

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**АНДИЖОН МАШИНАСОЗЛИК ИНСТИТУТИ
“АВТОМАТИКА ВА ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЯ”**

ФАКУЛЬТЕТИ

**«Электр техникаси, электр механикаси
ва
электр технологиялар»**

КАФЕДРАСИ

**«ЭЛЕКТРОТЕХНИКАНИНГ НАЗАРИЙ
АСОСЛАРИ»
ФАНИДАН ХИСОБ-ГРАФИК ИШЛАРИНИ
БАЖАРИШ УЧУН
УСЛУБИЙ КЎРСАТМАЛАР**

АНДИЖОН - 2014 йил

«ТАСДИҚЛАЙМАН»

Андижон машинасозлик институти илмий-услубий
кенгашида кўриб чиқилган ва
маъқулланган

Кенгаш раиси _____ Қ.Эрматов

«__» _____ 2014 й.

«МАҚУЛЛАНГАН»

«Автоматика ва электротехнология» факультети илмий
кенгашида муҳокама қилинган ва
маъқулланган

Кенгаш раиси _____ Н. Тўйчибоев

«__» _____ 2014 й.

«ТАВСИЯ ЭТИЛГАН»

“ЭЭЭ” кафедраси мажлисида муҳокама қилинган ва
тавсия этилган

Кафедра мудири _____ Б.Мамаджанов

(Кафедра мажлисининг __ - сонли баённомаси

«__» _____ 2014й)

Тақризчилар:

1. Андижон КХИ доценти , т.ф.н. О.И. Исмоилов
2. АндМИ «Умумтехника фанлари» кафедраси доценти, т.ф.н Х.Собиров

Тузувчи:

Б.Мамаджанов т.ф.н., доцент

Сўз боши

Ушбу услубий кўрсатма «Электротехниканинг назарий асослари» фанини ўрганаётган «Электр техникаси, электр механикаси ва электр технологияси» бакалавриат йўналиши талабалари учун мўлжалланган. У ўз ичига ўзгармас электр занжирларини Ом ва Кирхгоф қонунларини, контур тоқлари, тугунлардаги потенциаллар ва эквивалент генератор усулларини қўллаб ҳисоблаш бўйича кўрсатмаларни олган. Ҳисоблар тўғрилиги қувватлар баланси тенгламасини тузиб ҳисоблаш ҳамда потенциал диаграмма қуриш орқали текширилган. Кўрсатма ўзгарувчан ток занжирларини ҳисоблашни ўрганиш учун ҳам етарли замин яратиб беради. Ҳисоб-график топшириқларни бажаришдан аввал назарий маълумотларни маъруза матни ва тегишли адабиётлардан ўзлаштириб олиш мақсадга мувофиқ.

Ушбу услубий кўрсатма “Электр техникаси, электр механикаси ва электр технологияси” бакалавриат йўналиши талабалари “Электротехниканинг назарий асослари” фанини пухта ўзлаштиришда ёрдам беради.

Мундарижа

1	Топширик	5
2	Ом ва Кирхгоф қонунларини тадбиқ этиш усули	6
3	Контурлардаги тоқлар усули	10
4	Тугунлардаги тоқлар усули	13
5	Эквивалент генератор усули	16
6	Потенциал диаграмма	21
7	Адабиётлар	24

Топшириқ.

Тасвирланган занжир учун:

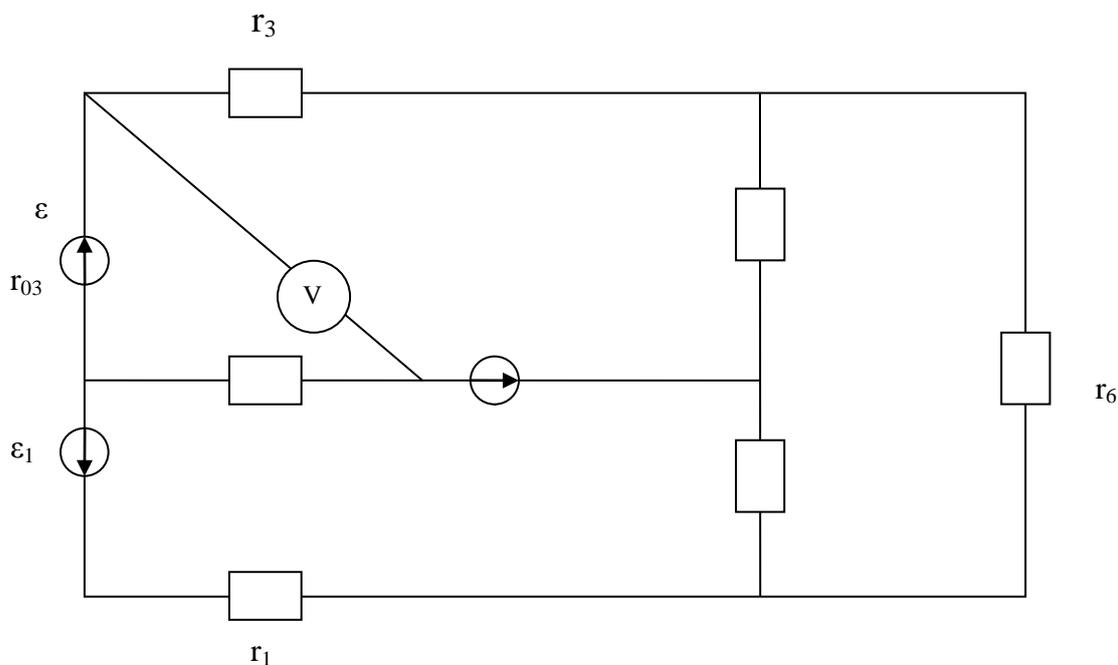
- 1) r_4, r_5, r_6 , қаршиликлар учбурчагини қаршиликлар юлдузига ўтказиб Кирхгофнинг 1-чи ва 2-чи қонунларини қўллаб тармоқдаги тоқлар аниқлансин;
- 2) Контурлардаги тоқлар усули билан тармоқдаги тоқлар хисоблансин;
- 3) Хисобларнинг тўғрилигини тугунлардаги потенциаллар усули билан текширилсин.
- 4) r_6 резистив элементидадан ўтаётган I_6 тоқ эквивалент генератор усули билан аниқлансин.
- 5) Вольтметр кўрсатиши аниқлансин ва қувватлар баланси тузилсин.
- 6) Ташқи контур учун потенциал диаграмма қурилсин.

1- расмдаги схема учун берилган :

$$\varepsilon_1=6 \text{ [В]}; \quad \varepsilon_2=20 \text{ [В]}; \quad \varepsilon_3=4 \text{ [В]};$$

$$r_{02}=0,8 \text{ [О}_m\text{]}; \quad r_{03}=1,2 \text{ [О}_m\text{]}; \quad r_1=4 \text{ [О}_m\text{]}; \quad r_2=6 \text{ [О}_m\text{]};$$
$$r_3=4 \text{ [О}_m\text{]}; \quad r_4=4 \text{ [О}_m\text{]}; \quad r_5=3 \text{ [О}_m\text{]}; \quad r_6=3 \text{ [О}_m\text{]}$$

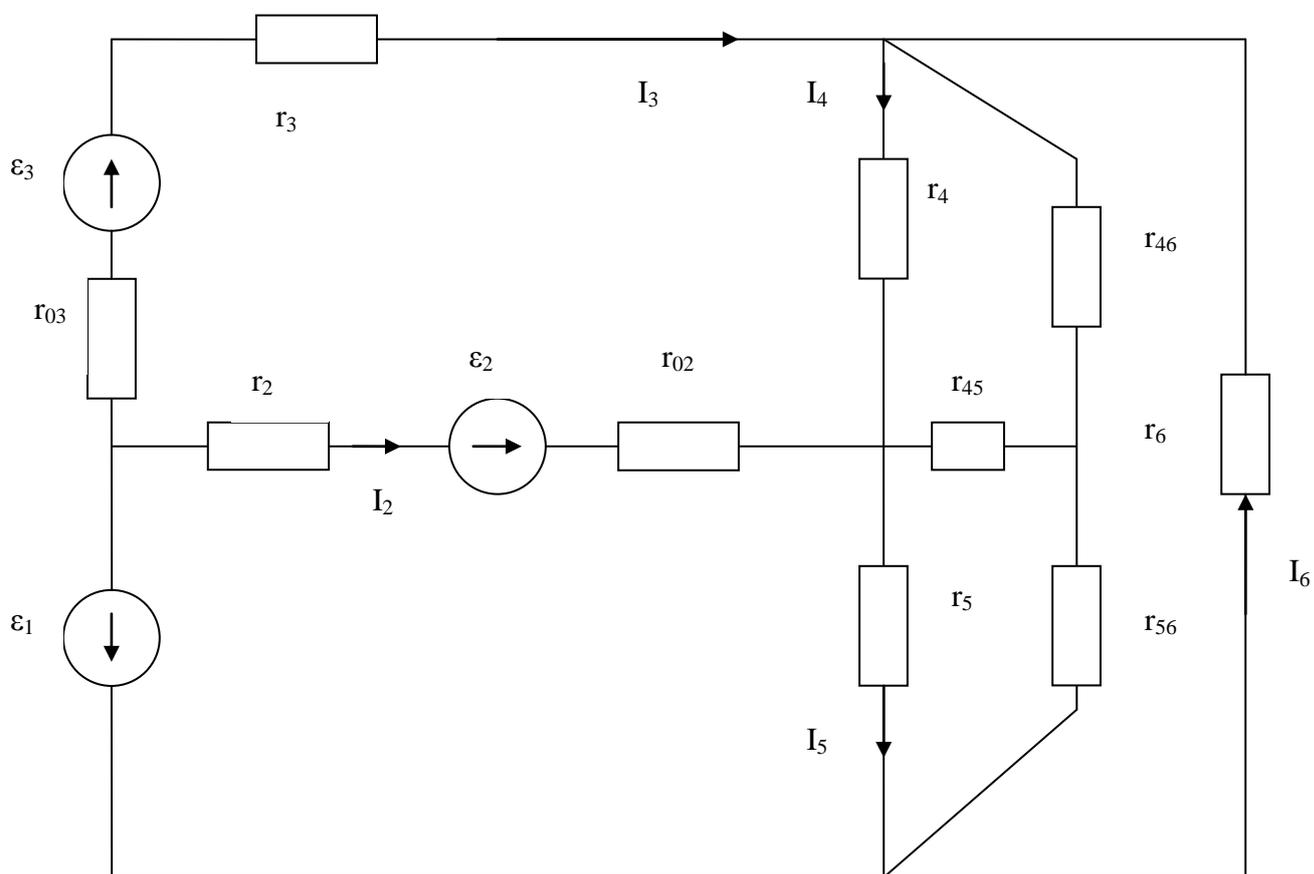
Аниқлансин: $I_1; I_2; I_3; I_4; I_5; I_6; .$



1-расм

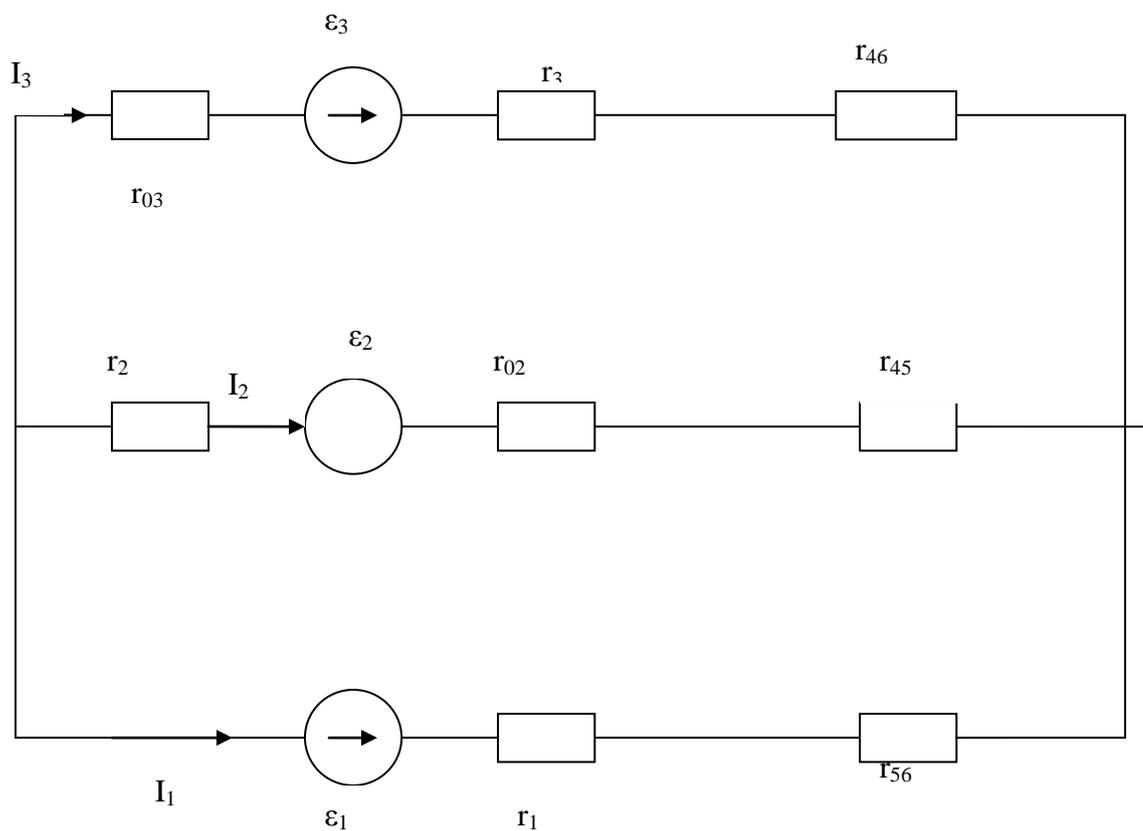
1. Ом ва Кирхгофнинг қонунларини тадбиқ этиш усули.

r_4 r_5 r_6 қаршилиқлар учбурчаги юлдуз шаклига ўтказилиб, Кирхгофнинг 1-чи ва 2-чи қонунларини тадбиқ этиш усули билан тоқларни аниқлаймиз.



2-расм

r_4 r_5 r_6 қаршилиқлар учбурчагидан юлдуз шаклига ўтиб янги занжир (2,3 расмлар) ҳосил қиламиз (3-расм).



3-расм.

$$r_{46} = \frac{r_4 \cdot r_6}{r_4 + r_5 + r_6} = \frac{4 \cdot 3}{4 + 3 + 3} = \frac{12}{10} = 1,2 \text{ [Om]}$$

$$r_{45} = \frac{r_4 \cdot r_5}{r_4 + r_5 + r_6} = \frac{4 \cdot 3}{4 + 3 + 3} = 1,2 \text{ [Om]}.$$

$$r_{56} = \frac{r_5 \cdot r_6}{r_4 + r_5 + r_6} = \frac{3 \cdot 3}{4 + 3 + 3} = \frac{9}{10} = 0,9 \text{ [Om]}$$

3-расмдаги занжирни соддалаштирамиз

Тармоқларнинг эквивалент қаршилигини аниқлаймиз.

$$r_{13} = r_1 + r_{56} = 4 + 0,9 = 4,9 \text{ [om]}$$

$$r_{23} = r_2 + r_{02} + r_{45} = 6 + 0,8 + 1,2 = 8 \text{ [om]}$$

$$r_{33} = r_{03} + r_3 + r_{46} = 1,2 + 4 + 1,2 = 6,4 \text{ [om]}$$

4-расмдаги занжир учун тенгламалар тузамиз:

$$1\text{-тугун учун: } -I_1 - I_2 - I_3 = 0; \quad I_2 = -I_1 - I_3 \quad (1)$$

$$1\text{-контур учун: } I_2 r_{23} - I_3 r_{33} = \varepsilon_2 - \varepsilon_3 \quad (2)$$

$$2\text{-контур учун: } I_1 r_{13} - I_3 r_{33} = \varepsilon_1 - \varepsilon_3 \quad (3)$$

(1) тенгламани (2) га қўйиб ва қаршиликларнинг қийматларини ҳам қўйиб қуйидагиларни ёзамиз.

$$(-I_1 - I_3) \cdot r_{23} - I_3 r_{33} = \varepsilon_2 - \varepsilon_3$$

$$-I_1 \cdot 8 - I_3 \cdot 8 - I_3 \cdot 6,4 = 16$$

$$-I_3 \cdot (8 + 6,4) - I_1 \cdot 8 = 16$$

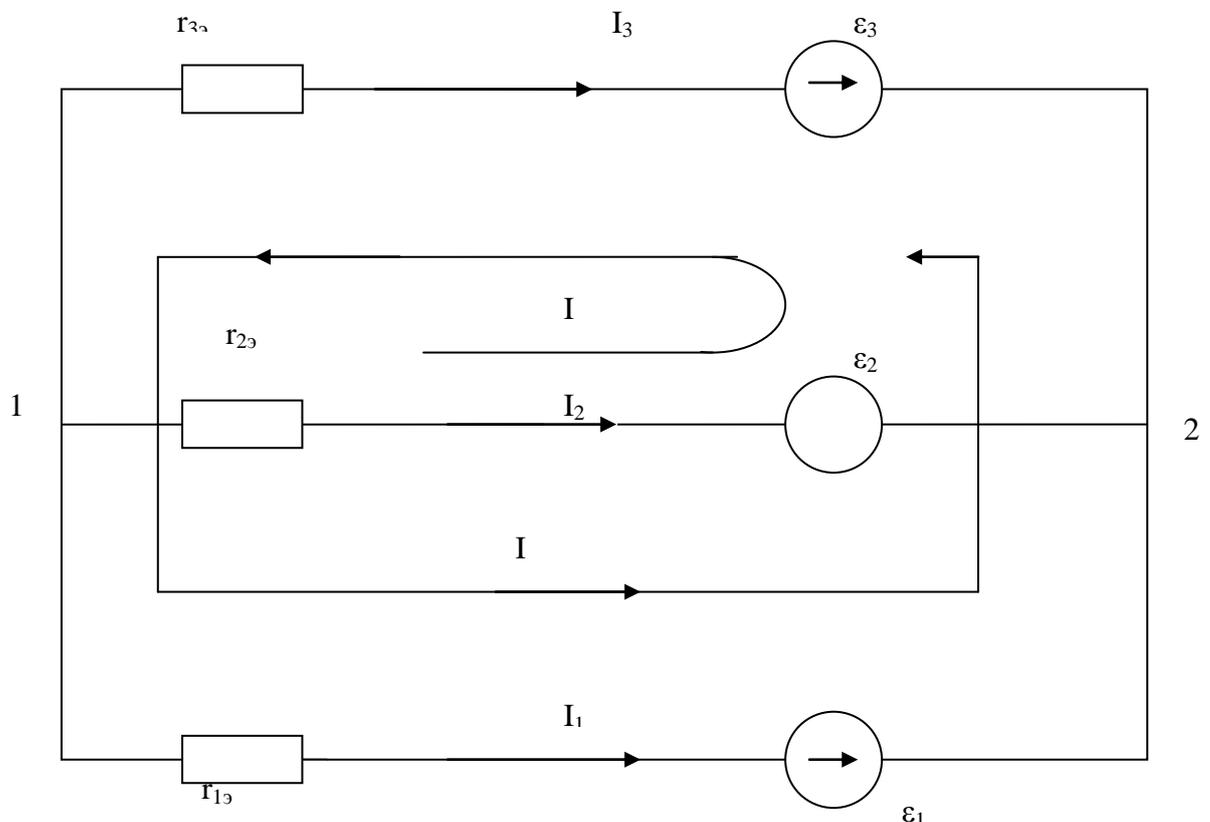
$$-I_3 \cdot 14,4 = 16 + I_1 \cdot 8$$

$$-I_3 = \frac{16 + I_1 \cdot 8}{14,4} = 1,111 + I_1 \cdot 0,556 \quad (4)$$

(4) Тенгламани (3)-га қўйиб қуйидаги тенглама хосил қиламиз:

$$I_1 \cdot r_{13} + (1,111 + I_1 \cdot 0,556) \cdot r_{33} = \varepsilon_1 - \varepsilon_3$$

Катталикларнинг қийматларини қўйиб I_1 токни ҳисоблаймиз:



4-расм

$$I_1 \cdot 4,9 + 1,111 \cdot 6,4 + I_1 \cdot 0,556 = 6,4 = 6 - 4$$

$$I_1(4,9 + 3,558) = 2 - 7,11$$

$$I_1 = -0,604 \text{ [A]}.$$

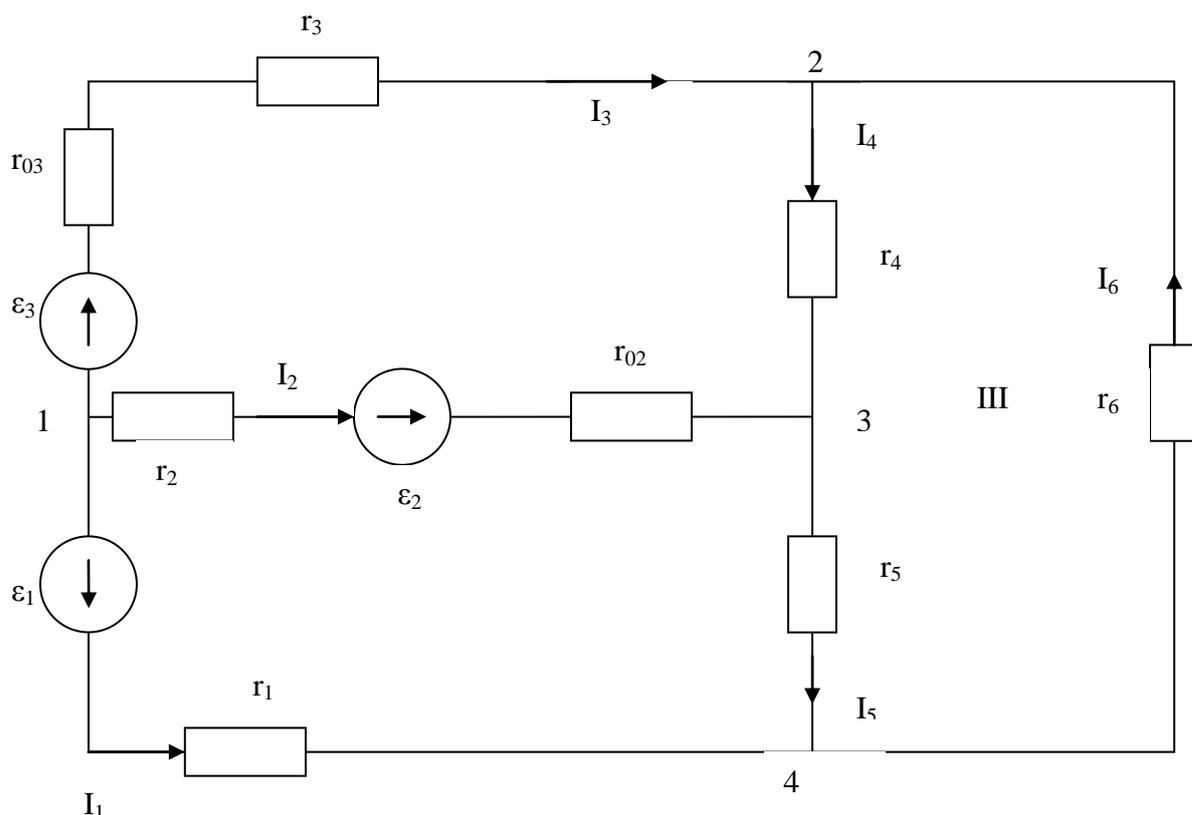
I_1 токни (4).га қўйиб I_3 -ни аниқлаймиз:

$$-I_3 = 1,111 - 0,604 = 0,556;$$

$$I_3 = -0,775 \text{ [A]}.$$

(1) -44 тенгламадан I_2 -ни ҳисоблаш мумкин;

$$I_2 = -I_1 - I_3 = 0,604 + 0,775 = 1,379 \text{ [A]}$$



5-расм

I_4, I_5, I_6 Тоқлар қўйидагича аниқланади:

III контур ва 2-чи ҳамда 4-туғунлар учун тенгламалар тузамиз. (5расм)

III контур учун:

$$I_4 r_4 + I_5 r_5 + I_6 r_6 = 0 \quad (5)$$

$$2 \text{ туғун учун: } I_3 + I_6 = I_4 \quad (6)$$

$$4 \text{ туғун учун: } I_1 + I_5 = I_6 \quad \text{ва} \quad I_5 = I_6 - I_1 \quad (7)$$

(6) ва (7) тенгламаларни (1) тенгламага қўйиб I_6 токни аниқлаб оламиз:

$$(I_3 + I_6) \cdot r_4 + (I_6 - I_1) \cdot r_5 + I_6 r_6 = 0$$

$$I_3 r_4 + I_6 r_4 + I_6 r_5 - I_1 r_5 + I_6 r_6 = 0$$

$$I_6 = \frac{I_1 r_5 - I_3 r_4}{r_4 + r_5 + r_6} = \frac{-0,604 \cdot 3 + 0,775 \cdot 4}{4 + 3 + 3} = \frac{1,288}{10} = 0,129 [\text{A}]$$

$$I_5 = I_6 - I_1 = 0,129 + 0,604 = 0,733 [\text{A}]$$

$$I_4 = I_3 + I_6 = -0,775 + 0,129 = -0,646 [\text{A}]$$

Демак ҳисобланган тоқлар қуйидагича:

$$I_1 = -0,604 [\text{A}]$$

$$I_2 = 1,379 [\text{A}]$$

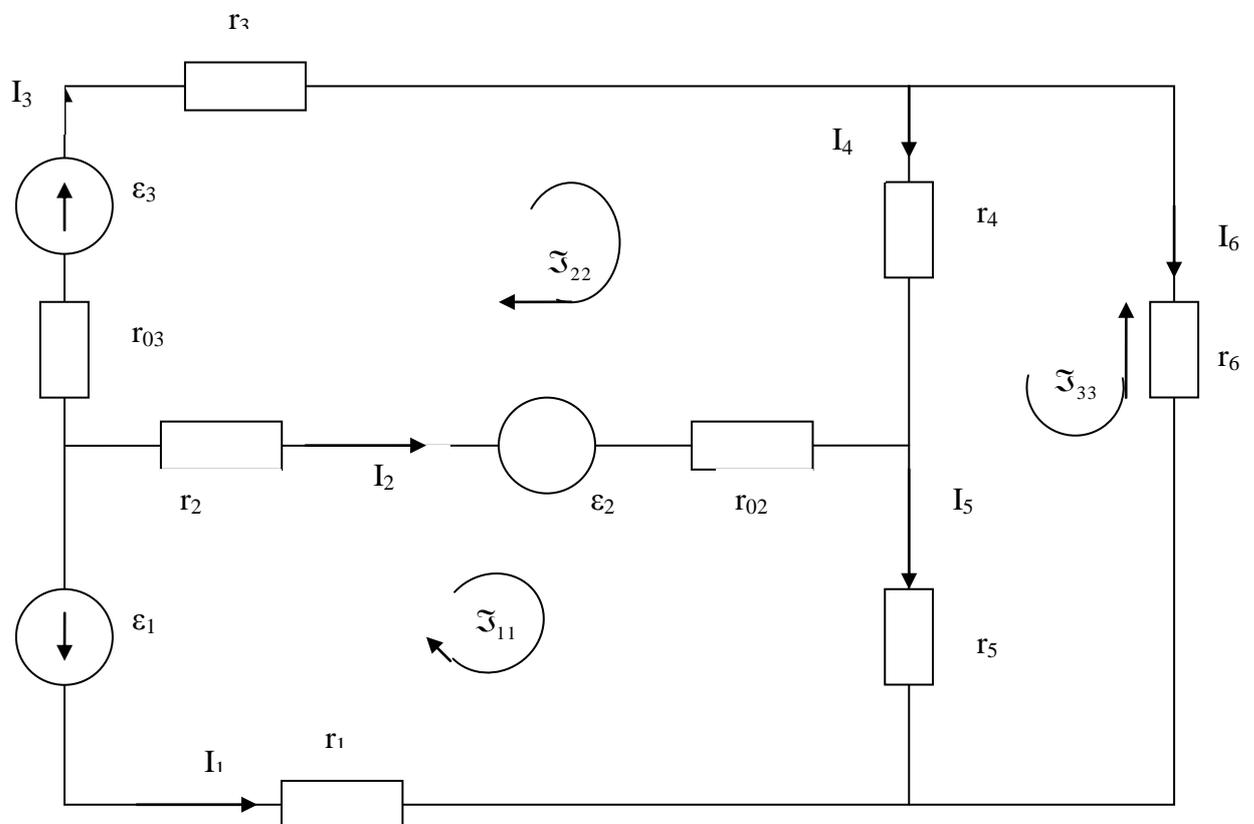
$$I_3 = -0,775 [\text{A}]$$

$$I_4 = -0,646 [\text{A}]$$

$$I_5 = 0,733 [\text{A}]$$

$$I_6 = 0,129 [\text{A}]$$

2. Контурлардаги тоқлар усули.



6-расм

Тармоқлар ва контурлардаги тоқларнинг йўналишларини белгилаб бўлгандан сўнг хусусий қаршиликларни аниқлаймиз:

$$r_{11}=r_1+r_2+r_{02}+r_5=4+6+0,8+3=13,8 \text{ [om]} - 1\text{чи контурнинг хусусий қаршилиги}$$

$$r_{12}=r_{03}+r_3+r_4+r_{02}+r_2=1,2+4+4+0,8+6=16 \text{ [om]} - 2\text{чи контурнинг хусусий қаршилиги}$$

$$r_{33}=r_4+r_5+r_6=4+3+3=10 \text{ [om]} - 3\text{чи контурнинг хусусий қаршилиги}$$

Умумий қаршиликлар:

$$r_{12}=r_{21}=-r_2-r_{02}=-6-0,8=-6,8 \text{ [om]}$$

$$r_{13}=r_{31}=r_5=3 \text{ [om]}$$

$$r_{23}=r_{32}=r_4=4 \text{ [om]}$$

Контурлардаги электр юритувчи кучлар:

$$\varepsilon_{11}=\varepsilon_2-\varepsilon_1=20-6=14 \text{ [B]}$$

$$\varepsilon_{22}=\varepsilon_3-\varepsilon_2=4-20=-16 \text{ [B]}$$

$$\varepsilon_{33}=0 \text{ [B]}$$

Детерминантларни ҳисоблаймиз:

$$\Delta = \begin{vmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 13,8 & -6,8 & 3 \\ -6,8 & 16 & 4 \\ 3 & 4 & 10 \end{vmatrix} = 2208 - 81,6 - 81,6 - 144 - 462,4 - 220,8 = 1217,6 \text{ [om}^3\text{]}$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} \varepsilon_{11} & r_{12} & r_{13} \\ \varepsilon_{22} & r_{22} & r_{23} \\ 1 & \varepsilon_{33} & r_{32} & r_{33} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 14 & -6,8 & 3 \\ -16 & 16 & 4 \\ & 0 & 4 & 10 \end{vmatrix} = 2240 - 0 - 192 - 0 - 1088 - 224 = 736 \text{ [B} \cdot \text{Om}^2\text{]}$$

$$\Delta = 2 \begin{vmatrix} r_{11} & \varepsilon_{11} & r_{13} \\ r_{22} & \varepsilon_{22} & r_{23} \\ r_{33} & \varepsilon_{33} & r_{38} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 13,8 & 14 & 3 \\ -6,8 & -16 & 4 \\ 3 & 0 & 10 \end{vmatrix} = -2208 + 168 - 0 + 144 + 952 - 0 = -944 \text{ [B} \cdot \text{Om}^2\text{]}$$

$$\Delta = 3 \begin{vmatrix} r_{11} & r_{12} & \varepsilon_{11} \\ r_{21} & r_{22} & \varepsilon_{22} \\ r_{31} & r_{32} & \varepsilon_{33} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 13,8 & -6,8 & 14 \\ -6,8 & 16 & -16 \\ 3 & 4 & 0 \end{vmatrix} = 0 + 326,4 - 380,8 - 672 + 0 + 883,2 = 156,8 \text{ [B} \cdot \text{Om}^2\text{]}$$

Контурдаги тоқларни ҳисоблаймиз:

$$\mathfrak{I}_{11} = \frac{\Delta_{11}}{\Delta} = \frac{736}{1217,6} = 0,604 \text{ [A]}$$

$$\mathfrak{I}_{22} = \frac{\Delta_{22}}{\Delta} = \frac{-944}{1217,6} = -0,775 \text{ [A]}$$

$$\mathfrak{I}_{33} = \frac{\Delta_{33}}{\Delta} = \frac{156,8}{1217,6} = 0,129 \text{ [A]}$$

Тармоқдаги тоқларни контурдаги тоқлар орқали ҳисоблаймиз:

$$I_1 = -\mathfrak{I}_{11} = -0,604 \text{ [A]}$$

$$I_2 = \mathfrak{I}_{11} - \mathfrak{I}_{22} = 0,604 + 0,775 = 1,379 \text{ [A]}$$

$$I_3 = \mathfrak{I}_{22} = -0,775 \text{ [A]}$$

$$I_4 = \mathfrak{I}_{22} + \mathfrak{I}_{33} = -0,775 + 0,129 = -0,646 \text{ [A]}$$

$$I_5 = \mathfrak{I}_{11} + \mathfrak{I}_{33} = 0,604 + 0,129 = 0,733 \text{ [A]}$$

$$I_6 = -\mathfrak{I}_{33} = -0,129 \text{ [A]}$$

Аниқланган тоқларни қувватлар баланси орқали текшираемиз:

Манбаларнинг қуввати:

$$P_{\text{ман}} = \varepsilon_1 I_1 + \varepsilon_2 I_2 + \varepsilon_3 I_3 = 6 \cdot (-0,604) + 20 \cdot 1,379 + 4 \cdot (-0,775) = -3,624 + 27,58 - 3,1 = 20,856 \text{ [Вт]}$$

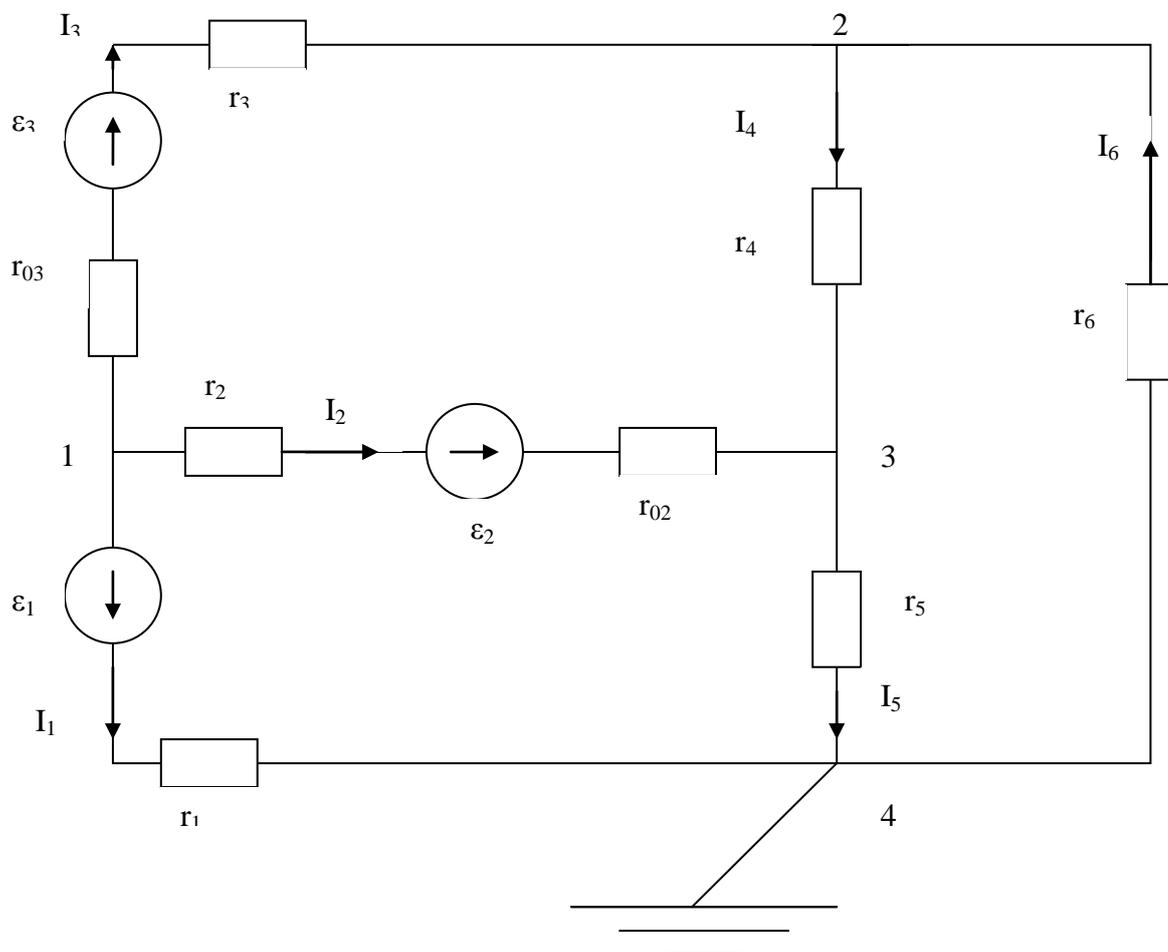
Истеъмолчиларнинг қуввати:

$$\begin{aligned} P_{\text{ист}} &= I_1^2 r_1 + I_2^2 (r_2 + r_{02}) + I_3^2 (r_{03} + r_3) + I_4^2 r_4 + I_5^2 r_5 + I_6^2 r_6 = \\ &= 0,604^2 \cdot 4 + 1,379^2 \cdot (6 + 0,8) + 0,775^2 \cdot (1,2 + 4) + 0,646^2 \cdot 4 + 0,733^2 \cdot 3 + 0,129^2 \cdot 3 \\ &= \\ &= 1,459 + 12,931 + 3,123 + 1,669 + 1,612 + 0,05 = 20,844 \end{aligned}$$

Хатоликни ҳисоблаймиз:

$$Y = \frac{|P_{\text{ман}} - P_{\text{ист}}|}{P_{\text{ист}}} \cdot 100 \% = \frac{20,856 - 20,844}{20,844} \cdot 100 \% = 0,058 \%$$

Бу хатолик рухсат этилади, чунки 1% кам
3. Тугундаги потенциаллар усули.



7-расм

Хусусий ўтказувчанликлар:

$$G_{11} = \frac{1}{r_{03} + r_3} + \frac{1}{r_{02} + r_2} + \frac{1}{r_1} = \frac{1}{1,2 + 4} + \frac{1}{0,8 + 6} + \frac{1}{4} = \frac{1}{5,2} + \frac{1}{6,8} + \frac{1}{4} = 0,192 + 0,147 + 0,25 = 0,589 \text{ [См]}$$

$$G_{22} = \frac{1}{r_{03} + r_3} + \frac{1}{r_4} + \frac{1}{r_6} = \frac{1}{1,2 + 4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{3} = 0,192 + 0,25 + 0,33 = 0,775 \text{ [См]}$$

$$G_{33} = \frac{1}{r_2 + r_{02}} + \frac{1}{r_4} + \frac{1}{r_5} = \frac{1}{6 + 0,8} + \frac{1}{4} + \frac{1}{3} = 0,147 + 0,25 + 0,333 = 0,73 \text{ [См]}$$

Умумий ўтказувчанликлар:

$$G_{21} = G_{12} = -\frac{1}{r_{03} + r_3} = -\frac{1}{1,2 + 4} = -0,192 \quad [\text{См}]$$

$$G_{32} = G_{23} = -\frac{1}{r_4} = -\frac{1}{4} = -0,25 \quad [\text{См}]$$

$$G_{31} = G_{13} = -\frac{1}{r_2 + r_{02}} = -\frac{1}{6 + 0,8} = -0,147 \quad [\text{См}]$$

Ўтказувчанликлар детерминантини ҳисоблаймиз:

$$\Delta = \begin{vmatrix} G_{11} & G_{12} & G_{13} \\ G_{21} & G_{22} & G_{23} \\ G_{31} & G_{32} & G_{33} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0,589 & -0,192 & -0,147 \\ -0,192 & 0,775 & -0,25 \\ -0,147 & -0,25 & 0,73 \end{vmatrix} = 0,333 - 0,007 - 0,007 - 0,017 - 0,027 - 0,037 =$$

$$= 0,238 \quad [\text{См}^3]$$

Тугунлардаги тоқлар қуйидагича аниқланади:

$$\mathfrak{I}_{11} = -\frac{\varepsilon_3}{r_{03} + r_3} - \frac{\varepsilon_2}{r_{02} + r_2} - \frac{\varepsilon_1}{r_1} = -\frac{4}{1,2 + 4} - \frac{20}{0,8 + 6} - \frac{6}{4} = -0,769 - 2,941 - 1,5 = -5,21 \quad [\text{А}]$$

$$\mathfrak{I}_{22} = \frac{\varepsilon_3}{r_{03} + r_3} = \frac{4}{1,2 + 4} = 0,769 \quad [\text{А}]$$

$$\mathfrak{I}_{33} = \frac{\varepsilon_2}{r_2 + r_{02}} = \frac{20}{6 + 0,8} = 2,941 \quad [\text{А}]$$

Қолган детерминантларни ҳисоблаймиз:

$$\Delta_{11} = \begin{vmatrix} \mathfrak{I}_{11} & G_{12} & G_{13} \\ \mathfrak{I}_{22} & G_{22} & G_{23} \\ \mathfrak{I}_{33} & G_{32} & G_{33} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} -5,21 & -0,192 & -0,147 \\ 0,769 & 0,775 & -0,25 \\ 2,941 & -0,25 & 0,73 \end{vmatrix} =$$

$$= -2,948 + 0,141 + 0,028 + 0,335 + 0,108 + 0,326 = -2,01 \quad [\text{См}^2 \cdot \text{А}]$$

$$\Delta_{22} = \begin{vmatrix} G_{11} & \mathfrak{I}_{11} & G_{13} \\ G_{21} & \mathfrak{I}_{22} & G_{23} \\ G_{34} & \mathfrak{I}_{33} & G_{33} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0,589 & -5,21 & -0,147 \\ -0,192 & 0,769 & -0,25 \\ -0,147 & 2,941 & 0,73 \end{vmatrix} = 0,331 - 0,191 + 0,083 - 0,017 -$$

$$- 0,73 + 0,433 = - 0,091 \quad [\text{Cm}^2 \cdot \text{A}]$$

$$\Delta_{33} = \begin{vmatrix} G_{11} & G_{12} & \mathfrak{I}_{11} \\ G_{21} & G_{22} & \mathfrak{I}_{22} \\ G_{31} & G_{32} & \mathfrak{I}_{33} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0,589 & -0,192 & -5,21 \\ -0,192 & 0,775 & 0,769 \\ -0,147 & -0,25 & 2,941 \end{vmatrix} = 1,342 + 0,021 - 0,25 - 0,594 -$$

$$- 0,108 + 0,113 = 0,524 \quad [\text{Cm}^2 \cdot \text{A}]$$

Потенциаллар:

$$\varphi_1 = \frac{\Delta_{11}}{\Delta} = \frac{-2,01}{0,238} = - 8,445 \quad [\text{B}]$$

$$\varphi_2 = \frac{\Delta_{22}}{\Delta} = \frac{-0,091}{0,238} = - 0,382 \quad [\text{B}]$$

$$\varphi_3 = \frac{\Delta_{33}}{\Delta} = \frac{0,524}{0,238} = 2,201 \quad [\text{B}]$$

$$I_1 = \frac{V_{14} + \varepsilon_1}{r_2 + r_{02}} = \frac{\varphi_1 + \varepsilon_1}{r_1} = \frac{-8,445 + 6}{4} = -0,611 \quad [\text{A}]$$

$$I_2 = \frac{V_{13} + \varepsilon_2}{r_2 + r_{02}} = \frac{\varphi_1 - \varphi_3 + \varepsilon_2}{r_2 + r_{02}} = \frac{-8,445 - 2,201 + 20}{6 + 0,8} = 1,376 \quad [\text{A}]$$

$$I_3 = \frac{\varphi_1 - \varphi_2 + \varepsilon_3}{r_{03} + r_3} = \frac{-8,445 + 0,382 + 4}{1,2 + 4} = -0,781 \quad [\text{A}]$$

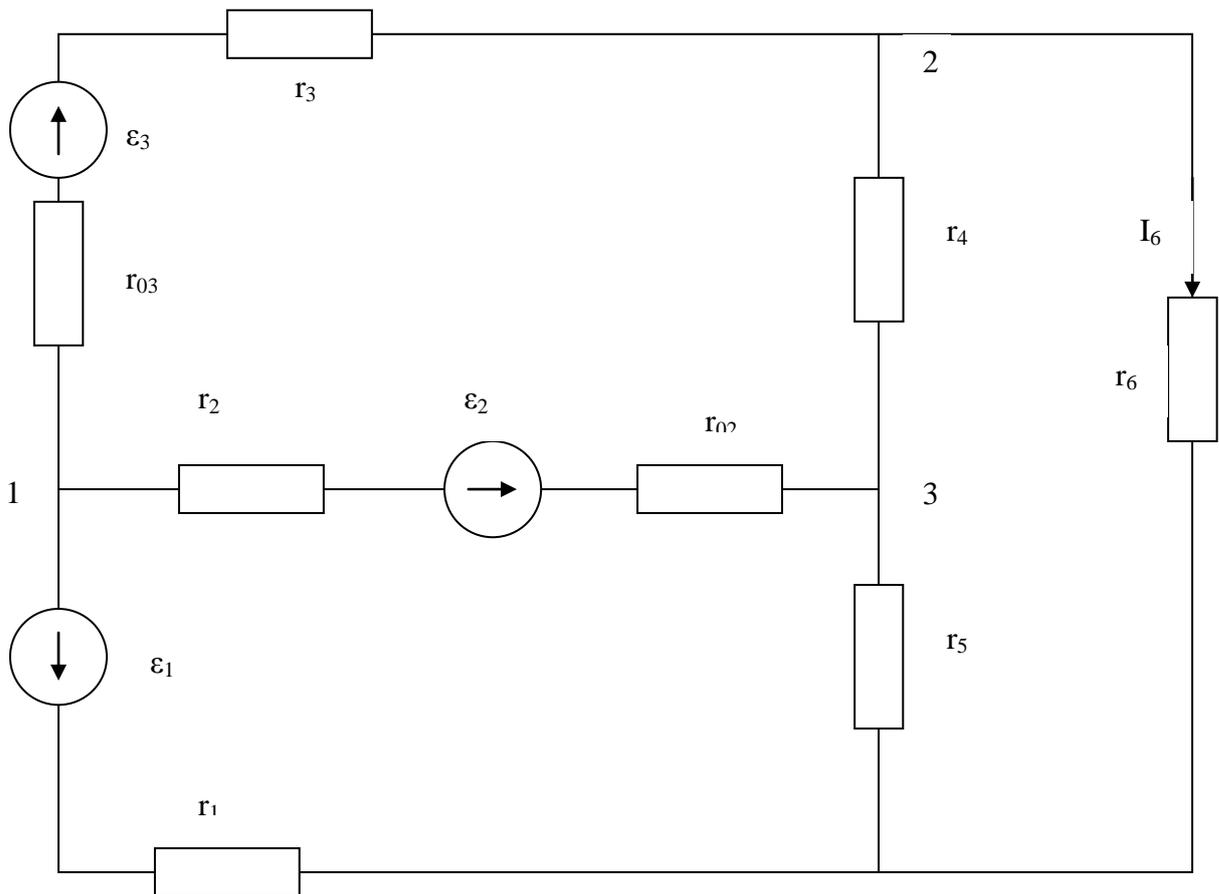
$$I_4 = \frac{\varphi_2 - \varphi_3}{r_4} = \frac{-0,382 - 2,01}{4} = -0,645$$

$$I_5 = \frac{\varphi_3 - \varphi_4}{r_5} = \frac{2,201 - 0}{3} = 0,733 \quad [\text{A}]$$

$$I_6 = \frac{\varphi_4 - \varphi_2}{r_6} = \frac{0 - (-0.382)}{3} = 0.127 \text{ [A]}$$

Бу ҳисобланган тоқлар олдинги иккита усул билан ҳисобланган тоқлар билан мос тушади, ва демак тўғри ҳисобланган.

4. Эқвивалент генератор усули билан I_6 токни аниқлаш.

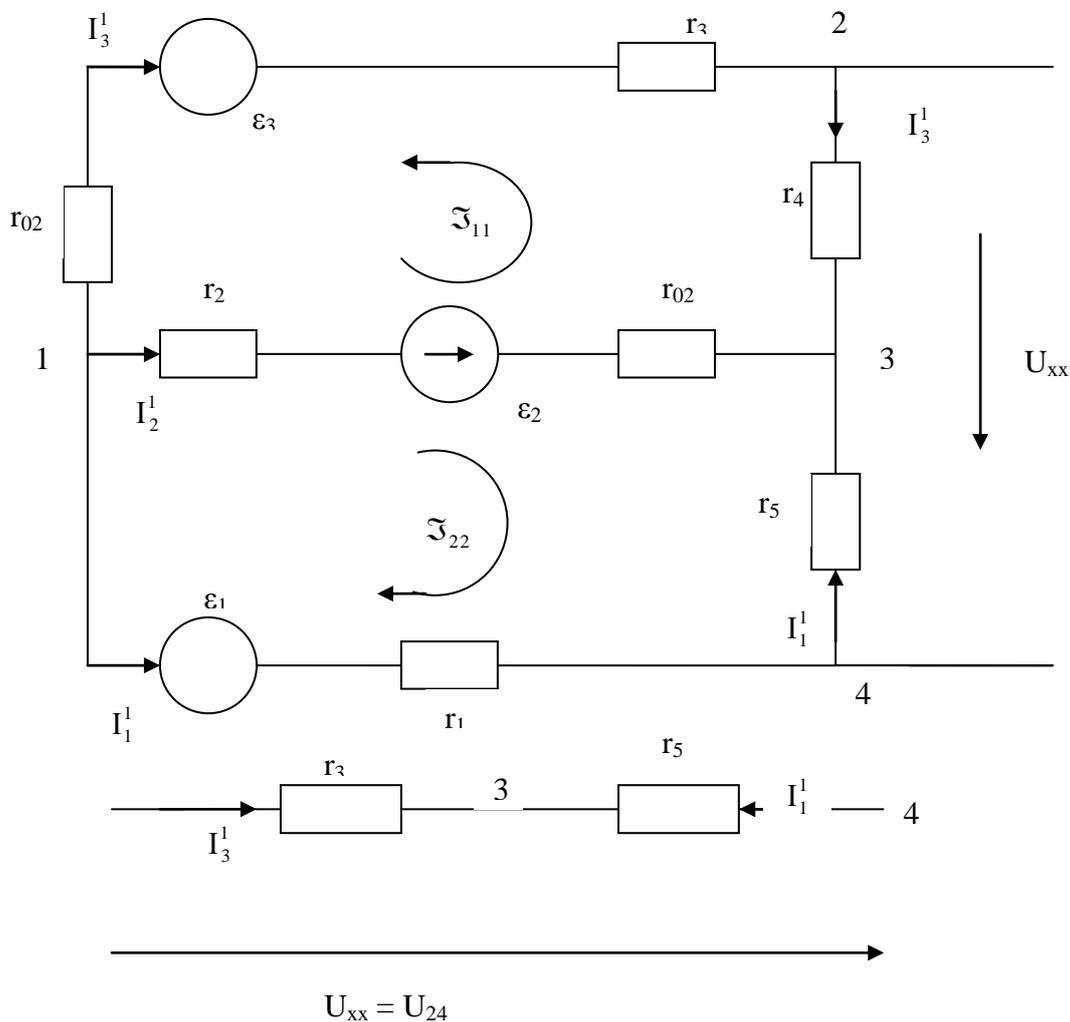


Олтинчи резистив элемент (r_6) –дан ўтаётган ток кучи қуйидаги формула орқали топилади:

$$I_2 = \frac{v_{xx}}{r_3 + r_6}; \quad (1)$$

Бу формулада v_{xx} ва r_3 - аниқмас.
Шу катталиқларни аниқлаймиз.

v_{xx} -олтинчи тармоқ узилган холатидаги салт ишлаш кучланиши.



$$v_x = v_{24} = I_3^1 r_4 - I_1^1 r_5:$$

I_1^1 ва I_3^1 тоқларини контур тоқлар усули билан аниқлаймиз.

1-чи контурнинг хусусий қаршиликлари :

$$r_{11} = r_{03} + r_3 + r_4 + r_{02} + r_2 = 1.2 + 4 + 4 + 0.8 + 6 = 16 \quad [\text{om}]$$

2-чи контурнинг хусусий қаршиликлари:

$$r_{22} = r_2 + r_{02} + r_5 + r_1 = 6 + 0.8 + 3 + 4 = 13.8 \quad [\text{om}]$$

1 ва 2 контурларнинг умумий қаршиликлари:

$$r_{12} = r_{21} = r_2 + r_{02} = 6 + 0,8 = 6,8 \text{ [om]}$$

Биринчи контурнинг контур ЭЮКлари:

$$\varepsilon_{11} = \varepsilon_2 - \varepsilon_3 = 20 - 4 = 16 \text{ [B]}$$

$$\varepsilon_{22} = \varepsilon_2 - \varepsilon_1 = 20 - 6 = 14 \text{ [B]}$$

Детерминантларни хисоблаймиз:

$$\Delta = \begin{vmatrix} r_{11} & r_{12} \\ r_{21} & r_{22} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 16 & 6,8 \\ 6,8 & 13,8 \end{vmatrix} = 220,8 - 46,24 = 174,56 \text{ [om]}$$

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} \varepsilon_{11} & r_{12} \\ \varepsilon_{22} & r_{22} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 16 & 6,8 \\ 14 & 13,8 \end{vmatrix} = 220,8 - 95,2 = 125,6 \text{ [B.Om]}$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} r_{11} & \varepsilon_{11} \\ r_{21} & \varepsilon_{22} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 16 & 16 \\ 6,8 & 14 \end{vmatrix} = 224 - 108,8 = 115,2 \text{ [B.Om]}$$

$$\mathfrak{I}_{11} = \frac{\Delta_1}{\Delta} = \frac{125,6}{174,56} = 0,72 \text{ [A]} \quad \left[\frac{\text{B} \cdot \text{Om}}{\text{Om}^2} \right] = \frac{\text{B}}{\text{Om}} = [\text{A}]$$

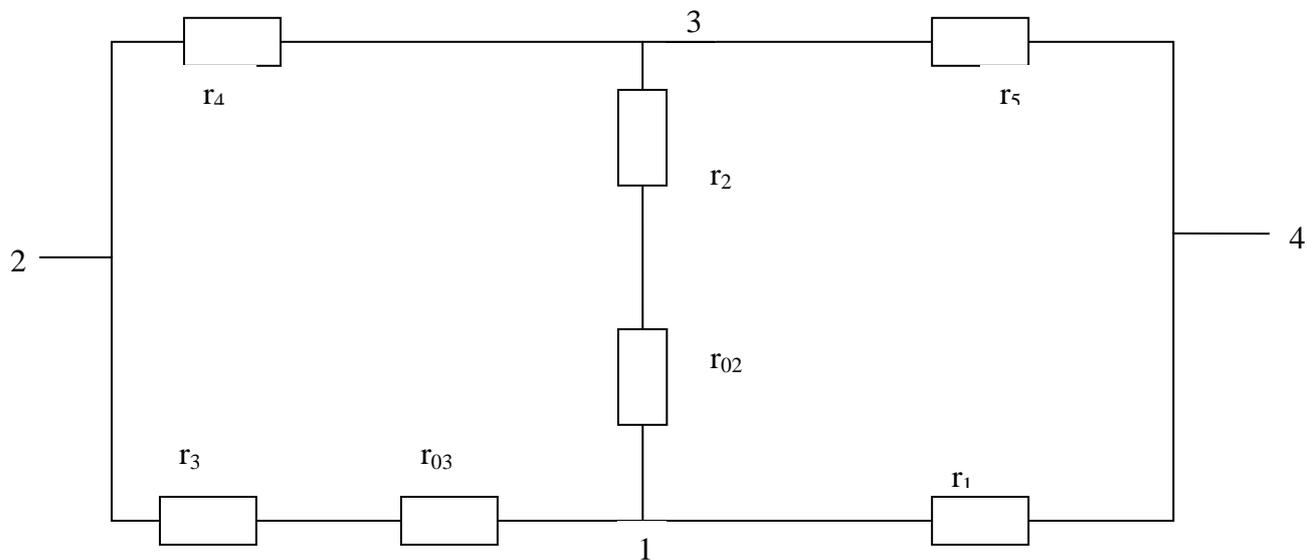
$$\mathfrak{I}_{22} = \frac{\Delta_2}{\Delta} = \frac{115,2}{174,56} = 0,66 \text{ [A]} \quad \left[\frac{\text{B} \cdot \text{Om}}{\text{Om}^2} \right] = \frac{\text{B}}{\text{Om}} = [\text{A}]$$

$$I_3^1 = -\mathfrak{I}_{11} = -0,72 \text{ [A]}$$

$$I_2^1 = -\mathfrak{I}_{22} = -0,66 \text{ [A]}$$

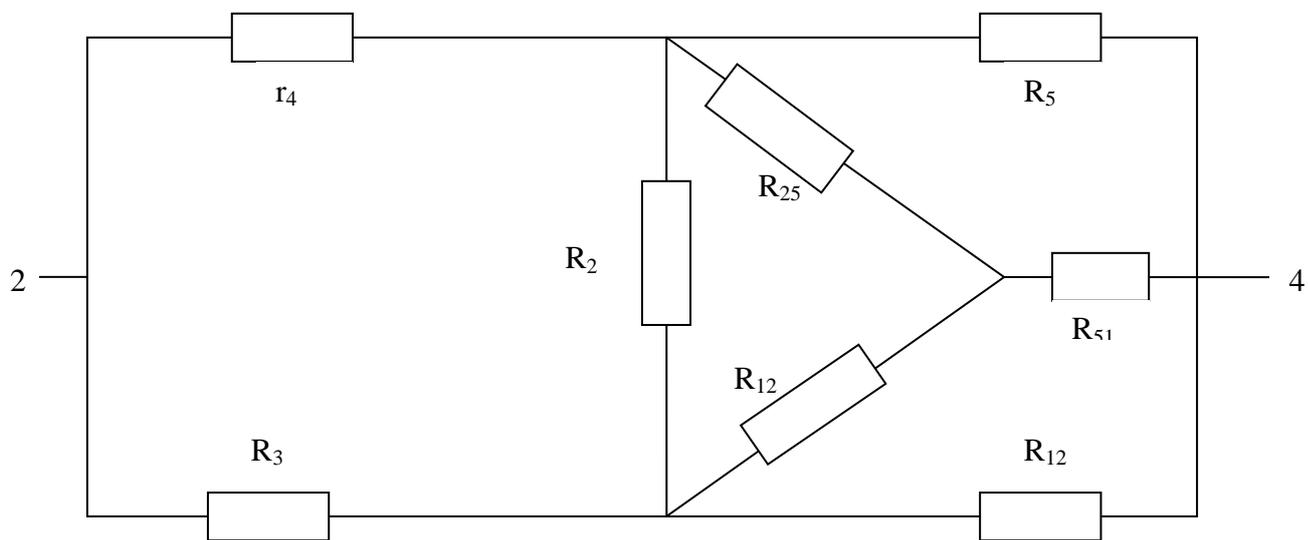
$$v_{xx} = I_3^1 \cdot r_4 - I_1^1 \cdot r_3 = -0,72 \cdot 4 + 0,66 \cdot 3 = -2,88 + 1,98 = -0,9 \quad [B]$$

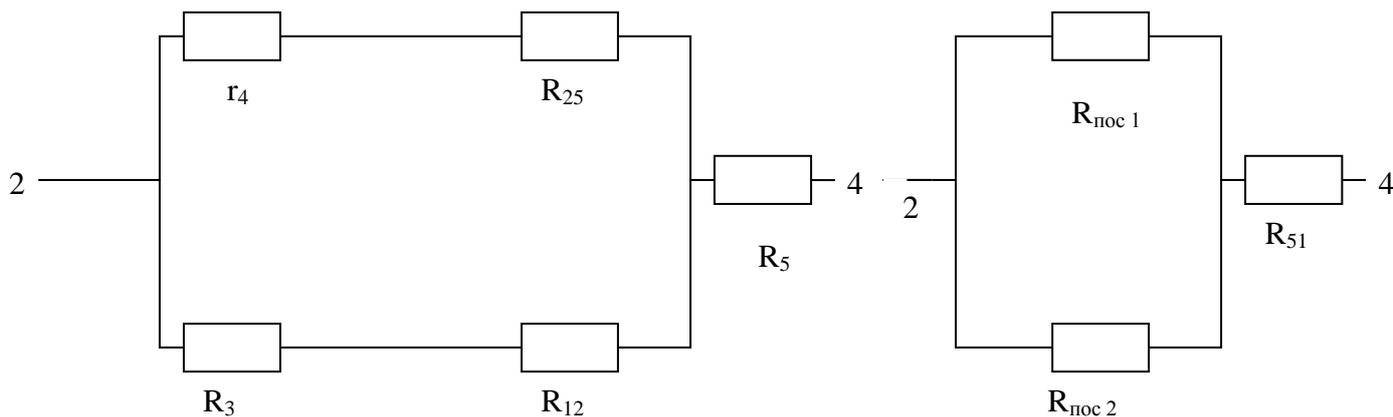
2 ва 4 қисмларга нисбатан кириш қаршилиги r_3 ни ҳисоблаймиз. Бунда $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ ва ε_3 ларни занжирдан олиб ташлаймиз (.....расм)



(.....расм)

Занжирни соддалаштирсак қуйидаги схемага келамиз:





Бу схемаларда: $R_2=r_2=6+0.8=6.8$ [om]
 $R_3=r_3+r_{03}=4+1.2=5.2$ [om]

$$R_{25} = \frac{R_2 \cdot r_5}{R_2 + r_5 + r_1} = \frac{6.8 \cdot 3}{6.8 + 3 + 4} = \frac{20.4}{13.8} = 1.478 \text{ [om]}$$

$$R_{12} = \frac{r_1 \cdot R_2}{R_2 + r_5 + r_1} = \frac{4 \cdot 6.8}{6.2 + 3 + 4} = \frac{27.2}{13.8} = 1.971 \text{ [om]}$$

$$R_{51} = \frac{r_1 + r_5}{R_2 + r_5 + r_1} = \frac{4 \cdot 3}{6.2 + 3 + 4} = \frac{12}{13.8} = 0.87$$

$$R_{\text{пос1}} = r_4 + R_{25} = 4 + 1.478 = 5.478 \text{ [OM]}$$

$$R_{\text{пос2}} = R_3 + R_{12} = 5.2 + 1.971 = 7.171 \text{ [OM]}$$

$$R_{\text{ПАР}} = \frac{R_{\text{пос1}} \cdot R_{\text{пос2}}}{R_{\text{пос1}} + R_{\text{пос2}}} = \frac{5.478 \cdot 7.171}{5.478 + 7.171} = \frac{39.283}{12.649} = 3.106 \text{ [OM]}$$



Занжирнинг кириш қаршилиги

$$r_3 = R_{\text{ПАР}} + R_{51} = 3.106 + 0.87 = 3.976 \text{ [om]}$$

$$I_6 = \frac{g_{XX}}{r_3 + r_6} = \frac{-0.9}{3.976 + 3} = -\frac{0.9}{6.976} = -0.129 \text{ [A]}$$

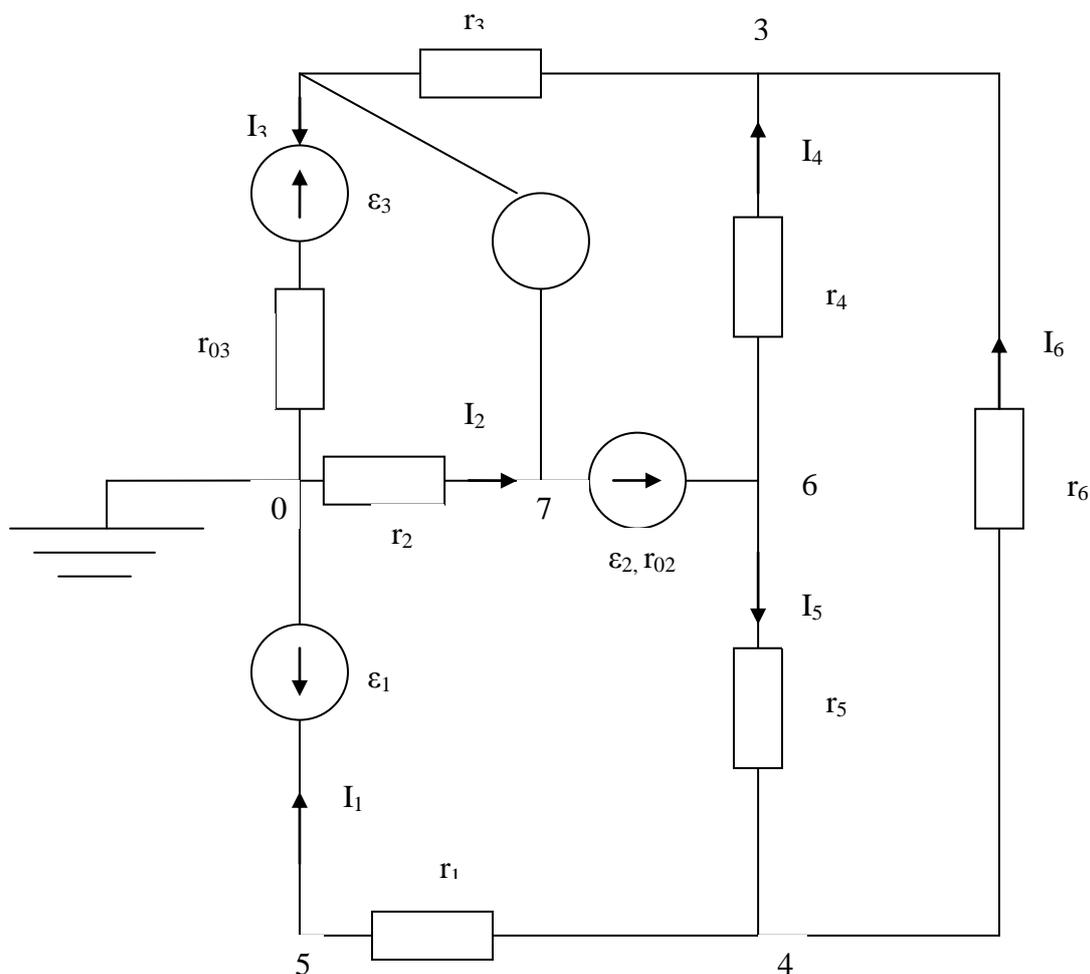
Аниқланган I_6 ток бошқа усул билан топилган тоқлар билан мос тушади, шунинг учун унинг тўғри хисобланганлигига гумон йўқ.

5) Вольтметр кўрсатишини аниқлаш.

Вольтметрнинг кўрсатишини аниқлаш учун 0 нуқтасини ерга улаб унинг потенциалини

$\varphi = 0$ деб хисоблаймиз. (.....расм)лар

Тармоқдаги тоқларни контур тоқлар усули билан аниқланган тоқларни қабул қилиб оламиз. Лекин тоқларнинг манфий ишоралиларини схемада йўналишларини ўзгартириш йўли билан мусбат қилиб оламиз.



$$I_1 = 0.604 \text{ [A]}$$

$$I_4 = 0.646 \text{ [A]}$$

$$I_2 = 1.379 \text{ [A]}$$

$$I_5 = 0.733 \text{ [A]}$$

$$I_3 = 0.775 \text{ [A]}$$

$$I_6 = 0.129 \text{ [A]}$$

$$\varphi_1 = \varphi_0 + I_3 r_{03} = 0 + 0.775 \cdot 1.2 = 0.93[B]$$

$$\varphi_2 = \varphi_1 + \varepsilon_3 = 0.93 + 4.00 = 4.93[B]$$

$$\varphi_7 = \varphi_0 - I_2 r_2 = 0 - 1.379 \cdot 6 = -8.274[B]$$

$$\text{Вольтметр кшрсаткичи: } \mathcal{U}_{27} = \varphi_2 - \varphi_7 = 4.93 + 8.274 = 13.204[B]$$

6. Ташқи қонтур учун потенциал диаграмма кўриш.

Демак $\varphi_1 = 0,93[B]$

$$\varphi_2 = 4.93[B]$$

Учинчи нуқтанинг потенциали:

$$\varphi_3 = \varphi_2 + I_3 r_3 = 4.93 + 0.775 \cdot 4 = 8.03[B]$$

$$\varphi_4 = \varphi_3 + I_6 r_6 = 8.03 + 0.129 \cdot 3 = 8.417[B]$$

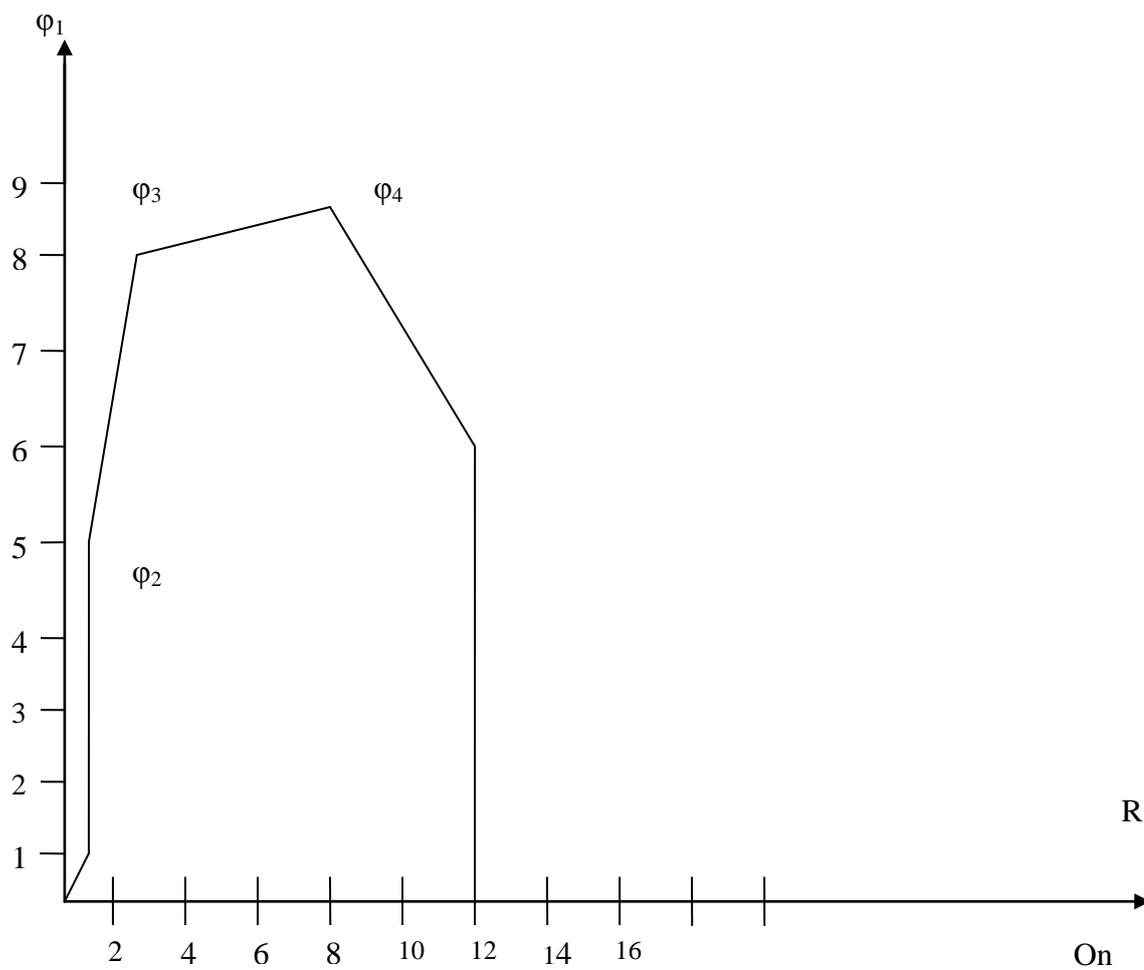
$$\varphi_5 = \varphi_4 - I_1 r_1 = 8.417 - 0.604 \cdot 4 = 6.001[B]$$

$$\varphi_0 = \varphi_5 - \varepsilon_1 = 6.001 - 6 = 0[B]$$

Ташқи қонтур учун қурилган потенциал диаграмма расмда тасвирланган.

Ташқи қонтур бўйича умумий қаршилиқлар йиғиндиси:

$$R_E = r_{03} + r_3 + r_6 + r_1 = 1.2 + 4 + 3 + 4 = 12.2[\text{om}]$$



Расм. Ташқи контур учун қурилган потенциал диаграмма.

Асосий адабиёт

1. Основы теории цепей Г.Зевеке, П.А.Ионкин, А.В.Нетушил, С.В. Страхов.
М.: Энергия, 1975 г

Қўшимча адабиёт

1. Вольнский Б.А., Зейн В.Е., Шатерников В.Г. Электротехника.-М.: Энергоатомиздат, 1987 г