

O‘TKAZGICH QARSHILIGINI UITSTON KO‘PRIGI VOSITASIDA O‘LCHASH

Kerakli asboblari: Uitston ko‘prigi qurilmasi, o‘zgarmas tok manbai, reoxard, reostat, tumbler (kalit), galvanometr, o‘lchanadigan rezistorlar (qarshiliklar), sxemani ulash simlari .

Ishning maqsadi

Laboratoriya ishini bajarish natijasida talaba: tok kuchi, tok zichligi, kuchlanish kabi fizikaviy kattaliklarning ma‘nocini bilishi; Om, Joul-Lents qonunlarini go‘llashni bilishi: parallel va ketma-ket ulangan qarshiliklardan iborat zanjir uchun Kirxgof qoidalarini qo‘llay olishi kerak.

Topshiriq

1. Qarshiliklarni ko‘prik sxemasi yordamida o‘lchashning klassik usuli-Uitston ko‘prigi bilan tanishish.
2. Uitston ko‘prigi qurilmasidan foydalanib ikkita qarshilikning qarshiligini alohida-alohida o‘lchash.
3. Bu qarshiliklarni parallel va ketma-ket ulangan hollari uchun umumiy qarshilikni o‘lchash.
4. O‘lchash natijalarini parallel va ketma-ket ulangan qarshiliklarning umumiy qarshiligini hisoblash formulalari bo‘yicha nazariy hisoblashlar bilan solishtirish va tegishli xulosalar chiqarish.

Asosiy nazariy ma‘lumotlar

1. Elektr zanjiri va uning elementlari. Eng sodda elektr zanjiri elektr energiyasi manбайдan, elektr energiyani uzatuv-chi va qabul qiluvchi qismlardan tashkil topgan bo‘ladi. Shunday qilib, elektr energiya manbai, tok o‘tishi mumkin bo‘lgan simlar va tokni qabul qiluvchi qismlardan tashkil topgan sistema elektr zanjiri deyiladi. Elektr zanjirni tashkil qilgan qismlarning shartli belgilar asosida ifodalanishi elektr sxema deyiladi.

2. Elektr toki va tokning kuchi. Zaryadlarning tartibli harakatiga elektr toki deyiladi. Zaryadlangan jismlarning tartibli harakatidan hosil bo‘lgan tokka konveksion tok deyiladi.

Metallardagi erkin elektronlarning tashqi elektr maydoni ta‘sirida tartibli harakati natijasida hosil bo‘lgan tokka o‘tkazuvchanlik toki deyiladi.

Tok kuchi deb, o‘tkazgichning ko‘ndalang kesim yuzasidan vaqt birligi ichida o‘tgan zaryadga miqdor jihatdan teng bo‘lgan fizik kattalikka aytiladi

$$I = \frac{dq}{dt} . \quad (1)$$

Agar tokning kuchi miqdor va yoʻnalish jihatdan doimiy, yaʼni $I = \text{const}$ boʻlsa, (1) tenglama integral koʻrinishga keladi

$$I = \frac{q}{t} . \quad (1.a)$$

3. Zanjirning bir qismi uchun Om qonuni. Oʻtkazgichning bir qismidan oʻtgan tokning kuchi, uning uchlaridagi kuchlanish U ga toʻgʻri, qarshiligi R ga teskari proporsionaldir

$$I = \frac{U}{R} . \quad (2)$$

Oʻtkazgichning qarshiligi uning uzunligi l ga toʻgʻri, koʻndalang kesim yuzi S ga esa teskari proporsionadir, yaʼni

$$R = \rho \frac{l}{S} , \quad (3)$$

bunda, ρ - proporsionallik koeffitsiyenti, u metallning tabiatiga bogʻliq boʻlib, solishtirma qarshilik deb ataladi.

Metallardagi zaryadli zarralarning taʼsirlashuvi oʻtkazgichning temperaturasi bogʻliq boʻlib, bu oʻz navbatida oʻtkazgich elektr qarshiligining oʻzgarishiga olib keladi. Bu bogʻlanishni ifodalash uchun qarshilikning temperatura koeffitsiyenti (α) tushunchasi kiritiladi.

Agar berilgan oʻtkazgich materialining $T_0 = 273^\circ\text{K}$ (0°C) temperaturadagi solishtirma qarshiligi ρ_0 boʻlsa, u holda uning ixtiyoriy temperaturadagi ρ solishtirma qarshiligining temperaturaga bogʻlanishi quyidagicha ifodalanadi

$$\rho = \rho_0(1 + \alpha\Delta T) = \rho_0[1 + \alpha(T - T_0)] \quad (4)$$

U vaqtda (3) ga asosan oʻtkazgich qarshiligining temperaturaga bogʻlanishi quyidagicha boʻladi

$$R = R_0(1 + \alpha\Delta T) = R_0[1 + \alpha(T - T_0)] , \quad (5)$$

bunda, R_0 - oʻtkazgichning $T_0 = 273 \text{ K}$ (0°C) temperaturadagi qarshiligidir. (4) va (5) formulalardagi $(1 + \alpha\Delta T) = [1 + \alpha(T - T_0)]$ ifodaga termik qarshilik binomi deb ataladi va oʻtkazgich qarshiligining R_0 ga nisbatan necha marta oʻzgarishini koʻrsatadi.

Oʻtkazgichlar uchun yana xarakterli boʻlgan parametrlar solishtirima qarshilik va qarshilikning teskari ifodasidan iborat boʻlgan solishtirma va elektr oʻtkazuvchanlik (σ , G) dir

$$\sigma = \frac{1}{\rho}, \quad G = \frac{1}{R}. \quad (6)$$

4. To‘liq zanjir uchun Om qonuni. Yopiq zanjirdan o‘tayotgan tokning kuchi manbaning elektr yurituvchi kuchi (E.Yu.K.)ga to‘g‘ri, zanjirning to‘la qarshiligiga teskari proporsionaldir

$$I = \frac{\varphi_1 - \varphi_2 + \varepsilon_{12}}{R}, \quad (7)$$

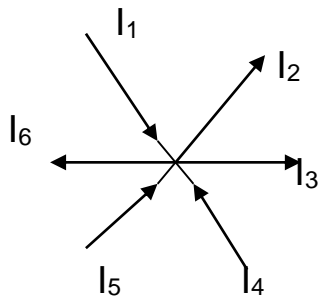
$$I = \frac{\varepsilon_{12}}{R} = \frac{\varepsilon_{12}}{R_g + r}. \quad (8)$$

Om qonunining differensial ifodasi

$$\vec{j} = \sigma \vec{E} = \frac{1}{\rho} \vec{E} \quad (9)$$

5.Kirxgof qonunlari. Tarmoqlangan murakkab zanjirni Om qonuni asosida hisoblash juda qiyin bo‘lib, uni Kirxgof qonunlari asosida osongina hisoblash mumkin.

a) Kirxgofning 1-qonuni. Zanjir tugunida uchrashgan toklarning algebraik yig‘indisi nolga tengdir



1-rasm

$$\sum_{i=1}^n I_i = 0. \quad (10)$$

Bunda tugunga kelayotgan toklar musbat deb olinsa, tugundan chiqib ketayotgani manfiy deb olinadi.

1-rasmda tasvirlangan tugun uchun (10) tenglama yozilsa

$$I_1 - I_2 - I_3 + I_4 + I_5 - I_6 = 0$$

(10.a)

yoki,
$$I_1 + I_4 + I_5 = I_2 + I_3 + I_6. \quad (10.b)$$

(10.b) ga binoan Kirxgof 1-qonunini yana quyidagicha ta’riflash mumkin:

Tugunga keluvchi toklarning yig‘indisi tugundan ketuvchi toklarning yig‘indisiga tengdir.

b) Kirxgofning 2- qonuni: Tarmoqlangan murakkab zanjirning ixtiyoriy berk konturi qismlaridan o‘tayotgan tok kuchlarining mos ravishda qarshiliklariga ko‘paytmalarining yig‘indisi, shu konturdagi E.Yu.K.larning algebraik yig‘indisiga tengdir

$$\sum_i I_i R_i = \sum_k E_k \quad (11)$$

6. O'tkazgichlarni ulash:

a) O'tkazgichlarni ketma-ket ulash. Elektr zanjiriga o'tkazgichlar ulanganda tarmoqlanish sodir bo'lmasa, ular o'zaro ketma-ket ulangan bo'ladi.

Ketma-ket ulangan n-ta o'tkazgichlardan tuzilgan batareyaning umumiy qarshiligi har bir ulangan qarshiliklarning algebraik yig'indisiga tengdir

$$R_{n-ket} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n = \sum_{i=1}^n R_i \quad (12)$$

Agar ketma-ket ulangan barcha o'tkazgichlarning qarshiliklari o'zaro teng va R_0 bo'lsa, (12) quyidagiga teng bo'ladi

$$R_{n-ket} = \sum_{i=1}^n R_0 = nR_0 \quad (13)$$

Shunday qilib, qarshiliklari bir xil bo'lgan, ketma-ket ulangan n-ta o'tkazgichdan tuzilgan batareyaning umumiy qarshiligi har bir o'tkazgichning qarshiligidan n marta kattadir.

b) O'tkazgichlarni parallel ulash. O'tkazgichlarning birinchi va ikkinchi uchlari mos ravishda ulanib tarmoqlanish hosil bo'lsa, ular o'zaro parallel ulangan bo'ladi. Parallel ulangan m-ta o'tkazgichlardan tuzilgan batareya umumiy qarshiligining teskari ifodasi har bir o'tkazgich qarshiligi teskari ifodalarining algebraik yig'indisiga tengdir, ya'ni

$$\frac{1}{R_{nap}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_m} = \sum_{i=1}^m \frac{1}{R_i} \quad (14)$$

Agar parallel ulangan o'tkazgichlar qarshiliklari o'zaro bir-biriga teng va R_0 bo'lsa, u holda (14) dan quyidagi hosil bo'ladi:

$$\frac{1}{R_{nap}} = \sum_{i=1}^m \frac{1}{R_0} = \frac{m}{R_0} \quad \text{yoki,} \quad R_{nap} = \frac{R_0}{m} \quad (14.a)$$

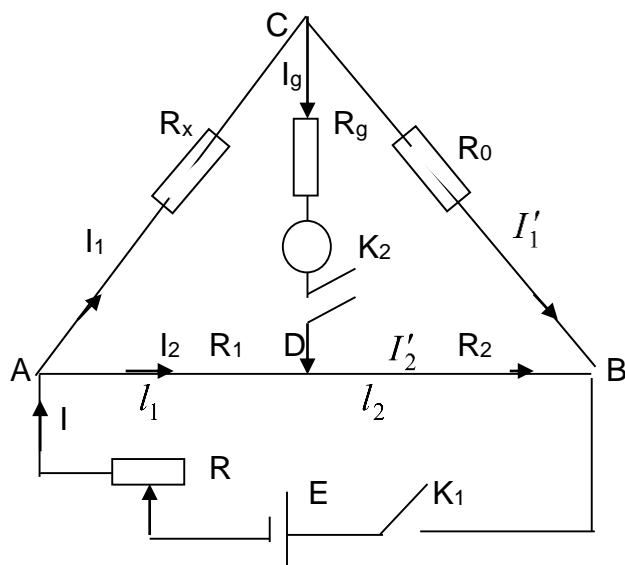
Shunday qilib, parallel ulangan qarshiliklari bir xil bo'lgan m ta o'tkazgichdan tuzilgan batareyaning umumiy qarshiligi har bir o'tkazgich qarshiligidan m marta kichikdir.

Qurilmaning tuzilishi va o'lchash usuli

Biror R_x qarshilikning qiymatini R_0 ma'lum qarshilikning qiymati bilan taqqoslab topishda qo'llaniladigan sxema Uitston ko'prigi deb ataladi. Uitston ko'prigining prinsipial sxemasi 2-rasmda tasvirlangan. Uitston ko'prigidagi E manbaga ulangan zanjirdan o'tuvchi I tok kuchi A tugunda tarmoqlanadi.

Zanjirning ACBA qismi ketma-ket ulangan R_x – noma'lum va R_0 – aniq ikkita qarshilik va tarang tortilgan AB simdan iboratdir. Bu qarshiliklarning uchlari ulangan C nuqtaga o'lchov asbobi G-galvanometr ulanib, ikkinchi uchi esa D sirpanuvchi kontaktga ulangan. Bu kontakt AB sim bo'ylab siljiy oladi va shu tarzda AD va DB

qismlarning R_1 hamda R_2 qarshiliklar yoki l_1 hamda l_2 uzunliklar nisbatini o'zgartira oladi. Bu holat uchun tokning yo'nalishi 2-rasmda ko'rsatilgandek tanlab olinsa, Kirxgofning I-qonunini (10) ifodaga binoan quyidagi tenglamalar orqali yozish mumkin. A, C, D tugunlar uchun:



2- rasm

$$\begin{cases} I_1 + I_2 - I = 0 \\ I_1' + I_g - I_1 = 0 \\ I_2' - I_g - I_2 = 0 \end{cases} \quad (15)$$

Sxemadagi ACDA, CBDC va ABEA berk konturlarning har biri uchun Kirxgofning II-qonuni (11) ga binoan quyidagi tenglamalarni yozish mumkin:

$$\begin{cases} I_1 R_x + I_g R_g - I_2 R_1 = 0 \\ I_1' R_0 - I_2' R_2 - I_g R_g = 0 \\ I_2 R_1 + I_2' R_2 + IR = 0 \end{cases}$$

(16)

Galvanometrda o'tuvchi tok nolga ($I_g = 0$) teng bo'lganda (15) va (16) tenglamalar quyidagi ko'rinishga keladi

$$\begin{cases} I_1 R_x = I_2 R_1 \\ I_1 R_0 = I_2 R_2 \end{cases} \quad (17)$$

bundan,

$$\frac{R_x}{R_0} = \frac{R_1}{R_2}. \quad (18)$$

Bu yerda bir jinsli AB sim qismlar qarshiliklarining nisbati, uzunliklari nisbati kabidir, ya'ni:

$$R_x = R_0 \frac{l_1}{l_2}, \quad \text{va} \quad R_x = R_0 l_1 / (l - l_1). \quad (19)$$

(19) formulada yelkalar nisbati $\frac{l_1}{l_2}$ birga yaqin bo'lganda R_x -ning o'lchash aniqligi

katta bo'ladi. Shuning uchun ham Uitston ko'prigidan R_x no'malum qarshilikni o'lchashda R_0 ma'lum qarshilik noma'lum qarshilikdan ko'p farq qismasligi maqsadga muvofiqdir.

Ishni bajarish tartibi va o‘lchash natijalarini hisoblashga doir uslubiy ko‘rsatmalar

1. O‘lchashning aniqligi maksimal bo‘lishi uchun, ulash simlarining kontaktlari toza va sirpangich D ning reoxord bilan kontakti ham yaxshi bo‘lishi kerak.
2. Uitston ko‘prigida ulash simlarining qarshiligiga yaqin bo‘lgan, ya’ni 1 Om dan kichik qarshiliklarni o‘lchash tavsiya qilinmaydi.
3. Ishning yig‘ilgan sxemasi tekshirtilgandan keyin, zanjirda hosil bo‘ladigan ekstra toklar galvanometrni ishdan chiqarmasligi uchun, oldin K_1 kalit orqali tok manbai ulanib, keyin K_2 kalit orqali galvanometr ulanadi. (Kalitlarni uzish teskari tartibda bajariladi).
4. Uitston ko‘prigidagi galvanometrning ko‘rsatishini chegaralash uchun, unga 10^3-10^4 Om qarshiliklar ketma-ket ulanadi. Uitston ko‘prigidagi R_x no‘malum qarshilikni o‘lchashda, ko‘prikdagi qarshiliklar magazinidan R_0 ma’lum qarshilikni shunday tanlab olinadiki, D qo‘zg‘aluvchi kontakt reoxordning o‘rtasiga yaqin joyda bo‘lganda galvanometr nolni ko‘rsatsin.
5. Reoxordning l_1 va l_2 yelkalarining uzunliklari AB sim bo‘ylab joylashtirilgan hisob chizig‘i yordamida topiladi va (19) formula asosida izlanayotgan R_x qarshilik hisoblanadi. Berilgan har bir o‘tkazgich uchun o‘lchashlar 3-4 marta takrorlanib, har bir o‘tkazgichning o‘rtacha qarshiligi hisoblanadi.
6. O‘lchash va hisoblash natijalari 1-jadvalga yoziladi.

1- jadval

Qarshiliklar	O‘lchashlar	R ₀ , Om	l ₁	l ₂	R _x , Om	<R _x >, Om
R'_x	1					
	2					
	3					
R''_x	1					
	2					
	3					

7. Berilgan o‘tkazgichlardan ikkitadan o‘zaro ketma-ket va parallel ulangandagi qarshiligi yana Uitston ko‘prigidan o‘lchanadi va (19) formula asosida hisoblanadi.
8. 1-hisoblash jadvalidagi aniqlangan har bir o‘tkazgichlarning o‘rtacha qarshiliklari R' , R'' , R''' larni haqiqiy qiymatlar deb, ularga asosan ketma-ket

va parallel ulangan oʻtkazgichlarning qarshiliklari quyidagi formulalar asosida nazariy hisoblanadi:

$$R_{k-k}^{naz} = \sum_{i=1}^n R_i \quad \text{va} \quad \frac{1}{R_{par}^{naz}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}.$$

9. Oʻzaro ketma-ket va parallel ulangan oʻtkazgichlarining R^{taj} –tajribada aniqlangan va R^{naz} – nazariy hisoblangan qarshiliklari asosida, oʻlchashning nazariyaga nisbatan nisbiy xatoligi quyidagi formuladan aniqlanadi

$$\delta = \frac{|R^{taj} - R^{naz}|}{R^{naz}} 100 \% .$$

7, 8, 9 – bandlarda oʻlchangan va hisoblangan natijalar 2-jadvalga yoziladi.

2- jadval

Ulash	R_0, Om	l_1	l_2	R_x^{taj}, Om	R_x^{naz}, Om	$\delta, \%$
Ketma-ket						
Paral-Lel						

NAZORAT SAVOLLARI

1. Tok va tokning kuchi deb nimaga aytiladi?
2. Zanjirning bir qismi uchun Om qonuni taʼriflansin va matematik ifodasi yozilsin.
3. Qarshilik va solishtirma qarshilik nima? Ular qanday birliklarda oʻlchanadi?
4. Oʻtkazgichlarni ketma-ket va parallel ulashni tushuntirib bering.
5. Kirxgofning birinchi va ikkinchi qonunlarini taʼriflang. Matematik ifodasini yozing.
6. Qarshilik Uitston koʻprigida qanday oʻlchanadi?