

1 – ma’ruza. Elektr o’lchash usullari va asboblari bo’yicha umumiy ma’lumotlar.

- Reja:**
1. Elektr o’lchash usullari va asboblari fanining maqsadi va vazifasi.
 2. “EO‘U va A” fanining xalq xo‘jaligi, fan-texnika rivojidadagi roli ahamiyati.
 3. Elektr o’lchash haqida tushuncha.

Tayanch so‘zlar: o’lchash, o’lchash ob’ekti, o’lchash jarayoni, o’lchash usuli, o’lchanadigan kattalik, o’lchov birligi.

1. Elektr o’lchash usullari va asboblari fanining maqsadi va vazifasi

Fanni o’qitishdan maqsad – talabalarda elektr o’lchashlar, o’lchash usullari, o’lchash vositalari, ularning ish prinsiplari, har xil elektr, magnit kattaliklarini hamda elektr zanjir parametrlarini o’lchash bo’yicha, o’lchash natijalarini qayta ishlash bo’yicha, yo’nalish profiliga mos ta’lim standartida talab qilingan bilim, ko’nikma va malakalarini shakllantirishdir.

Fanning vazifasi — talabalarga elektr zanjir parametrlarini o’lchash usullarini, elektr o’lchash vositalarining turlari, tuzilishi, umumiy nazariyasi, har xil kattaliklarni o’lchash usullarini, o’lchash natijalarini baholash yo’llarini o’rgatishdan iborat.

2. Elektr o’lchash usullari va asboblari fanining xalq xo‘jaligi, fan – texnika rivojidadagi roli, ahamiyati.

Fan texnikaning rivoji (taraqqiyoti), xalq xo‘jaligining barcha sohalaridagi taraqqiyot hamma vaqt o’lchashlar bilan chambarchas bog’liq bo’lib kelgan.

Elektr o’lchash usullari va asboblari fan sifatida o’lchash usullari, o’lchash vositalari va ular yordamida har xil kattaliklarni o’lchash, o’lchash xatoliklari hamda ularga bog’liq va tegishli bo’lgan masalalarni o’z doirasiga oladi.

Inson aqil – idroki, zakovati bilan o’rganayotgan, shakllantirayotgan hamda rivojlantirgan qaysi fanni, uning yo’nalishini olmaylik albatta o’lchashlarga ularning usullariga, o’zaro bog’lanishlariga duch kelamiz. Bu o’lchash usullari va vositalari yordamida har xil kattaliklarni o’lchash va ularga bog’liq masalalarni mukammal o’rganish orqaligina amalga oshiriladi. Shu sababli, hozirgi qaysi bir fan, ilmiy yo’nalishi, u xoh tabiiy, xoh ijtimoiy bo’lmasin, albatta u yoki bu darajada o’lchash bilan bog’liq. To’la ishonch bilan aytish mumkinki, o’lchash inson ongli hayotining asosini tashkil etadi.

Faylasuflarning tahminicha fizikaviy xossalar, jarayonlarni tekshirish, o’rganishda eng asosiy yo’l (metod) o’lchashlar hisoblanadi.

Texnika sohasida ayniqsa metrologiyada, o’lchashlarning ahamiyati texnologik jarayonlarni boshqarish, mahsulotning yuqori sifatligini ta’minlash, nazorat qilish bo’yicha informatsiya hosil qilinishi bilan belgilanadi.

Xalq xo‘jaligida, ishlab chiqarishda qo’llanilayotgan murakkab tizimlarning yaratilishi hamda ilgaridan qo’llanib kelinayotgan kam quvvatli, inertli asboblarni

sekin – asta juda tezkor, yuqori metrologik ko'rsatkichlarga ega bo'lgan asboblardan bilan almashtirilmoqdaki, bu o'lchash amalini bajarilayotgan shaxslarning faoliyatini va tabiiyki ularga qo'yiladigan talablarni ham o'zgartirmoqda.

O'lchash jarayonlarini avtomatlashtirilishi, kompyuterlashtirilishi va zamonaviy texnologiyalarning ishlatilishiga faqat programmalashtirilgan tizimga tayangan holda erishish mumkin.

Zamonaviy metrologiyaning rivojlanishida murakkab empirik (tanlash, ilg'ash) metodlarini, ehtimollik nazariyasiga tayangan holda statistik metodlarini qo'llanilishi katta o'rin tutmoqdaki, bu o'lchashlarning ilmiy asoslarini tashkil etadi.

O'lchashlarni yuqoridagi majmui, albatta yuqori darajada tashkil etilgan va zamonaviy asboblardan infrastrukturasi bilan jihozlangan milliy o'lchash tizimi yordamida hamda o'lchashlarning birliligini, ularning ishonchligini, aniqligini ta'minlash shartlari bajarilishi bilan amalga oshirilishi mumkin.

3. O'lchash haqida tushuncha.

O'lchash deb, shunday solishtirish, anglash, aniqlash jarayoniga aytiladiki, unda o'lchanadigan kattalik fizik eksperiment yordamida, xuddi shu turdagi, birlik sifatida qabul qilingan qiymati bilan o'zaro solishtiriladi.

Bu ta'rifdan shunday xulosaga kelish mumkinki, birinchidan, o'lchash har xil kattaliklar to'g'risida informatsiya hosil qilishdir; ikkinchidan, bu fizik eksperimentdir; uchinchidan – o'lchash jarayonida o'lchanadigan kattalikning o'lchov birligini ishlatilishidir. Demak, o'lchash jarayonida o'lchashdan ko'zda tutilgan **maqsad**, ya'ni **izlanuvchi kattalik** va **o'lchash ob'yekti** ishtirok etadi.

Shunday qilib, uchta tushunchani bir – biridan ajrata bilish kerak: o'lchash, o'lchash jarayoni va o'lchash usuli,

O'lchash – bu umuman har xil kattaliklar to'g'risida informatsiya qabul qilish, o'zgartirish demakdir.

O'lchash jarayoni – bu solishtirish eksperimentini o'tkazish jarayonidir (solishtirish qanday usulda bo'lmasin).

O'lchash usuli esa – bu fizik eksperimentning aniq ma'lum struktura yordamida, o'lchash vositalari yordamida va eksperiment o'tkazishning aniq o'lchash algoritmi yordamida bajarilishi, amalga oshirilishi usulidir.

O'lchash natijasi – o'lchanayotgan kattalikning son qiymatini o'lchash birligiga ko'paytmasi tariqadisa ifodalanadi:

$$X=n[x]$$

O'lchashlar fan va texnikaning qaysi sohasida ishlatilishiga qarab, u aniq nomi bilan yuritiladi: elektr o'lchashlar, mexanik o'lchashlar, issiqlik o'lchashlar va h. k.

Elektr o'lchashlar deganda elektr va magnit kattaliklarni, elektr zanjir parametrlarini va har xil noelektrik kattaliklarni o'lchash tushuniladi.

Elektr o'lchashlar qator afzalliklarga egaki, ulardan asosiylari quyidagilardan iborat: masofadan va markazlashtirilgan o'lchashlarni olib borish imkoniyatiga egaligi. Bundan tashqari elektr o'lchashlar yordamida bir vaqtning

o'zida har xil harakterdagi kattaliklarni o'lchash mumkinligi, o'lchash vositalarining kam inertsiyonligi, o'lchashni juda keng chastota diapazonida olib borilishi, avtomatik rostlash va boshqarish sistemalaridagi ba'zi masalalarni kompleks ravishda yechishning qulayligi va nihoyat, o'lchash natijalarida avtomatik ravishda har xil matematik operatsiyalar o'tkazish imkoniyatining mavjudligidir.

Nazorat sinov savollari

1. Elektr o'lchash usullari va asboblari fanining maqsadi va vazifasi nimadan iborat?
2. O'lchash deb nimaga aytiladi?
3. O'lchash jarayoni, o'lchash ob'ekti, maqsadi deganda nimani tushunasiz?
4. Elektr o'lchashlar qanday afzalliklarga ega?

2 – ma’ruza. Fizikaviy kattaliklar.

- Reja:** 1. Fizikaviy kattalik, uning sifat va miqdoriy tavsiflari.
2. Kattalik turlari.
3. O‘lchanadigan kattalik, o‘lchash informatsiyasi, signal, uning turlari.

Tayanch so‘zlar: kattalik, sifat tavsifi, miqdor tavsifi, asosiy kattalik, kattalikning o‘lchamligi, kattalikning qiymati, signal, parametr, informativ parametr, noinformativ parametr.

1. Fizik kattalik, uning turlari, sifat va miqdoriy tavsiflari

Fizikaviy kattalik – sifat tomonidan ko‘pgina fizikaviy ob’ektlarga (fizikaviy tizimlarga, ularning holatlariga va ularda o‘tayotgan jarayonlarga) nisbatan umumiy bo‘lib, miqdor tomonidan har bir ob’ekt uchun xususiy bo‘lgan xossadir. Bu yerda xususiylik deganda, biror ob’ektning xossasi ikkinchisirikiga nisbatan ma’lum darajada kattaroq yoki kichikroq bo‘lishi tushuniladi.

Sifat tavsifi – olingan kattalikning mohiyatini, mazmunini ifodalaydigan tavsif tushuniladi. Masalan, gap masofa borasida ketganda muayyan olingan ob’ektning o‘lchamlarini, uzun qisqaligini yoki baland-pastligini bildiruvchi xususiyatini tushunamiz. Yoki og‘irlik deganda qandaydir mavhum, og‘ir yoki yengil ob’yektni, aksariyat tarozi toshlarini ko‘z oldimizga keltiramiz. Temperatura to‘g‘risida gap borganda esa, issiq – sovuqlikni tushuniladi. Mana shular kattalikni *sifat tavsifi* bo‘lib hisoblanadi.

Endi olingan ob’ektlarda biror bir kattalik to‘g‘risida gap borganda, bu ob’ektlar o‘zida shu kattalikni ko‘p yoki kam “Mujassamlashtirganligini” shohidi bo‘lamiz. Bu esa kattalikning *miqdor tavsifi* bo‘ladi.

2. Kattalikning turlari

Ko‘pincha kattalikning o‘rniga parametr, sifat ko‘rsatkichi, tavsif (xarakteristika) degan atamalarni ham qo‘llanishiga duch kelamiz, lekin bu atamalarning barchasi mohiyatan kattalikni ifodalaydi.

Muayyan guruhlardagi kattaliklarning orasida o‘zaro bog‘liqlik mavjud bo‘lib, uni fizikaviy bog‘lanish tenglamalari orqali ifodalash mumkin.

Masalan, vaqt birligidagi o‘tilgan masofa bo‘yicha tezlikni aniqlashimiz mumkin. Mana shu bog‘lanishlar asosida kattaliklarni ikki guruhga bo‘lib ko‘riladi: *asosiy kattaliklar* va *hosilaviy kattaliklar*.

Asosiy kattaliklar – deb, ko‘rilayotgan tizimga va shart bo‘yicha tizimning boshqa kattaliklariga nisbatan mustaqil qabul qilib olinadigan kattalikka aytiladi. Masalan, masofa (uzunlik), vaqt, temperatura, yorug‘lik kuchi kabilar.

Hosilaviy kattalik – deb tizimga kiradigan va tizimning kattaliklari orqali ifodalanadigan kattalikka aytiladi. Masalan, tezlik, tezlanish, elektr qarshiligi, quvvat va boshqalar.

Kattaliklarning sifat tavsiflarini rasmiy ravishda ifodalashda o'lchamlikdan foydalaniladi.

Kattalikning o'lchamligi – deb shu kattalikning tizimdagi asosiy kattaliklari bilan bog'liqligini ko'rsatadigan va proporsionallik koeffitsientini birga teng bo'lgan ifodaga aytiladi.

Kattalikning qiymati deganda, unung o'lchamini muayyan sonli birliklarda ifodalanishini tushunamiz.

Kattalikning o'lchami – ayrim olingan moddiy ob'yekt, jism, hodisa yoki jarayonga tegishli bo'lgan kattalikning miqdori bo'lib hisoblanadi.

Kattalikning qiymati – qabul qilingan birliklarning ma'lum bir soni bilan kattalikning miqdor tavsifini aniqlash.

Kattalikning qiymati uni o'lchash birligining o'lchami $\{x\}$ va sonli qiymati bilan ifodalanadi.

$$X=q \{x\}$$

Kattalikning birligi deb – ta'rif bo'yicha qiymati 1 ga teng qilib olingan kattalik tushuniladi.

Kattalikning birligi ham asosiy va hosilaviy birliklarga bo'linadi

Kattalikning asosiy birligi – birliklar tizimidagi ixtiyoriy ravishda tanlangan asosiy kattalikning birliliga aytiladi. Masalan, metr, kilogramm, sekund.

Hosilaviy birlik deb – berilgan birliklar tizimining birliklaridan tuzilgan, ta'riflovchi tenglama asosida keltirib chiqaruvchi hosilaviy kattalikning birligiga aytiladi. Misol qilib, 1 m/s – tezlik birligini, $1 \text{ H} = 1 \text{ kg m/s}^2$ kuch birligini olishimiz mumkin.

Bazida “kattalik” iborasini o'rniga parametr yoki signal iboralari ham qo'llaniladi.

Signal yoki parametr umumiy holda biror fizikaviy xodisa, yoki jarayon to'g'risidagi informatsiyalardir va bu informatsiya uzluksiz yoki diskret ko'rinishida bo'lishi mumkin.

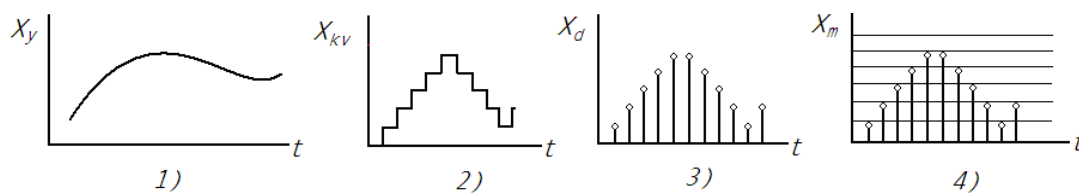
O'lchash signali deganda o'lchanadigan fizikaviy kattalik bilan funksional bog'langan fizikaviy ob'yektning informativ parametri tushuniladi.

O'lchash signallari elektr signali, mexanik, issiqlik va h.k; davriy va davriymas; o'zgarimas va vaqt bo'yicha o'zgaruvchan bo'lishi mumkin.

Tasodifiy signal odatda, tasodifiy kattalikni xarakterlaydi va u teng taqsimlanish, normal, eksponensial va h.k; qonuniyatlari bo'yicha o'zgarishi mumkin.

Signallar o'lchash vositalarining kirishi va chiqishidagi kattalikni vaqt bo'yicha va uning asosiy parametrini o'zgarishiga qarab quyidagi 4 guruhga bo'linadi:

1) uzluksiz, 2) kantlangan 3) determinlashgan 4) majmuiy (kvazideterminlashgan)



Nazorat sinov savollari

1. Fizikaviy kattalik nima?
2. Kattalikning sifat va miqdoriy tavsiflarini tushuntiring.
3. Kattalikning qiymati, o'lchash birligi deb nimaga aytiladi?
4. Signal, parametr nima?
5. Signalni qanday turlari mavjud?
6. Informativ, noinformativ parametr deb nimaga aytiladi?

3 – ma’ruza. Elektr o’lchash usullari.

Reja: 1. O’lchash turlari. (bevosita, bilvosita, majmuiy va birgalikda). Statik va dinamik o’lchashlar.

2. O’lchash usullari (bevosita baholash, solishtirish usullari).

3. Diskret o’lchash usuli.

Tayanch so’zlar: diskretlash, kvant miqdori, uzluksiz kattalik, diskretlash qadami, diskretlash momenti, ketma-ket hisob usuli, sanoq usuli.

1. O’lchash turlari

Umuman o’lchash juda hilma – xil yo’lida o’tkazilishi mumkin. Bu albatta o’lchanadigan elektr va noelektrik kattaliklarning ko’pligiga, ularning vaqt bo’yicha har xil harakterda o’zgarishiga, o’lchash aniqligiga qo’yiladigan talablarga va o’lchash natijalarining har xil yo’l bilan olinishiga bog’liqdir.

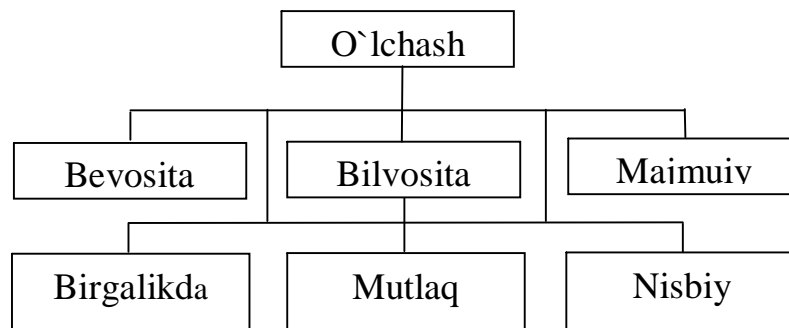
Metodologik nuqtai nazardan o’lchash natijasi qanday olinishiga qarab, o’lchash quyidagi *turlarga* bo’linadi:

1. bevosita;

2. bilvosita;

3. majmuiy;

4. birgalikda.



Bevosita o’lchash – o’lchanayotgan kattalikning aniq qiymatini tajriba natijasidan bevosita topish. Masalan, elektr tokini ampermetrda o’lchash.

$$X = Y_1,$$

bu yerda: X - o’lchanadigan kattalik, Y - tajriba natijasi.

Bilvosita o’lchash – bevosita o’lchangan kattaliklar bilan o’lchanayotgan kattalik orasida bo’lgan ma’lum bog’lanish asosida kattalikning qiymatini topish. Masalan, o’zgarimas tok zanjirida quvvat o’lchash $P = U \cdot I$

$$X = f(Y_1, Y_2, \dots, Y_n),$$

bu yerda Y_1, Y_2, \dots, Y_n - bevosita o’lchashlar natijasi.

Majmuiy o’lchash – bir necha nomdosh kattaliklarning birikmasini bir vaqtda bevosita o’lchashdan kelib chiqqan tenglamalar tizimini yechib, izlanayotgan qiymatlarni topish. Masalan, har xil torozu toshlarning massasini

solishtirib, bir toshning ma’lum massasidan boshqasini massasini topish uchun o’tkaziladigan o’lchashlar.

Birgalikda o’lchash – turli nomli ikki va undan ortiq kattaliklar orasidagi munosabatni topish uchun bir vaqtda o’tkaziladigan o’lchashlar. Masalan, rezistorning $20^{\circ}C$ dagi qiymatini turli temperaturalarda o’lchab topish.

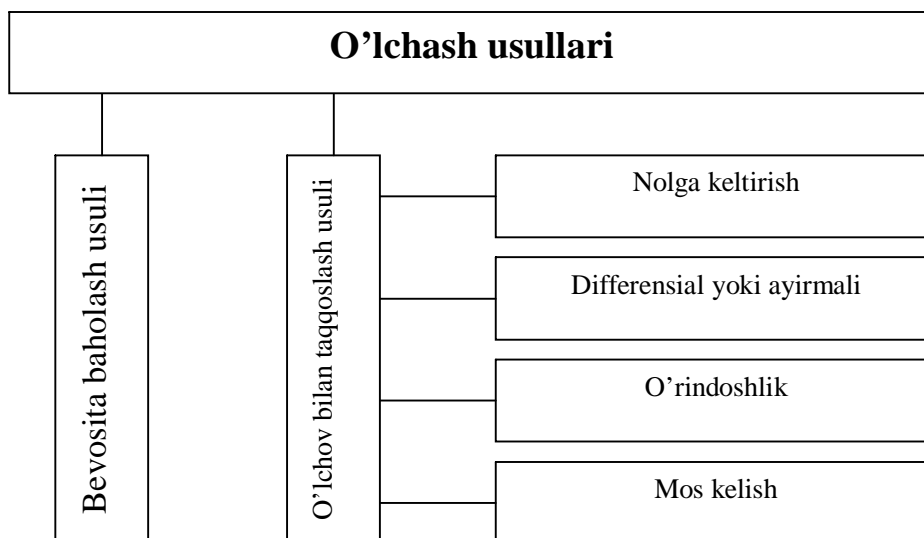
$$R_t = R_0(1 + \alpha t^2)$$

Mutloq o’lchash – bir yoki bir necha asosiy kattaliklarni bevosita o’lchanishini va (yoki) fizikaviy doimiylikning qiymatlarini qo’llash asosida o’tkaziladigan o’lchash.

Nisbiy o’lchash – kattalik bilan birlik o’rnida olingan nomdosh kattalikning nisbatini yoki asos qilib olingan kattalikka nisbatan nomdosh kattalikning o’zgarishini o’lchash.

2. O’lchash usullari

O’lchahs usuli deganda, o’lchash qonun – qoidalari va o’lchash vositalaridan foydalanib, kattalikni uning birligi bilan solishtirish usullari tushuniladi.



Bevosita baholash usuli – bevosita o’lchash asbobining kuzatish qurilmasi yordamida to’g’ridan – to’g’ri o’lchanayotgan kattalikning (uning aynan o’lchov birligida) qiymatini topish. Masalan, kuchlanishni vol’tmetr yordamida o’lchash.

O’lchov bilan taqqoslash (solishtirish) usuli – o’lchanayotgan kattalikni o’lchov orqali yaratilgan kattalik bilan taqqoslash usuli bo’lib, bir nechta turlari mavjud:

Nolga keltirish usuli – bunda kattalikning taqqoslash asbobiga ta’siri natijasini nolga keltirish lozim bo’ladi. Masalan, qarshilikni to’la muvozanatlanadigan ko’prik yordamida o’lchash.

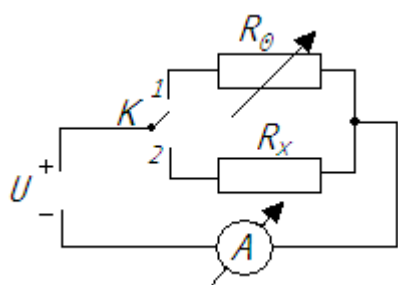
$$\begin{array}{c} X \\ \longrightarrow \end{array} \boxed{H} \begin{array}{c} \longleftarrow \\ X_0 \end{array} f(X-X_0)=0$$

Differensial (ayirmali) o’lchash usuli – o’lchov bilan taqqoslash usulining bir turi hisoblanib, o’lchanayotgan kattalikning va o’lchov orqali yaratilgan kattalikning ayirmasini (farqini) o’lchash asbobiga ta’sir qilish usuli. Masalan,

vol'tmetr yordamida ikki kuchlanish orasidagi farqni o'lchash, bunda kuchlanishlarning biri juda yuqori aniqlikda ma'lum, ikkinchisi esa izlanayotgan kattalik hisoblanadi.

$$\Delta U = U_0 - U_x, \text{ bundan } U_x = U_0 - \Delta U$$

O'rindoshlik o'lchash usuli – bu usul o'lchanayotgan kattalikning o'lchov orqali yaratilgan ma'lum qiymatli kattalik bilan o'rin almashishiga asoslangan.



Masalan, qarshiliklar magazini yordamida tekshirilayotgan resistor R_x ning qarshiligini topish. Bunda kalit "K" ni ikkala holatda (1 va 2) qo'yganda $\alpha_1 = \alpha_2$ shart bajarilishi kerak.

$$I_1 = U/R_0 \rightarrow \alpha_1;$$

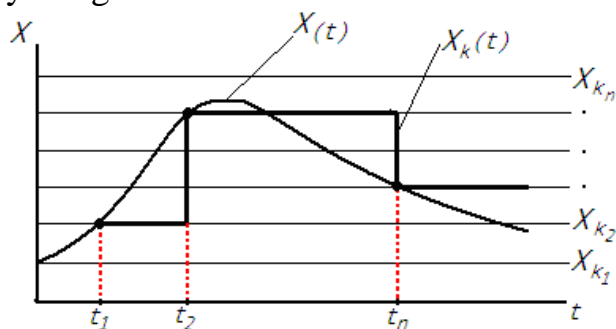
$$I_2 = U/R_x \rightarrow \alpha_2,$$

bu yerda α_1 va α_2 lar ampermetr ko'rsatkichining og'ish burchagi.

Mos kelish usuli – bu o'lchanayotgan kattalik bilan o'lchov orqali yaratilgan kattalikning ayirmasini shkaladagi belgilar yoki davriy signallarni mos keltirish orqali o'tkaziladigan o'lchash. Masalan, kalibr yordamida val diametrini o'lchash, yoki uzunlikni shtangensirkul bilan o'lchash. Bundan tashqari o'lchanadigan kattalikning vaqt bo'yicha o'zgarish jarayoniga qarab o'lchash quyidagicha turlanadi. O'lchash jarayonida vaqt bo'yicha o'zgaradigan kattalikni o'lchash – statik (bunga, kattalikning turg'un, ta'sir etuvchi, amplituda qiymatlarini o'lchash misol bo'ladi), vaqt bo'yicha o'zgaradigan qiymatlarni o'lchash esa – dinamik o'lchash deyiladi (masalan, tok yoki kuchlanishlarni oniy qiymatlarini o'lchash).

Dinamik o'lchashlarda agar o'lchash vositasi o'lchanadigan kattalikning uzluksiz o'zgarishini qayd qila olsa, bunda uni uzluksiz o'lchash deyiladi.

Diskret o'lchash usuli. Diskret o'lchash usuli – shundayki, bunda vaqt bo'yicha o'zgaruvchi kattalikning ($0 \leq t$ gacha) hamma qiymati emas, balki ba'zi momentlarga tegishli qiymatigina ma'lum bo'ladi.



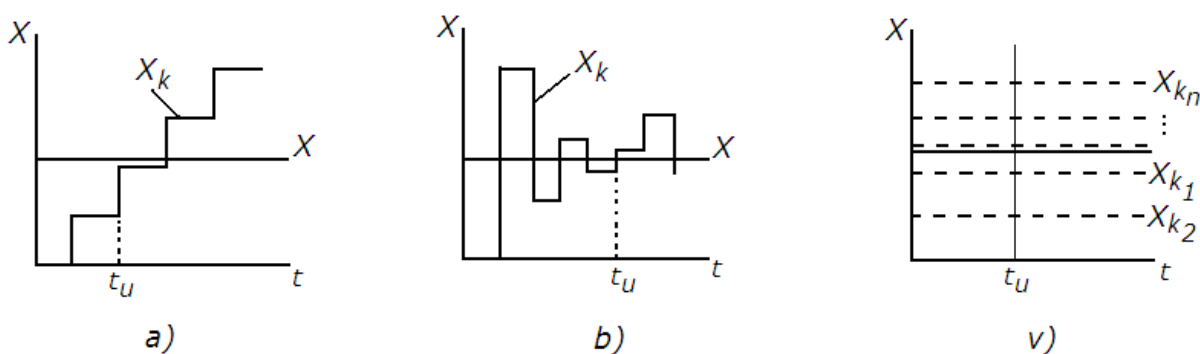
Boshqacha aytganda diskret o'lchash usulida vaqt bo'yicha uzluksiz o'zgaradigan kattalik vaqt bo'yicha diskretlanadi, miqdor bo'yicha esa kvantlanadi. Grafikdagi $X(t)$ – vaqt bo'yicha uzluksiz o'zgaradigan kattalikning o'zgarish grafigi; X_k – kvant miqdorlari ya'ni o'lchanadigan kattalikning t_1, t_2, \dots, t_n – momentlariga tegishli uzoq qiymatlari. Diskretlash bu muayyan diskret (juda qisqa) vaqt oralig'ida qaydnomalarni olishdir. t_1, t_2, \dots, t_n – diskretlash momentlari

deyiladi va t_1 ? t_2 gacha oraliq diskretlash qadami deyiladi. Kvantlash esa, $X(t)$ kattalikning uzluksiz qiymatlarini X_k diskret qiymatlarining to'plami (nabori) bilan almashtirishdir.

O'lchanadigan kattalikning uzluksiz qiymatlari muayyan tartiblar asosida kvantlash darajalarining qiymatlari bilan almashtiriladi. Kodlashtirish esa muayyan ketma – ketlikda ifodalangan sonli qiymatlarni tavsiya etishdan iborat.

Uzluksiz o'zgaruvchan kattalikning diskret usuli asosida uzoq diskret qiymatlariga, kodlarga o'zgartirilishi asosan uch xil usulda amalga oshiriladi (3.1 – rasm a,b,v):

- a) ketma-ket hisob usuli;
- b) taqqoslash (solishtirish) usuli;
- v) sanoq usuli.



3.1 - rasm

Nazorat sinov savollari

1. O'lchash usuli deb nimaga aytiladi?
2. Qanday o'lchash turlarini bilasiz?
3. Majmuyi, birgalikda o'lchash turlarini tushuntiring? Misol keltiring.
4. Bevosita baholash usulini tushuntiring?
5. Qanday solishtirish usullari mavjud?
6. Nolga keltirish, o'rindoshlik usullariga misol keltiring?
7. Differensial, mos kelish usullarini tushuntiring?
8. Absolyut nisbiy o'lchash deb nimaga aytiladi?
9. Diskret o'lchash usulini tushuntiring?
10. Statik va dinamik o'lchash deb nimaga aytiladi?

4 – ma’ruza. Elektr o‘lchash vositalari to‘g‘risida umumiy ma’lumotlar.

Reja:

1. Elektr o‘lchash vositalari to‘g‘risida umumiy ma’lumotlar.
2. Elektr o‘lchash vositalarini bajaradigan funksiyasiga qarab turlanishi.
3. O‘lchovlar, o‘lchash o‘zgartkichlari, o‘lchash asboblari, o‘lchash qurilmalari, informatsion o‘lchash tizimlari, ularning ishlanishi, struktura sxemalari.

Tayanch so‘zlar: o‘lchov, etalon, o‘zgartkich, datchik, analogli asbob, raqamli asbob, standart namuna, namunaviy modda.

Elektr o‘lchash vositalari – deganda elektr, magnit, noelektrik kattaliklarni, elektr zanjir parametrlarini o‘lchashda qo‘llaniladigan qurilmalar majmuasiga aytiladi.

Elektr o‘lchash vositalari ularni bajaradigan funksiyasiga qarab quyidagi guruhlariga bo‘linadi: o‘lchovlar, etalonlar, o‘lchash o‘zgartkichlari, o‘lchash asboblari, o‘lchash qurilmalari va informatsion – o‘lchash tizimlari.

O‘lchov deb – kattalikning aniq bir qiymatini hosil qiladigan (tiklaydigan), saqlaydigan texnik vositaga aytiladi.

O‘lchovlar o‘zgarmas va o‘zgaruvchan qilib ishlanadi, ya’ni bir qiymatli, masalan: qarshiligi **0.1 Om** bo‘lgan g‘altak yoki normal element, tarozi toshi, o‘zgarmas yoki bir qiymatli o‘lchovdir; har xil sig‘imni olishga imkon beruvchi o‘zgaruvchan sig‘imli kondensator esa o‘zgaruvchan, yani ko‘p qiymatli o‘lchovdir.

Bir qiymatli o‘lchovlar birikmasi o‘lchovlar to‘plamini tashkil etadi.

Standart namunalar va namunaviy moddalar ham o‘lchovlar turkumiga kiritilgan.

Standart namuna – modda va materiallarning xossalari va xususiyatlarini tavsiflovchi kattaliklarni hosil qilish uchun xizmat qiladigan o‘lchov sanaladi. Masalan, g‘adir – budrlilikning namunalari, namlikning standart namunalari.

Namunaviy modda – esa, muayyan tayyorlash sharoitiga hosil bo‘ladigan va aniq xossalarga ega bo‘lgan modda sanaladi. Masalan, “toza suv”, “toza metal” va h.k.

Kattalik birligini qayta tiklash va saqlash uchun mo‘ljallangan o‘ta yuqori (metrologik) aniqlikdagi maxsus o‘lchash vositalari **etalon** deb ataladi va birlik o‘lchamini uzatishda metrologik zanjirning oliy zvenosi hisoblanadi.

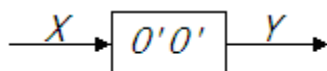
Etalon (o‘lchashlar shkalasi yoki birligi etaloni) – kattalikning o‘lchamini qiyoslash sxemasi bo‘yicha quyi tabaqa vositalarga uzatish maqsadida, shkalani yoki kattalik birligini qayta tiklash va (yoki) saqlash uchun mo‘ljallangan va belgilangan tartibda etalon sifatida tasdiqlangan o‘lchash vositasi yoki o‘lchash vositalarining majmui.

Etalonlar konstruktiv ishlanishiga va tarkibiga qarab bo‘linadi: **etalon kompleks, yakka etalon, guruhli etalon, etalon to‘plami**.

Birlikni qayta tiklash aniqligining darajasi bo‘yicha va metrologik tobeligi bo‘yicha etalonlar birlamchi, ikkilamchi va ishchi etalonlarga bo‘linadi.

Davlat uchun boshlang'ich etalon sifatida xizmat qilishi rasmiy qaror bilan tan olingan etalon **milliy** (davlat) etalon deb ataladi.

O'lchash o'zgartkichi – deb, o'lchash informatsiyasi signalini ishlab berish, uzatish, keyinchalik o'zgartirish, ishlab berish va uni saqlashga mo'ljallangan, lekin kuzatuvchining ko'rishi (kuzatishi uchun moslanmagan o'lchash vositasiga aytiladi).



$Y=f(x)$, ba'zida o'lchash o'zgartkichining kirishiga bir qancha X_1, X_2, \dots, X_n kattaliklar kiritiladi va u holda Y quyidagicha ifodalanadi $Y=f(X_1, X_2, \dots, X_n)$.

Odatda, o'lchash zanjirida birinchi bo'lgan, yani o'lchanayotgan kattalik signalini qabul qiladigan o'lchash o'lchash o'zgartkichiga **birlamchi o'lchash o'zgartkichi** deyiladi. Undan keyingi joylashgan o'lchash o'lchash o'zgartkichlariga esa **oralq o'zgartkichlar** nomi beriladi.

O'lchash o'zgartkichlarining keng tarqalgan turlariga masshtabli va parametrik o'lchash o'zgartkichlari kiradi.

Birlamcha o'lchash o'zgartkichlari, ko'pincha **datchik** deb yuritiladi. Uning bevosita o'lchanayotgan kattalik ta'siridagi qismi sezuvchan (chuvstvitel'niy) element deyiladi. Masalan, termoelektrik termometrda – termojuftlik, monometrik termometrda, termoballon ana shunday elementlardir. Bazida datchik bitta yoki bir nechta o'lchash o'zgartkichlarining konstruktiv yig'ilmasidan iborat bo'ladi.

O'lchanadigan kattalikning xarakteriga qarab, o'lchash o'zgartgichlari quyidagi turlarga bo'linadi:

1. Elektr kattaliklarni yana elektr kattaliklarga o'zgartiruvchi o'zgartgichlar ($E \Rightarrow E$).

2. Noelektrik kattaliklarni elektr kattaliklarga o'zgartiruvchi o'zgartgichlar ($NE \Rightarrow E$).

1- turdagi o'zgartgichlarga masshtabli (shunt qarshiligi, qo'shimcha rezistorlar, kuchlanish bo'lgichlari, o'lchash tok va kuchlanish transformatorlari, kuchaytirgichlar va h.k) o'zgartkichlar, hamda to'g'irlagichli o'zgartgichlar (yarim o'tkazgichli elementlardan ishlangan (diodli) o'zgartkichlar) kiradi.

2 – turdagi o'lchash o'zgartgichlariga noelektrik (elektrmas) kattaliklarni (masalan, mexanik, issiqlik, kimyoviy, optik va boshqa turdagi) elektr kattaliklariga (tok, E.Yu.K., qarshilik kabi) o'zgartiruvchi o'zgartkichlar datchiklar deb yuritiladi va o'lchanayotgan kattalikning turiga qarab tegishli nomlarga ega bo'ladi. Masalan, bosim datchigi, moment datchigi, siljish datchigi, sath datchigi, issiqlik datchigi va h.k. Ta'kidlab o'tilgan parametrik o'lchash o'zgartkichlarida kirishdagi signal (mexanik siljish, bosim, o'g'irlik kabi) bo'lib, chiqishdagi esa faqat elektr signali (elektr qarshiligi, elektr sig'imi, elektr yurituvchi kuch va boshqalar) bo'ladi.

Bulardan tashqari elektromexanik turidagi elektr o'lchash asboblarning asosiy qismi bo'lib hisoblanuvchi turli tuzimga oid o'lchash mexanizmlari ham o'lchash o'zgartkichlari qatoriga kiradi. Chunki o'lchash mexanizmlarining ishlashi shunga asoslanganki, ularda o'lchanadigan kattalik (ya'ni elektr energiya)

mexanizm qo'zg'aluvchan qismini harakatlanishiga, yani burchakli yoki chiziqli surilishiga (mexanik energiyaga) o'zgartiriladi.

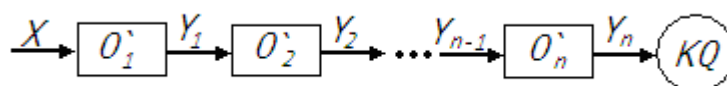
Telemexanika va teleo'lchash tizimlarida (masofadan o'lchashlar va boshqarishda) me'yorlovchi o'lchash o'zgartkichlari keng qo'llaniladi. Bu o'zgartkichlarda har – xil elektr (kuchlanish, chastota, quvvat) va noelektrik (bosim, harorat va boshqalar) kattaliklar unifikatsiyalangan (umumlashtirilgan) elektr signaliga (odatda o'zgarimas tok signaliga) o'zgartiriladi. Bunga “Sapfir” turidagi bosim o'zgartkichi misol bo'la oladi.

O'lchash o'zgartkichlarining chiqishidagi o'lchash informatsiyasining signali kuzatuvchining ko'rishi (kuzatishi) uchun moslanmagan bo'lganligi sababli, bu o'zgartkichlar alohida (mustaqil) o'lchash vositasi sifatida ishlatilmaydi. O'lchash o'zgartkichlari faqat o'lchash asboblari bilan birgalikda yoki o'lchash qurilmalari yoki o'lchash tizimlarining tarkibida ishlatiladi.

O'lchash asboblari – deb, kuzatish (kuzatuvchi) uchun qulay ko'rinishli shaklida o'lchash informatsiyasi signalini ishlab berishga mo'ljallangan o'lchash vositasiga aytiladi.

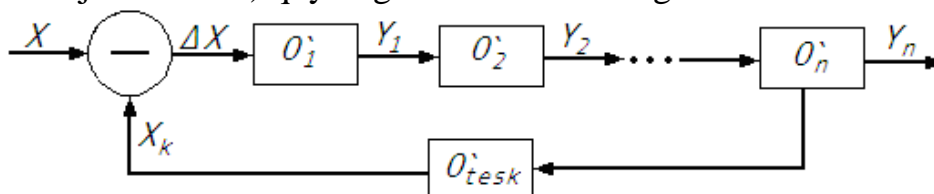
O'lchash asboblari struktura sxemasining turi bo'yicha (o'lchash vositasiga o'lchash informatsiyasi signalini o'zgartirish ketma – ketligini ifodalovchi sxema) bevosita ta'sirdagi (baholaydigan) va solishtirib o'lchaydigan asboblarga bo'linadi.

O'lchanadigan kattalikni asbobning oldindan darajalab qo'yilgan darajasi (shkalasi) bo'yicha kuzatishga hisoblashga imkon beruvchi o'lchash asbobi **bevosita ta'siridagi asbob deb ataladi**. Bunday asboblarda o'lchash informatsiyasining signalini to'g'ri yo'nalishda qator ketma – ketlikdagi o'zgartirishlardan o'tadi. Asboblarning strukturali sxemasi quyida keltirilgan:



Sxemada: X va Y lar o'lchash asboblarning kirishidagi va chiqishidagi kattaliklari; O'_1, O'_2, \dots, O'_n – o'lchash informatsiyalarining alohida o'zgartkichlari.

O'lchanadigan kattalikni uni o'lchovi bilan avtomatik yoki operator ishtirokida solishtirish natijadisa olinadigan o'lchash asboblari **solishtirish asboblari** deyiladi. Boshqacha aytganda, bu asboblarda o'lchanadigan kattalik bevosita uning o'lchovi bilan yoki o'lchov sifatida qabul qilingan aniq qiymati bilan o'zaro solishtiriladi. Solishtirish asboblarida chiqish kattaligi Y teskari bog'lanish zanjiridagi maxsus o'zgartkich yordamida (O'_{tesk}) o'lchanadigan kattalik X bilan bir turdagi X_k ga o'zgartiriladi va keyin X va X_k kattaliklar asbobning kirishida solishtiriladi (ayriladi). Solishtirish asboblarning strukturali sxemasi (berk zanjirli bo'ladi) quyidagi rasmda ko'rsatilgan.



Teskari bog'lanish zanjirining mavjudligi asbobning aniqligini ko'tarishi mumkin, lekin ko'pincha uning tezkorligi va umumiy sezgirligiga teskari ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Solishtirish asboblari teng yelkali torozilar, o'zgarmas tok ko'priklari, potensiometrar misol bo'lishi mumkin.

Ko'p hollarda, o'lchanadigan kattalik bilan uning aniq qiymatlari emas, balki shu kattaliklar hosil qilgan effektlar solishtiriladi. Masalan, o'zgarmas tok ko'priklarida o'lchanadigan va aniq qarshiliklarining zanjirlaridan o'tadigan elektr toki solishtiriladi. Teng yelkali tarozilarda o'lchanadigan ob'jekt va toshlarning massasi emas, balki shu jismlar hosil qilgan aylantiruvchi momentlar solishtiriladi.

O'lchash asboblari ularning ko'rsatishi, chiqishdagi kattalik bilan o'lchadigan kattaliklarning o'zaro bog'liqligi bo'yicha **analogli** va **raqamli** asboblarga bo'linadi.

Analogli asboblar. Analogli asboblarda ularning ko'rsatishi o'lchanadigan kattalikning uzluksiz o'zgarish funksiyasiga bog'liq bo'ladi.

Analogli asboblar yuqori tezkorlikka ega, bundan tashqari asbobning ko'rsatishi bo'yicha o'lchanadigan kattalikning o'zgarishi (raqamligiga qaraganda) psixologik jihatdan oson qabul qilinadi (kuzatiladi). Lekin, analogli (asosan strelkali) asboblarning aniqligi uning shkalasi bo'yicha kuzatish xatoligi bilan cheklanadi (xatolik odatda $0.05-1\%$ dan kichik bo'lmaydi).

Raqamli asboblar. Raqamli o'lchash asbobi deb, o'lchash borasida uzluksiz o'lchanadigan kattalikning natijasi raqamli qayd etish qurilmasida yoki raqamlarni yozib boruvchi qurilmada diskret tarzda o'zgartirilib, indikasiyalanadigan asboblarga aytiladi.

Raqamli asboblar, diskret o'lchash usuliga asoslangan bo'lib, asbobning ko'rsatishi raqam ko'rinishida bo'ladi, shu sababli ularning ko'rsatuvlari osongina qayd qilinadi, ularni *EHM* ga kiritish juda qulay.

Elektr o'lchash asboblari qayd qiluvchi, o'ziyozar, bosmalovchi, integrallovchi va jamlovchi turlari ham mavjud.

Qayd qiluvchi elektr o'lchash asboblarda – ko'rsatuvlarni yoki diagrammali qog'ozda yozib olish yoki raqamli tarzda qayd etish ko'zda tutiladi.

Integrallovchi elektr o'lchash asboblari – berilgan (o'lchanadigan) kattalikni vaqt bo'yicha yoki boshqa mustaqil o'zgaruvchi ko'rsatkich bo'yicha integrallash xususiyatiga ega. Bunga misol qilib elektr energiya hisoblagichini ko'rsatish mumkin.

Jamlovchi elektr o'lchash asboblarda – ko'rsatishlar turli kanallar orqali berilgan ikki yoki bir necha kattaliklarning yig'indisi bilan funksional bog'langan bo'ladi. Bunga bir necha generatorlar quvvati yig'indisini o'lchash uchun mo'ljallangan vattmetrlar misol bo'la oladi.

O'lchash asboblari ishlatilishi xususiyatiga ko'ra, ko'chma va ko'chirib yuritilmaydigan (statsionar) asboblarga bo'linadi.

O'lchanadigan kattalik turiga qarab, elektr o'lchash asboblari ampermetr, vol'tmetr, vattmetr, ommetr, fazometr, chastotomer va shu kabi asboblarga bo'linadi.

Ishlatilish sharoitiga qarab elektr o'lchash asboblari A, B, V va T guruhlarga ajratiladi. Masalan, A guruhdagi asboblarning havoning nisbiy namligi **80%** gacha yetadigan, harorati $+10^{\circ}C$ gacha bo'lgan quruq va isitiladigan yopiq xonalarda ishlatishga mo'ljallangan. T – guruhga kiruvchi asboblarning esa quruq va nam, eng issiq iqlim (tropik) sharoitida foydalanishga mo'ljallab tayyorlangan.

Elektr o'lchash asboblari mexanik ta'sirlarga bardoshligiga qarab chidamli, mustahkam asboblarga bo'linadi. Mexanik ta'sirlar (silkinish, tebranish yoki zarbali silkinish)ning salbiy oqibatlariga bardosh berib, so'ngra (ularning ta'siridan keyin), maromida ishlash xususiyatini saqlab qolgan asboblarning **chidamli elektr o'lchash asboblari jumlasiga** kiradi. Silkinish, tebranish sharoitida maromida ishlash imkoniyatini saqlagan asboblarning silkinish yoki tebranishga **mustahkam elektr o'lchash asboblari** deb ataladi.

Toklarning turiga qarab elektr o'lchash asboblari o'zgarmas va o'zgaruvchan hamda ikkala xil tok zanjirlarida ham ishlatiladigan (o'lchay oladigan) asboblarga bo'linadi.

Ko'rsatuvchi o'lchash asboblari keltirilgan xatoliklarning ruhsat etilgan qiymati bo'yicha sakkizta aniqlik klassiga bo'linadi:

$$\Delta_{an.kl} \in \{0.02; 0.05; 0.1; 0.2; 0.5; 1; 1.5; 2; 2.5; 4\}.$$

O'lchash qurilmalari – bir joyda joylashgan ham funksional, ham konstruktiv bog'langan o'lchash vositalarining (o'lchovlar, o'lchash o'zgartgichlari, o'lchash asboblari) va yordamchi vositalar yig'ilmasidan iborat bo'lib, o'lchash jarayonini ratsional tashkil etishda xizmat qiladi.

O'lchash qurilmalariga, suyuqlik va gazlarni sarfini o'lchash uchun ishlatiladigan o'lchash komplekslari, elektr o'lchash asboblarni sinovdan o'tkazish va darajalash (graduirovkalash) qurilmalari misol bo'ladi.

O'lchash tizimlari – bir – biri bilan maxsus aloqa kanallari orqali yig'ilgan va funksional bog'langan o'lchash vositalari (o'lchovlar, o'lchash o'zgartgichlari va o'lchash asboblari), yordamchi qurilmalar va hisoblash texnikasi vositalari majmuidan iborat bo'lib, o'lchash informatsiyasi signalini avtomatik tarzda qayta ishlash uchun qulay formada ishlab berish uchun mo'ljallangan.

Nazorat sinov savollari

1. O'lchash vositasi deb nimaga aytiladi?
2. O'lchov deb qanday o'lchash vositasiga aytiladi? Uning qanday turlari mavjud?
3. Etalon deb nimaga aytiladi, qanday tabaqalanadi?
4. O'lchash o'zgartgichlari deb qanday vositaga aytiladi?
5. Datchik deb nimaga aytiladi, uning funksiyasi nimadan iborat?
6. Qanday vosita o'lchash asboblari deyiladi?
7. Elektr o'lchash asboblarning qanday turlarini bilasiz?
8. Analogli, raqamli, qayd qiluvchi, integrallovchi, jamlovchi asboblarning deganda qanday asboblarga aytiladi?
9. O'lchash qurilmalari, o'lchash tizimlari – qanday o'lchash vositalari?
10. Raqamli o'lchash asboblari qanday xususiyatlarga ega?

5 – Ma’ruza. Elektr o‘lchash vositalarining metrologik xususiyatlari.

Reja: 1. O‘lchash vositalarining xususiyatlari to‘g‘risida umumiy tushunchalar.
2. Metrologik xususiyatlar va ularga qo‘yiladigan talablar.

Tayanch so‘zlar: o‘zgartirish funksiyasi, nominal qiymat, o‘lchash diapazoni, sezgirlik, sezgirlik ostonasi, aniqlik klassi, variatsiya, xususiy energiya sarfi, ishonchliligi, buzilmasdan ishlash ehtimolligi.

O‘lchash vositalarining xususiyatlari to‘g‘risida umumiy tushunchalar.

O‘lchash vositalari, boshqa texnik qurilmalar kabi ularning vazifasi va qo‘llanilishini belgilovchi qator texnik tavsiflar (xususiyatlar)ga ega.

O‘lchash vositalarining sifatini, ularning texnik darajasini baholashda xizmat qiladigan va o‘lchash natijalariga ta’sirini va xatoliklarini baholash maqsadida ularning ba’zi xususiyatlari ajratiladi. O‘lchash vositalarining bunday tavsiflari *metrologik xususiyatlar* deyiladi.

O‘lchash vositalarining ishlash rejimiga qarab ular statik va dinamik xususiyatlarga bo‘linadi.

Statik xususiyati deganda o‘lchash vositalarining statik ish rejimidagi parametrlari tushuniladi, yoki boshqacha qilib aytganda kirish kattaligi o‘lchash olib borilgan vaqt davomida o‘zgarmaydi.

Dinamik xususiyati deganda esa, o‘lchash vositasining dinamik rejimidagi xususiyatlarini esa aks ettiruvchi parametrlari tushuniladi yoki boshqacha aytganda o‘lchash vositasining kirish kattaligi o‘lchash jarayonida o‘zgaradi.

O‘lchash vositasining asosiy statik xususiyatlari

Asosiy statik xususiyatlariga *o‘zgartirish funksiyasi, sezgirlik, sezgirlik ostonasi* kiradi.

O‘zgartirish funksiyasi – bu o‘lchash vositasining kirishdagi (X) va chiqishdagi (Y) kattaliklari qiymatlarining o‘zaro funksional bog‘liqligidir.

O‘zgartirish funksiyasi analitik ifoda bo‘yicha [$Y=f(X)$], grafik tarzda va jadval ko‘rinishida berilishi mumkin.

O‘zgartirish funksiyasi ko‘pincha o‘lchash vositasining graduirovkali xarakteristikasi deyiladi.

O‘lchash vositasi uchun (yoki o‘lchash vositasining konkret turi uchun) ko‘rsatilgan o‘zgartirish funksiyasini uning nominal o‘zgartirish funksiyasi $Y=f_n(X)$ deyiladi.

Sezgirlik – bu o‘lchash vositasining tashqi signalga nisbatan ta’sirchanligi, sezuvchanligidir. Umumiy holda *sezgirlik* o‘lchash vositasining chiqish sigali o‘zgarishini shu o‘zgarishning sababchisi – kirish signaliga olingan nisbati o‘lchanayotgan kattalikka nisbatan asbobning sezgirligini belgilaydi.

$$S = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\Delta Y}{\Delta X} \approx \frac{\Delta Y}{\Delta X}$$

Sezgirlikning o'lchamligi kirish va chiqishdagi kattaliklarning o'lchamligidan aniqlanadi.

O'lchash vositalarining sezgirligini teskari qiymati $C = \frac{1}{S}$, ularning *doimiyligi* deyiladi va u o'lchash o'zgartkichlari, o'lchash asboblarning asosiy xususiyatlaridan biri bo'lib hisoblanadi.

Ko'rsatuvchi strelkali asboblarning (ko'rsatkichi) sanoq qurilmasi shkala va ko'rsatkichdan tuzilgan. Shkaladagi sonli qiymatlar ko'rsatilgan belgilar shkalaning sonli belgilari deyiladi. Shkalaning ikki qo'shni belgilari orasidagi oraliq *shkalaning bo'linmasi* deyiladi. Shkalaning ikki qo'shni belgisi mos kelgan kattalik qiymatlari ayirmasi *shkala bo'linmasining qiymati* deyiladi.

Sezgirlik ostonasi – bu o'lchanadigan kattalikning shunday eng kichik (boshlang'ich) qiymatiki, u o'lchash asbobining chiqish signalini sezilarli o'zgarishiga olib keladi va quyidagicha aniqlanadi:

$$S = \frac{X_{\min}}{X_{\text{nom}}} \cdot 100\%$$

bu yerda: X_{\min} – o'lchanadigan kattalikning eng kichik (boshlang'ich) qiymatidir.

Integrallovchi asboblarda uchun “sezgirlik” tushunchasi ishlatilmaydi va o'z navbatida “sezgirlik ostonasi” tushunchasi esa istalgan o'lchash o'zgartkichlari va asboblari uchun qo'llanishi mumkin.

Xususiy energiya sarfi. Bu xususiyat ham muhim hisoblanib, asbobning o'lchash zanjiriga ulanganidan so'ng kirishi mumkin bo'lgan xatoliklarni baholashda ahamiyatli sanaladi. Ayniqsa, kam quvvatli zanjirlarda o'lchashlarni bajarishda juda muhimdir.

Xususiy energiya sarfi o'lchash asbobining tizimiga, konstruktiv ishlanishiga bog'liq bo'ladi.

O'lchash vositalarining muhim metrologik xususiyatlaridan biri o'lchash diapazonidir.

O'lchanadigan kattalikning o'lchash vositalari uchun yo'l qo'yiladigan xatoliklarini me'yorlangan qiymatlari oralig'i o'lchash asbobi yoki o'lchash o'zgartkichining *o'lchash diapazoni* deyiladi.

Texnik asboblarda, odatda, o'lchash diapazoni bilan ko'rsatuvlar diapazoni mos keladi. O'lchash diapazonining eng kichik va eng katta qiymatlari *o'lchash chegarasi* deyiladi. Masalan, statsionar o'lchash kuchlanish transformatorlarining o'lchash diapazoni $0.8 U_{1n}$ dan to $1.2 U_{1n}$ gacha bo'lib nominal kuchlanishining $0.8 U_{1n}$ dan kichik va $1.2 U_{1n}$ dan yuqori, kuchlanishlari uchun xatoliklar me'yorlanmaydi.

Xatolik – o'lchash vositalarining muhim xususiyati hisoblanadi va u quyidagi turlarga bo'linadi: absolyut, nisbiy va nisbiy keltirilgan. Bu xatoliklar xususida keyingi mavzularda yetarli ma'lumot beriladi.

O'lchash vositalarining yana muhim xususiyatlaridan biri – chiqish signalining variatsiyasidir. (O'lchash asboblari uchun- **asbob ko'rsatishining variatsiyasi** deyiladi).

Variatsiya deganda biror kattalikni sharoitini o'zgartirmagan holda, takror o'lchanganda hosil bo'ladigan eng katta farqga tushuniladi va quyidagicha aniqlanadi.

Variatsiya kattalikni kirish qiymatlari (kirish bo'yicha variatsiyasi) yoki chiqish qiymatlari (chiqish bo'yicha variatsiyasi) dan aniqlash mumkin.

$$\gamma = \frac{A'_0 - A''_0}{A_{x \max}} \cdot 100\% ,$$

bu yerda: A'_0 va A''_0 – o'lchanayotgan kattalikning namunaviy o'lchash asbobi yordamida takror o'lchashdagi qiymatlari, $A_{x \max}$ – o'lchanayotgan kattalikning maksimal qiymati.

O'lchash vositalarining aniqlik klassi – bu muayyan turdagi o'lchash vositasining umumlashgan xarakteristikasi bo'lib, uning aniqlik darajasini aks ettirib, asosiy va qoshimcha xatoliklarining chegarasi bo'yicha hamda o'lchash vositasining aniqligiga ta'sir etuvchi boshqa tavsiflari bo'yicha aniqlanadi.

Aniqlik klassi muayyan o'lchash vositasida bajarilgan o'lchashlarning bevosita aniqlik ko'rsatkichi bo'lib hisoblanmaydi. Aniqlik klassi umumiy holda o'lchash vositasining metrologik xossalari majmuini xarakterlaydi.

O'lchash vositalarining aniqlik klasslari ularga qo'yilgan talablarga asosan standart qiymatlarda o'rnatiladi va keltirilgan nisbiy xatolik bilan quyidagicha bog'liqlikda bo'ladi.

$$\delta_{an.kl} = \beta_{k \max} \geq \beta_k$$

O'lchash vositalarining dinamik xususiyatlari

Dinamik metrologik xususiyatlar – o'lchash vositasining inertsiya xususiyatlarini aks ettiradi va o'lchash vositasida chiqish signali bilan vaqt bo'yicha o'zgaradigan kattaliklarning o'zaro bog'liqligidan aniqlanadi. Vaqt bo'yicha o'zgaruvchan kattaliklar bular kirish signalining parametrlari, tashqi ta'sir etuvchi kattaliklar va boshqalar. O'lchash vositalarining dinamik xususiyatlarini to'la ifodalash maqsadida ularni to'la va xususiy dinamik xususiyatlarga bo'lamiz.

To'la dinamik xususiyat – bu o'lchash vositasining kirishidagi istalgan informativ yoki noinformativ parametrlari $X(t)$ va chiqish signallarining $Y(t)$ o'zgarishidan aniqlanadi.

To'la dinamik xususiyatlarga quyidagilar kiradi: o'tish xarakteristikasi, impulslu o'tish xarakteristikasi, amplituda – faza xarakteristikasi, amplituda – chastotaviy va faza chastotali xarakteristikalar majmui, uzatish funksiyasi.

Xususiy dinamik xususiyat – bunga o'lchash vositasining ta'sirlanish vaqti (asbob ko'rsatishining to'xtash vaqti), dempirlash koeffitsienti, xususiy rezonans chastotasining qiymati kabilar kiradi.

O'lchash vositalarining yana muhim xususiyatlaridan biri – **ishonchliligi** (chidamliligi) bo'lib, u o'lchash vositasining ma'lum o'lchash sharoitida,

belgilangan vaqt mobaynida o'z metrologik xususiyatlarini (ko'rsatkichlarini) saqlashidir. Bu ko'rsatkichlarni chegaradan chiqib ketishi abobni layoqatligi pasayib ketganligidan dalolat beradi. O'lchash asbobining ishonchliligi, odatda, buzilmasdan ishlash ehtimolligi bilan baholanadi.

Nazorat sinov savollari

1. O'lchash vositalarining metrologik xususiyatlari deganda nimani tushunasiz?
2. O'zgartish funksiyasi, o'zgartish koeffisienti nima?
3. Sezgirlik, sezgirlik ostonasi deb nimaga aytiladi?
4. Aniqlik klassi deb nimaga aytiladi?
5. O'lchash diapazoni, shkalaning bir bo'linma qiymati deganda nimani tushunasiz?
6. Ishonchliligi, buzilmasdan ishlash ehtimolligi deb nimaga aytiladi?
7. Variasiya deb nimaga aytiladi?
8. Aniqlik klassi bilan xatolik o'rtasida qanday bog'liqlik bor?

6 – ma’ruza. O’lchash xatoliklari.

- Reja:**
1. Xatolik to‘g‘risida umumiy tushuncha.
 2. Xatolikni keltirib chiqaruvchi sabablar.
 3. Xatolik turlari.

Tayanch so‘zlar: absolyut xatolik, nisbiy xatolik, additiv, mul’tiplikativ xatolik, qo‘pol xatolik, instrumental xatolik.

O’lchash xatoligi va uni keltirib chiqaruvchi sabalari

O’lchash xatoligi deb, o’lchash natijasini o’lchanadigan kattalikning chinakam (haqiqiy) qiymatidan chetlashuviga (og’ishuviga) aytiladi.

O’lchash xatoliklari turli sabablarga ko‘ra turlicha ko‘rinishda namoyon bo‘lishi mumkin. Bu sabablar qatoriga quyidagilarni kiritishimiz mumkin:

- o’lchash vositalarining zanjirida o’lchash ma’lumotini olish, saqlash, o‘zgartirish va tavsiya etish bilan bog‘liq sabablar;

- o’lchash ob‘yektini o’lchash joyiga (pozitsiyasiga) o‘rnatishdan kelib chiquvchi sabablar;

- o’lchash vositasi va ob‘yektiga nisbatan tashqi ta’sirlar (temperatura yoki bosimning o‘zgarishi, elektr va magnit maydonlarining ta’siri, turli tebranishlar va x.k) dan kelib chiquvchi sabablar;

- o’lchash o‘byektining xususiyatlaridan kelib chiquvchi sabablar; operatorning malakasi va shu kabilar.

O’lchash xatoliklarini kelib chiqish sabablarini tahlil qilishda eng avvalo o’lchash natijasiga salmoqli ta’sir etuvchilarni aniqlash lozim bo‘ladi.

O’lchash xatoliklarining turlari

O’lchash xatoliklari ifodalanishiga qarab quyidagi turlarga bo‘linadi:

Absolyut xatolik. Bu xatolik kattalik qanday birliklarda ifodalanayotgan bo‘lsa, shu birlikda tavsiflanadi. Masalan, $0,2 V$; $1,5 \mu m$ va h.k. Mutlaq quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta = A_x - A_{ch} = A_x - A_o,$$

bu yerda, A_x - o’lchash natijasi; A_{ch} - kattalikning chinakam qiymati; A_o - kattalikning haqiqiy qiymati;

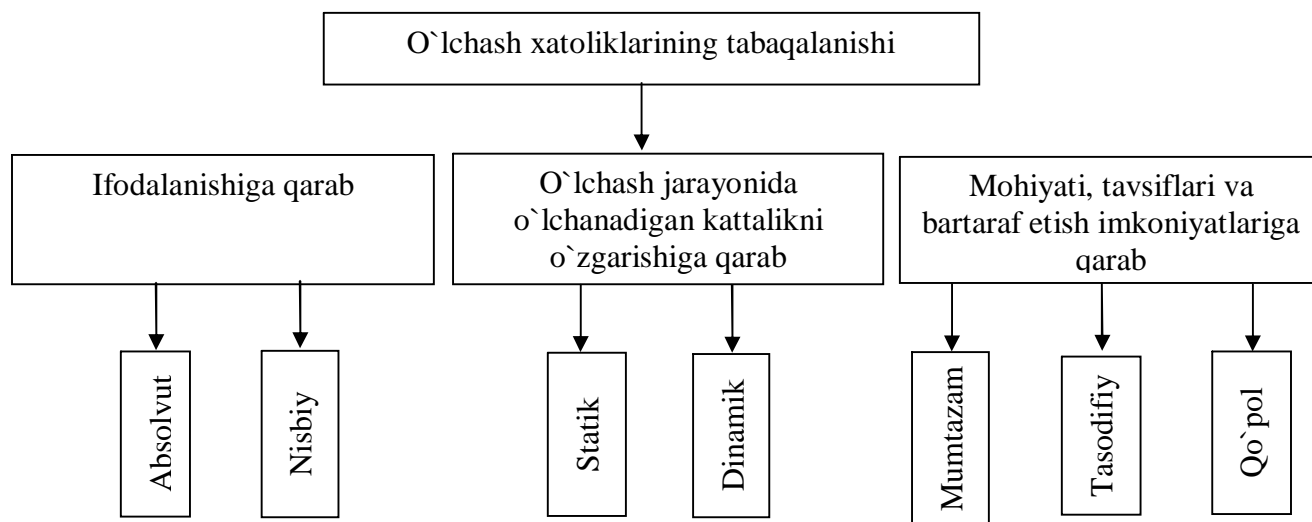
Absolyut xatolikni teskari ishora bilan olingani tuzatma deb ataladi. $\Delta = -\delta$

Nisbiy xatolik – deganda absolyut xatolikni o’lchanadigan kattalikning haqiqiy qiymatiga nisbatini foizlarda olinganiga aytiladi va quyidagicha aniqlanadi:

$$\beta = \frac{A_x - A_o}{A_o} 100\%$$

Absolyut xatolikni asbob ko'rsatishining eng maksimal qiymatiga nisbatini foizlarda olingani-*keltirilgan xatolik* deb ataladi.

$$\beta_k = \frac{\Delta}{A_{x\max}} 100\%$$



Statik xatolik – vaqt mobaynida kattalikning o'zgarishiga bog'liq bo'lmagan xatolikdir. O'lchash vositalarining statik xatoligi shu vosita bilan o'zgarmas kattalikni o'lchashda hosil bo'ladi.

Dinamik xatoliklar – o'lchanayotgan kattalikning vaqt mobaynida o'zgarishiga bog'liq bo'lgan xatoliklar sanaladi. Dinamik xatoliklarning vujudga kelishi o'lchash vositalarining o'lchash zanjiridagi tarkibiy elementlarning inertsiyasi tufayli deb izohlanadi. Bunday o'lchash zanjiridagi o'zgarishlar oniy tarzda emas, balki muayyan vaqt davomida amalga oshirilishi asosiy sabab bo'ladi.

Kelib chiqish sababi (sharoiti)ga qarab: asosiy va qo'shimcha xatoliklarga bo'linadi.

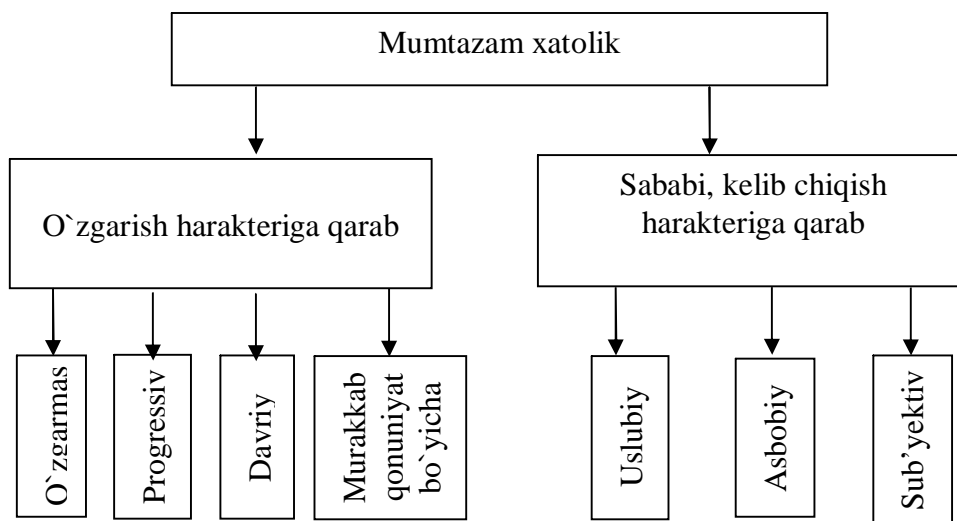
Normal (graduirovka) sharoitda ishlatiladigan asboblarda hosil bo'ladigan xatolik *asosiy xatolik* deyiladi. Normal sharoit deganda temperatura $25^{\circ}C \pm 5^{\circ}C$ havo namligi $65\% \pm 15\%$, atmosfera bosimi $750 \pm 30 \text{ mm s.u.}$, ta'minlash kuchlanishi nominalidan $\pm 2\%$ ga o'zgarishi mumkin va boshqalar.

Agar asbob shu sharoitdan farqli bo'lgan tashqi sharoitda ishlatilsa, hosil bo'ladigan xatolik *qo'shimcha xatolik* deyiladi.

Mohiyati, tavsiflari va bartaraf etish imkoniyatlariga ko'ra xatoliklar muntazam, tasodifiy va qo'pol yoki yanglishuv xatoliklarga bo'linadi.

Muntazam xatolik deb, umumiy xatolikning takroriy o'lchashlar mobaynida muayyan qonuniyat asosida hosil bo'ladigan, saqlanadigan yoki o'zgaradigan tashkil etuvchisiga aytiladi.

Muntazam xatolikni, uni keltirib chiqaruvchi sababi, o'lchash jarayonida kelib chiqish xarakteri bo'yicha, hamda o'zgarish xarakteriga qarab turlash qabul qilingan.



Muntazam xatoliklarning kelib chiqish sabablarini tahlil va tekshiruv asosida aniqlash va qisman yoki butkul bartaraf etish mumkin bo'radi.

Tasodifiy xatolik – biror fizikaviy kattalikni takror o'lchanganda hosil bo'ladigan, o'zgaruvchan, y'ani ma'lum qonuniyatga bo'ysunmagan xolda kelib chiqadigan xatolikdir. Bu xatolik ayni paytda nima sababdan kelib chiqqanligi noaniqligicha qoladi, shuning uchun ham uni yo'qotish mumkin emas. Haqiqatda o'lchash natijasida tasodifiy xatolikning mavjudligi takror o'lchashlar natijasida ko'rinadi va uni hisobga olish, o'lchash natijasiga uni ta'siri (yoki o'lchash aniqligini baholash) matematik statistika usuli yordamida amalga oshiriladi.

O'lchash jarayonida qo'pol (o'tkinchi) xatolik yoki yanglishuv xatolik ham hosil bo'lishi mumkin-ki, bu xatolik ham tasodifiy xatolikning bir turkumi hisoblanadi.

Qo'pol xatolik asosan operator (kuzatuvchi) ning xatosi bilan yoki uning asbob ko'rsatishini noto'g'ri kuzatib yozib olishdan, hamda o'lchashni o'tkazish shartini keskin o'zgarishidan kelib chiqadi:

Qo'pol xatolikni ko'pincha o'lchash natijalarini qayta ishlashda hisobga olinmaydi.

O'lchash vositalarining absolyut xatoligi o'lchanadigan kattalikning o'zgarishiga bog'liq, shuning uchun ham absolyut xatolik ifodasi ikki tashkil etuvchidan iborat deb qaraladi. Masalan: absolyut xatolikning qiymati quyidagicha ifodalanadi:

$$\Delta_{\max} = |a| + |bx|$$

Xatolikning birinchi tashkil etuvchisi o'lchanadigan kattalikning qiymatiga bog'liq bo'lmaydi va u **additiv xatolik** deyiladi. Ikkinchi tashkil etuvchisi esa o'lchanadigan kattalikning qiymatiga (o'zgarishiga) bog'liq bo'lib, **multiplikativ xatolik** deb ataladi.

Nazorat sinov savollari

1. O'lchash xatoligi deb nimaga aytiladi?
2. Xatolikning qanday turlarini bilasiz?
3. Muntazam xatolik deb nimaga aytiladi? Uning qanday turlarini bilasiz?
4. Absolyut, nisbiy xatolik, tuzatma nima?
5. Tasodifiy xatolik deb nimaga aytiladi?
6. Additiv va mul'tiplikativ – qanday xatolik?
7. Statik, dinamik xatolik deb nimaga aytiladi?
8. Xatolikni keltirib chiqaruvchi sabablari nimalardan iborat?

7 – ma’ruza: O‘lchash natijalarini qayta ishlash.

- Reja:**
1. O‘lchash natijalarini qayta ishlash va uning maqsadi.
 2. Tasodifiy xatolikni taqsimlanish qonuniyatlari. (xususan, tasodifiy xatolikni normal qonun (Gauss qonuni) bo‘yicha taqsimlanishi).
 3. Ishonchli interval va ishonchli ehtimollik. O‘lchanadigan kattalikni haqiqiy qiymatini aniqlash.

Tayanch so‘zlar: tasodifiy xatolik, o‘rtacha kvadratik o‘zgarish, ishonchli interval va ishonchli ehtimollik, matematik kutilma, dispersiya, ehtimoliy xatolik.

1. O‘lchash natijalarini qayta ishlash va uning maqsadi.

O‘lchash natijalarini qayta ishlash usullarini o‘rganishdan maqsad, o‘lchash natijasini o‘lchanadigan kattalikning chinakam qiymatiga qanchalik yaqin ekanligini aniqlash yoki uning haqiqiy qiymatini topish, o‘lchashda hosil bo‘ladigan xatolikning o‘zgarish xarakterini aniqlash va nihoyat o‘lchash aniqligini baholashdir.

Har qanday fizikaviy kattalik o‘lchanganda, uning taxminiy qiymati aniqlanadi. Bu qiymatni esa tasodifiy kattalik deb hisoblanadi va u ikki tashkil etuvchidan iborat bo‘ladi. Birinchi tashkil etuvchisi takror o‘lchashlarda o‘zgarmaydigan yoki ma’lum qonun bo‘yicha o‘zgaradigan bo‘lib, uni muntazam xatolik deyiladi. Ikkinchi tashkil etuvchisi esa, tasodifiy xatolik bo‘ladi. Tasodifiy xatolikni esa, bartaraf etish mumkin emas, chunki bu xatolik ayni paytda nima sababdan kelib chiqqanligi noaniqligicha qoladi va uni o‘lchash natijasiga ta’siri yoki o‘lchash aniqligini baholash matematik statistika usuli yordamida amalga oshirilishi mumkin.

2. Tasodifiy xatolikni normal qonun (Gauss) bo‘yicha taqsimlanishi.

Agar o‘lchashda hosil bo‘ladigan xatolik normal qonun bo‘yicha taqsimlanadi desak, u holda uni matematik tarzda qo‘yidagicha yozish mumkin:

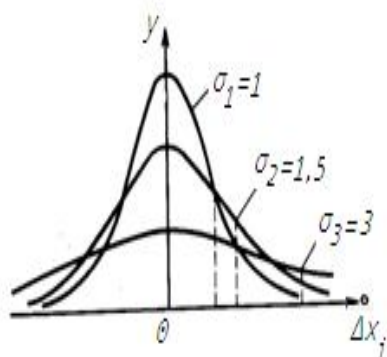
$$y(\delta) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\Delta^2}{2\sigma^2}},$$

bu yerda $y(\delta)$ – tasodifiy xatolikning o‘zgarish ehtimolligi, σ – o‘rtacha kvadratik xatolik; Δ (yoki δ) – tuzatma ($\Delta = \bar{X} - Xi$) bo‘lib, Xi - alohida o‘lchashlar natijasi, \bar{X} – esa o‘lchanadigan kattalikning ehtimoliy qiymati yoki uning o‘rtacha arifmetik qiymatidir.

O‘lchanadigan kattalikning o‘rtacha arifmetik qiymati qo‘yidagi ifoda bo‘yicha hisoblanadi:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n},$$

bu erda X_1, X_2, \dots, X_n – alohida o‘lchashlar natijasi, n – o‘lchashlar soni.



O'rtacha kvadratik xatolik (o'zgarish) quyidagicha topiladi:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{X} - X_i)^2}{n-1}},$$

Quyida keltirilgan rasmda o'rtacha kvadratik xatolikning har xil qiymatlarida tasodifiy xatolikning o'zgarish egri chiziqlari ko'rsatilgan.

Grafikdan ko'rinib turibdiki, kvadratik xatolik qanchalik kichik bo'lsa, xatolikning kichik qiymatlari shunchalik ko'p uchraydi, demak o'lchash shunchalik yuqori aniqlikda olib borilgan hisoblanadi.

3. Ishonchli interval va ishonchli ehtimollikni tanlash.

O'lchash aniqligini baholash ehtimollik nazariyasi pozitsiyasiga asoslanib baholanadi, ya'ni ishonchli interval va uni xarakterlovchi ishonchli ehtimollik qabul qilinadi.

Odatda, ishonchli interval ham, ishonchli ehtimollik ham har bir konkret o'lchash sharoitiga qarab tanlanadi.

Masalan, ishonchli intervalni $+3\sigma$ - -3σ gacha, ishonchli ehtimollikni esa $P=0,9973$ qiymatlari qabul qilinishi mumkin. Bu holda tasodifiy xatolikning hosil bo'lishi ehtimolligi $1 - 0,9973 = 0,0027 \approx 1370$ ga teng bo'lib, bu degan so'z 370 ta tasodifiy xatolikdan bittasi o'zining absolyut qiymati bo'yicha 3σ dan katta bo'ladi va uni qo'pol xatolik deb hisoblab, tashlab yuboriladi.

O'lchash aniqligini baholashda ehtimoliy xatolikdan foydalaniladi va tasodifiy xatolik normal qonun bo'yicha taqsimlanganda va $n > 20-30$ bo'lsa, uni qo'yidagicha topish mumkin:

$$\xi = \frac{2}{3} \sigma_n = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{X} - X_i)^2}{n(n-1)}},$$

bu erda $\sigma_n = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ - o'rtacha arifmetik qiymat bo'yicha kvadratik xatolik.

Ba'zida o'lchashni juda ko'p marotaba takrorlash imkoniyati bo'lmaydi, bunday holda ehtimoliy xatolik St'yudent koeffitsienti yordamida aniqlanadi. Bunda St'yudent koeffitsienti o'lchashlar soni va qabul qilingan ishonchli ehtimollik qiymati bo'yicha maxsus jadvaldan olinadi.

O'lchanadigan kattalikni haqiqiy qiymatini aniqlash.

Tasodifiy xatolikni normal qonun bo'yicha (Gauss) taqsimlanadi desak, u holda o'lchanadigan kattalikning haqiqiy qiymati qo'yidagi formula bo'yicha hisoblab topiladi.

$$X = \bar{X} \pm t_n \sigma_n$$

bu yerda t_n – St'yudent koeffitsienti.

Shunday qilib, o'rtacha kvadratik xatolik o'lchanadigan kattalikning haqiqiy qiymati istalgan uning o'rtacha arifmetik qiymati atrofida bo'lish ehtimolining topishga imkon beradi. Agar, $n \rightarrow \infty$ bo'lganda $\sigma_n \rightarrow 0$ yoki o'lchash sonini ko'paytirish bilan $\sigma_n \rightarrow 0$ ga intilib boradi. Bu esa o'z navbatida o'lchash aniqligini oshiradi.

Albatta, bundan o'lchash aniqligini istalgancha oshirish (ko'tarish) mumkin degan xulosaga kelmaslik kerak, chunki o'lchash aniqligi, tasodifiy xatolik to muntazam xatolikka tenglashguncha oshadi.

Nazorat sinov savollari

1. O'lchash natijalarini qayta ishlashdan maqsad nima?
2. Gauss qonunini matematik ifodasini yozib tushuntiring?
3. O'rtacha arifmetik, o'rtacha kvadratik xatoliklar qanday aniqlanadi?
4. Ishonchli interval va ishonchli ehtimollik nima?
5. Matematik kutilma, dispersiya deb nimaga aytiladi?
6. Ehtimoliy xatolik nima, qanday aniqlanadi?
7. O'lchanadigan kattalikning haqiqiy qiymati qanday ifoda bo'yicha aniqlanadi?

8 – ma’ruza: Fizik kattaliklarning o‘lchovlari.

- Reja:**
1. O‘lchovlar, ularning turlari.
 2. E.Yu.K ning o‘lchovlari .
 3. Elektr qarshiligining o‘lchovi.
 4. Induktivlik va sig‘im o‘lchovlari.

Tayanch so‘zlar: bir qiymatli o‘lchov, ko‘p qiymatli o‘lchov, o‘lchovlar to‘plami, standart namuna, namunaviy modda, etalon, qarshiliklar magazini, dielektrik isrof.

1. O‘lchovlar, ularning turlari.

O‘lchov deb, kattalikning aniq bir qiymatini hosil qiladigan, saqlaydigan o‘lchash vositasiga aytiladi. Masalan, tarozi toshi, elektr qarshiligi, kondensator va shu kabilarni o‘lchovlarga misol qilib olishimiz mumkin.

O‘lchovlar o‘zgarmas va o‘zgaruvchan qiymatli qilib ishlanadi. Qarshiligi 0.1Ω bo‘lgan g‘altak – o‘zgarmas qiymatli o‘lchov, har xil sig‘imni olishga imkon beruvchi o‘zgaruvchan sig‘imli kondensator esa o‘zgaruvchan o‘lchovdir.

O‘lchovlar bir qiymatli (tarozi toshi, normal element, o‘lchash kolbasi), **ko‘p qiymatli** (o‘zgaruvchan qarshiliklar, millimetrlarga bo‘lingan chizg‘ich) turlarga bo‘linadi. Ba‘zan o‘lchovlar to‘plamidan ham foydalaniladi. **O‘lchovlar to‘plami** bir qiymatli o‘lchovlarining yig‘ilmasidan iborat bo‘ladi va bu yig‘ilmadagi o‘lchovlarning har biri alohida bir - biriga bog‘liq bo‘lmagan holda ishlatilib o‘lchovlar to‘plamini tashkil etadi. Masalan, tarozi toshlar to‘plami.

Standart namunalar va namunaviy moddalar ham o‘lchovlar turkumiga kiradi.

Standart namuna – modda va materiallarning xossalari va xususiyatlarini tavsiflovchi kattaliklarni hosil qilish uchun xizmat qiladigan o‘lchov sanaladi. Masalan, namlikning standart namunalari.

Namunaviy modda esa, muayyan tayyorlash sharoitida hosil bo‘ladigan va aniq xossalarga ega bo‘lgan modda sanaladi. Masalan, “toza suv”, “toza metall” va h. k.

O‘lchovlar ularning aniqligiga, ishlatilishiga ko‘ra etalon, namunaviy va ishchi o‘lchovlarga bo‘linadi.

Fizik kattalik birligini yuqori aniqlik bilan boshqa (quyi tabaqa) o‘lchash vositalariga uzatish maqsadida uni qayta hosil qiladigan va saqlash uchun mo‘ljallangan o‘lchash vositasi **birlik etaloni** deyiladi.

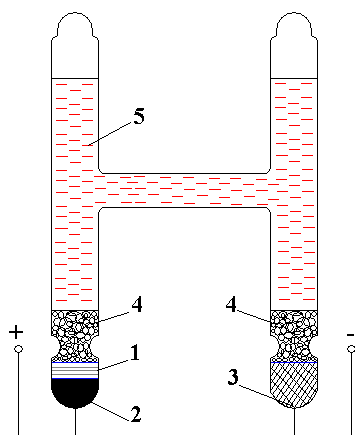
Davlat etaloni deganda, vakolat berilgan milliy organning qarori bilan O‘zbekiston Respublikasi xududida o‘lchash birligining o‘lchash sifatida e‘tirof etilgan etaloni tushuniladi.

Namunaviy o‘lchovlar ishchi o‘lchovlarni va o‘lchash asboblarini qiyoslash uchun ishlatiladi. Ba‘zi bir o‘lchashlarda esa namunaviy o‘lchovlar bevosita qo‘llaniladi.

Ishchi o'lchovlar bir xil kattaliklardagi qator o'lchashlarni takror ko'rsatish uchun ko'p hollarda ko'p qiymatli qilib yasaladi.

2. Elektr yurituvchi kuchi (EYK) o'lchovi.

EYKning namunaviy va ishchi o'lchovi sifatida **normal element** xizmat qiladi.



Normal element barqaror qiymatli EYK hosil qiluvchi galvanik elementdan iborat. Normal elementlar to'yingan va to'yinmagan holda yasaladi, ular bir – biridan konstruksiyasi va hosil qiluvchi EYKning barqarorligi darajasi bilan farq qiladi. To'yingan normal element (8.1 – rasm) H – simon idishning bitta shisha trubkasiga musbat elektrod vazifasini o'tovchi simob (2) quyilgan. Ikkinchi trubkaning tagida manfiy elektrod (3) vazifasini o'tovchi kadmiyning simobdagi eritmasi bor. Simob ustiga simob sulfat oksidi va kadmiy sulfat aralashmasidan iborat pasta (1) qatlami joylashtirilgan. Simob (2) sulfat oksidi depolyazator, ya'ni qutblanish hodisasini qaytarish vazifasini o'taydi. Idishning yuqori qismiga kadmiy (8.1 – rasm) sulfatning to'yingan eritmasi (5) quyiladi. Eritmaning to'yinishini ta'minlash uchun elektrodlar ustidan kadmiy sulfatning kristallari (4) joylashtirilgan. Bu tirsaklarning pastki qismiga normal elementni o'lchash zanjiriga ulash uchun plastinadan yasalgan elektrodlar kavsharlangan. Shisha idish yaxshi izolyatsiyalangan quti ichiga joylashtiriladi.

To'yingan normal elementlar **0.0005; 0.001; 0.002 va 0.005** aniqlik klasslari bo'yicha ishlab chiqariladi. Ularning ichki qarshiligi **500?1000 Ω** ni tashkil etadi. Aniqligi **0.005** bo'lgan to'yingan normal elementning harorati **20⁰ C** bo'lganda EYK ni **1.0185 – 0.0187 V** oralig'ida bo'lib, uning bir yil ichida o'zgarishi **50 ?V** dan oshmasligi lozim.

To'yinmagan normal elementlarning aniqlik klassi **0.002** dan oshmaydi **20⁰ C** haroratdagi EYK i **1.0186 – 0.0194 V** oralig'ida, ichki qarshiligi **600 Ω** gacha bo'ladi va bir yil mobaynida uning EYK i **20 ?V** gacha o'zgarishi mumkin.

Normal elementlarni silkinish, to'ntarilishi, quyosh nuri, isituvchi va boshqa qurilmalar ta'siridan saqlash lozim. Ulardan o'tadigan ichki tok miqdori **1 ?A** dan ortmasligi kerak. Aks holda elementning EYK i haroratga bog'liq bo'lib, u bog'liqlik quyidagi formula bo'yicha ifodalanadi.

$$E_t = E_{20} - 0.00004 (t - 20) - 0.000001 (t - 20)^2,$$

bu yerda E_t va E_{20} lar t va **20⁰ C** haroratdagi EYK lar.

3. Elektr qarshiligining o'lchovi.

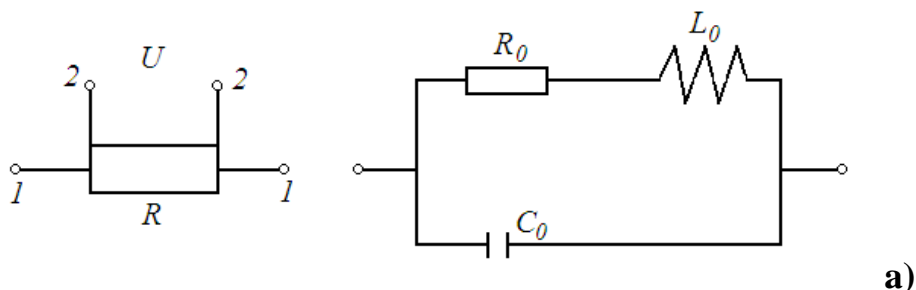
Elektr qarshiligining namunaviy va ishchi o'lchovlari qarshilikli g'altak ko'rinishida ishlanadi. Qarshilik o'lchovi **O'zRST** ga ko'ra **R=10ⁿ Ω** ga teng qiymatida yasaladi, bunda n – 5 dan 10 gacha bo'lgan butun son. Atrofdagi havo harorati **20⁰ C** bo'lganda, g'altak qarshiligining haqiqiy qiymati uning nominal qiymatidan eng ko'p yo'l qo'yiladigan o'zgarishiga qarab o'lchash g'altaklari

0.001; 0.002; 0.005; 0.01; 0.02; 0.05; 0.1 va 0.2 aniqlik klasslariga bo'linadi. Qarshilikli g'altaklarning (8.2 – rasm) ekvivalent sxemasi 8.2 – rasmda keltirilgan. O'tish qarshiliklarining ta'sirini kamaytirish maqsadida qiymati $10^4 \Omega$ dan kichik bo'lgan o'lchovlar qismali qilib yasaladi.

Ikkita 1 – 1 qisma g'altakni tok zanjiriga ulash uchun (8.2.a – rasm) xizmat qiladi va tok qismlari deb ataladi, boshqa ikkitasi (2 – 2 qismalar) esa g'altakdagi kuchlanish pasayishini o'lchash uchun xizmat qiladi va potensial qismlar deb ataladi. O'lchovning ekvivalent sxemasidan ko'rinib turibdiki, g'altak chulg'ami faqat aktiv qarshilik R_0 ga ega bo'lmay, balki induktivlik L_0 va o'ram orasida shuntlovchi sig'im C_0 ga ham ega. 8.2.b – rasm. O'zgaruvchan tok zanjirida g'altak reaktiv elementlarining tok qiymatiga ta'siri vaqt doimiyliigi bilan tavsiflanadi va bu doimiylik quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$\tau = \left(\frac{L_0}{R_0} \right) - C_0 R_0 ,$$

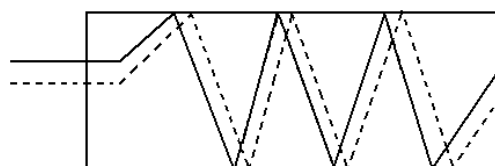
bu yerda L_0 – induktivlik; C_0 – sig'im. Vaqt doimiyliigi qancha kichik bo'lsa, g'altakning sifati shuncha yuqori bo'ladi.



b)

8.2 – rasm.

Shu maqsadda g'altak chulg'amlari sodda bifilyar, ya'ni simni ikki buklab o'rash, ikki qavatli ketma – ket bifilyar o'ramli (qarshiligi 100 – 300 Ω gacha bo'lgan o'lchovlarda) va parallel – bifilyar o'ramli (yuqori Omli o'lchovlarda) usulida yasaladi. (8.3 - rasm).

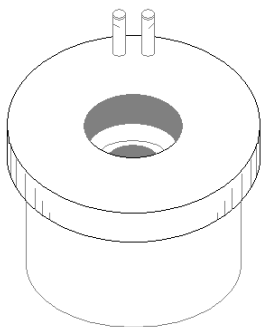


8.3 – rasm.

Elektr qarshiligining o'lchovi sifatida **qarshiliklar magazini** ham ishlatiladi. Qarshiliklar magazini zarur miqdordagi qarshiliklar olish va tanlash uchun mo'ljallangan qurilmadir. Hozirgi paytda ishlatiladigan qarshiliklar magazini yordamida $10^{-2} \Omega$ dan $10^{10} \Omega$ gacha bolgan qarshiliklarni kerakli qiymatlarini olish mumkin. Qarshiliklar magazini aniqligi bo'yicha 0.01; 0.02; 0.05; 0.1; 0.2; 0.5; 1 klasslariga bo'linadi va ular yuqori **Om** li ($10 \Omega ? 10^3 \Omega$), past **Om** li ($0.03 \Omega ? 10 \Omega$), o'zgarmas va o'zgaruvchan tok chastotalari ($50 \text{Hz} - 70 \text{kHz}$) uchun mo'ljallangan bo'ladi. Qarshiliklar magazini nafaqat o'lchov sifatida, balki tok va kuchlanishlarni rostdash uchun ham reostat sifatida ishlatiladi.

4. Induktivlik, o'zaro induktivlik o'lchovlari

Xuddi qarshilik o'lchovlari kabi ayrim g'altaklar ko'rinishida yoki magazinlar ko'rinishida yasalishi mumkin. Ularga qo'yiladigan talablar quyidagilardan iborat: induktivlik vaqt o'tishi bilan o'zgarmasligi kerak, aktiv qarshiligining kichik bo'lishi hamda induktivlik qiymatining undan o'tayotgan tok qiymatiga va atrof muhit haroratiga bog'liq bo'lmasligi kerak. Shuning uchun ham chulg'am izolatsion material (odatda, plastmassa yoki chinni) dan yasalgan karkasga o'raladi (8.4 – rasm).



Induktivlik o'lchovlari **0.0001; 0.001; 0.01; 0.1 Gn** ga teng bo'lgan nominal qiymatlarda ishlab chiqariladi.

O'zaro induktivlikning namunaviy o'lchovlari bitta umumiy karkasda joylashtirilgan ikkita chulg'amdand iborat bo'lib, ikkita juft qismaga ega.

O'zgaruvchan induktivlik va o'zaro induktivlikning namunaviy hamda ishchi o'lchovlari sifatida variometrlar **8.4 – rasm** qo'llaniladi.

Variometrlar – har bir o'zgarmas qiymatli induktivlikka ega va biri ikkinchisiga nisbatan qo'zg'aluvchan bo'lgan ikkita g'altak ko'rinishidagi qurilmadir.

O'zgaruvchan induktivlik – g'altaklarning to'plami ko'rinishida, shuningdek, induktivlik magazinlari ko'rinishida yasalishi ham mumkin. Induktivlik va o'zaro induktivlik g'altaklar chastotasi **10 kHz** gacha bo'lgan o'zgaruvchan tok zanjirlarida ishlatish uchun mo'ljallangan.

Sig'im o'lchovlari. Sig'imning namunaviy va ishchi o'lchovlari sifatida o'zgarmas va o'zgaruvchan sig'imli havo va boshqa turdagi dielektrikli (slyudali) kondensatorlari xizmat qiladi. Sig'im o'lchovlariga quyidagi talablar qo'yiladi: chastota va haroratning o'zgarishi hamda vaqt o'tishi bilan sig'imning kam o'zgarishi; dielektrik isrofning harakterlovchi isrof burchagi tangensining kichik bo'lishi; izolyatsiya qarshiligining kattaligi va boshqalar. Havo dielektrikli kondensatorlar yuqoridagi talablarga javob bersada, sig'im qiymatining kichikligi tufayli geometrik o'lchamlari nisbatan katta bo'ladi. Slyuda dielektrikli kondensatorlarda sig'im qiymati nisbatan katta (**$I?F$**) bo'lsada, isrof burchagining tangensi katta bo'ladi. Alohida sig'im o'lchovlari bilan bir qatorda sig'im magazinlari ham ishlatiladi. Bu sig'im magazinlari bilan **0.0001 ... 1000 ?F** oralig'idagi sig'imlarni olish mumkin.

Nazorat sinov savollari

1. O'lchov deb qanday vositaga aytiladi?
2. Standart namuna, namunaviy modda deb nimaga aytiladi?
3. O'lchovning qanday turlari mavjud?
4. Etalon deb qanday vositaga aytiladi?
5. Qarshilik, induktivlik o'lchovlari to'g'risida tushuntiring?

9 – ma’ruza: O‘lchash o‘zgartkichlari

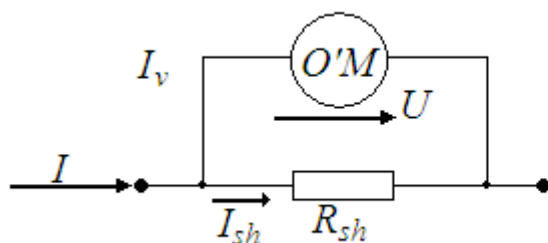
- Reja:**
1. Shunt va qo‘shimcha qarshiliklar.
 2. Kuchlanish bo‘lgichlari
 3. O‘lchash transformatorlari.

Tayanch so‘zlar: shuntlash koeffitsienti, bo‘lish koeffitsienti, nominal transformatsiyalash koeffitsienti, nominal yuklama, transformatsiya koeffitsienti xatoligi, burchak xatoligi.

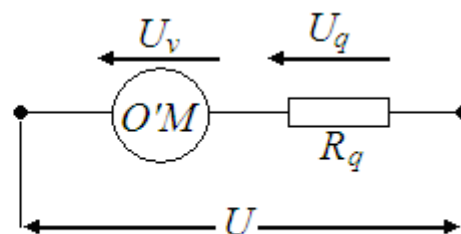
1. Shunt va qo‘shimcha qarshiliklar

O‘lchash o‘zgartkichlari, umumiy, o‘lchanadigan kattalikni keyingi o‘zgartish, o‘lchash uchun qulay bo‘lgan formadagi kattalikka o‘zgartirish uchun xizmat qiladi. Elektr kattaliklarni o‘lchashda shunt va qo‘shimcha rezistrlar, kuchlanish bo‘lgichlari, o‘lchash taransformatrlari, to‘g‘rilagichli o‘zgartkichlar va x.k. ishlatiladi.

Shunt (inglizcha shunt – tarmoq demakdir) nisbatan kichik, lekin o‘zgarmas qarshilikli rezistrdir. U o‘lchash asboblarning tok o‘lchash chegaralarini kengaytirish uchun xizmat qiladi va o‘lchash mexanizmi (O‘M) ga parallel ulanadi. (9.1 – rasm).



9.1 – rasm.



9.2 – rasm.

Bunda o‘lchanadigan tok I yo‘lida tarmoq hosil bo‘ladi: bitta tarmoqning qarshiligi R_{sh} bo‘lgan shunt, ikkinchi tarmoqni esa qarshiligi R_o bol‘gan o‘lchash mexanizmining g‘altagi hosil qiladi va tarmoqlar o‘rtasida tok ularning qarshiligiga teskari proporsional ravishda taqsimlanadi.

$$\frac{I_{o'm}}{I_{sh}} = \frac{R_{sh}}{R_{o'm}}; \text{ yoki bu ifodani quyidagicha yozsak,}$$

$$(nI_{o'm} - I_{o'm})R_{sh} = I_{o'm}R_{o'm}.$$

U holda, shuntning zarur qarshiligi $R_{sh} = \frac{R_{o'm}}{n-1}$ ga teng bo‘ladi va bu yerda

n – shuntlash koeffitsiyenti deyiladi.

Shuntning to‘rtta qismasi bo‘lib, ikkitasi tok qismasi deyilib, shuntni o‘lchanadigan tok zanjiriga ulash uchun, qolgan ikkitasi potensial qismasi bo‘lib, o‘lchash mexanizmi tarmog‘iga ulash uchun xizmat qiladi. To‘rtta qisma

kontaktlar o'tish qarshiliklarining shunt va o'lchash mexanizmi o'rtasida tokning taqsimlanishiga ta'sirini yo'qotish uchun zarur. Shunt temperatura kengayish ko'effitsiyenti juda kichik bo'lgan mahsus qotishma – manganindan tayyorlanadi.

2. Q'oshimcha rezistorlar – nominal kuchlanishda vol'tmetr tokini uning nominal qiymatigacha $I_{v\ nom}$ cheklash uchun xizmat qiladi. (9.2 - rasm). Vol'tmetr o'lchash mexanizmining chulg'ami asbobning ko'rsatkichi butun shkala bo'yicha og'adigan tokka nisbatan xisoblanadi. Bu tok vol'tmetrlarda juda kichik (tahminan $0.1\text{?}50\text{ mA}$) bo'ladi. O'lchash mexanizmi mis chulg'amining qarshiligi R_v nisbatan

katta emas, u qo'shimcha resistor qarshiligi bilan $I_{v\ nom} = \frac{U_{nom}}{(R_v + R_k)}$ bo'lguncha

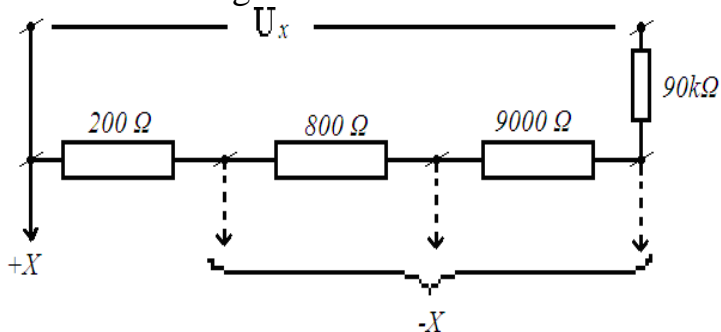
ko'tariladi va qo'shimcha rezistorning zarur qarshiligi $R_q = R_v(m-1)$ bo'ladi.

Qo'shimcha rezistorlar manganin yoki konstantadan tayyorlanadi. Bu esa butun o'lchash zanjirining qarshilig o'zgarmas bo'lishi, temperatura va o'zgaruvchan tok chastotasiga bog'liq bo'lmasligini ta'minlashi zarur.

Qo'shimcha rezistorlar bilan vol'tmetrlar va fazometrlarning kuchlanish zanjirlari, chastotomerlar kabi asboblarda ta'minlanadi.

O'zgaruvchan tok qurilmalarida yuqori kuchlanishlarda vol'tmetrlar va o'lchash asboblarining kuchlanish zanjirlari kuchlanishni o'lchash transformatrlari orqali ulanadi.

3. Kuchlanish bo'lgichi. Kuchlanish bo'lgichi masshtabli o'zgartkichlar qatoriga kiradi va ular yordamida o'zgarmas tok potensiometrinin yuqori o'lchash chegarasi kengaytiriladi 9.3 - rasmda **KB - 1 (DN - 1)** turidagi kuchlanish bo'lgichining elektr sxemasi keltirilgan.



9.3 - rasm

Kuchlanish bo'lgichi 4 – ta aktiv qarshilikdan iborat bo'lib, umumiy qarshiligi $100\text{ k}\Omega$, "X" qismalariga noma'lum kuchlanish ulanadi. Potensiometr bilan bu noma'lum kuchlanishning bir ulushi U_x , ya'ni "+" qismasi bilan ikkinchi bo'lish ko'effitsienti ko'rsatilgan qisma 1 orasida kuchlanish pasayishi o'lchanadi. O'lchanuvchi kuchlanish quyidagi ifodadan hisoblash yo'li bilan topiladi:

$$U_x = U_k (R_\delta / R) = K U_k,$$

bu yerda: $R_\delta - 100\text{ k}\Omega$ bo'lgich qarshiligi;

$R - 200, 800, 1000, 10000\Omega$ qiymatlariga teng bo'lishi mumkin;

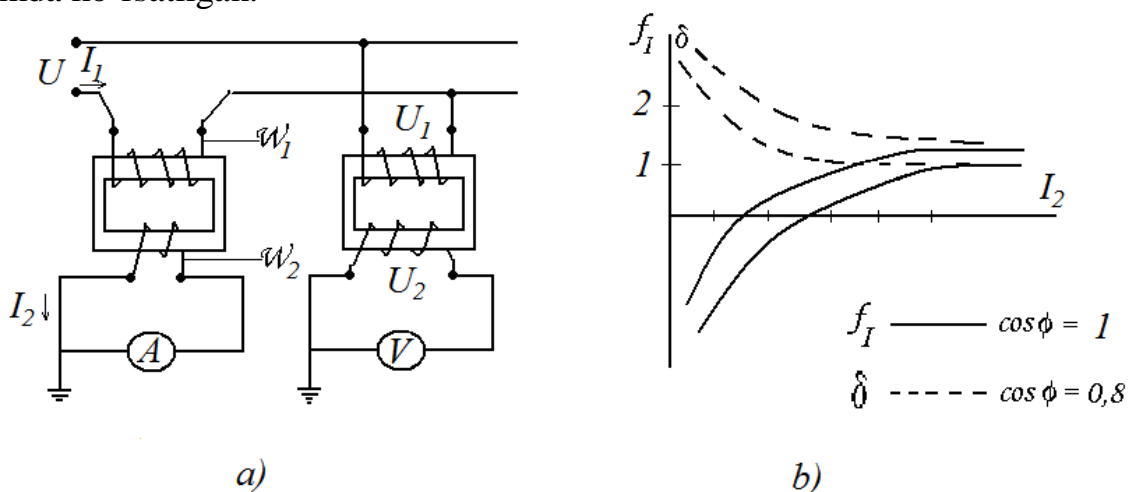
$K -$ bo'lish ko'effitsienti;

$U_k -$ potensiometr shkalasidan olinadigan qiymat.

Shuni aytib o'tish kerakki, kuchlanish bo'lgichlarining qo'llanilishi o'lchanuvchi manbadan quvvat sarf bo'lishiga olib keladi.

4. O'lchash transformatorlari. O'lchash tok va kuchlanish transformatorlari yuqori o'zgaruvchan tok va kuchlanishni oddiy asbob bilan o'lchab bo'ladigan, nisbatan kichik tok va kuchlanishlarga o'zgartirishda ishlatiladi.

O'lchash tok va kuchlanish transformatorlarining ulanish sxemasi 9.4a-rasmda ko'rsatilgan.



9.4 – rasm.

O'lchash tok transformatorida $I_1 > I_2$, $W_1 < W_2$ bo'lib, o'zgaruvchan tok zanjirlarida ishlatiladigan asboblarning o'lchash diapazonini kengaytirishda ishlatiladi. Tok transformatorining birlamchi toki I_{iH} 1 – 4000 A gacha bo'lgan chegarada, ikkilamchi $I_{2 nom}$ toki 1; 2; 2.5; 5 A bo'lishi mumkin.

O'lchash tok transformatorlarining haqiqiy transformatsiya koeffitsiyenti birlamchi I_1 tokini ikkilamchi tok I_2 ga nisbatidan topiladi $K_I = \frac{I_1}{I_2}$, lekin u har xil nagruzkalar uchun o'zgaruvchan miqdordir.

K_I – tok transformatorining ish rejimiga, tok chastotasiga bog'liqdir. Shuning uchun tok transformatorining shchitida ko'rsatiladigan nominal transformatsiya koeffitsiyenti uning asosiy parametri bo'lib hisoblanadi va quyidagicha aniqlanadi:

$$K_{I nom} = \frac{I_1'}{I_2},$$

bu yerda $I_1' = K_{I nom} I_2$, I_2 – ikkilamchi chulg'amga ulangan ampermetrning ko'rsatishi.

O'lchash tok transformatorlarida tok bo'yicha yuz beradigan hatolik yoki transformatsiya koeffitsiyenti xatoligi quyidagi ifoda bo'yicha aniqlanadi:

$$f_1 = \frac{K_{Inom} I_2 - K_I I_2}{K_I I_2} 100\% = \frac{K_{Inom} - K_I}{K_I} 100\%$$

Tok transformatorlarida tok bo'yicha xatolikdan tashqari burchak xatoligi ham bo'ladi.

Burchak xatoligi deb birlamchi tok vektori I bilan 180° ga burilgan ikkilamchi tok vektori orasidagi burchak tushiniladi.

Tok transformatorlari yo'l qo'yiladigan xatoliklarning qiymatiga qarab, quyidagi aniqlik klasslariga bo'linadi: **0.05;0.1;0.2;0.5**.

Tok transformatorlarining nominal ikkilamchi nagruzkasi deb, transformatorning ikkilamchi zanjiriga ulangan o'lchash asboblari chulg'amlari va tutashtiruvchi simlarning o'tkazgichlarning shunday eng katta qarshiligi tushuniladiki, bunda asbobning xatoliklari yo'l qo'yilgan chegaradan o'tmaydi. Nominal ikkilamchi nagruzka Z transformatorning shchitida "**Om**" larda yoki $V A$ (vol't – amper) da ko'rsatiladi.

Tok transformatorining normal ish rejimi qisqa tutashuv rejimiga yaqin rejim hisoblanadi va shu asbobli tarmoqqa ulangan transformatorning ikkilamchi chulg'ami, zanjirini uzish qat'iy man qilinadi.

Nazorat sinov savollari

1. Shunt qarshiligi nima maqsadda ishlatiladi?
2. Shuntlash koeffitsienti nima?
3. Qo'shimcha qarshilik qiymati qanday hisoblanadi?
4. O'lchash transformatorlari nima maqsadda ishlatiladi?
5. Nominal transformasiyalash koeffisienti deb nimaga aytiladi?
6. O'lchash transformatorlarining qanday xatoliklari bor?
7. O'lchash tok transformatorlarining normal ish rejimi deganda nimani tushunasiz?
8. O'lchash transformatorlarining burchak xatoligi nimaga bog'liq?

10 – ma’ruza: To’g’rilagichli o’zgartkichlar va asboblar.

- Reja:**
1. To’g’rilagichlar to’g’risida umumiy tushunchalar.
 2. O’zgartkichlarni ulanish sxemalari.
 3. Termoelektrik o’zgartkichlar.

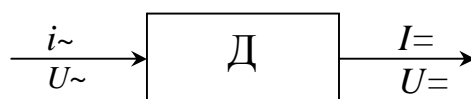
Tayanch so’zlar: diod, yarim o’tkazgichli element, to’g’rilash koeffitsienti, vol’t-ampferli xarakteristika, bitta yarim davrli to’g’rilash sxemasi, termoelektrik yurituvchi kuch.

1. To’g’rilagichlar to’g’risida umumiy tushunchalar.

Magnitoelektrik sistemali asboblar elektr o’lchash asboblari­ga nisbatan qo’yiladigan ko’pchilik talabga javob bergani uchun ular keng qo’llaniladi. Lekin ularni o’zgaruvchan tok zanjirida ishlatib bo’lmaydi, chunki ularda qo’zg’aluvchan qismining burilish burchagi asbobdan o’tadigan tokning o’rtacha qiymatiga proporsional bo’lib, bir davr mobaynidagi sinusoidal tokning o’rtacha qiymati esa nolga teng.

Agar o’zgaruvchan kattalik (kuchlanish yoki tok) oldin to’g’rilansa, uni o’lchash uchun magnitoelektrik sistemadagi asbobdan foydalanish mumkin bo’ladi. To’g’rilagichli asboblarning ishlash prinsipi mana shunga asoslangan. To’g’rilagichli asboblar magnitoelektrik sistemadagi mexanizm va to’g’irlash qurilmasi (to’g’rilagich) dan iborat.

To’g’rilagichlar sifatida bir tomonlama o’tkazuvchanlikka ega bo’lgan yarim o’tkazgichli elementlardan foydalaniladi, ya’ni ularda asosan germaniyli va kremniyli diodlar ishlatiladi

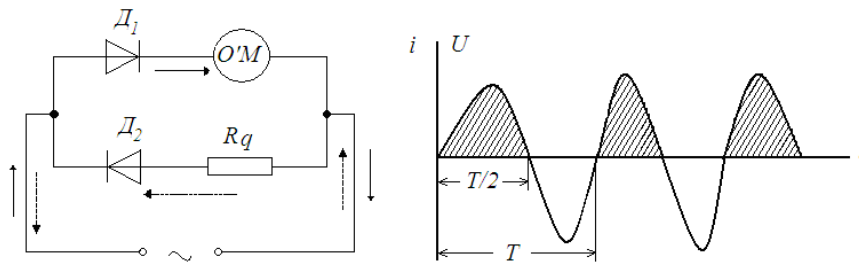


Yarim o’tkazgichli elementlarning to’g’rilash xususiyati, ulardan o’tadigan tokning yo’nalishini elektr qarshiligiga bog’liq. To’g’rilagichlar to’g’rilash koeffitsienti bilan xarakterlanadi. ($K_T = \frac{I_1}{I_T}$) va I_T . dioddan to’g’ri yo’nalishda, ya’ni kichik qarshilik orqali o’tadigan tok, I_T esa – teskari yo’nalishda, ya’ni katta qarshilik orqali o’tadigan tokdir.

2. O’zgartkichlarni ulanish sxemalari.

Magnitoelektrik sistemasidagi o’lchash mexanizmini o’zgaruvchan tok zanjirida ishlatish uchun diodli to’g’rilagichlarning asosan ikki xil, ya’ni bitta yarim davrli va ikkita yarim davrli to’g’rilanish bilan ulanish sxemasi qo’llaniladi.

Agar magnitoelektrik sistemasidagi asbob quyidagi 10.1 a – rasmda ko’rsatilgandek qilib, o’zgaruvchan tok zanjiriga ulansa, undan tokning faqat birinchi yarim to’lqini o’tadi (10.1 b – rasm). Teskari tomonga qarab D_1 orqali toki o’ta olmaydi, lekin u ikkinchi diod (tarmoq) orqali o’tishi mumkin.



a)

b)

10.1 – rasm

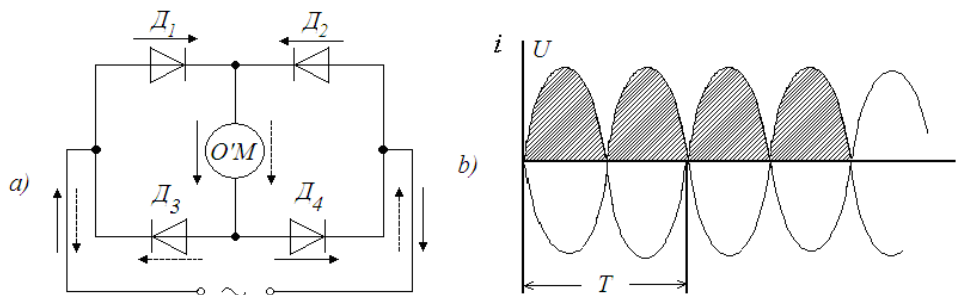
to’g’rilagichli magnitoelektrik asbobning ko’rsatishi undan o’tadigan tokning o’rtacha qiymatiga proporsional bo’ladi

$$\alpha = \frac{B_{sw}}{2W} I_{o'r} \quad \text{yoki} \quad \alpha = \frac{B_{sw}}{2WK_{\phi}} I ,$$

bu yerda I – o’zgaruvchan tokning ta’sir etuvchi qiymati,

$K_f = I / I_{o'r}$ – sinusoidal tokning o’zgarish koeffitsienti.

Agar magnitoelektrik o’lchash mexanizmini zanjiriga 10.2 a – rasmda ko’rsatilganidek qilib, ko’prik sxemasi bo’yicha ulangan to’rtta diod tutashtirilsa, undan bir davr mobaynida tokning ikkita yarim to’lqini ham bir yo’nalishda o’tadi va asbobdan o’tayotgan tokning o’rtacha qiymati, ya’ni asbobning sezgirligi ikki marta ortadi



10.2 rasm

Bu holda magnitoelektrik asbob ko’rsatkichining og’ishi zanjiridagi tokning amplituda qiymatiga proporsional bo’lib, quyidagicha ifodalanadi:

$$\alpha = \frac{B_{sw}}{K_{\phi} W} I$$

va ikkita yarim davrli to’g’rilanish sxemasi bo’yicha ulangan magnitoelektrik asbobning sezgirligi quyidagiga teng bo’ladi.

$$\alpha = S_I I ,$$

bu yerda S_I – asbobning sezgirligi.

To'g'rilagichli magnitoelektrik asboblarda kichik ya'ni millivoltlardagi va yuqori kuchlanishlarni hamda kichik va yuqori toklarni o'lchashda qo'llaniladi.

To'g'rilagichli magnitoelektrik asboblarda ishlatiladigan diodlarning to'g'rilash koeffitsienti $[K_t = f(t^\circ, U, f)]$ temperaturaga, qo'yilgan kuchlanishga va chastota o'zgarishidan hosil bo'ladigan xatoliklar shunt qarshiligi, kondensator C , induktivlik g' altagini ulash bilan kompensatsiyalanadi.

To'g'rilagichli asboblarning afzalligi:

- sezgirligi yuqori;
- iste'mol quvvati kam.

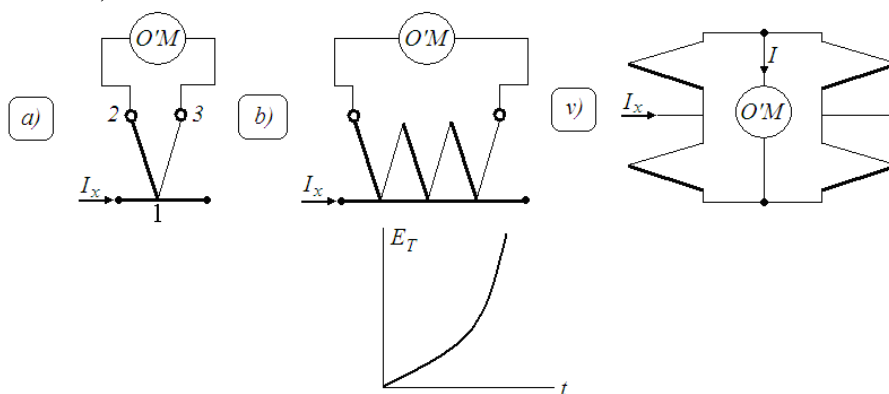
Ularning kamchiligi:

- aniqligi aydarlik yuqori emas;
- ko'rsatkishi o'lchanadigan kattalikning egri chizig'i shakliga bog'liq.

3. Termoelektrik o'zgartkichlar.

Termoelektrik o'zgartkichlar termopara (termojuftlik) va qizdirgichdan iborat bo'lib, magnitoelektrik o'lchash mexanizmi bilan birgalikda termoelektrik asbobni tashkil etadi. Termoelektrik asboblarda ikki xil metallardan tayyorlangan (simlardan) termopara va elektr o'lchash mexanizmidan iborat bo'ladi. Simlarning bir uchi bir – biriga kavsharlanadi, ya'ni o'lchanayotgan muhitga tegib turgan joyi 1 (issiq ulanma), 2,3 uchlari esa (sovuq ulanma) elektr o'lchash asbobga ulanadi (10.3 a - rasm). Simlarning kavsharlangan va asbobga ulanadigan uchlari temperaturasi har xil bo'lsa, termopara bilan o'lchash asbobidan iborat zanjirda elektr yurituvchi kuch hosil bo'ladi.

Termoparani, termoelektr yurituvchi kuchni o'lchashda termoelektrik o'zgartkich va uni o'lchash asbobi bilan ulanishining turli usullari qo'llaniladi. (10.3 a,b,v – rasm).



10.3 - rasm.

Termoelektrik o'zgartkichning chiqishdagi hosil bo'lgan termoelektrik yurituvchi kuch temperaturaga proporsional bo'ladi, ya'ni $E \equiv t^\theta$ va o'lchash

mexanizmidan o'tadigan tok esa $I = \frac{E}{R_{o'm}}$ teng bo'ladi, bu yerda E – termoelektr yurituvchi kuch; $R_{o'm}$ – o'lchash mexanizmidan zanjirining qarshiligi.

Shunday qilib, termoelektrik asbobning ko'rsatishi o'lchanayotgan tokning ta'sir etuvchi qiymatining kvadratiga to'g'ri proporsional. $\alpha \equiv kI^2$ bo'lib, bu yerda k – o'zgarmas koeffitsiyent va u termo o'zgartkichning turiga, o'lchash mexanizmining parametrlariga bog'liq.

Termoelektrik asboblarni o'zgarmas tok zanjirida ham o'zgaruvchan tok zanjirida ham ishlatish mumkin, chunki qizdirgichdan o'tuvchi tok issiqligi chastotaga bo'g'liq bo'lmaydi.

Termoelektr yurituvchi kuchini oshirish maqsadida bir nechta termoparalar ketma – ket ulanadi (10.3 b) – rasm). Bundan tashqari termoparalarni ko'priqli sxema bo'yicha (10.3 b) – rasm) ulaganda termo EYK ikki marta ortadi.

Termoelektrik asboblarning afzalligi shundan iboratki, ularni ham o'zgarmas va chastotasi xattoki **100 MHz** gacha bo'lgan o'zgaruvchan tok zanjirlarida ishlatish mumkin.

Kamchiligi esa, ularning inertsiyaligini kattaligi va asbobning ko'rsatishi tashqi muhit temperaturasiga bog'liqligidir.

Nazorat sinov savollari

1. To'g'rilagich sifatida qanday elementlardan foydalaniladi va ular qanday xususiyatlarga ega?
2. To'g'rilagichli o'zgartkichlarning qanday ulanish sxemalari mavjud?
3. To'g'rilagichli asboblarning xususiyatlarini tushuntiring?
4. Termoelektrik o'zgartkichlarning qanday turlarini bilasiz?
5. Termoelektrik asboblari qanday xususiyatlarga ega?

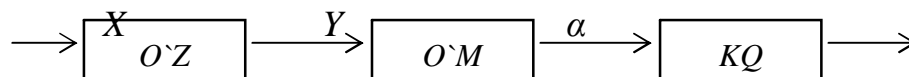
11 – ma’ruza: Analogli o’lchash asboblari.

- Reja:**
1. Analogli asboblarning to’g’risida umumiy ma’lumotlar.
 2. Analogli asboblarning asosiy qismlari va ularning funksiyasi
 3. O’lchash mexanizmi qo’zg’aluvchan qismiga ta’sir etuvchi momentlar

Tayanch so’zlar: o’lchash zanjiri, o’lchash mexanizmi, elektromagnit maydon energiyasi, solishtirma teskari moment, tinchlantiruvchi moment, tinchlantirish koeffitsienti, enersiya momenti, turg’un burilish holati.

1. Analogli asboblarning to’g’risida umumiy ma’lumotlar

Analogli o’lchash asboblari yoki bevosita ko’rsatuvchi asboblarning elektr o’lchashlarda, umuman o’lchash texnikasida keng o’rin olgan asboblardan hisoblanadi. Bu turdagi asboblarda ko’rsatuv qaydnomasi uzluksiz (funksional) ravishda o’lchanayotgan kattalik bilan bog’liqlikda bo’ladi. Bevosita ko’rsatuvchi asboblarning soddalashtirilgan struktura sxemasi 11.1- rasmda ko’rsatilgan bo’lib, ularda o’lchanadigan kattalik yoki asbob kirishiga berilgan signal X to’g’ri yo’nalishda chiqish signaliga yoki mexanizm qo’zg’aluvchan qismining burilish burchagi α ga o’zgartiriladi.



9.1- rasm. Analogli o’lchash asbobining struktura sxemasi.

2. Analogli asboblarning asosiy qismlari va ularning funksiyasi.

Bevosita ko’rsatuvchi elektr o’lchash asboblari (xususan elektromexanik turidagi asboblarning ikki qismidan, ya’ni o’lchash zanjiri va o’lchash mexanizmidan iborat deb qarash mumkin.

O’lchash zanjiri o’lchanadigan elektr kattalikni (kuchlanish, quvvat, chastota va h.k) unga proporsional bo’lgan va o’lchash mexanizmiga ta’sir etuvchi kattalikka o’zgartirib beradi.

O’lchash mexanizmi unga beriladigan elektr energiyasini qo’zg’aluvchan qism va u bilan bog’liq bo’lgan ko’rsatkich harakatining mexanik energiyasiga aylantirib beradi.

Elektromexanik o’lchash mexanizmlarining qo’zg’aluvchan qismini harakatlanishi elektromagnit energiyasining o’zgarishiga bog’liq.

3. O’lchash mexanizmiga ta’sir etuvchi momentlar.

O’lchanadigan kattalik ta’siri ostida hosil bo’lib, asbob ko’rsatkichini ko’payish tomoniga og’diruvchi moment *aylantiruvchi moment* deyilib, u umumiy holda quyidagicha ifodalanadi.

$$M = dWe/d\alpha,$$

bu erda We - elektromagnit maydon energiyasi asbob qo'zg'aluvchan qismining burilish burchagi. Aylantiruvchi momentni o'lchanadigan kattalik va asbob qo'zg'aluvchan qismining burilish burchagi funksiyasi deb qarash mumkin va u boshqacha ko'rinishda ham ifodalanadi.

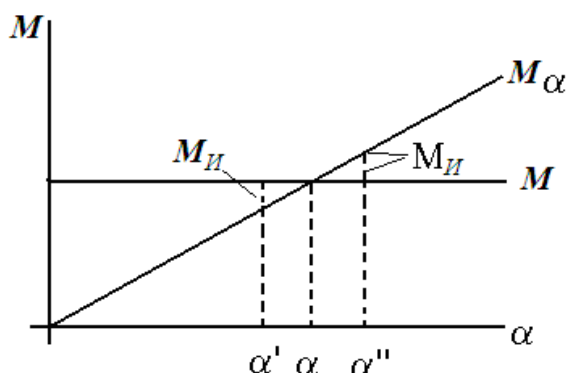
$$M = F(x, \alpha)$$

O'lchash asbobining qo'zg'aluvchan qismiga aylantiruvchi momentdan tashqari aks (teskari) **ta'sir etuvchi moment**, ham ta'sir etadi. Aks ta'sir etuvchi moment aylantiruvchi momentga qarama – qarshi yo'nalgan bo'lib, qo'zg'aluvchan qismining burilish burchagi kattalashishi bilan ortishi lozim va u tortqi, prujina va osmalarning buralishi bilan hosil qilinadi. Aks ta'sir etuvchi moment qo'zg'aluvchan qismning burilish burchagiga to'g'ri proporsional bo'ladi, ya'ni $M_\alpha = -W\alpha$, bu erda W - tortqi yoki prujinaning materiali va uning o'lchamlariga bog'liq bo'lgan o'zgarmas kattalik, yoki uni solishtirma aks ta'sir etuvchi moment deb ataladi.

Asbob qo'zg'aluvchan qismining barqaror burilish holati aylantiruvchi va aks ta'sir etuvchi momentlarning tengligidan topiladi $M = M_\alpha$ va umumiy holda quyidagicha ifodalanadi:

$$\alpha = 1/W \cdot F(x, \alpha)$$

bu holatni quyidagi grafikdan ham kuzatish mumkin.



Asbob dinamik rejimda ishlaganida, boshqacha aytganda asbob ko'rsatkichi (surilishida) joyidan qo'zg'alayotganida, aylantiruvchi va aks ta'sir etuvchi momentlardan tashqari boshqa momentlar ham hosil bo'ladi. Bu momentlar qo'zg'aluvchan qismning enersiya momentidan, tashqi muhit qarshiligidan, uyurma tok va h.k. lardan vujudga keladi.

Masalan, asbob qo'zg'aluvchan qismining harakatini tinchlantirishga intiluvchi moment tinchlantiruvchi moment deyiladi.

$$M_t = -p \frac{d\alpha}{dt}$$

Bu moment tinchlantirish koeffisienti P ga va qo'zg'aluvchan qismining burchakli tezligiga $\frac{d\alpha}{dt}$ proporsionaldir.

Nazorat sinov savollari

1. Analogli deb qanday asboblarga aytiladi?
2. O'lchash zanjiri, o'lchash mexanizmining funksiyasi nimadan iborat?
3. O'lchash mexanizmining qo'zg'aluvchan qismiga qanday momentlar ta'sir etadi? Ularning umumiy holdagi ifodasini yozib tushuntiring?
4. Elektromexanik o'lchash mexanizmining ish prinsipi nimaga asoslanadi?
5. Elektromexanik o'lchash mexanizmlarining qo'zg'aluvchan qismini harakatlanish tenglamasini yozib tushuntiring?
6. $M = dWe/d\alpha$, $M_\alpha = -W\alpha$, $M = F(x, \alpha)$ ifodalarini tushuntiring?

12 – ma’ruza: Elektromexanik o’lchash asboblari

- Reja:** 1. Elektromexanik o’lchash mexanizmlarining turlari.
2. Elektromexanik o’lchash asboblarning ish prinsiplari.
3. Elektromexanik o’lchash asboblari yordamida I, V, R o’lchash

Tayanch so’zlar: Inertsia momenti, turg’un burilish holati, shkala tenglamasi, elektromagnit maydon energiyasi, solishtirma teskari moment

1. Elektromexanik o’lchash asboblarning turlari.

Elektromexanik turidagi o’lchash asboblari magnitoelektrik (ME), elektromagnit (EM), elektrodinamik (ED), ferrodinamik (FD), elektrostatik (ES) va induksion (I) tizimli asboblarga bo’linadi. Bu tizimdagi asboblarning elektr kattaliklari (tok, kuchlanish, qarshilik, quvvat, elektr energiyasi, chastota va h.k) ni o’lchashda keng tarqalgan.

Elektromexanik o’lchash mexanizmlarining qo’zg’aluvchan qismini harakatlanish tenglamasini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$J \frac{d^2 \alpha}{dt^2} = \sum_{i=1}^n M_i,$$

bu yerda J - inertsia momenti; M_i - qo’zg’aluvchan qismga ta’sir etuvchi momentlar.

Yuqoridagi formulani ochib yozsak quyidagi ifodaga ega bo’lamiz: (magnitoelektrik asbob uchun)

$$J \frac{d^2 \alpha}{dt^2} + p \frac{d\alpha}{dt} + W\alpha = B_{sw}I$$

Ifodadagi α va t larni o’lchamsiz koordinatalar bilan almashtirib va ba’zi o’zgartirishlar kiritsak, u holda tenglama quyidagi ko’rinishga keladi:

$$\frac{d^2 Y}{d\tau^2} + 2\beta \frac{dY}{d\tau} + Y = 1 \quad \tau\omega$$

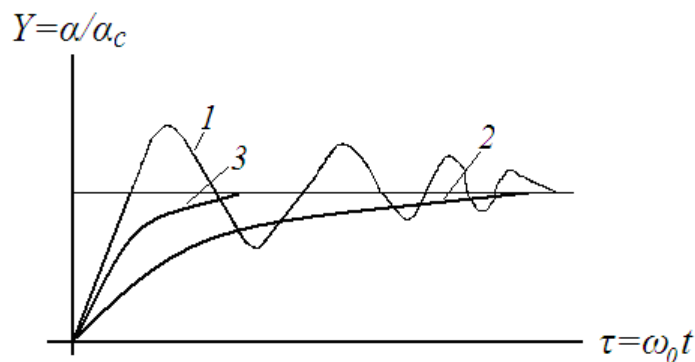
uning xarakteristik tenglamasi esa

$$x^2 + 2\beta x + 1 = 0 \text{ ga teng bo'lib, ildizlari } x_{1,2} = -\beta \pm \sqrt{\beta^2 - 1} \text{ bo'ladi.}$$

Agar 1. $\beta < 1$ – u holda tenglama ildizlari mavjum va har xil bo’ladi, bunda mexanizm qo’zg’aluvchan qismi tebranma harakatda bo’ladi.

2. $\beta > 1$ – harakat aperiodik va

3. $\beta = 1$ – harakat kritik yoki chekka aperiodik holatida bo’ladi.



12.1 – rasm.

2. Elektromexanik asboblarning ish prinsiplari magnitoelektrik tizimidagi asboblarning ish prinsipi qo'zg'aluvchan ramkadan o'tadigan tok bilan doimiy magnet maydonining o'zaro ta'sirlashuviga asoslangan bo'lib, qo'zg'aluvchi qismni harakatga keltiruvchi aylantiruvchi moment quyidagicha ifodalanadi;

$$M = BswI,$$

bu yerda; B – doimiy magnet qutb uchliklari va silindirsimon o'zak oralig'idagi magnet induksiyasi; s – qo'zg'aluvchan ramkaning aktiv yuzasi; w – ramkaning o'ramlar soni; I – ramkadan o'tadigan tok. Qo'zg'aluvchan ramka aylantiruvchi moment ta'sirida o'q atrofida aylanganida spiral prujina buralib aks ta'sir etuvchi moment hosil qiladi. $M_\alpha = -W\alpha$.

Magnitoelektrik tizimdagi asboblarning turg'un burilish holati yoki shkala tenglamasi $\alpha = \frac{Bsw}{W}I$ yoki $\alpha = SI$ ga teng bo'ladi.

Elektromagnet o'lchash asboblari. Ularning ish prinsipi qo'zg'almas g'altakdan o'tadigan tok hosil qilgan magnet maydonini qo'zg'aluvchan o'zakka ta'siriga asoslanadi. Aylantiruvchi moment quyidagicha ifodalanadi;

$$M = \frac{1}{2}I^2 \frac{dL}{d\alpha},$$

bu ifodadagi I - qo'zg'almas g'altakdan o'tadigan tok, L - g'altak induktivligi. Qo'zg'aluvchan qismga ta'sir etuvchi aks ta'sir etuvchi moment $M_\alpha = -W\alpha$ ga teng bo'lib, elektromagnet asbobining shkala tenglamasi quyidagicha ifodalanadi;

$$\alpha = \frac{1}{2W}I^2 \frac{dL}{d\alpha}$$

Bu tizimdagi asboblarning ham o'zgarmas, ham o'zgaruvchan tok zanjirlarida qo'llaniladi va shkalasi notekis (kvadratik) bo'ladi.

Elektrodinamik o'lchash asboblari.

Elektrodinamik o'lchash asboblari ikkita bir xil qo'zg'almas va qo'zg'aluvchan g'altaklardan iborat bo'lib shu g'altaklardan o'tgan toklar hosil

qilgan magnit maydonlarining o'zaro ta'sirida aylantiruvchi moment hosil bo'ladi va bu moment quyidagicha ifodalanadi:

$$M = I_1 I_2 \frac{dM_{1,2}}{d\alpha}$$

Aylantiruvchi va aks ta'sir etuvchi momentlar o'zaro teng bo'lganida asbob qo'zg'aluvchan qismi uchun turg'un holat vujudga keladi:

$$I_1 I_2 \frac{dM_{1,2}}{d\alpha} = W \cdot \alpha$$

bundan:

$$\alpha = \frac{1}{W} I_1 I_2 \frac{dM_{1,2}}{d\alpha}$$

Bu ifoda elektrodinamik o'lchash asboblarning shkala tenglamasi deb ataladi. Toklar o'zgaruvchan bo'lsa quyidagiga ega bo'lamiz.

$$\alpha = \frac{1}{W} I_1 I_2 \cos \varphi \frac{dM_{1,2}}{d\alpha}$$

bu yerda: φ - I_1 va I_2 toklar orasidagi faza siljish burchagi, I_1 va I_2 lar esa o'zgaruvchan toklarning effektiv qiymati.

Elektrodinamik asboblarning shkalasi notekis xarakterga ega bo'ladi. Ular asosan quvvatni o'lchash uchun vattmetr sifatida, logometrik prinsipida yasalganida esa fazometr, chastotomer sifatida ishlatiladi.

Elektrostatik o'lchash asboblari – qo'zg'almas va qo'zg'aluvchan (plastinka) o'tkazgichlardan iborat bo'lib, ularda aylantiruvchi moment zaryadlangan ikki sistema plastinkalarining o'zaro ta'sirlashuvidan hosil bo'ladi. Aylantiruvchi moment ifodasini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$M = \frac{1}{2W} U^2 \frac{dC}{d\alpha},$$

bu yerda: C – zaryadlangan jism sig'imi; U - ularga qo'yilgan kuchlanish.

Aks ta'sir etuvchi moment elastik element yordamida hosil bo'lishini hisobga olsak, turg'un burilish holati quyidagicha ifodalanadi:

$$\alpha = \frac{1}{2W} U^2 \frac{dC}{d\alpha}$$

Ifodadan ko'rinib turibdiki, elektrostatik voltmetrlar ham o'zgarmas, ham o'zgaruvchan tok zanjirlarida qo'llanilishi mumkin.

Induksion o'lchash mexanizmlari – bir yoki bir nechta qo'zg'almas elektromagnitdan va qo'zg'aluvchan qismi alyumindan ishlangan diskdan iborat bo'ladi. Ko'pincha ikki oqimli induksion mexanizmlari ishlatilib, ularda aylantiruvchi moment o'zgaruvchan magnit oqimlari va shu (ikkita) oqimlar diskni kesib o'tishi natijasida induksiyalangan uyurma toklarni o'zaro ta'siridan hosil bo'ladi va quyidagicha ifodalanadi:

$$M = cf\Phi_1\Phi_2 \sin\psi,$$

bu yerda: c – proporsionallik koeffitsienti; ω - oqimlarning o'zgarish chastotasi; Φ_1 va Φ_2 lar o'zgaruvchan magnit oqimlar; φ – Φ_1 va Φ_2 oqimlar orasidagi faza farqi.

Yuqorida keltirilgan ifoda ikki va ko'p oqimli induksion mexanizmlari uchun umumiy aylantiruvchi moment ifodasi hisoblanadi. Induksion o'lchash mexanizmlari asosan quvvat o'lchashda - vattmetr, elektr energiyasini hisoblashda hisoblagich sifatida ishlatiladi.

3. Elektromexanik o'lchash mexanizmlari yordamida tok (I), kuchlanish (U); qarshilik (R) o'lchash.

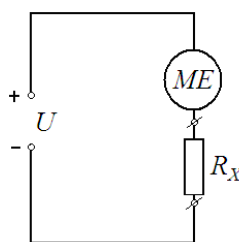
O'zgarmas tok zanjirlarida tok, kuchlanish, qarshilik o'lchash uchun asosan magnitoelektrik o'lchash mexanizmlari ishlatiladi.

Bir tizimga oid ampermetr va voltmetrlarning farqi ularni zanjirga ulanishi (ampermetr - ketma-ket; voltmetr esa - parallel) va ichki qarshiliklari (ampermetrni ichki qarshiligi- kichik, voltmetrni- katta) ning har xilligidadir.

Magnitoelektrik tizimli mexanizmni **omm**etr sifatida ishlatilganda, asbobning shkalasi quyidagi ifodaga binoan darajalanadi, ya'ni asbob qo'zg'aluvchan qismini burilish burchagi bilan o'lchanadigan qarshilik teskari proporsionallikda bo'ladi.

$$\alpha = SI = S \frac{U}{R_{om} + R_x}$$

Haqiqatda oddiy (shuntsiz ampermetrni) magnitoelektrik mexanizmini quyida ko'rstilgan sxema bo'yicha o'lchanadigan qarshilik bilan ketma-ket ulansa (12.2 - rasm), uning shkalasini qarshilik birligida darajalash mumkin.



12.2 – rasm.

Nazorat sinov savollari

1. Elektromexanik turidagi o'lchash asboblari qanday tizimli asboblarga bo'linadi va ularning ish prinsipi nimaga asoslangan?
2. Elektromexanik o'lchash mexanizmlarining qo'zg'aluvchan qismini harakatlanish tenglamasini yozib tushuntiring?
3. Magnitoelektrik tizimli asboblarda aylantiruvchi moment qanday hosil bo'ladi?
4. Nima sababdan magnitoelektrik tizimidagi asboblardan faqat o'zgarmas tok zanjirlarida ishlatiladi?

5. Elektromagnit tizimli asboblarning ish prinsipi nimaga asoslanadi?
6. Magnitoelektrik tizimli asboblari qanday xususiyatlarga ega?
7. Bir tizimga oid ampermetr va vol'tmetrlar nima bilan farq qiladi?
8. Elektrostatik tizimli asboblari qanday xususiyatlarga ega?

13 – ma’ruza: Quvvat va energiya o’lchash.

- Reja:**
1. Elektrodinamik o’lchash mexanizmi va uni vattmetr sifatida ishlatilishi.
 2. Induksion mexanizm va uni hisoblagich sifatida ishlatilishi.
 3. Bir fazali induksion hisoblagichini xususiyatlari va xatoligi.
 4. Elektron hisoblagich, struktura sxemasi, bloklari va ularning funksiyasi.

Tayanch so’zlar: vattmetrning doimiyliigi, hisoblagichning haqiqiy doimiyliigi, aylanishlar soni, sezgirlik ostonasi, impul’slar hisoblagichi, keng – ko’lamli – impul’sli modulyator, amplituda – impul’sli modulyator, impul’slar ketma-ketligining davri.

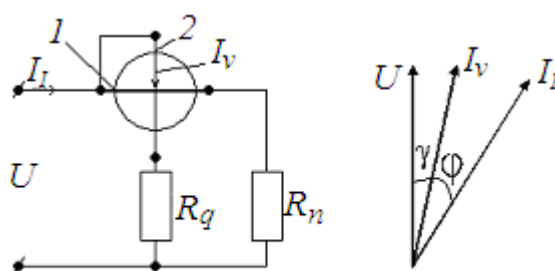
1. Elektrodinamik o’lchash mexanizmi va uni vattmetr sifatida ishlatish.

O’zgarmas tok zanjirlarida quvvat bilvosita usulda ampermetr va vol’tmetr usulida o’lchanadi. Bu holda quvvat ikkita asbob ko’rsatishi bo’yicha hisoblanadi, bu esa o’lchash aniqligini bir muncha pasaytiradi.

Shu sababli, o’zgarmas va o’zgaruvchan bir fazali tok zanjirlarda quvvat o’lchash uchun elektrodinamik va ferrodinamik o’lchash mexanizmlari ishlatiladi.

Elektrodinamik vattmetrlar yuqori aniqlik klasslarida (0.1-0.5) asosan ko’chma asboblarda sifatida ishlab chiqariladi va o’zgarmas, sanoat va yuqori (5000 Hz gacha) chastotali o’zgaruvchan tok zanjirlarida quvvatni aniq o’lchash uchun ishlatiladi.

13.1 – rasmda elektrodinamik o’lchash mexanizmini vattmetr sifatida ishlatilishi sxemasi ko’rsatilgan.



13.1 – rasm.

Vattmetrning qo’zg’almas g’altagi **1** tok zanjiriga ketma – ket ulanib, ketma – ket zanjiri; qo’zg’aluvchan g’altagi **2** esa – parallel ulanadi va parallel (kuchlanish) zanjiri deyiladi.

O’zgarmas tok zanjiriga ulangan vattmetr ko’rsatkichining burilish burchagi quvvatga proporsional ravishda o’zgaradi va uni quyidagicha ifodalash mumkin.

$$\alpha = \frac{1}{W} I_1 I_2 \frac{dM_{1,2}}{d\alpha} = \frac{1}{W} I_1 \frac{U}{R_v + R_q} \cdot \frac{dM_{1,2}}{d\alpha}$$

bu yerda: $I_2 = \frac{U}{R_v + R_q}$ - qo'zg'aluvchan g'altak chulg'amidan o'tayotgan

tok; agar $\frac{dM_{1,2}}{d\alpha} = const$ va $s = \frac{1}{w(R_v + R_q)} \cdot \frac{dM_{1,2}}{d\alpha}$ desak, u holda vattmetrning

burilish burchagi ifodasi quyidagicha yoziladi:

$$\alpha = SVI = SP$$

bu yerda: S – vattmetrning sezgirligi.

Agar asbob o'zgaruvchan tok zanjirga ulangan bo'lgan, u xolda α quyidagicha ifodalanadi:

$$\alpha = SUI \cos \varphi = SP$$

bu yerda: α – parallel zanjirga qo'yilgan kuchlanish U va ketma – ket zanjirdan o'tadigan tok orasidagi faza siljish burchagi. (13.1 – rasmdagi vektor diagrammada ko'rsatilgan)

Elektrodinamik vattmetrning doimiyliigi

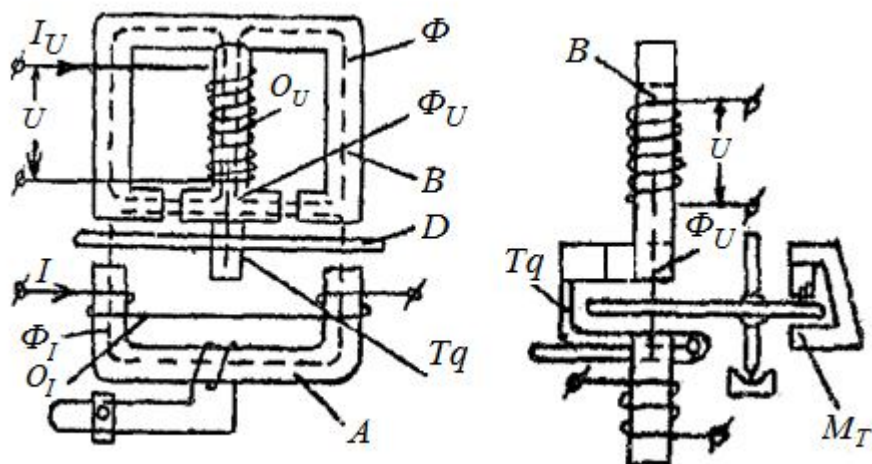
$$C = \frac{U_{nom} I_{nom}}{\alpha_m}$$

bu yerda: U_{nom} – nominal kuchlanish; I_{nom} – qo'zg'almas g'altak mo'ljallangan nominal tok; α_m – vattmetr shkalasi bo'limlari soni.

2. Bir fazali induksion hisoblagich.

Induksion asboblarda o'zgaruvchan oqimlarning qo'zg'aluvchan qismida tok bilan o'zaro ta'sir qilish hodisasidan foydalaniladi.

13.2 – rasmda induksion hisoblagichini tuzilishi ko'rsatilgan. Induksion hisoblagich, odatda uchta oqim ta'sirida ishlaydi, ya'ni ular alyuminli disk shaklida yasalgan qo'zg'aluvchan qismini kesib o'tadi. Bir fazali induksion hisoblagich **A**, **B** magnit o'tkazgichlardan, ulara joylashgan O_I, O_v – chulg'amlardan, alyuminli disk **D** dan, doimiy magnit M_T va boshqa elementlardan iborat bo'ladi.



13.2-rasm. Bir fazali induksion hisoblagich

13.2 – rasm ko‘rastilganidek, Φ_I va Φ_v magnit oqimlari o‘zgaruvchan bo‘lganligi tufayli diskni kesib o‘tib, unda induksion (uyurma) tok hosil qiladi. Φ_I va Φ_v lar bilan induksion (uyurma) toklarining o‘zaro ta‘siri natijasida disk D aylanma harakatga keladi. Diskni harakatga keltiruvchi bu momentni induksion mexanizmlar uchun ma‘lum bo‘lgan formulaga binoan quyidagicha ifodalash mumkin.

$$M = kUI \cos \varphi, \quad (1)$$

bu yerda: $U - O_U$ – chulg‘amga qo‘yilgan kuchlanish;

$I - O_I$ – chulg‘amdan o‘tuvchi tok.

$\cos \varphi$ – U va I lar orasidagi siljish burchagi, yoki quvvat koeffitsiyenti.

Hisoblagich diskning turg‘un aylanish tezligi yukaga bog‘liq bo‘lishi uchun diskka aylantiruvchi momentdan tashqari yana tormozlovchi moment ham ta‘sir etishi kerak. Bu moment doimiy magnit M_T yordamida hosil bo‘ladi. Aylantiruvchi moment ta‘sirida disk aylanganida doimiy magnit maydonini kesadi va disk qalinligi I_M toklarni hosil qiladi. Bu tok magnit oqimi doimiy magnit maydoni Φ_M bilan o‘zaro ta‘sir etib, tormozlovchi moment M_{tor} ni hosil qiladi.

$$M_{tor} = K_1 \Phi_M I_M \text{ yoki } M_{tor} = K_3 \Phi_M^2 V = K_4 V \quad (2)$$

Demak M_{tor} diskning aylanish tezligiga bog‘liq.

Diskning turg‘un tezlikda aylanishi uchun aylantiruvchi va tormozlovchi momentlar teng bo‘lishi kerak. (1) va (2) tenglamalarni o‘zaro tenglab, tenglikni o‘ng va chap tomonini t_1 dan t_2 gacha bo‘lgan vaqt oralig‘ida integrallasak quyidagiga ega bo‘lamiz:

$$W = C_x N, \quad (3)$$

Bu yerda: W – zanjirda sarflangan energiya;

C – hisoblagichning haqiqiy doimiyligi;

N – diskning aylanishlar soni.

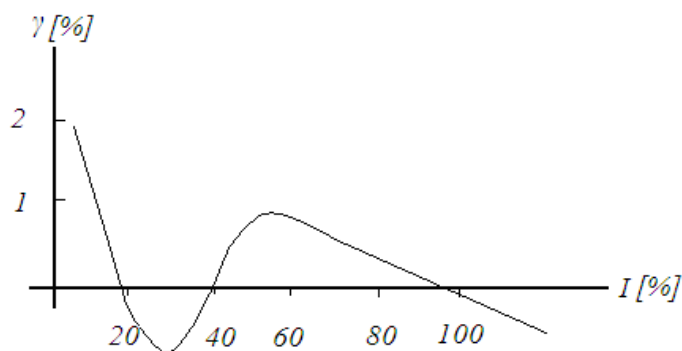
3. Induksion hisoblagichning xususiyatlari va xatoliklari.

Hisoblagichning nisbiy xatoligi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$\gamma = \frac{C_n - C_x}{C_x} \cdot 100\% = \frac{W' - W}{W} 100\%$$

Agar hisoblagichning doimiyligi nominal miqdoridan katta bo'lsa, hisoblagich kamroq ko'rsatadi, ya'ni kam bo'ladi va aksincha.

Yo'l qo'yiladigan xatolikning miqdoriga qarab elektr energiya hisoblagichlar uchta aniqlik sinfiga bo'linadi: 1;2 va 2;5. Bu raqamlar hisoblagichning nominal yuklamasida uning yo'l qo'yilishi mumkin bo'lgan eng katta nisbiy xatoligini ko'rsatadi. **13.3-** rasmda bir faza induksion hisoblagichi xatoligini o'zgarishi grafigi ko'rsatilgan.



13.3 – rasm.

Bir fazali induksion hisoblagichlarida xatolik asosan kichik yuklamalarda podshipniklardagi , hisoblash mexanizmidagi va diskning havoga ishqalanishi, hamda elektromagnit o'zagining magnit singdiruvchanligini kichikligi sababli hosil bo'ladi.

Bir fazali hisoblagichlarida yuk zanjiridan tok o'tmaganda disk qo'yilgan kuchlanish ta'siridan aylanadi. Buni hisoblagichda o'z - o'zidan yurish hodisasi deyiladi. Bundan qutilish uchun diskning o'qiga po'lat ilgak **K** mahkamlanadi. Bu ilgak magnitlangan plastinka orqali tortilib turadi.

Hisoblagichni muhim xususiyatlaridan biri, uning sezgirligidir, to'g'rirog'i uni sezgirlik ostonasi deyiladi. Disk bir tekis (turg'un) tezlikda aylana boshlaganidagi minimal tokning nominal tokka bo'lgan nisbati hisoblagichning sezgirligi ostonasi deyiladi va u quyidagicha ifodalanadi:

$$S = \frac{I_{\min}}{I_{\text{nom}}} 100\%$$

Sezgirlik ostonasi hisoblagichning aniqlik sinfiga qarab 0,5 ? 0,1 foizdan kam bo'lishi kerak.

Nazorat sinov savollari

1. Elektrodinamik vattmetrning sxemasini chizib tushuntiring?
2. Elektrodinamik vattmetrning shkala tenglamasini yozib tushuntiring?

3. Vattmetrning doimiyliigi deganda nimani tushunasiz?
4. Bir fazali induksion hisoblagichning tuzilishi va ishlanishini tushuntiring?
5. Hisoblagichning qo'zg'aluvchan qismiga qanday momentlar ta'sir etadi?
6. Tormozlovchi moment qanday hosil bo'ladi?
7. Hisoblagich qo'zg'aluvchan qismining turg'un tezlikda aylanish holatini tushuntiring?
8. Hisoblagichning nominal doimiyliigi deb nimaga aytiladi?
9. Bir fazali induksion hisoblagichining sezgirlik ostonasi deb nimaga aytiladi?
10. $\beta = \frac{W' - W}{W} 100\%$ ifodani tushuntiring?
11. Bir fazali induksion hisoblagichning xatoligi nimaga bog'liq?
12. $W = CN$ – ifodadagi W, C, N – lar nima?

14 – ma’ruza: Aktiv energiya elektron hisoblagichi bo’yicha umumiy ma’lumotlar.

Reja:

1. Aktiv energiya elektron hisoblagichi to’g’risida umumiy ma’lumotlar
2. Elektron hisoblagichining strukturali sxemasi, uning bloklari.
3. Elektron hisoblagichining alohida bloklari (qismlari) ning funksiyasi

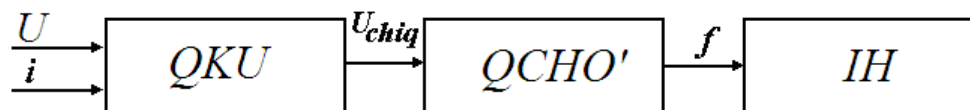
Tayanch so’zlar: Quvvat o’zgartkich, modulyator, hisoblagich, impulslar ketma – ketligining davriyligi, to’g’ri burchakli impulslar.

Aktiv energiya elektron hisoblagichi to’g’risida umumiy ma’lumotlar.

Aktiv energiya elektron hisoblagichlari yuqori metrologik ko’rsatkichlariga ega. Hozirda ishlab chiqarilayotgan elektron hisoblagichlari mikroelektronika va raqamli qayta ishlash usullari yutuqlaridan foydalanishga asoslangan holda xalqaro (*IEC*) va davlatlararo (*GOST*) standartlariga muvofiq yuqori aniqlikda o’lchashni ta’minlaydi hamda bir qator qo’shimcha funksiyalarni ham bajaradi. Yangi ishlab chiqarilayotgan aktiv energiya elektron hisoblagichlari chidamli (ishonchliligi yuqori) kompaktli, keng chastota diapazonida 0 Hz dan boshlab, va ular nafaqat o’zgaruvchan tok zanjirlarida, balki o’zgarmas tok zanjirlarida ham yuqori aniqlikda o’lchash xususiyatiga ega (aniqlik klassi 0,2 va 0,5).

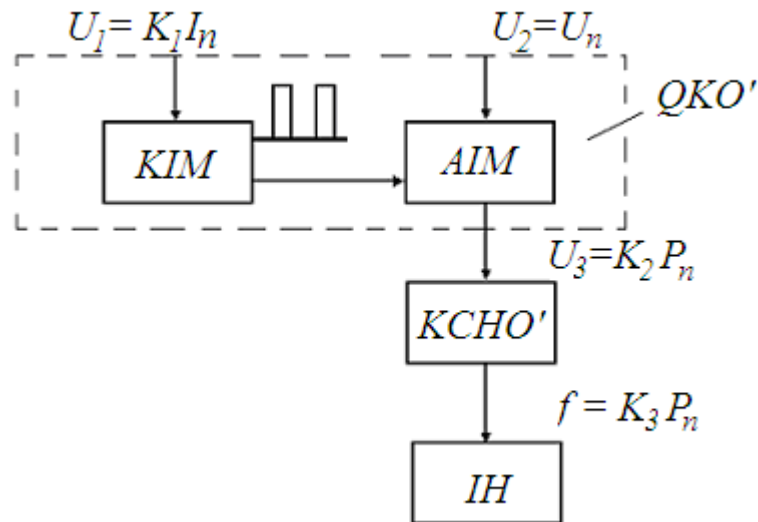
2. Elektron hisoblagichining struktura sxemasi, bloklari.

Aktiv energiya hisoblagichining struktura sxemasi 14.1-rasmda ko’rsatilgan bo’lib, bu yerda *QKO*’- quvvat o’zgartkichi ; *KCHO*’- kuchlanishni chastotaga o’zgartiruvchi o’zgartkich; *IH* - impulslar hisoblagichi.



14.1-rasm. Aktiv energiya elektron hisoblagichining struktura sxemasi.

QKO’- quvvatni kuchlanishga o’zgartiruvchi o’zgartkich keng - ko’lamli impulslar (KIM) va amplituda - impulslar modulyatsiya bloklaridan iborat bo’ladi.(14.2 -rasm)



14.2-rasm.

KIM blokining kirishiga nagruzkadagi I_n tokiga proporsional kuchlanish beriladi, *AIM* kirishiga esa nagruzkadagi U_n kuchlanishi beriladi. *KIM* kirishiga berilgan U_1 kuchlanishi ($U_1 = K_1 I_n$) o'zgaruvchan davomiylikdagi to'g'ri burchakli impulslar ketma-ketligiga o'zgartiriladi. U_1 kuchlanishining qiymatini o'zgarishi bilan T_i va ular orasidagi intervallarning T_p farqini ularning yig'indisiga nisbati o'zgaradi.

$$U_1 = K_1 I_n = K \frac{T_i - T_p}{T_i + T_p} = K \frac{\Delta T}{T},$$

bu yerda K - o'zgarimas koeffitsient; $\Delta T = T_i - T_p$; $T = T_i + T_p$ - impulslar ketma-ketligining davri.

AIM sxemasida impulslar amplitudasi nagruzkadagi kuchlanishga proporsional bo'lib, ularning davomiyliigi esa nagruzka toki bilan funksional bog'liqlikda bo'lganligi sababli, *AIM* blokida kirish signallari ko'paytiriladi. *AIM* sxemasining chiqishidagi kuchlanishning o'rtacha qiymati U_1 aktiv quvvat P_n ga proporsional bo'ladi. *KCHO'* yordamida U_3 kuchlanishi impulslar chastotasiga o'zgartiriladi. Shunday qilib, *KCHO'* chiqishidagi impulslar hisoblagichida (*IH*) sanaladi, yoki shu bilan ular integrallanadi. Demak, impulslar hisoblagichi (*IH*)ning ko'rsatishi aktiv energiya (W) ga proporsional bo'ladi.

Hozirda ishlab chiqarilayotgan *DDS 28* turkumidagi bir fazali ko'p funksional elektr energiya elektron hisoblagich "Elektron hisoblagich" va "Holley Metering himiteol" qo'shma korxonaga maxsul bo'lib, respublikamizda elektr energiyasini (kommercheskiy) hisobga olishni avtomatlashtirilgan tizimini (*ASKUE*) yaratish va elektr tarmoqlarini takomillashtirish maqsadida ishlab chiqilgan. *DDS 28* turkumidagi hisoblagichlar *MEK 1036 - 90* talablariga muvofiq elektr energiyani bir nechta ta'rifi bo'yicha hisobga olish uchun qo'llaniladi va ko'p funksional hisoblagichlarining eng yangi avlodi hisoblanadi.

Nazorat sinov savollari

1. Elektron hisoblagichining struktura sxemasini chizing va uning tarkibiy qismlarini tushuntiring?
2. Elektron hisoblagichning ish prinsipi nimaga asoslanadi?
3. Quvvatni kuchlanishga o'zgartiruvchi o'zgartkich qanday bloklardan iborat va ularning funksiyasini tushuntiring?
4. Keng-ko'lamli impul'sli va amplituda impul'sli modulyatorlarda qanday o'zgartirishlar sodir bo'ladi?
5. Kuchlanishni impul'slar chastotasiga o'zgartirish jarayonini tushuntiring?
6. Elektron hisoblagichi qanday xususiyatlarga ega?

15 – ma’ruza:Elektr zanjir parametrlarini ko‘priqli sxemalar yordamida o‘lchash.

- Reja:**
1. Ko‘priqli sxemalarning umumiy nazariyasi.
 2. Yakka va qo‘shaloq o‘zgarmas tok ko‘priklari yordamida qarshilik o‘lchash.
 3. O‘zgaruvchan tok ko‘priklari yordamida L, C, M va hokazolarni o‘lchashva har xil variantli sxemalarini o‘rganish.

1.Ko‘priqli sxemalarning umumiy nazariyasi

Ko‘priqli sxema yoki oddiygina qilib aytganda ko‘priq yopiq zanjirni tashkil qiluvchi to‘rtta qarshilikdan, nol ko‘rsatkich vazifasini bajaruvchi magnitoelektrik galvanometrdan iboratdir.

O‘zgarmas tok ko‘priklarini to‘la muvozanatlanadigan va to‘la muvozanatlanmaydigan turlari mavjud bo‘lib, birinchi turdagi ko‘priklarda o‘lchanadigan kattalik (ya’ni qarshilik) ko‘prikning muvozanat holatidan aniqlanadi, ikkinchi turidagi ko‘priklarda esa ko‘priqli sxemaning chiqish signali (tok, kuchlanish va h.k.) bo‘yicha aniqlanadi.

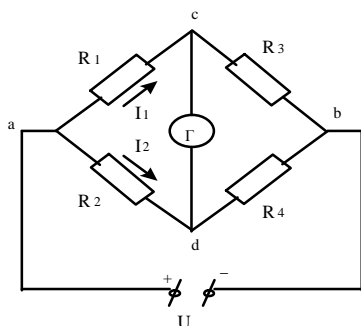
Umuman ko‘priqli sxemalar qarshilik, induktivlik, sig‘im, o‘zaro induktivlik va ba’zi noelektrik kattaliklarni ham o‘lchashda keng qo‘llaniladi.

2.Yakka va qo‘shaloq o‘zgarmas tok ko‘priklari yordamida qarshilik o‘lchash.

O‘zgarmas tok ko‘priklari o‘zgarmas tok manбайдan ta‘minlanadi. R_1, R_2, R_3, R_4 qarshiliklar ko‘prikning yelka qarshiliklari, manba va nol ko‘rsatkich zanjirlari esa, ko‘prikning diagonalari deb yuritiladi.

Ko‘priq sxemasi shunday tuzilganki, unda bitta yoki ikkita yelka qarshiliklarini o‘zgartirib, ko‘prikning diagonalidan o‘tayotgan tokni nolga keltirish mumkin.

Bu holat ko‘prikning muvozanati deb yuritiladi (**15.1 - rasm**). Ko‘priq muvozanat holatiga keltirilgannida $I_g=0$ bo‘ladi, ya’ni c va d nuqtalarning potentsiallari bir – biriga teng bo‘ladi. ($U_c=U_d$) yoki,



15.1 - rasm

$$I_1 R_1 = I_2 R_2 \quad (1)$$

$$I_1 R_3 = I_2 R_4 \quad (2)$$

(1) tenglamani hadlab (2) tenglamaga bo‘lib, quyidagi ifodani olamiz:

$$R_1/R_3 = R_2/R_4 \text{ yoki } R_1 R_4 = R_2 R_3 \quad (3)$$

va bu ifoda (3) ko‘prikning muvozanat shartini belgilaydi. Agar noma’lum qarshilik R_x birinchi yelka qarshiligi R_1 o‘rniga ulansa (3) ifodaga asoslanib, R_x quyidagi ifoda

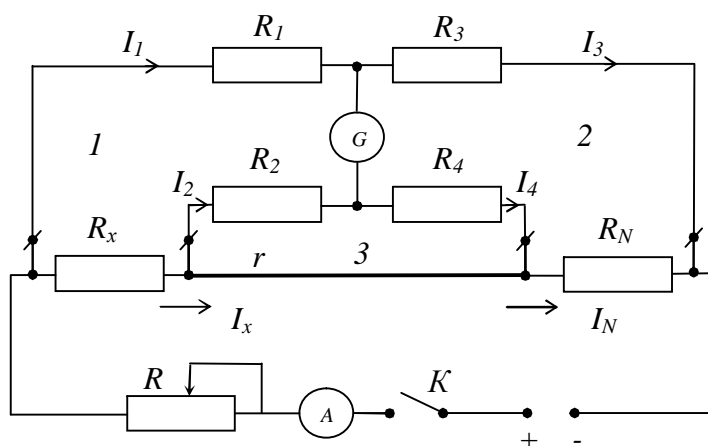
bo'yicha aniqlanadi:

$$R_x = R_2 \frac{R_3}{R_4}, \quad (4)$$

bu yerda R_2 – solishtirishi yelka qarshiligi hisoblanadi.

Yakka o'zgarmas tok ko'priklari qarshiliklarni o'lchashda ancha qulay asbob hisoblanadi va ko'priknining o'lchash aniqligi asosan uchta qarshiliklarni tayyorlashdagi aniqlikka bog'liq. Yakka o'zgarmas tok ko'priknining aniqligiga tutashtiruvchi simlarning qarshiligi ta'sir etadi. Shu sababli, yakka o'zgarmas tok ko'priklari 10Ω dan katta qarshiliklarni o'lchash uchun qo'llaniladi.

O'zgarmas tok zanjirlarida 1Ω dan kichik bo'lgan qarshiliklarni o'lchashda qo'shaloq ko'priklar ishlatiladi. (15.2 - rasm).



15.2 - rasm.

Qo'shaloq ko'priklarda R_x va R_N lar ketma – ket ulanib, ulardan I toki o'tkaziladi. Kirxgoffning II qonuniga (15.2 – rasmdagi 1,2,3 konturlar uchun) asosan quyidagi tenglamalarni yozamiz:

$$\begin{aligned} I_x R_x + I_2 R_2 &= I_1 R_1 \\ I_N R_N + I_4 R_4 &= I_3 R_3 \\ I_2 R_2 + I_4 R_4 &= (I_x - I_2) r \end{aligned} \quad (5)$$

Agar $I_1 = I_3$, $I_x = I_N$ va $I_2 = I_4$ tengliklarni hisobga olib, yuqoridagi tenglamalarni birgalikda yechib, R_x ni topamiz:

$$R_x = R_N \frac{R_1}{R_3} + \frac{r R_4}{R_2 + R_4 + r} \left(\frac{R_1}{R_3} - \frac{R_2}{R_4} \right) \quad (6)$$

Agar $R_1/R_3 = R_2/R_4$ sharti bajarilsa, (6) ifodaning o'ng tomonidagi ikkinchi qo'shiluvchi nolga teng bo'ladi va ifoda ancha soddalashadi. U holda qo'shaloq ko'priknining muvozanat holati quyidagicha yoziladi:

$$R_x = R_N \frac{R_1}{R_3} \quad (7)$$

Qo'shaloq ko'priklarda tutashtiruvchi simlarning qarshiligi o'lchash aniqligiga juda kam ta'sir etadi, chunki ularning qiymati tahminan $0,01 \Omega$ ni

tashkil qiladi va u R_1, R_2, R_3, R_4 qarshiliklarga nisbatan juda kichik. R_1, R_2, R_3, R_4 qarshiliklari esa 10Ω dan kichik bo'lmaydi.

Odatda qo'shaloq ko'priklar 10Ω dan $10^{-6} - 10^{-8} \Omega$ gacha bo'lgan qarshiliklarni o'lchash uchun ishlatiladi, sezgirligi esa nol – ko'rsatkichning sezgirligiga, ko'priklar zanjirining parametrlariga va ish tokining qiymatiga bog'liq.

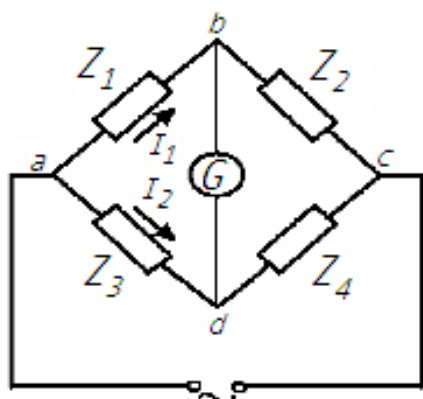
O'zgaruvchan tok ko'priklarining asosiy xarakteristikalaridan biri ularning sezgirligi hisoblanadi. Amalda ko'priklarning sezgirligini baholash uchun nisbiy sezgirlik ifodasidan foydalaniladi:

$$S = \frac{\Delta\alpha}{\frac{\Delta R_1}{R_1} \cdot 100\%} \left[\frac{\text{bo'l}}{\%} \right],$$

bu yerda $\Delta\alpha$ – nol - ko'rsatkichning og'ish burchagi (burchaklarda), $\Delta R_1/R_1$ – yelka qarshiligining nisbiy o'zgarishi.

3. O'zgaruvchan tok ko'priklari.

O'zgaruvchan tok ko'priklari to'rtta Z_1, Z_2, Z_3 va Z_4 to'la kompleks qarshiliklaridan iborat bo'lib, b - g diagonaliga Z_a qarshilikka ega bo'lgan indikator a – v diagonaliga esa o'zgaruvchan kuchlanish manbai ulanadi. (15.3 - rasm).



Kuchlanish manbai sifatida tovush chastotali generator, indikator sifatida esa lampali vol'tmetr yoki nol indikator qo'llaniladi. Indikator doagonalidagi tok Kirxgoff qonuniga asosan quyidagi ifoda bo'yicha hisoblanadi:

$$I_u = U \frac{Z_1 Z_4 - Z_2 Z_3}{Z_u(Z_1 + Z_2)(Z_3 + Z_4) + Z_1 Z_2(Z_3 + Z_4) + Z_3 Z_4(Z_1 + Z_2)}$$

15.3 – rasm.

Ko'priklar yelka qarshiliklarini o'zgartirib, indikatoridagi tok va kuchlanishni nolga tenglash mumkin, yoki bu degan so'z ko'priklar muvozanat holatiga keltiriladi.

Yuqoridagi ifodalarga asosan ko'priklar muvozanat sharti quyidagicha ifodalanadi:

$$Z_1 Z_4 = Z_2 Z_3$$

Agar ko'priklar yelka qarshiliklarini ko'rsatkich formada ochib yozsak (kompleks to'la qarshiliklarni ularning modullari va argumentlarini alohida tenglasak) u holda o'zgaruvchan tok ko'priklarining muvozanat shartini quyidagi ikki tenglik bilan almashtirish mumkin:

$$\begin{cases} Z_1 Z_4 = Z_2 Z_3 \\ \varphi_1 + \varphi_4 = \varphi_2 + \varphi_3 \end{cases}$$

Demak, o'zgaruvchan tok ko'prigini muvozanat holatiga keltirish uchun yuqoridagi tenglamalar bilan ifodalangan ikkita shart bajarilishi, ya'ni ko'prikn muvozanatga keltirish uchun sxemaning eng kamida ikkita parametrini rostlash zarur.

O'zgaruvchan tok ko'priklarida ikkita yelka qarshiligi sof aktiv qarshilikdan (masalan R_1 va R_4) iborat bo'lsa u holda $\varphi_1 = \varphi_4 = 0$ bo'ladi va bu holat shuni bildiradiki, ko'prik muvozanatda bo'lishi uchun uning qolgan ikki yelkasi har xil xarakterdagi reaktiv elementlardan iborat bo'lishi kerak.

O'zgaruvchan tok ko'priklari yordamida induktivlik, sig'im va o'zaro induktivlik o'lchanishi mumkin.

Nazorat sinov savollari

1. Ko'priqli sxema deganda nimani tushunasiz?
2. Yakka va qo'shalok o'zgaruvchan tok ko'priklarining vazifasi nimadan iborat?
3. Yakka va qo'shaloq o'zgaruvchan tok ko'priklarining muvozanat sharti (ifodasi) ni yozib, tushuntiring?
4. Nima uchun yakka ko'prik yordamida kichkina qarshiliklarni aniq o'lchash mumkin emas?
5. Qanday qilib kichkina qarshiliklarni qo'shaloq ko'prik bilan o'lchaganda yuqori aniqlikka erishiladi?
6. Nima uchun r qarshiligi kichkina bo'lishi kerak?
7. Ko'prik sezgirligi nimaga bog'liq?
8. O'zgaruvchan tok ko'prigining muvozanat shartini yozib, tushuntiring?
9. O'zgaruvchan tok ko'priklarini muvozanat holatiga keltirish uchun qanday shartlar bajarilishi kerak?
10. O'zgaruvchan tok ko'priklarining har xil variantli sxemalaridan misol keltiring?

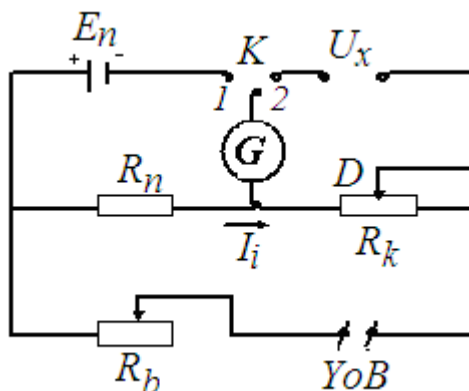
16-ma'ruza. Elektr kattaliklarini kompensatsion usulda o'lchash.

- Reja:**
1. O'zgarmas tok potentsiometrini tuzilishi va ish prinsipi.
 2. O'zgarmas tok potentsiometri yordamida tok, kuchlanish, qarshilik va h.k. larni o'lchash.
 3. O'zgaruvchan tok potentsiometri (to'g'ri – burchak kordinat tizimli) ning ish prinsipi, xususiyatlari.

Tayanch so'zlar: kompensatsion usul, ish toki zanjiri, vibratsion gal'vanometr, to'g'ri-burchak koordinatli, qutb-koordinat tizimli.

1.O'zgarmas tok potentsiometrini tuzilishi va ish prinsipi.

O'zgarmas tok potentsiometrlari yordamida noma'lum kuchlanish, EYK, tok va elektr qarshiliklarni o'lchash hamda namunaviy asboblarni ampermetr, vol'tmetr va vattmetrlarni tekshirish uchun qo'llaniladi. 16.1 -rasmda qo'l bilan muvozanatlanuvchi o'zgarmas tok potentsiometrining sxemasi keltirilgan.



16.1 – rasm.

Sxemadagi belgilar: E_n -normal element EYK i ; R_n – namunaviy qarshilik; R_k - qiymati aniq kompensatsiyalovchi qarshilik; R_b - ish tokini o'rnatishi uchun ishlatiladigan qarshilik;

YoB - yordamchi batareya; E_x - noma'lum EYK;

O'zgarmas tok potentsiometrining ish prinsipi o'lchanadigan kattalikni (U_x , E_x , I_x , R_x) aniq kuchlanish (kompensatsiyalovchi) bilan o'zaro muvozanatlashuviga asoslanadi.

Potentsiometr yordamida noma'lum EYK ni o'lchash jarayoni 2 qismdan iborat bo'ladi:

1. Har xil potentsiometr turi uchun aniq qiymatga ega bo'lgan ish toki I_u ni o'rnatish;

2. Noma'lum EYK E_x ni o'lchash;

Ish tokini o'rnatish uchun ulagich K "1" holatga qo'yiladi va R_b qarshiligini o'zgartirib galvanometr ko'rsatgichini nolga keltiriladi. Bunda $E_n = I_i R_n$ ga ish toki esa, $I_u = E_n / R_n$ teng bo'ladi.

So'ngra ulagich K "2" holatga qo'yiladi va R_k qarshilikning dastagi D ni surib U_k ni E_x ga tenglashtiriladi, yani bu holda ham galvanometr ko'rsatgichi nolga keltiriladi.

$$E_x = U_k = I_i R_k$$

O'zgarmas tok potentsiometri E_n ni yuqori aniqlik bilan o'lchaydi. Bu aniqlik normal element EYK qiymatining aniqligi va namunaviy qarshilik R_k qiymatlarining aniqligiga bog'liq. Potensiometrda ish tokini aniq o'rnatishi va uni o'lchash davomida o'zgarmas bo'lishi normal element bilan ta'minlanadi. Uning aniqlik klassi 0,005 ga teng. R_n va R_k qarshiliklar ham juda yuqori aniqlik (xatoligi 0,01 % dan oshmaydi) bilan ishlanadi. Natijada potentsiometrni o'lchash xatoligi 0,02% dan katta bo'lmaydi.

O'zgarmas tok potentsiometrlari ish toki zanjirining qarshiligiga qarab, ikki guruhga bo'linadi: kichik qarshilikli yoki past omli va katta qarshilikli yoki yuqori omli potentsiometrlar.

O'zgarmas tok potentsiometrlarining afzalliklari quyidagilardan iborat: 1. Yuqori aniqlik; 2. O'lchanayotgan kuchlanish manbasida hech qanday quvvat sarflanmaydi.

2.O'zgarmas tok potentsiometrlari yordamida kuchlanish, tok va qarshilik o'lchash.

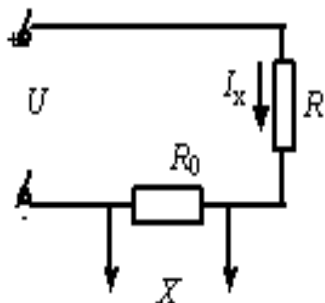
Kuchlanishni o'lchash o'zgarmas tok potentsiometrlarida E_x va U_x larni to'g'ridan to'g'ri o'lchash mumkin.

Past omli potentsiometrlar taxminan 0,1 voltgacha bo'lgan kichik EYK larni o'lchashda qo'llaniladi.

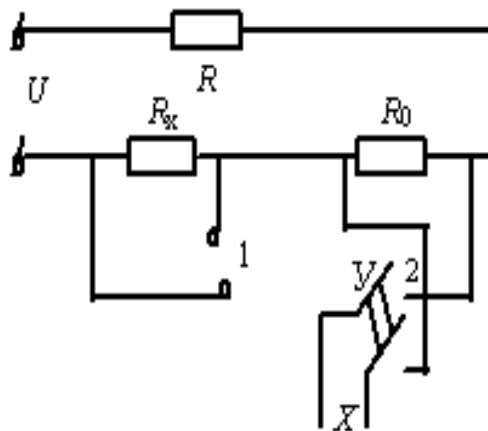
Ularning ish toki 1-10-25 mA ga teng bo'lib, ish toki zanjirining qarshiligi esa bir necha o'n omlar atrofida bo'ladi. Yuqori omli potentsiometrlarida ish toki zanjirining qarshiligi 1V ga 10000 Ω to'g'ri keladi. Ish toki 0,1 mA ga teng. Bunday potentsiometrlarning yuqori o'lchash chegarasi 1,2?2,5 V bo'ladi.

Qiymati 2 V dan katta bo'lgan kuchlanishlarni o'lchash uchun potentsiometrlarning yuqori o'lchash chegaralarini kengaytirish maqsadida kuchlanish bo'lgichlari ishlatiladi.

Tok o'lchash .Potensiometr bilan tokni quyidagi sxema yordamida o'lchanadi.(16.2)



16.2 – rasm



16.3 – rasm

Noma'lum tok I_x o'tayotgan zanjirga ma'lum namunaviy R_0 qarshilik ulanadi va potensiometr bilan bu qarshilikdagi kuchlanish pasayishi o'lchanadi. Tokning qiymati esa quyidagi ifodadan hioblash yo'li bilan topiladi.

$I_x = U_0/R_0$, bu yerda U_0 –potensiometr shkalasidan olingan qiymat, voltda; R_0 –namunaviy qarshilik qiymati.

Qarshilikni o'lchash- Noma'lum qarshilik R_x ni namunaviy qarshilik R_0 bilan ketma-ket ulanadi va ulardan I toki o'tkaziladi.(16.3)

Potensiometr yordamida R_0 va R_x qarshiliklardagi kuchlanish pasayishi U_0 va U_x lar o'lchanadi. $U_0=IR_0$ va $U_x=IR_x$ bular orqali R_x ni hisoblash uchun quyidagi ifodadan foydalaniladi:

$$R_x = R_0 \frac{U_x}{U_0}$$

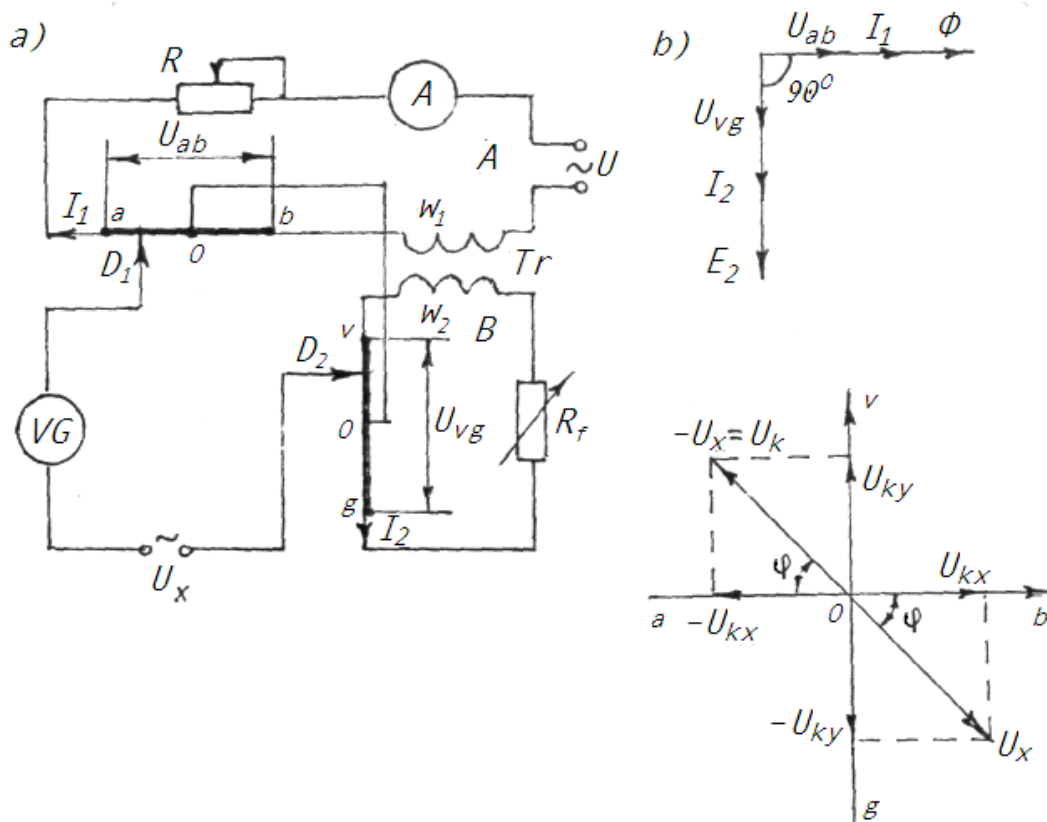
3. To'g'ri – burchak koordinat tizimli o'zgaruvchan tok potensimetri

O'zgaruvchan tok potensimetrining ish prinsipi ham xuddi o'zgarmas tok potensimetrlaridek U_x (yoki EYK. E_x) ni kompensasion (aniq) kuchlanish U_k bilan o'zaro kompensiyalanishiga asoslanib, kompensasiya momenti nol-indikator yordamida aniqlanadi.

O'zgaruvchan tok zanjirlarida ishlatiladigan potensimetrlar ikki turli bo'ladi:

a)qutb koordinatli; b)to'g'ri - burchak koordinat tizimli

16.4 – a) rasmda to'g'ri - burchak koordinat tizimli o'zgaruvchan tok potensimetrining elektr sxemasi keltirilgan.



16.4 –rasm.

Noma'lum kuchlanish (U_x) ni kompensasion kuchlanish bilan to'la muvozanatlash uchun quyidagi shartlar bajarilishi kerak:

1. U_x va U_k kuchlanishlarning modullari o'zaro teng bo'lishi;
2. U_x va U_k kuchlanishlari fazalari bo'yicha bir-biriga teskari bo'lishi (ya'ni 180°);
3. U_x va U_k kuchlanishlarning chastotalari o'zaro teng bo'lishi;
4. U_x va U_k kuchlanishlarning shakli (vaqt bo'yicha o'zgarishi) bir xil bo'lishi kerak.

O'zgaruvchan tok potentsiometrda ish toki (A zanjirida) oddiy ampermetrda o'rnatiladi, ikkinchi B zanjirda hosil bo'lgan I_2 toki unga nisbatan 90° ga farq qiladi va bu tokni quyidagicha yozishimiz mumkin :

$$I_2 = \frac{E_2}{Z_2} = \frac{\omega M}{R_2} I_1,$$

bu yerda R_2 - B zanjirining aktiv qarshiligi ($Z_2 \approx R_2$)

B zanjirning reaktiv qarshiligi aktiv qarshiligiga nisbatan juda kichik ($r_2 \gg \omega L_2$), shu sababli I_2 toki $EYK E_2$ bilan bir fazada bo'lib, I_1 tokiga nisbatan 90° ga burilgan. U_{ab} va U_{bg} kuchlanishlar ham bir – biriga nisbatan 90° ga surilgandir.

Yuqoridagi ifodaga binoan I_2 tokining qiymati chastotaga bog'liq. Chastotaning o'zgarishi natijasida " r_{bg} " qarshiligining darajalanishi buzilishi mumkin. $I_2 = \text{const}$ bo'lishi uchun B zanjirga R_f qarshiliga ulangan.

U_x kuchlanishini o'lchash uchun D_1 va D_2 dastaklarini surib, vibrasion galvanometrqa qarab kompensatsiya momenti aniqlanadi va U_k kuchlanishlarning tashkil etuvchilari U_{kx} va U_{ky} lar D_1 va D_2 dastaklarining holatlari bo'yicha kuzatilib, yozib olinadi. Noma'lum kuchlanish U_k ning qiymati va fazasi quyidagi ifodalardan hisoblab topiladi:

$$U_x = \sqrt{U_{kx}^2 + U_{ky}^2}, \quad \text{tg } \varphi = \frac{U_{ky}}{U_{kx}}$$

U_{kx} va U_{ky} lar potentsiometrning X va Y o'qi shkalasidan olinadi.

Nazorat sinov savollari

1. O'zgarmas tok potentsiometrining ish prinsipi nimaga asoslanadi?
2. Ish toki qanday o'rnatiladi? Va uni o'rnatish nimaga kerak?
3. O'zgarmas tok potentsiometrining prinsipial sxemasini chizib, tushuntiring?
4. O'zgarmas tok potentsiometrda ish tokini aniq o'rnatilishi nimaga bog'liq va u qanday ta'minlanadi?
5. O'zgarmas tok potentsiometrining qanday turlari mavjud, ularning qanday imkoniyatlari bor?
6. O'zgarmas tok potentsiometrlarining o'lchash diapazoni qanday (qanday qurilma yordamida) qilib kengaytiriladi?
7. O'zgaruvchan tok potentsiometrining ish prinsipi nimaga asoslanadi va u yordamida qanday kattaliklarni o'lchash mumkin?

8. O'zgaruvchan tok potentsiometrining qanday turlari bor?
9. To'g'ri-burchak koordinat tizimli potentsiometrining sxemasini chizing va ishlashini tushuntiring?
10. O'zgaruvchan tok potentsiometrida noma'lum kuchlanish bilan aniq kuchlanishlarni to'la muvozanatlashtirish uchun qanday shartlar bajarilishi kerak?

17 – ma’ruza. Raqamli o‘lchash asboblari.

- Reja:**
1. Raqamli o‘lchash asboblari to‘g‘risida umumiy ma’lumotlar. Raqamli o‘lchash asboblarining funksional chizmasi, turlari.
 2. Raqamli o‘lchash asboblarining asosiy qismlari.
 3. Vaqtli parametrlarni o‘lchashda ishlatiladigan raqamli asboblar.
 4. O‘zgarmas va o‘zgaruvchan tok raqamli vol’tmetrlar, ommetrlar.

Tayanch so‘zlar: analog o‘zgartkich, analog-raqamli o‘zgartkich, diskretlash, diskret signal, kvantlash, diskretlash qadami, kodlashtirish, trigger, hisoblagich, indikator, impul’slar generatori, chastota bo‘lgichi, vaqt intervali, impul’slar soni, kompensatsiyalovchi kuchlanish generatori, boshqarish bloki.

1. Raqamli o‘lchash vositalari bo‘yicha umumiy ma’lumotlar.

Raqamli o‘lchash asbobi deb, o‘lchash borasida uzluksiz o‘lchanayotgan kattalikni natijasi raqamli qayd etish qurilmasida yoki raqamlarni yozib boruvchi qurilmada diskret tarzda o‘zgartirilib, indikatsiyalanadigan asboblarga aytiladi.

Raqamli o‘lchash asboblarida tavsiya etiladigan ma’lumotni qulayligi va aniqligi sababli raqamli o‘lchash asboblari ilmiy – tekshirish laboratoriyalaridan keng o‘rin olgan.

Raqamli o‘lchash asboblari analog o‘lchash asboblariga nisbatan qator afzalliklarga ega:

- yuqori aniqlik;
- keng ish diapazoni;
- tezkorlik;
- o‘lchash natijasining qulay tarzda tavsiya etilishi;
- o‘lchash jarayonini avtomatlashtirish imkoniyatlari mavjudligi va hokazolar.

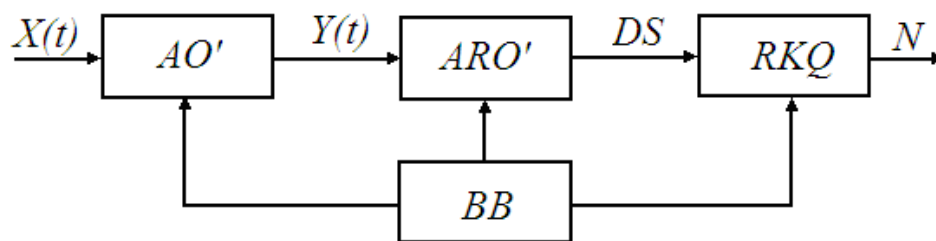
Albatta, boshqa asboblarda bo‘lganidek, raqamli asboblari ham kamchiliklardan holi emas, bunga ularning murakkabligi, tan narxini balandligi va nisbatan ishonchliligini pastligi kiradi.

Raqamli o‘lchash asboblarida vaqt bo‘yicha uzluksiz o‘zgaradigan kattalikni uzuq qiymatlariga o‘zgartirish, yoki kodlash ma’lum qoida bo‘yicha, masalan, sanoq tizimi bo‘yicha amalga oshiriladi.

Raqamli o‘lchash asboblarida o‘nlik, ikkilik va birlik sanoq tizimlari ishlatiladi va qaysi sanoq tizimini (kodlash) ishlatilishi ularni aynan qaysi hisoblash, boshqarish yoki boshqa qurilmalarda ishlatilishiga bog‘liqdir.

Raqamli o‘lchash asboblarining funksional sxemasi, turlari.

17.1 – rasmda raqamli o‘lchash asbobining funksional chizmasi ko‘rsatilgan bo‘lib, u yerda



17.1 – rasm.

AO' – analog o'zgartgich; ARO' – analog – raqamli o'zgartgich; RKQ – raqamli kuzatish qurilmasi va BB – boshqarish bloki.

Vaqt bo'yicha uzluksiz o'zgaradigan " $X(t)$ " analog signali kirishidagi analog o'zgartgich AO' da keyingi o'zgartirish uchun qulay formaga o'zgartiriladi, so'ngra analog – raqamli o'zgartgich (ARO') yordamida diskretlashtiriladi va kodlanadi va nihoyat, raqamli qayd etish qurilmasi RKQ o'lchanayotgan kattalik bo'yicha kodlangan ma'lumotni raqamli qaydnoma tarzida, operatorga qulay formada ko'rsatadi.

Raqamli o'lchash asbobining asosiy qismi ARO' hisoblanadi. Unda ma'lumot diskretlashtiriladi, so'ngra kvantlanib kodlanadi. Diskretlashtirish bu muayyan diskret (juda qisqa) vaqt oralig'ida qaydnomalarni olishdir. Odatda diskretlash qadamini (t_1-t_2) doimiy qilishga harakat qilinadi.

Kvantlash esa, $x(t)$ kattaligining uzluksiz qiymatlarini X_k diskret qiymatlarning to'plami (nabori) bilan almashtirishdir. O'lchanadigan kattalikning uzluksiz qiymatlari muayyan tartiblar asosida kvantlash darajalarining qiymatlari bilan almashtiriladi. Kodlashtirish esa, muayyan ketma- ketlikda ifodalangan sonli qiymatlarni tavsiya etishdan iborat.

Raqamli o'lchash asboblari ularning eng muhim xarakteristikalaridan biri aniqligi va tezkorligini belgilovchi o'lchanadigan kattalikning turi va o'zgarishi usuli bo'yicha klassifikatsiyalanadi. Raqamli o'lchash asboblari o'lchanadigan kattalikning turi bo'yicha quyidagi guruhlariga bo'linadi:

- vaqtli parametrlarni o'lchovchi (chastota, davr, vaqt intervali, faza siljish burchagi) asboblari;
- o'zgarish tok, kuchlanishlarni;
- o'zgaruvchan kuchlanishni;
- elektr zanjir parametrlari (R, L, C) ni;
- siljish, burilish burchagini o'lchovchi asboblari.

O'zgarish usuli bo'yicha: to'g'rigidan to'g'ri o'zgartirish va muvozanatlashtirish usuliga asoslangan raqamli asboblari.

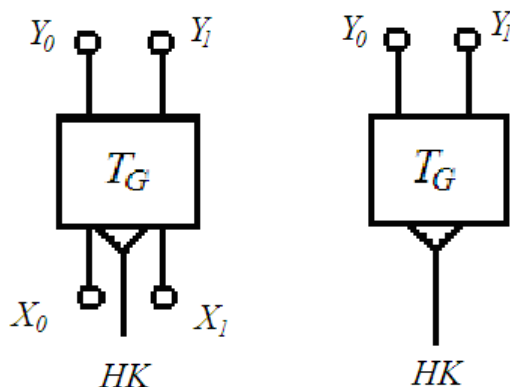
Raqamli o'lchash asboblari kompensatsiyalovchi kattalikni vaqt bo'yicha o'zgarishi xarakteriga qarab turlanadi.

Uzluksiz o'zgaruvchan kattalikni uzuq, ya'ni diskret signaliga o'zgartirish usuliga qarab; ketma – ket hisoblovchi, taqqoslovchi (solishtirish) va sanoq raqamli asboblarga bo'linadi.

2. Raqamli o'lchash asboblarining asosiy qismlari.

Raqamli o'lchash asboblarning asosiy qismlariga triggerlar, qayta hisoblovchi qurilmalar, kalit, impulslar hisoblagichi, indikatorlar, solishtiruvchi qurilma va h. k. kiradi.

Triggerlar yarim o'tkazgichli elementlardan (tranzistor, diodlardan) rezistor, kondensatorlardan, integral mikrosxemalardan ishlanadi. (17.2 - rasm)

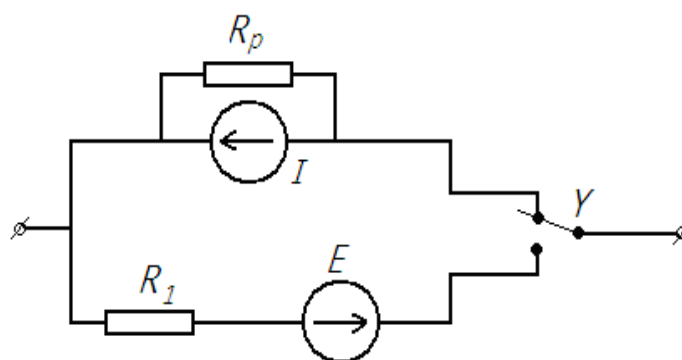


17.2 – rasm.

Trigger (T_G) – 2 turg'un muvozanat holatiga ega bo'lib, 1 – holatdan 2 – holatga tashqi signal ta'siridan sakrab o'tuvchan xususiyatiga ega. Trigger yangi holatga o'tganda, to yangi tashqi signal o'zgarmaguncha o'z holatini saqlab qoladi.

Qayta hisoblovchi qurilma – raqamli o'lchash asboblarda impuls chastotalarini bo'lish, son – impulsli kodlarni ikkilik kodlarga o'zgartirish kabi maqsadlarda ishlatiladi. Agar n – ta trigger ketma – ket qilib va qayta hisoblash koeffitsienti 2 ga teng qilib ulansa, hisoblovchi qurilma sifatida ishlatiladi ($N = 2^n$).

Elektron kalit. Tranzistorli elektron kaliti. (17.3 – rasm) ni ekvivalent sxemasi.

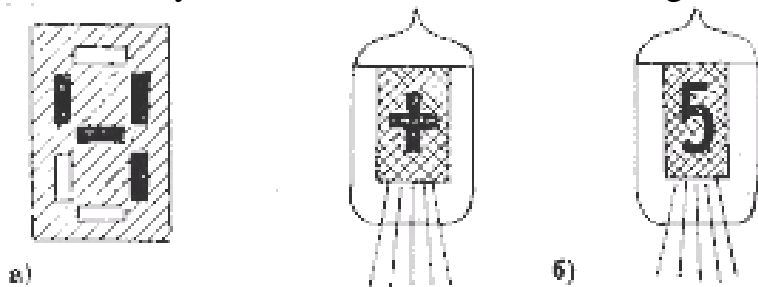


17.3 - rasm.

Kalit bir necha o'n Omlardagi R_1 qarshiligidan, bir necha yuz millivoltlardagi kuchlanish generatoridan (E), I – mikroamperlardagi tok generatoridan, R_p – bir necha yuz megaomdagi qarshilikli qilib ishlangan. Ulagich past holatga ulansa, kalit yopiq va yuqori holatga ulansa, u ochiq holatda bo'ladi.

Indikatorlar. Raqamli o'lchash asboblarda o'lchanayotgan kattalikni raqam shaklida ko'rsatilishi uchun maxsus belgisi, segmentli va gazorazryadli indikatorlar ishlatiladi.

Segmentli indikatorlarda $0, 1, 2, \dots, 9$ raqamlarni hosil bo'lishi uchun boshqaruvchi kuchlanish berilganda yoritiladigan $7, 8, 9$ va undan ko'p sonli elementlar elektroluminafor tasmalaridan, svetodioldlardan, suyuq kristallardan ishlanadi. 17.4.a – rasmda yetti elementli indikator ko'rsatilgan.

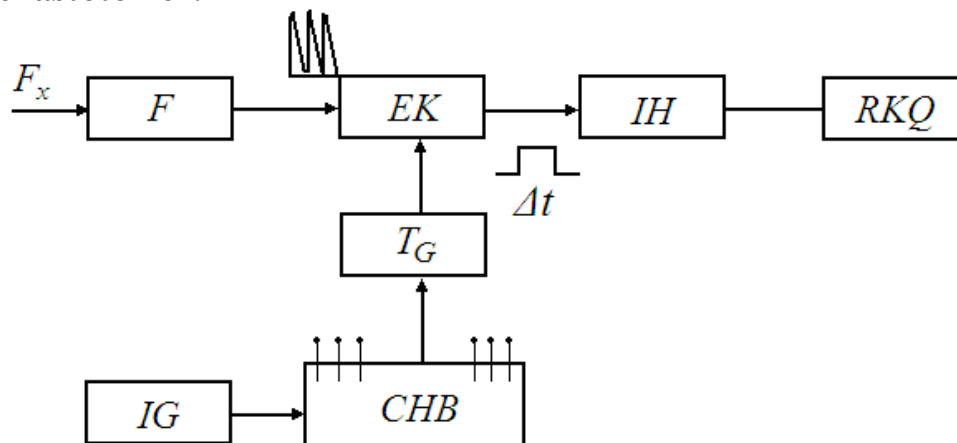


17.4 – rasm.

17.4 – rasmda gazorazryad lampali indikator ko'rsatilgan. Lampa anodi, odatda, to'r shaklida, katodi esa ketma – ket joylashgan 0 dan 9 gacha raqam shaklida va $+, -, V, A,$ va h.k. belgilarni hosil qiluvchi yupqa o'tkazgich (sim)dan ishlanadi. Lampa balloni neon bilan to'ldirilgan bo'lib, kuchlanish berilganda, katod atrofi yoritilib, indikatorda yorqin biron belgi, yorqin raqam hosil bo'ladi.

3. Vaqtli parametrlarni o'lchashda ishlatiladigan raqamli asboblari.

Raqamli chastotomer.



17.5-rasm.

F - noma'lum kuchlanishni bir qutbli impulsarga o'zgartiruvchi (shakllanuvchi) qurilma; EK - elektron kaliti; IH - impuls hisoblagichi; TG - trigger; IG - impuls generatori; RKQ - raqamli qayd qiluvchi qurilma; CHB - chastota bo'lgichi.

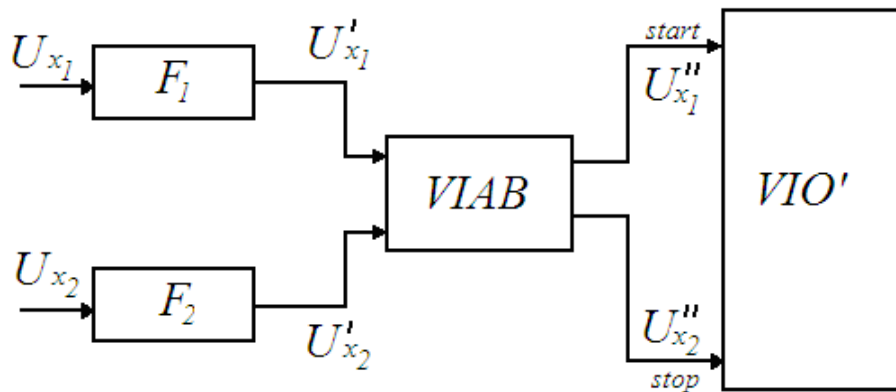
F - qurilmaga noma'lum chastotali kuchlanish beriladi va uning chiqishida olinadigan signal kalit orqali hisoblagichga o'tadi. Kalitni holati TG ga beriladigan impuls orqali boshqariladi. Bu impuls davomiyligi esa chastota bo'lgichi orqali belgilanadi va shu Δt vaqt oralig'ida (ichida), ya'ni kalit ochiq holatida

hisoblagichga o'tgan impulslar soni N bo'yicha noma'lum chastota quyidagicha aniqlanadi

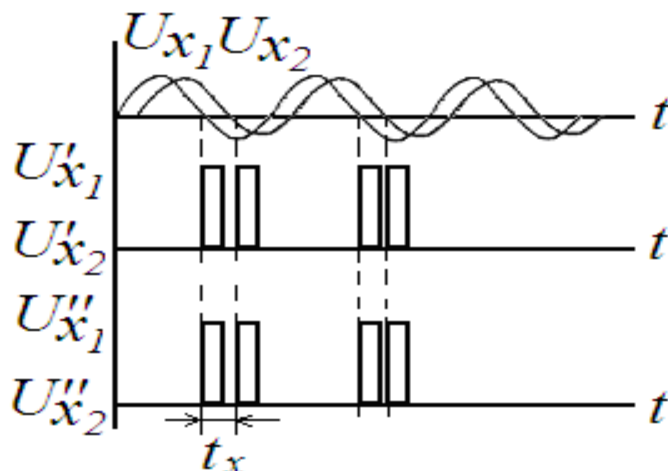
$$f_x = N/t$$

Raqamli chastotomerni yaxshi tomoni shundaki, avvalo asbobni ko'rsatishi f_2 ga proporsional va bunday asbob yordamida chastota (10MHz gacha diapazonda); $0,1\text{Hz} - 1\text{MHz}$ diapazonda davr va 10mks dan to 10s gacha bo'lgan vaqt intervalini o'lchash mumkin.

Raqamli fazometr.



a)



b)

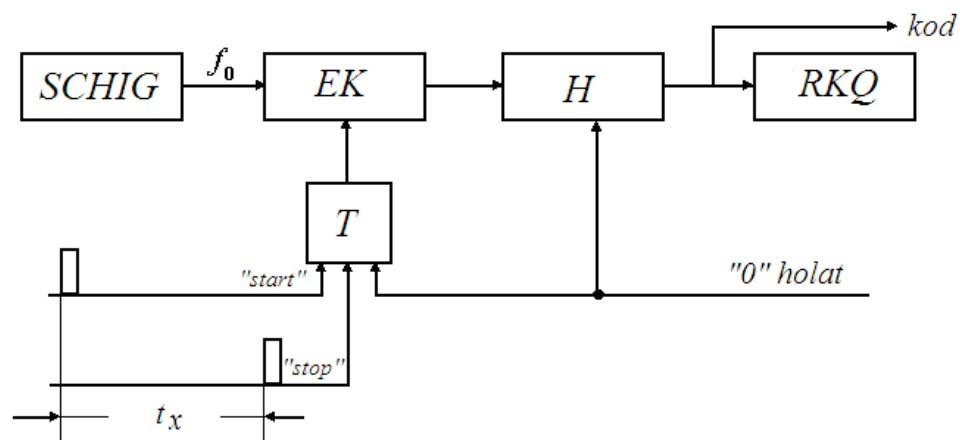
17.6-rasm.

U_{x1} va U_{x2} kuchlanishlari orasidagi faza farqi vaqt intervali t_x ga o'zgartiriladi. F_1 va F_2 lar yordamida U_{x1} va U_{x2} lar noldan o'tgan momentida "start" va "stop" impulslarini ishlab beradi, hamda VIAB (vaqt intervalini ajratuvchi qurilma(bloki) impulslar seriyasidan faqat ikkita impuls ajratadi. Mana shu impulslar orasidagi vaqt intervali o'lchanadi va asbobning ko'rsatishi quyidagicha ifodalanadi

$$N = t_x / T_0 = t_x f_0 = \varphi_x (T_x / 2\pi) * f_0 = \varphi_x (1/2\pi) * (f_0 / f_0),$$

bu yerda $T_x = 1/f_0$ - U_{x1} va U_{x2} kuchlanishlarning davri

Vaqt intervalini o'lchovchi raqamli asbob.



17.7-rasm.

SCHIG - stabil chastotali impulslar generatori,

EK - elektron kalit

TG - trigger

H - hisoblagich.

*17.7-rasm*da ko'rsatilgan asbob ketma-ket hisob metodiga asoslangan siklik rejimda ishlaydigan vaqt intervalini o'lchovchi asbobdir.

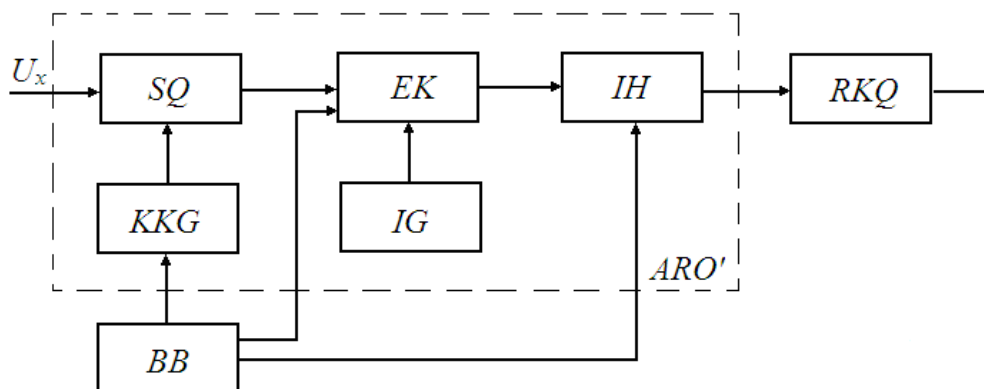
Sxemani ishga tushirish triggerni, hisoblagichni "0" xolatga qo'yishdan boshlanadi. Trigger "start" impulsi berilganda kalit (*EK*) ochiladi, shu momentdan stabil chastotali impuls generatoridan f_0 - chastotali impulslar hisoblagich (*H*) ga o'ta boshlaydi. "Stop" impulsi berilishi bilan trigger boshlang'ich holatiga qaytadi va kalit uziladi, ya'ni yoniq xolatiga keladi va hisoblagichga impuls o'tishi to'xtaydi.

Kalit ochiq bo'lgan holatida undan o'tgan impuls soni $N = t_x / T_0$ ($T_0 = 1/f_0$), yoki $t_x = N/f_0$ ga teng.

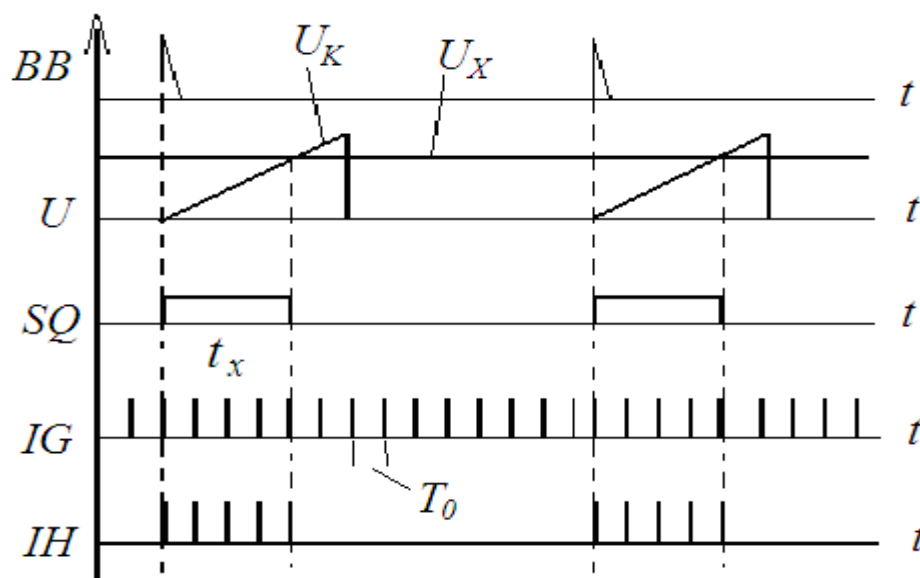
Albatta, bu asbobning o'ziga xos afzallik tomonlari ham bor va kamchiliklardan ham xoli emas. Kamchiligi shundan iboratki, kvantlash xatoligi T_0 va t_x larga bo'lib, T_0 / t_x qanchalik kichik bo'lsa, xatolik ham shunchalik kam bo'ladi. Bundan xatolik f_0 ga bog'liq: "start", "stop" impulslarini aniq berilmasligidan kelib chiqadigan xatolikdir.

4. Raqamli vaqt-impulsi vol'tmetrlar.

a)



b)



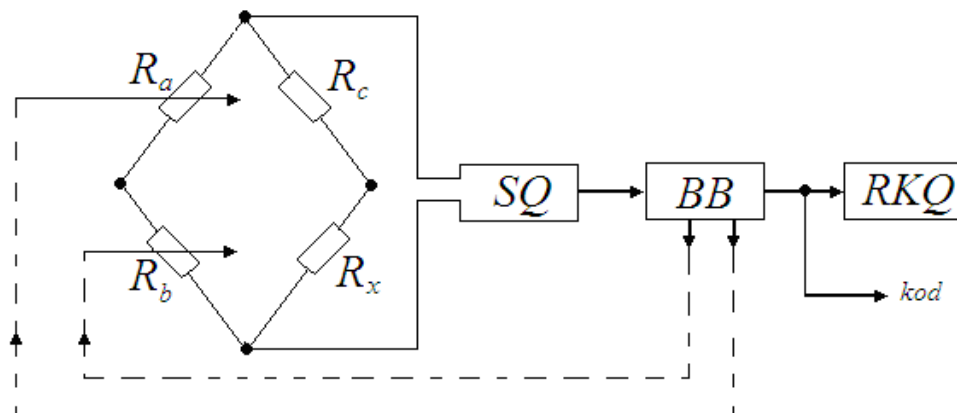
17.8-rasm.

O'lchanadigan kuchlanish solishtiruvchi qurilmaning bir uchiga beriladi (17.8-rasm). Sxemaning ishlashi boshqaruvchi blok (*BB*) orqali boshqariladi, ya'ni o'lchash siklining boshlang'ich t_0 momentida u kompensatsion kuchlanish generatorini ishga tushiradi, xuddi shu momentda elektron kalit (*EK*) ochiladi. Kompensatsiyalovchi kuchlanish generatori (*KKG*)dan chiziqli o'zgaruvchan kuchlanish solishtiruvchi qurilmaning ikkinchi uchiga beriladi. Qachonki, chiziqli o'zgaruvchan kuchlanish U_K o'lchanadigan kuchlanish U_X ga tenglashsa kalit uziladi va hisoblagichga impulslar generatori orqali (aniq T_0 chastotali) impulslar o'tishi to'xtaydi. Kalit ochiq vaqt mobaynida, ya'ni t_x vaqt ichida (17.8.b-rasm) hisoblagichdan olingan impulslar soni bo'yicha noma'lum (o'lchanadigan) kuchlanish quyidagicha aniqlanadi:

$$U_X = kt_x = kNT_0,$$

bu yerda k -chiziqli o'zgaruvchan kuchlanishning o'zgarishini xarakterlovchi koeffitsient; T_0 – impulslar generatori (*IG*) ishlab beruvchi impulslar.

Raqamli ommetr.



17.9-rasm.

17.9 – rasmda ko’priqli sxema bo’yicha ishlangan raqamli ommetr ko’rsatilgan. Ommetrda boshqarish bloki (**BB**) yordamida solishtirish qurilmasidan olinadigan signal R_a , R_b qarshiligi orqali ko’priqli muvozanat xolatiga keltiriladi va kodga o’zgartiriladi. Bundan tashqari **BB** ko’priqli o’lchash chegarasini R_b - qarshiligi orqali avtomatik tarzda boshqaradi.

Ko’priqli ommetrning xatoligi rezistorlarning qarshiligiga, solishtirish qurilmasining sezgirligiga va diskretlash momentiga bog’liq. Ko’priqli sxema bo’yicha ishlangan ommetrlarning aniqligi $0,01\%$ ga teng bo’lib, yo’l qo’yilishi mumkin bo’lgan asosiy xatolik $\pm[0,02 ? 0,05((R_K/R_X - 1)]$ dan to $\pm[0,5 ? 0,1(R_K/R_X - 1)]$ gacha bo’lib, ulash vaqti ishni tashkil etadi.

Nazorat sinov savollari

1. Raqamli deb qanday o’lchash asbobiga aytiladi?
4. Raqamli o’lchash asboblari qaysi jihatlari bo’yicha klassifikatsiyalanadi?
5. Analog-raqamli o’zgartkichining vazifasi nimadan iborat?
6. Raqamli o’lchash asbobining umumlashgan struktura sxemasini chizing va har bir blokining funksiyasini tushuntiring?
7. Raqamli o’lchash asboblari qanday asosiy qismlardan tashkil topadi?
8. Raqamli asboblarda yordamida qanday kattaliklarni o’lchash mumkin?
9. Raqamli vaqt-impul’sli vol’tmetrni sxemasini chizib, ishlashini (vaqtli diagrammasi bilan) tushuntiring?
10. Vaqtli parametrlarni o’lchashda ishlatiladigan qanday raqamli asboblarni bilasiz?
11. Vaqt intervalini o’lchashda ishlatiladigan asbobning tuzilishini, ishlashini tushuntiring?
12. Raqamli chastotomer, sxematik tuzilishi va u yordamida chastota qanday o’lchanadi?
13. Raqamli o’lchash asboblari qanday afzalliklarga ega?

18 – ma’ruza: Elektron ossillograflari

Reja: 1. Elektron ossillografi to’g’risida umumiy ma’lumotlar. Elektron nurli trubka (tuzilishi ishlashi).

1. Elektron ossillografining blok sxemasini ishlashi.
2. Elektron ossillografi ekranida har xil yoymalar hosil qilish usullari va ular yordamida vaqtli parametrlarni, kuchlanish va h.k. larni o’lchash.

Tayanch so’zlar: elektron to’pi, og’diruvchi sistema, elektron nuri, yoyma generatori, elektrostatik fokuslash, boshqaruvchi elektrod, sinxronlash bloki, chiziqli o’zgaruvchan kuchlanish, zaryad kuchlanishi, zaryadlanish vaqti, elektron nurining to’g’ri yo’li.

1. Elektron ossillografi to’g’risida umumiy ma’lumotlar.

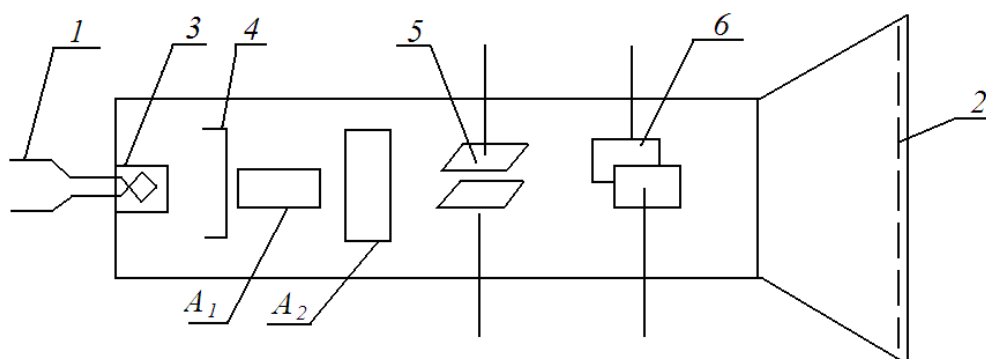
Elektron ossillograflari elektr signallarining (kuchlanish, tok) amplituda va oniy qiymatlarini o’lchashda, vaqtli parametrlarini, garmonik signallarni chastotasini (aylanma yoyma, chiziqli yoyma usuli, Lissaju figurali usuli yordamida); to’la qarshilikni va uning tashkil etuvchilarini o’lchashda; to’rt qutbliliklarni amplituda – chastotali, fazo – chastotali xarakteriskalarini; tranzistorlarni, diodlarning integral mikrosxemalarni, magniy materiallarning xarakteristikalarini o’rganish, kuzatish uchun qo’llaniladi.

Elektron ossillografni universal, stroboskop, maxsus va h.k. turlari mavjud. Universal ossillograflar asosan garmonik va impulsli signallarni kuzatish, qayd qilish uchun xizmat qiladi. Ular yordamida xattoki chastotasi 10^3 MHz gacha bo’lgan jarayonlarni tekshirish, kuzatishi mumkin.

Elektron ossillograflar bir – qancha qisimalardan iborat: elektron – nurli trubka, vertikal va gorizontal og’ish kuchaytirgichlari, arrasimon kuchlanish generatori va manba bloki.

Elektron nurli trubka.

Elektron nurli trubka ossillografning asosiy o’lchash mexanizmi bo’lib xizmat qiladi. Hozirgi vaqtda asosan, qizdirilgan katodli va elektrostatik fokuslash va boshqariladigan elektron nur trubka qo’llaniladi.



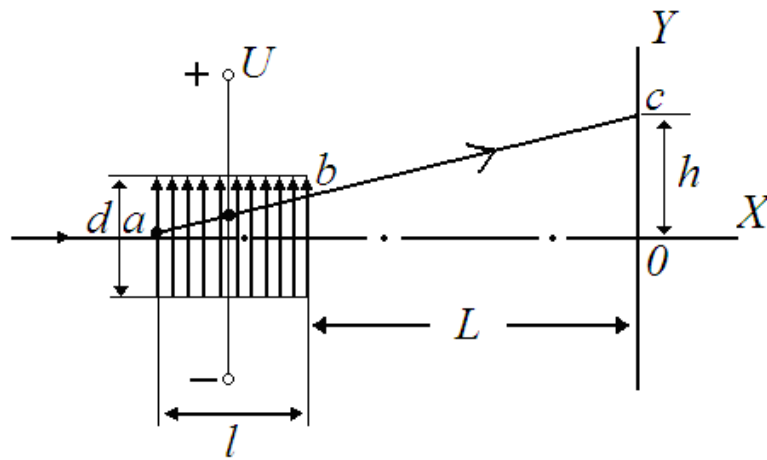
18.1 – rasm.

Elektron nur trubkaning tor uchiga elektron to'pi va og'diruvchi sistema o'rnatiladi.

Elektron to'pi tez uchuvchi elektronlar oqimi hosil qiluvchi va uni ingichka nurga aylantiruvchi qurilmadir, u elektron chiqaruvchi katod (3) dan, boshqaruvchi elektrod (4) dan, va elektronlar nurini ekranga fokuslovchi ikkita A_1 hamda A_2 anoddan iborat.

Og'diruvchi sistema ikki juft: vertikal og'diruvchi (5) va gorizontal og'diruvchi (6) plastinkalardan iborat. Agar qizdirgich tolasi (1) dan elektr toki o'tkazilsa, u cho'g'lanadi va katodni qizdiradi. Termoelektron emissiya hodisasi natijasida katod elektronlar chiqaradi. Agar boshqaruvchi elektrod (4) ga anod potensialiga nisbatan manfiy potensial berilsa, A_1 va A_2 anodlarning potensialini esa unga nisbatan musbat qilinsa, u holda elektronlar boshqaruvchi elektrodning sirtidan uning o'qiga tomon itariladi va teshik orqali musbat potensialli anodga intiladi. Birinchi anodning potensialini rostlab nur dastani fokuslash, ekranda kichik (diametri $0,2 ? 0,5 \text{ mm}$ li) nurlanuvchi nuqtaning paydo bo'lishiga erishish mumkin. Agar vertikal og'diruvchi plastinkalarga kuchlanish berilgan bo'lsa, ular orasida elektr maydoni hosil bo'lib, o'zi orqali o'tayotgan elektronlarga ta'sir qiladi. Bu kuchlar ta'siri ostida elektronlar dastlabki yo'nalishlarini o'zgartiradi va ekranning markaziga tushmaydi. (18.2 - rasm). Natijada, yarqiroq (yorqin dog') plastinkalarga berilgan kuchlanishning yo'nalishiga qarab, yo pastga yo yuqoriga ko'chadi.

Gorizontal og'diruvchi plastinkalarga ta'siri ham huddi shunday, faqat ularni nurni gorizontal bo'ylab og'diradi.



18.2 – rasm.

Elektron - nur trubkaning kuchlanishga nisbatan sezgirligi quyidagicha ifodalanadi:

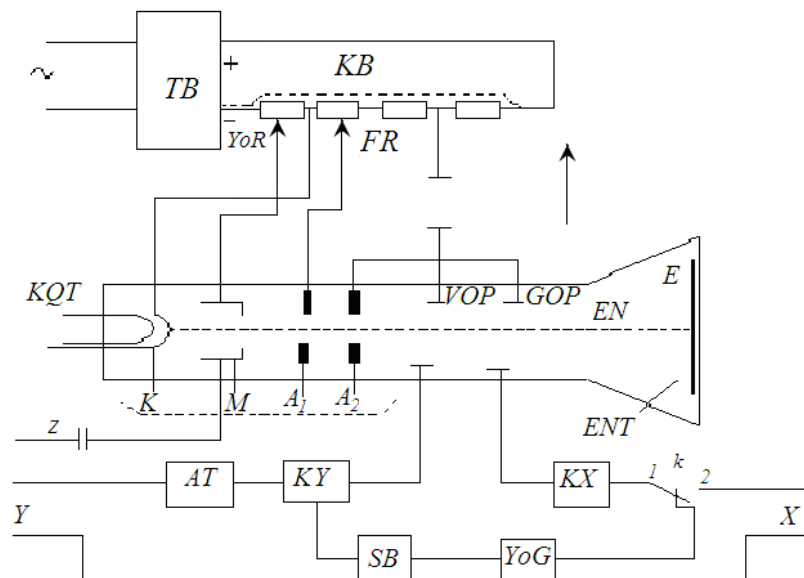
$$S_U = \frac{h}{U} = \frac{1}{2U_a} \cdot \frac{l}{a} L,$$

bu yerda U_a – anodga qo'yilgan kuchlanish.

Elektron – nur trubkaning sezgirligi $0,1 ? 1 \text{ mm/V}$ ni tashkil etadi.

2. Elektron ossillografining blok sxemasi va ishlashi.

18.3 – rasmda elektron ossillografining blok sxemasi berilgan.



18.3 – rasm.

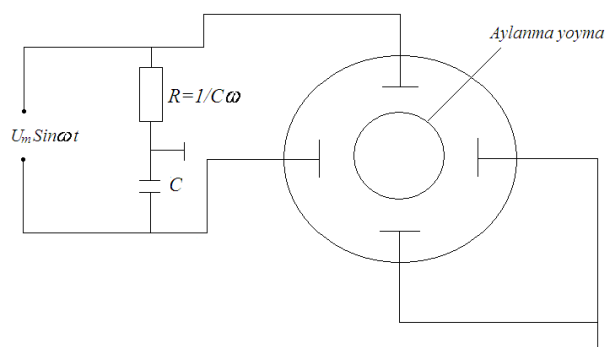
Sxemadagi belgilar:

ENT – elektron – nur trubka; ET – elektron to'pi; EN – elektron nur; E – ekran; K – katod; KQT – katod qizdirgichning tolasi; M – modulyator; A_1 va A_2 – anodlar; GOP – gorizantal og'dirish plastinkasi; VOP – vertikal og'dirish

plastinkasi; **TB** – ta’minlash bloki; **KB** – kuchlanish bo’lgich; **YoR** – yorqinlik regulyatori; **FR** – fokuslash regulyatori; **AT** – attenyuator; **YoG** – yoyma generatori; **SB** – sinxronlashtirish bloki; **KY, KX** – kuchaytirgichlar.

3. Elektron ossillografi ekranida har xil yoymalar hosil qilish usullari va ular yordamida vaqtli parametrlarni, kuchlanish va h.k. larni o’lchash

Aylanma yoyma usuli va u yordamida chastota o’lchash. Elektron ossillograflarni tekshirayotganda ularda **aylanma yoyma** hosil qilish katta ahamiyatga ega. Bunun uchun vertikal va gorizontal og’diruvchi plastinkalarga bir xil, lekin faza jihatidan 90^0 ga farq qiladigan kuchlanish beriladi. (18.4 - rasm)



18.4 - rasm

Bu xolda ekranda hosil bo’lgan dog’ning X va Y o’qlari bo’yicha surilishi quyidagi parametrik tenglama orqali ifodalaniladi:

$$X = S_x U_{mx} \sin \omega t$$

$$Y = S_y U_{my} \cos \omega t,$$

bu yerda S va U_m lar X va Y o’qlari bo’yicha kuchlanishlarning amplituda qiymatlari va sezgirligi bo’lib, ularni shunday tanlash kerakki,

$$S_x U_{mx} = S_y U_{my}$$

sharti bajarilsin. Bu holda yuqoridagi ikki parametrik tenglamani kvadratga ko’tarib qo’shsak va $\sin^2 \omega t + \cos^2 \omega t = 1$ ni hisobga olsak, A radiusli aylana tenglamasi hosil bo’ladi.

$$X^2 + Y^2 = A^2$$

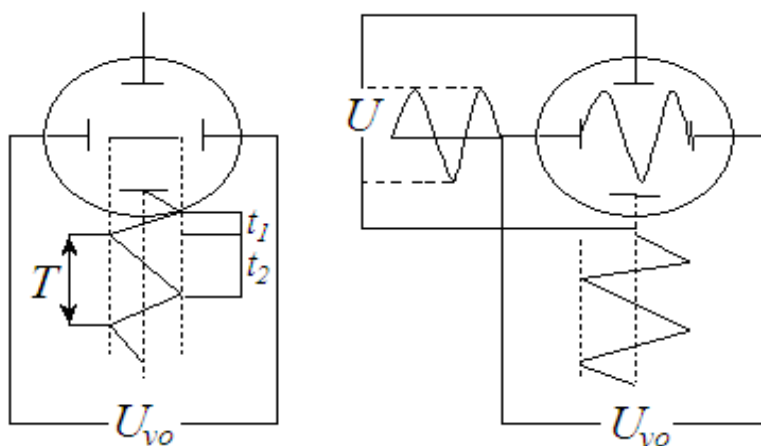
Aylanma yoyma usuli bilan chastota topilyotganda noma’lum chastotali kuchlanish (signallar geniratoridan) ossillografning setkasiga (boshqaruvchi elektrodiga) beriladi (18.8 rasm) va noma’lim chastota quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$f_x = n f_o,$$

bu yrda f_o -aylanma yoyma kuchlanishning chastotasi (50Hz), n -hosil bo’lgan aylanadagi yorqin yoylar soni.

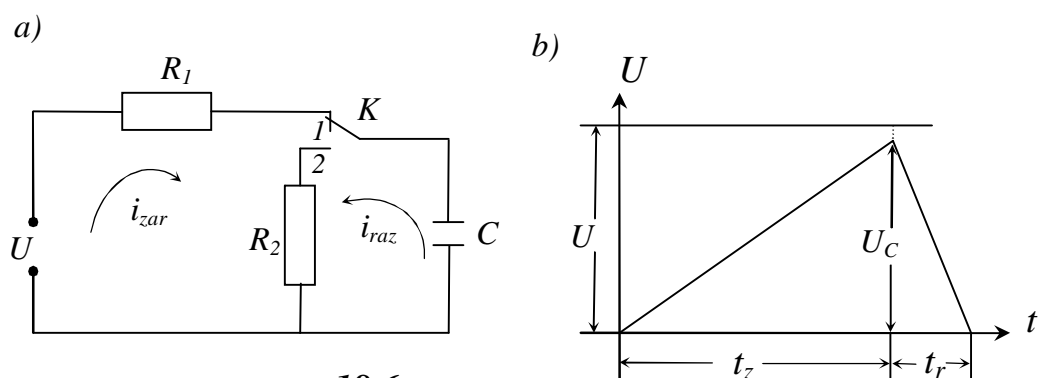
Chiziqli yoyma usulida davr va faza farqini o’lchash. Bizni qiziqtiradigan kattalikning vaqt bo’yicha o’zgarish egri chizig’ini olish uchun, odatda gorizontal og’diruvchi plastinkalarga chiziqli o’zgaruvchan kuchlanish U_{yoyma} qo’yiladi, vertikal og’diruvchi plastinkalarga esa noma’lum kuchlanish beriladi. Bunda

ekranda to'g'ri burchakli koordinatalarda noma'lum kuchlanishning o'zgarish egri chizig'i hosil bo'ladi. (18.6 rasm)



18.5-rasm

Chiziqli o'zgarishni ta'minlash uchun yoyuvchi kuchlanish U_{yoyma} arrasimon shaklda bo'lishi kerak. Bunday kuchlanish yoyma generator deb ataladigan generatorda hosil qilinadi (18.6 - rasm)



18.6 - rasm

Yoyma generatoridagi arrasimon o'zgaruvchan kuchlanishni ishlab beruvchi qurilmasini ishlashi kondensatorning zaryadlanishi va razrayadlanishiga asoslanadi (18.6 b rasm). U - manba kuchlanishi; k -kalit. Agar kalit 1-holatga ulansa, kondensator - C R_1 - qarshili orqali zaryadlanib, zaryad kuchlanishi eksponensial qonun bo'yicha ko'payadi $U_{yoyma} \rightarrow U$ yoki $U_{cz} = (1 - e^{-t/\tau})$, bu yerda $\tau_{zar} = R_1 C$ - kondensatorning zaryadlanish vaqti doimiyligi.

Agar elektron nurining to'g'ri yo'lini oxirida kalit 2-holatga ulansa, kondensator R_2 orqali zaryadsizlanadi va kondensatorni zaryadsizlanish kuchlanishi (yoki elektron nurini teskari yo'nalishda surilishi) quyidagicha ifodalanadi.

$$U_{o'r} = U e^{\overset{\text{teskari}}{\tau_{zar}}}, \tau_{raz} = R_2 C \text{ va } t_{to'g'ri} \gg t_{teskari}$$

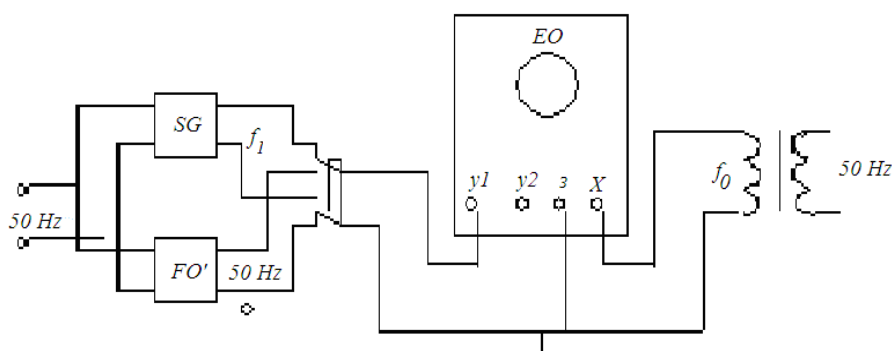
Noma'lum kuchlanish egri chizig'i ekranda qo'zg'almay turishi uchun, noma'lum kuchlanish chastotasi arrasimon chastotasini maxsus sinxronlash qurilmasi yordamida sinxronlashtiriladi.

Agar vertikal og'diruvchi plastinkaga kuchlanish berilmasa, arrasimon kuchlanishning ta'siridan nurlanuvchi dog' ekranda gorizontaal chiziq bo'yicha t_z vaqt oralig'ida chapdan o'nga suriladi va juda qisqa t_r vaqt oralig'ida dog' avvalgi holatiga (o'ngdan chapga) qaytadi. Agar vertikal plastinkalarga sinusoidal kuchlanish berilsa, ekranda bu kuchlanishning yoyilishi hosil bo'ladi.

Ikki kuchlanish orasidagi faza farqi quyidagi ifoda bo'yicha aniqlanadi. (18.9 - rasm)

$$\varphi = \frac{\Delta t}{T} 360^\circ, \text{ bu yerda } \Delta t \text{ va } T \text{ lar 18.9 - rasmdagi grafikdan olinadi.}$$

Lissaju shakllari usuli. Agar ikkala og'diruvchi plastinkalarga sinusoidal bo'yicha o'zgaruvchan kuchlanish U_y va U_x lar berilgan bo'lsa, u holda bu kuchlanishlarning amplitudasiga, fazasiga va chastotasiga qarab elektron nur ekranda Lissaju shakllarini yozadi (18.10 - rasm). Bunda, masalan, gorizontaal og'diruvchi plastinkaga ma'lum chastotali sinusoidal kuchlanish, vertikal og'diruvchi plastinkaga esa noma'lum tekshirilayotgan kuchlanish berib, hosil bo'lgan Lissaju shakllari bo'yicha noma'lum kuchlanishning fazasi, chastotasi to'g'risida fikr yuritish mumkin. (18.7 rasm)



18.7 - rasm

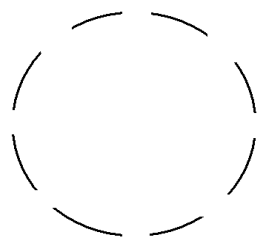
Lissaju shakllari usuli bilan chastota topilayotganda ossillograf ekranida qo'zg'almas shakl hosil qilish kerak va noma'lum kuchlanish chastotasi quyidagi formuladan topiladi.

$$f_x = f_0 \frac{n_x}{n_y},$$

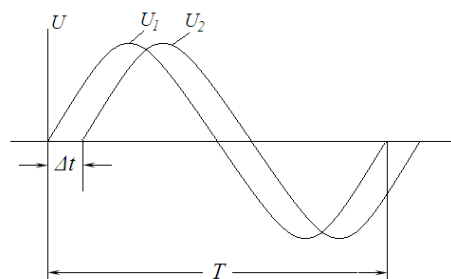
bu yerda f_0 - aniq chastota (50Hz); n_x va n_y - hosil qilingan shakl (figura)ning X va Y o'qlari bo'yicha kesishgan nuqtalar soni (18.10 - rasm).

Ikki kuchlanish orasidagi fazalar farqini ellips usuli bilan topish mumkin va bunda quyidagi formuladan foydalaniladi. (18.11 rasm)

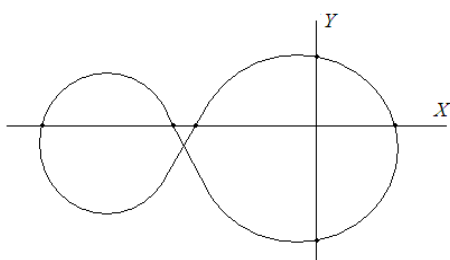
$\sin \psi = \frac{x_0}{A}$ yoki $\sin \psi = \frac{y_0}{B}$ x_0, y_0, A, B lar ellips bo'yicha (18.11 - rasm) topiladi.



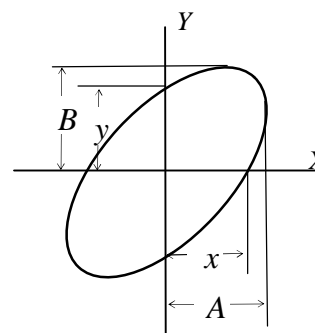
18.8 – rasm.



18.9 – rasm.



18.10 – rasm.



18.11 – rasm.

Nazorat sinov savollari

1. Elektron ossillografi nima maqsadda ishlatiladi?
2. Elektron-nurli trubkaning tuzilishi va ekranida ta'svir qanday hosil bo'lishini tushuntiring?
3. Elektron ossillografining alohida bloklarini funksiyasi, vazifani tushuntiring?
4. Asbob sifatida elektron ossillografi yordamida qanday kattaliklarni o'lchash mumkin?
5. Aylanma yoyma usulini, chiziqli yoyma usulini tushuntiring?
6. Yoyma generatorining sxemasini chizing va chiziqli o'zgaruvchan kuchlanish qanday hosil bo'lishini tushuntiring?
7. Lissaju shakllari (figuralari) ni hosil qilish uchun og'diruvchi plastinkalarga qanday kuchlanish beriladi va hosil bo'lgan shakllar bo'yicha noma'lum kuchlanish chastotasi qanday aniqlanadi?
8. Ikki kuchlanish orasidagi faza siljish burchagi qanday aniqlanadi?
9. $\sin \psi = \frac{X_o}{A}$ yoki $\sin \psi = \frac{Y_o}{B}$ - ifodadagi X_o, A, Y_o, B - lar nima? Qayerdan olinadi?