

მიკროდენების გამზომი ხელსაწყო სქემოტექნიკური გადაწყვეტის სტრუქტურა და გამოყენების შესაძლო ასპექტები

თამაზ ძაგანია, ელგუჯა ბუცხრიკიძე, ვლადიმერ ფადიურაშვილი,
ლევან ზერეკიძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რ ე ზ ი უ მ ე

განიხილება მიკროდენების გამზომი ხელსაწყო სქემოტექნიკური გადაწყვეტის სტრუქტურა და გამოყენების შესაძლო ასპექტები ელექტროტექნიკასა და მეცნიერების სხვა სფეროებში. აღნიშნული ხელსაწყო წარმოადგენს მცირე სიდიდის დენების გამზომ ხელსაწყო, საკვლევ ობიექტებზე ხანგრძლივი დროით მუდმივი და სტაბილური, 0-2500 მკ საზღვრებში რეგულირებადი, ძაბვის მოდების შესაძლებლობით და ნულოვანი შემავალი წინააღობით. გასაზომი დენის სიდიდის შესაბამისი ქვედიაპაზონის შერჩევა ხდება ხელსაწყოში წინა პანელზე განთავსებული ხუთსაფეხურიანი გადამრთველით. გაზომილი დენის სიდიდე აისახება ანალოგურ-ციფრული გარდამქმნელის ციფრულ ტაბლოზე.

საკვანძო სიტყვები: ელექტროტექნიკური გაზომვები. ნულოვანი წინააღობა. მექანიკური გაზომვები. ამპერმეტრი. ციფრული ტაბლო.

1. შესავალი

გაზომვა საკმაოდ რთული პროცესია, რომელიც ითვალისწინებს მთელი რიგი სტრუქტურული ელემენტების ურთიერთქმედებას. მათ მიეკუთვნება: გასაზომი დავალება, გაზომვის ობიექტი, გაზომვის პრინციპი, გაზომვის მეთოდი და საშუალება, გაზომვის მოდელი, გაზომვის პირობები და ყოველივე აქედან გამომდინარე გაზომვის შედეგები და მისი განუზღვრელობა.

გაზომვის პროცესი მიმდინარეობს ორი მიმართულებით, რომლებიც უკავშირდება და ავსებს ერთმანეთს. ესენია: თვითონ გაზომვა და მიღებული შედეგების დამუშავება გაზომვის განუზღვრელობის გამოთვლის ჩათვლით.

გასაზომი ობიექტის გაზომვის მოდელი უნდა აკმაყოფილებდეს სხვადასხვა ტიპის მოთხოვნებს, მათ შორის ერთ-ერთი მთავარია გაზომვის განუზღვრელობის მაქსიმალური დასაშვები მნიშვნელობა. თუ შერჩეული მოდელი ვერ აკმაყოფილებს გაზომვისადმი წაყენებულ მოთხოვნებს, საჭიროა იგი შეიცვალოს უფრო ეფექტურით, რომელიც დააკმაყოფილებს გაზომვისადმი წაყენებულ ყველა პირობას.

გაზომვის ობიექტი გასაზომი პარამეტრიდან/პარამეტრებიდან და მოთხოვნილი სიზუსტიდან გამომდინარე თვითონ აკეთებს მინიშნებას გაზომვის პრინციპზე, მეთოდსა და საშუალებაზე.

გაზომვის პრინციპში იგულისხმება ის ფიზიკური პრინციპები, რომლებსაც ეფუძნება გაზომვა. გაზომვის მეთოდი არის ხერხი, რომლის საშუალებითაც სწორად შერჩეულ ფიზიკურ პრინციპებზე დაყრდნობით, რომელიც მატერიალიზებულია სწორად შერჩეულ გაზომვის საშუალებებში, ხდება გასაზომი პარამეტრის/პარამეტრების სასურველი სიზუსტით გაზომვა.

ტექნიკური გაზომვები სრულდება სპეციალური ტექნიკური საშუალებებით და მიღებულ შედეგებზე დაყრდნობით კეთდება შესაბამისი დასკვნები.

2. ძირითადი ნაწილი

გამოცდისა და კონტროლის შემთხვევაში გამოცდად მოიხსენიება გასაზომი ობიექტის თვისებების თვისობრივი და რაოდენობრივი მახასიათებლების ექსპერიმენტული გაზომვები სპეციალური საშუალებებით. კვლევა მიმდინარეობს გაზომვებით, შეფასებებით და კონტროლით, ვინაიდან გამოცდის რეალური პირობები ყოველთვის განსხვავდება ნომინალურისაგან, ამიტომ ამ კვლევების დროს მაღალი სიზუსტის მონაცემების მიღება ყოველთვის გარკვეულ სირთულეს წარმოადგენს.

დენის სიდიდის გაზომვის კლასიკურ სქემებში გამოიყენება მაღალი სიზუსტის საყრდენ რეზისტორზე ძაბვის ვარდნის გაზომვა. გაზომვის ასეთი მეთოდის არჩევასა წინააღმდეგობის სიდიდე შერჩეული უნდა იყოს ისე, რომ ერთ მხრივ მასზე ძაბვის ვარდნის მნიშვნელობა წარმოადგენდეს ადვილად გასაზომ სიდიდეს, მეორე მხრივ კი ეს წინააღმდეგობა იმდენად მცირე უნდა იყოს, რომ მისმა გასაზომი დენის წრედში ჩართვამ არ გამოიწვიოს მასში გამავალი დენის მეტნაკლებად მნიშვნელოვანი ცვლილება (ეს ცვლილება ბევრად ნაკლები უნდა იყოს, ვიდრე გაზომვის მოთხოვნილი განუზღვრელობა). ეს ცვლილება თავის მხრივ მრავალ სხვა ფაქტორთან ერთად დამოკიდებულია გასაზომი დენის წრედის სრულ წინააღმდეგობაზე.

როდესაც ადგილი გვაქვს დიდი სიდიდის დენების გაზომვის ამოცანასთან, დომინირებადი ხდება მეორე, ხოლო მცირე სიდიდის დენების შემთხვევაში კი პირველი მოთხოვნა. გაზომვის დამაკმაყოფილებელი შედეგების მისაღებად პირველ, ან მეორე შემთხვევაში, გაზომვა ხდება ერთმანეთისაგან რადიკალურად განსხვავებული მეთოდებით.

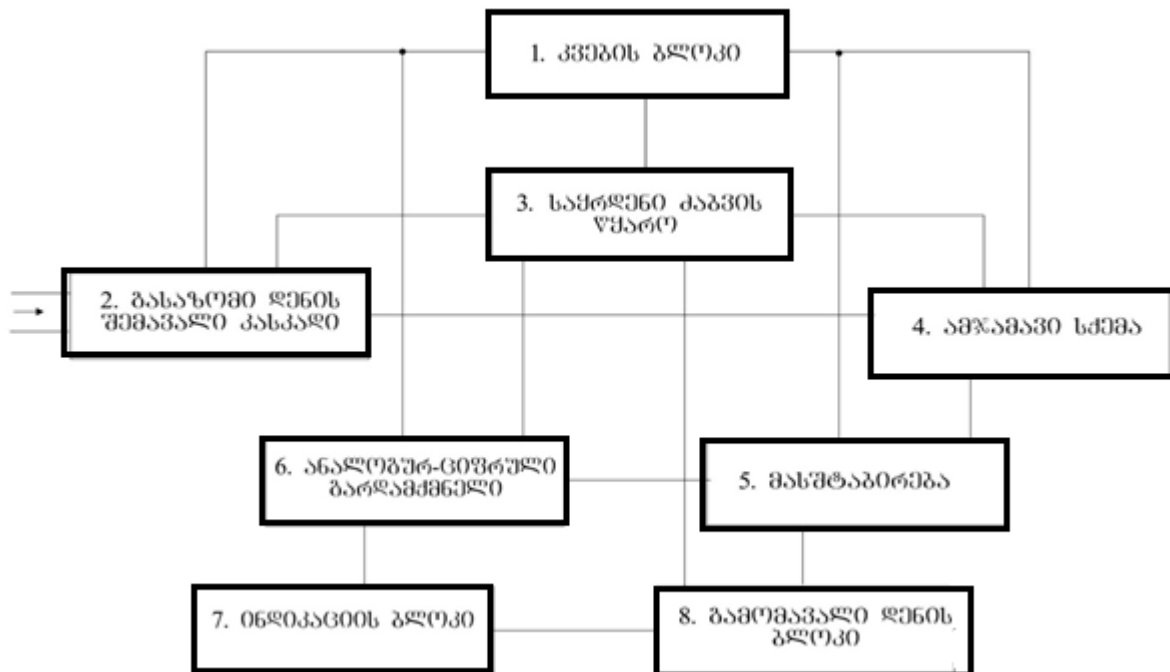
დიდი სიდიდის დენების შემთხვევაში წარმატებით გამოიყენება დენის ტრანსფორმატორები და ჰოლის ეფექტი, ხოლო მცირე სიდიდის დენების შემთხვევაში კი ე.წ. „ელექტრომეტრები“, სადაც დენის სიდიდის გასაზომად ხდება მისი შეყვანა სპეციალური სქემით ჩართულ ოპერაციულ გამამძლიერებელში.

სტუ-სთან არსებულ ს.ს.ს.ც „ანალიზხელსაწყო“- ში მეცნიერულად დამუშავდა, დაპროექტდა და დამზადდა მცირე დენების გაზომვი ხელსაწყო, $\mu\text{CM}-01$ სადაც მცირე სიდიდის დენების გასაზომად გამოყენებულია ოპერაციულ გამამძლიერებელზე აწყობილი „დენი-ძაბვა“ ტიპის გარდამქმნელის ელექტრომეტრული სქემა, რომელიც შესაბამისი ხარისხის სქემის ელემენტების გამოყენების შემთხვევაში, საშუალებას იძლევა თითქმის „0“-ოვანი შემავალი წინააღმდეგობით და მუდმივი ძაბვის მოდების შესაძლებლობით გაიზომოს დენის სიდიდე 2 მა $:- 0,1$ ნა დიაპაზონში. იგი დაყოფილია 5 ქვედიაპაზონად. (მოთხოვნის არსებობის შემთხვევაში მისი გაზრდა კიდევ რამდენიმე რიგითაა შესაძლებელი). გაზომვის შედეგი აისახება 3,5 დეკადის მქონე ციფრულ ტაბლოზე.

მოდებული ძაბვის სიდიდის რეგულირება ხდება ხელსაწყოში წინა პანელზე გამოტანილი ცვლადი ორსექციიანი რეზისტორის საშუალებით. ამ ძაბვის სიდიდეც წინა პანელზე გამოტანილ შესაბამის დილაკზე ხელის დაჭერით ციფრულ ტაბლოზე აისახება (მილივოლტებში).

მოდებული ძაბვის დროში სტაბილურობას განაპირობებს შესაბამისი ხარისხის მიკროსქემისა და ორსექციიანი პოტენციომეტრის გამოყენება.

1-ელ ნახაზზე ნაჩვენებია მიკროდენების გამოზომი ხელსაწყო ბლოკ-სქემა.



ნახ.1. მიკროდენების გამოზომი ხელსაწყო ფუნქციონალური ბლოკ-სქემა

მისი ფუნქციური კვანძებია:

1. **კვების ბლოკი.** - იგი უზრუნველყოფს ყველა სხვა დანარჩენ ბლოკებს მათთვის საჭირო კვების ძაბვებით;

2. **გასაზომი დენების შემავალი კასკადი.** - ეს კასკადი თავისი დანიშნულებით ძალზედ მნიშვნელოვანია და ხელსაწყო გაზომვის განუზღვრელობის ძირითად წყაროს წარმოადგენს. მისი ძირითადი ელემენტია პრეციზიული დიფერენციალური გამაძლიერებელი და იგი მუშაობს „დენი-ძაბვა“ გარდამქმნელის პრინციპით, რის გამოც ხელსაწყო შემავალი წინაღობა პრაქტიკულად 0-ის ტოლია. ამ კასკადში აგრეთვე გათვალისწინებულია საკვლევ ობიექტზე ძაბვის მოდების საშუალება;

3. **საყრდენი ძაბვის წყარო.** - იგი აგებულია ზესტაბილური ძაბვის წყაროს გამოყენებით და ყველა საჭირო ბლოკს უზრუნველყოფს სტაბილური ძაბვით.;

4. **ამჯამავი სქემა.** - ეს სქემა ემსახურება შემავალი კასკადის გამოსავალი სიგნალიდან სასარგებლო სიგნალის გამოყოფას;

5. **მასშტაბირების ბლოკი** - ამზადებს შესაბამისი სიდიდის სიგნალებს ანალოგურ-ციფრული გარდამქმნელისა და გამომავალი დენის ბლოკისათვის;

6. **ანალოგურ-ციფრული გარდამქმნელი** - წარმოადგენს 3,5 დეკადიან ანალოგური სიგნალის ციფრულ ფორმატში გადაყვანას პარალელური გამოსავლებით;

7. **ინდიკაციის ბლოკი** - ვიზუალურად დაკვირვებადს ხდის გასაზომ სიგნალს;

8. **გამოსავალი დენის ბლოკი** - მისი საშუალებით გასაზომი სიგნალი გადადის სტანდარტულ სიგნალში 4-20 მა.

ხელსაწყოს გაზომვის განუზღვრელობას ძირითადად განაპირობებს შემავალ კასკადში გამოყენებული კომპუტირებადი უკუკავშირის წინაღობების სიზუსტე, საყრდენი ძაბვის სტაბილურობა და ანალოგურ-ციფრული გარდამქმნელის წრფივობა, რაც ჯამში 1%-ს არ აღემატება.

ხელსაწყოს დანიშნულებაა არა უმეტეს 2მა-მდე სიდიდის დენებისა და 2000 მვ-მდე ძაბვის პირობებში გამოსაცდელი ობიექტის ვოლტ-ამპერიული მახასიათებლების გადაღება. მოდებული ძაბვა შეიძლება გაიზარდოს 2500 მვ-მდე, თუმცა ამ შემთხვევაში მისი სიდიდე გარე ვოლტმეტრით უნდა გაიზომოს.

3. დასკვნა

დასასრულს უნდა აღინიშნოს, რომ გაზომვების დროს აუცილებელია განხორციელდეს გაზომილი შედეგების დამუშავება და განუზღვრელობის ანგარიში. აღსანიშნავია რომ მიკროდენების გამოზომი ხელსაწყო იდეალურია სხვადასხვა ტიპის ელექტროდული პროცესების შესწავლისათვის რთულ ელექტროდულ სისტემებში მიმდინარე ელექტროქიმიური პროცესების კვლევისას; აგრეთვე მოხერხებულია მისი გამოყენება ფოტოდოდების, ფოტოტრანზისტორებისა და სხვა ფოტომეტრული და ნახევარგამტარული ელემენტების ვოლტ-ამპერიული მახასიათებლების გადასაღებად. აღნიშნული შესაძლებლობა საშუალებას გვაძლევს ხელსაწყო წარმატებით იქნას გამოყენებული სტუდენტთა სწავლების პროცესში მათ მიერ სხვადასხვა პრაქტიკული სამუშაოების შესრულებისას. ასევე ხელსაწყოს მოხმარების საინტერესო ასპექტია მისი გამოყენების პერსპექტივა მედიცინაში სამეცნიერო კვლევებისა და დიაგნოსტიკური პროცესების წარმართვისას.

ლიტერატურა - References – Литература:

1. Афонский А.А. Дьяконов В.П. (2011). Электронные измерения в нанотехнологиях и микроэлектронике. Москва, ДМК Пресс.
2. Сергеев В., Крохин В. (2001). Метрология. Москва. Логос.
3. Земельман М.А. (1991). Метрологические основы технических измерений. Мшсква. Изд. „Стандартов“. 6.
4. EAL-ის სპეც.სამუშაო ჯგუფი. (1999). EA-4/02. გაზომვის განუზღვრელობის გამოსახვა დაკალიბრების დროს.
5. Экспертная группа по поручению Еаю (1999). (European co-operation for Accreditation). EA 4/16. "Руководство по выражению неопределенности в количественных испытаниях".

**CIRCUIT STRUCTURE OF THE SOLUTION AND THE POSSIBLE ASPECTS
OF THE USE OF THE DEVICE - THE METER MICROCURRENT**

Dzagania Tamaz, Butskhrikidze Elguja, Padiurashvili Vladimer,
Levan Zerekidze
Georgian Technical University

Summary

We consider the structure of circuit solutions and the possible aspects of the use of the device - the meter microcurrent in electrical engineering and in other branches of science. said device is a device measuring a zero input impedance, low current values, long term feeding on the test object within the adjustment 0-2500mv constant and stable voltage. Selection of sub-band is made accordingly the value of the measured current via the front panel 5-step switch. The measurement result is reflected in the digital display analog-to-digital converter.

**СХЕМОТЕХНИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА РЕШЕНИЯ И ВОЗМОЖНЫЕ АСПЕКТЫ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИБОРА –ИЗМЕРИТЕЛЯ МИКРОТОКОВ**

Дзагания Т., Буцхрикидзе Е., Падиурашвили В.,
Зерекидзе Л.
Грузинский Технический Университет

Резюме

Рассматривается схемотехническая структура решения и возможные аспекты использования прибора - измерителя микротоков в электротехнике и в других отраслях науки. Указанное устройство представляет собой прибор, измеряющий с нулевым входным сопротивлением, малых величин тока, с возможностью долгосрочной подачи на испытуемый объект, в пределах регулировки 0-2500 мв , постоянного и стабильного напряжения. Выбор поддиапазона измерения производится в соответствии с величиной измеряемого тока с помощью расположенного на передней панели 5-ступенчатого переключателя. Результат измерения отражается на цифровом табло аналого-цифрового преобразователя