

Ўзгармас электр токи

Режа:

- 1. Ўзгармас ток ёўприги ёрдамида қаршиликларнинг ўлчаш.
Ўлчашлар ва ҳисоблаш.*

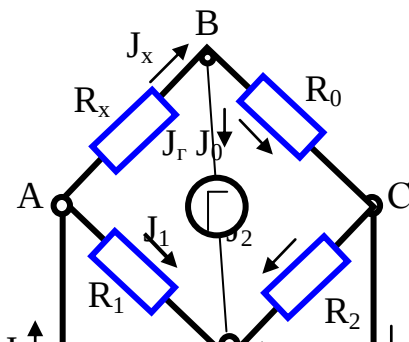
Ўзгармас ток ёўприги ёрдамида қаршиликларнинг ўлчаш.

Керакли асбоблар: Реохорд, ноль-гальванометр, қаршиликлар магазини, ўзгармас ток манбаи, калит, учта қаршилиги номаълум бўлган резисторлар.

Ўтказгич қаршилигини ўлчашнинг турли усуллари бор. Шулардан бири- амперметр ва вольтметр усулидир. Бу усул билан ишлашда шундай схема тузиш керакки, унда ўлчаниши керак бўлган резистордан ўтган токни амперметр ёрдамида ва шу резистор учларидаги потенциал тушишлар вольтметр ёрдамида ўлчаб, занжирнинг бир қисми учун Ом қонунини ишлатилиб, уша номаълум резистор қаршилиги аниқлаймиз. Ўтказгич қаршилигини ўлчашнинг яна бир оддий усули, кўприк усули бўлиб, бунда резистордан ўтган ток ва кучланиш тушиши ўлчанмайди ва бу усул юқоридаги усулга қараганда анча аниқ натижалар беради. Ўзгармас ток кўприги усулини одатда Уитстон кўприги дейилади.

Кўприк усули ёки Уитстон кўприги тўртта резистордан ташкил топган бўлиб, улар ёпиқ тўртбурчак ABCD ни ҳосил қилади. Бу тўртбурчакнинг битта диагонаliga ток манбаи, иккинчи диагонаliga эса асбоб-гальванометр уланади (1-шакл). 1-шаклдан кўринадикки, бу схема мураккабдир. Мураккаб тармоқланган занжир учун Ом қонунини эмас, балки Кирхгофнинг иккита қоидалари ишлатилади. Булар тугунлар ва ёпиқ контурлар учун бўлиб, тармоқланган занжирни ҳисоблашда асосий усулдир.

Биринчи қоида. тугунларга тегишли бўлиб, ундаги токларнинг алгебраик йиғиндисини нолга тенг. Бошқача айтганда, тугунга келган токларнинг йиғиндисини ундан кетган токларнинг йиғиндисига тенг. Ҳар бир тугунда ҳам келаётган, ҳам кетаётган тоklar бўлиши шарт. Юқоридаги таърифга асосан, тугунлар учун Кирхгофнинг 1-қоидасини ишлатсак қуйидаги тенгламаларни ҳосил қиламиз:



$$A: I=I_1=I_x \quad C: I_0=I_2=I$$

$$B: I_x=I_2=I_0 \quad D: I_1=I_2=I_2 \quad (1)$$

Иккинчи қоида ёпиқ контурлар учун бўлиб, у қуйидагича таърифланади: Ҳар қандай ёпиқ контурда потенциал тушишлар йиғиндиси ўша ёпиқ контурдаги э.ю.к. лар йиғиндисига тенг. Потенциал тушиш деганда резистордан ўтган токни, ўша резистор қаршилигининг кўпайтмасига айтилади. Потенциал тушишлар ва э.ю.к. лар ишораси қуйидагича танланади. Контурни айланиб чиқишни соат стрелкаси ҳаракати бўйича олсак, у ҳолда айланиш йўналиши ток йўналиши билан бир ҳил бўлса, потенциал тушиш ишораси “=” олинади, агар тескари бўлса, потенциал тутиш ишораси “-” ёзилади. Э.ю.к. олдидаги ишора эса қуйидагича танланади. Контурни айланиб чиқишда манбанинг минус клеммасидан плюс клеммасига ўтилса ($=\varepsilon$) ёзилади, агар контурни айланиб чиқишда плюс клеммасидан минус клеммасига ўтилса ($-\varepsilon$) ёзилади. Агар ёпиқ контурда э.ю.к. бўлмаса, у ҳолда тенгликдан кейин ноль ёзилади (0). Бу қоида 1-шаклдаги ёпиқ контурлар учун ишлатиб, қуйидаги тенгламаларни ҳосил қиламиз:

$$ABDA: \quad I_x R_x = I_I R_{\tilde{A}} - I_1 R_1 = 0$$

$$BCDB: \quad I_0 R_0 = I_2 R_2 - I_{\tilde{A}} R_{\tilde{A}} = 0 \quad (2)$$

$$ABC\varepsilon A: \quad I_x R_x = I_0 R_0 - I r = \varepsilon$$

Шаклдаги R_x -номаълум қаршилик, R_0 -маълум қаршилик бўлиб, унинг қиймати қаршиликлар магазинидан танлаб олинади.

R_1 ва R_2 ни ўзгартириш натижасида гальванометрдаги ток В дан Д томонга ёки тесқарисига ҳам оқиши мумкин. R_1 ва R_2 ларни шундай танлаб олиш керакки, гальванометр ток кўрсатмасин, яъни $I_c \neq 0$ бўлсин. Кўприк схемасининг бундай ҳолати мувозанат ҳолат дейилади. Маълумки,

$$J_r = \frac{U_B - U_D}{R_r}$$

бундан кўприк мувозанатлигида $I_c \neq 0$ бўлса, демак, $V_B - V_D \neq 0$ бўлар экан. Бундан эса $V_B \neq V_D$ яъни кўприк мувозанат ҳолатдалигида В нуқтанинг потенциали Д нуқтанинг потенциалига тенг бўлиши керак экан. $I_c \neq 0$ лигида (1) ва (2) тенгламалар қуйидагича ёзилади:

$$J_x = J_0, \quad J_1 = J_2 \quad (1^1)$$

$$J_x R_x - J_1 R_1 = 0, \quad J_0 R_0 - J_2 R_2 = 0 \quad (2^1)$$

Бу икки тенгламадан (1) ни назарга олган ҳолда

$$\frac{R_x}{R_0} = \frac{R_1}{R_2}$$

тенгликни ҳосил қиламиз, бундан

$$R_x = R_0 \cdot \frac{R_1}{R_2} \quad (3)$$

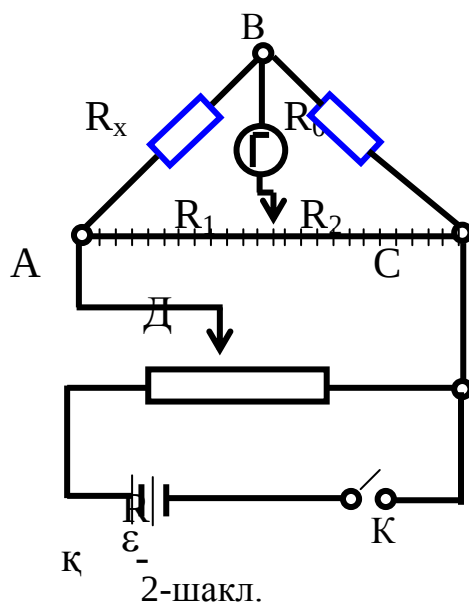
бўлади.

Одатда схемага ноль гальванометр уланади. R_1 ва R_2 резисторларни танлаш натижасида кўприкни мувозанатга келтириш жуда қийин. Шу сабабдан R_1 ва R_2 резисторларни реохорд билан алмаштирилади (2-шакл). Реохорд бу линейкага тортилган кўндаланг кесими бир ҳил, бир жинсли 1м. ўтказгич сим АС бўлиб, шу ўтказгич бўйлаб сирпанувчи Д контактдан иборат. Сурилгич ёрдамида реохорд қаршилиги R_1 ва R_2 бўлакларга бўлинади.

Сурилгич Д ни АС бўйлаб силжитиш натижасида R_1 ва R_2 қаршилиқлар қиймати ўзгартирилади. R_1 ва R_2 қаршилиқлар бир жинсли ўтказгичдан ясалганлиги сабабли:

$$R_1 = \rho \cdot \frac{l_1}{S}, \quad R_2 = \rho \cdot \frac{l_2}{S}$$

бўлиб, бундан $\frac{R_1}{R_2} = \frac{l_1}{l_2}$, яъни қаршилиқлар нисбати узунлиқлар нисбатига тенглиги келиб чиқади.



Демак;

$$R_x = R_0 \cdot \frac{l_1}{l_2} \quad (4)$$

бўлади. Реохорд узунлиги АС қўлқў100 та бўлакка бўлинади. АС линейка ўрнига 1 метр миллиметрли қоғоз қўйилса, $\Delta l = 1\text{ мм}$ бўлиб, l_1 ни 1мм хатоик билан аниқлаш мумкин. Унда

$$R_x = R_0 \cdot \frac{l_1}{l-l_1} \quad (5)$$

бўлади.

Формула (5) - номаълум қаршиликни реохордли кўприк билан кўприк усулида ўлчашнинг асосий формуласидир. R_x ни ўлчашдаги хатолик R_0 ва l ларнинг хатолигидан ташкил топади. R_0 ни ўлчашдаги хатолик қаршиликлар магазини аниқлик классидан аниқланади. Номаълум қаршиликни ўлчашдаги нисбий хатолигини топиш учун (5) формулани логарифмлаймиз ва ундан кейин дифференциаллаб қуйидагини ҳосил қиламиз.

$$\begin{aligned} \ln R_x &= \ln R_0 + \ln l_1 - \ln(l-l_1) \\ \frac{\Delta R_x}{R_x} &= \frac{\Delta R_0}{R_0} + \frac{\Delta l_1}{l_1} + \frac{\Delta l}{l-l_1} + \frac{\Delta l_1}{l-l_1} \end{aligned} \quad (6)$$

охирги тенглик учун умумий маҳраж $R_0 l_1 (l - l_1)$ бўлади. R_x ни аниқлашдаги нисбий хатолик минимал бўлади, агар маҳраж

$$f(l_1) = R_0 l_1 (l - l_1)$$

максимум бўлса.

$f(l_1)$ нинг максимумлик шарти $df(l_1)/dl_1 = 0$, бўлиши керак, яъни тенглик ўринли. Бу ердан $l_1 = l/2$ келиб чиқади. Демак, R_x ни ўлчашда нисбий хатолик минимал бўлиши учун мувозанатланган кўприкда реохорд сурилгичи l_1 қ l_2 вазиятга мувофиқ туриши, яъни сурилгич реохорднинг ўртасида жойлашиши лозим. Шунинг учун ҳам номаълум қаршиликни кўприк усули билан ўлчашда мумкин қадар сургич реохорднинг ўрталарига яқин нуқталарда жойлашган ҳолда, қаршиликлар магазинидан R_0 ни танлаб олиб, кўприк мувозанатга келтирилади ва l_1 ёзиб олинади.

ЎЛЧАШЛАР ВА ҲИСОБЛАШ.

1. 2-шаклдагидек электр схема тузилади. Схемадаги R_x ўрнига қаршилиги ўлчаниши керак бўлган R_1 , R_2 , R_3 лардан бирини, масалан R_1 ни улаймиз.

Реохорд сургичини (Д) тахминан ўрта қисмларга ўрнатиб, қаршиликлар магазинидан R_0 ни шундай танлаб оламизки, схема диагоналида уланган гальванометрдан ток ўтмасин, яъни гальванометр нольни кўрсатсин. Гальванометрнинг бу ноль ҳолати учун реохорд сургичининг (Д-нинг) чап (l_1) ва ўнг (l_2) ҳолатлари 1-жадвалга ёзилади. Шунини айтиш керакки $l_1 + l_2 = 100$; $l_2 = 100 - l_1$

3. қаршиликлар магазинидан бошқа R_0 ни олиб, яна сургич Д ни ўзгартириб, яна l_1 елка ҳолатини реохорд миллиметр шкаласидан жадвалга ёзиб оламиз. Берилган R_1 номаълум қаршилик билан R_0 ларни танлаб олиб l_1 ларни ёзишни 3,4 марта такрорлаб, жадвалга ёзиб борамиз. Шунини айтиш керакки, реохорд сургичини ҳолати l_1 50 смлар теваарида (бошқача айтганда 40 см билан 60 см оралиғида) бўлишини таъминлаш керак.

4. Схемага R_1 ни ўрнига энди R_2 ва R_3 ларни улаб 2 ва 3 пунктларни такрорлаб жадвалга ёзиб борамиз.

5. Схемадаги R_x ўрнига номаълум қаршиликларни, R_1 , R_2 , R_3 резисторларни турли комбинацияларда кетма-кет, параллел ва аралаш улаб, у комбинациялар учун ҳам R_0 ларни қаршилик магазинидан танлаб, реохорд сургичини (Д ни) суриб, гальванометрни ноль ҳолатга келтириб, 3-4 марта R_0 ларни бериб l_1 ларни жадвалга ёзибборамиз.

6. Жадвалга тўлғазилган тажриба натижаларига асосан (5) формула ёрдамида ҳар бир ўлчашлар учун R_x лар ҳисобланади.

7. Ҳисобланган (3-4 марта) R_1 ларнинг қийматларидан унинг ўртача қиймати, ўртача квадратик хатоси ва нисбий хатолиги ҳисобланади.

8. 7 пунктни R_2 , R_3 лар учун ҳамда R_1 , R_2 , R_3 ларнинг турли комбинацияларда кетма-кет, параллел ва аралаш улашлари учун ҳам ҳисобланади.

9. R_1 , R_2 , R_3 ларнинг ўртача қийматини билган ҳолда бу учаласини турли комбинацияларда кетма-кет, параллел ва аралаш улашларни, уларнинг улашда умумий қаршиликларини ҳисоблаш формуласига асосланиб, уларни ҳисоблаш керак. Бу усулда (назарий) олинган натижаларни тажрибада чиқарилган катталиклар билан таққослаш лозим.

I-УСУЛ

1 жадвалга асосан R_x ларни ЭХМ ёрдамида ҳисоблаш учун формула (5) ни қуйидагича ифодалаймиз.

$$R_x(i) = R_0(i) * L(i) / (100 - L(i)) \quad (5^I)$$

1 жадвалдаги ҳар бир номаълум қаршиликлар учун ($R_1, R_2, R_3, R_{12KK}, R_{23PP}$, ва) (5) формула асосан резисторлар қаршиликларини, уларнинг хатоликларини ва нисбий хатоликларини ҳисоблаш учун тузилган L51 дастур иловада келтирилган.

Формула, жадвал ва дастурга кирган катталикларда қуйидаги белгилашлар ишлатилган:

K - тажриба сони,

$R_0(i)$ - қаршиликлар магазинидан танлаб олинган маълум қаршиликлар (Ом)

$R_x(i)$ - номаълум қаршиликлар (Ом)

R_{12KK} - биринчи ва иккинчи резисторлар кетма-кет уланган (Ом)

R_{123PP} - биринчи, иккинчи ва учинчи резисторлар параллел уланган (Ом)

R_{1CP}, R_{3CP} - биринчи ва учинчи резисторлар қаршилигининг ўртача қиймати (Ом)

II-УСУЛ

1жадвалдаги R_1, R_2, R_3 резисторлар учун тажрибада олинган $R_0(i)$ ва $L_1(i)(i=1\div 4)$ ларни бериб, $R_{1CP}, R_{2CP}, R_{3CP}, R_{123KK}, R_{12PP}, R_{13PP}, R_{23PP}, R_{123PP}$ ларни ҳисоблаш учун тузилган L511 дастур иловада берилган.

Дастурда қуйидаги белгилашлар киритилган:

K - тажриба сони

$R_0(i)$ - қаршиликлар магазинидан олинган маълум қаршиликлар (Ом)

$L_1(i)$ - реохорд елкасининг чап елкаси (см)

$R_x(i)$ номаълум қаршиликлар (Ом)

R_{1CP} - ҳисобланган қаршиликнинг ўртача қиймати (Ом)

R_{12KK} - биринчи ва иккинчи резисторлар кетма-кет уланган

R_{23PP} - иккинчи ва учинчи резисторлар параллел уланган

1-жадвал.

R_X	R	$R0(i)$	$L1(i)$	$L2(i)$
R_1	1	$R01(1)$	$L11(1)$	
	2	$R02(1)$	$L12(1)$	
	3	$R03(1)$	$L13(1)$	
	4	$R04(1)$	$L14(1)$	
R_2	1	$R01(2)$	$L11(2)$	
	2	$R02(2)$	$L12(2)$	
	3	$R03(2)$	$L13(2)$	
	4	$R04(2)$	$L14(2)$	
R_3	1	$R01(3)$	$L11(3)$	
	2	$R02(2)$	$L12(3)$	
	3	$R03(2)$	$L13(3)$	
	4	$R04(2)$	$L14(3)$	
$R_{12}KK$				