

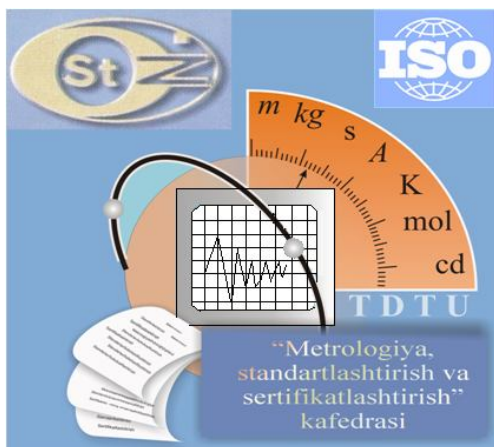
**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIIY VA O‘RTA MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI**

**ABU RAYHON BERUNIY NOMIDAGI
TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI**

ELEKTR O‘LCHASH USULLARI VA ASBOBLARI

**fanidan laboratoriya ishlari va amaliy mashg‘ulotlarni o‘tkazish
uchun**

USLUBIY KO‘RSATMALAR



Toshkent 2014

Tuzuvchilar: **Qodirova Sh.A., Umarova N.S., Axmedov M.Ya.**

Elektr o‘lchash usullari va asboblari fanidan laboratoriya ishlari va amaliy mashg‘ulotlarni o‘tkazish uchun uslubiy ko‘rsatmalar. -Toshkent: ToshDTU, 2014. 96 b.

Ushbu uslubiy ko‘rsatmalar namunaviy fan dasturiga muvofiq “Elektr o‘lchash usullari va asboblari” fanidan laboratoriya va amaliy mashg‘ulotlarni bajarish uchun tuzildi.

Uslubiy ko‘rsatmalar o‘quv rejasida ko‘rsatilgan 18 soatlik laboratoriya va 18 soatlik amaliy mashg‘ulotlar uchun tuzilgan. O‘quv rejadagi laboratoriya ishlari bo‘yicha kerakli nazariy ma‘lumotlar, har bir laboratoriya ishi bo‘yicha tushuntirish va ko‘rsatmalar, laboratoriya ishi bo‘yicha hisobot tayyorlash uchun hisoblash formulalari va sinov savollari keltirilgan.

“Elektr o‘lchash usullari va asboblari” fani bo‘yicha o‘tkaziladigan amaliy mashg‘ulotlar esa talabalarda o‘quv rejasidagi mavzular bo‘yicha olgan nazariy bilimlarini amalda mustahkamlash uchun masala, misollar yechish uchun mo‘ljallangan.

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti ilmiy – uslubiy kengashning qaroriga binoan chop etildi.

Taqrizchilar:

- Azimov R.K.** – ToshDTU, “Metrologiya, standartlashtirish va sertifikatlashtirish” kafedra professori, t.f.d.
G‘oziyev G‘.A. – SMSITI, Metrologiya bo‘limi boshlig‘i, yetakchi mutaxassis

© Toshkent davlat texnika universiteti, 2014

1-LABORATORIYA ISHI

TURLI TIZIMDAGI O'LCHASH ASBOBLARINI TEKSHIRISH, XATOLIKLARINI ANIQLASH

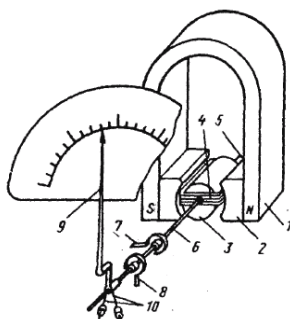
1. Ishning maqsadi

Magnitoelektrik, elektromagnit, elektrodinamik tizimlarga oid o'lchash asboblarning ish prinsipi va nazariyasini o'rganish hamda shu tizimdagi ampermetr va voltmترلarni tekshirish.

2. Ishning nazariy qismi.

Magnitoelektrik o'lchash mexanizmi

Magnitoelektrik o'lchash mexanizmi (1.1-rasm) doimiy magnit 1, magnit qutb uchliklari 2, silindrsimon po'lat o'zak 3, qo'zg'aluvchan chulg'am (ramka) 4, spiral prujinalar 7,8, ko'rsatkich (strelka) 9 va posongilar 10 dan tuzilgan.



1.1-rasm. Magnitoelektrik tizimdagi o'lchash mexanizmi.

Ramkadan o'tayotgan tok bilan (1.1-rasm) doimiy magnit maydonining o'zaro ta'sirida ramkani harakatga keltiruvchi kuch (juft kuchlar) $F = BIlw$ hosil bo'ladi.

Bu kuchlarning yo'nalishi chap qo'l qoidasiga binoan topiladi. Bu kuchlar hosil qilgan aylantiruvchi moment quyidagicha ifodalanadi:

$$M_a = 2F \frac{b}{2} = Fb = BIlbwI = BswI, \quad (1.1)$$

bu yerda b - ramkaning kengligi; s - ramkaning yuzasi.

Aylantiruvchi moment ta'sirida ramka o'q atrofida aylanganida spiral prujinalar buralib, teskari ta'sir etuvchi moment M_T hosil qiladi:

$$M_T = W\alpha, \quad (1.2)$$

bu yerda W – solishtirma teskari ta'sir etuvchi moment bo'lib, spiral prujinaning materiali va o'lchamlariga bog'liq:

α – ramkaning burilish burchagi (ko'rsatkichning shkala bo'ylab surilishini ko'rsatadigan burchak yoki bo'laklar soni)

Ramkaga ta'sir etayotgan ikki (aylantiruvchi va teskari) moment o'zaro tenglashganda ramka harakatdan to'xtab, muvozanat holatida bo'ladi, ya'ni:

$$BswI = W \cdot \alpha \quad (1.3)$$

bundan

$$\alpha = \frac{Bsw}{W} I \quad (1.4)$$

Oxirgi (1.4) ifoda magnitoelektrik o'lchash mexanizmlarining shkala tenglamasi deb ataladi.

$\frac{Bsw}{W} = S_I$ - o'lchash mexanizmining tok bo'yicha sezgirligi deyiladi. Ko'rilgan o'lchash mexanizmi uchun $S_I = const$.

Shuni hisobga olib (1.4) ni quyidagicha yozamiz:

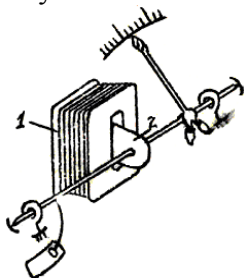
$$\alpha = S_I I. \quad (1.5)$$

Ya'ni ramkaning burilish burchagi α o'lchanuvchi tokning qiymati I ga to'g'ri proporsional, shu tufayli, magnitoelektrik o'lchash mexanizmlari o'zgarmas tok zanjirlarida ishlatiladi va ularning shkalasi bir tekis darajalangan bo'ladi. Bunday shkaladan foydalanish ancha qulay.

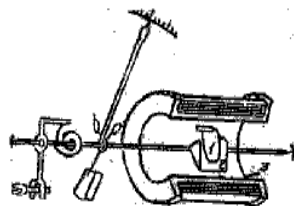
Elektromagnit o'lchash mexanizmi

Elektromagnit o'lchash mexanizmlari yassi (1.2-rasm) va dumaloq (1.3-rasm) g'altakli qilib tayyorlanadi. Bu g'altaklar qo'zg'almas bo'lib, ulardan o'lchanuvchi tok o'tadi. Bunda hosil bo'ladigan magnit maydoni qo'zg'aluvchan 2 o'zakka ta'sir etishi oqibatida (1.2-rasm) bu o'zak g'altak ichiga tortiladi, natijada o'q aylanib, ko'rsatkichni biror burchakka buradi. 1.3-rasmdagi mexanizmda qo'zg'almas va qo'zg'aluvchan o'zaklar bir xilda

magnitlanadi; natijada qo'zg'aluvchan o'zak qo'zg'almas o'zakdan itarilib, o'qni aylantiradi.



1.2-rasm.



1.3-rasm.

Elektromagnit o'lchash mexanizmlari

Umuman elektromagnit o'lchash mexanizmlarida aylantiruvchi moment M_a quyidagicha ifodalanadi:

$$M_a = \frac{1}{2} I^2 \frac{dL}{d\alpha}, \quad (1.6)$$

bu yerda L -g'altak induktivligi bo'lib, o'zakning holati va g'altakning o'lchamlariga bog'liq; I -g'altakdan o'tayotgan doimiy tok.

Qo'zg'aluvchan qism muvozanat holatida bo'lganida

$$M_a = M_T \text{ yoki } \frac{1}{2} I^2 \frac{dL}{d\alpha} = W\alpha \quad (1.7)$$

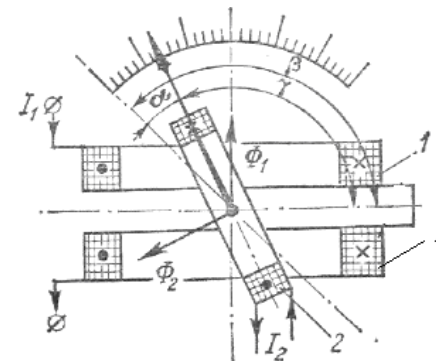
Bundan
$$\alpha = \frac{1}{2W} I^2 \frac{dL}{d\alpha} \quad (1.8)$$

(1.8) ifoda elektromagnit o'lchash mexanizmlarining **shkala tenglamasi** deb ataladi. Burilish burchagi α o'lchanayotgan tokning kvadratiga proporsional bo'lib, g'altakdan o'zgaruvchan tok o'tganda ham α uchun (1.8) ifodaga ega bo'lamiz. Bu holda (1.8) ifodadagi I -tokning effektiv qiymatidir. Shu sababli elektromagnit o'lchash asboblari o'zgarmas va o'zgaruvchan tok zanjirida qo'llanishi mumkin. Ularning shkalasi notekis bo'lib, kvadratik xarakterga ega va bunday shkalaning boshlang'ich qismidan foydalanish ancha noqulay.

Elektrodinamik o'lchash mexanizmi va asboblari

Ikkita bir xil I va I' qo'zg'almas g'altaklardan, qo'zg'aluvchan 2 g'altakdan o'zgarvas I_1, I_2 toklar o'tganda har bir o'ram atrofida magnit maydoni hosil bo'ladi (1.4-rasm).

I_1 va I_2 toklar hosil qilgan magnit maydonlarining o'zaro ta'sirida aylantiruvchi moment M_a hosil bo'ladi va uning ifodasini quyidagicha yozamiz:



1.4-rasm. Elektromagnit o'lchash mexanizmlari.

$$M_a = I_1 I_2 \frac{dM_{12}}{d\alpha} \quad (1.9)$$

Aylantiruvchi va teskari ta'sir etuvchi momentlar o'zaro teng bo'lganida, asbob qo'zg'aluvchan qismi uchun turg'un burilish holati vujudga keladi.

$$I_1 I_2 \frac{dM_{12}}{d\alpha} = W\alpha \quad (1.10)$$

Bundan

$$\alpha = \frac{1}{W} I_1 I_2 \frac{dM_{12}}{d\alpha} \quad (1.11)$$

(1.11) ifoda elektrodinamik o'lchash mexanizmlarining shkala tenglamasi deb ataladi. Toklar o'zgaruvchan bo'lsa, quyidagi ifodaga ega bo'lamiz:

$$\alpha = \frac{1}{W} I_1 I_2 \cos \varphi \frac{dM_{12}}{d\alpha}, \quad (1.12)$$

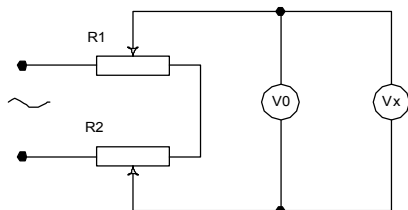
bu yerda φ – I_1 va I_2 – toklarning o'rtasidagi faza siljish burchagi.

Elektrodinamik o'lchash mexanizmlari ampermetr va voltmترلar sifatida ham ishlatiladi. Ular asosan quvvatni o'lchash uchun vattmetr sifatida va logometrik prinsipda yasalganida esa, fazometr va chastotomer sifatida ishlatiladi.

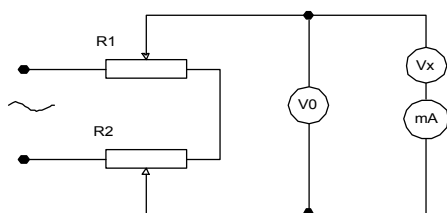
3. Ishning mazmuni

1. Magnitoelektrik, elektromagnit, elektrodinamik tizimlarga oid asboblarning tuzilishi va ishlashi bilan tanishish.
2. Voltmetr va ampermetrni zanjirga ulash va namunaviy asboblardan yordamida ularning xatoligini aniqlash.
3. Tekshirilayotgan voltmetr va ampermetrlarning texnik ma'lumotlari bilan tanishish va ularni jadvalga yozish.
4. Tajribadan olingan qiymatlar asosida ikkinchi punkt bo'yicha voltmetr va ampermetrlarning mutlaq, nisbiy va keltirilgan xatoliklarini aniqlash.
5. Voltmetr va ampermetr usuliga asoslanib voltmetrning qarshiligini aniqlash va ish vaqtida asbob iste'mol qilgan quvvatni hisoblash.

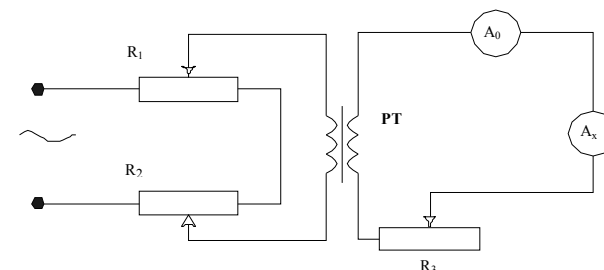
Ulash sxemalari



1) Voltmetrni tekshirish



2) Voltmetrning qarshiligini o'lchash



3) Ampermetrni tekshirish

Sxemadagi belgilar: V_0 , A_0 – namunaviy voltmetr va ampermetr; V_x , A_x – tekshirilayotgan voltmetr va ampermetr; mA – milliampermetr; R_1 , R_2 , R_3 – dastakli reostatlar; PT–kuchlanishni pasaytiruvchi transformator 220/12 V.

4. Ish bo'yicha tushuntirish va ko'rsatmalar

1. Asboblarning strelkasi korrektor yordamida nolga keltiriladi.
2. Asbobni tekshirishdan oldin nominal tokda 15 minut davomida ishlatib olish lozim.
3. Asbobning faqat darajalangan qiymatlari tekshirilishi kerak.
4. Tekshirishlar kuchlanish yoki tokni avval oshirila borish jarayonida, keyin kamaytirib borishda erishiladigan qiymatlarda olib boriladi.
5. Voltmetrning qarshiligini o'lchashda kamida uchta qiymat olinishi va ularning o'rtacha arifmetik qiymatini hisoblash lozim.
6. $\delta = f(U_x)$ yoki $\delta = f(I_x)$ egri chizig'ini chizayotganda tuzatma qiymati ordinata o'qi bo'yicha qo'yilib, to'g'ri chiziq bilan birlashtiriladi.

1.1-jadval

O'lch	U_x	U_0'	U_0''	$U_{00'r}$	Δ'	Δ''	β	β_k	γ	δ
	V	bo'l	V	bo'l	V	V	V	%	%	%

1.2-jadval

O'lch	U_0		I_V		R_V	$R_{V_{o'r}}$	P_{VH}
'	bo'l	V	bo'l	mA	Ω	Ω	W

1.3-jadval

O'lch	I_x	I_0'		I_0''		$I_{0o'r}$	Δ'	Δ''	β	β_k	γ	δ
'	A	bo'l	A	bo'l	A	A	A	A	%	%	%	A

Jadvaldagi belgilar

U_x, I_x – tekshirilayotgan asbobning ko'rsatishi;

U_0', I_0' – namunaviy asboblarning qiymatlari oshirilayotganidagi qiymatlari;

U_0'', I_0'' – namunaviy asboblarning qiymatlari kamaytirib borilayotganidagi qiymatlari;

$U_{0o'r}, I_{0o'r}$ – namunaviy asboblarning ko'rsatishining o'rtacha qiymatlari;

I_A, I_V – milliampermetrning ko'rsatishi.

Hisoblash formulalari

1. Voltmetrlarning ko'rsatishi oshirilib va kamaytirilib borilganda mutlaq xatoligi.

$$\Delta' = U_x - U_0', \quad \Delta'' = U_x - U_0''.$$

2. Voltmetrning eng yuqori nisbiy xatoligi

$$\beta = \frac{\Delta'}{U_0'} 100\%, \quad \beta = \frac{\Delta''}{U_0''} 100\%.$$

3. Voltmetrning eng yuqori nisbiy keltirilgan xatoligi

$$\beta_k = \frac{\Delta'(yoki \Delta'')}{U_{Xnom}} 100\%.$$

4. Voltmetr ko'rsatishining variatsiyasi (o'zgarishi)

$$\gamma = \frac{U_0' - U_0''}{U_{Xnom}} 100\%.$$

bu yerda U_{Xnom} – voltmetrning yuqori o'lchash chegarasi.

5. Tuzatma

$$\delta = U_{0o'r} - U_x.$$

6. Voltmetrning qarshiligi

$$R_V = \frac{U_0}{I_V}.$$

7. Voltmetr iste'mol qiladigan nominal quvvati

$$P_{Vnom} = \frac{U_{Xnom}^2}{R_{V_{o'r}}}.$$

5. Nazorat savollari

1. Magnitoelektrik, elektromagnit va elektrodinamik asboblarning ish prinsipini tushuntiring.
2. Mutlaq xatolik va tuzatma nima?
3. Nisbiy va keltirilgan xatolik nima?
4. Ampermetr va voltmetrlarning qarshiligi qanday qiymatlarga ega bo'ladi?
5. Aniqlik darajasiga qarab asboblarning qanday sinflarga bo'linadi?

2 - LABORATORIYA ISHI

O'LGHASH NATIJALARINI QAYTA ISHLASH

1. Ishning maqsadi

Ishning maqsadi, asosan, o'lgash natijalarini qayta ishlash usullarini o'rganish, o'lgash natijasini o'lganadigan kattalikning haqiqiy qiymatiga qanchalik yaqin ekanligini aniqlash yoki uning o'zgarish ehtimolini topish, o'lgashda hosil bo'ladigan xatolikning xarakterini aniqlash va tekshirishdan iborat.

2. Ishning nazariy qismi

Agar o'lgashda sodir bo'ladigan xatolik (Gauss qonuni) normal qonun bo'yicha taqsimlanadi yoki o'zgaradi desak, u holda uni matematik tarzda quyidagicha yozishimiz mumkin [1,2]:

$$y(\delta) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{\Delta X_i^2}{2\sigma^2}}, \quad (2.1)$$

bu yerda: $y(\delta)$ – tasodifiy xatolikning o'zgarish ehtimolligi (taqsimlanishi); σ – o'rtacha kvadratik xatolik; ΔX_i – tuzatma, yoki $\Delta X_i = \bar{X}_i - X_i$ bo'lib; X_i – alohida o'lgashlar natijasi, $\bar{X}_i$ – esa o'lganadigan kattalikning ehtimollik qiymati yoki uning o'rtacha arifmetik qiymatidir: $e = 2,72$ -natural logarifm asosidir.

O'lganadigan kattalikning o'rtacha arifmetik qiymati quyidagicha hisoblab topiladi

$$\bar{X}_i = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n}, \quad (2.2)$$

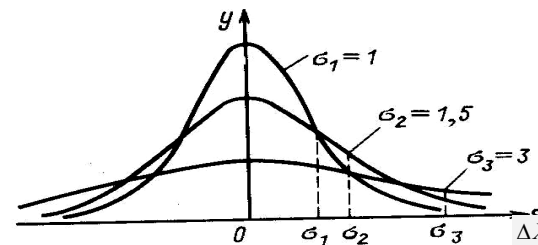
bu yerda $X_1, X_2, \dots, X_n$ lar alohida o'lgashlar natijasi; n -o'lgashlar soni. o'rtacha kvadratik xatolik quyidagi ifoda bo'yicha topiladi

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta X_i^2}{n-1}} \quad (2.3)$$

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

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

O'lgash natijalarini qayta ishlashdan maqsad, o'lganadigan kattalikning haqiqiy qiymatini topish va uni o'lganadigan kattalikning asli qiymatiga yaqinlashish darajasini aniqlashdir. Bu esa ehtimollar nazariyasi tushunchalariga asoslanib baholanadi; ya'ni, ishonchli interval va uni xarakterlovchi ishonchli ehtimollik qabul qilinadi. Odatda ishonchli interval ham, ishonchli ehtimollik ham konkret o'lgash sharoitiga qarab tanlab olinadi. Masalan, o'rtacha kvadratik xatolik bo'lgan tasodifiy xatolikning normal qonun bo'yicha taqsimlanishida (o'zgarishida) ishonchli interval $+3\sigma$ – -3σ gacha, ishonchli ehtimollik esa 0,9973 qiymatda qabul qilinishi mumkin $1-0,9973=0,0027 \approx 1/370$. Bu degan so'z, 370 tasodifiy xatolikdan bittasi, o'zining absolyut qiymati bo'yicha 3σ dan katta bo'ladi. Shuning uchun 3σ eng yuqori tasodifiy xatolik deb yuritiladi va 3σ dan kichik bo'lgan xatolikni o'tkinchi xatolik deb hisoblab, o'lgash natijalarini qayta ishlashda hisobga olinmaydi.



2.1-rasm. Tasodifiy xatolikning o'zgarish egri chizig'i.

O'lgash natijasining aniqligini baholashda ko'pincha ehtimoliy xatolikdan foydalaniladi. Ehtimoliy xatolik esa shunday xatolikka, unga nisbatan qandaydir kattalikni takror o'lgandagi tasodifiy xatolikning bir qismi ehtimoliy xatolikdan ko'p, ikkinchi qismi esa absolyut qiymati bo'yicha undan kam bo'ladi. Bundan

chiqadiki, ehtimoliy xatolik ishonchli intervalga teng bo'lib, bunda ishonchli ehtimollik $P=0,5$ ga teng bo'ladi [1,2].

Tasodifiy xatolik normal qonun bo'yicha taqsimlanganda, ehtimoliy xatolik (ε) quyidagicha topilishi mumkin.

$$\varepsilon = \frac{2}{3} \sigma_n = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{X}_I - X_i)^2}{n(n-1)}}, \quad (2.4)$$

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

Ehtimoliy xatolik bu usulda ko'pincha, o'lchashni bir necha o'n, xattoki yuz marotaba takrorlash imkoniyati bo'lgandagina aniqlanadi.

Amalda o'lchashni juda ko'p marotaba takrorlash imkoniyati bo'lmaydi, bunday holda ehtimoliy xatolik Student koeffitsiyenti yordamida aniqlanadi. Bu holda o'lchanadigan kattalikning haqiqiy qiymati quyidagi formula bo'yicha hisoblab topiladi

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

bu yerda t_n - Student koeffitsiyenti bo'lib, uni maxsus jadvaldan (I-jadval) o'lchashlar soni va qabul qilingan ishonchli ehtimollik qiymatlariga qarab olinadi.

Shunday qilib:

1. O'rtacha kvadratik xatolik o'lchanadigan kattalikning haqiqiy qiymatini istalgan uning o'rtacha arifmetik qiymati atrofida bo'lishi ehtimolligini topishga imkon beradi.

2. $n \rightarrow \infty$ bo'lganida $\sigma_n \rightarrow 0$ yoki o'lchash sonini oshirish 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 sistematik xatolikka tenglashguncha oshadi. Shuning uchun ham tanlab olingan ishonchli interval va ishonchli ehtimollik qiymatlari bo'yicha kerakli o'lchashlar sonini aniqlash mumkinki, bu esa tasodifiy xatolikning

o'lchash natijasiga ham ta'sir ko'rsatishini ta'minlasin. Uning nisbiy birlikdagi qiymati quyidagicha hisoblanadi:

$$\varepsilon = \frac{\Delta X}{X} \cdot 100\%,$$

bu yerda:

$$\Delta X = t_n \sigma_n$$

3. Ishning mazmuni

1. O'lchash natijalarini qayta ishlash usullari bilan tanishish.
2. Tasodifiy va sistematik xatoliklar, ularning hosil bo'lishi, yo'qotish usullari bilan tanishish.
3. O'rtacha arifmetik, o'rtacha kvadratik xatolik, ishonchli interval, ishonchli ehtimollik tushunchalari bilan tanishish.
4. Ishga oid asboblardan, impuls generatori (IG), raqamli chastotomerlarning tuzilishi, ishlash prinsipi va ularning texnik ma'lumotlari bilan tanishish.
5. O'lchash natijalarini Gauss qonuni bo'yicha qayta ishlash.
6. Xatolikning Gauss qonuni bo'yicha o'zgarish egri chizig'ini chizish.

4. Ish bo'yicha ko'rsatmalar

1. X_i - ni aniqlash uchun impuls generatorida ma'lum chastota beriladi va shu chastota ma'lum vaqt oralig'ida (masalan I_c yoki $0, I_c$) 100 marotabagacha o'lchanadi.
2. O'lchash natijalarini yuqorida, ishning nazariy qismida, berilgan usul yordamida qayta ishlanadi.
3. Normal qonun bo'yicha tasodifiy xatolikning o'zgarish egri chizig'ini qurish uchun X o'qiga ΔX_i , ya'ni o'lchanadigan kattalikni uning o'rtacha qiymatidan qanchaga farq qilishini; Y o'qiga esa $y(\delta)$ qo'yiladi.

2.1-jadval

Student koeffitsiyentlari							
n	P						
	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95	0,98	0,99
2	1,38	2,0	3,1	8,3	17,7	31,8	63,7
5	0,94	1,2	1,5	2,1	2,8	3,7	4,8
10	0,88	1,2	1,4	1,8	2,3	2,8	3,3
20	0,86	1,1	1,3	1,7	2,1	2,5	2,9
40	0,85	1,2	1,3	1,7	2,0	2,4	2,7
60	0,85	1,0	1,3	1,7	2,0	2,4	2,7
120	0,85	1,0	1,3	1,7	2,0	2,4	2,6

2.2-jadval

ε	P			
	0,7	0,9	0,95	0,99
1.0	3	5	7	11
0.5	6	13	18	31
0.4	8	19	27	46
0.3	13	32	46	76
0.2	29	70	99	171
0.1	169	223	397	169

2.3-jadval

O'lchash va hisoblash natijalari									
N_0	X_i	$\bar{X}_i$	$\bar{X}_i - X_i$	$(\bar{X}_i - X_i)^2$	$\sum_{i=1}^n (\bar{X}_i - X_i)^2$	σ	σ_n	X	Y

5. Nazorat savollari

1. O'lchash xatoliklari, ularning turlarini tushuntiring.
2. Tuzatma deb nimaga aytiladi?
3. O'rtacha kvadratik xatolik deb nimaga aytiladi?
4. Ehtimoliy xatolik deb nimaga aytiladi?
5. Ishonchli interval va ishonchli ehtimollik deganda nimani tushunasiz?

3 - LABORATORIYA ISHI

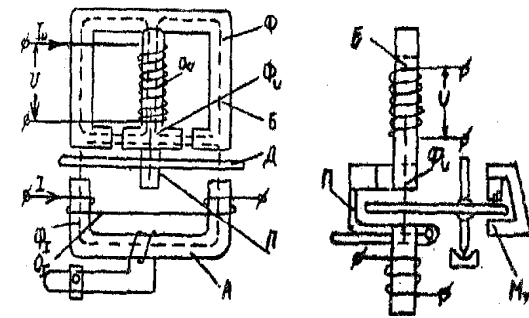
BIR FAZALI INDUKSION HISOBLAGICH YORDAMIDA ENERGIYA O'LCHASH

1. Ishning maqsadi

Bir fazali tok zanjirida aktiv energiya o'lchash uchun ishlatiladigan induksion va elektron hisoblagichlarning tuzilishi, ish prinsipi va nazariyasini o'rganish. Hisoblagichlarning xususiyatlari va uni tekshirish usuli bilan tanishish.

2. Ishning nazariy qismi

Induksion asboblarda qo'zg'aluvchan qismining siljishi uchun bitta yoki bir nechta o'zgaruvchan oqimlarning qo'zg'aluvchan qismida hosil bo'lgan tok bilan o'zaro ta'sir qilish hodisasidan foydalaniladi. Hozirgi zamon induksion hisoblagichlari, odatda uchta oqim ta'sirida ishlaydi, ya'ni ular alyuminli disk shaklida yasalgan qo'zg'aluvchan qismini kesib o'tadi. Bir fazali induksion hisoblagichlar A , B magnit o'tkazgichlardan, ularda joylashgan O_i , O_V – chulg'amlardan, alyuminli disk D dan, doimiy magnit M_T va boshqa elementlardan iborat bo'ladi (3.1-rasm).



3.1-rasm. Bir fazali induksion hisoblagich

Tok chulg'ami O_I dan yuklama toki I oqib o'tganda, unda hosil bo'lgan magnit oqimi Φ_I disk D ni ikki marta kesib B magnit o'tkazgichning pastki qismi orqali o'tadi.

Kuchlanish chulg'ami O_u dan yuklamadagi kuchlanish U hosil qilgan I_v tok o'tadi. Bu tokning miqdori tarmoq kuchlanishi U va chulg'amning to'la qarshiligi Z ga bog'liq. Bu tok tufayli ikkita magnit oqimi hosil bo'ladi (Φ_u va Φ_{sh}). Ish bajaruvchi oqimi Φ_u alyuminli disk D ni kesib o'tib teskari qutblik II orkali o'tadi. Φ_{sh} oqimi esa diskni chetlab, magnit o'tkazgich B ning chekka bo'laklari orqali tutashadi.

Φ_I va Φ_u magnit oqimlari vaqt bo'yicha o'zgaruvchan bo'lganliklari tufayli diskni kesib o'tib, unda induksion (uyurma) tok hosil qiladi. Φ_I va Φ_u lar bilan induksion tok hosil qilgan magnit oqimlarining 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.

$$M_a = KU I \sin \psi \quad (3.1)$$

Induksion hisoblagichning ishlashini taxlil qilib va 3.1 ifodaga ba'zi o'zgartirish kiritsak, aylantiruvchi moment tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$M_a = kUI \cos \varphi, \quad (3.2)$$

bu yerda: $U-O_u$ -chulg'amga qo'yilgan kuchlanish; $I-O_I$ – chulg'amdan o'tuvchi tok; $\cos \varphi$ - asbob ulangan tok zanjirining quvvat koeffitsiyenti.

Aylantiruvchi moment M_a ta'siri ostida disk D aylanadi. Hisoblagich diskning turg'un aylanish tezligi yukka bog'liq bo'lishi uchun diskka aylantirish momentidan tashqari yana tormozlovchi moment ham ta'sir etishi kerak. Bu moment aylantiruvchi disk D doimiy magnit M_T ning maydonini kesib o'tganda hosil bo'ladi. Disk aylanganida doimiy magnit maydonini kesadi va disk qalinligida I_m toklarini hosil qiladi. Bu tok magnit oqimi doimiy magnit maydoni Φ_m bilan o'zaro ta'sir etib, tormozlovchi moment M_{tor} ni hosil qiladi.

$$M_{tor} = k_1 \Phi_m I_m \text{ yoki } M_{tor} = k_3 \Phi_m^2 v = k_4 v. \quad (3.3)$$

Bu momentning miqdori doimiy magnitning qo'zg'aluvchan diskka nisbatan joylashishiga va diskning aylanish tezligiga bog'liq.

Diskning turg'un tezlikda aylanishi uchun aylantiruvchi va tormozlovchi momentlar teng bo'lishi kerak. (3.2) va (3.3) tenglamalarni o'zaro tenglab, tenglikning o'ng va chap tomonini t_1 dan t_2 gacha bo'lgan vaqt oraligida integrallasak, quyidagi ifodaga ega bo'lamiz:

$$W = C_x N, \quad (3.4)$$

bu yerda: W – zanjirda sarflangan energiya; C_x – hisoblagichning haqiqiy doimiysi; N – diskning aylanishlar soni.

Aytib o'tilgan hisoblagich energiyani faqat yuqorida keltirilgan shartlar bajarilganda hamda ishqalanish bo'lmaganda, I va I_v toklari Φ_I va Φ_v magnit oqimlari orasida to'g'ri proporsionallik mavjud bo'lganida va tormozlovchi moment faqat doimiy magnit maydoniga ega bo'lgandagina to'g'ri hisoblaydi. Ishlash sharoitlarida bu shartlar qisman bajariladi; natijada hisoblagichning haqiqiy doimiysi $C_x = \frac{W}{N}$, uning nominal doimiysiga teng bo'lmaydi va hisoblagichning ko'rsatishi haqiqiy iste'mol qilingan energiyadan farq qiladi. Hisoblagichning uzatish soniga teskari bo'lgan miqdor uning nominal doimiysi deb ataladi va diskning bir aylanish vaqti ichida iste'molchilar yuk tomonidan qabul qilingan energiyaga teng bo'ladi. Buni hisoblash mexanizmi ko'rsatadi.

$$C_{nom} = \frac{1000 \cdot 3600}{A_0},$$

bu yerda A_0 – uzatish soni.

Hisoblagichning nisbiy xatoligi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi

$$\gamma = \frac{C_{nom} - C_x}{C_x} \cdot 100\% = \frac{W' - W}{W} \cdot 100\%,$$

bu yerda W' – hisoblagichning ko'rsatishi.

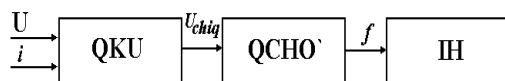
Agar hisoblagichning doimiysi nominal miqdoridan katta bo'lsa, hisoblagich kamroq ko'rsatadi, ya'ni kam bo'ladi va aksincha.

Bir fazali induksion hisoblagichning qo'zg'aluvchan qismini bir tekis (turg'un) aylana boshlanganidagi minimal tokning nominal tokka bo'lgan nisbati hisoblagichning sezgirligini ifodalaydi, ya'ni

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

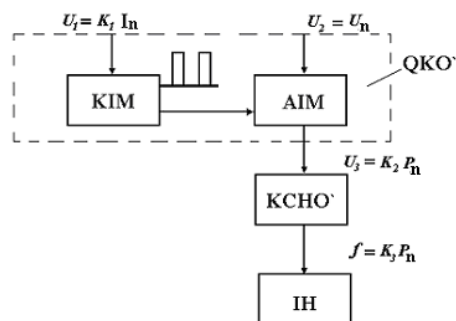
Sezgirlik aniqlik sinfiga qarab $0,5 \div 1$ foizdan kam bo'lishi kerak.

Aktiv energiya elektron hisoblagichining struktura sxemasi 3.2-rasmda ko'rsatilgan bo'lib, bu yerda QKO' - quvvat o'zgartkichi; KCHO' - kuchlanishni chastotaga o'zgartiruvchi o'zgartkich; IH - impulsar hisoblagichi.



3.2-rasm. Aktiv energiya elektron hisoblagichining struktura sxemasi.

QKO' - quvvatni kuchlanishga o'zgartiruvchi o'zgartkich keng - ko'lamlı impulsli (KIM) va amplituda - impulsli modulyatsiya bloklaridan iborat bo'ladi (3.3 -rasm)



3.3-rasm. Elektron hisoblagichning blok sxemasi.

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 impulsar 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'zgaras koeffitsiyent; $\Delta T = T_i - T_p$; $T = T_i + T_p$ - impulsar ketma-ketligining davri.

AIM sxemasida impulsar amplitudasi nagruzkadagi kuchlanishga proporsional bo'lib, ularning davomiyliги 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 impulsar chastotasiga o'zgartiriladi. Shunday qilib, KCHO' chiqishidagi impulsar hisoblagichida (IH) sanaladi, yoki shu bilan ular integrallanadi. Demak, impulsar 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 korxona maxsuli bo'lib, respublikamizda elektr energiyasini hisobga olishni avtomatlashtirilgan tizimini (ACKYЭ) 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.

3. Ishning mazmuni

1. Bir fazali induksion va elektron hisoblagichning tuzilishi va ish prinsipi bilan tanishish.
2. Bir fazali induksion hisoblagichning bir fazali tok zanjiriga ulanish sxemasi va uning sxematik eskizini chizish.

3. Bir fazali hisoblagichning va boshqa yordamchi asboblarning texnikaviy ma'lumotlari bilan tanishish va ularni jadvalga yozish.

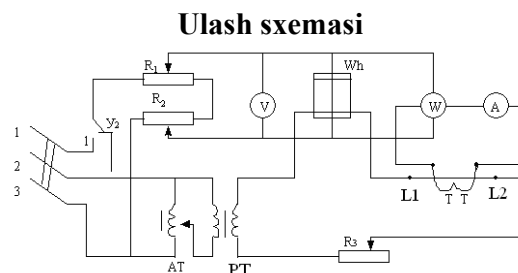
4. $\cos\varphi=1$ va $\cos\varphi=0.5$ kuchlanish nominal va yuklama toki har xil bo'lgan hollarda hisoblagichning haqiqiy doimiysini topish.

5. 4 punkt bo'yicha hisoblagichning xatoligini topish va uning funksiyasini qurish.

6. Hisoblagichni o'z-o'zidan yurish rejimida tekshirish.

7. Hisoblagichning sezgirlik ostonasini topish.

8. Elektron hisoblagichning struktura sxemasini va uning alohida bloklarining funksiyasini o'rganish.



3.4-rasm. Bir fazali hisoblagichning ulanish sxemasi

Sxemadagi belgilar:

W_h – hisoblagich
 R_1, R_2, R_3 – reostatlar
 PT – transformator 220/12
 W – vattmetr
 AT – avtotransformator
 Y – ulagich

4. Ish bo'yicha tushuntirish va ko'rsatmalar

1. Maxsus ulagich "y" yordamida sxema $\cos\varphi=1$ (2-holat) yoki $\cos\varphi=0.5$ ga (1-holat) qo'yiladi.

2. Sxemada ampermetr va vattmetrning (tok bo'yicha) o'lchash chegarasini kengaytirish uchun tok transformatori ishlatilgan.

Yuklama toki nominaldan yuqori bo'lsa, ampermetr va vattmetrning o'lchash chegarasi tok transformatorining

transformatsiya koeffitsiyentini o'zgartirish bilan (shtepsel' yordamida) amalga oshiriladi.

3. Hisoblagichning haqiqiy doimiysini topayotganda yuklama toki qiymati va hisoblagichning aylanish soni o'qituvchi tomonidan beriladi.

4. Hisoblagichning nominal, haqiqiy doimiysi va uning xatoligi quyidagi formulalar orqali topiladi:

$$C_{nom} = \frac{1000 \cdot 3600}{A_0};$$

$$C_x = \frac{P \cdot t}{N};$$

$$\gamma = \frac{C_{nom} - C_x}{C_x} \cdot 100\%,$$

bu yerda A_0 – hisoblagichning uzatish soni.

5. Hisoblagich o'z-o'zidan yurish rejimida tekshirilayotganda kuchlanish o'z nominaliga nisbatan 10 foizga oshirilib, tok zanjiri uzib qo'yiladi.

6. Hisoblagichning sezgirlikni boshlang'ich (eng kichik) qiymati kuchlanish nominal va $\cos\varphi=1$ ga teng bo'lgan hol uchun topiladi. Avtotransformator yordamida tok boshqarilib, vattmetrdan hisoblagich diskini bir tekis to'xtatmasdan aylantiradigan minimal quvvat yozib olinadi.

Sezgirlik boshlang'ich (eng kichik) qiymati quyidagi ifodadan topiladi:

$$S = \frac{P_{min}}{P_{nom}} \cdot 100\%,$$

bu yerda $P_{nom} = U_{nom} I_{nom}$ - hisoblagichning nominal quvvati.

3.1-jadval

Ishlatilgan asboblarning uchun texnik ma'lumot

Asbobning nomi	Tizimi	Aniqlik sinfi	O'lchash chegarasi	Zavod nomeri	Asbobning turi

3.2-jadval

O'lchash va hisoblash natijalari.

I	P		N	t_1	t_2	t_3	$t_{o'r.}$	C_x	γ
A	bo'l	W	ayl soni	s	s	s	s	Ws/ayl.soni	%

5. Nazorat savollari

1. Bir fazali induksion hisoblagichning ish prinsipi nimaga asoslangan?
2. Hisoblagichning qo'zg'aluvchan qismiga qanday momentlar ta'sir etadi va ular nimalarga bog'liq?
3. O'z-o'zidan yurish hodisasi deb nimaga aytiladi; u qachon sodir bo'ladi va qanday yo'qotiladi?
4. Hisoblagichning uzatish soni, nominal doimiysi, haqiqiy doimiysi deb nimaga aytiladi?
5. Hisoblagichning sezgirlik boshlang'ich(eng kichik)qiymati qanday aniqlanadi?
6. Elektron hisoblagichning blok sxemasini chizib tushuntiring?
7. Elektron hisoblagichning alohida bloklari funksiyasini tushuntiring?

4 – LABORATORIYA ISHI

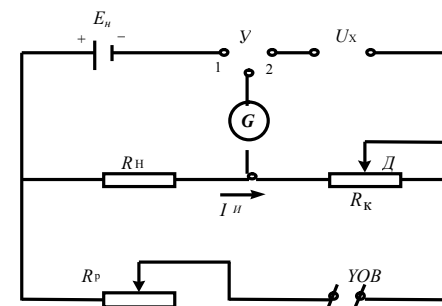
TURLI KATTALIKLARNI KOMPENSATSION USULDA O'LCHASH

1. Ishning maqsadi

O'zgarmas tok zanjirida kompensatsion o'lchash usulini o'rganish. O'zgarmas tok potensiometrlarning sxemasi bilan tanishish. O'zgarmas tok potensiometri yordamida har xil elektr kattaliklar - kuchlanish, tok va qarshiliklarni o'lchash usuli bilan tanishish.

2. Ishning nazariy qismi

O'zgarmas tok potensiometrlari. 4.1-rasmda qo'l bilan muvozanatlanuvchi o'zgarmas tok potensiometrlarning sxemasi keltirilgan.



4.1-rasm. O'zgarmas tok potensiometrlarning sxemasi

Potensiometr yordamida noma'lum e.yu.k. - " E_X "ni o'lchash jarayoni ikki qismdan iborat bo'ladi.

- 1) Har bir potensiometr tipi uchun aniq qiymatga ega bo'lgan ish toki I_H ni o'rnatish;
- 2) Noma'lum e.yu.k. E_X ni o'lchash.

Ish toki I_H ni o'rnatish uchun ulagich Y "1" holatiga qo'yiladi va R_P qarshilikni o'zgartirib galvanometr ko'rsatkichi nolga keltiriladi. Bunda namuna R_H qarshilikdagi kuchlanish pasayishi normal element elektr yurituvchi kuchi E_H ga teng bo'ladi:

$$E_H = I_H R_H \quad (4.1)$$

Bu ifodadan ish tokini topamiz:

$$I_H = \frac{E_H}{R_H} \quad (4.2)$$

So'ngra ulagich U "2" ga qo'yiladi va R_K qarshilik dastasi D ni surib U_K , E_X ga tenglashtiriladi, ya'ni bu holda ham galvanometr ko'rsatkichi nolga keltiriladi.

$$E_X = U_K = I_H R_K \quad (4.3)$$

yoki (4.2) ifodani hisobga olib (4.3) ni quyidagicha yozamiz:

$$E_X = E_H \frac{R_K}{R_H} \quad (4.4)$$

Ifoda (4.3) shuni ko'rsatadiki, no'malum e.yu.k. E_X ni o'lchash davomida ish tokining qiymati o'zgaras bo'lishi kerak.

O'zgaras tok potentsiometri E_X ni yuqori aniqlik bilan o'lchaydi. Bu aniqlik (4.4) ifodaga binoan normal element e.yu.k. qiymatining aniqligi, namunaviy qarshilik R_H , hamda kompensatsion qarshilik R_K qiymatlarining aniqligiga bog'liq. Normal element ish tokini o'rnatish uchun xizmat qiladi; uning aniqlik sinfi 0,005. R_H va R_K qarshiliklar juda yuqori aniqlik bilan tayyorlanadi, ularning xatoligi 0,02 foizdan katta bo'lmaydi.

Shuni ta'kidlab o'tish kerakki, potentsiometrning mukammalligi asosan kompensatsion qarshilikning sxemasi va konstruksiyasiga bog'liqdir. kompensatsion qarshiliklar juda xilma xildir. Aniqligi juda past bo'lgan potentsiometrlarda kompensatsion qarshilik qarshilik magazinlari va reoxorddan iborat bo'ladi.

Aniqligi yuqori bo'lgan o'zgaras tok potentsiometrlarida reoxord ishlatilmaydi. Kompensatsion qarshilik shuntlovchi dekadalar va o'rnini bosuvchi dekadalar deb ataluvchi sxemalar bo'yicha bajariladi.

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

Past omli potentsiometrlar taxminan 0,1 V gacha bo'lgan kichik EYuK larni o'lchashda qo'llaniladi. Ularning ish toki 1-10-25 mA ga teng bo'lib, qarshiligi esa bir necha 10 Ω dan iborat bo'ladi. Bu potentsiometrlarda nol' ko'rsatkich sifatida kichik kritik qarshilikka ega bo'lgan magnitoelektrik galvanometrlar ishlatiladi.

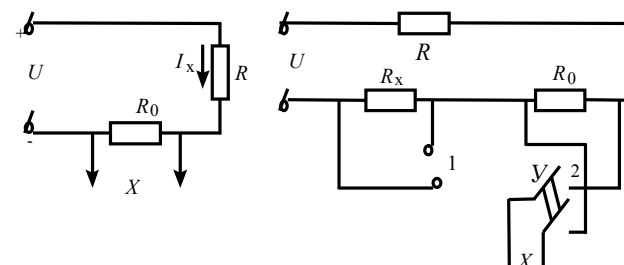
Yuqori omli potentsiometrlarda ish toki zanjirining qarshiligi 1 V ga 10000 Ω to'g'ri keladi. Odatda ish toki 0,1 mA ga teng. Nol' ko'rsatkichi sifatida katta kritik qarshilikka ega bo'lgan magnitoelektrik galvanometr qo'llaniladi. Bunday potentsiometrlarning o'lchash chegarasi 1,2 + 2,5 V bo'ladi. O'zgaras tok potentsiometrlari kuchlanish, e.yu.k., tok va elektr qarshiliklarini o'lchash, hamda namuna asboblari - ampermetr, voltmeter va vattmetrlarni tekshirish uchun qo'llaniladi.

O'zgaras tok potentsiometrlarining afzalliklari quyidagilardan iborat:

1. Yuqori aniqlik.
2. O'lchanayotgan kuchlanish manbaidan hech qanday quvvat sarflanmaydi.

Potentsiometrning qo'llanilishi. Shuni uqtirib o'tish kerakki, o'zgaras tok potentsiometrlari yordamida to'g'ridan-to'g'ri kuchlanish yoki e.yu.k. ni o'lchash mumkin. Shu sababli tok va qarshiliklarni o'lchash uchun bu qiymatlar o'zlariga proporsional bo'lgan kuchlanish yoki e.yu.k. ga aylantiriladi.

Tokni o'lchash. Potentsiometrlar bilan tok quyidagi sxema yordamida o'lchanadi (4.2-rasm).



4.2-rasm. O'zgaras tok potentsiometri bilan tok va noma'lum qarshilik o'lchash sxemasi

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

$$I_x = \frac{U_0}{R_0},$$

bu yerda U_0 – potensiometr shkalasidan olingan qiymat; R_0 – namuna qarshilikning qiymati.

Qarshilikni o'lchash. Noma'lum qarshilik R_x namuna qarshilik R_0 bilan ketma-ket ulanadi va ulardan I tok o'tkaziladi. (4.2-rasm).

Potensiometr yordamida R_0 va R_x qarshiliklardagi kuchlanish pasayishi U_0 va U_x lar o'lchanadi.

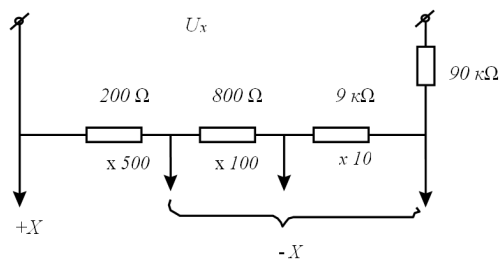
$$U_0 = IR_0 \quad (4.5)$$

$$U_x = IR_x \quad (4.6)$$

(4.5) ni (4.6) ga bo'lib, R_x ni hisoblash uchun quyidagi ifodadan foydalanamiz:

$$R_x = \frac{U_x}{U_0} R_0 \quad (4.7)$$

Kuchlanishni o'lchash. O'zgarmas tok potensiometri yordamida to'g'ridan-to'g'ri taxminan 2 Voltgacha bo'lgan kuchlanishlarni o'lchash mumkin. Qiymati 2 Voltdan katta bo'lgan kuchlanishlarni o'lchash uchun kuchlanish bo'lgichlari ishlatiladi, ya'ni kuchlanish bo'lgichlari yordamida potensiometrning o'lchash chegarasi kengaytiriladi.



4.3-rasm. Kuchlanish bo'lgichining sxemasi

4.3-rasmda KB-1 tipidagi kuchlanish bo'lgichining elektr sxemasi keltirilgan. Kuchlanish bo'lgichi to'rtta aktiv qarshilikdan iborat bo'lib, umumiy qarshiligi 100 kΩ, "X" qisqichlariga noma'lum kuchlanish ulanadi. Potensiometr bilan bu noma'lum kuchlanishning bir ulushi U_x , ya'ni "+" qisqichi bilan ikkinchi bo'lish koeffitsiyenti ko'rsatilgan qisqich orasidagi kuchlanish pasayishi o'lchanadi. O'lchanuvchi kuchlanish U_x quyidagi ifodadan hisoblash yo'li bilan topiladi:

$$U_x = U_K \frac{R_\delta}{R} = KU_K, \quad (4.8)$$

bu yerda: R_δ – 100 kΩ (bo'lgich qarshiligi); R – 200; 1000; 10000 Ω qiymatlariga teng bo'lishi mumkin; K – bo'lgich koeffitsiyenti; U_K – potensiometr shkalasidan olingan qiymat.

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

3. Ishning mazmuni

1. O'zgarmas tok potensiometrining sxemasi, ish prinsipi va alohida elementlarining vazifasi bilan tanishish.

2. Potensiometrning va boshqa yordamchi asboblarning texnik ma'lumotlari bilan tanishish va ularni 1-jadvalga yozib olish.

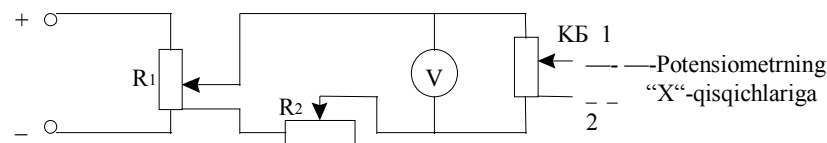
3. Voltmetrni tekshirish uchun sxema yig'ish va voltmetrni tekshirish (tajriba natijalari 2-jadvalga yozilsin).

4. Ampermetrni tekshirish uchun sxema yig'ish va ampermetrni tekshirish (tajriba natijalari 3-jadvalga yozilsin).

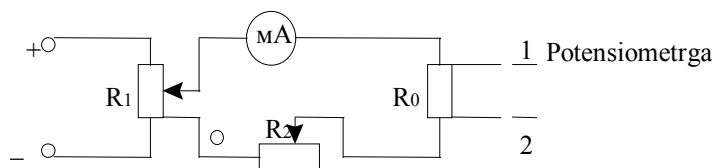
5. Berilgan qarshilikni o'lchash uchun sxema yig'ish va uni o'lchash (tajriba natijalari 4-jadvalga yozilsin).

Ulash sxemalari

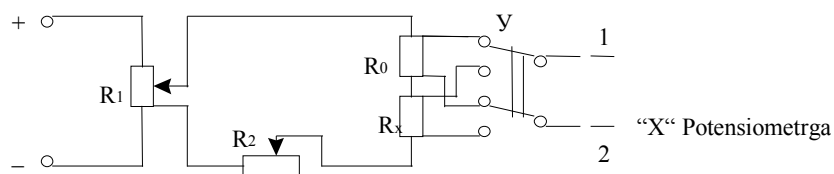
a) Voltmetrni tekshirish uchun sxema.



b) Ampermetrni tekshirish uchun sxema.



c) Qarshilikni o'lchash uchun sxema.



Eslatma:

1. Voltmetr va ampermetr sifatida M -231 tipli ko'p o'lchash chegarasiga ega bo'lgan voltampermetr ishlatiladi.
2. R_1 , R_2 qarshiligi o'rnida qarshilik magazini ishlatiladi.
3. Noma'lum R_X qarshiligi o'rniga voltmetrning qarshiligi o'lchanadi.

4.1-jadval

No	Asbobning nomi	Qaysi tizimga qarashli	Shartli belgisi	Asbobning nomeri	Aniqlik sinfi
I					
II					

4.2-jadval

No	O'lchashlar		Hisoblashlar	
	U_x	U_0	δ	β
	V	V	V	%

4.3-jadval

No	O'lchashlar		Hisoblashlar		
	I_x	U_0	I_0	δ	β
	bo'linma	mA	V	mA	%

4.4-jadval

No	O'lchashlar		Hisoblashlar	
	V_0	V_X	R_X	R_0
	V	V	Ω	Ω
				10 yoki 100

4. Nazorat savollari

1. Kompensatsion o'lchash usuli nimaga asoslangan? Uning afzalliklarini aytib bering.
2. O'zgarmas tok potentsiometrining prinsipial sxemasini chizing.
3. Potentsiometrlarda ish toki qiymati qanday o'rnatiladi?
4. Sxemada ish toki zanjirini ko'rsating.
5. Nima uchun ish toki qiymati o'lchash davomida o'zgarmaydi?
6. Potentsiometrlarning o'lchash chegarasi qanday yo'l bilan oshiriladi?

5 - LABORATORIYA ISHI

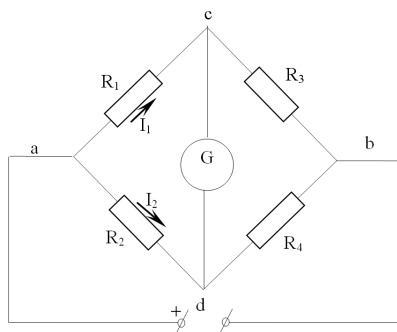
KO'PRIKLI SXEMALAR YORDAMIDA O'LCHASH. O'ZGARMAS TOK KO'PRIGI YORDAMIDA QARSHILIK O'LCHASH.

1. Ishning maqsadi

Qarshiliklarni ko'priklar yordamida o'lchash usulini o'rganish. O'zgarmas tokdagi yakka va qo'shaloq ko'priklarning tuzilishi va ular yordamida o'lchash texnikasi bilan tanishish.

2. Ishning nazariy qismi

Yakka o'zgarmas tok ko'prigi. Ko'priqli sxema yoki oddiygina qilib aytganda, ko'priklar yopiq zanjirni tashkil qiluvchi to'rtta qarshilikdan, nol' ko'rsatkich vazifasini bajaruvchi magnitoelektrik galvanometr bilan iboratdir (5.1- rasm).



5.1-rasm. Yakka o'zgarmas tok ko'prigi prinsipial sxemasi.

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

Ko'priklarning sxemasi shunday tuzilganki, bunda bitta yoki ikkita yelka qarshiliklarini o'zgartirib, ko'priklarning diagonalidan o'tayotgan tokni nolga tenglashtirish mumkin.

Bu holat ko'priklarning muvozanati deb yuritiladi. Ko'priklarning muvozanat holatiga keltirilganda $I_G = 0$ bo'ladi, ya'ni c va d nuqtalarning potentsiallari bir-biriga teng bo'ladi ($U_c = U_d$).

Shunga asoslanib, quyidagi ifodalarni yozish mumkin:

$$I_1 R_1 = I_2 R_2 \quad (5.1)$$

$$I_1 R_3 = I_2 R_4 \quad (5.2)$$

(5.1) tenglamani hadlab (5.2) tenglamaga bo'lib quyidagini olamiz:

$$R_1/R_2 = R_2/R_4, \quad (5.3)$$

yoki

$$R_1 R_4 = R_2 R_3, \quad (5.4)$$

(5.3) va (5.4) ifodalar ko'priklarning muvozanat shartini belgilaydi.

Ko'priklarning yordamida noma'lum qarshilikni (elektr qarshilikni) o'lchash uchun bu qarshilik istagan yelka qarshiligi o'rniga ulanadi va bitta yoki ikkita yelka qarshiliklarini o'zgartirib, galvanometr bilan o'tayotgan tok nolga tenglashtiriladi.

(5.4) ifodaga asoslanib, noma'lum qarshilik R_x ni quyidagicha topamiz (R_x birinchi yelka qarshiligi R_1 o'rniga ulangan);

$$R_x = (R_3/R_4)R_2, \quad (5.5)$$

bu yerda R_2 – solishtirma yelka qarshiligi deb yuritiladi.

Yakka o'zgarmas tok ko'priklari qarshiliklarni o'lchashda ancha qulay asbob hisoblanadi.

Noma'lum qarshilik tenglamasi (5.5) ga uchta qarshilik kiradi, ya'ni ko'priklarning o'lchash aniqligi asosan uchta qarshiliklarni tayyorlashdagi aniqlikka bog'liq. Bu qarshilik yuqori aniqlik bilan tayyorlanadi va xatoliklar 0,02 dan oshmasligi mumkin. Hamma qarshilik xatoliklari o'zaro qo'shilgan taqdirda ko'priklarning xatoligi 0,05÷0,1 ni tashkil qilishi mumkin.

Bundan tashqari ko'priklarning aniqligiga ulash uchun xizmat qiladigan simlarning qarshiligi ham ta'sir etadi. Shu sababli, yakka o'zgarmas tok ko'priklari 10 Ω va undan katta qarshiliklarni o'lchash uchun qo'llaniladi. Kichkina qarshiliklarni o'lchayotganda ulash uchun xizmat qiluvchi simlar qarshiligining o'lchash aniqligiga ta'sirini bilish uchun quyidagi misolni ko'ramiz. Faraz qilaylik, o'lchanishi kerak bo'lgan qarshilikning qiymati 1 Ω: ulash uchun xizmat qiluvchi har bir simning qarshiligi $R=0,01$ Ω bo'lsin. Bu holda ko'priklarning bilan o'lchangan qarshilik R_x+2r bo'ladi. Ulash simlarining qarshiligi tufayli vujudga kelgan nisbiy xatolik quyidagicha topiladi

$$\beta = \frac{2r}{R_x} \cdot 100\% = \frac{0,02}{1} \cdot 100\% = 2\%.$$

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

$$S_K = \frac{\Delta\alpha}{\frac{\Delta R_1}{R_1} \cdot 100\%} = \frac{\Delta\alpha}{\Delta R_1 \cdot 100} \cdot R_1 \left| \frac{\text{bo'lak}}{\%} \right|, \quad (5.6)$$

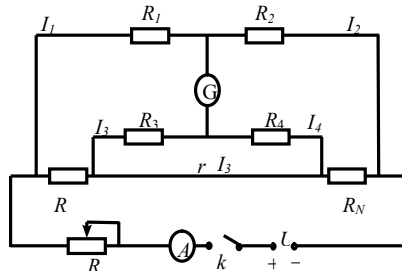
bu yerda $\Delta\alpha$ – galvanometr ko'rsatkichining og'ish burchagi (shkala bo'laklarida olinadi); $\frac{\Delta R_1}{R_1}$ – yelka qarshiligining nisbiy o'zgarishi.

Qo'shaloq o'zgaras tok ko'prigi. Qo'shaloq o'zgaras tok ko'priklari asosan 1Ω dan kichik bo'lgan qarshiliklarni o'lchash uchun xizmat qiladi. 5.2-rasmda uning prinsipial sxemasi keltirilgan.

R_N – namuna qarshilik;

R_X – noma'lum qarshilik;

r – ko'priklarning R_X va R_N qarshiliklari ulanadigan qisqichlarini o'zaro tutashtiruvchi simning qarshiligi.



5.2-rasm. Qo'shaloq o'zgaras tok ko'prigining prinsipial sxemasi.

R_N va R_X ketma-ket ulanib, ulardan I toki o'tkaziladi. Qo'shaloq ko'priklari asosan R_1 , R_2 , R_4 va R_3 qarshiliklardan iborat.

Ko'priklarning muvozanat holati $I_G=0$ ni hisobga olib, Kirxgofning ikkinchi qonuniga asosan quyidagi tenglamani yozamiz:

a) $R_X - R_3 - G - R_1$ konturi uchun quyidagi tenglamani yozamiz:

$$I_X R_X + I_3 R_3 - I_1 R_1 = 0 \quad (5.7)$$

b) $R_4 - R_N - R_2 - G$ konturi uchun:

$$I_4 R_4 + I_4 R_N - I_2 R_2 = 0 \quad (5.8)$$

v) $r - R_4 - R_2$ konturi uchun:

$$(I_X - I_3)r - I_4 R_4 - I_3 R_3 = 0 \quad (5.9)$$

(5.7), (5.8) va (5.9) tenglamalarni yechib, R_X ni topamiz:

$$R_X = R_N \frac{R_1}{R_2} + \frac{r \cdot R_4}{R_3 + R_4 + r} \left(\frac{R_1}{R_2} - \frac{R_3}{R_4} \right). \quad (5.10)$$

(5.10) tenglamadan R_X ni hisoblab topish ancha qiyin.

Ifodadan ko'rinib turibdiki, agar $\left(\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4} \right)$ sharti bajarilsa,

ifodaning o'ng tomonidagi ikkinchi qo'shiluvchi nolga teng bo'ladi va ifoda ancha soddalashadi. U holda ko'priklarning muvozanat sharti quyidagicha yoziladi:

$$R_X = R_N \frac{R_1}{R_2}. \quad (5.11)$$

Shunday qilib, qo'shaloq ko'priklarning muvozanat holatiga keltirilganda, bir vaqtda ikki shart bajariladi.

Ulash uchun xizmat qiladigan simlarning qarshiliklari o'lchash aniqligiga juda kam ta'sir qiladi; chunki ularning qiymati taxminan $0,01 \Omega$ ni tashkil qiladi va u R_1 , R_2 , R_3 , R_4 qarshiliklariga nisbatan juda kichik.

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

3. Ishning mazmuni

1. O'zgaras tok ko'prigining tuzilishi va ishlash prinsipi bilan tanishish.

2. Asbobning texnik ma'lumotlari bilan tanishish va ularni i-jadvalga yozib olish.

3. Yakka ko'priklari bilan qarshiliklarni o'lchash uchun sxemani yig'ish (5.4-rasm) va belgilangan qarshiliklarni o'lchash (o'lchash natijalarini 2-jadvalga yozing).

4. Namuna qarshilik $R_0=1000$ yoki 10000Ω ni o'lab, yakka ko'priknig xatoligini aniqlash.

3. Qo'shaloq ko'priknig bilan qarshilikni o'lash uchun sxemani yig'ish (5.5-rasm) va berilgan qarshiliklarni o'lash (o'lash natijalarini 3-jadvalga yozing).

4. Namuna qarshilik $R_0=0,1 \Omega$ ni o'lab, qo'shaloq ko'priknig xatoligini aniqlash.

5. Ko'priknig sezgirligini aniqlash.

5.1-jadval

№	O'lashlar			Hisoblashlar	
	R_1	R_2	R_3	R_x	β
	Ω	Ω	Ω	Ω	%

5.2-jadval

№	O'lashlar				Hisoblashlar	
	R_1	R_2	R_3	R_N	R_x	β
	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	%

Eslatma: Noma'lum qarshilik R_x sifatida voltmeter va ampermetrlarning qarshiliklarini o'lash mumkin.

4. Nazorat savollari

1. Yakka va qo'shaloq ko'priklarning ishlatilishi.
2. Yakka va qo'shaloq ko'priklarning elektr sxemalarini chizib bering.
3. Yakka va qo'shaloq ko'priklarning muvozanat shartini yozib bering.
4. Nima uchun yakka ko'priknig bilan kichkina qarshiliklarni aniq o'lash mumkin emas?
5. Qanday qilib kichkina qarshiliklarni qo'shaloq ko'priknig bilan o'laganda yuqori aniqlikka erishiladi?
6. Nima uchun r qarshiligi kichkina bo'lishi kerak?
7. Ko'priknig sezgirligi nimaga bog'liq?

6-LABORATORIYA ISHI

AVTOMATIK KO'PRIKNIG STATIK XARAKTERISTIKALARINI TEKSHIRISH

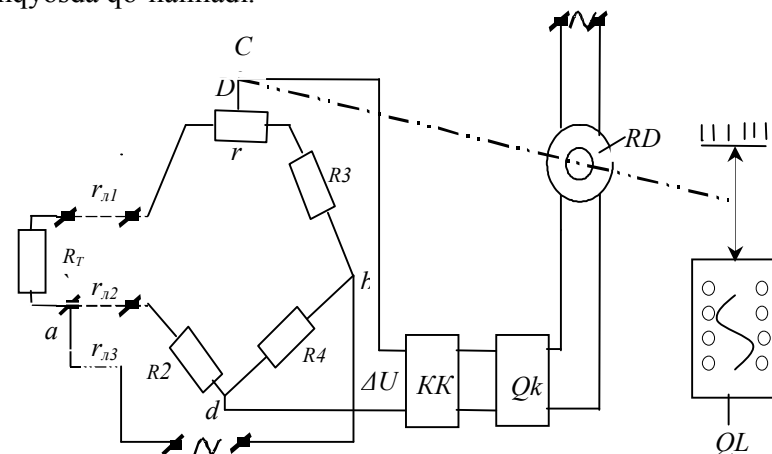
1. Ishning maqsadi

Avtomatik ko'priknig tuzilishi, ish prinsipi, o'lash sxemasini o'rganish va uning xarakteristikalarini aniqlash.

2. Ishning nazariy qismi

Muvozanatga keltirish jarayoni butunlay avtomatlashtirilgan ko'priknig avtomatik ko'priknig deb ataladi.

Avtomatik ko'priknig o'lanuvchi, ko'pincha noelektr qiymatlarning miqdorini uzluksiz ravishda ko'rsatib turish kerak bo'lgan hollarda, o'lanuvchi qiymatni vaqt bo'yicha o'zgarishini o'zi yozar mexanizm yordamida yozib olish, hamda texnologik jarayonlarni avtomatik ravishda rostlash va boshqarish uchun keng miqyosda qo'llaniladi.



6.1- rasm. Avtomatik ko'priknig prinsipial sxemasi.

RD – reversiv dvigatel; QL – qog'oz lenta; QK – quvvat kuchaytirgichi; KK – kuchlanish kuchaytirgichi; R_2, R_3, R_4 – ko'priknig yelka qarshiliklari; R_T – qarshiligi haroratga bog'liq bo'lgan qarshilik termometri (R_1 o'rniga ulangan); r_{11}, r_{12}, r_{13} liniya simlarning qarshiliklari; R - reoxord.

Avtomatik ko'prik muvozanat holatida bo'lganda kuchlanish $U_{cd}=0$ va dvigatelning rotori aylanmaydi. Ko'prik muvozanat holatidan chiqarilganda (R_T ni o'zgartirib), chiqish cd diagonalida ΔU kuchlanish hosil bo'ladi. Bu kuchlanishning qiymati va ishorasi R_T ning o'zgarishiga bog'liq.

Ko'prik chiqishidagi bu kuchlanish ΔU kuchlanish va quvvat kuchaytirgichlari yordamida kuchaytirilgandan so'ng dvigatelga ta'sir etib, uni harakatga keltiradi. Dvigatel aylanib, ko'prik muvozanatga kelguncha reoxordning dastagini (D) chap yoki o'ng tomonga suradi. Shu vaqtda dvigatel vali bilan mexanik bog'langan ko'rsatkich o'lchanuvchi qiymat birligida darajalangan shkala bo'ylab, yozuvchi mexanizmning perosi esa qog'oz lenta bo'ylab suriladi.

Ko'prik muvozanatga kelishi bilan ΔU nolga tenglashadi va dvigatel to'xtaydi, r_{11} va r_{12} liniya simlarining qarshiliklari tashqi muhit harorati o'zgarishiga bog'liq bo'lib, harorat ortishi bilan bu qarshilik qiymatlari ham biror miqdorga ortadi. Agar R_T qarshiligini ikki simli sxema bo'yicha ulasak, r_{11} va r_{12} qarshiliklar bitta yelka qarshiligiga qo'shiladi.

Tashqi muhit harorati o'zgarganda, bu qarshiliklar qiymatining o'zgarishi natijasida xatolik yuzaga keladi. Bu xatolik bo'lmasligi uchun R_T uch simli sxema bo'yicha ulanadi. (6,1- rasmga qaralsin). Bunday sxemaning xususiyati shundan iboratki: r_{11} liniya qarshiligi birinchi yelkaga r_{12} esa, ikkinchi yelka qarshiligiga qo'shiladi. Uchinchi sim orqali «a» nuqtaga kuchlanish manbai ulanadi. Natijada tashqi muhit harorati o'zgarishi bilan yelka ($R_T + r_{11}$) va ikkinchi yelka ($R_T + r_{12}$) qarshiliklari bir xil qiymatga ortadi. Shu sababli muvozanat shartiga binoan hech qanday xatolik paydo bo'lmaydi.

Hozirgi vaqtda avtomatik ko'priklar pech va boshqa obyektlardagi haroratni qarshilik termometrlari yordamida o'lchash, yozish va rostdash uchun keng qo'llaniladi.

Avtomatik ko'priklarning aniqligi qo'l bilan muvozanatga keltiriluvchi ko'priklarning aniqligiga nisbatan ancha past.

3. Ishning mazmuni

1. MSR – 1 tipdagi avtomatik ko'prikning elektr va kinematik sxemasi bilan tanishish.

2. Elektron avtomatik ko'prik EAK ning chiqish qisqichlarini qarshilik termometri yoki qarshilik magazini QM ni ulab, ko'priklarni tarmoqqa ulash.

3. Avtomatik ko'prikning statik xarakteristikasini tajriba yo'li bilan olish (o'lchash natijalarini 1-jadvalga yozing).

4. Avtomatik ko'prikning asosiy xatoliklarini va variatsiyasini aniqlash.

5. Ko'prik ko'rsatkichining butun shkalani bosib o'tish vaqtini aniqlash.

6. Avtomatik ko'prikning sezgirlik ostonasini aniqlash.

4. Ish bo'yicha tushuntirish va ko'rsatmalar

Qarshilik termometri sifatida mis termovarshilik qo'llaniladi. Uning qarshiligini graduировка jadvali quyida keltirilgan.

6.1-jadval

$T^{\circ}C$	0	10	20	30	40	50	60	70	80
$R_{GR} \Omega$	53,00	55,26	57,52	59,77	62,03	62,29	66,55	68,84	71,06

$T^{\circ}C$	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180
$R_{GR} \Omega$	73,32	75,58	77,84	80,19	82,35	84,61	86,87	89,13	91,38	93,6

Avtomatik ko'prikning statik xarakteristikasi harorat 0 dan to maksimal qiymatigacha, so'ngra maksimal qiymatidan to nolgacha $10^{\circ}C$ dan o'zgartirib, tajriba yo'li bilan olinadi. Buning uchun magazin qarshiligini asta-sekin o'zgartirib ko'rsatkich harorat-qiymati ko'rsatilgan nuqtaga aniq keltiriladi (masalan $10^{\circ}C$ ga).

Qarshilik magazini dekadalaridagi umumiy qarshilik R' bo'ladi, harorat qiymatlarini oshira borib shkalaning har $10^{\circ}C$ ga to'g'ri keluvchi hamma nuqtalari uchun shunday tajriba qaytariladi va magazin qarshiliklari R'' bilan belgilanadi.

Avtomatik ko'prikning xatoliklari quyidagi ifodalardan aniqlanadi:

a) mutlaq xatolik

$$\Delta^I = R_{TP} - R^I ; \Delta^II = R_{TP} - R^{II}$$

b) keltirilgan xatolik

$$\delta^I = \frac{\Delta^I}{R_O - R_C} \cdot 100\% ; \delta^{II} = \frac{\Delta^{II}}{R_O - R_C} \cdot 100\%$$

v) variatsiya

$$\gamma = R^{II} - R^I$$

g) keltirilgan variatsiya

$$\gamma_K = \frac{\gamma}{R_O - R_C} \cdot 100\%$$

R_O va R_C shkalaning oxirgi va boshlanishiga mos keluvchi R_{GR} ning qiymatlari.

Ko'rsatkichni butun shkalani bosib o'tish vaqti ikki xil: to'g'ri va teskari yo'nalishlar uchun aniqlanadi. Avtomatik ko'priknin sezgirlik ostonasi shkalani xohlagan uchta nuqtasi, ya'ni har bir nuqta uchun o'lchanuvchi qiymat miqdorini kamaytirib va orttirib aniqlanadi.

Sezgirlik boshlang'ich(eng kichik)qiymati quyidagi formuladan aniqlanadi.

$$S = \frac{\Delta R}{R_O - R_C} \cdot 100\%$$

6.2- jadval

N_0	T	R_{GR}	R'	R''	Δ^I	Δ^{II}	δ^I	δ^{II}	γ	γ_K
	oC	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	%	%	Ω	%
1										
2										
4										

5. Nazorat savollari

1. Avtomatik ko'prik qanday asosiy qism va elementlardan tashkil topgan?
2. Avtomatik ko'priknin ish prinsipini aytib bering.
3. Ko'priknin muvozanat shartini yozib bering.
4. Ko'prik elementlarining nima uchun xizmat qilishini aytib bering.
5. Nima uchun termovarshilik uch simli sxema bo'yicha ulanadi?
6. Avtomatik ko'priknin xatoliklarini aytib bering.
7. Avtomatik ko'priknin qo'llanilishini aytib bering.

7 - LABORATORIYA ISHI

ELEKTRON OSSILLOGRAF YORDAMIDA TO'G'RILANGAN KUCHLANISH EGRI CHIZIG'INI HOSIL QILISH VA KUZATISH

1. Ishning maqsadi

Elektron ossillografning tuzilishi, ish prinsipi va u yordamida har xil kattaliklarni aniqlash usullarini o'rganish. Elektron ossillografning ishlashi bilan amaliy tanishish.

2. Ishning nazariy qismi

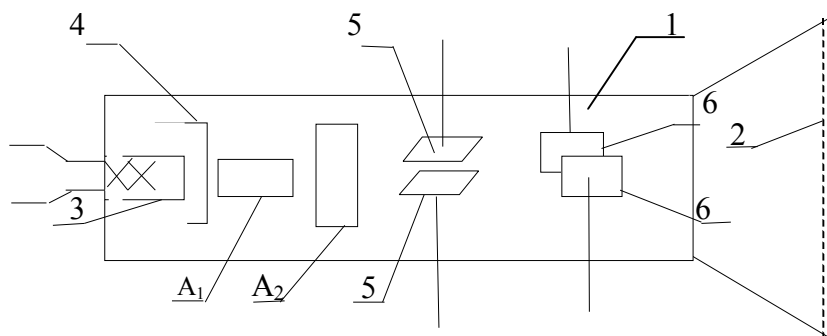
Elektron ossillograflar universal asbob hisoblanib, ular faqat elektr o'lchash laboratoriyalarida majburiy asbob bo'lmay, balki biologiya, medisina va boshqa fan va texnika sohalarida juda keng qo'llaniladi.

Elektron ossillograflar past va yuqori chastotali o'zgaruvchan tok va kuchlanishlarni o'lchash, qisqa vaqt ichida o'zgaruvchan va impulsli hodisalarni kuzatish, qayd qilish uchun xizmat qiladi. Ular yordamida hattoki chastotasi $10^{+3} MHz$ gacha bo'lgan jarayonlarni tekshirish mumkin.

Elektron ossillograf bir qancha qismlardan iborat: elektron nur trubkasi, vertikal va gorizontal og'ish kuchaytirgichlari, arrasimon kuchlanish generatori va manba bloki.

Elektron nur trubka ossillografning asosiy o'lchash mexanizmi bo'lib xizmat qiladi. Hozirgi vaqtda asosan, qizdirilgan katodli, elektrostatik fokuslash va boshqariladigan elektron nur trubka qo'llaniladi. Elektron nur trubka (1) oynali konussimon kolba shaklida yasaliib, keng asosi qavariq bo'ladi va uning ichki sirti maxsus lyuminozor qatlami bilan qoplanadi, hamda u ekran (2) vazifasini o'taydi (7.1-rasm). Bu ekran erkin elektronlar tushgan nuqtalardan nur sochish xususiyatiga egadir.

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

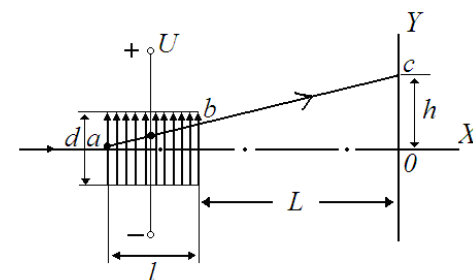


7.1.a -rasm. Elektron nur trubkaning sxemasi

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

Og'diruvchi tizim ikki juft: vertikal og'diruvchi 5 va gorizontal og'diruvchi 6 plastinkalardan iborat.

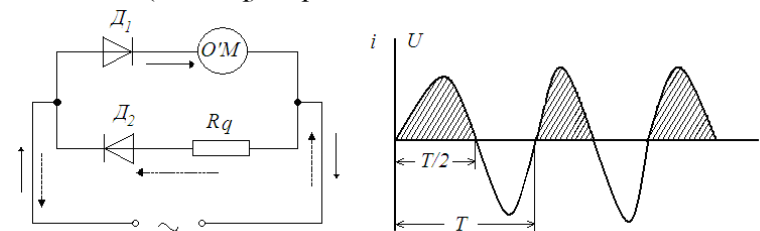
Agar qizdirgich tolasidan elektr toki o'tkazilsa, u cho'g'lanadi va katodni qizdiradi. Termoelektron emissiya hodisasi natijasida katod elektronlar chiqaradi. Agar boshqaruvchi elektrod 4 ga anod potensialiga nisbatan manfiy potensial berilsa, A_1 va A_2 anodlarning potensialini esa unga nisbatan musbat qilinsa, u holda elektronlar boshqaruvchi elektrodning sirtidan uning o'ziga tomon itariladi va teshik orqali musbat potensialli anodga intiladi. Birinchi anodning potensialini rostlab elektron dastani fokuslash, ekranda kichik (diametri 0,2+0,5 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 (7.1b-rasm) natijada yarqiroq dog' plastinkalarga berilgan kuchlanishning yo'nalishiga qarab yo pastga, yo yuqoriga ko'chadi.



7.1.b-rasm. Elektron nurini harakati.

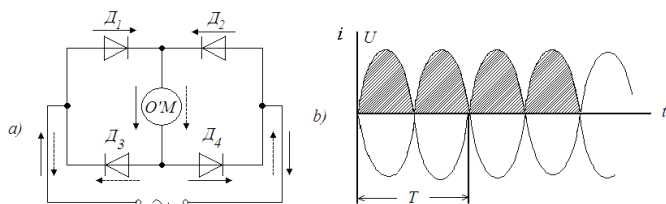
Gorizontal og'diruvchi plastinkalar ta'siri ham xuddi shunday, faqat ular nurni gorizontal bo'ylab og'diradi.

Agar electron ossillografning vertical og'diruvchi plastinkasiga 7.2 a-rasmda ko'rsatilgandek qilib, o'zgaruvchan tok zanjiriga ulansa, undan tokning faqat birinchi yarim to'iqini o'tadi (7.2 b-rasm). Teskari tomonga qarab D_1 orqali tok o'ta olmaydi, lekin ikkinchi diod (tarmoq) orqali o'tishi mumkin.



7.2-rasm bitta yarim davrli to'g'rilagich sxemasi, tok va kuchlanish o'zgarishining grafigi

Agar electron ossillografning vertical kanaliga 7.1 a- rasmda ko'rsatilgandek qilib, ko'prik sxemasi bo'yicha ulangan to'rtta diod tutashtirilsa, undan bir davr mobaynida tokning ikkita yarim to'liqini ham bir yonalishda o'tadi, (7.1 b- rasm) ya'ni ikkita yarim davrli sxema bo'yicha to'g'rilangan kuchlanish o'lchanayotgan kuchlanishning amplituda qiymatiga proporsional bo'ladi va vertical kanalning sezgirliqi ikki marta ortadi.



7.3-rasm ikkita yarim davrli to'g'rilagich sxemasi, tok va kuchlanish o'zgarishining grafigi

3. Ishning mazmuni

1. Elektron ossillografning sxemasi va ish prinsipi bilan tanishish.
2. Ossillografning boshqarish organlari bilan tanishish.
3. Yarim o'tkazgichli to'g'rilagichni ossillografik tekshirish uchun sxema yig'ish va to'g'rilangan kuchlanishning ossillogrammasini hosil qilish.

4. Ish bo'yicha ko'rsatmalar

1. Yorqinlik, fokuslash regulyatorlari yordamida ossillograf ekrani markazida yorqin nuqta hosil qilish kerak.
2. 3-punktini bajarish uchun esa stendda ko'rsatilgan (tasvirlangan) sxemani yig'ish kerak. Kuchaytirgichlarning sezgirligi o'zgarishi bilan, hamda vaqt yoymasining regulyatori yordamida ossillograf ekranida to'g'rilangan kuchlanish egri chizig'ini ikki hol uchun (fil'trli va fil'trsiz, bitta yarim davrli va ikkita yarim davrli to'g'rilash) hosil qilish va uni chizib olish kerak.

5. Nazorat savollari

1. Elektron nur trubkaning tuzilishi qanday?
2. Elektron nur trubkada tasvir qanday hosil bo'ladi?
3. Bitta yarim davrli to'g'rilagich sxemasini chizing va tushuntirib bering?
4. Ikkita yarim davrli to'g'rilagich sxemasini chizing va tushuntirib bering?

8 - LABORATORIYA ISHI

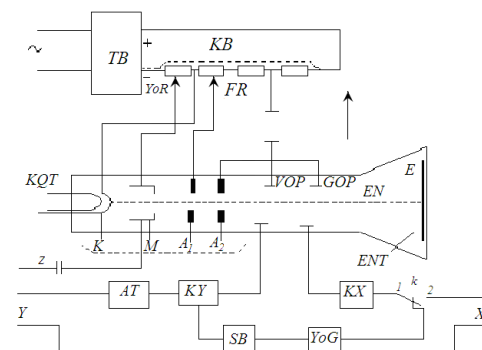
ELEKTRON OSSILLOGRAF VA U YORDAMIDA TURLI KATTALIKLAR (CHASTOTA, FAZA SILJISH BURCHAGI VA H.K.)NI O'LCHASH

1. Ishning maqsadi

Elektron ossillografning tuzilishi, ish prinsipi va u yordamida har xil kattaliklarni aniqlash usullarini o'rganish. Elektron ossillografning ishlashi bilan amaliy tanishish.

2. Ishning nazariy qismi

Elektron ossillograf bir qancha qismlardan iborat: elektron nur trubkasi, vertikal va gorizontal og'ish kuchaytirgichlari, arrasimon kuchlanish generatori va manba bloki. (8.1-rasm.)

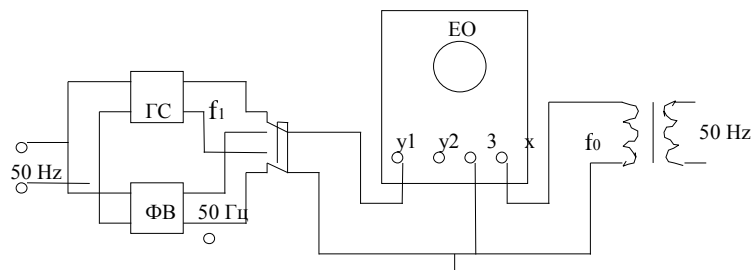


8.1-rasm. Elektron ossillografning blok-sxemasi

Sxemadagi belgilar: ENT – elektron nur trubka, ET – elektron to'pi, EN – elektron nur, E – ekran, K – katod, KQT katod qizdirgichining tolasi, M-modulyator, A1, A2 – birinchi va ikkinchi anodlar, GOP – gorizontal og'irish plastinkasi, TB – ta'minlash bloki, KB – kuchlanish bo'lgich, YoR – yorqinlik regulyatori, FR–fokuslash regulyatori, AT – attenyuator (kuchsizlantiruvchi), SB –sinxronlashtirish bloki.

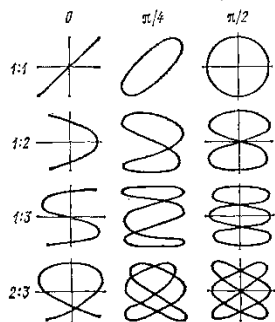
Ogʻdiruvchi tizim ikki juft: vertical va gorizontal ogʻdiruvchi plastinkalardan iborat.

Agar ikkala ogʻdiruvchi plastinkalarga, sinusoida boʻyicha oʻzgaruvchan kuchlanish U_y va U_x berilgan boʻlsa, u holda, bu kuchlanishlarning amplitudasiga, fazasiga va chastotasiga qarab elektron nur ekranda Lissaju shakllarini yozadi (8.2- rasm).



8.2-rasm. Lissaju figuralari boʻyicha chastota va faza farqini aniqlash.

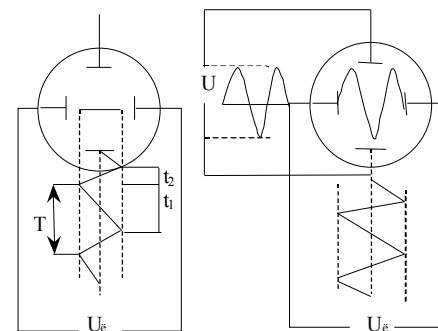
Bunda, masalan gorizontal ogʻdiruvchi plastinkaga maʼlum chastotali sinusoidal kuchlanish, vertikal ogʻdiruvchi plastinkaga esa nomaʼlum tekshirilayotgan kuchlanish berib, hosil boʻlgan Lissaju shakllari boʻyicha nomaʼlum kuchlanishning fazasi, chastotasi haqida fikr yuritish mumkin. (8.3 -rasm).



8.3 –rasm Lissaju shakllari.

Bizni qiziqtiradigan kattalikning vaqt boʻyicha oʻzgarish egri chizigʻini olish uchun, odatda, gorizontal ogʻdiruvchi plastinkalarga chiziqli oʻzgaruvchan kuchlanish U_{yo} qoʻyish kerak, vertikal ogʻdiruvchi plastinkalarga esa nomaʼlum kuchlanish beriladi. Bunda

ekranda toʻgʻri burchakli koordinatalarda nomaʼlum kuchlanishning oʻzgarish egri chizigʻi hosil boʻladi (8.4-rasm).



8.4-rasm. Nomaʼlum kuchlanish egri chizigʻi.

Chiziqli oʻzgarishni taʼminlash uchun yoyuvchi kuchlanish U , arrasimon boʻlishi kerak. Bunday kuchlanish yoyma generatori deb ataladigan generator bilan hosil qilinadi. Nomaʼlum kuchlanish egri chizigʻi ekranda qoʻzgʻalmay turishi uchun nomaʼlum kuchlanish chastotasini maxsus sinxronlash qurilmasi yordamida sinxronlashtiriladi.

Agar vertikal ogʻdiruvchi plastinkalarga kuchlanish berilmasa, arrasimon kuchlanishning taʼsirida nurlanuvchi dogʻ ekranda gorizontal chiziq boʻyicha t_1 vaqt oraligʻida chapdan oʻngga suriladi va juda qisqa t_2 vaqt oraligʻida dogʻ avvalgi holatiga (oʻngdan chapga) qaytadi.

Agar vertikal plastinkalarga sinusoidal kuchlanish berilsa, ekranda bu kuchlanishning yoyilishi hosil boʻladi.

Elektron ossillograflar tekshirilayotganda ularda aylanma yoyma hosil qilish ham katta ahamiyatga ega. Buning uchun vertikal va gorizontal ogʻdiruvchi plastinkalarga bir xil, lekin faza jihatidan 90° ga farq qiladigan kuchlanish beriladi. Bu holda ekranda hosil boʻlgan dogʻning X va Y oʻqlari boʻyicha surilishi quyidagi parametrik tenglama bilan ifodalanadi:

$$X = S_{0x} U_{mx} \sin \omega t;$$

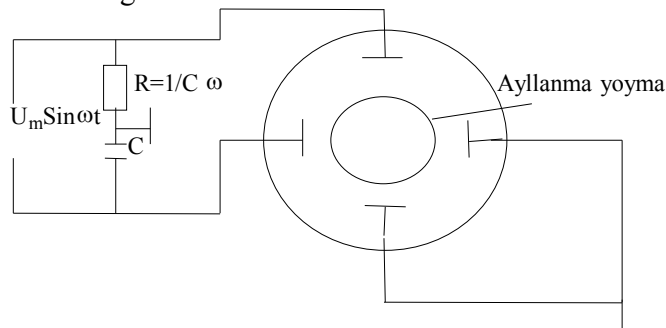
$$Y = S_{0y} U_{my} \cos \omega t,$$

bu yerda S_0 va U_m lar X va Y oʻqlari boʻyicha kuchlanishlarning amplituda qiymati va sezgirligi boʻlib, ularni shunday tanlash kerakki, $S_{0x} U_{mx} = S_{0y} U_{my} = A$ sharti bajarilsin. U holda yuqoridagi ikki

parametrik tenglamani kvadratga ko'tarib qo'shsak va $\sin^2 \omega t + \cos^2 \omega t = 1$ ligini hisobga olsak, A radiusli aylana tenglamasi hosil bo'ladi.

$$X^2 + U^2 = A^2$$

Aylanma yoymani hosil qilish uchun ulanadigan sxema 8.5-rasmda ko'rsatilgan.



8.5-rasm. Aylanma yoyma hosil qilish sxemasi.

3. Ishning mazmuni

1. Elektron ossillografning sxemasi va ish prinsipi bilan tanishish.
2. Ossillografning boshqarish organlari bilan tanishish.
3. Lissaju figuralari bo'yicha chastota va faza farqini aniqlash uchun sxema yig'ish va ularning kattaliklarini ellips usulida topish.
4. Aylanma yoyma usuli bilan chastotani aniqlash uchun sxema yig'ish.

4. Ish bo'yicha ko'rsatmalar va hisoblash formulalari

1. Ossillograf ekrani markazida yorqin nuqtani yorqinlik fokuslash regulyatorlari yordamida hosil qilish kerak.
2. Elektron ossillograf ekranida Lissaju shakllarini hosil qilish uchun og'diruvchi plastinkalarda sinusoidal kuchlanishlar berilishi kerak.
3. Lissaju figuralari usuli bilan chastota topilayotganda ossillograf ekranida qo'zg'almas figura hosil qilish kerak.

Noma'lum kuchlanish chastotasi quyidagi formuladan topiladi.

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

bu yerda f_0 - aniq chastota.

$n_x n_y$ - hosil qilingan egri chiziqning X va Y o'qlari bo'yicha kesishgan nuqtalar soni (8.8-rasm)

4. Ikki sinusoidal kuchlanish orasidagi fazalar farqini ellips usuli bilan topilayotganda quyidagi formuladan foydalaniladi. (8.6-rasm)

$$\sin \varphi = \frac{X_0}{A}; \text{ yoki } \sin \varphi = \frac{Y_0}{B}$$

X_0, A, Y_0, B kesmalar ellips bo'yicha topiladi.

Ikki kuchlanish (U_1 va U_2) orasidagi faza siljish burchagi 8.9-rasm bo'yicha quyidagi formuladan topiladi:

$$\varphi = \frac{\Delta t}{T} 360^\circ$$

bu yerda Δt va T lar 8.9-rasmdan yozib olinadi.

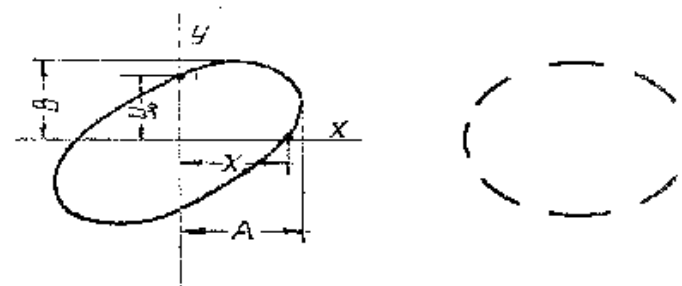
5. Aylanma yoyma usuli bilan chastota topilayotganda noma'lum chastotali kuchlanish (signallar generatoridan) ossillografning to'riga (boshqaruvchi elektrodirga) beriladi. (8.7-rasm).

Noma'lum chastota quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

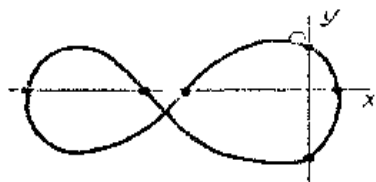
$$f = n f_0$$

bu yerda f_0 - aniq kuchlanish chastotasi (50 Hz)

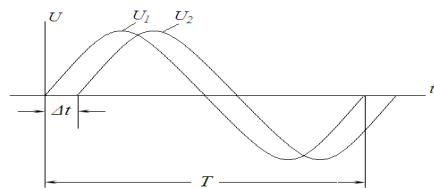
n - hosil bo'lgan egri chiziqdagi yorqin yo'ylar soni



8.6-rasm. Ellipsjidal yoyma. 8.7-rasm. Aylanma yoyma.



8.8-rasm.Lissaju shakli



8.9-rasm.Sinusoidal kuchlanishlarning grafigi.

5. Nazorat savollari

1. Elektron ossillografning blok sxemasini chizing.
2. Ossillograf bloklarining vazifasi nimadan iborat?
3. Chiziqli yoyma qanday hosil bo'ladi?
4. Lissaju figuralari qanday hosil bo'ladi? Aylanma yoymachi?
5. Noma'lum kuchlanish chastotasi, ikki kuchlanish orasidagi faza farqi qanday o'lchanadi?
6. Elektron ossillograf nima maqsadlarda ishlatiladi?
7. Elektron ossillografning afzalligi va kamchiliklari nimadan iborat?

1 – AMALIY MASHG'ULOT.

ELEKTR O'LCHASH ASBOBLARINING XATOLIQLARI VA ULARNING METROLOGIK XARAKTERISTIKALARINI O'RGANISH

Reja:

1. O'lchash xatoliklari, ularning tabaqalanishi.
2. Elektr o'lchash asboblarning aniqlik klasslari.
3. Elektr o'lchash asboblarning asosiy metrologik xususiyatlari.

Kalit so'zlar: o'lchash xatoligi, muntazam xatolik, tasodifiy xatolik, aniqlik klassi, o'lchash diapazoni, o'zgartirish funksiyasi, sezgirlik, ishonchlilik va h.k.

Amaliy mashg'ulot zamonaviy pedagogik texnologiya elementlari, masalan, interaktiv metodlarni qo'llagan holda o'tkaziladi.

Darsda ko'rgazmali materiallar, tarqatma materiallar, plakatlardan foydalaniladi. Elektr o'lchash asboblarning mavzuga oid xatoliklarini hisoblash, metrologik xususiyatlarini aniqlash bo'yicha masala, misollar echiladi.

1. O'lchash xatoliklari, ularning tabaqalanishi

O'lchash xatoligi – o'lchash natijasini kattalikning chinakam (haqiqiy) qiymatidan chetlashuvi (og'ishuvi) ni ifodalovchi o'lchashning sifat mezon.

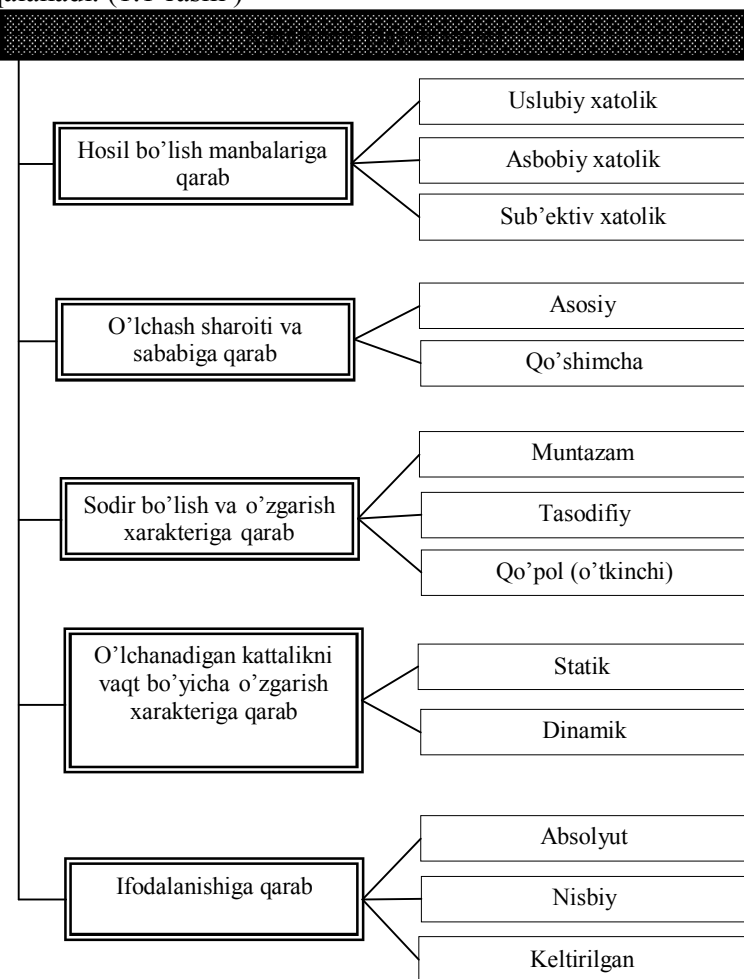
O'lchash xatoliklari turli sabablarga ko'ra turlicha ko'rinishda namoyon bo'lishi mumkin:

- o'lchash vositasidan foydalanishda uni sozlashdan yoki sozlash darajasini siljishidan kelib chiquvchi sabablar;
- o'lchash obyektini o'lchash joyiga (pozitsiyasiga) o'rnatishdan kelib chiquvchi sabablar;
- o'lchash vositalarining zanjirida o'lchash ma'lumotini olish, saqlash, o'zgartirish va tavsiya etish bilan bog'liq sabablar;
- o'lchash vositasi va obyektiga nisbatan tashqi ta'sirlar (temperatura, bosimning o'zgarishi, elektr va magnit maydonlarining ta'siri, turli tebranishlar va h.k.) dan kelib chiquvchi sabablar;

- o'lchash obyektining xususiyatlaridan kelib chiquvchi sabablar;
- operatorning malakasi va holatiga bog'liq sabablar va shu kabilar.

O'lchash xatoliklarini kelib chiqish sabablarini taxlil qilishda eng avvalo o'lchash natijasiga salmoqli ta'sir etuvchilarini aniqlash lozim bo'ladi.

O'lchash xatoliklari u yoki bu xususiyatiga ko'ra quyidagicha tabaqalanadi. (1.1-rasm)



1.1-rasm.

O'lchash xatoliklari ifodalanishiga qarab quyidagi turlarga bo'linadi:

- **Absolyut xatolik.** Bu xatolik kattalik qanday birliklarda ifodalanayotgan bo'lsa, shu birlikda tavsiflanadi. Masalan, $0,2 \text{ V}$; $0,05 \text{ mA}$ va h.k. Absolyut xatolik quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta = A_x - A_0,$$

bu yerda, Δ – absolyut xatolik; A_x – o'lchash natijasi; A_0 – kattalikning haqiqiy qiymati.

Absolyut xatolikni teskari ishora bilan olingani tuzatma deb ataladi.

$$\delta = -\Delta$$

Odatda, o'lchash asboblarning xatoligi keltirilgan xatolik bilan belgilanadi.

Absolyut xatolikni asbob ko'rsatishining eng maksimal qiymatiga nisbatini prosentlarda olinganiga keltirilgan xatolik deb ataladi.

$$\beta_{\kappa} = \frac{\Delta}{A_{x\max}} \cdot 100\%,$$

bu yerda $A_{x\max}$ – o'lchanadigan kattalikning maksimal qiymati, yoki yuqori o'lchash chegarasi.

- **Nisbiy xatolik** – absolyut xatolikni haqiqiy qiymatga nisbatini bildiradi va foiz (%) da ifodalanadi:

$$\beta = \frac{\Delta}{A_0} \cdot 100\%.$$

O'lchash sharoiti tartiblariga ko'ra xatoliklar quyidagilarga bo'linadi:

- **Statik xatoliklar** – vaqt mobaynida kattalikning o'zgarishiga bog'liq bo'lmagan xatoliklar. O'lchash vositalarining statik xatoligi shu vosita bilan o'zgarmas kattalikni o'lchashda hosil bo'ladi. Agar o'lchash vositasining pasportida statik sharoitlardagi o'lchashning chegaraviy xatoliklari ko'rsatilgan bo'lsa, u holda bu ma'lumotlar dinamik sharoitlardagi aniqlikni tavsiflashga nisbatan tatbiq etila olmaydi.

- **Dinamik xatoliklar** – o'lchanayotgan kattalikning vaqt mobaynida o'zgarishiga bog'liq bo'lgan xatoliklari hisoblanadi. Dinamik xatoliklarning vujudga kelishi o'lchash vositalarining

o'lchash zanjiridagi tarkibiy elementlarning inersiyasi tufayli deb izohlanadi. Bunda 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;
- qo'shimcha xatoliklarga bo'linadi.

Normal (graduironka) sharoitda ishlatiladigan asboblarda hosil bo'ladigan xatolik asosiy xatolik deyiladi. Normal sharoit deganda harorat $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, havo namligi $65\% \pm 15\%$, atmosfera bosimi (750 ± 30) mm.sim.ust., ta'minlash kuchlanishi nominalidan $\pm 2\%$ ga o'zgarishi mumkin va h.k.

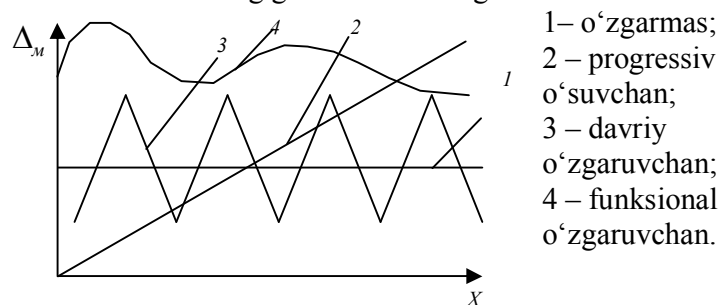
Agar asbob shu sharoitdan farqli bo'lgan tashqi sharoitda ishlatilsa, hosil bo'ladigan xatolik qo'shimcha xatolik deyiladi.

IV. Mohiyati, o'zgarish xarakteri va bartaraf etish imkoniyatlariga ko'ra:

- Muntazam xatoliklar;
- tasodifiy xatoliklar;
- qo'pol xatoliklar yoki yanglishuv xatoliklariga 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 xatolikning kelib chiqish sabablari turli tuman bo'lib, tahlil va tekshiruv asosida ularni aniqlash va qisman yoki butkul bartaraf etish mumkin bo'ladi. Quyida keltirilgan 1.2-rasmda muntazam xatolikning guruhlarini keltirilgan.



1.2 –rasm.

Tasodifiy xatolik - biror fizik kattalikni takror o'lchaganda hosil bo'ladigan, o'zgaruvchan, ya'ni ma'lum qonuniyatga bo'ysunmagan holda kelib chiqadigan xatolikdir. Bu xatolik ayni paytda nima sababga ko'ra kelib chiqqanligi noaniqligicha qoladi, shuning uchun ham uni yo'qotish mumkin emas. Haqiqatda o'lchash natijasida tasodifiy xatolikni mavjudligi takror o'lchashlar natijasida ko'rinadi va uni hisobga olish, o'lchash natijasiga uni ta'siri (ya'ni o'lchash aniqligini baholash) matematik statistika usuli yordamida amalga oshiriladi.

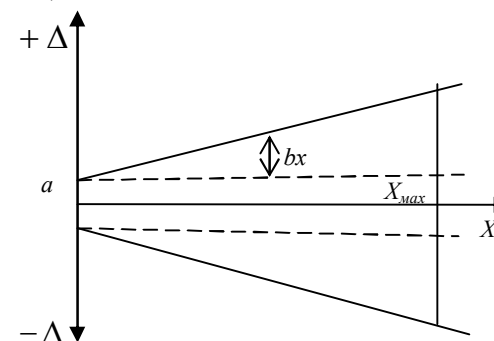
2. O'lchash asboblarning aniqlik klasslari

Aniqlik klassi – bu o'lchash vositalarining shunday umumlashgan karakteristikasi bo'lib, ularning yo'l qo'yishi mumkin bo'lgan asosiy va qo'shimcha xatoliklarining chegarasi bo'yicha belgilanadi. Demak, aniqlik klassi o'lchash vositasining aniqlik ko'rsatkichi emas, balki uning xususiyatlari bilan belgilanadi, aniqlanadi.

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 maksimal qiymati quyidagicha ifodalanadi:

$$|\Delta|_{\max} = |a| + |b \cdot x|$$

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 (1.3-rasm)



1.3-rasm. Absolut xatolikning o'zgarish grafigi.

O'lchash asboblari ko'pincha yo'l qo'yilishi mumkin bo'lgan xatoligi bo'yicha klasslarga bo'linadi. Masalan: elektromexanik turidagi ko'rsatuvchi asboblarda standart bo'yicha quyidagi aniqliklar ishlatiladi:

$$\delta_{an.kl} \in \{0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1; 1,5; 2,5; 4\}$$

Odatda, asboblarning aniqlik klasslari asbobning shkalasida beriladi va ularning keltirilgan xatoligini bildirib, quyidagicha bog'langan bo'ladi

$$\delta_{an.kl} = \beta_{kmax} \geq \beta_k; \quad \delta_{an.kl} = \beta_{kmax} \geq \beta_k = \Delta / A_{xmax}$$

Agar o'lchash asbobining shkalasidagi aniqlik klassi aylana bilan chegaralangan bo'lsa, masalan 1,5, u holda bu asbobning xatoligi shkala oxirida 1,5 % ga tengligini bildiradi.

Agar o'lchash asbobining aniqlik klassi chiziqli bo'lsa, u holda aniqlik klassi raqami keltirilgan xatolikning qiymatini bildiradi. Agar asbobning shkalasida aniqlik klassi yonbosh kasr chizig'i bilan berilgan bo'lsa, masalan, 0,02/0,01 u holda asbobning shkalasining oxiridagi xatoligi $\pm 0,02$ % shkalaning boshida esa $\pm 0,01$ % ekanligini bildiradi.

3. Elektr o'lchash asboblarining asosiy metrologik xususiyatlari.

Har qanday o'lchash asbobini tanlashda eng avvalo uning metrologik tavsiflariga e'tibor berishimiz lozim bo'ladi.

O'zgartirish funksiyasi - buni analogli o'lchash asboblarida shkala tenglamasidan ham bilishimiz mumkin. Tanlanayotgan asbobda o'zgartirish funksiyasi chiziqli bo'lishi qaydnomalarni olishni osonlashtiradi, sub'ektiv xatoliklarni esa kamaytiradi.

Sezgirli. Umuman sezgirlik - bu o'lchash vositasining tashqi signalga nisbatan ta'sirchanligi, sezuvchanligidir. Umumiy holda sezgirlik o'lchash vositasining chiqish signali orttirmasini, kirish signali orttirmasiga nisbatidan aniqlanadi:

$$S = \lim_{\Delta X \rightarrow 0} \Delta Y / \Delta X \approx \Delta Y / \Delta X;$$

Bevosita ko'rsatuvchi asboblarda uchun sezgirlik asbob qo'zg'aluvchan qismining og'ish burchagini o'lchanadigan kattalik bo'yicha birinchi hosilasi bo'lib, quyidagicha ifodalanadi:

$$S = d\alpha / dx,$$

bu yerda $d\alpha$ - asbob qo'zg'aluvchan qismining og'ish burchagi.

Sezgirlik ostonasi - boshlang'ich sezuvchanlik bu o'lchanadigan kattalikning shunday eng kichik. (boshlang'ich) qiymatiki, u o'lchash asbobining chiqish signalini sezilarli o'zgarishiga olib keladi.

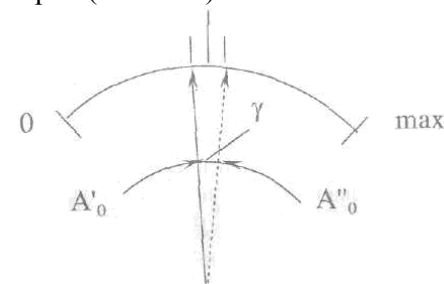
$$S = X_{min} / X_{nom} * 100\%,$$

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

Asbob ko'rsatishining variatsiyasi - o'lchanayotgan kattalikning biror qiymatini, o'lchash sharoitini o'zgartirmagan holda, takror o'lchaganda hosil bo'ladigan eng katta farqdir va u quyidagicha aniqlanadi:

$$\gamma = \frac{A'_0 - A''_0}{A_{xmax}} * 100\%,$$

bu yerda A'_0, A''_0 - o'lchanayotgan kattalikning (namunaviy asbob yordamida) takror o'lchashdagi qiymatlari. Variatsiya asosan qo'zg'aluvchan qismi tayanchga o'rnatilgan asboblarda ishqalanish hisobiga kelib chiqadi.(1.4-rasm)



1.4 –rasm Absolut ko'rsatishining variatsiyasi.

Asbobning o'lchash xatoligi. Bu xatolik sifatida mutlaq xatolik, nisbiy xatolik yoki keltirilgan xatolik berilgan bo'lishi mumkin. Bu xatoliklar xususida yuqorida yetarli ma'lumotlar berilgan.

O'lchash diapazoni. Bu asosan ko'p diapazonli asboblarga tegishli. Aksariyat hollarda asbobning har bir o'lchash diapazoniga taalluqli xatoliklari ham beriladi.

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

Xususiy energiya sarfi o'lchash asbobining tizimiga va konstruktiv ishlanishiga bog'liq bo'lib, ayniqsa, kichik quvvatli zanjirlarda o'lchashlarni bajarishda juda muhimdir.

Ishonchliligi (chidamliligi) - o'lchash vositasining ma'lum o'lchash sharoitida, belgilangan vaqt mobaynida o'z metrologik xususiyatlarini (ko'rsatkichlarini) saqlashidir. Bu ko'rsatkichlarni chegaradan chiqib ketishi asbobni layoqatligi pasayib ketganligidan dalolat beradi. O'lchash asbobining ishonchliligi, odatda, buzilmasdan ishlash ehtimolligi bilan baholanadi va taxminan quyidagicha topiladi.

$$\tau = n / n_{um} ,$$

bu yerda n – ishonchlilikka sinalgan asboblar soni; n_{um} – umumiy (ko'p seriyali) ishlab chiqarilgan asboblar soni.

1 - masala: Yuqori o'lchash chegarasi 5A bo'lgan ampermetr shkalasining 1,2,3,4,5 nuqtalariga mos ravishda 0,975; 2,025; 3,041; 4,025; 4,959A to'g'ri kelganda, asbobning aniqlik klassini toping?

Yechish: O'lchash asbobining absolyut xatoligi $\Delta X_i = \Delta X_k - \Delta X_h$ larni hisoblaymiz:

$$\Delta X_1 = 1 - 0,975 = 0,025; \quad \Delta X_2 = 2 - 2,025 = -0,025; \quad \Delta X_3 = 3 - 3,041 = -0,041;$$

$$\Delta X_4 = 4 - 4,025 = 0,025; \quad \Delta X_5 = 5 - 4,959 = 0,041.$$

Nisbiy xatoligini hisoblaymiz:

$$\beta_1 = \frac{0,025}{0,975} 100\% = 2,6\%; \quad \beta_2 = \frac{-0,025}{2,025} 100\% = -1,2\%;$$

$$\beta_3 = \frac{-0,041}{3,041} 100\% = 1,3\%; \quad \beta_4 = \frac{-0,025}{4,024} 100\% = 0,6\%;$$

$$\beta_5 = \frac{0,041}{4,959} 100\% = 0,82\%$$

Asbobning keltirilgan xatoligi quyidagi formula bo'yicha topiladi:

$$\beta_k = \frac{\Delta X_i}{X_{max}} 100\%; \quad \beta_{k_1} = \frac{0,025}{5} 100\% = 0,5\%;$$

$$\beta_{k_2} = \frac{-0,025}{5} 100\% = -0,5\%; \quad \beta_{k_3} = \frac{-0,041}{5} 100\% = -0,82\%;$$

$$\beta_{k_4} = \frac{-0,025}{5} 100\% = -0,5\%; \quad \beta_{k_5} = \frac{0,041}{5} 100\% = 0,82\%.$$

O'lchash asbobining aniqlik klassi keltirilgan xatolikning eng katta qiymatini katta tomoniga yaxlitlangan qiymatiga teng, ya'ni **1** bo'ladi.

2- masala: $I = 4A$ tokni o'lchash kerak. Buning uchun ikkita ampermetrdan foydalanish imkoniyati mavjud. Ulardan birining aniqlik klassi 0,5 va yuqori o'lchash chegarasi **20A** ga, ikkinchisining esa aniqlik klassi 1,5 va yuqori o'lchash chegarasi **5A**. Qaysi ampermetrda asosiy nisbiy xatolikning ruxsat etilgan chegarasi kichik ekanligini va qaysi ampermetrdan foydalanish maqsadga muvofiqligini aniqlang?

Yechish: Aniqlik klassi **0,5** bo'lgan ampermetr uchun asosiy xatolikning ruxsat etilgan chegarasi:

$$\Delta I_1 = \frac{\delta_{an.k} \cdot I_{1nom}}{100} = \pm \frac{0,5 \cdot 20}{100} = \pm 0,1A$$

Aniqlik klassi **1,5** bo'lgan ampermetr uchun esa

$$\Delta I_2 = \frac{\delta_{an.k} \cdot I_{2nom}}{100} = \pm \frac{1,5 \cdot 5}{100} = \pm 0,075 A \text{ ga teng bo'ladi.}$$

Nisbiy xatolikning eng katta qiymatlari quyidagicha aniqlanadi:

Aniqlik klassi **0,5** bo'lgan ampermetr bilan tok o'lchanganda

$$\delta_{1,m} = \frac{\Delta I_1}{I} 100\% = \frac{0,1}{4} 100\% = \pm 2,5\%$$

Aniqlik klassi **1,5** bo'lgan ampermetr bilan tok o'lchanganda

$$\delta_{2,m} = \frac{\Delta I_2}{I} 100\% = \frac{0,075}{4} 100\% = \pm 1,9\%.$$

Hisoblashlar natijasini solishtirib, xulosa qilish mumkinki **4A** tokni o'lchash uchun aniqlik klassi **1,5** va yuqori o'lchash chegarasi

5.4 bo'lgan ampermetrdan foydalanish to'g'ri va maqsadga muvofiq bo'ladi.

3- masala: O'lchash chegarasi $\pm 50^{\circ}\text{C}$ va aniqlik klassi $0,4/0,6$ bo'lgan termometrning ko'rsatkichi $t=25^{\circ}\text{C}$ ni ko'rsatgan. O'lchanadigan harorat nimaga teng?

Yechish: Muayyan termometr uchun ruxsat etiladigan xatolik chegarasi quyidagicha aniqlanadi:

$$\bar{\beta} = \pm \left[c + d \left(\left| \frac{\Delta T}{t} \right| - 1 \right) \right] = \left[0,4 + 0,6 \left(\left| \frac{50}{25} \right| - 1 \right) \right] = \pm 1,0\%$$

Absolyut xatolikning yo'l qo'yiladigan chegarasi esa,

$$\Delta \bar{t} = \pm \bar{\beta} t / 100\% = 1,0 \cdot 25 / 100 = \pm 0,25^{\circ}\text{C} \text{ ga teng.}$$

Shunday qilib, o'lchanadigan harorat $t = (25 \pm 0,25)^{\circ}\text{C}$ ga teng bo'ladi.

4. Nazorat savollari

1. O'lchash xatoligi deb nimaga aytiladi?
2. Xatolikni kelib chiqish sabablarini tushuntiring?
3. O'lchash asbobining aniqlik klassi deganda nimani tushunasiz?
4. O'lchash asboblarining metrologik xususiyatlariga nimalar kiradi?

2-AMALIY MASHG'ULOT.

TASODIFIY XATOLIKLARNING TAQSIMLANISH QONUNIYATLARINI O'RGANISH. BEVOSITA VA BILVOSITA O'LCHASH NATIJALARINI QAYTA ISHLASH.

Reja:

1. Tasodifiy xatoliklar va ularni taqsimlanishi.
2. O'lchash aniqligini ehtimoliy baholanishi.
3. Bilvosita o'lchash natijalarini qayta ishlash.

Kalit so'zlar: tasodifiy kattalik, matematik kutilma, dispersiya, ishonchli interval, ishonchli ehtimollik, ehtimoliy xatolik.

Amaliy mashg'ulot zamonaviy pedagogik texnologiya elementlaridan, masalan, interaktiv metodlarini qo'llab o'tiladi.

Darsda texnik vosita va ko'rgazmali qurollardan foydalaniladi. Talabalar tarqatma materiallar bilan ta'minlanadilar.

Xatoliklarni hisoblash, o'lchash natijalarini qayta ishlashga oid masala va misollar yechadilar.

1. Tasodifiy xatoliklar va ularning taqsimlanishi

Tasodifiy xatolik biror fizik kattalikni takror o'lchaganda hosil bo'ladigan, o'zgaruvchan, ya'ni ma'lum qonuniyatga bo'ysinmagan holda kelib chiqadigan xatolikdir. Bu xatolik ayni paytda nima sababga ko'ra kelib chiqqanligi noaniqligicha qoladi, shuning uchun ham uni yo'qotish mumkin emas. Haqiqatda o'lchash natijasida tasodifiy xatolikni mavjudligi takror o'lchashlarda namoyon bo'ladi va uni hisobga olish, o'lchash natijasiga uni ta'siri (yoki o'lchash aniqligini baholash) matematik statistika usuli yordamida amalga oshiriladi.

Bevosita o'lchashlar natijasining xatoliklarini baholashda quyidagi funksiyadan foydalaniladi

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n),$$

bu yerda f – aniq funksiyadir, $x_1, x_2, \dots, x_n$ – bevosita o'lchashlar natijasi.

Xatolikni baholash uchun esa xatolikning taxminiy formulasidan foydalaniladi.

Absolyut (mutlaq) xatolikning maksimal qiymati quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi.

$$\Delta y = \sum_{i=1}^m \left| \frac{\partial y}{\partial x_i} \right|_{x_i=x_0} \cdot \Delta x_i,$$

Xatolikning nisbiy qiymati esa quyidagi formuladan topiladi:

$$\delta_y = \frac{\Delta y}{y} = \sum_{i=1}^m \left| \frac{\partial y}{\partial x_i} \right|_{x_i=x_m} \cdot \frac{x_i}{y} \cdot \delta_x,$$

Tasodifiy xatolik esa (uning dispersiyasi) quyidagicha hisoblanadi:

$$\sigma_y^2 = \sum_{i=1}^m \left(\frac{\partial y}{\partial x_i} \right)_{x_i=x_m}^2 \cdot \sigma_i^2$$

2. O'lchash aniqligini ehtimoliy baholanishi

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

Oldingi mavzularda aytilganidek muntazam xatoliklarni chuqur tahlili asosida aniqlashimiz va mahsus choralarni ko'rib, so'ngra ularni bartaraf etishimiz, yoki kamaytirishimiz mumkin ekan. Tasodifiy xatoliklarda esa bu jumla o'rinli emas. Bu turdagi xatoliklarni faqat baholashimiz mumkin.

Har qanday fizik kattalik o'lchanganda, uning taxminiy qiymati aniqlanishi mumkin, 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 (ko'payadigan yoki kamayuvchi) bo'lib, uni muntazam xatolik deyiladi, bu tashkil etuvchini - matematik kutilish deb yuritish mumkin. Ikkinchi tashkil etuvchisi esa, tasodifiy xatolik bo'ladi. Agar o'lchashda hosil bo'ladigan xatolik normal qonun bo'yicha (Gauss qonuni) taqsimlanadi desak, u holda uni matematik tarzda quyidagicha yozish mumkin:

$$y(\delta) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\delta^2}{2\sigma^2}}, \quad (2.1)$$

bu yerda $y(\delta)$ – tasodifiy xatolikning o'zgarish ehtimolligi; σ - o'rtacha kvadratik xatolik; (δ) tuzatma yoki $\delta = A_{o'r} - a_i$ bo'lib, a_i - alohida o'lchashlar natijasi, $A_{o'r}$ - esa o'lchanadigan kattalikning ehtimoliy qiymati, yoki uning o'rtacha arifmetik qiymatidir. O'lchanadigan kattalikning o'rtacha arifmetik qiymati quyidagicha topiladi:

$$A_{o'r} = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n}, \quad (2.2)$$

bu yerda $a_1 + a_2 + \dots + a_n$ – alohida o'lchashlar natijasi; n - o'lchashlar soni; σ - o'rtacha kvadratik xatolik (o'zgarish) quyidagicha topiladi:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\rho_1^2 + \rho_2^2 + \dots + \rho_n^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \rho_i^2}{n-1}}, \quad (2.3)$$

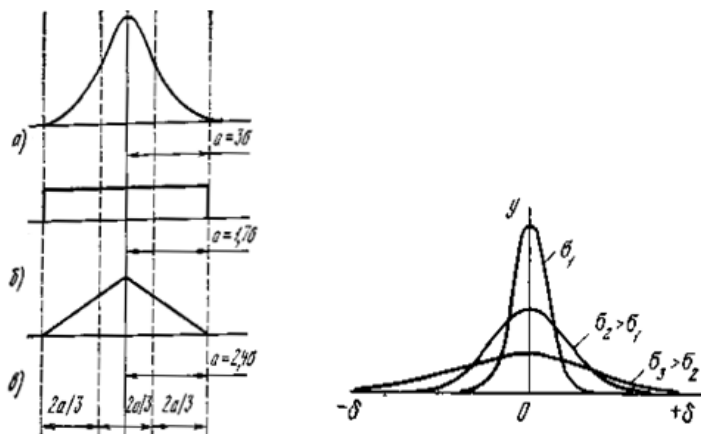
bu yerda $\rho_1 = a_1 - A_{o'r}$; $\rho_2 = a_2 - A_{o'r}$; $\rho_n = a_n - A_{o'r}$.

Quyida keltirilgan chizmada o'rtacha kvadratik xatoliklarning har xil qiymatlarida xatolikning o'zgarish egri chiziqlari ko'rsatilgan. (2.1.-rasm).

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

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 konkret o'lchashlar sharoitiga qarab tanlanadi.



2.1-rasm. O'rtacha kvadratik xatolikning o'zgarish grafiqi.

Masalan: tasodifiy xatolikning normal qonun bo'yicha taqsimlanishida (o'zgarishida) ishonchli interval $+3\sigma \div -3\sigma$ gacha, ishonchli ehtimollik esa 0,9973 qabul qilinishi mumkin. Bu holda tasodifiy xatolikning hosil bo'lish ehtimolligi $1 - 0,9973 = 0,0027 \approx \frac{1}{370}$ -ga teng bo'ladi. 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, o'lchash natijalarini qayta ishlashda hisobga olinmaydi.

O'lchash natijasi aniqligini baholashda ehtimoliy xatolikdan foydalaniladi. Ehtimoliy xatolik esa, shunday xatolikka, unga nisbatan qandaydir kattalikni qayta o'lchaganda tasodifiy xatolikning bir qismi absolyut qiymati bo'yicha ehtimoliy xatolikdan ko'p, ikkinchi qismi esa undan shuncha kam bo'ladi. Bundan chiqadiki, ehtimoliy xatolik, ishonchli intervalga teng bo'lib, bunda ishonchli ehtimollik $P=0,5$ ga teng bo'ladi. Tasodifiy xatolik normal qonun bo'yicha taqsimlanganda ehtimoliy xatolik quyidagicha topilishi mumkin:

$$\varepsilon_A = \frac{2}{3} \sigma_A = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{\rho_1^2 + \rho_2^2 + \dots + \rho_n^2}{n(n-1)}}, \quad (2.4)$$

bu yerda, $\sigma_A = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ o'rtacha arifmetik qiymat bo'yicha kvadratik xatoliktir.

2.1 - jadval

n	P								
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95	0,98	0,99	0,999
2	1,0	1,38	2,0	3,1	6,3	12,7	31,8	63,7	636,6
3	0,82	1,06	1,3	1,9	2,9	4,3	7,0	9,9	31,6
4	0,77	0,98	1,3	1,6	2,4	3,2	4,5	5,8	12,9
5	0,74	0,94	1,2	1,5	2,1	2,8	3,7	4,6	8,6
6	0,73	0,92	1,2	1,4	2,0	2,6	3,4	4,0	6,9
7	0,72	0,90	1,2	1,4	1,9	2,4	3,1	3,7	6,0
8	0,71	0,90	1,1	1,4	1,9	2,4	3,0	3,5	5,4
9	0,71	0,90	1,1	1,4	1,9	2,3	2,9	3,4	5,0
10	0,70	0,88	1,1	1,3	1,8	2,3	2,8	3,3	4,8
15	0,69	0,87	1,1	1,3	1,8	2,1	2,6	3,0	4,1
20	0,69	0,86	1,1	1,3	1,7	2,1	2,5	2,9	3,9
30	0,68	0,85	1,1	1,3	1,7	2,0	2,5	2,8	3,7

Ehtimoliy xatolik bu usulda, ko'pincha o'lchashni bir necha o'n, xattoki yuz marotaba takrorlash imkoniyati bo'lgandagina aniqlanadi. Ba'zida o'lchashni juda ko'p marotaba takrorlash imkoniyati bo'lmaydi, bunday holda ehtimoliy xatolik Student koeffitsiyenti yordamida aniqlanadi. Bunda, koeffitsiyent o'lchashlar soni va qabul qilingan ishonchli ehtimollik qiymati bo'yicha maxsus jadval (2.1 - jadval) dan olinadi.

Bunda o'lchanadigan kattalikning haqiqiy qiymati quyidagi formula bo'yicha hisoblab topiladi:

$$A = A_{o'r} \pm t_n \sigma_A, \quad (2.5)$$

bu yerda, t_n -Student koeffitsiyenti

Shunday qilib, o'rtacha kvadratik xatolik o'lchanadigan kattalikning haqiqiy qiymati istalgan uning o'rtacha arifmetik

qiymati atrofida bo'lish ehtimolini topishga imkon beradi, $n \rightarrow \infty$, 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.

Shuning uchun, tanlab olingan ishonchli interval va ishonchli ehtimollik qiymatlari bo'yicha kerakli o'lchashlar sonini aniqlash mumkinki, bu esa tasodifiy xatolikning o'lchash natijasiga ham ta'sir ko'rsatishini ta'minlasin. Uning nisbiy birlikdagi qiymati esa quyidagicha aniqlanadi:

$$\varepsilon = \frac{\Delta A}{A} \cdot 100\%, \quad (2.6)$$

bu yerda $\Delta A = t_n \sigma_A$

3. Bilvosita o'lchash natijalarini qayta ishlash

Ba'zida qandaydir kattalikni bilvosita usulda o'lchashga to'g'ri keladi, ya'ni izlanayotgan kattalik bevosita o'lchashlar natijasi asosida topiladi.

Bilvosita o'lchashlardagi o'lchash xatoliklarini aniqlaymiz. Faraz qilaylik, izlanayotgan kattalikni bevosita o'lchangan kattaliklarning funksiyasi deb qarasak:

$$A = F(B, C) \quad (2.7)$$

va V , C kattaliklarining xatoliklari aniq bo'lsa, A kattaligini, xatoligini topish kerak bo'ladi. V va C larni o'zgaruvchan deb hisoblab, (2,7) ni logarifmlab va differensiallab quyidagi natijaga ega bo'lamiz:

$$\frac{dA}{A} = F_1(B, C) \frac{dB}{B} + F_2(B, C) \frac{dC}{C}, \quad (2.8)$$

bu yerda $F_1(B, C)$ va $F_2(B, C)$ va C larning o'zgaruvchan funksiyalari quyidagi. dA , dB va dC differensiallarini absolyut xatolik deb hisoblab kichik orttirmalar bilan almashtirsak, u holda quyidagi ifodalar hosil bo'ladi:

$$\frac{\Delta A}{A} = F_1(B, C) \frac{\Delta B}{B} + F_2(B, C) \frac{\Delta C}{C}, \quad (2.9)$$

yoki

$$\delta_A = F_1(B, C) \delta_B + F_2(B, C) \delta_C, \quad (2.10)$$

bu yerda

$$\delta_A = \frac{\Delta A}{A}; \quad \delta_B = \frac{\Delta B}{B}; \quad \delta_C = \frac{\Delta C}{C} \quad - \quad A, V, C \text{ kattaliklarning nisbiy}$$

xatoliklari.

V va C kattaliklarining xatoliklarini bilgan holda (2.10) ifoda izlanayotgan kattalik A ning xatoligini aniqlash imkonini beradi. Ko'pgina hollarda δ_v va δ_s xatoliklarining ishorasi aniq bo'lmaydi, shu sababli hosil bo'lishi mumkin bo'lgan eng katta xatolikni aniqlashda $F_2(B, C) \delta_v$ va $F_2(B, C)$ qo'shiluvchilar bir xil ishorali deb qaraladi.

Shunday qilib, bevosita usulda o'lchangan V va C kattaliklari bilan bog'liq bo'lgan A kattaligining o'lchash xatoligi quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$A = V^m C^n,$$

bu yerda n va m daraja ko'rsatkichlari bo'lib, ular butun son, kasr son, musbat va manfiy bo'lishi mumkin.

Tenglamani o'ng va chap tomonlarini logarifmlasak quyidagi ifoda hosil bo'ladi:

$$\ln A = n \ln B + m \ln C$$

Ifodani differensiallasak, u holda

$$\frac{dA}{A} = n \frac{dB}{B} + m \frac{dC}{C}$$

dA , dB va dC differensiallarni kichik orttirmalar bilan almashtiramiz,

$$\frac{\Delta A}{A} = n \frac{\Delta B}{B} + m \frac{\Delta C}{C}, \quad (2.11)$$

yoki

$$\delta_A = n \delta_B + m \delta_C, \quad (2.12)$$

bu yerda $\delta_A = \Delta A / A$; $\delta_B = \Delta B / B$; $\delta_C = \Delta C / C - A, B, C$ kattaliklarning nisbiy xatoliklari.

Shu yo'sinda A kattaligining eng katta nisbiy xatoligini, agar u V, C va D kattaliklari bilan quyidagi ifoda bo'yicha bog'liq bo'lsa, quyidagicha aniqlash mumkin:

$$A = V + C - D$$

Bu ifodani logarifmlab va differensiallab va dA , dB va dC differensiallarni kichik orttirmalar bilan almashtirsak quyidagi ifoda hosil bo'ladi:

$$\delta_A = \frac{\Delta A}{A} = \frac{\Delta B + \Delta C - \Delta D}{B + C - D} \quad (2.13)$$

Agar, $B + C \approx D$ bo'lsa, A kattaligining xatoligi V , C va D kattaliklarining xatoligi kichik bo'lishiga qaramay juda katta bo'ladi.

1-masala: Izlanayotgan qarshilikni 8 marta takror o'lganida quyidagi natijalar olingan:

$$R_1 = 105,2 \text{ Om}; R_2 = 103,5 \text{ Om}; R_3 = 101,75 \text{ Om}; R_4 = 100,95 \text{ Om}; \\ R_5 = 103,75 \text{ Om}; R_6 = 102,95 \text{ Om}; R_7 = 101,95 \text{ Om}; R_8 = 102,9 \text{ Om}$$

Qarshilikni ehtimoliy o'rtacha qiymati

$$R_{o'r} = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6 + R_7 + R_8}{8} = \\ = \frac{105,2 + 103,5 + 101,75 + 100,95 + 103,75 + 102,95 + 101,95 + 102,9}{8} = 103,08 \text{ Om}$$

Alohida o'lchashlardagi qoldiq xatoliklar $\rho_1 = R_1 - R_{o'r} = 105,2 - 103,08 = 2,12 \text{ Om}$;

$$\rho_2 = 103,5 - 103,08 = 0,42 \text{ Om}; \rho_3 = 101,75 - 103,08 = -1,33 \text{ Om}; \\ \rho_4 = 100,95 - 103,08 = -2,13 \text{ Om}; \rho_5 = 103,75 - 103,08 = 0,67 \text{ Om}; \\ \rho_6 = 102,95 - 103,08 = -0,13 \text{ Om}; \rho_7 = 101,95 - 103,08 = -1,13 \text{ Om}; \\ \rho_8 = 102,9 - 103,08 = -0,18 \text{ Om}.$$

O'lchash natijasining o'rtacha kvadratik xatoligi

$$\sigma_A = \sqrt{\frac{\rho_1^2 + \rho_2^2 + \rho_3^2 + \rho_4^2 + \rho_5^2 + \rho_6^2 + \rho_7^2 + \rho_8^2}{n(n-1)}} = \\ = \sqrt{\frac{2,12^2 + 0,42^2 + (-1,33)^2 + (-2,13)^2 + 0,67^2 + 0,13^2 + (-1,13)^2 + (0,18)^2}{8 \cdot 7}} = \\ = \sqrt{\frac{4,5 + 0,18 + 1,76 + 4,5 + 0,45 + 0,017 + 1,76 + 0,0324}{56}} = 0,235 \text{ Om}$$

Ishonchli ehtimollik $P = 0,99$ va $n = 8$ bo'lganda Student koeffitsiyentini 2.1 - jadvaldan ($t_n = 3,5$) yozib olamiz, u holda o'lchanadigan qarshilikning haqiqiy qiymati quyidagiga teng bo'ladi:

$$R = 103,08 \pm 3,5 \cdot 0,235 = 103,08 \pm 0,82 \text{ Om}$$

Ishonchli ehtimollik $P = 0,5$ va $n = 8$ bo'lganda 2.1 - jadvaldan Student koeffitsiyenti $t_n = 0,71$ yozib olinadi, u holda o'lchash natijasining ehtimoliy xatoligi quyidagiga teng bo'ladi:

$$\varepsilon_A = t_n \sigma_A = 0,71 \cdot 0,235 = 0,17 \text{ Om}$$

2-masala: Agar $n = -2$, $m = 3$, $\delta_B = \pm 0,5\%$, $\delta_C = \pm 0,2\%$ bo'lsa, u holda A kattaligining eng yuqori nisbiy xatoligi (2.12) ifodaga binoan

$$\delta_{A_{\max}} = \pm(|n\delta_B| + |m\delta_C|) = \pm(2 \cdot 0,5 + 3 \cdot 0,2) = \pm(1 + 0,6) = \pm 1,6\%$$

ga teng bo'ladi.

4. Nazorat savollari

1. Tasodifiy xatolikni normal qonun bo'yicha taqsimlanishini tushuntiring?
2. Matematik kutilma, dispersiya deb nimaga aytiladi?
3. Ehtimoliy xatolik deb nimaga aytiladi va qanday aniqlanadi?
4. Ishonchli interval va ishonchli ehtimollik deganda nimani tushunasiz?
5. Bilvosita o'lchashlarda xatolik qanday topiladi?

3–AMALIY MASHG‘ULOT.

O‘LCHASH O‘ZGARTKICHLARI VA ULARNI ASBOBLARNING O‘LCHASH CHEGARASI (DIAPAZONI)NI KENGAYTIRISHDA ISHLATILISHI

Reja:

1. Masshtabli o‘lchash o‘zgartgichlari, ularning funksiyasi.
2. O‘lchash tok va kuchlanish transformatorlari, funksiyasi, ulanish sxemalari, xatoliklari.

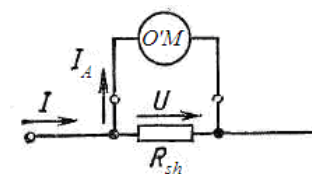
Kalit so‘zlar: shuntlash koeffitsiyenti, kengaytirish koeffitsiyenti, bo‘lish koeffitsiyenti, transformatsiyalash koeffitsiyenti, nominal transformatsiyalash koeffitsiyenti, ikkilamchi nominal yuklama, burchak xatoligi va h.k.

Amaliy mashg‘ulot zamonaviy pedagogik texnologiyalar elementlaridan, masalan, interaktiv metodlaridan foydalangan holda o‘tkaziladi. Mashg‘ulotda talabalar mavzuga oid tarqatma materiallar bilan ta‘minlanadilar. Mavzuga oid masala, misollar yechadilar. Talabalarning mustaqil fikrlashi uchun to‘la sharoit yaratiladi.

1. Masshtabli o‘lchash o‘zgartkichlari, ularning funksiyasi

O‘lchash o‘zgartkichlari. O‘lchash o‘zgartkichlari, umuman, biror o‘lchanadigan kattalikni keyingi o‘zgartirish yoki o‘lchash uchun qulay bo‘lgan formadagi kattalikka o‘zgartirish uchun xizmat qiladi. Elektr kattaliklarini o‘lchashda ko‘pincha shunt va qo‘shimcha rezistorlar, kuchlanish bo‘lgichlari, o‘lchash transformatorlari, to‘g‘rilagichli o‘zgartkichlar va h.k. ishlatiladi.

Shunt (inglizcha shunt – tarmoq demakdir) nisbatan kichik, lekin o‘zgarmas qarshilikli rezistordir. U qator o‘lchash asboblarning tok bo‘yicha o‘lchash chegaralarini kengaytirish uchun xizmat qiladi va o‘lchash mexanizmi O‘M ga parallel ulanadi (3.1-rasm).



3.1-rasm Shunt qarshiligining ulanish sxemasi

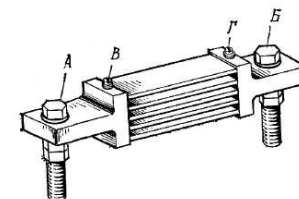
Bunda o‘lchanadigan tok I yo‘lida tarmoq hosil bo‘ladi: bitta tarmoqning qarshiligi R_{sh} bo‘lgan shunt, ikkinchi tarmoqni esa qarshiligi R_A bo‘lgan o‘lchash mexanizmining g‘altagi hosil qiladi. Elementlarni parallel o‘lchash shartiga ko‘ra tarmoqlar o‘rtasida tok ularning qarshiligiga teskari proporsional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

$$I_A/I_{sh}=R_{sh}/R_A,$$

yoki bu ifodani quyidagicha yozsak,

$$(nI_A - I_A) R_{sh} = R_A I_A$$

u holda shuntning zarur qarshiligi $R_{sh} = R_A/(n-1)$ ga teng bo‘ladi va bu yerda n – shuntlash koeffitsiyenti deyiladi. Shuntlash tufayli o‘lchash mexanizmi orqali o‘tadigan tok o‘lchanadigan tokning kam qismini tashkil qiladi, bu esa o‘lchash mexanizmini tayyorlash va ishlatishni sezilarli osonlashtiradi. 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 (3.2-rasm) kontaktlar o‘tish qarshiliklarining shunt va o‘lchash mexanizmi o‘rtasida tokning taqsimlanishiga ta‘sirini yo‘qotish uchun zarur.



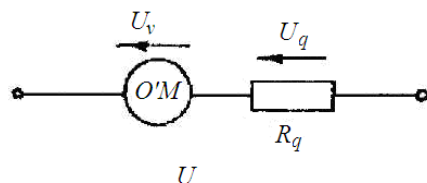
3.2-rasm. Shunt qarshiligi.

Harorat o‘zgarganda tokning taqsimlanishi buzilmasligi uchun shuntlash koeffitsiyenti n ning doimiyligini, boshqacha aytganda

tarmoq qarshiliklarining doimiyligini ta'minlash zarur. Shuning uchun ham shunt harorat kengayish koeffitsiyenti juda kichik bo'lgan maxsus qotishma manganindan tayyorlanadi.

Shuntlar o'zi iste'mol qiladigan quvvati kam bo'lgan o'lchash mexanizmlari bilan birga ishlatiladi, bunga sabab shuntning qizishi o'lchash mexanizmi qizishidan ($n-1$) marta katta.

Qo'shimcha rezistorlar nominal kuchlanishda voltmetr tokini uning nominal qiymatigacha I_{Vnom} cheklash uchun xizmat qiladi (3.3-rasm).



3.3-rasm. Qo'shimcha rezistor.

Voltmetr o'lchash mexanizmining chulg'ami asbobning strelkasi butun shkala bo'yicha og'adigan tokka hisoblangan. Bu tok voltmترلarda juda kichik (taxminan $0,1 - 50$ mA) bo'ladi. O'lchash mexanizmi mis chulg'aming qarshiligi R_v nisbatan katta emas, u qo'shimcha rezistor qarshiligi bilan $I_{Vnom} = U_{nom} / (R_v + R_q)$ bo'lguncha to'ldiriladi va qo'shimcha rezistorning zarur qarshiligi $R_q = R_v(m-1)$ ga teng bo'ladi.

Qo'shimcha rezistorlar manganin yoki konstantadan tayyorlanadi.

Bu esa butun o'lchash zanjirining qarshiligi o'zgaras bo'lishi, harorat va o'zgaruvchan tok chastotasiga bog'liq bo'lmashligini ta'minlashi zarur.

Qo'shimcha rezistorlar bilan voltmetr va fazometrlarning kuchlanish zanjirlari, chastotomerlar kabi asboblar ta'minlanadi. Qo'shimcha rezistorda sochiladigan quvvat va nominal kuchlanishga bog'liq holda qo'shimcha rezistor asbob korpusi ichida yoki undan alohida o'rnatiladi.

2. O'lchash transformatorlari.

O'zgaruvchan tok zanjirlarida yuqori kuchlanishlarda voltmترلar va o'lchash asboblarning kuchlanish zanjirlari o'lchash kuchlanish transformatorlari orqali ulanadi.

O'lchash transformatorlari, odatda, yuqori o'zgaruvchan tok va kuchlanishlarni oddiy asbob yordamida o'lchab bo'ladigan nisbatan kichik tok va kuchlanishlarga o'zgartirishda ishlatiladi.

O'lchash tok transformatorlarining ishlatilishi asboblar bilan ishlaydigan xodim uchun havfsizlik tug'diradi, chunki, asboblar past kuchlanishli zanjirga ulangan bo'ladi, shu sababli ularning konstruksiyasi bir muncha soddalashtirilgan bo'ladi.

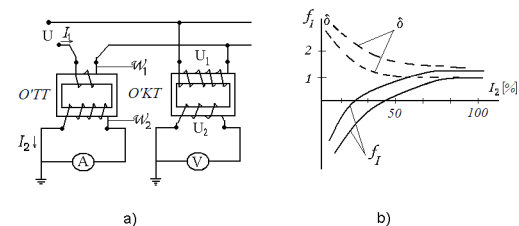
O'lchash tok transformatorlari ikkita bir-biridan o'zaro izolyasiyalangan va ferromagnit o'zagiga joylashgan chulg'amlardan (w_1, w_2) iborat bo'ladi.

Tok transformatorlarida birlamchi I_1 toki ikkilamchi I_2 tokidan katta, shuning uchun ular $w_1 < w_2$ bo'ladi.

Birlamchi chulg'ami odatda I_{1n} ga bog'liq holda ma'lum ko'ndalang kesimga ega bo'lgan simdan o'raladi. Ikkilamchi chulg'ami esa hamma standart tok transformatorlarida bir xil ko'ndalang kesimga ega bo'lgan simdan o'raladi.

O'lchash tok transformatorlari, odatda o'zgaruvchan tok zanjirlarida tok o'lchashda ishlatiladigan asboblarning o'lchash diapazonini kengaytirishda ishlatiladi.

Tok transformatorining birlamchi toki $I_{1n} - 40000$ A gacha bo'lgan chegarada, ikkilamchi I_{2n} toki $1; 2; 2,5; 5$ A bo'lishi mumkin. 3.4 - rasmda ko'rsatilganidek, tok transformatorining birlamchi chulg'ami tarmoqqa ketma-ket ulanib, uning ikkinchi chulg'amiga qarshiligi juda kichik bo'lgan asboblar (ampermetr, vattmetrning tok chulg'ami va h.k.) ulanadi. Mana shu asboblarning ko'rsatishiga qarab o'lchanadigan kattalikning qiymatini topish mumkin. Buning uchun asbob ko'rsatishini transformatsiya koeffitsiyentiga ko'paytirish kerak.



3.4-rasm O'lchash transformatorlarining ulanish sxemasi (3.4-a rasm) va xatoliklarining o'zgarish grafiklari (3.4-b rasm).

$$I_1 = K_I I_2; K_I = I_1 / I_2,$$

bu yerda K_I – tok transformatorining haqiqiy transformatsiya koeffitsiyenti deb atalib, u birlamchi tok I_1 ning ikkilamchi tok I_2 ga nisbatidan topiladi.

Haqiqiy transformatsiya koeffitsiyenti K_I tok transformatoridagi har xil yuklamalar uchun o'zgaruvchan miqdordir. K_I – tok transformatorining ish rejimiga (holatiga), ikkilamchi yuklamaning (yukining) qiymati va xarakteriga, tok chastotasiga, o'zak materialining sifatiga bog'liqdir, shuning uchun ham ikkilamchi chulg'amga ulangan asbobning ko'rsatishi haqiqiy emas, balki nominal transformatsiya koeffitsiyentiga ko'paytiriladi. Bu koeffitsiyent tok transformatorining asosiy parametri bo'lib, zavod shchitida ko'rsatiladi. Tok transformatorida uning ikkilamchi chulg'amiga ulangan ampermetrning ko'rsatishi I_2 va nominal transformatsiya koeffitsiyenti K_{Inom} bo'yicha o'lchanuvchi tok I_1' ning qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$I_1' = K_{Inom} I_2$$

Tok transformatorlari orqali ulanadigan va shkalasi K_I emas, K_{Inom} ni hisobga olib darajalangan o'lchash asboblari o'lchashda muqarrar xatoliklarga (f_I) olib keladi. Bu xatolik tok bo'yicha yuz beradigan xatolik yoki transformatsiya koeffitsiyenti xatoligi deyiladi.

$$f_I = [(K_{Inom} I_2 - K_I I_2) / K_I I_2] 100\% = [(K_{Inom} - K_I) / K_I] 100\%$$

Tok transformatorlarida tok bo'yicha yuz beradigan xatolikdan tashqari burchak xatoligi ham bo'ladi. Burchak xatoligi deb birlamchi tok vektori I_1 bilan 180° ga burilgan ikkilamchi tok vektori I_2 orasidagi burchak tushuniladi va burchak minutlarda o'lchanadi. Agar 180° ga burilgan ikkilamchi tok vektori I_2 tok vektori I_1 dan ilgarilanaidigan bo'lsa, burchak xatolik musbat, aks holda manfiy hisoblanadi. 3.4. b-rasmda tok transformatori xatoliklarining o'zgarish egri chiziqlari ko'rsatilgan. Burchak xatolik faqat fazaga sezgir bo'lgan asboblari (vattmetr, hisoblagich, fazometr)da yuz beradigan xatoliklargagina ta'sir qiladi.

Yo'l qo'yiladigan xatoliklarning qiymatiga qarab, tok transformatori quyidagi aniqlik klasslariga bo'linadi: 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1; 4.

Tok transformatorlari aniqlik klassidan tashqari nominal ikkilamchi yuklama orqali ham xarakterlanadi. Nominal ikkilamchi yuklama deb, transformatorning ikkilamchi zanjiriga ulangan o'lchash asboblari chulg'amlari va tutashtiruvchi o'tkazgichlarning shunday eng katta qarshiligi tushuniladiki, bunda asbobning xatoliklari yo'l qo'yilgan chegaradan o'tmaydi. Nominal ikkilamchi yuklama Z_{2nom} transformatorning shchitida "Omlarda" yoki V/A (Volt-Amper)da ko'rsatiladi.

Agar ikkilamchi yuklamaning qarshiligi cheksiz bo'lib ketsa, ya'ni ikkilamchi chulg'am uzilsa, unda ikkilamchi chulg'amning magnitsizlovchi amper – o'ramlari soni nolga teng bo'lib qoladi ($I_2 w_2 = 0$) va birlamchi chulg'am magnitlovchi kuchi $I_1 w_1$, ning hammasi o'zakni magnitlashga sarflanadi. Magnit oqimining kuchayishi tufayli ikkilamchi chulg'amdagi EYuK oshib, transformator ishi uchun havfli bo'lgan qiymatlarga etishi mumkin. Magnit oqimining oshishi o'zakdagi aktiv isrofni keskin oshiradi, natijada po'lat o'zak juda qizib ketadi. Shu sababi tarmoqqa ulangan tok transformatorining ikkilamchi chulg'ami zanjirini uzish qat'iyan man qilinadi. Tok transformatorining konstruksiyalari hilma-xil bo'ladi. Vazifalarga qarab, ular bir chegarali yoki ko'p chegarali, ko'chma yoki stasionar, o'rnatilishi bo'yicha ichki va tashqi, omburli qilib yasaladi.

1-masala: Nominal kuchlanishi 150 V, ichki qarshiligi 3,5 kOm bo'lgan voltmetrning o'lchash chegarasini 600 V gacha kengaytirish uchun unga qanday kattalikdagi qo'shimcha qarshilik ulash kerak?

Yechish: O'lchash chegarasining kengaytirish koeffitsiyenti $n = 600/150 = 4$

Qo'shimcha qarshilik kattaligi:

$$R_q = R_V(n-1) = 3,5 (4-1) = 10,5 kOm \text{ bo'ladi.}$$

2-masala: Ichki qarshiligi 5000 Om li, nominal kuchlanishi 150V bo'lgan magnitoelektrik voltmetrning o'lchash chegarasi 600V gacha kengaytirilganda ichki isrof quvvati qanchaga o'zgaradi?

Yechish: Nominal kuchlanish 150V da voltmetrning ichki isrof quvvati:

$$P_{v1} = \frac{U_1^2}{R_v} = \frac{150^2}{5 \cdot 10^3} = 4,5 \text{ Bm}$$

Voltmetrning o'lchash chegarasini 600V gacha kengaytirish uchun qo'shimcha ulanadigan qarshilik:

$R_q = R_v (n-1) = 5.103(4-1) = 15000 \text{ Om}$ bo'lishi kerak,
bu yerda $n = \frac{U_2}{U_1} = \frac{600}{150} = 4$ kengaytirish koeffitsiyenti.

Umumiy qarshilik esa:

$$R_{vum} = R_v + R_q = 5000 + 15000 = 20000 \text{ Om}$$
 ga teng bo'ladi.

O'lchash chegarasi 600V ga kengaytirilgan voltmetrning ichki isrof quvvati

$$P_{v2} = \frac{U_2^2}{R_{vum}} = \frac{600^2}{20 \cdot 10^3} = 18 \text{ Bm}$$
 bo'ladi.

3. Nazorat savollar

1. Shunt qarshiligi nima maqsadda ishlatiladi?
2. Qo'shimcha qarshilik qiymati qanday aniqlanadi?
3. Kuchlanish bo'lgichi qanday o'zgartgich?
4. O'lchash transformatorlarining qanday xatoliklarini bilasiz?
5. Ikkilamchi nominal yuklama deganda nimani tushunasiz?

4- AMALIY MASHG'ULOT.

QAYD QILISH USULLARINI O'RGANISH

Reja:

1. O'lchash informatsiyasini magnitlash usulida qayd qilish.
2. Chiziqli, modulyasion va raqamli yozish usuli.
3. Elektron nuri yordamida yozish.

Kalit so'zlar: qayd qilish (yozish), magnitli yozish, chiziqli, modulyatsion, raqamli yozish, elektron to'pi, elektron nurining yorqinligi, yoyma kuchlanish.

Amaliy mashg'ulot zamonaviy pedagogik texnologiya elementlaridan, masalan, interaktiv metodlarni qo'llagan holda o'tkaziladi.

Talabalar tarqatma materiallar bilan ta'minlanadilar. Talabalarni mustaqil fikrlashi va o'zaro munozara qilishlari uchun sharoit yaratiladi.

1. O'lchash informatsiyasini magnitlash usulida qayd qilish.

Qayd qilish (yozib olish) o'lchash informatsiyasini qog'ozga, magnit lentasiga yoki fotoplyonkaga ko'rinadigan yoki ko'rish imkoniyati bo'lmagan shaklda (ko'rinishda) tasvirlashdir.

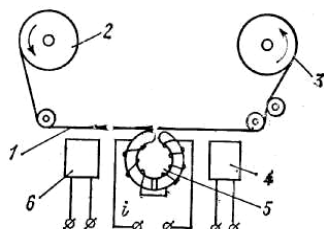
Keyingi paytda magnit lentasiga magnitlash yo'li bilan yozish keng ishlatilmoqda. Magnitlash yo'li bilan yozishning afzalligi shundan iboratki, unda yozish keng chastota diapazonida amalga oshiriladi, informatsiya tashuvchisini qayta ishlatish imkoniyatini mavjudligi, ma'lumotlarni EHM da qayta ishlashni qulayligidir.

Magnitlash yo'li bilan yozish usulini kamchiligi - yozib olingan informatsiyani ko'rish imkoniyatini mavjud emasligidir.

Qayd qilinadigan kattalik egri chizig'ining ko'rinarli tasvirini hosil qilish uchun qo'shimcha qayta ishlash qurilmasi ishlatiladi.

Magnitlash yo'li bilan yozib olish (qayd qilish) (4.1-rasm) usuli qayd qiluvchi asboblarda-magnitograf deb ataladigan asboblarda qo'llaniladi. Informatsiya tushiriladigan magnit lentasi 1 (ferromagnit qatlamli lavsan lenta) elektrodvigatel yordamida 2 g'altakdan 3-chi g'altakka o'raladi. Bunda lenta magnitli golovkalar: o'chiruvchi 6, yozib oladigan 5 va qayta tiklaydigan

golovkalari yonidan o'tadi. Yozib olinadigan tok 5 golovka chulg'amidan o'tkaziladi.



4.1-rasm Magnitli yozish usuli.

Bu golovka magnit singdiruvchanligi yuqori bo'lgan magnit o'tkazgichidan iborat bo'ladi. Magnit o'tkazgichining tor havo bo'shlig'i ferromagnitli qatlamga tushiriladigan magnit "nuri" ni o'tkir fokuslanishini ta'minlaydi. Magnitli yozish prinsipi suriluvchan (harakatlanuvchi) magnit lentasini (oldindan o'chiruvchi golovka 6 yordamida to'la magnitsizlangan) tok kuchi I ga bog'liq holda har xil darajada magnitlanishiga asoslanadi. Yozuvni o'chirilishi (lentani magnitsizlanishi) 6-golovkadan yuqori chastotali (o'nlarча kilogersdagi) tok o'tkazish bilan amalga oshiriladi. Lenta harakatlanganida 6-golovkaning o'zgaruvchan magnit maydoni uni magnitsizlantiradi. Magnitli yozishni qayta tiklash lentaning magnit maydonini E.Yu.K ga o'zgartirishdan iborat bo'lib, bu E.Yu.K magnitlangan lentani havo bo'shlig'i yonidan tortilayotganida 4 golovka o'ramida vujudga keladi.

Bir nechta yozib oluvchi va qayta tiklovchi golovkalarni o'rnatib, lentaga bir vaqtda bir nechta signallarni yozib olish mumkin.

Magnitli yozib olishni yuqorida ta'kidlangan afzalliklariga ko'ra uni bir necha o'n kilogers chastota diapazonidagi o'lchash informatsiyasini yozib olishda eng muhim yozib olish turlaridan biri deb hisoblash mumkin.

Informatsiyani magnit lentasiga uch ko'rinishda yozish mumkin: chiziqli, modulyatsion va raqamli.

Chiziqli yozishda signal bevosita yozib oluvchi golovkaga beriladi. Texnik jihatdan bu usul eng oddiy bo'lib, nisbatan keng chastota diapazon (o'nlarча kilogers) ga ega, lekin bu usulda

yozish aniqligi past (m-n: yozib olishdagi xatolik) $\pm(10-20)\%$ ga etishi mumkin va bu albatta past chastotali signallarni yozib olishni cheklaydi.

Modulyatsion yozish – bunda modullashtirishning eng ko'p tarqalgan chastotali va keng-impulsli usulini qo'llash qabul qilingan bo'lib, yozish apparaturasi tarkibiga kiruvchi manba yordamida tebranish modullashtiriladi. Bunday yozishning afzalligi yuqori aniqligi va o'zgarmas tokdagi signallarni yozish imkoniyatini mavjudligidir.

Raqamli yozishda nihoyatda yuqori aniqlikka erishish mumkin. Bu holda qayd qilinuvchi signal kodli signallarning ketma-ketligidan iborat bo'lib, yozib oluvchi golovkaga beriladi.

Misol tariqasida NO46 turidagi o'lchash magnitografining xarakteristikalarini ko'rsatish mumkin. Bunday magnitograf magnit lentasiga 12,7 mm kenglikdagi o'lchash informatsiyasini analogli yozishda qo'llaniladi. Kanallar soni 7 ta, lentaning harakatlanish tezligi to'rtta bosqichda 9,53 dan to 76,2 sm/s gacha chegarada o'zgarishi mumkin. Yozib olinadigan signallarning chastota diapazoni 0 dan to 20 kHz gacha (chastotali modulyasiyada) va 0,3 dan to 65 kHz gacha (chiziqli yozishda) chegarada bo'ladi.

Elektr o'lchashlarda, har xil turdagi tekshirishlarda ko'pincha o'lchanayotgan o'zgaruvchan miqdorning faqat qiymatini emas, balki vaqt bo'yicha uning o'zgarish xarakteristikasini ham bilish talab qilinadi. Bunday zaruriyat har xil texnologik jarayonlarni tekshirishda ham paydo bo'ladi. Bu maqsad uchun qayd qiluvchi deb ataladigan maxsus o'lchash asboblari ishlatiladi.

Qayd qiluvchi asboblarda 2 ta gruppaga bo'linadi;

1. O'zi yozar asboblarda

2. Ossilloqraflarda

O'zi yozar ko'rsatuvchi asboblarda vaqt bo'yicha sekin o'zgaruvchan miqdorlarning o'lchash natijalarini o'lchash va avtomatik yozish uchun xizmat qiladi.

O'zi yozar asboblarda odatdagi ko'rsatuvchi asboblardan qo'shimcha maxsus qurilmalarning mavjudligi bilan farq qiladi. Bularga ko'rsatishni yozish qurilmasi va diagramma qog'ozining tekis ilgari lab borish yoki aylanma bo'yicha surilish qurilmasi kiradi. Bu qurilmalarning konstruksiyasiga qarab o'lchanayotgan

miqdorning o'zgarish egri chizig'ini yozish uzluksiz yaxlit chiziqli yoki nuqtali bo'lishi mumkin. Shunga muvofiq ular uzluksiz yozuvchi o'zi yozar asboblari va nuqtali yozuvchi asboblarga bo'linadi.

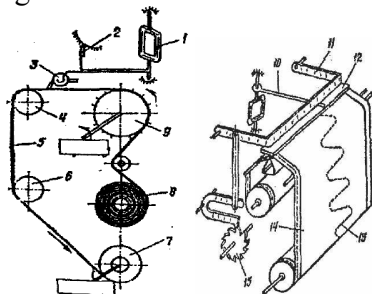
Uzluksiz yozuvchi asboblari. Bunday asboblarda o'lchanadigan miqdorning o'zgarishi o'lchash mexanizmining qo'zg'aluvchan qismi bilan bog'langan pero yordami bilan maxsus diagrammali qog'ozga yoziladi.

Uzluksiz yozuvchi asboblarda o'lchanayotgan miqdorning o'zgarishini yozish shakli har xil bo'lishi mumkin: qog'oz lentaga, qog'oz diskga, barabanga va boshqalar.

Nuqtali yozish usuli. Uzluksiz yozuvchi o'zi yozar asbobning qoniqarli ishlashi faqat o'lchash mexanizmining aylantiruvchi momenti katta bo'lgan taqdirdagina ta'minlanadi.

Agar o'lchash sharoitlari bo'yicha aylantiruvchi moment katta bo'lgan o'lchash mexanizmlaridan foydalanish mumkin bo'lmasa, hamda bir vaqtda bir emas, balki bir qancha o'zgaruvchi miqdorlarni yozish kerak bo'lsa, bunday hollarda nuqtali yozuvchi asboblari ishlatiladi.

Bosuvchi mexanizmning ishlatiladigan konstruksiyalaridan biri 4.2-rasmda ko'rsatilgan.



4.2-rasm Uzluksiz yozuvchi asbob tuzilishi.

Strelka 1, shkalaga paralel holda surila borib, diagrammali lenta 4 ga tegmaydi. Ma'lum vaqt oralig'idan keyin lenta tortuvchi mexanizm orqali harakatga keltirilgan maxovik 5 o'q 6 da erkin aylanuvchi yarim to'rt burchakli dasta 2 ni qo'yib yuboradi. Bu dasta 2 o'z og'irligi bilan strelkaga tushib, uni diagrammali qog'oz orasiga bo'yoqli mastika shimdirilgan lenta 3 joylashtirilgan, shuning uchun har gal bunaqangi tegishdan so'ng qog'oz lentada

nuqta ko'rinishida iz qoladi. Ba'zi o'zi yozar asboblarda ba'zan maxsus metallizatsiya qilingan qog'ozga uchqun orqali yozish qo'llaniladi. Strelka ko'rsatkichining uchi bilan metallizatsiya qilingan qavatli o'tkazuvchi orasidagi yuqori kuchlanishdan hosil bo'lgan uchqun, metall qavatida ensiz iz qoldiradi. Bunday usul bilan yorug' fonda aniq qora chiziqdi yozuvni olish mumkin. Nuqtali yozuvchi asboblarning o'zi iste'mol qiladigan quvvati uzluksiz yozuvchi asboblarga nisbatan anchagina kamdir.

Odatdagi ko'rsatuvchi asboblarga nisbatan o'zi yozar asboblari yuqori xatoliklarga ega, ularning manbalari bo'lib, diagrammali qog'ozning qiyshayishi natijasida diagramma va shkala nol' belgilarining to'g'ri kelmasligi, diagramma to'rini qayd qilinuvchi miqdorning hakikiy qiymati bilan mos kelmasligi, peroning qog'ozga ishqalanish momenti hisoblanadi. O'zi yozar asboblari aniqlik klassi bo'yicha 1; 1,5 dan yuqori bo'lmaydi.

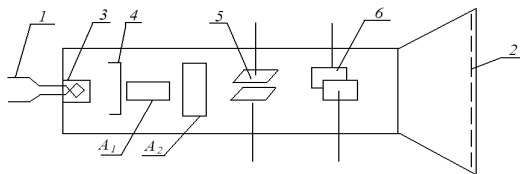
2. Elektron nuri yordamida yozish.

Elektr o'lchashlarda past va yuqori chastotali o'zgaruvchan tok va kuchlanishlarni o'lchash, qisqa vaqt ichida o'zgaruvchan va impulsli hodisalarni kuzatish, qayd qilishda elektron nuri yordamida yozib olish (qayd qilish) usuli keng qo'llaniladi. Elektron nuri yordamida xattoki chastotasi $10^{+3} MHz$ gacha bo'lgan jarayonlarni ham tekshirish va kuzatish mumkin. Elektron nuri yordamida yozish usuli elektron ossilloqraflarida ishlatiladi.

Elektron ossilloqraf bir qancha qismlardan iborat: elektron nur trubkasi, vertikal va gorizontaal og'ish kuchaytirgichlari, arrasimon kuchlanish generatori va manba bloki.

Elektron nur trubka ossilloqrafning asosiy o'lchash mexanizmi bo'lib xizmat qiladi. Hozirgi vaqtda asosan, qizdirilgan katodli, elektrostatik fokuslash va boshqariladigan elektron nur trubka qo'llaniladi. Elektron nur trubka (1) oynali konussimon kolba shaklida yasilib, keng asosi qavariq bo'ladi va uning ichki sirti maxsus lyuminofo qatlami bilan qoplanadi, hamda u ekran (2) vazifasini o'taydi (4.3-rasm). Bu ekran erkin elektronlari tushgan nuqtalardan nur sochish xususiyatiga egadir.

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

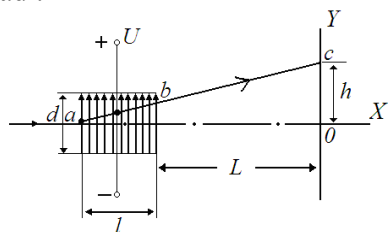


4.3-rasm. Elektron nur trubkaning sxemasi

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

Og'diruvchi tizim ikki juft: vertikal og'diruvchi 5 va gorizontaal og'diruvchi 6 plastinkalardan iborat.

Agar qizdirgich tolasidan 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'ziga tomon itariladi va teshik orqali musbat potensialli anodga intiladi. Birinchi anodning potensialini rostlab elektron 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 (4.4-rasm) natijada yarqiroq dog' plastinkalarga berilgan kuchlanishning yo'nalishiga qarab yo pastga, yo yuqoriga ko'chadi.



4.4-rasm. Elektron nurini harakati.

Gorizontaal og'diruvchi plastinkalar ta'siri ham xuddi shunday, faqat ular nurni gorizontaal bo'ylab og'diradi.

3. Nazorat savollari

1. Qanday qayd qilish (yozish) usullarini bilasiz?
2. Magnitlash usulida yozish qanday amalga oshiriladi?
3. Chiziqli, modulyatsion, raqamli yozishni mohiyati, xususiyati nimadan iborat?
4. Elektron nuri yordamida yozish usulini tushuntiring?

5 – AMALIY MASHG'ULOT

RAQAMLI O'LCHASH ASBOBLARINING ASOSIY QISMLARI

Reja:

1. Raqamli o'lchash vositalari to'g'risida umumiy ma'lumotlar.
2. Raqamli o'lchash asboblarning asosiy qismlari (trigger, qayta hisoblovchi qurilma, solishtirish qurilmasi, indikator, elektron kalit, impulslar hisoblagichi va h.k.) ni tuzilishi, funksiyasi.

Kalit so'zlar: diskret signal, impulslar davomiyligi, boshqaruvchi impuls, hisob kirishi, impuls soni, sanoq tizimi.

Amaliy mashg'ulot zamonaviy pedagogik texnologiya elementlaridan, masalan, interaktiv metodni qo'llagan holda o'tiladi.

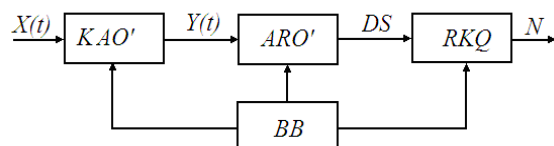
Mashg'ulotda texnik vosita va ko'rgazmali qurollardan plakat, tarqatma materiallardan foydalaniladi.

Talabalarni mustaqil fikrlashi, o'zaro munozara qilishlari uchun sharoit yaratiladi.

1. Raqamli o'lchash vositalari to'g'risida umumiy ma'lumotlar

Raqamli o'lchash asbobi deb, o'lchash borasida uzluksiz o'lchanayotgan kattalikning natijasi raqamli qayd etish qurilmasida yoki raqamlarni yozib boruvchi qurilmada diskret tarzda

o'zgartirilib, indikatsiyalanadigan asboblarga aytiladi. 5.1-rasmda raqamli o'lchash asbobining funksional chizmasi ko'rsatilgan.

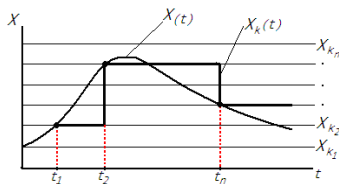


5.1-rasm. Raqamli o'lchash asbobining funksional sxemasi.

" $X(t)$ " analog signali kirishdagi analog o'zgartkich (KAO') da keyingi o'zgartirish uchun qulay $Y(t)$ formaga o'zgartiriladi, so'ngra analog – raqamli o'zgartkich (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 (N) ko'rsatadi.

Tavsiya etiladigan ma'lumotni qulayligi va aniqligi sababli raqamli o'lchash asboblari ilmiy – tekshirish laboratoriyalaridan keng o'rin olgan.

Raqamli o'lchash asbobining asosiy qismi analog – raqamli o'zgartkich (ARO') hisoblanadi. Unda ma'lumot diskretlashtiriladi, ya'ni diskret signali (DS)ga o'zgartiriladi. 5.1-rasmda BB – boshqarish bloki, DS - diskret signal so'ngra kvantlanib kodlanadi. Diskretlashtirish bu muayyan diskret (juda qisqa) vaqt oralig'ida qaydnomalarni olishdir. Odatda diskretlash qadamini ($t_1 \dots t_2$) doimiy qilishga harakat qilinadi. (5.2 –rasm)

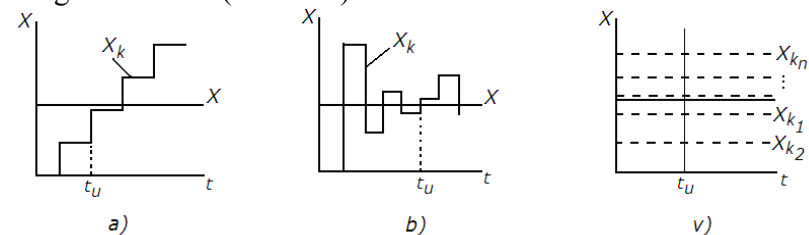


5.2-rasm Diskret o'lchash usuli.

Kvantlash esa, $X(t)$ kattalikning uzluksiz qiymatlarini X_k diskret qiymatlarning to'plami 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 3 xil usulda amalga oshiriladi. (5.3-rasm)



a) Ketma-ket hisob usuli. b) Taqqoslash usuli. v) Sanoq usuli. 5.3-rasm.

5.3–rasmda yuqorida aytilgan diskretlash usullari ko'rsatilgan.

Diskretlashtirish va kvantlash raqamli o'lchash asbobining asosiy xatolik manbalari hisoblanadi.

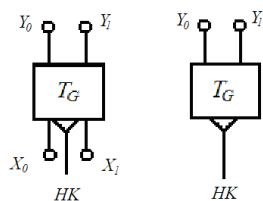
Raqamli o'lchash asboblari vaqt bo'yicha uzluksiz o'zgaradigan kattalikni uzoq qiymatlarga o'zgartirish, yoki kodlash ma'lum qoida bo'yicha, masalan sanoq tizimi bo'yicha amalga oshiriladi.

2. Raqamli o'lchash asboblarning asosiy qismlari.

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

Trigger (Tg) – shunday qurilmaki, u 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 turadi.

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



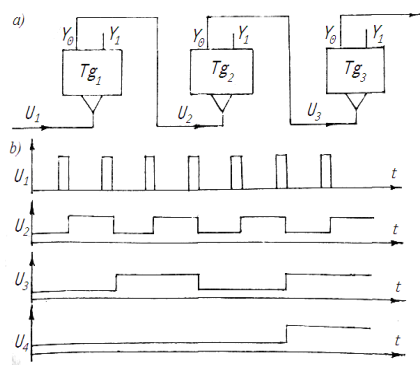
5.4-rasm. Trigger tuzilishi

5.4-rasmda trigger tuzilishi ko'rsatilgan bo'lib, triggerni X_0 kirishiga boshqaruvchi impuls berilganda $\ll 1 \gg$ holatiga, impuls X_1 ga berilganda esa $\ll 0 \gg$ holatiga o'tadi. $\ll 0 \gg$ holatda triggerni chiqishi U_0 da past potensial, U_1 da yuqori potensial hosil bo'ladi. $\ll 1 \gg$ holatda U_0 chiqishda – yuqori, U_1 chiqishda esa – past potensial bo'ladi.

Triggerni hisob kirishi (HQ) ga boshqaruvchi impuls berilganda har bitta impuls ta'siridan bir holatdan ikkinchi holatga o'tadi.

3. Qayta hisoblovchi qurilma

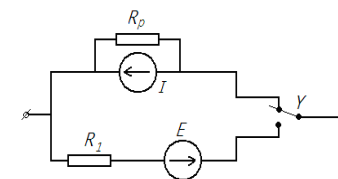
Bu qurilma raqamli o'lchash asboblari impuls chastotalarin bo'lish, son – impulsli kodlarni ikkilik kodlarga o'zgartirish kabi maqsadlarda ishlatiladi. Agar n – ta trigger ketma-ket 5.5-rasmda ko'rsatilgandek qayta hisoblash koeffitsiyentini 2 ga teng qilib ulansa, uni hisoblovchi qurilma sifatida ishlatish mumkin ($N = 2^n$).



5.5 rasm. Qayta hisoblovchi qurilmaning tuzilishi.

Bu qurilmaning ishlashi 5.5. a), b) rasmdagi grafikda ko'rsatilgan.

Elektron kalit. Tranzistorli elektron kaliti (5.6-rasm) ni ekvivalent sxemasi.

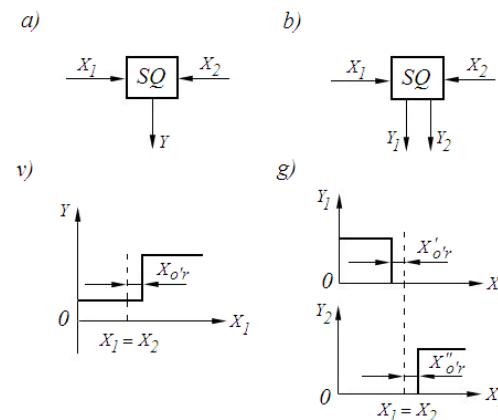


5.6-rasm. Elektron kalit sxemasi.

Kalit bir necha o'n Om lardagi R_1 qarshiligidan, E – bir necha yuz millivoltlardagi tok generatoridan, 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 holatida bo'ladi.

Solishtiruvchi qurilma. Bu qurilma noma'lum o'lchanadigan kattalik X_2 bilan aniq X_1 kattalikni solishtirish natijasida chiqish signali Y , Y_1 , Y_2 ni shakllantirish uchun xizmat qiladi (5.7-rasm a,b)

1. Agar $X_1 < X_2$ bo'lsa, chiqishdagi signal $Y = Y^{II}$ bo'ladi; Agar $X_1 \geq X_2$ bo'lsa, chiqishdagi signal $Y_1 = Y^{I}$ bo'ladi;
2. $X_1 < X_2$ bo'lganda, chiqishdagi signal $Y_1 = Y^{II}$; $X_1 > X_2$ da esa, ikkinchi chiqishdagi signal $Y_2 = Y^{I}$; va $X_1 = X_2$, $Y_1 = Y_2 = 0$ bo'ladi.

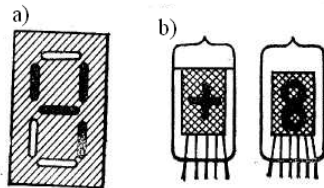


5.7- rasm. Solishtiruvchi qurilma.

Haqiqatda solishtiruvchi qurilmada chiqish signali $X_1 = X_2$ emas, balki $X_{o'r} = X_1 - X_2$ da qiymatini o'zgartiradi va bu uning sezgirlik ostonasi deb ataladi. Solishtiruvchi qurilmaning sezgirlik ostonasi xatolikka olib keladi va nihoyat raqamli o'lchash asbobining sezgirligini belgilaydi. Solishtiruvchi qurilmalar, odatda elektron elementlaridan ishlanib, kuchaytirgich va trigger tipidagi qurilmalardan tashkil topadi.

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

Segmentli indikatorlarda 0,1,2, ... 9 raqamlari hosil bo'lishi uchun boshqaruvchi kuchlanish berilganda yoritiladigan 7,8,9 va undan ko'p sonli elementlar ishlatiladi va bu elementlar elektroluminozor tasmalaridan, svetodiodlardan, suyuq kristallardan ishlanadi 5.8.a-rasmda etti elementli indikator ko'rsatilgan.



5.8-rasm. Elementli (5.8-a rasm) va gazorazryad lampali indikatorlar (5.8-b rasm)

5.8-b.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 biror belgi, yorqin raqam hosil bo'ladi.

4. Nazorat savollari

1. Raqamli deb qanday o'lchash asbobiga aytiladi?
2. Raqamli o'lchash asboblarida qanday sanoq tizimi qo'llaniladi?
3. Analog – raqamli o'zgartkich (ARO) qanday funksiyani bajaradi?
4. Trigger, elektron kaliti, solishtirish qurilmasini tuzilishi va ishlashini tushuntiring.
5. Raqamli o'lchash asboblarida qanday indikatorlar ishlatiladi, ularni tuzilishi va xususiyatlarini tushuntiring?

6– AMALIY MASHG'ULOT

ELEKTRON OSSILLOGRAFI EKTRANIDA HAR XIL YOYMALAR HOSIL QILISH METODLARINI O'RGANISH

Reja:

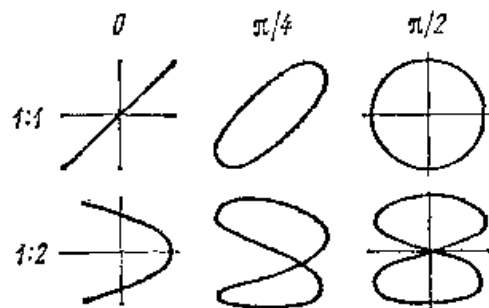
1. Lissaju shakllari metodi.
2. Chiziqli yoyma metodi.
3. Aylanma yoyma metodi.
4. Ossillografik metodlar yordamida noma'lum chastota, faza siljish burchagini aniqlash.

Kalit so'zlar: yoyma kuchlanish, arrasimon (chiziqli) o'zgaruvchan kuchlanish, chastota barqarorligi, qo'zg'almas tasvir.

Amaliy mashg'ulot zamonaviy pedagogik texnologiya elementlaridan, masalan, interaktiv metodlaridan foydalangan holda o'tkaziladi. Talabalar mavzuga oid tarqatma materiallar bilan ta'minlanadilar. Ularning mustaqil fikrlashlari uchun to'la sharoit yaratiladi. Tajribada olingan natijalar bo'yicha chastota, faza siljish burchagini hisoblab topadilar.

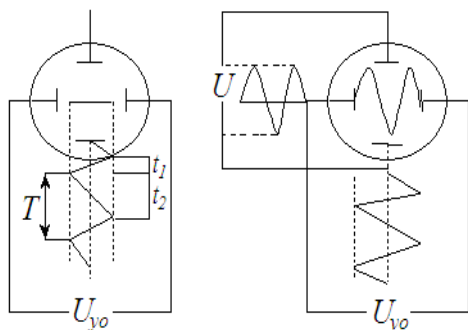
1. Lissaju shakllari metodi.

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 elektron nur ekranda Lissaju shakllarni yozadi. Bunda, masalan, gorizontall og'diruvchi plastinkaga ma'lum chastotali sinusoidal kuchlanish, vertikal og'diruvchi plastinkaga esa noma'lum tekshirilayotgan kuchlanib berib, hosil bo'lgan Lissaju shakllari bo'yicha noma'lum kuchlanishning fazasi, chastotasi haqida fikr yuritish mumkin (6.1-rasm).



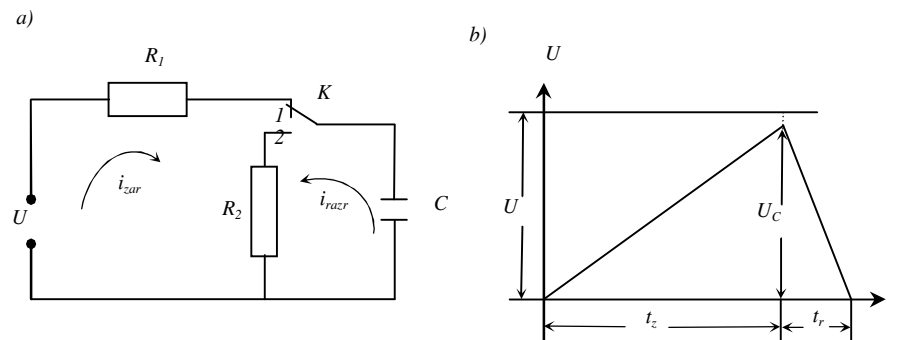
6.1-rasm Lissaju shakllari.

Chiziqli yoyma metodi. Bizni qiziqtiradigan kattalikning vaqt bo'yicha o'zgarish egri chizig'ini olish uchun, odatda, gorizontal og'diruvchi plastinkalarga chiziqli o'zgaruvchan kuchlanish U_{yo} qo'yish kerak, vertikal og'diruvchi plastinkalarga esa noma'lum kuchlanish beriladi. Bunda ekranda to'g'ri burchak koordinatalarida noma'lum kuchlanishning o'zgarish egri chizig'i hosil bo'ladi. (6.2-rasm).



6.2-rasm Noma'lum kuchlanish egri chizig'i.

Chiziqli o'zgarishni ta'minlash uchun yoyuvchi kuchlanish U_{yo} arrasimon shaklda bo'lishi kerak. Bunday kuchlanish yoyma generatori deb ataladigan generator (maxsus qurilmada) hosil qilinadi. (6.3-rasm,a)



6.3-rasm Yoyma generatorning sxemasi (6.3-a rasm) arrasimon o'zgaruvchan kuchlanishning grafigi (6.3- b rasm)

Yoyma generatoridagi arrasimon o'zgaruvchan kuchlanishni ishlab beruvchi qurilmaning ishlashi kondensatorning zaryadlanishi va zaryadsizlanishiga asoslanadi. (6.3-rasm,b):

U – manba kuchlanishi.

K – kalit.

Agar kalit 1-holatga ulansa, kondensator C , R_1 , qarshiligi orqali zaryadlanib, zaryad kuchlanishi eksponensial qonun bo'yicha ko'payadi

$U_C > U$ yoki

$$U_{C_3} = U[1 - e^{1/\sigma_1}] \quad (6.1)$$

bu yerda $\tau_1 = R_1 C$ – kondensatorning zaryadlanish vaqti doimiyligidir.

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

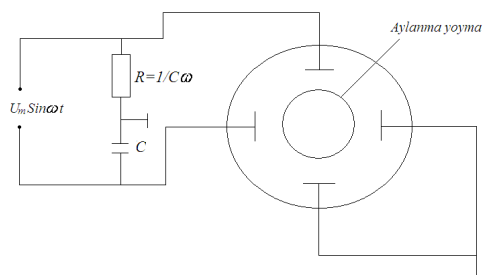
$$U_{o'r} = U_C \cdot e^{t_{hes}/\tau_{raz}}, \quad \tau_{raz} = R_2 \cdot C \quad (6.2)$$

$$\text{va } t_{to'g'} \gg t_{teskari} \quad (6.3)$$

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

tiriladi. Agar vertikal og‘diruvchi plastinkaga kuchlanish berilmasa, arrasimon kuchlanishning ta’siridan nurlanuvchi dog‘ ekranda gorizontaal chiziq bo‘yicha t_1 vaqt oralig‘ida suriladi va juda qisqa t_2 vaqt oralig‘ida dog‘ avvalgi holatiga /o‘ngdan chapga/ qaytadi. Agar vertikal plastinkalarga sinusoidal kuchlanish berilsa, ekranda bu kuchlanishning yoyilishi hosil bo‘ladi.

Aylanma yoyma metodi. Elektron ossillograflarni tekshirayotganda ularda aylanma yoyma hosil qilish ham katta ahamiyatga ega. Buning uchun vertikal va gorizontaal og‘diruvchi plastinkalarga bir xil, lekin faza jihatidan 90° ga farq qiladigan kuchlanish beriladi. (6.4 – rasm).



6.4 rasm. Aylanma yoyma hosil qilish uchun ulanadigan sxema

Bu holda ekranda hosil bo‘ladigan dog‘ning (tasvirning) X va Y o‘qlari bo‘yicha surilishi quyidagi parametrik tenglama bilan ifodalanadi:

$$X = S_{UX} U_{mx} \sin \omega t; Y = S_{UY} U_{my} \cos \omega t \quad (6.4)$$

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

$$S_{UX} U_{mx} = S_{UY} U_{my} = A \quad (6.5)$$

sharti bajarilsin. U holda yuqoridagi ikki parametrik (6.4) tenglamani kvadratga ko‘tarib, qo‘shsak va $\sin^2 \omega t + \cos^2 \omega t = 1$ ligini hisobga olsak, A radiusli aylana tenglamasi hosil bo‘ladi (6.7-rasm).

$$X^2 + Y^2 = A^2 \quad (6.6)$$

2. Ossillografik metodlar yordamida noma’lum chastota, faza siljish burchaklarini aniqlash.

Lissaju figuralari metodi bilan chastota topilayotganda ossillograf ekranida qo‘zg‘almas figura hosil qilish kerak. Noma’lum kuchlanish chastotasi quyidagi formuladan topiladi:

$$f_x = f_0 \frac{n_x}{n_y}, \quad (6.7)$$

bu yerda f_0 – aniq chastota /50Gs/, n_x , n_y hosil qilingan egri chiziqning X va Y o‘qlari bo‘yicha kesishgan nuqtalar soni (6.5-rasm).

Ikki sinusoidal kuchlanish orasidagi faza farqini ellips metodi bilan topilayotganda quyidagi formuladan foydalaniladi.

$$\sin \psi = \frac{X_0}{A} \text{ yoki } \sin \psi = \frac{Y_0}{B}, \quad (6.8)$$

bunda X_0 , A , Y_0 , B lar ellips bo‘yicha topiladi. (6.6-rasm).

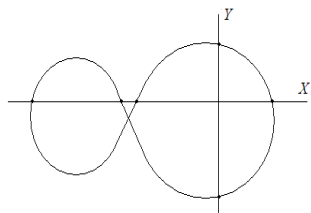
6.8-rasmda ko‘rsatilgan tasvir bo‘yicha ikki kuchlanish (U_1, U_2) orasidagi faza siljish burchagi quyidagicha aniqlanadi:

$$\varphi = \frac{\Delta t}{T} 360^\circ.$$

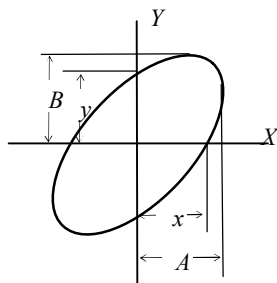
Aylanma yoyma metodi bilan noma’lum kuchlanish chastotasi topilayotganda noma’lum chastotali kuchlanish (signallar generatoridan) ossillografning to‘riga (boshqaruvchi elektrodiga) beriladi va noma’lum kuchlanish chastotasi quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$f_x = n f_0, \quad (6.9)$$

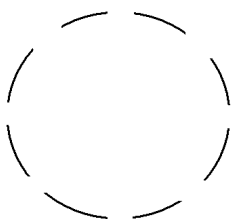
bu yerda f_0 - aylanma yoyma kuchlanishining chastotasi /50Hz/, n – hosil bo‘lgan egri chiziqdagi (aylanadagi) yorqin yoylar soni. (6.7-rasm).



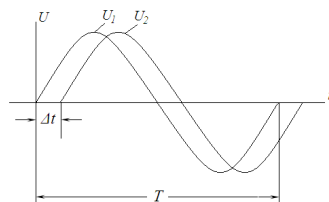
6.5-rasm. Lissaju shakli



6.6-rasm. Ellipsoidal yoyma.



6.7-rasm. Aylanma yoyma.



6.8-rasm Sinusoidal kuchlanishlarning grafigi.

3. Nazorat savollari

Lissaju shakllari metodi bo'yicha noma'lum kuchlanish chastotasi qanday aniqlanadi?

1. Aylanma yoyma metodini tushuntirib bering.
2. $f_x = nf_0$ ifodadagi n, f_0 lar nima?
3. Chiziqli o'zgaruvchan (arrasimon ko'rinishdagi) kuchlanish qanday hosil bo'ladi?

4. $\sin \psi = \frac{X_0}{A}$ yoki $\sin \psi = \frac{Y_0}{B}$ ifodalardagi X_0, A, Y_0, B lar nima va qaysi tasvirdan olinadi?

ADABIYOTLAR

1. Раннев Г.Г. Методы и средства измерения. Учебник для ВУЗов. Издательство стереотип.- М.: Академия, 2004.
2. Ким К.К., Анисимов Г.Н., Барбарович В.Ю., Литвинов Б.Я. Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника. Учебное пособие. -М.: Питер 2006.
3. Тартаковский Д.Ф., Ястребов А.С. Метрология, стандартизация и технические средства измерений. Учебник. - М.: Высшая школа, 2002.
4. Исмагуллаев П.Р., Қодирова Ш.А. Метрология, стандартлаштириш ва сертификатлаштириш. Ўқув қўлланма. - Т.: ТошДТУ, 2007.
5. Қодирова Ш.А. Электрорадиоўлчашлар. Маърузалар матни. -Т.: ТошДТУ, 1999.
6. Қодирова Ш.А ва бошқалар Метрология асослари ва электр ўлчашлар фанига оид лаборатория ишлари учун услубий қўлланма, -Т.: ТошДТУ, 1995.
7. Исмагуллаев П.Р., Қодирова Ш.А., Ғозиев Ғ. Электр ўлчаш асбобларини ростлаш ва таъмирлаш касб-хунар коллежлари учун ўқув қўлланма, 1-қисм. Электр ўлчашлар ва ўлчаш асбоблари. -Т.: Шарқ нашриёти, 2007.
8. Ismatullayev P.R., Qodirova Sh.A. Metrologiya asoslari. O'quv qo'llanma. -T.: Standart, 2012.
9. Исмагуллаев П.Р., Қодирова Ш.А., Метрология асослари. Ўқув қўлланма. -Т.: Тафаккур, 2012.
10. <http://www.sensorlink.ru>
11. <http://www.kievpribor.com.ua>
12. www.smsiti.uz

MUNDARIJA

1-laboratoriya ishi. Turli tizimdagi o'lchash asboblari tekshirish, xatoliklarini aniqlash (4 soat).....	3
2- laboratoriya ishi. O'lchash natijalarini qayta ishlash (2 soat).	11
3- laboratoriya ishi. Bir fazali tok zanjirida energiya o'lchash (2 soat).....	16
4-laboratoriya ishi. Turli kattaliklarni kompensatsion usulda o'lchash va natijalarini qayta ishlash (2 soat).....	24
5-laboratoriya ishi. Ko'priki sxemalar yordamida o'lchash. O'zgaras tok ko'priki yordamida qarshilikni o'lchash (2 soat)	31
6-laboratoriya ishi. Avtomatik ko'priki statik xarakteristikalarini tekshirish (2-soat).....	36
7- laboratoriya ishi. Elektron ossilloqrafi ekranida to'g'rilan- gan kuchlanish egri chizig'ini hosil qilish va kuzatish (2-soat)..	40
8- laboratoriya ishi. Elektron ossilloqraf va u yordamida turli kattaliklar (chastota, faza siljish burchagi va h.k.) ni o'lchash (2-soat).....	44
1-amaliy mashg'ulot. Elektr o'lchash asboblari xatoliklari va ularning metrologik xarakteristikalarini o'rganish (4- soat)..	50
2- amaliy mashg'ulot. Tasodifiy xatoliklarini taqsimlanish qonuniyatlarini o'rganish. Bevosita va bilvosita o'lchash natijalarini qayta ishlash (4-soat).....	60
3-amaliy mashg'ulot. O'lchash o'zgartkichlari va ularni asboblarning o'lchash chegarasini kengaytirishda ishlatilishi (4-soat).....	69
4-amaliy mashg'ulot. Qayd qilish usullarini o'rganish (2-soat).	76
5-amaliy mashg'ulot. Raqamli o'lchash asboblari asosiy qismlari (2-soat).....	82
6-amaliy mashg'ulot. Elektron ossilloqrafi ekranida har xil yoymalar hosil qilish usullarini o'rganish (2-soat)	88
Adabiyotlar.....	94

Muharrir Sidikova K.A.