

RAQAMLI AMPERMETRLARNING METROLOGIK XUSUSIYATLARI.

Shertaylaqov G'.M.

Jizzax politexnika instituti, dotsent

Bo'ronov N. G'.

Jizzax politexnika instituti,, 1-kurs magistranti

Annotatsiya. Ushbu maqolada raqamli ampermetrlarning ishlash prinsipi va asosiy metrologik xususiyatlari tahlil qilingan. Tokni shunt qarshilik orqali o'lchash usuli asosida ishlovchi raqamli ampermetrlarning aniqligi, rezolyutsiyasi, kvantlash xatoligi va barqarorligi tavsiflangan. Shuningdek, raqamli ampermetrlarni tekshirish va kalibrlash bo'yicha ilmiy tavsiyalar keltirilgan.

Kalit so'zlar: raqamli ampermetr, metrologiya, aniqlik, rezolyutsiya, o'lchash xatoligi, kalibrlash, integratsiya, shunt qarshilik, elektron sxema, tok kuchi.

МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦИФРОВЫХ АМПЕРМЕТРОВ.

Шертайлаков Г.М.

Доцент Джизакского политехнического института

Буранов Н. Г.

Магистр 1-го курса Джизакского политехнического института

Аннотация. В статье рассматриваются принципы работы и основные метрологические характеристики цифровых амперметров. Освещены точность, разрешающая способность, ошибки квантования и стабильность цифровых амперметров, основанных на измерении тока с использованием шунтирующего сопротивления. Также приведены научные рекомендации по проверке и калибровке цифровых амперметров.

Ключевые слова: цифровой амперметр, метрология, точность, разрешающая способность, погрешность измерения, калибровка, интеграция, сопротивление, шунт, электронная схема, сила тока.

METROLOGICAL CHARACTERISTICS OF DIGITAL AMMETERS.

Shertailakov G.M.

Associate Professor of the Jizzakh Polytechnic Institute

Buranov N. G.

1st year Master's degree from Jizzakh Polytechnic Institute

Abstract. This article analyzes the operating principle and main metrological characteristics of modern digital ammeters. The accuracy, resolution, quantization error, and stability of digital ammeters based on current measurement using a shunt resistor are discussed. In addition, scientific recommendations for testing and calibration of digital ammeters are presented.

Keywords: digital ammeter, metrology, accuracy, resolution, measurement error, calibration, integration, shunt resistance, electronic circuit, current.

Metrologiya o'lchashlar birligini ta'minlash va o'lchash natijalarining ishonchliligini kafolatlash bilan shug'ullanuvchi muhim ilmiy soha bo'lib hisoblanadi. Elektr kattaliklarini o'lchash, xususan tok kuchini aniqlash sanoat, energetika, avtomatika va elektronika sohalarida muhim o'rin egallaydi.

Yaqin yillargacha tokni o'lchashda elektromexanik ampermetrlardan foydalanilgan. Biroq zamonaviy texnologiyalarning rivojlanishi natijasida raqamli ampermetrlar keng joriy etildi. Ular yuqori aniqlik, o'lchash natijalarini qulay ko'rinishda aks ettirish hamda avtomatlashtirilgan tizimlar bilan integratsiyalash imkoniyatiga ega. Shu sababli raqamli ampermetrlarning metrologik xususiyatlarini chuqur o'rganish dolzarb masaladan biri bo'lib hisoblanadi.

Raqamli ampermetrning umumiy tavsifi:

Raqamli ampermetrlar elektr tokini o'lchash uchun mo'ljallangan elektron o'lchov asboblari bo'lib, o'lchangan qiymat raqamli displeyda ko'rsatiladi. Ushbu asboblarda analog signalni qabul qilib, uni raqamli shaklga o'tkazadi. Natijada o'lchash jarayonida inson omili kamayadi va xatoliklar sezilarli darajada pasayadi.

Amaliyotda keng qo'llaniladigan raqamli ampermetrlar asosan shunt qarshilik asosida ishlaydi. Tok shunt orqali o'tganda, unda ma'lum kuchlanish hosil bo'ladi. Ushbu kuchlanish qiymati tok miqdoriga mutanosib bo'lib, keyinchalik elektron sxema orqali qayta ishlanadi. Natijada tok qiymati aniq va barqaror tarzda aniqlanadi.



1-rasm. Raqamli ampermetrning ko'rinishi.

Raqamli ampermetrning ishlash rejimi:

Raqamli ampermetrning ishlash rejimi tokni kuchlanishga aylantirish va ushbu kuchlanishni raqamlashtirishga asoslangan. Tok shunt qarshilik orqali o'tganda, shuntida hosil bo'lgan kuchlanish quyidagi keltirilgan formula orqali hisoblanadi:

$$U = I_{sh} \cdot R_{sh}$$

analog-raqamli o'zgartirgichga uzatiladi.

Bu yerda:

- – shunt orqali o'tgan tok (A)
- – shunt qarshilik (Ω)
- – shunt kuchlanishi (V)

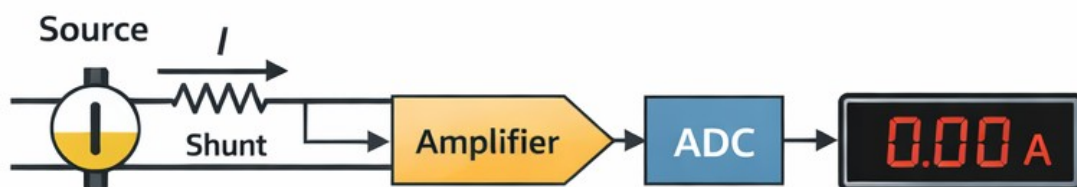
Analog-raqamli o'zgartirgich ushbu signalni quyida ko'rsatilgan formulaga asosan raqamli kodga aylantiradi:

$$D = \frac{U}{U_{ref}} \cdot 2^n$$

Bu yerda:

- – raqamli qiymat
- – referens kuchlanish
- – ADC razryad soni

Raqamli ampermetrning ishlash rejimiga asoslangan quyidagi sxema asosida amalga oshiriladi.



2-rasm. Raqamli ampermetrning ishlash rejimiga asoslangan sxema ko`rinishi.

Raqamli ampermetrning ayrim metrologik xususiyatlari:

Raqamli ampermetrlarning metrologik xususiyatlari ularning o'lchash imkoniyatlarini baholashda asosiy mezon hisoblanadi: aniqlik, rezolyutsiya, sezgirlik, takrorlanuvchanlik va barqarorlik.

Rezolyutsiya - bu quyidagicha ifodalanadi:

$$\Delta I_{\min} = \frac{I_{\max}}{2^n}$$

Aniqlik o'lchash natijasining haqiqiy qiymatga qanchalik yaqin ekanligini bildiradi. Takrorlanuvchanlik bir xil sharoitda bir necha marta o'lchash natijalarining o'zaro yaqinligini ko'rsatadi. Barqarorlik esa vaqt o'tishi bilan raqamli ampermetrlarning ko'rsatkichlarining o'zgarmasligini ta'minlaydi.

Raqamli ampermetrning o'lchash xatoligi:

Raqamli ampermetrlarda yuzaga keladigan xatoliklar bir nechta omillar bilan bog'liq: shunt qarshilikning harorat ta'sirida o'zgarishi, elektron komponentlarning eskirishi, tashqi elektromagnit shovqinlar. Shu bilan birga, analog signalni raqamli shaklga aylantirish jarayonida kvantlash xatoligi yuzaga kelishi.

Raqamli ampermetrlarda umumiy xatolik quyidagi formula asosida aniqlanadi:

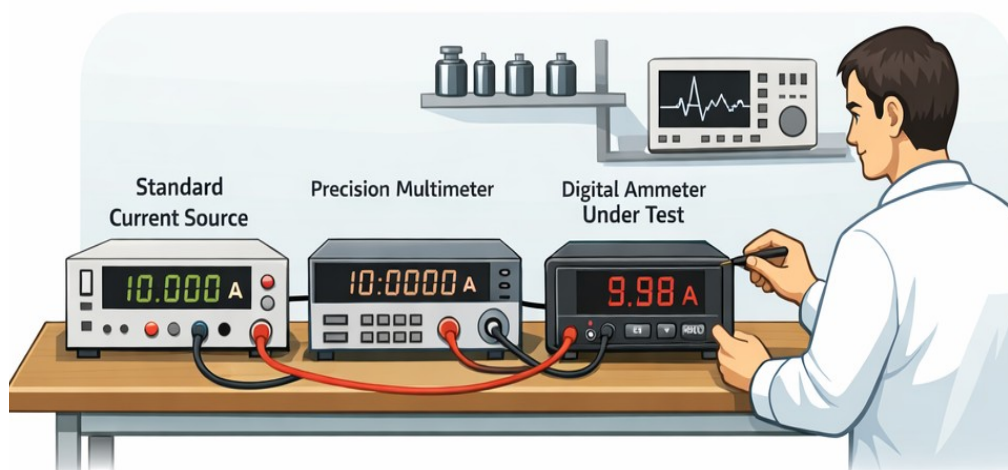
$$\Delta I_{total} = \sqrt{\Delta I_{sh}^2 + \Delta I_{ADC}^2 + \Delta I_{temp}^2 + \Delta I_{ext}^2}$$

Raqamli ampermetrlarni kalibrlash va tekshirish:

O'lchashlarning aniqligi va barqarorligini ta'minlash uchun raqamli ampermetrlar muntazam kalibrlanishni talab qiladi.

$$I_{measured} = I_{standard} + \Delta I_{cal}$$

Kalibrlashda etalon tok manbalari yordamida amalga oshiriladi va xatoliklar aniqlanadi. Bu jarayon metrologik sifatni oshiradi.



3-rasm. Raqamli ampermetrni kolibrlash jarayoni.

Raqamli ampermetrning amalda qo'llanilishi:

Raqamli ampermetrlar energetika, sanoat avtomatikasi, elektron qurilmalarni sinovdan o'tkazish va ilmiy tadqiqotlarda keng qo'llaniladi. Ular yuqori aniqlik va qulay interfeysga ega bo'lib, o'lchash jarayonini soddalashtiradi. Shuningdek,

kompyuter tizimlari bilan bog'lanib, o'lchash natijalarini saqlash va tahlil qilish imkonini beradi.

Metrologik tavsiyalar va aniqlikni oshirish bo'yicha ilmiy yondashuv:

1. Shunt qarshilik barqarorligi va termal kompensatsiya: Shunt materiali haroratga sezgir bo'lmasligi va qarshilik qiymati minimal darajada o'zgarishi lozim. Tok o'tishi natijasida hosil bo'ladigan termal effektni kompensatsiya qilish aniqlikni oshiradi.

2. Raqamli ampermetrni optimallashtirish: Yuqori razryadli analog-raqamli o'zgartirgichlardan foydalanish va konversiya tezligini optimallashtirish kvantlash xatolarini kamaytiradi.

3. Harorat va tashqi muhitni boshqarish: O'lchash jarayonida haroratni monitoring qilish va avtomatik kompensatsiya, ekranlangan kabellar va shovqinga chidamli komponentlardan foydalanish aniqlikni oshiradi.

4. Takrorlanuvchanlikni yaxshilash: Standart metodlar asosida bir xil sharoitda o'lchashlar amalga oshirilsa, natijalar takrorlanuvchan bo'ladi va statistik xatoliklar kamayadi.

5. Kalibrlash va etalonlardan foydalanish: Muntazam kalibrlash va etalon tok manbalaridan foydalanish o'lchash xatolarini ilmiy asosda aniqlashga imkon beradi.

6. Signalni qayta ishlash va filtrlash: Matematik filtrlar yordamida shovqin va kvantlash xatolari kamayadi, ayniqsa past tok diapazonida aniqlik oshadi.

7. Barqarorlikni monitoring qilish: Elektron komponentlarning qarish jarayoni va boshqa vaqtga bog'liq o'zgarishlarni tahlil qilib, asbobni sozlash aniqlikni saqlashga yordam beradi.

Raqamli ampermetrlar elektr tokini o'lchashda yuqori aniqlik va ishonchlilikni ta'minlaydi. Ularning metrologik xususiyatlarini chuqur tahlil qilish va to'g'ri kalibrlash o'lchash sifatini oshiradi. Mazkur maqola raqamli ampermetrlarni tanlash va ulardan samarali foydalanishda muhim ahamiyatga ega.

Foydalanilgan adabiyotlar.

1. O'zbekiston Respublikasi. O'lchashlar birligini ta'minlash to'g'risida qonuni. Toshkent, 2020.
2. G'.M.Shertaylaqov. O'lchashlarning fizikaviy asoslari. Darslik. Jizzax 2023.
3. Waldemar Nawrocki, Introduction to Quantum Metrology; Quantum Standards and Instrumentation 2015th / Springer. London, 2015, 273 page.
4. A. A. Abduraxmanov. Elektr o'lchash usullari va vositalari. Darslik. Jizzax 2023. 180 b.
5. Bentley J.P. Principles of Measurement Systems. Pearson Education, 2005.
6. BIPM. The International System of Units (SI). Paris, 2019.
7. Мухаммадиев Б. С. МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА В МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ //Экономика и социум. – 2025. – №. 11-2 (138). – С. 872-875.
8. Saparovich M. B., Akbarovna K. M. O'LCHASH ISHLARIDA INTELLEKTUAL DATCHIKLARDAN FOYDALANISHNING AFZALLIKLARI //THE THEORY OF RECENT SCIENTIFIC RESEARCH IN THE FIELD OF PEDAGOGY. – 2024. – Т. 3. – №. 28. – С. 48-55.
9. Saparovich M. B., Akbarovna K. M. ISHLAB CHIQARISHDA QO'LLANILADIGAN O'ZGARTKICHLARNING ASOSIY XUSUSIYATLARI VA ISHLASH TAMOIYILLARI //INNOVATION IN THE MODERN EDUCATION SYSTEM. – 2024. – Т. 5. – №. 47. – С. 255-261.
10. Мухаммадиев Б. С., Шукуров С. У. ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ДАТЧИКОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ //Экономика и социум. – 2025. – №. 9-1 (136). – С. 680-684.
11. Рустамов Н. Т. и др. Коэффициент полезного действия фрактальных солнечных коллекторов //Экономика и социум. – 2025. – №. 2-2 (129). – С. 405-412.