

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ
НАМАНГАН МУҲАНДИСЛИК-ПЕДАГОГИКА ИНСТИТУТИ
МУҲАНДИСЛИК ТЕХНИКА ФАКУЛЬТЕТИ
ЭНЕРГЕТИКА КАФЕДРАСИ
“ЭЛЕКТРОТЕХНИКА” ФАНИДАН

РЕФЕРАТ

Бажарди : **5-ЭЛ-14 гуруҳ талабаси**
М. Умаралиева

Қабул қилди : **Қ.Файзуллаев**

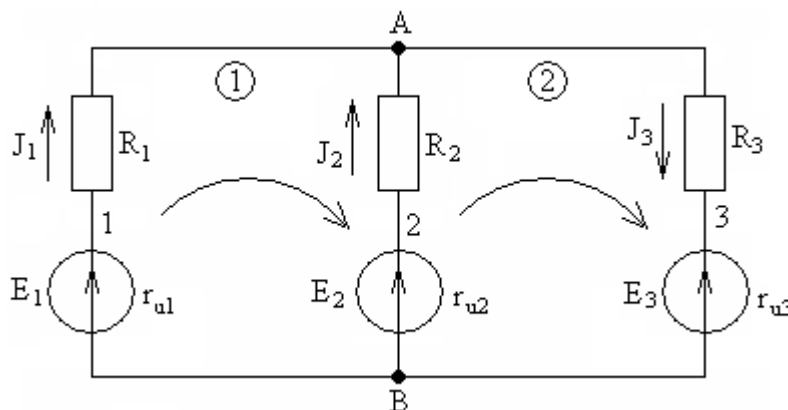
Наманган-2015

Ўзгармас ток мураккаб занжирларини ҳисоблаш

1. Кирхгоф ва Ом қонунларини бевосита қўллаш усули.
2. Контур тоқлар усули.
3. Тугун потенциаллар усули.
4. Устма-уст усули.
5. Электр занжирида қувватлар баланси.

Кирхгоф ва Ом қонунларини бевосита қўллаш усули

Ток манбалари иккита ва ундан ортиқ бўлган электр занжири мураккаб ҳисобланади. Бундай занжирларни бир неча усулда ўрганиш мумкин. Масалан, Кирхгофнинг 1 ва 2 чи қонунлари асосида занжир тугунлари ва контурлари учун тенгламалар тuzилади ва улар ечилиб, номаълум тоқлар топилади. Тенгламаларнинг умумий сони номаълум тоқлар сонига тенг бўлиши керак. Кирхгофнинг 1 чи қонуни бўйича тuzилган тенгламалар тугунлар сонидан битта кам бўлиши зарур. Қолган тенгламалар кирхгофнинг 2 чи қонуни асосида тuzилади.



1-расм.

Масалан, 1-расм учун занжирдаги тугунлар сони 2 та, демак 1 чи қонун билан битта тенглама тузилади.

$$J_1 + J_2 - J_3 = 0 \quad \text{ёки} \quad J_1 + J_2 = J_3 \quad (1)$$

Занжирда учта номаълум ток кучи бор, демак яна иккита тенгламани Кирхгофнинг 2 чи қонунига биноан тузамиз, масалан 1 ва 2 белгиланган контурлар учун

$$\left. \begin{aligned} J_1(R + r_{u1}) - J_2(R_2 + r_{u2}) &= E_1 - E_2 \\ J_2(R_2 + r_{u2}) + J_3(R_3 + r_{u3}) &= E_2 - E_3 \end{aligned} \right\} (2)$$

Контурларни соат стерлкаси йўналишида (расмда кўрсатилган) олдик. Тузилган (1) ва (2) тенгламаларни ечиб, номаълум ток кучларини топамиз:

$$\left. \begin{aligned} J_1 &= \frac{(E_1 - E_2)(R_2 + r_{u2} + R_3 + r_{u3}) + (E_2 - E_3)(R_2 + r_{u2})}{(R_1 + r_{u1})(R_2 + r_{u2}) + (R_2 + r_{u2})(R_3 + r_{u3}) + (R_3 + r_{u3})(R_1 + r_{u1})} \\ J_2 &= \frac{J_1(R + r_{u1}) - E_1 + E_2}{R_2 + r_{u2}}; \quad J_3 = J_1 + J_2 \end{aligned} \right\} (3)$$

Масала. 1-расмда $E_1=6$ В, $E_2=4$ В, $E_3=2$ В, $R_1=4$ Ом, $R_2=6$ Ом, $R_3=8$ Ом, $r_{u1} \ll R_1$, $r_{u2} \ll R_2$, $r_{u3} \ll R_3$.

Берилган занжир учун ҳар бир тармоқдаги тоқларни ҳисобланг.

$$\begin{aligned} J_1 R_1 - J_2 R_2 &= E_1 - E_2 \Rightarrow \\ J_2 R_2 + J_3 R_3 &= E_2 - E_3 \Rightarrow \end{aligned} \quad \begin{cases} 4J_1 - 6J_2 = 2 \\ 6J_2 + 8J_3 = 2 \end{cases} \quad J_3 = J_1 + J_2$$

$$\begin{cases} 2J_1 - 3J_2 = 1 \\ 3J_2 + 4J_3 = 1 \end{cases} \begin{cases} 2J_1 - 3J_2 = 1 \\ 3J_2 + 4(J_1 + J_2) = 1 \end{cases} \begin{cases} 2J_1 - 3J_2 = 1 \\ 4J_1 + 7J_2 = 1 \end{cases} \cdot 2$$

$$\begin{cases} 4J_1 - 6J_2 = 2 \\ 4J_1 + 7J_2 = 1 \end{cases} \cdot \begin{cases} -6J_2 - 7J_2 = 1 \\ -13J_2 = 1 \end{cases} \quad J_2 = -\frac{1}{13} = -0,08 \text{ A}$$

«→» ишора ток танланган йўналишга нисбатан тескари оқишини билдиради

$$4 J_1 - 6 J_2 = 2; \quad 4 J_1 - 6 \cdot \left(-\frac{1}{13}\right) = 2; \quad 4 J_1 + \frac{6}{13} = 2$$

$$4 J_1 = 2 - \frac{6}{13} = \frac{26 - 6}{13} = \frac{20}{13}; \quad J_1 = \frac{20}{13 \cdot 4} = \frac{5}{13} = 0,39 \text{ A}$$

$$J_3 = J_1 + J_2 = 0,39 - 0,08 = 0,31 \text{ A.}$$

Демак: $J_1 = 0,39 \text{ A}$, $J_2 = -0,08 \text{ A}$, $J_3 = 0,31 \text{ A}$.

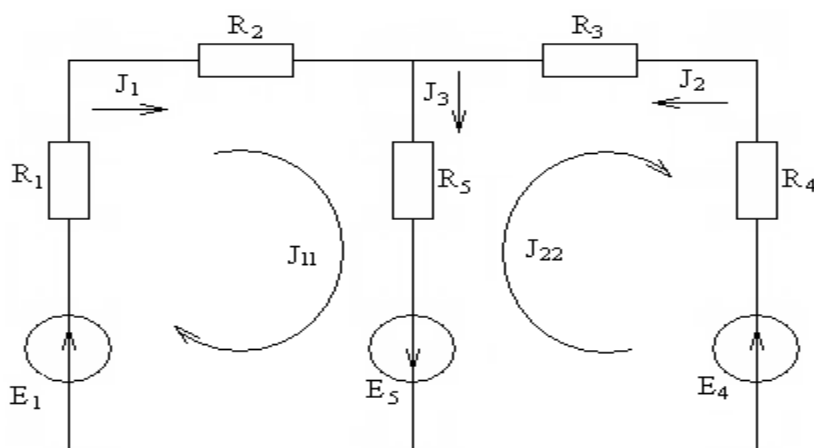
Контур тоқлар усули

Бу усулда занжирнинг алоҳида контурларидан контур тоқи оқади, деб фараз

қилинади ва шаҳобчалар шу контур тоқлари аниқланади.

Тенгламалар

Кирхгофнинг



ТОҚИ
орқали

2 чи

конунига асосан тузилади. Тенгламаларда номаълумлар сони ўзаро боғлиқ бўлмаган контурлар сонига тенг бўлади. Бу усул асосан мураккаб занжирдаги мустақил контурлар сони тугунлар сонидан кам бўлганда қўлланади.

2-расм.

2-схемада иккита боғлиқ бўлмаган контур мавжуд. Бу контурлардан ўтадиган J_{11} ва J_{22} тоқлар орқали шаҳобчалардаги тоқларни аниқлаш мумкин. Фараз қилайлик, контурдаги J_{11} ва J_{22} тоқларнинг йўналиши соат

мили ҳаракатига мос бўлсин. Ҳар бир контур учун Кирхгофнинг 2 чи қонунига асосланиб тенгламалар тузамиз. Бунда R_5 қаршиликли шаҳобчадан иккала контур тоқларининг айирмаси (ёки йиғиндиси) ўтиши мумкин, бу ёндош шаҳобча дейилади.

1-контур учун:

$$\begin{aligned}(R_1+R_2) \mathcal{J}_{11}+R_5 (\mathcal{J}_{11}-\mathcal{J}_{22})&=E_1+E_5 \\ (R_1+R_2+R_5) \mathcal{J}_{11}-R_5 \mathcal{J}_{22}&=E_1+E_5 \quad (1)\end{aligned}$$

2-контур учун

$$\begin{aligned}R_5 (\mathcal{J}_{22}-\mathcal{J}_{11})+(R_3+R_4)\mathcal{J}_{22}&=-E_4-E_5 \quad \text{ёки} \\ -R_5 \mathcal{J}_{11}+(R_3+R_4+R_5)\mathcal{J}_{22}&=-E_4-E_5 \quad (2)\end{aligned}$$

(1) да \mathcal{J}_{11} олдидаги коэффициент биринчи контурга тегишли хусусий қаршиликлар, шунинг учун қуйидаги белгилашни киритамиз:

$$R_{11}=R_1+R_2+R_5$$

(1) да \mathcal{J}_{22} олдидаги коэффициент эса контурлар орасидаги ўзаро қаршилик, $R_5=R_{12}$ деб белгилаймиз. (2) тенгламада $R_5=R_{21}$ ва $R_{22}=R_3+R_4+R_5$ белгилаш киритамиз. Демак $|R_{12}|=|R_{21}|$ -контурлараро ўзаро қаршиликлар. (1) ва (2) тенгламаларнинг ўнг томонларини мос равишда E_{11} ва E_{22} билан белгилаймиз, булар биринчи ва иккинчи контурлар ЭЮК ларининг алгебраик йиғиндиси.

Унда (1) ва (2) тенгламаларни қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин:

$$R_{11} \mathcal{J}_{11}+R_{12} \mathcal{J}_{22}=E_{11} \quad (1)$$

$$R_{21} \mathcal{J}_{11}+R_{22} \mathcal{J}_{22}=E_{22} \quad (2)$$

бу ерда $R_{11}=R_1+R_2+R_5$, $R_{22}=R_3+R_4+R_5$, $R_{12}=R_{21}=-R_5$

$$E_{11}=E_1+E_5, \quad E_{22}=-E_4-E_5.$$

Агар схемада мустақил контурлар сони учта бўлса тенгламалар системаси:

$$\begin{aligned}R_{11} \mathcal{J}_{11}+R_{12} \mathcal{J}_{22}+R_{13} \mathcal{J}_{33}&=E_{11} \\ R_{21} \mathcal{J}_{11}+R_{22} \mathcal{J}_{22}+R_{23} \mathcal{J}_{33}&=E_{22} \quad (3) \\ R_{31} \mathcal{J}_{11}+R_{32} \mathcal{J}_{22}+R_{33} \mathcal{J}_{33}&=E_{33}\end{aligned}$$

ёки матрица кўринишида $[R] \cdot [\mathcal{J}]=[E]$ ёки

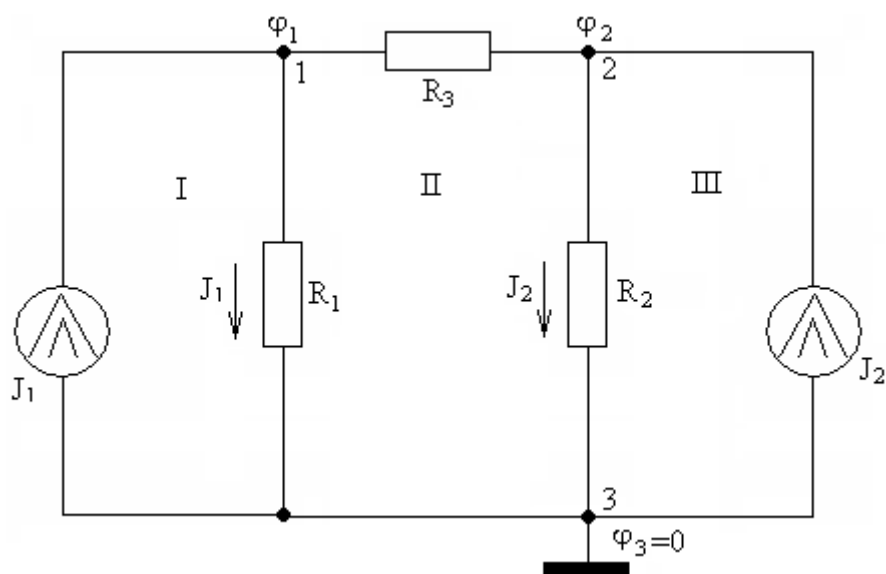
$$[R]=\begin{vmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} \end{vmatrix}; \quad [J]=\begin{vmatrix} J_{11} \\ J_{22} \\ J_{33} \end{vmatrix}; \quad E=\begin{vmatrix} E_{11} \\ E_{22} \\ E_{33} \end{vmatrix} \quad (4)$$

Ҳар хил белгили қаршиликлар ишоралари бир хил бўлиши учун контур тоқларининг йўналиши бир хил танланиши керак. Контурлараро қаршиликдан иккита ёндош контур тоқлари оқади.

Шахобчадаги ток қиймати шу шахобчадан ўтадиган контур тоқлар билан аниқланади.

Тугун потенциаллар усули

Бу усулда Кирхгофнинг 1-қонунига асосланиб, электр занжир тугунларидаги потенциаллар занжирнинг таянч тугунига нисбатан аниқланади. Бунда таянч тугун потенциали нол деб қабул қилинади, яъни бу тугун шартли равишда ерга улаб қўйилади. Ҳар қандай шахобчадаги кучланиш унинг тугунлари ўртасидаги потенциаллар фарқига тенг бўлиб, уни шахобча ўтказувчанлигига кўпайтмаси шахобча тоқига тенг бўлади. Демак, тугун потенциалларини аниқлаб, ҳар бир шахобчадаги ток қийматини топиш мумкин.



3-расм.

3-расмда келтирилган схемада:

J_1 ва J_2 -ток манбаи;

3 та-1, 2, 3 тугун;

3 та-И, ИИ, ИИИ контурлар мавжуд.

3-тугунни таянч тугун деб қабул қиламиз ва уни шартли равишда ерга улаймиз, $\varphi_3=0$. тегишли шахобчалар ўтказувчанликлари:

$$\Gamma_1 = \frac{1}{R_1}; \quad \Gamma_2 = \frac{1}{R_2}; \quad \Gamma_3 = \frac{1}{R_3}.$$

Ушбу занжирнинг 3 та тугуни учун Кирхгофнинг 1 чи қонунига асосан $\Gamma - 1 = 3 - 1 = 2$ та тенглама тузиш мумкин.

1 чи тугун учун:

$$J_{1T} = (\varphi_1 - \varphi_3)\Gamma_1 + (\varphi_1 - \varphi_2)\Gamma_3 = \varphi_1\Gamma_1 + \varphi_1\Gamma_3 - \varphi_2\Gamma_3 = (\Gamma_1 + \Gamma_3)\varphi_1 - \Gamma_3\varphi_2$$

2 чи тугун учун:

$$J_{2T} = (\varphi_2 - \varphi_3)\Gamma_2 + (\varphi_2 - \varphi_1)\Gamma_3 = \varphi_2\Gamma_2 + \varphi_2\Gamma_3 - \varphi_1\Gamma_3 = -\Gamma_3\varphi_1 + (\Gamma_2 + \Gamma_3)\varphi_2$$

Булар $\Gamma_1 + \Gamma_3 = \Gamma_{11}$, $\Gamma_2 + \Gamma_3 = \Gamma_{22}$ – мос равишда 1 чи ва 2 чи тугунларнинг хусусий ўтказувчанликлари; $\Gamma_3 = \Gamma_{12} = \Gamma_{21}$ – 1 чи ва 2 чи тугунлар орасидаги ўзаро ўтказувчанлик.

J_{1T} , J_{2T} – мос равишда 1 чи ва 2 чи тугунларнинг тугун токлари.

Устма-устлаш усули

Устма-устлаш теоремаси: чизикли электр занжирларида ўзаро боғлиқ бўлмаган бир нечта манбаларнинг умумий таъсири алоҳида олинган ҳар бир манба таъсири натижаларининг алгебраик йиғиндисига тенг.

Бу учул билан мураккаб занжирларни ҳисоблаганда, занжирда нечта ЭЮК манбаи бўлса шунча занжир тузиб олинади, қаршиликлар ўз ўрнида қолдирилади, тоқларнинг йўналишини ўзгартириш мумкин.

Устма-устлаш усулида мураккаб электр занжирини ҳисоблаш куйидаги кетма-кетликда бажарилади:

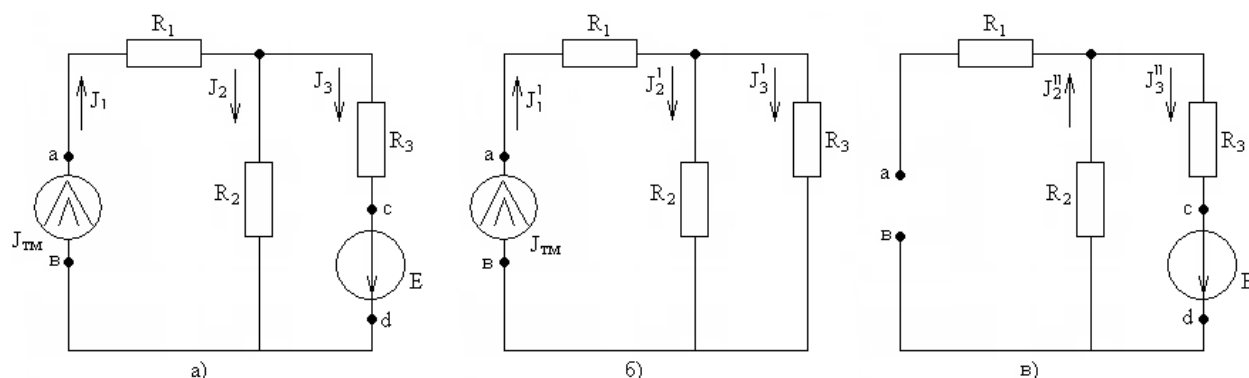
а) ҳар бир ЭЮК манбаи таъсиридан шаҳобчаларда ҳосил бўлган хусусий тоқлар аниқланади, бунда фикран схемада ягона ЭЮК манбаи қолдирилиб, қолганларининг ички қаршиликларигина ҳисобга олинади.

б) шаҳобчалардаги ҳақиқий тоқлар эса алоҳида ҳисобланган хусусий тоқларнинг алгебраик йиғиндисига тенг бўлади.

Агар мураккаб занжирга бир вақтда ЭЮК ва ток манбалари уланган бўлса, бунда ҳам устма-устлаш усулини қўллаш мумкин.

Устма-устлаш усулини аниқ масалада қўллаймиз.

Масала: 4-расмдаги схема учун устма-устлаш усули ёрдамида шаҳобчалардаги тоқларни аниқланг ва қувватлар балансини текширинг.



4-расм.

Берилган: $R_1=2$ Ом, $R_2=4$ Ом, $R_3=6$ Ом, $J_{TM}=5$ А, $E=24$ В.

Ечиш: а) – шаҳобчалардаги тоқлар йўналишини ихтиёрий белгилаймиз, ЭЮК манбаини схемадан чиқариб ташлаб с ва д нуқталарни бирлаштирамиз, ЭЮК манбаининг ички қаршилиги $r_{ич}=0$ (3.4-расм, б). Шу схема учун шаҳобчаларда ток манбаи таъсиридан ҳосил бўлган хусусий тоқларни аниқлаймиз

$$I_1^1 = I_{TM} = 5 \text{ A}; \quad I_2^1 = I_1^1 \frac{R_2 \cdot R_3^{u_2=u_3}}{R_2 \cdot R_3} \cdot \frac{1}{R_2} = 3 \text{ A}, \quad I_3^1 = I_1^1 \frac{R_2 R_3}{R_2 \cdot R_3} \frac{1}{R_3} = 2 \text{ A}.$$

Энди ЭЮК манбаи таъсиридаги занжир шаҳобчалари хусусий тоқларини аниқлаймиз. Бу ҳолда схемадан ток манбаи олиб ташланган ва а ҳамда в нуқталар ораси узилган, чунки ток манбаининг ички ўтказувчанлиги $\Gamma_{ич} = 0$ га тенг. 3.4-расм в) учун:

$$I_1^{11} = 0; \quad I_2^{11} = I_3^{11} = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{24}{10} = 2,4 \text{ A}.$$

б) – устма-устлаш принциpidан фойдаланиб ҳар бир шаҳобчадаги ҳақиқий тоқларни аниқлаймиз:

$$I_1 = I_1^1 + I_1^{11} = 5 + 0 = 5 \text{ A}. \quad I_2 = I_2^1 - I_2^{11} = 3 - 2,4 = 0,6 \text{ A}$$

$$I_3 = I_3^1 + I_3^{11} = 2 + 2,4 = 4,4 \text{ A}.$$

а нуқтанинг потенциали:

$$\varphi_a = \varphi_b + R_2 I_2 + R_1 I_1; \quad U_{ав} = \varphi_a - \varphi_b = R_2 I_2 + R_1 I_1 = 4 \cdot 0,6 + 2 \cdot 5 = 12,4 \text{ B}$$

Ток манбаи қуввати:

$$P_{ав} = U_{ав} \cdot J_{TM} = 12,4 \cdot 5 = 62 \text{ Вт}.$$

ЭЮК манбаи қуввати

$$E I_3 = 20 \cdot 4,4 = 88 \text{ Вт}$$

Қувватлар баланси:

$$P_{ист} = P_{манба} \quad \text{ёки} \quad R_1 I_1^2 + R_2 I_2^2 + R_3 I_3^2 = U_{ав} J_{TM} + E I_3$$

$$P_{ист} = 2 \cdot 25 + 4 \cdot 0,36 + 6 \cdot 19,36 = 50 + 1,44 + 116,16 = 167,6 \text{ Вт}$$

$$P_{манба} = U_{ав} \cdot J_{TM} + E I_3 = 12,4 \cdot 5 + 24 \cdot 4,4 = 62 + 105,6 = 167,6 \text{ Вт}$$

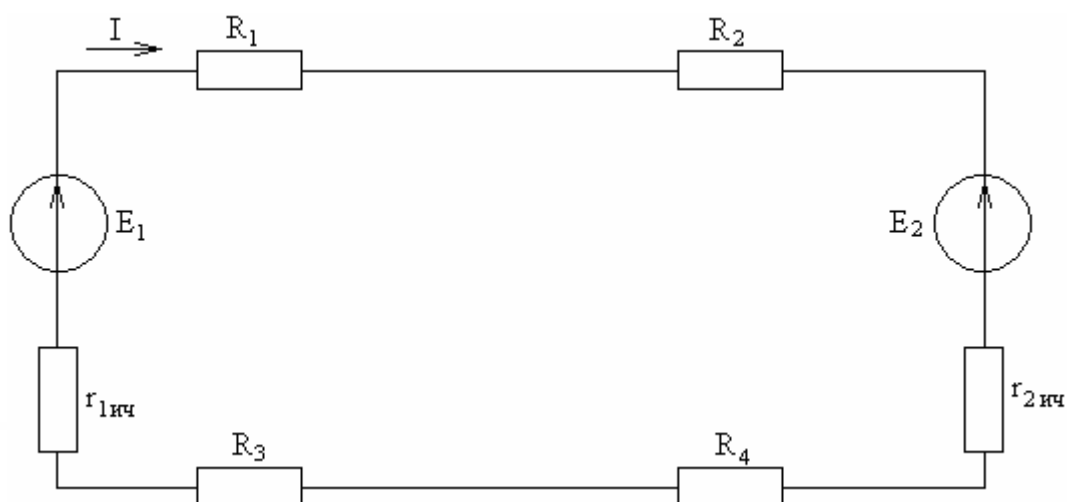
Электр занжирида қувватлар баланси

Энергиянинг сақланиш қонунига кўра ўзгармас ток занжирига уланган манбалар қувватларининг алгебраик йиғиндиси занжирнинг барча истеъмолчиларидаги қувватларнинг арифметик йиғиндисига тенгдир:

$$\sum E I = \sum I^2 R \quad (1)$$

Бу энергетик баланс (мувозанат) тенгламаси дейилади, яъни манбаларнинг ишлаб чиқарган электр энергияси (қуввати) истеъмолчиларда, узатиш линиясида ва манбаларнинг ўзида сарф бўлган энергия (қувват) га тенгдир.

Агар электр занжирда ток йўналиши ЭЮК йўналиши билан бир хил бўлса, у ҳолда манба вақт бирлиги ичида занжирга энергия узатувчи манба ҳисобланади. Ток йўналиши ЭЮК йўналишига қарама-қарши бўлса, у ҳолда ЭЮК манбаи занжирга энергия бермайди, аксинча энергияни қабул қилади, яъни истеъмолчи вазифасини бажаради. Мисол тариқасида аккумуляторнинг зарядланишини олиш мумкин. Бу ҳолда ЕЖ кўпайтма қувватлар мувозанати тенгламасига манфий ишора билан киради.



5-расм.

5-расмда келтирилган занжир учун энергетик баланс тенгламаси қуйидаги кўринишга эга:

$$E_1 I - E_2 I = R_1 I^2 + R_2 I^2 + R_3 I^2 + R_4 I^2 + r_{1ич} I^2 + r_{2ич} I^2 \quad (2)$$

Агар занжирнинг айрим қисмларига ЭЮК манбасидан ташқари ток манбаи ҳам уланган бўлса, у ҳолда бир тугундан иккинчи тугун томон

йўналган ток манбаидан ҳосил бўлган қувват сарфини ҳисобга олиш керак бўлади. Масалан, занжирнинг бирор а тугунига I_k ток кириб в тугунидан чиқса, у ҳолда ток манбаи сарфлаётган қувват $P=U_{ав} I_k$ бўлади. Бундай ҳолда энергетик мувозанат тенгламаси қуйидагича ёзилади:

$$\sum_{i=1}^n R_i I_i^2 = \sum_{\kappa=1}^m E I_{\kappa} + \sum_{\kappa=1}^m U_{ав} I_{\kappa} \quad (3)$$

Бу тенглама қувватлар мувозанатининг умумий тенгламаси дейилади.

Фойдаланилган адабиётлар

1. Каримов А.С. Электротехниканинг назарий асослари. – Тошкент, 2003 й.
2. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. – М.: Высшая школа, 2007 г.
3. Коровкин Н.В. и др. Сборник задач по теоретическим основам электротехники. – Санкт-Петербург. Питер, 2006 г.
4. Новгородцев А.Б. Теоретические основы электротехники. Учебное пособие. – СПб.: Питер, 2006 г.
5. Прянишников В.А. Теоретические основы электротехники. Учебное пособие. – СПб.: КОРОНА принт, 2007 г.