

ILM FAN XABARNOMASI

Ilmiy elektron jurnali

RAQAMLI O'LCHOV ASBOBLARI

Mamadjanov Baxodir Djuraxanovich t.f.n.

Andijon mashinasozlik instituti

“Elektrotexnika, elektromexanika va elektrotexnologiyalar” kafedrası professori

Email: bm02717272@gmail.com

Mannobboyev Shuxratbek Soyibjon o'g'li

Andijon mashinasozlik instituti

“Elektrotexnika, elektromexanika va elektrotexnologiyalar” kafedrası katta o'qituvchisi.

shuxratbekmannobboyev@gmail.com, +998934164047

ANNOTATSIYA: Ushbu maqolada bugungi kunda eng ko'p tarqalgan o'loch asboblaridan biri bo'lgan raqamli o'lchov asboblari to'g'risida ma'lumotlar taxlil qilingan. Mazkur maqolada “Raqamli o'lchov asboblari”, ularning vazifalari ularga oid asosiy tushuncha va atamalar, o'lchash usullari va vositalari, ularning ishlash prinsiplari sodda va ravon yozilgan.

АННОТАЦИЯ: В данной статье анализируется информация о цифровых измерительных приборах, одних из самых распространенных сегодня измерительных приборов. В данной статье просто и доступно написаны «Цифровые измерительные приборы», их функции, основные понятия и термины, связанные с ними, методы и средства измерений, принципы их работы.

ANNOTATION: This article analyzes information about digital measuring devices, one of the most common measuring devices today. In this article, "Digital measuring instruments", their functions, the main concepts and terms related to them, measuring methods and tools, and the principles of their operation are written simply and fluently.

Kalit so'zlar: diskretlash, kvantlash, raqamli o'lchov asboblari funksiyasi, RO'A larining mo'ljallanishi, RO'A larining imkoniyatlari, analog-raqamli o'zgartkich, RO'A da o'zgartirish usullari, RO'A lari tarkibi, umumlashgan struktura sxema, RO'A larining turlari, xatoliklarni me'yorlanishi, raqamli voltmترلar, amaliyotda qo'llanilayotgan RV lar, universal RV.

Ключевые слова: дискретизация, квантование, функции цифровых измерительных приборов, назначение ЦИП, возможности ЦИП, аналого-цифровой преобразователь, способы изменения ЦИП, состав ЦИП, обобщенная структурная схема, типы. ЦИП, нормализация погрешностей, цифровые вольтметры, практические РВ, универсальные ЦВ.

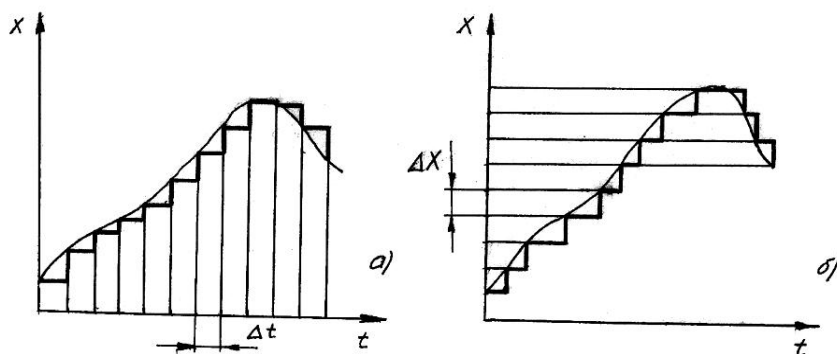
Key words: discretization, quantization, function of digital measuring devices, purpose of DMIs, capabilities of DMIs, analog-digital converter, conversion methods in DMIs, composition of

DMIs, generalized structural diagram, types of DMIs, error correction, digital voltmeters, DV used in practice s, universal DV.

Qandaydir chegaralar bilan chegaralangan har qanday uzluksiz kattalik vaqt bo'yicha (1,a-rasm) diskretlangan va sath bo'yicha (1,b-rasm) kvantlangan bo'lishi mumkin.

Diskretlash – bu uzluksiz kattalikning oniy qiymatlari faqat aniq vaqt momentlarida diskretlash momentlari saqlanib qolinadigan diskret kattalikka o'zgartirish operatsiyasi. Ikkita yaqinroq diskretlash momentlari orasidagi Δt vaqt oralig'i diskretlash qadami deyiladi. Diskret signal uzluksiz signaldan farqli o'laroq faqat cheklangan sonli qiymatlarga ega bo'lishi mumkin.

Kvantlash – bu uzluksiz kattalikni oniy qiymatlarini majmui ma'lum qonun bo'yicha yuzaga kelgan fiksatsiyalangan qiymatlarini yaqinroqlari bilan almashtirish yo'li bilan diskret kattalikka o'zgartirish operatsiyasi. Ikkita qo'shni qiymatlar orasidagi ayirma Δx kvant deyiladi. Kvantlashda axborotning qismi yo'qoladi, lekin kvantlash natijasida olingan kattalikning qiymati kvantlash pog'onasi belgilaydigan aniqlikda ma'lum bo'ladi. Maromli kvantlash natijasida uzluksiz kattalikning oniy qiymatlari cheklangan sonli kvantlash pog'onalari bilan namoyonlanadi.



1-rasm. Uzluksiz funktsiyaning diskretlanishi

va kvantlanish diagrammalari.

O'lchanilayotgan uzluksiz kattalikni yoki bunga proporsional bo'lgan fizik kattalikni diskret shaklga avtomatik ravishda o'zgartirish, xuddi shunday raqamli kodlash va o'lchov natijasini sonlar ko'rinishida sanab olish tuzilmasiga berish raqamli o'lchov asbob (RO'A) lari yordamida amalga oshiriladi.

RO'A lar ko'pchegarali, universal bo'lib, o'zgarmas va o'zgaruvchan toklarni kuchlanishni, chastotani, fazani, qarshilikni, kuchlanishlar nisbatini va boshqa elektr hamda noelektr kattaliklarni o'lchash uchun mo'ljallangan. Bular tez va sodda yo'l bilan aniq o'lchovlar o'tkazishga, katta sondagi o'lchanayotgan parametrlarni operativ nazorat etishga, o'lchov natijasidan subyektiv xatolikni chiqarib tashlashga, o'lchanilayotgan joriy axborotni katta aniqlikda va tezlikda qayd etishga va tezkor hisoblash mashinalariga ishlov uchun qulay shaklda berishga yo'l beradi.

Raqamli asbob tarkibiga analog-raqamli o'zgartkich (ARO'), raqamli sanab olish tuzilmasi va avtomat qurilmasi kiradi.

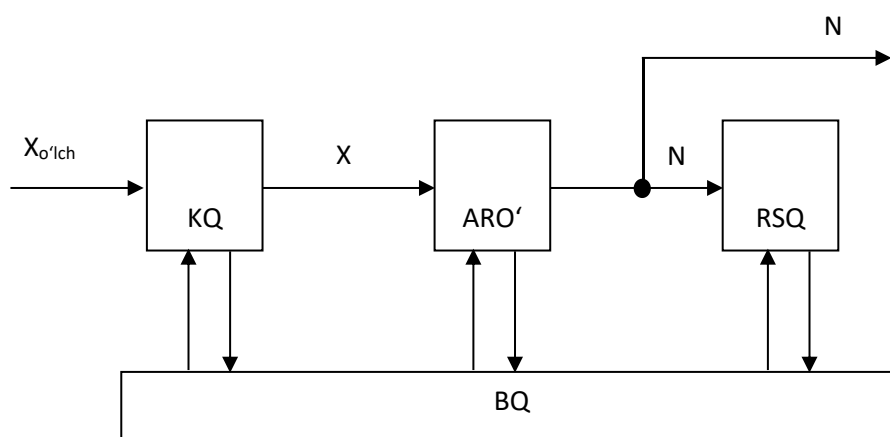
Raqamli asboblarning uzluksiz kattalikni diskret kattalikka o'zgartirish usuli, ARO' ning struktura sxemasi, qo'llaniladigan texnik vositalar va muvozanatlashtirish usuli (kompensatsiya) bo'yicha tasniflanadi.

O'zgartirish usuli bo'yicha raqamli asboblarning kod-, vaqt-, va chastota-impulsli o'zgartiruvchilarga bo'linadi. Kod-impulsli (razryadlar bo'yicha kodlash) o'zgartirishli raqamli asboblarda o'lchanilayotgan kattalik qiymatlari namunaviy kattalikning diskret qiymatlari qatori bilan ketma-ket solishtiriladi; vaqt-impulsli o'zgartirishli raqamli asboblarda o'lchanilayotgan kattalik qiymatlari vaqt intervaliga o'zgartiriladi; chastota-impulsli o'zgartirishli raqamli asboblarda o'lchanilayotgan kuchlanish qiymatlari impulsning o'tishi chastotasiga o'zgartiriladi.

Raqamli asboblarning ARO' ning struktura sxemasiga qarab to'g'ri va muvozanatlashtirishli o'zgartirishlilarga bo'linadi. To'g'ri o'zgartirishli asboblarda chiqishdan kirishga teskari bog'lanish bo'lmaydi, o'lchanilayotgan uzluksiz kattalik bevosita diskret kattalikka o'zgartiriladi.

Raqamli asboblarda o'lchov axboroti ko'z bilan ko'rib sanash uchun o'nli kod bilan berilishi va tashqi qurilmaga uzatish uchun esa ikkilik kodda chiqarilishi mumkin. Har bir raqamli asbob raqamli sanab olish qurilmasiga ega. Bu qurilma o'lchov natijalarini raqamli shaklda taqdim etishga mo'ljallangan belgilar indikatorini deshifratordan iborat. Raqamli asboblarda keyingi paytlarda vakuumli (lyuminessentli), gazorazryadli, yarimo'tkazgichli (yorug'lik diodi matritsalarini) va suyuq kristalli indikatorlar qo'llanilmoqda.

RO'A ning umumlashgan struktura sxemasi 2-rasmda keltirilgan. Bunda o'lchanilayotgan kattalik $X_{o'lch}$ kirish qurilmasi KQ ga beriladi. Bu qurilmada kirgan signal masshtab bo'yicha o'zgartiriladi va agarda pomexa bo'lsa undan tozalanadi. ARO' da KQ dan chiqqan kattalik X raqamli sanash qurilmasi RSQ ga beriladigan N kodga aylantiriladi. N kod tashqi qurilmaga chiqarilishi mumkin, masalan, keyingi ishlov berish va saqlash uchun EHM ga chiqarilishi mumkin. RO'A ning ishini boshqarish qurilmasi BQ tomonidan RO'A ning barcha funksional bo'linmalariga ma'lum ketma-ketlikdagi komanda signallarini ishlab chiqarib boshqaradi.



2-rasm. RO'A ning umumlashgan struktura sxemasi.

RO'A tomonidan o'lchanadigan kattaliklar diapazoni odatda keng bo'lgani uchun qator poddiapazonlarga bo'linadi. O'lchov jarayonida kerakli diapazonni tanlash qo'l bilan yoki avtomatik holda bajariladi. Tanlangan diapazonda o'lchov doimo avtomatik ravishda bajariladi.

RO'A larning asosiy parametrlariga o'zgartirish aniqligi, o'zgartirish vaqti, o'zgartirish diapazoni, xal etish qobiliyatini (sezgirlikni) kiritish mumkin.

RO'A larning xatoliklarini me'yorlash bir necha usulda amalga oshiriladi:

- 1) keltirilgan xatolikni me'yorlash;
- 2) nisbiy xatolikni ikki xadli ifoda bilan me'yorlash, ya'ni:

$$\delta = \pm a + b \frac{x_k}{x}, \quad (1)$$

yoki

$$\delta = \pm c + d \frac{x_k}{x} - 1, \quad (2)$$

bunda, a, b, c, d - doimiy koeffitsiyentlar; x_k - poddiapazonni katta qiymati; x - asbob ko'rsatishi.

- 3) sanab olish birligida ifodalangan absolyut xatolikning qiymatini berish bilan.

Eng ko'p hollarda me'yorlashning ikkinchi usuli qo'llaniladi.

O'lchaniladigan kattaliklarning turiga qarab RO'A lar quyidagilarga bo'linadi:

- 1) o'zgarmas va o'zgaruvchan tok voltmetrlari;
- 2) ommetrlar, o'zgarmas va o'zgaruvchan tok ko'priklari;
- 3) kombinatsiyalangan asboblari;
- 4) chastota va vaqt intervallarini o'lchagichlar;
- 5) maxsus RO'A lar: temperatura, massa, tezlik va sh.k. larni o'lchash uchun.

O'lchov asboblari ichida raqamli volmetrlar (RV) alohida o'rin tutadi. Bular o'lchanilayotgan kuchlanishlarning keng diapazonida (1 mV-1000 V) kichik o'lchash xatoligi (0,01-0,1 %) bilan o'lchash; o'lchanilayotgan kuchlanishning qutblarini va chegarasini avtomatik ravishda tanlash; o'lchov natijalarini raqamli ko'rinishda chiqarish; raqam bosmalash qurilmasi yordamida hujjatli qayd etish; elektron hisoblash mashinalari va murakkab axborot-o'lchov tizimlariga o'lchov axborotini kiritish imkonini ta'minlaydi. Bularning ishlash tezligi bir sekundda 2 tadan 5000 o'lchashgacha bo'lib, kirish qarshiligi 10^7 - 10^9 Ohm ni tashkil etadi. RV larning asosiy kamchiligi – sxemalarning murakkabligi va narxining yuqoriligi hisoblanadi.

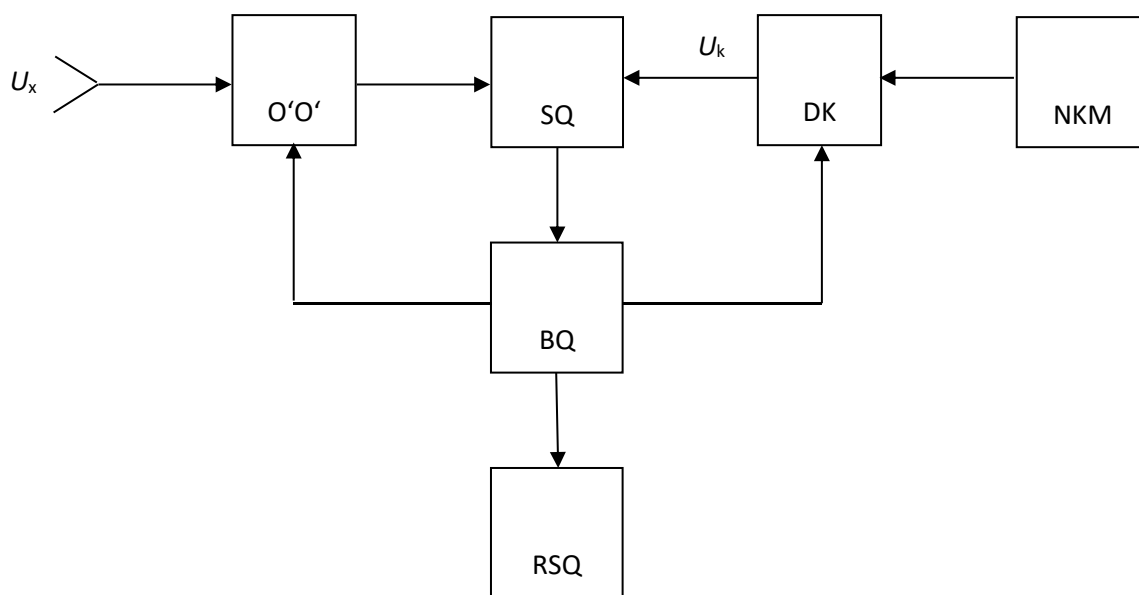
RV larning ish prinsipi asbobning sanab olish tuzilmasida raqamli shaklda namoyon bo'ladigan o'zgarma yoki asta o'zgaradigan kuchlanishni kodga o'zgartirishdan iborat. Bundan kelib chiqib, RV ning struktura sxemasi kirish qurilmasi KQ, analog-raqamli o'zgartkich ARO va raqamli sanab olish qurilmasi RSQ dan tarkib topadi.

Kirish qurilmasi o'lchanilayotgan kuchlanishning masshtabini o'zgartirishga, o'zgaruvchan kuchlanishni o'lchashda esa o'zgarmasga aylantirish va pomexalardan filtrlash uchun mo'ljallanadi. Kirish qurilmasi tarkibida atenuator (kuchlanish bo'luvchi), kuchaytirgich, past chastotalar filtri va qutblar qayta ulagichi bo'lishi mumkin.

Raqamli voltmترلarning sxematik yechimi analog-raqamli o'zgartkichning turi bilan aniqlanadi. Keng tarqalgan bo'lib, kod-, vaqt-, chastota-impulslil o'zgartirishli va ikkilangan integrallash usulidagi voltmترلar hisoblanadi.

Raqamli voltmترلarning ishlash prinsipi to'g'risida tasavvur qilish uchun misol tariqasida kod-impulslil o'zgartirishli (razryadlar bo'yicha kodlash) raqamli voltmetrning ishlash prinsipini xarakterlovchi struktura sxemasi 3-rasmda keltirilgan. Bu sxema bilan tanishib chiqamiz. Bunda o'lchanilayotgan kuchlanish U_x atenuator orqali solishtirish qurilmasiga SQ ga uzatiladi, SQ ning ikkinchi kirishiga diskretlangan kompensatsiya kuchlanishi U_k kiritiladi, U_k namunaviy kuchlanish manbai NKM va diskret kompensator DK tomonidan hosil qilinadi. Boshqarish qurilmasi BQ ishlab chiqaradigan komanda impulslari ta'sirida o'lchash operatsiyalari tashkil qilinadi va raqamli sanab olish qurilmasi RSQ ga o'lchov natijasi ikkili kodda beriladi, unda deshifratoyordamida o'nli kodga aylantirilib tabloga chiqariladi.

Kod - impulslil o'zgartirishli RV lar xatoligi asosan solishtirish qurilmasi va namunaviy kuchlanishlar manbaining barqarorligiga bog'liq bo'ladi. Afzalligi bo'lib tez ishlashi va statik, dinamik xatoliklari kamayishi hisoblanadi. Vaqt - impulslil o'zgartirishli RV pomexalarga bardoshligi past bo'lib, afzalligi soddaligidir. Pomexalar ta'siridagi o'lchashlarda chastota - impulslil o'zgartirishli RV va ikkilangan integrallil RV lar qo'llaniladi. Ikkilangan integrallil RV ning xatoligi 0,05% dan kamini tashkil etadi, pomexalarga nisbatan bardoshligi yuqori, lekin tez ishlashi nisbatan kichik.



3-rasm. Kod-impulslil o'zgartirishli RV ning struktura sxemasi.

Amaliyotda qo'llanilayotgan RV larning ba'zilarini xarakteristikalari bilan tanishib chiqamiz. Masalan:

III1513 xilidagi muvozanatlashtirishli o'zgartirishli raqamli voltmetr o'zgarmas tok kuchlanishini o'lchashga mo'ljallangan. Bu asbob asosiy xatoligi 0,1 va undan yuqori bo'lgan voltmetrlarni tekshirishda namunaviy asbob sifatida ishlatiladi. O'lchash diapazoni 0-1000 V, beshta poddiapazonga bo'lingan: 0,3; 3; 30; 300; 1000 V. Bitta o'lchov vaqti 0,02 sek. asosiy nisbiy xatoligi 3 V poddiapazonda

$$\delta = \pm 0,01 + 0,005 \frac{x_k}{x}, \quad (3)$$

boshqa poddiapazonlarda kuchlanish bo'luvchisining xatoligi ta'siri sababli ko'proq. Sezgirlik ostonasi 10 mkV; kirish qarshiligi 10-1000 MOm.

III1413 o'zgarmas tok kuchlanishini o'lchashga mo'ljallangan bo'lib, integrallovchi RA xiliga kiradi. Bu asboblarda katta aniqlikda o'lchash bilan birga pomexalarga bardoshlidir. O'lchash diapazoni 0-1000 V, beshta poddiapazonga bo'lingan: 0,1; 1; 10; 100; 1000V. Kirish qarshiligi 10-1000 MOm, sezgirlik ostonasi 10 mkV, aniqlik sinfi 0,05/0,02 va 100; 1000 V poddiapazonlarda 0,06/0,02 tashkil qiladi.

O'zgaruvchan tok voltmetrlari tarkibida o'zgaruvchan kuchlanishni o'zgarmasga aylantirib beradigan o'lchov o'zgartkichi bo'ladi. O'zgaruvchan kuchlanish o'zgarmasga aylantirilib, o'zgarmas tok RA bilan o'lchanadi.

RA asbobda qo'llanilayotgan o'zgaruvchan kuchlanishni o'zgarmasga aylantiruvchi o'zgartkichning turiga qarab asboblarda, yoki o'lchanilayotgan kuchlanishning ta'sir etuvchi (effektiv) qiymatiga, yoki uning o'rtacha to'g'rilangan qiymatiga reaksiya qiladi. Asbobning raqamli sanab olish qurilmasi o'lchanilayotgan sinusoidal kuchlanishning ta'sir etuvchi qiymatlarida axborot beradi. O'zgaruvchan tok RA lariga tegishli umumiy kamchilik bo'lib, ularning aniqligini nisbatan pastligi hisoblanadi.

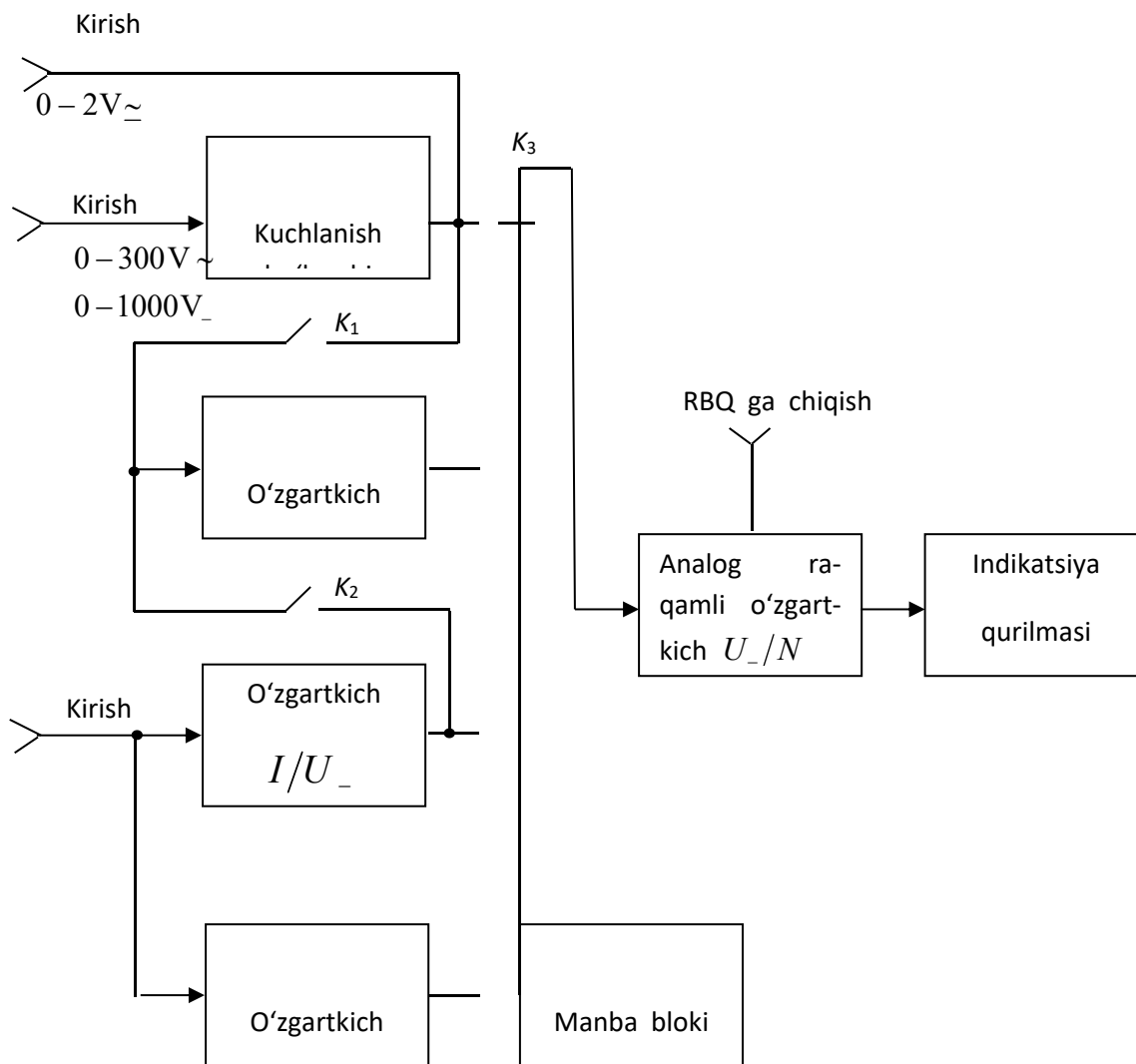
10.4-rasmda RV7-22A raqamli universal voltmetrning (RUV) struktura sxemasi keltirilgan.

Asbobning ishlash prinsipi o'lchanayotgan kattalikni unga proporsional bo'lgan vaqt intervaliga o'zgartirishga va so'ngra bu intervalni diskret shaklga hamda raqamli kodga o'zgartirishga asoslangan.

O'lchanadigan U_{\sim} , U_{-} , R , I_{\sim} , I_{-} kattaliklar kuchlanish bo'luvchi va tegishli o'zgartkichlar orqali me'yorlangan o'zgarmas analog kuchlanishga transformatsiyalanadi. Analog-raqamli o'zgartkich me'yorlangan analog kuchlanishni raqamli kodga o'zgartirishni asosiy funksiyasini bajaradi. Kuchlanishni vaqt intervaliga o'zgartirish ikki taktli integrallash usulida amalga oshiriladi.

RV7-22A universal voltmetrning o'lchash diapazonlari: $U_{-} = 0,2-1000B$; $I_{-} = 0,2-2000 \text{ mA}$; $R = 0,2-2000 \text{ kOm}$; $U_{\sim} = 0,2-300 \text{ B}$; $I_{\sim} = 0,2-2000 \text{ mA}$ va o'zgaruvchan tok va kuchlanishni o'lchashda chastota dipazoni 0,045-100 kGs ni tashkil etadi. Asbobning yo'l qo'yilgan asosiy xatoligi chegarasi o'lchanayotgan kattalik turi va poddiapazonlariga qarab (10.1) formula bilan baholanadi. Masalan, o'zgarmas tok kuchlanishini 0,2-200 V diapazonida o'lchaganda yo'l

qo'yiladigan asosiy xatolik $\pm[0,15+0,2(U_k/U_x)]$ bilan aniqlanadi. Asbob ishchi sharoitda o'z texnik tavsiflarini 24 soat uzluksiz ishlaganda saqlab qoladi. Radga ishlash vaqti 17000 soatdan kam emas.



4-rasm. RV7-22A RUV ning struktura sxemasi.

RO'A asboblari shchitli-statsionar va ko'chma, mo'ljallanishiga qarab birorta kattalikni o'lchash uchun yoki universal turlarda ishlab chiqariladi. Narxi qimmat bo'lishiga qaramasdan yuqori aniqlikda va keng diapazonlarda o'lchash imkoniyati bu asboblarning qadrini ko'taradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. R.J.Baratov, P.M.Mahmudov, A.U. Djalilov "Elektr o'lchash asboblari va elektr o'lchash". Toshkent — «ILM ZIYO» — 2017.
2. P.Ismatullayev, Sh.Qodirova, G'.G'oziyev. "Elektr o'lchash asboblariirostlash va ta'mirlash". "Sharq" Nashriyot-matbaa aksiyadorlik kompaniyasi bosh tahririyati. Toshkent – 2018.

3. Yakubov M.S., Jabbarov N.G., Amirov S.F. Elektrotexnikaning nazariy asoslari va elektr o'lchashlar. – T.: «O'qituvchi», 2012.
4. Axrorov N. Metrologiya asoslari va elektr o'lchamlaridan amaliy ishlar. – T.: «O'zbekiston», 2014.
5. С.П. Скворнюк. «Электрические измерения». ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ». Саратов 2015.
6. Пустовая О.А. Феникс, «Электрические измерения». ISBN 978-5-222- 16097-8. 2010г.
7. Кравцов, А.В. Метрология и электрические измерения [Текст] : учеб.пособие для вузов / А.В. Кравцов.- Изд.2-е перераб. М.: Колос,2007.
8. 12. А.Ф. Котюк. Датчики в современных измерениях. — М.: Радио и связь, 2006.
9. Т.С. Ратхор. Цифровые измерения (перевод с нем.). — М.: Феникс, 2006.
10. Д. Фрайден. Современные датчики. Справочник. Пер. с англ. — М.: Техносфера, 2006.
11. Class notes on electrical measurements & Instrumentation for 5th & 6th semester of electrical engineering & eee (b.tech programme).
12. Sensors Series: Senior Series Editor: B E Jones Series Co-Editor: W B Spillman, Jr. PRINCIPLES OF ELECTRICAL MEASUREMENT.
13. Anderson D., Dzatko D., Mindsha ADAnalog Devices, www.analog.com 2015.
14. Advanced Information Advanced Information Networks, www.advancedinformation.net 2021.
15. Giorgio Rizzoni. Pinciples and applications of Electrical Engineering. Ohio State University. USA, 2015.
16. Dogan Ibrahim. Advanced PIC Microcontroller. Projects in C. From USB to RTOS with the PIC18F Series. Burlington, MA, USA, Jordan Hill, Oxford OX2 8DP, UK, 2020.
17. Tim Wilmshurst. Designing Embedded system with PIC microcontrollers. Principles and applications. Burlington, MA, USA, Oxford OX2 8DP, UK, 2014.