців радіотехнічного профілю : навчальний посібник / М. С. Лемешев, О. В. Березюк. – Вінниця: ВНТУ, 2007. – 108 с.
2. Березюк О. В. Безпека життєдіяльності : практикум / О. В. Березюк, М. С. Лемешев, І. В. Заюков, С. В. Королевська. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 99 с.
3. Березюк О. В. Безпека життєдіяльності : навчальний посібник / О. В. Березюк, М. С. Лемешев. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 204 с.
4. Суворов Г. А. Гигиеническое нормирование производственных шумов и вибраций / Г. А. Суворов, Л. Н. Шкаринов, Э. И. Денисов. – М. : Медицина, 1984. – 240 с.
5. Березюк О. В. Вплив характеристик тертя на динаміку гідроприводу вивантаження твердих побутових відходів із сміттєвоза / О. В. Березюк, В. І. Савуляк // Проблеми тертя та зношування. – 2015. – № 3 (68). – С. 45-50.
6. Berezyuk O. V. Dynamics of hydraulic drive of hanging sweeping equipment of dust-cart with extended functional possibilities / O. V. Berezyuk, V. I. Savulyak // TENNOMUS. – Suceava, Romania, 2015. – No. 22. – P. 345-351.
7. Попович В. В. Ефективність експлуатації сміттєвозів у середовищі "місто-сміттєзвалище" / В. В. Попович, О. В. Придатко, М. І. Сичевський та ін. // Науковий вісник НЛТУ України. – 2017. – Т. 27, № 10. – С. 111-116.
8. Berezyuk O. Approximated mathematical model of hydraulic drive of container upturning during loading of solid domestic wastes into a dustcart / O. Berezyuk, V. Savulyak // Technical Sciences. – Olsztyn, Poland, 2017. – No. 20 (3). – P. 259-273.
9. Березюк О. В. Застосування комп'ютерних технологій під час вивчення студентами дисциплін циклу безпеки життєдіяльності / О. В. Березюк // Педагогіка безпеки : міжнародний науковий журнал. – 2016. – № 1 (1). – С. 6-10.
10. Bereziuk O. Ultrasonic microcontroller device for distance measuring between dustcart and container of municipal solid wastes / O. Bereziuk, M. Lemeshev, V. Bogachuk, W. Wójcik, K. Nurseitova, A. Bugubayeva // Przegląd Elektrotechniczny. – Warszawa, Poland, 2019. – No. 4. – Pp. 146-150. – <http://dx.doi.org/10.15199/48.2019.04.26>
11. Bereziuk O. V. Means for measuring relative humidity of municipal solid wastes based on the microcontroller Arduino UNO R3 / O. V. Bereziuk, M. S. Lemeshev, V. V. Bohachuk, M. Duk // Proceedings of SPIE, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High Energy Physics Experiments 2018. – 2018. – Vol. 10808, No. 108083G. – <http://dx.doi.org/10.1117/12.2501557>

Андрій Станіславович Луцишин – студент групи ІТТ-19м, факультет інфокомунікацій радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: tkp15b.lutsyshyn@gmail.com.

Науковий керівник: **Березюк Олег Володимирович** – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: berezyukoleg@i.ua.

Andrii S. Lutsyshyn – student Faculty of information communications, radioelectronics and nanosystems, group ІТТ-19m, Vinnytsia National Technical University. e-mail: tkp15b.lutsyshyn@gmail.com.

Supervisor: **Bereziuk Oleg V.** – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of the Chair of Life Safety and Safety Pedagogics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: berezyukoleg@i.ua.