

## КОНТРОЛЕР ЗА НАБЛЮДЕНИЕ НА ЕЛЕКТРОМАГНИТНИ ПОЛЕТА

Радослав Симионов, Камен Сейменлийски, Асен Кирилов  
Бургаски свободен университет

## CONTROLLER FOR MONITORING ELECTROMAGNETIC FIELDS

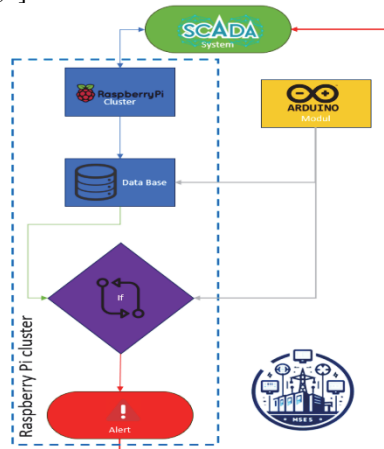
Radoslav Simionov, Kamen Seymenliyski, Asen Kirilov  
Burgas Free University

**Abstract:** To improve monitoring and prevent potential problems in the energy system of residential buildings, this paper describes the development of a monitoring system (Fig. 1) oriented to a 20/0.4 kV substation in a residential building. The system uses an Arduino Nano, separated into a module, equipped with various sensors to monitor parameters and a cluster based on Raspberry Pi, which processes and monitors the state of the substation, ensuring the collection and analysis of data in real time.

**Key words:** EMF, energy system, Arduino.

### Въведение

За да подобрим мониторинга и да предотвратим потенциални проблеми в енергийната система на жилищни сгради, тази статия описва разработването на система за мониторинг (фиг 1), ориентирана към трафопост 20/0.4 кV в жилищна сграда. Системата използва Arduino Nano, обособен в модул, оборудвана с различни сензори за наблюдение на параметрите и клъстер базиран на Raspberry Pi, който обработва и следи състоянието на трафопоста, осигурявайки събирането и анализирането на данни в реално време [1,2,3,4,5].



Фиг. 1. Блокова схема на система за мониторинг

## I. Основни задачи на системата за мониторинг

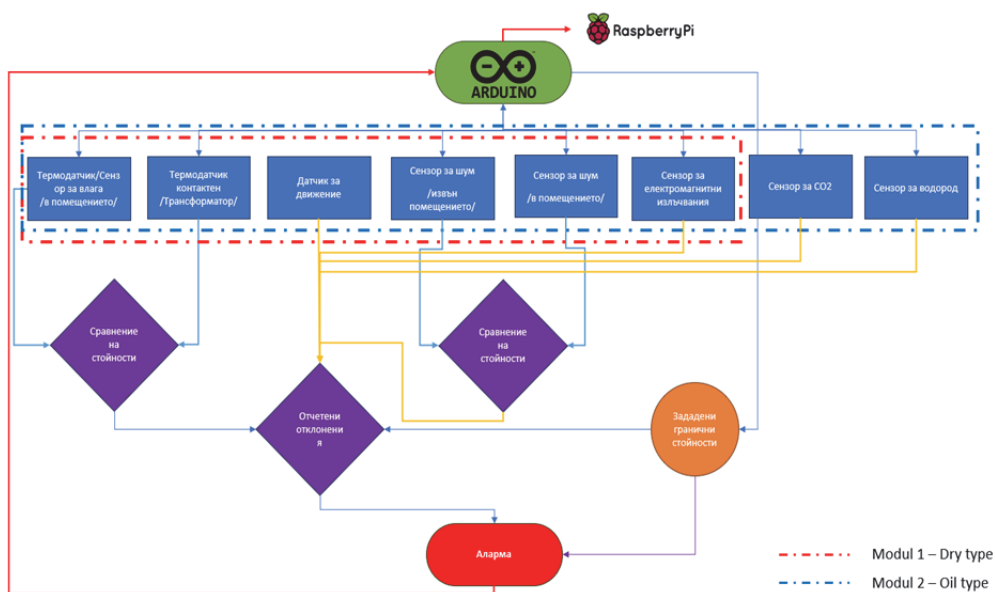
Проектирането и изработването на системата за мониторинг на сградни енергийни системи има следните основни задачи:

- **Събиране на данни от Ардуино модулите:** Системата непрекъснато събира данни от разнообразен набор от сензори, инсталирани в и около трафопоста, които изпраща към клъстера;
- **Идентификация на аномалиите използвайки системната проверка:** Системата използва стойностите, получени от ардуино модула, за идентифициране на потенциални нарушения в работата на трафопоста. В зависимост от комбинацията и стойностите на различните сензори, алгоритъмът различава специфични типове нарушения;
- **Генериране на предупреждения:** След като системата анализира и идентифицира потенциални нередности, на базата на алгоритъма се генерират предупреждения.

Така създадена системата за мониторинг осигурява непрекъснат мониторинг и превенция на проблеми в енергийната система на жилищната сграда, като в реално време дава възможност за бързо реагиране и намаляване на евентуални рискове и загуби.

## II. Структура на модула

Модулната система, базирана на Arduino Nano (фиг. 2), е създадена с цел да осигури ефективен мониторинг и контрол на различни аспекти на сградната среда. Тя интегрира различни сензори и активни компоненти, които позволяват непрекъснато наблюдение и реагиране в случай на откриване на аномалии или опасности.



Фиг. 2 – Блокова схема на Ардуино модул

Модулът, базиран на Arduino Nano, е конструиран с включването на следните компоненти:

1.1. За модул 1 – предназначен за трансформатори сух тип и модул 2 – за маслени трансформатори;

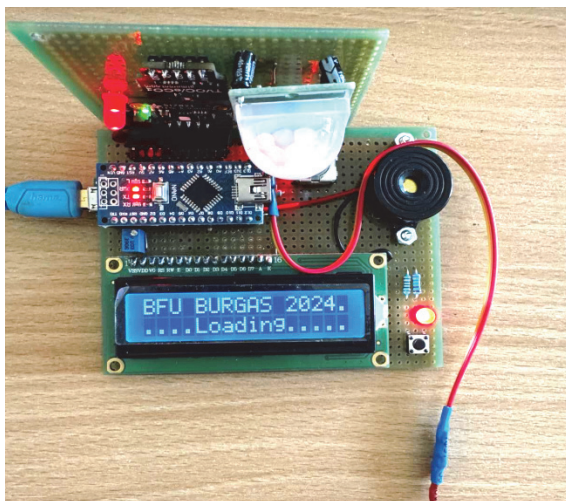
- Два термодатчика (M1, M2);
- Датчик за движение (M1, M2): Разположен в или около трафопоста за детекция на неавторизиран достъп или друга физическа активност;
- Сензор за електромагнитни излъчвания (M1, M2): Измерва нивата на електромагнитни излъчвания, за да гарантира, че те остават в безопасни граници;
- Сензорът за движение (M1, M2) – анализира движенията в района и при установяване на активност от птици или гризачи предупреждава за потенциални заплахи за сигурността и функционирането на трафопоста. Тези животни могат да причинят физически повреди на оборудването, като нарушаване на изолации, блокиране на вентилационни отвори или дори къси съединения, което налага бърза интервенция;
- Два сензора за шум (M1, M2);
- Сензор за въглеродни диоксиди (M2)- монтиран в непосредствена близост до разширителния съд на трансформатора;
- Сензор за водород (M2) – също монтиран в непосредствена близост до трансформатора.

Тези сензори осигуряват всеобхватно покритие на различни аспекти на работата и средата на трафопоста, като дават възможност за ранно откриване на всякакви проблеми или нередности [6,7,8,9].

### III. Резултати

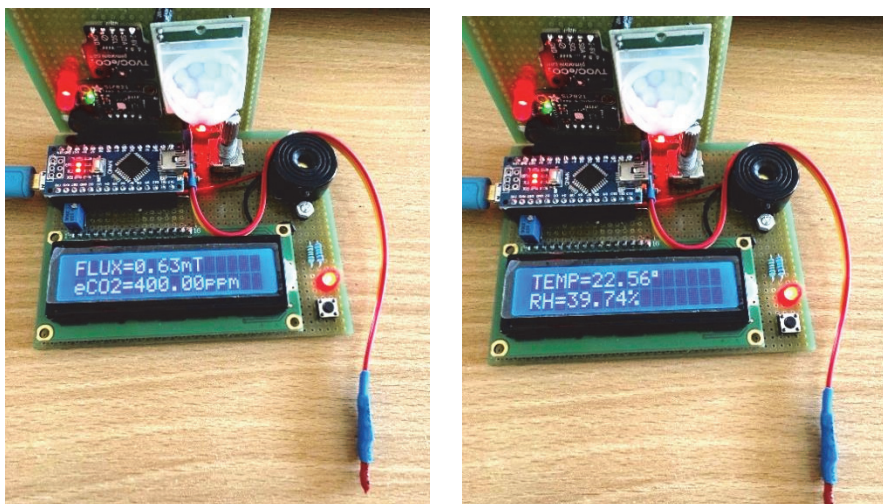
За тестване на системата е създаден комплексен модул, необходим за базови измервания. Тестът на системата, базирана на модул Arduino, е важен етап в процеса на разработка и валидация на функционалността на устройството. За да осигурим надеждност и ефективност, системата се подлага на редица тестове, включващи визуална проверка и интерактивни тестове на софтуера и хардуера.

- Стартиране и зареждане на запамените гранични стойности (Фиг. 3)



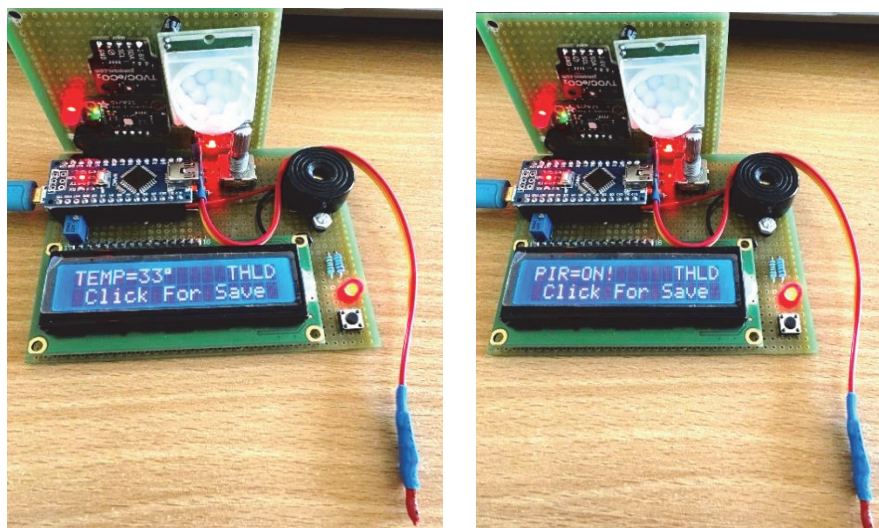
Фиг. 3 - Тест

- Нормална работа на модула – (фиг. 4) показва LCD екрана на модула по време на нормална работа. На екрана са изведени текущите стойности, които сензорите измерват, като температура, ниво на CO<sub>2</sub> и други, според конкретната конфигурация. Този екран служи за наблюдение на стандартните оперативни показатели.



Фиг. 4 – Измерване на температура и ниво на CO<sub>2</sub>.

- Основни настройки на системата – Фиг. 5 показва екрана за основни настройки на системата. Тук може да се види интерфейсът, който позволява на потребителя да конфигурира различни параметри на системата. Този интерфейс дава възможност за настройване на параметрите с оглед адаптиране на системата към специфичните нужди на сградата или процеса.



Фиг. 5 – Визуализация на настройки на системата.

• Режим аларма – Фиг. 4 демонстрира екрана на системата по време на аларма. Екранът показва типа на алармата и сензора, който е отчетел повишени стойности.

Този последователен подход в тестването и демонстрирането на различните етапи от функционалността на системата осигурява, че всички аспекти на устройството са адекватно проверени и готови за експлоатация в реална среда. Така се гарантира, че системата ще функционира ефективно, предоставяйки надежден мониторинг и превенция на вредните въздействия от сградните енергийни системи.

#### **IV. Изводи**

В днешно време, когато енергийните системи играят ключова роля във функционирането на сградите, е от съществено значение да се разработват и внедряват ефективни системи за мониторинг и сигнализация. В представения доклад са разгледани два основни аспекта: разработката на система за мониторинг на сградни енергийни системи и система за сигнализация за контрол и намаляване на вредните въздействия. Разработката на система за мониторинг на сградни енергийни системи представлява важна стъпка към оптимизирането на енергийната ефективност и подобряване на управлението на енергийните ресурси в сградни системи. Този система предоставя цялостен мониторинг на състоянието в енергийните системи и позволява бърза реакция при констатиране на проблеми или неизправности.

#### **Литература:**

- [1]. Zaryabova, V., Shalamanova, T., & Israel, M. (2013). Pilot study of extremely low frequency magnetic fields emitted by transformers in dwellings. Social aspects. *Electromagnetic Biology and Medicine*, 32(2), 209–217. <https://doi.org/10.3109/15368378.2013.776431>
- [2]. Tsvetelina Shalamanova, Michel Israel, Mihaela Ivanova, Victoria Zaryabova. Exposure Assessment of Magnetic Field in Dwellings with Built-in Transformers in Bulgaria. *Science Journal of Public Health*. Vol. 3, No. 1, 2015, pp. 101-106. doi: 10.11648/j.sjph.20150301.28
- [3]. Hansson Mild K, Mattsson M-O, Jeschke P, Israel M, Ivanova M, Shalamanova T. Occupational Exposure to Electromagnetic Fields—Different from General Public Exposure and Laboratory Studies. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2023; 20(16):6552. <https://doi.org/10.3390/ijerph20166552>
- [4]. Silviya, A., Letskovska, Nikolay, A., Mollov Eldar, D., Zaerov, Inspection Of Buildings For Energy Efficiency, ICTRS '21, November 15, 16, 2021, Virtual Conference, Bulgaria ACM ISBN 978-1-4503-9018-7/21, 2021, p. 37-42
- [5]. Radostin Dolchinkov, Atanas Yovkov, Velizar Todorov, Kristian Ventsislavov, Integrated platform for vehicle charging based on renewable energy resources, 12th International Conference, ICTRS 2023, Rhodes, Greece, September 18-19, 2023, Proceedings, Softcover ISBN 978-3-031-49262-4, eBook ISBN 978-3-031-49263-1
- [6]. Dolchinkov R., Mechanisms and machines in RES, *Electronic journal of CITN for computer science and communications*, issue. 3, ISSN 1314-7846, pp. 31-42, 2013.
- [7]. Долчинков Р., П. Георгиева, Ефективност на системи за слънчево проследяване. Годишник на БСУ, том XXVIII, стр. 243-255, 2012, ISSN 1311-221-X
- [8]. Dolchinkov R., Teaching methods in computer design of technological systems, SEVILLE, SPAIN, 6TH INTERNATIONAL CONFERENCE OF EDUCATION, RESERCH AND INOVATION, ISBN 978-84-616-3849-9, p. 5785-5795, 2013.
- [9]. Долчинков Р., М. Бангев, Предотвратяване на пожари причинени от електрическа дъга, Международна научна конференция СИНЯ ИКОНОМИКА И СИНЬО РАЗВИТИЕ, ISBN: 978-619-7126-57-0, стр.441-451, 2018