

აკუსტიკური გახმოვანების ფუნქციის მქონე სადიაგნოსტიკო სისტემის (კონტროლერის) სტრუქტურულ-ფუნქციონალური და ელექტრული სქემების შემუშავება და მოდელირება

ლადო სეხნიაშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, დოქტორანტი

აბსტრაქტი

სტატიაში განხილულია აკუსტიკური გახმოვანების ფუნქციის მქონე სადიაგნოსტიკო სისტემის (კონტროლერის) სტრუქტურულ-ფუნქციონალური და ელექტრული სქემების შემუშავება და მოდელირება. შემოთავაზებული სისტემა განკუთვნილია სამედიცინო აპარატურაში, კერძოდ ჰემოდიალიზის მოწყობილობებში, დიაგნოსტიკური პროცესების ეფექტიანობისა და ოპერატიულობის გასაზრდელად. სისტემის არქიტექტურა ეფუძნება მიკროკონტროლერულ პლატფორმას და უზრუნველყოფს ანალოგური და ციფრული სენსორებიდან მიღებული ინფორმაციის დამუშავებას, ვიზუალურ ინდიკაციასა და აკუსტიკური შეტყობინებების გენერირებას რეალურ დროში. სტატიაში აღწერილია კონტროლერის მუშაობის რეჟიმები, ელექტრული პრინციპული სქემა და მისი სიმულაციური მოდელირება PROTEUS-ის გარემოში. მიღებული შედეგები ადასტურებს შემუშავებული გადაწყვეტის ფუნქციურ სისწორესა და პრაქტიკული გამოყენების პერსპექტივას სამედიცინო სადიაგნოსტიკო სისტემებში.

საკვანძო სიტყვები: სადიაგნოსტიკო სისტემა, მიკროკონტროლერი, აკუსტიკური გახმოვანება, ჰემოდიალიზი, PROTEUS, სენსორული მონიტორინგი.

შესავალი

თანამედროვე სამედიცინო ტექნოლოგიების განვითარება მჭიდროდ არის დაკავშირებული ინტელექტუალური სადიაგნოსტიკო და მონიტორინგის სისტემების დანერგვასთან, რომლებიც უზრუნველყოფენ პაციენტის მდგომარეობის უწყვეტ კონტროლს, მონაცემთა დამუშავებასა და ოპერატიულ უკუკავშირს. განსაკუთრებით მაღალი მოთხოვნები ვრცელდება ჰემოდიალიზის აპარატებზე, სადაც სისტემის

ნებისმიერი გაუმართაობა ან პარამეტრების გადახრა პაციენტის სიცოცხლესთან დაკავშირებულ რისკებს ქმნის[1].

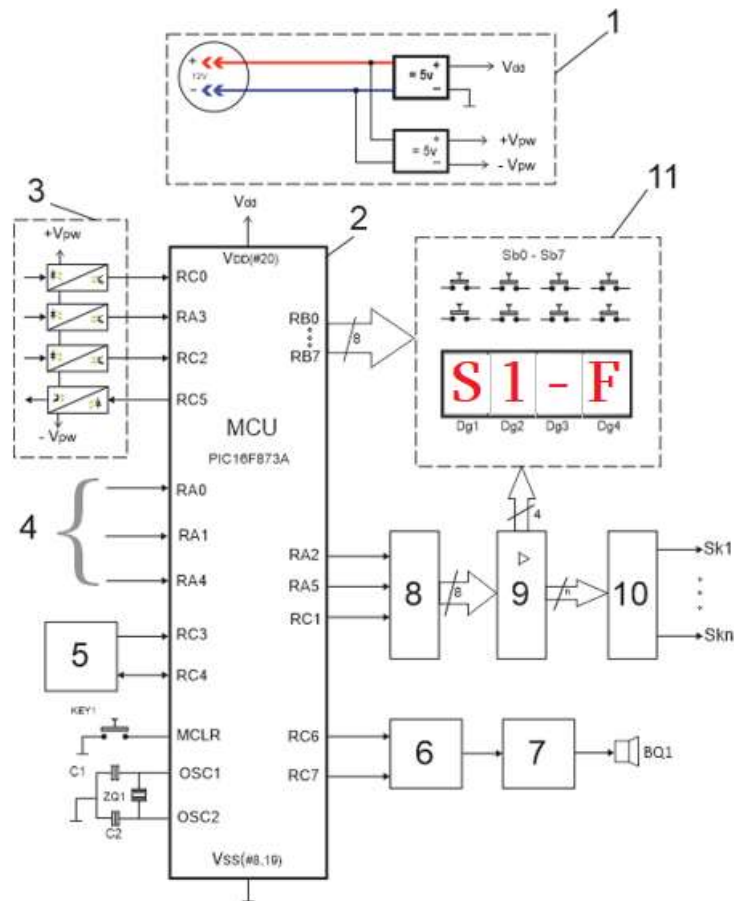
ამ კონტექსტში აქტუალურია ისეთი დამატებითი, ნახევრად-ინტეგრირებული სადიაგნოსტიკო სისტემების შემუშავება, რომლებიც არსებულ აპარატურას გააფართოებს ფუნქციურად და გაზრდის ინფორმაციის აღქმის სისწრაფესა და სიზუსტეს. ერთ-ერთ ეფექტურ მიდგომას წარმოადგენს აკუსტიკური გახმოვანების გამოყენება, რაც ოპერატორს საშუალებას აძლევს, ვიზუალური კონტროლის პარალელურად, ხმოვანი სიგნალების საშუალებითაც მიიღოს ინფორმაცია სისტემის მდგომარეობის შესახებ [2].

წარმოდგენილი ნაშრომის მიზანია აკუსტიკური გახმოვანების ფუნქციის მქონე სადიაგნოსტიკო კონტროლერის სტრუქტურული, ფუნქციონალური და ელექტრული სქემების შემუშავება, აღწერა და მოდელირება, ასევე მისი გამოყენების შესაძლებლობების ანალიზი სამედიცინო ტექნოლოგიებში.

ძირითადი ნაწილი

სისტემის სტრუქტურულ-ფუნქციონალური სქემა

შემუშავებული სადიაგნოსტიკო სისტემის სტრუქტურული სქემა წარმოდგენილია ნახ. 1-ზე. სისტემა შედგება შემდეგი ძირითადი კვანძებისგან: კვების ბლოკი, PIC16F873A ტიპის მიკროკონტროლერი, ოპტიზოლირებული ციფრული საკომუნიკაციო არხები, ანალოგური და დისკრეტული შესასვლელები, I2C ინტერფეისის მქონე ციფრული მოწყობილობები (ციფრული თერმომეტრი, EEPROM და სხვა), SD ბარათზე დაფუძნებული მინი DFPlayer პლეერი, გამაძლიერებელი და ხმამაღლამოლაპარაკე, მიმდევრობით-პარალელური რეგისტრი, ბუფერული ბლოკი (დარლინგტონის გასაღებების ბაზაზე), ძალური ბლოკი, ასევე ინდიკაციისა და კლავიატურის მოდული [3].



ნახ.1. სადიაგნოსტიკო სისტემის სტრუქტურული სქემა.

1-კვების ბლოკი; 2- მიკროკონტროლერი; 3 -ოპტიზირებული ციფრულ საკომუნიკაციო არხები; 4 - ანალოგური და დისკრეტული შესასვლელები. 5 - მიმდევრობითი I2C ინტერფეისის მქონე მოწყობა (მაგ.ციფრ. თერმომეტრი, და სხ.); 6 - SD ბარათით აღჭურვილი მინი DFPlayer პლეერი; 7 - გამაძლიერებელი ; BQ1 - ხმამაღლამოლაპარაკე (სპიკერი); 8-მიმდევრობით-პარალელურ რეგისტრი; 9 - ბუფერული ბლოკი (დარლინგტონის გასაღებები); 10 - ძალურ ბლოკი sk1-skn გამოსასვლელებით; 11 - ინდიკაციისა და კლავიატურის ბლოკი

აღნიშნული არქიტექტურა უზრუნველყოფს როგორც სენსორული მონაცემების მიღებასა და დამუშავებას, ისე შედეგების ვიზუალურ და აკუსტიკურ წარმოდგენას.

კონტროლერის მუშაობის რეჟიმები

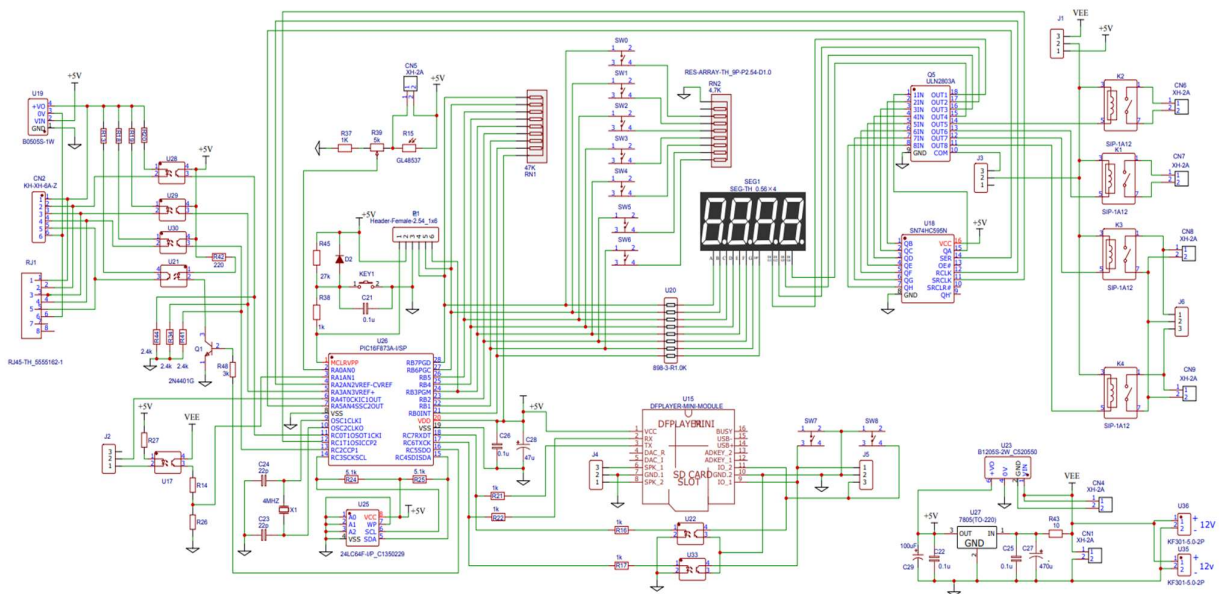
კონტროლერს გააჩნია ოთხი ძირითადი სამუშაო რეჟიმი:

1. **ობიექტის დიაგნოსტიკის რეჟიმი** – ძირითადი რეჟიმი, რომელშიც ხდება ანალოგური და ციფრული სენსორებიდან მიღებული სიგნალების დამუშავება და შესაბამისი აკუსტიკური შეტყობინებების გენერირება. მიკროკონტროლერის მეხსიერებაში წინასწარ ინახება T1 და T2 პარამეტრები, რომლებიც განსაზღვრავენ შეტყობინების ხანგრძლივობასა და მათ შორის ინტერვალს.

2. პარამეტრების შეყვანის რეჟიმი – უზრუნველყოფს T1 და T2 პარამეტრების შეყვანას კლავიატურის საშუალებით, მონაცემების ვიზუალურ კონტროლსა და კორექტირებას.
3. ტესტირების რეჟიმი – გამოიყენება კონტროლერისა და სენსორული არხების გამართულობის შესამოწმებლად, ექვივალენტური სატესტო სიგნალების მიერთების გზით.
4. აკუსტიკური შეტყობინებების შემოწმების რეჟიმი – შესაძლებელს ხდის კონკრეტული ტრეკის არჩევას და შესაბამისი ხმოვანი შეტყობინების გაჟღერებას.

ელექტრული პრინციპული სქემა და მოდელირება

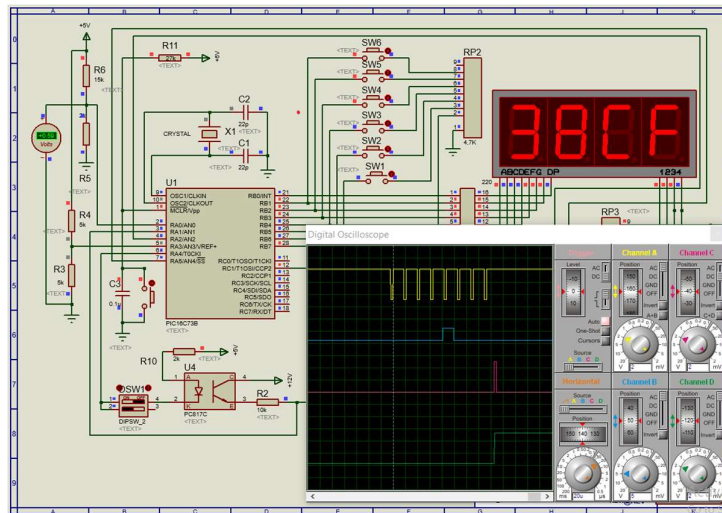
სტრუქტურულ-ფუნქციონალური სქემის საფუძველზე შემუშავებულია სადიაგნოსტიკო კონტროლერის ელექტრული პრინციპული სქემა (ნახ. 2). სქემა უზრუნველყოფს ძირითადი დიაგნოსტიკური ალგორითმის აპარატულ რეალიზაციას, DFPlayer-ის პროგრამირებად მართვასა და სხვადასხვა აკუსტიკური სიგნალის გენერირებას განსაზღვრული დროითი პარამეტრების გათვალისწინებით.



ნახ.2. სადიაგნოსტიკო კონტროლერის ელ.პრინციპული სქემა

სისტემა აღჭურვილია ოპტიკურად იზოლირებული საკომუნიკაციო არხით, ჩაშენებული I2C ინტერფეისით, ანალოგური და დისკრეტული შესასვლელებით, ასევე გამოსასვლელი ბუფერთა და (ოფციონალურად) რელეებით ძალური ობიექტების სამართავად. ინდიკაცია ხორციელდება დინამიური ინდიკაციის პრინციპით.

კონტროლერის ელექტრული სქემის სიმულაციური მოდელირება შესრულებულია PROTEUS-ის გარემოში (ნახ. 3), სადაც მიღებულია სისტემის მუშაობის დამადასტურებელი დროითი დიაგრამები.



ნახ.3. სადიაგნოსტიკო კონტროლერის სიმულაციური მოდელის მუშაობის ამსახველი დროითი დიაგრამებით.

TESTSYST დაფა აღჭურვილია კვების ძაბვის რეგულატორით რომელიც გამოიმუშავებს სტაბილურ მუდმივ კვების ძაბვას +5 V. წნევის სენსორები სამოსასვლელები ანალოგური არხებით დაკავშირებულია PIC16F873A მიკროკონტროლერის 10 თანრიგა ანალოგურ-ციფრული გარდამქმნელის (ADC) შესასვლელთან, რომლის საყრდენი ძაბვის წყაროა +5ვ.

ამიტომ, ADC-ის შესასვლელზე არსებული ძაბვა არ უნდ აღემატებოდეს 5 ვოლტს.

ტესტირების პროგრამა მიკროკონტროლერის შიდა მონაცემთა EEPROM მეხსიერებაში (128 ბაიტი) ინახავს ADC-ის გაზომვის შედეგებს დღის განმავლობაში (0–23 საათი). მონაცემები იწერება მისამართებზე 0x20–0x37,

შემუშავებული კონტროლერის დაფის (პლატის) ფორმა კვადრატულია და მისი ფართი შეადგენს 1დმ².

სიმულაციის შედეგად მიღებული დროითი დიაგრამები ადასტურებს სისტემის სტაბილურ მუშაობას და შესაბამისობას დაპროექტებულ პარამეტრებთან.

დასკვნა

ნაშრომში შემუშავებულია აკუსტიკური გახმოვანების ფუნქციის მქონე სადიაგნოსტიკო კონტროლერის სტრუქტურული, ფუნქციონალური და ელექტრული სქემები. შემოთავაზებული გადაწყვეტა უზრუნველყოფს სენსორული მონაცემების რეალურ დროში დამუშავებას, ვიზუალურ და აკუსტიკურ უკუკავშირს, რაც მნიშვნელოვნად ზრდის დიაგნოსტიკის ოპერატიულობასა და სანდოობას. PROTEUS-ის გარემოში ჩატარებულმა მოდელირებამ დაადასტურა სისტემის ფუნქციური გამართულობა და მისი გამოყენების პერსპექტივა სამედიცინო აპარატურაში, განსაკუთრებით ჰემოდიალიზის სისტემებში. გამოყენებული ლიტერატურა

1. Webster, J. G. (2018). *Medical Instrumentation: Application and Design*. Wiley.
2. აზმაიფარაშვილი, ზ., მურჯიკნელი, გ., & პარმუტკინი, ი. (2020). ანალოგური და ციფრული მოწყობილობების კომპიუტერული მოდელირება Proteus-ის ბაზაზე. თბილისი: ტექნიკური უნივერსიტეტი.
3. აზმაიფარაშვილი, ზ., & ტომარაძე, ო. (2019). გაზომვა, მართვა და რეგულირება მიკროკონტროლერის გამოყენებით. თბილისი: ტექნიკური უნივერსიტეტი.
4. Azmaiparashvili, Z., Butskhrikidze, E., Otkhozoria, N., & Meskhia, M. (2024). Pressure Difference Measuring System for Clean Rooms. *Journal of Technical Science and Technologies*, 8(2), 17–22. <https://doi.org/10.31578/jtst.v8i2.157>
5. N Sharashenidze, N Otkhozoria, T Menabde - [Ultrasonic distance measurement and system simulation](https://doi.org/10.52340/g.s.2024.06.01.04), Georgian Scientists, 2024 <https://doi.org/10.52340/g.s.2024.06.01.04> Vol. 6 Issue 1, 2024

Design and Simulation of Structural-Functional and Electrical Schematics of an Acoustic-Enabled Diagnostic Controller

Lado Sekhniashvili

Georgian Technical University, PHD Student

Abstract

This paper presents the design and modeling of structural-functional and electrical circuits of a diagnostic system (controller) equipped with an acoustic feedback function. The proposed system is intended for medical equipment, particularly hemodialysis devices, to improve the efficiency and responsiveness of diagnostic processes.

The system architecture is based on a microcontroller platform and provides real-time processing of data obtained from analog and digital sensors, visual indication, and generation of acoustic notifications. The paper describes the functional structure of the controller, operating modes, electrical schematic design, and simulation modeling performed in the PROTEUS environment.

Simulation results confirm the functional reliability of the proposed solution and demonstrate its practical applicability in medical diagnostic systems.

Keywords: diagnostic system, microcontroller, acoustic feedback, hemodialysis, PROTEUS, sensor monitoring.