

Компютърно базирана система за мониторинг на параметри на въздушната среда в затворени помещения

Звездица Ненова, Георги Георгиев, Стефан Иванов

***Computer-based System for Monitoring of Indoor Air Parameters:** The monitoring and control of indoor air quality is an important task for ensuring the safety and health of people. The present work proposes a computer-based system for measuring temperature and relative humidity and detection of gas pollutants in the air environment. A sensor module for monitoring the above-mentioned parameters has been developed. For its control and for acquiring data from the sensing elements Arduino module has been used. The measurement and monitoring of signals from the sensor module has been carried out using LabVIEW-virtual instrument and serial communication. The measured data has been stored in MySQL database.*

Key words: computer-based system; sensor module; Arduino module; air quality; LabVIEW

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Системното и продължително излагане на въздействието на вредни емисии на газове замърсители може да причини различни заболявания и редица увреждания на човешкото здраве. Ако температурата и относителната влажност на въздуха не бъдат поддържани в нормални граници, то това може да доведе до формирането на среда с преохлаждащ или прегряващ микроклимат. Ето защо следенето и контрола на параметри на въздушната среда в затворени помещения е важна задача при осигуряване на здравословни и безопасни условия на труд на работното място, комфорт и почивка у дома [1-4].

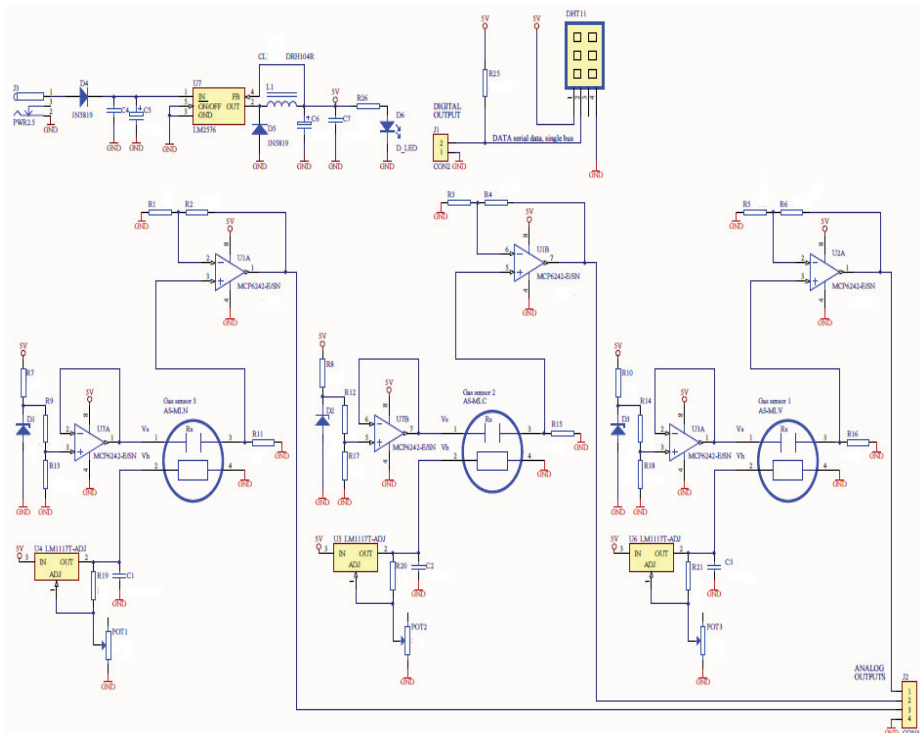
Съвременните системи за мониторинг на параметри на въздуха включват контрола на редица входни величини, изграждат се на основата на иновативни технически решения с интерактивно представяне на измервателната информация при съответна сигурност на съхранение на данните [5, 6].

В настоящата работа са представени сензорен модул за температура, относителна влажност и газов състав на въздуха и компютърно базирана система за включването му посредством измервателен модул от платформата Arduino. Системата дава възможност за събиране, съхранение на данните и реализиране на мониторинг и контрол на параметри на въздушната среда посредством LabVIEW-виртуални инструменти и MySQL-управление на бази от данни.

2. СЕНЗОРЕН МОДУЛ ЗА ТЕМПЕРАТУРА, ОТНОСИТЕЛНА ВЛАЖНОСТ И ГАЗОВИ ЗАМЪРСИТЕЛИ НА ВЪЗДУШНАТА СРЕДА

Сензорният модул е разработен на основата на комбиниран сензор за температура и относителна влажност тип DHT11 с калибриран цифров изход [7] и металооксидни газови сензори тип AS-MLV за летливи органични съединения (VOCs), AS-MLC за въглероден оксид (CO) и AS-MLN за азотен диоксид (NO₂) на фирмата AppliedSensor [8-10]. Газовите сензори са снабдени със специално мембранно покритие, предпазващо ги от външни химически въздействия.

Предвидена е възможност за връзка на сензорния модул с един от цифровите и три от аналоговите входове на модул Arduino Mega 2560 [11]. Схемата на сензорния модул е представена на фиг. 1.

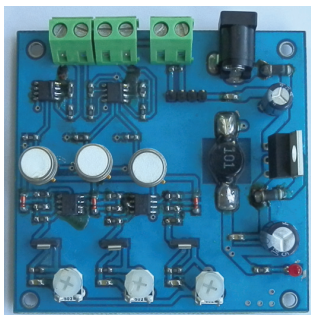


Фиг.1. Схема на сензорен модул за температура, относителна влажност и газове замърсители

Захранващият блок на сензорния модул, осигуряващ напрежение +5V, е реализиран на базата на понижаващ регулатор на напрежение U7 тип LM2576 HVT-5.0 [12]. Използвана е типова схема на включване на комбинирания сензор за температура и влажност DHT11 [7]. Цифровият изход на комбинирания сензор е цифровият изход на сензорния модул.

Посредством линейни регулатори U6, U5 и U4 тип LM 1117IMP-ADJ [13] са зададени работни напрежения 2.7V за сензор AS-MLV и 2.3V за сензори AS-MLC и AS-MLN, съответстващи на температури на подгръване на сензорните нагреватели 320°C и 270°C. Осигурена е възможност за управление на тази температури чрез регулиране на съпротивлението на тримерните елементи POT3, POT2 и POT1. Чувствителните елементи на сензорите AS-MLV, AS-MLC и AS-MLN образуват делители на напрежение чрез допълнителни резистори R16, R15 и R11 със зададени стойности. Опорни напрежения +1.25V към тях се формират с помощта на ценови диоди D3, D2 и D1 тип TZMC2V4-GS08 [14], делители на напрежение и повторители на базата на операционни усилватели U3A, U7B и U1A тип MCP6242-E/SN [15]. Напреженията, формирани върху допълнителните резистори, се подават към неинвертиращи усилватели U2A, U1B и U1A тип MCP6242-E/SN, на изходите на които се формират напреженията, представляващи трите аналогови изхода на сензорния модул.

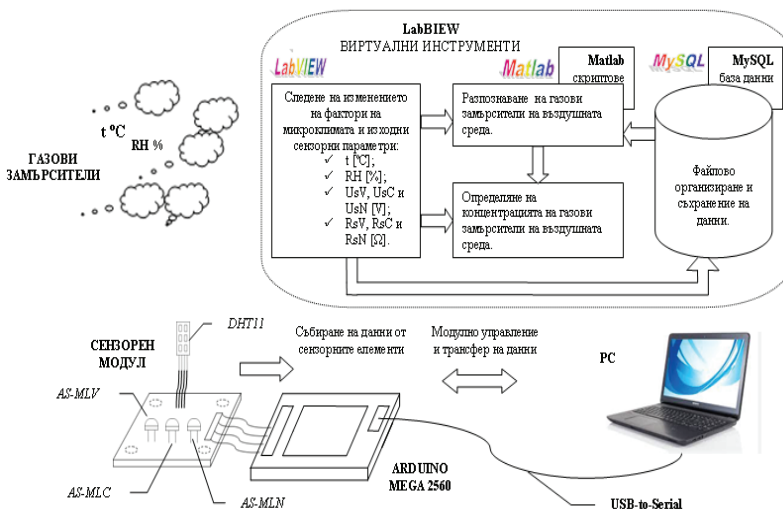
На фиг.2 е представен външния вид на разработения сензорен модул.



Фиг.2. Външен вид на сензорния модул

3. СТРУКТУРА НА КОМПЮТЪРНО БАЗИРАНАТА СИСТЕМА

Структурата на компютърно базираната схема за мониторинг на параметри на въздушната среда е представена на фиг.3.



Фиг.3. Структура на компютърно базирана система за мониторинг на параметри на въздушната среда

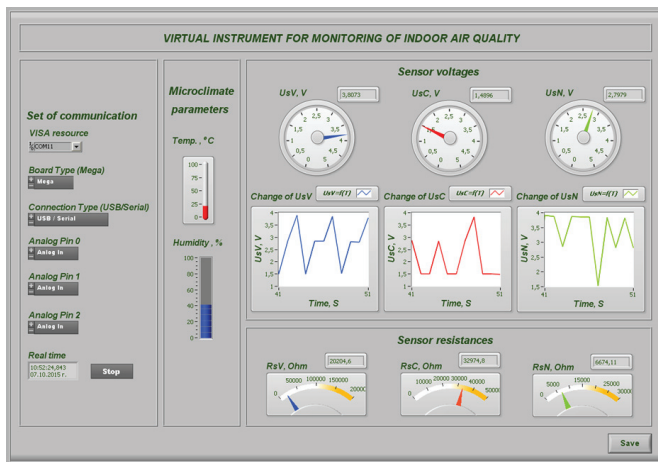
Разработеният сензорен модул се включва към нея посредством модула Arduino Mega 2560. Чрез него се извършва четене на данните от цифровия изход на сензора за температура и влажност DHT11, както и аналогово-цифрово преобразуване на изходните напрежения UsV, UsC, UsN от газовете сензори AS-MLV, AS-MLC и AS-MLN. Трансферът на данни между модула Arduino Mega 2560 и персоналния компютър PC се осъществява по сериен комуникационен интерфейс тип USB-to-Serial.

Посредством виртуални инструменти (ВИ), създадени в среда на продукта LabVIEW, се извършва конфигурирането на модула Arduino Mega 2560, управлението му и събиране на данни за изменението на температура $t^{\circ}\text{C}$ и относителна влажност RH%, за изходните напрежения UsV, UsC, UsN и съпротивления RsV, RsC, RsN на газовете сензори. ВИ дават възможност за

разпознаване на газови замърсители на въздушната среда чрез Matlab скриптове на основата на различни класификатори (изкуствени невронни мрежи - ANN, изкуствени невронни мрежи- размита логика - ANFIS, k-най-близки съседи - k-NN), дърво на решенията - Decision tree и др.), както и определяне на концентрацията на газови замърсители с приложение на апроксимация по метода на най-малките квадрати.

4. ВИРТУАЛЕН ИНСТРУМЕНТ ЗА ИЗМЕРВАНЕ НА ПАРАМЕТРИ НА ВЪЗДУШНАТА СРЕДА

Предният панел на ВИ за управление на измервателен модул Arduino Mega 2560, следене на измененията на t , RH, UsV, UsC, UsN, RsV, RsC, RsN и съхранение на данните в MySQL база данни, е показан на фиг.4.



Фиг.4. Преден панел на ВИ

Чрез контролни елементи се реализират избор и конфигуриране на порт за комуникация, тип Arduino модул, тип комуникационен интерфейс и аналогови входове на модула. Предаването на данни между Arduino Mega 2560 и PC се осъществява с фиксирана скорост от 9600 bps. След стартиране на ВИ се извършва измерване на изходните сигналите от газовите сензори (UsV, UsC и UsN) и пресмятане на сензорните съпротивления (RsV, RsC и RsN). Данните за t и RH се получават след изпращане на команди по програмно заложения 32-ри цифров вход/изход на Arduino модула за комуникация със сензор DHT11. Индикатори на ниво визуализират текущите стойности на параметрите на микроклимата t , °C и RH, %. Посредством аналогови и цифрови индикатори се следят изходните параметри на газовите сензори UsV, V; UsC, V и UsN, V и RsV, Ω; RsC, Ω; RsN, Ω. Чрез виртуални осцилоскопи се визуализират измененията на напреженията UsV, UsC и UsN във времето. Следи се също текущата дата и време на измерването. По избор при натискане на бутон "Save" или "Stop" се извършва съхранение на данните или прекратяване на измерването.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработеният сензорен модул и предложената структура на компютърно базирана система за включването му успешно могат да бъдат използвани при мониторинг и контрол на качеството на въздушната среда както в затворени помещения, така и на открито. С помощта на предложения ВИ се извършва се измерване и следене на температурата, относителната влажност и сигналите от

газовите сензори, както и съхранение на данните в MySQL база данни. Чрез съответни Matlab-скриптове функциите на ВИ могат да се разширяват за решаване задачи за разпознаване на газове, включително в газови смеси, както и за определяне на концентрацията на съответния газозамърсител във въздушната среда.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Health Canada, Environmental and Workplace Health: Residential Indoor Air Quality Guidelines, 2015. <http://www.hc-sc.gc.ca>.

[2] Occupational Safety and Health Administration, Volatile Organic Compounds in Air. United States Department of Labor, 2003. <http://www.osha.gov>.

[3] World Health Organization, Selected Pollutions. Regional Office in Europe, 2010, pp.1-484. <http://www.who.com>.

[4] Илиева Д., Проучване на съобщени професионални болести, свързани с въздействието на физическите фактори на работната среда микроклимат, шум, вибрации и електромагнитни полета, 2008. <http://otgovori.info/profesionalni-bolesti-mikroklimat/>.

[5] AIRCULTY, A Review of the Unique Requirements for a Facility Monitoring System, 2007, pp.1-8. <http://www.airculty.com>.

[6] Workers Compensation Board Agency, Indoor Air Quality: A Guide for Building Owners, Managers and Occupants, 2005, pp.1-50. <http://www.worksafebc.com>.

[7] AOSONG, Temperature and humidity module DHT11 Product Manual, 2013, pp.1-8. <http://www.aosong.com>.

[8] AppliedSensor, VOC sensor, 2013, pp.1-2. <http://www.appliedsensor.com>.

[9] AppliedSensor, Carbon Monoxide Sensor, 2013, pp.1-2. <http://www.appliedsensor.com>.

[10] AppliedSensor, Nitrogen Dioxide sensor, 2013, pp.1-2. <http://www.appliedsensor.com>.

[11] Arduino, Arduino / Genuino Mega 2560, 2015, pp.1-37. <http://www.arduino.cc>.

[12] Texas Instruments, LM2576/LM2576HV Series SIMPLE SWITCHER 3A Step-Down Voltage Regulator, 2013. <http://www.ti.com>.

[13] Texas Instruments, LM1117-N/LM1117 800mA Low-Dropout Linear Regulator, 2013, pp.1-32. <http://www.ti.com>.

[14] VISHAY, Small Signal Zener Diodes, 2012, pp.1-7. <http://www.vishay.com>.

[15] Microchip, MCP6241/1R/1U/2/4 50µA, 550 kH Rail-to-Rail Op Amp, 2008, pp.1-38. <http://www.microchip.com>.

За контакти:

Проф. д-р инж. Звездица Ненова, Катедра "Основи на електротехниката и електроенергетиката", Технически университет - Габрово, тел.: 066/827-376, e-mail: nenova@tugab.bg.

Доц. д-р инж. Стефан Иванов, Катедра "Автоматика, информационна и управляваща техника", Технически университет - Габрово, тел.: 066/827-390, e-mail: st_ivanov@abv.bg.

Ас. инж. Георги Георгиев, Катедра "Основи на електротехниката и електроенергетиката", Технически университет - Габрово, GSM: 0877522029, e-mail: givanow@abv.bg.

Докладът е рецензиран.