К.Тыныстанов атындагы Ысык-Көл мамлекеттик университети

«Физика-техникалык» факультети

«Физика жана электркамсыздоо» кафедрасы

Урсеитов О.У.,Торубаева У.С., Давлесова Э.О.

# «Электротехника сабагы боюнча текшерүү жана курстук иштерди аткарууда усулдук колдонмо»

Каракол-2015

УДК 621.31
ББК 31.2
У 72

К. Тыныстанов атындагы ЫМУнун окуу-методикалык кеңешмесинин (27.04.2015-ж., №8) жана Окумуштуулар кеңешинин (27.10.2015-ж., №3) чечимдеринин негизинде басууга сунушталды.

**Рецензенттер:** К.Тыныстанов атындагы Ысык-көл мамлекеттик университетинин, «Физика жана электркамсыздоо» кафедра башчысы пед. илим. канд., доцент Чыныбаев Р.Р.

Академик Ж.Алышбаев атындагы Ысык-көл кооперация институтунун факультетинин деканы, физ.-мат.илим.канд., доцент Тултуков Б.Т.

Урсеитов Орозбай Урсеитович, ж.б.

У 72 «Электротехника сабагы боюнча текшерүү жана курстук иштерди аткарууда усулдук колдонмо» О.У.Урсеитов, У.С.Торубаева, Э.О.Давлесова / Каракол, 2015.-31 б.

ISBN 978-9967-454-64-4

Бул усулдук колдонмо электр схемасын анализдөөдө теория-практика мисал катары берилди. Ар бир студент үчүн өзүнчө вариант №1 таблицада сунушталды. Варианттын номери группалык журналда студенттин фамилиясынын номери менен дал келет. Электротехниканын теориялык жактан негизги предмети, электроэнергетика адистиктерди даярдоодо негизги предмет болуп эсептелет. Ошол себептен бул предметти жаш мугалимдер тарабынан окууда, студенттер тарабынан өздөштүрүү эң маанилүү. Себеби электроэнергетика-республикабыз үчүн стратегиялык келечек.

У 2202010000-15 УДК 621.31
ISBN 978-9967-454-64-4 ББК 31.2

©Урсеитов О.У., Торубаева У.С., Давлесова Э.О.
@ К.Тыныстанов атындагы ЫМУ. 2015 г.

# Кириш сөз.

Электротехниканын теориялык жактан негизги предмети, электроэнергетика адистиктерди даярдоодо негизги предмет болуп эсептелет. Ошол себептен бул предметти жаш мугалимдер тарабынан окууда, студенттер тарабынан өздөштүрүү эң маанилүү. Себеби электроэнергетика-республикабыз үчүн стратегиялык келечек.

Ушул предметти студенттерге окууда тажрыйба топтоп илимий даража, наам алып, өз алдынча усулдук ыкманы сунуштоону ылайык таптык, жана аларды жарыялоону чечтик. Бул усулдук жыйнакты көңүл коюп окуган студенттерге жаш мугалимдерге чоң жардам берет деген ишенимдебиз.

**Усулдук жыйнак үч бөлүктөн турат**:

1-туруктуу токтун электр схемаларын анализдөө;

2-өзгөрмөлүү токтун электр схемаларын чыгаруу;

3-электр схемаларындагы өткөөл учурду эсептөө.

Биринчи бөлүктө орточо татаалдыктагы электр схемалар тандалып алынды. Аларды анализдөөдө алты ыкма колдонулду. Ар бир ыкмада кыскача анын теориясы, математикалык моделдери берилди.

Усулдук колдонмо төмөнкүчө пайдаланылат. Таблица №1 (24) вариант сунушталды. Ар бир варианттын номери студенттин группалык журналда тизменин номери менен дал келет. Ошол электрдик схеманы берилген беш ыкма менен эсептейт. Качан бешинчи ыкмада эквиваленттүү каршылыкты аныктоодо, алтынчы ыкмада «активдүү каршылыктарды өзгөртүү ыкмасы» пайдаланылат. *Бешинчи ыкмада* «Эквиваленттүү генератор ыкмасы» колдонгондо, электр тогун бир гана бутакта аныктоо жетиштүү, ал $E_1$, $R_1$ параметрлерин камтыган бутак.

Студентердин эмгегин баалоо: «Эң жашы», «Өттү» деген баа, качан туш келген электр схемасын беш ыкма менен эсептеп чыккандар үчүн; «жакшы», «өттү» деген баа, төрт ыкма менен чыгарган үчүн; «орто», «өттү» деген баага, үч ыкма менен чыгаргандар үчүн; «канагаттандырарлык эмес», «өткөн жок» деген баа, бир же эки ыкма менен гана чыгарылып калган учурда коюлат.

Студенттердин ишин мектеп окуучулары колдонгон дептерине толтуруп кафедрадан атайын каттоодон өткөрөт. Кафедра предметти окуган мугалимге берет. Мугалим текшерип, тийиштүү баа коюп,

семестрдик тизмеге белгилеп, кайрадан кафедрага өткөзөт. Студенттин иши бир жыл мөөнөткө кафедрага сакталат.

Студенттердин отчеттук ишинин биринчи бети сунушталат.

1. Кафедранын аталышы.
2. Тайпанын аталышы.
3. Суденттин аты-жөнү.
4. Предметтин аталышы.
5. Варианты
6. Текшерген.

Мисалы:

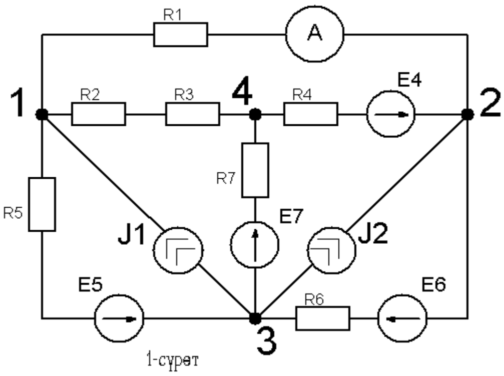
1. Физика-электр камсыздоо кафедрасы.
2. Группа-ЭС-31.
3. Ф.И.О. Шакилова Н.
4. ТОЭ Предмети.
5. Вариант 13.
6. Текшерген: доц.Урсеитов О.

## Электрдик чынжыр жана анын элементтери

Электрдик чынжыр - электр энергиясынын булагын, электр энергиясын талап кылгычка байланыштырып турган өткөргүчтөрдүн, электрдик аппараттардын тобу эсептелет.

Электрдик чынжыр төмөндөгү элементтерге ээ: *электрдик чынжырдын түйүнү* - үчтөн кем эмес электр бутактардын байланыштырып турган түйүн эсептелет. *Электр түйүнү* - үчтөн кем эмес электр бутактарын байланыштырып, турган түйүн. *Электр бутагы* - бир канча электр аппараттары удаалаш туташтырылган чынжырдын бөлүгү. Ал эми *электр чынжырынын контуру* - эки электр бутагынан кем эмес чынжырдын туюк бөлүгү эсептелинет. Электр чынжырынын шарттуу белгилер менен белгиленип көрсөтүлүшү, электрдик схема деп аталат.

Электр бутагын, түйүндүн жана контурду камтыган электрдик схема 1-сүрөттө көрсөтүлгөн.

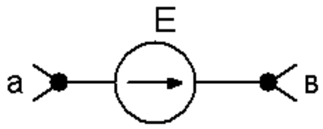


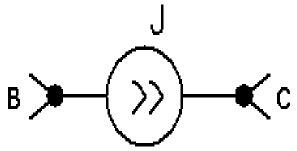

1-сүрөт

Мында $R_1$-$R_7$ активдүү каршылыктар А-амперметр. $E_4$-$E_7$ электр кыймылдаткыч күчтөр. $J_1$- $J_2$ ток булактары.1,2,3,4 точкалар электр түйүндөрү. 1-2; 1-3; 1-4; 4-2; 2-3; 4-3 түйүндөрүн туташтырып туруучу чынжырдын бөлүгү. Электр бутагы 1-$R_1$-A-2-$E_4$-$R_4$-$R_3$-$R_2$-1туюк бөлүк биринчи электрдик контурга, 1-$R_2$ −$R_3$ −$R_7$ −Е $_7$-$J_1$-1-экинчи контур. 4-$R_4$-$E_4$-2-$J_2$-3-$E_7$-$R_7$-4-үчүнчү контур. 2-$E_6$-$R_6$-3-$J_2$-2 −төртүнчү контур. 3-$E_5$-$R_5$-J-3-бешинчи контур. Ошентип, жогорудагы электирдик схема алты электр булагынан,беш контурдан, төрт түйүндөн турат.

## Электр энергиясынын булагы

Электр энергиясынын булагы электр кыймылдаткыч күчүнөн, ток булагынан турат. Электр схемада электр кыймылдаткыч күчү белгиленет




ток булагы 

.

Жебе, электр кыймылдаткыч күчүнүн, ток булагынадагы электр тогунун багытын көрсөтөт.

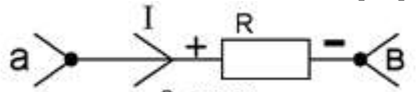
## Электр схемасын эсептөө.

Электр схемада каршылыктардын чоңдугу, электр кыймылдаткыч-тардын чоңдугу жана багыты, ток булагынын чоңдугу жана багыты берилет. Ошондой эле электр схемасынын түзүлүшү (канча бутактан, канча түйүндөн, канча контурдан тураары белгилүү болуш керек).

Электр схемага Омдун закону боюнча, Кирхгофтун закондору жана энергетикалык баланс теңдемелери жазылат. Ошол теңдеме, же теңдемелер системасы электр булактары боюнча өткөн токтордун чоңдугун жана багытын аныктайт.

## Омдун законунун кеңейтилген түрү

Физикада Омдун закону участка жана толук чынжыр үчүн болуп бир эле теңдеме жазылат. Ал үчүн активдүү каршылык жана электр кыймылдаткыч күчүн алабыз (2-сүрөт).



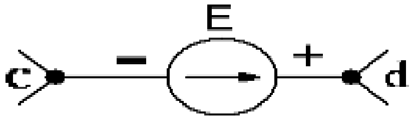

2-сүрөт

Электр тогу активдүү каршылык аркылуу чоң потенциалдан кичине потенциалга карай агат. Анда(а) точкада (+) потенциал, (в) точкасы (-) потенциал. Теңдеме жазылат.

$$\varphi_a = \varphi_в + IR \qquad (1)$$

мындан $\varphi_a - \varphi_a = U_{aв} = IR$

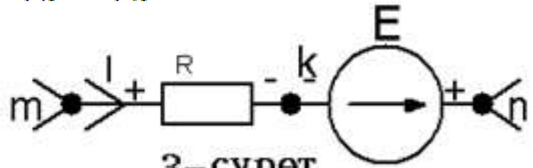
Электр кыймылдаткыч күчүн алабыз (3-сүрөт)




Электр кыймылдаткыч күчү боюнча электр тогу кичине потенциалдан чоң потенциалга карай агат. Анда (c) точкада (-) потенциал, (d) точкасында чоң потенциал. Теңдеме

жазылат $\varphi_c = \varphi_d - E$.Активдүү каршылык, электр кыймылдаткыч күчү биргелешкен схеманы карап көрөбүз (3-сүрөт). Теңдемелер системасы жазылат

$$\left.\begin{aligned}\varphi_m &= \varphi_k + IR\\ \varphi_k &= \varphi_n - E\end{aligned}\right\}$$




3-сүрөт

Экинчи теңдемеден $\varphi_к$маанисин биринчи теңдемеге койсок, (mn) бутагындагы Омдун законун алабыз.

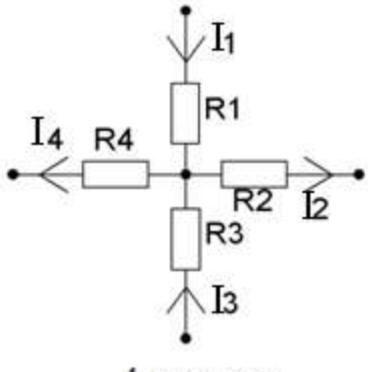
$\varphi_m - \varphi_k = U_{mk} = IR - E$ Бул теңдеме Омдун закунунун кеңейтилген түрү деп аталат.

## Кирхгофтун закондору

**Биринчи закону:** Электр түйүндөгү электр тогунун алгебралык суммасы нөлгө барабар. Математикалык түрдө;

$$\sum_{k=3}^{k=n} I_k = 0;(4)$$

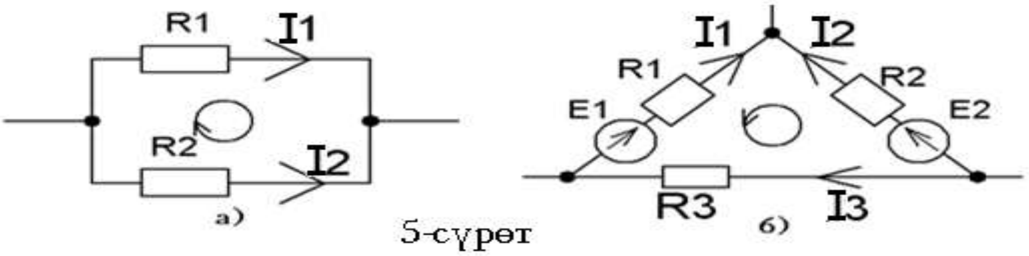
Алгебралык суммада (+), (-) белгилери катышышат. Качан электр тогу түйүнгө багытталса, токтун белгисин (+) белги менен алабыз. Качан электр тогу түйүндөн багытталса токтун белгиси, (-) белги менен алабыз. (4-сүрөт)




4-сүрөт

$I_1 - I_2 + I_3 - I_4 = 0$

**Киргхофтун экинчи закону**. Теңдемени жазыш үчүн, кошумча модель алабыз. Ал модель контур боюнча алган багыт. Багыт эркибизче-саат жебесинин багытындай же болбосо, ага карама каршы (5-сүрөт).




5-сүрөт

5 (а)-сүрөттө саат жебесине удаалаш,

5 (б)-сүрөттө саат жебесине карама каршы. Киргхофтун экинчи законунда айтылгандай, контурга катышкан электр кыймылдаткыч күчтөрүнөн алгебралык суммасы, ошол контурга катышкан активдүү каршылыктарда пайда болгон чыңалуулардын алгебралык суммасына барабар.Теңдемелер жазылат.

$$\sum_{k=1}^{\kappa=n} E_k = \sum_{k=2}^{\kappa=n} I_K R_K \quad (5)$$

5-Сүрөт (а) боюнча $I_1R_1 - I_2 R_2 = 0$.

5-Сүрөт (б) боюнча $-E_1+E_2=-I_1R_1+I_2 R_2 - I_3R_3$

Мында электр кыймылдаткыч күчтөрү (+)белгиси менен алынат, качан алардын багыты моделдин багытына дал келсе. Эгер алар бири бирине карама каршы болсо (-)белгиси менен жазылат. Чыңалуунун белгилери $(I_\kappa R_\kappa)$(+) менен жазылат, эгер токтун багыты моделдин багытына дал келесе, эгер карама каршы болсо (-) белгиси менен жазылат.

## Электр чынжырындагы энергетикалык баланс.

Электр чынжырына катышкан электр кыймылдаткычтардын, ток булагынын иштеп чыккан энергиясынын алгебралык суммасы ошол чынжырга катышкан электр энергиясынын талап кылгычтар талап кылган энергиясынын алгебралык суммасына барабар. Математикалык түрдө төмөндөгүдөй жазылат.

$$\sum_{k=1}^{\kappa=n} E_k I_\kappa + \sum_{\kappa=1}^{\kappa=n} U_{ав} J = \sum_{k=1}^{\kappa=n} I_K^2 R_K \qquad (6)$$

Мында $(E_\kappa\ I_\kappa)$ белгиси (+) менен алынат, качан $E_\kappa$ багыты $I_\kappa$ багытына дал келсе, карама каршы болсо (-) менен алынат. $(U_{ав}\ J)$ белгиси ток булагы J кирген жана чыккан эки точканын ортосундагы чыңалуу $U_{ав}$ белгисине жараша болот. 6-теңдемедеги барабардыктын оң жактагы сумма дайым (+) болот.

## Электр чынжырларын эсептөө.

Эсептөө үчүн электр схемасы, андагы катышкан активдүү каршылыктардын чоңдуктары, электр кыймылдаткыч күчтөрүнүн чоңдуктары, багыты жана ток күчүнүн чоңдуктары, багыты белгилүү болуш керек. *Аныкталат:* ар бир бутак аркылуу өткөн электр токторунун чоңдуктары, багыттары. Схема туура эсептелгендигин, текшериш үчүн энергетикалык баланс эсептелет.

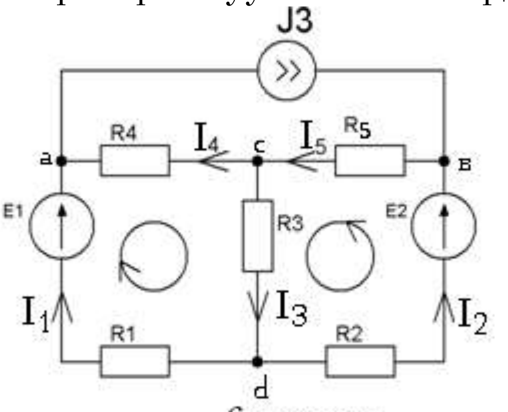
Электр чынжырларын эсептөөдө бир канча ыкмалар сунушталат. Алар:

- Кирхгофтун законторун колдонуу;
- Контурдагы ток ыкмасы;
- Түйүндөгү потенциалдар ыкмасы;
- Кабаттоо ыкмасы;
- Эквиваленттик генератор ыкмасы;
- Активдүү каршылыктардын өзгөртүү ыкмасы.

Ар бир ыкманы өзүнчө карап көрөбүз.

### 1. Кирхгофтун законторун колдонуу ыкмасы

Төмөндогүдөй эл.схема берилсин дейли (6-сүрөт). Электр бутактары аркылуу өткөн токтордун багыттарын эркибизче беребиз.




6-сүрөт

Киргхофтун биринчи закону боюнча теңдемелердин саны

$K_1$=У-1 (1 1). Киргхофтун экинчи закону боюнча теңдемелердин саны $K_2$=В-У+1 (1 2). Мында у-түйүндөрдүн саны; в-электр бутактардын саны. Схемада 4-түйүн бар (a,c,в,d),5-электрдик бутагы бар. Анда Киргхофтун биринчи закону боюнча теңдемелердин саны

$K_1$=4-1=3 (1 1), Киргхофтун экинчи закону боюнча теңдемелердин саны $K_2$=5-4+1=2 (1 2).

Эки контур кабыл алабыз да саат жебесинин багытындай жана карама каршы багытын беребиз.6-сүрөт туюк стрелкалуу айлана. Түйүн (a),(c),(d), боюнча Киргхофтун биринчи законунун негизинде.

$$\begin{cases} I_1+I_4-J_3=0 \quad (\text{a түйүн}) \\ -I_3-I_4+I_5=0 \quad (\text{c түйүн}) \\ -I_1-I_2+I_3=0 \quad (\text{d түйүн}) \\ I_1R_1+I_3R_3+I_4R_4=E_1 \\ I_2R_2+I_3R_3+I_5R_5=E_2 \end{cases} \qquad 1\ 3$$

1•3 системаны белгисиз токторду $I_1,I_2$, $I_3$, $I_4$, $I_5$, аркылуу чыгарабыз. Электр схема (6-сүрөт) параметирлери белгилүү. $E_1$=3В; $E_2$=12В; $J_3$=0,2 A; $R_1$=30 Ом;

$R_2=R_3$=20 Ом; $R_4$=40 Ом ; $R_5$=5Ом; (1 3) система сан маанилери боюнча жазылат;

$$\begin{cases} I_1+I_4=0{,}2 \\ -I_3-I_4+I_5=0 \\ -I_1-I_2+I_3=0 \\ 30I_1+20I_3+40I_4=3 \\ 20I_2+20I_3+5I_5=12 \end{cases} \qquad (1\cdot 4)$$

(1·4)системаны аныктагыч ыкма менен чыгарабыз. Негизги аныктагыч

$$\Delta=\begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & -1 & 1 \\ -1 & -1 & 1 & 0 & 0 \\ 30 & 0 & 20 & -40 & 0 \\ 0 & 20 & 20 & 0 & 5 \end{vmatrix}=3650$$

Кошумча аныктагычтарды $I_1$, $I_2$, $I_3$, $I_4$, $I_5$ аныктайбыз. Ал үчүн тийиштүү вертикалдарды (1 4) системасынын оң тарабындагы сандар менен алмаштырабыз.

$$\Delta I_1=\begin{vmatrix} 0.2 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & -1 & 1 \\ 0 & -1 & 1 & 0 & 0 \\ 3 & 0 & 20 & -40 & 0 \\ 12 & 20 & 20 & 0 & 5 \end{vmatrix}=275; \quad \Delta I_2=\begin{vmatrix} 1 & 0{,}2 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & -1 & 1 \\ -1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 30 & 3 & 20 & -40 & 0 \\ 0 & 12 & 20 & 0 & 5 \end{vmatrix}=769{,}5$$

$$\Delta I_3 = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0,2 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 1 \\ -1 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 30 & 0 & 3 & -40 & 0 \\ 0 & 20 & 12 & 0 & 5 \end{vmatrix} = 1060; \quad \Delta I_4 = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0,2 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 1 \\ -1 & -1 & 1 & 0 & 0 \\ 30 & 0 & 20 & 3 & 0 \\ 0 & 20 & 20 & 12 & 5 \end{vmatrix} = 455;$$

$$\Delta I_5 = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 0,2 \\ 0 & 0 & -1 & -1 & 0 \\ -1 & -1 & 1 & 0 & 0 \\ 30 & 0 & 20 & -40 & 3 \\ 0 & 20 & 20 & 0 & 12 \end{vmatrix} = 1500;$$

Белгисиз токтор $I_1, I_2, I_3, I_4, I_5$ чоңдугу жана багыты боюнча аныкталат.

$$I_1 = \frac{\Delta I_1}{\Delta} = \frac{275}{3650} = 0.075A; \quad I_2 = \frac{\Delta I_2}{\Delta} = \frac{769,5}{3650} = 0.21A;$$

$$I_3 = \frac{\Delta I_3}{\Delta} = \frac{1060}{3650} = 0.29A; \quad I_4 = \frac{\Delta I_4}{\Delta} = \frac{455}{3650} = 0.124A;$$

$$I_5 = \frac{\Delta I_5}{\Delta} = \frac{1500}{3650} = 0.41A;$$

Токтордун белгилери (+) аныкталды, демек, багыттары схемадагыдай. Электр схемасынын туура чыгарылышын текшерүү үчүн энергетикалык балансты колдонобуз(6).

$U_{ав} J+E_1 I_1+ E_2 I_2= I_1^2 R_1+ I_2^2 R_2+ I_3^2 R_3+ I_4^2 R_4+I_5^2 R_5.$

Мында $U_{ав}$, чыңалууну табыш үчүн, Омдун законунун кеңейтилген түрүн пайдаланабыз (6).

$$\left.\begin{matrix} \varphi_a = \varphi_c + I_4R_4 \\ \varphi_c = \varphi_a + I_5R_5 \end{matrix}\right\} \text{системадан } \varphi_в - \varphi_a = I_4R_4 + I_5R_5 = U_{ав} =$$
$$= 0.124 \cdot 40 + 0.41 \cdot 5 = 7.01В$$

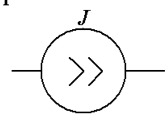
Анда энергетикалык баланстын мааниси боюнча жазылат. 7,01 0,2+3 0,075+12 0,124=(0,075)$^2$ 30+(0,21)$^2$ 20+(0,106)$^2$ 20+(0,12 4)$^2$ 40+(0,41)$^2$+5·0,41; 3,013 2,109. Каталык =3,013-2,109=0,904:

-тактыктын 7,5% ин түздү. Электр чынжырын эсептөөдө каталык 10%не чейин уруксаат берилет.

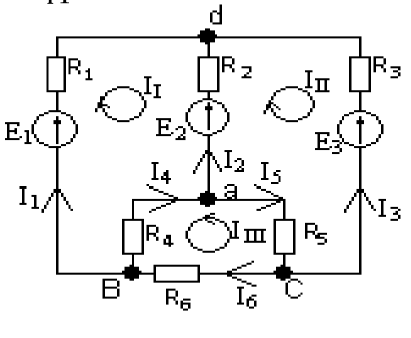
Киргхофтун закондорун колдонуу ыкмасы артыкчылыкка жана кемчиликке ээ. Артыкчылыгы- теңдеме сызыктуу болуп, каалаган электр чынжырына жазууга болот. Кемчилиги-теңдемелер система-сында теңдемелердин саны ашыкча көп.

## Контурдагы ток ыкмасы.

Бул ыкма логикалык же ой жүгүртүү ыкмасы. Берилген электр схемада көз карандысыз контурду андан бөлүп алып, ошол контур боюнча контурдук ток айланып жүрөт деп эсептелинет.Ошол ток аркылуу Кирхгофтун экинчи закону боюнча теңдемелер системасы жазылат да, система контурдук токтор аркылуу эсептелинет. Бирок, контурдук ток чыныгы ток эмес. Чыныгы токтордун чоңдугун жана багыттын аныкташ үчүн «*өздүк*», «*биргелешкен*» бутак деген электр бутактарын аныктап алабыз.***Өздүк бутак*** деп, бир гана контурдук ток өткөн бутакты айтабыз. Ал эми ***биргелешкен бутак*** деп, бир канча контурдук токтор өткөн бутакты айтабыз. Өздүк бутактагы чыныгы токтун чоңдугу, багыты ошол бутак аркылуу өткөн контурдук токтун чоңдугуна, багытына дал келет. Биргелешкен бутактагы чыныгы токтун чоңдугу, ошол бутак аркылуу өткөн контурдук токтордун алгебралык суммасына барабар. Ал эми багыты ошол контурдук токтордун эң чоң багытына дал келет. Электр схемада энергия булагы катары ток күчү




катышып калышы мүмкүн. Анда ток күчүн каалаган контур аркылуу жүргүзөбүз да, контурдук ток катары эсептейбиз. Бирок чоңдугу, багыты белгилүү болот. Мисал катары төмөндөгү электр схеманы алалык;7-сүрөт.




7-сүрөт

Электр кыймылдаткыч күчтөрүнүн жана каршылыктарынын маанилери: $E_1$=30В, $E_2$=30В; $E_3$=60В; $R_1=R_2=R_3$=10Ом; $R_4$=20Ом; $R_5$=5Ом; $R_6$=15Ом. Кирхофтун экинчи закону боюнча теңдеменин саны. $K_2$=В-У+1=6-4+1=3. Демек үч көз карандысыз контур тандап алабыз. Ошол контурлар аркылуу контурдук токтор $I_I$, $I_{II}$,$I_{III}$ айланып, жүрөт деп эсептейбиз. Теңдеме төмөндөгүдөй болот.

$$\begin{cases} I_I(R_1+R_4+R_2)-I_{II}R_2+\mathrm{I}_{III}R_4=\mathrm{E}_1-\mathrm{E}_1 \\ -I_IR_2+I_{II}(R_2+R_3+R_5)-\mathrm{I}_{III}R_6=\mathrm{E}_2-\mathrm{E}_3 \\ -I_IR_4-I_{II}R_6+\mathrm{I}_{III}(R_4+R_5+R_6)=0 \end{cases}$$

Сан маанилери боюнча. $R_1+R_4+R_2=10+20+10=40$ Ом.

$R_2+R_3+R_5=10+10+5=25$ Ом

$R_4+R_5+R_6=20+5+15=40$ Ом

$E_1$-$E_2$=10-30=-20В; $E_2$-$E_3$=30-60=-30В

Системага коюп, жөнөкөйлөтсөк,төмөндөгүдөй теңдемелер системасын алабыз.

$$\begin{cases} 40I_I-10I_{II}-20\mathrm{I}_{III}=-20 \\ -10I_I+25I_{II}-15\mathrm{I}_{III}=-30 \\ -20I_I-15I_{II}+40\mathrm{I}_{III}=0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 4I_I-I_{II}+2\mathrm{I}_{III}=-2 \\ -2I_I+5I_{II}-3\mathrm{I}_{III}=-6 \\ -4I_I-3I_{II}+8\mathrm{I}_{III}=0 \end{cases}$$

системаны аныктагыч ыкмасы менен чыгарабыз. Негизги аныктагыч:

$$\Delta=\begin{vmatrix} 4 & -1 & -2 \\ -2 & 5 & -3 \\ -4 & -1 & 8 \end{vmatrix}=44$$

$$\Delta I_I=\begin{vmatrix} -2 & -1 & -2 \\ -6 & 5 & -1 \\ 0 & -3 & 8 \end{vmatrix}=6(-8-2)=-146$$

$$\Delta I_{II}=\begin{vmatrix} 4 & -2 & -2 \\ -2 & -6 & -3 \\ -4 & 0 & 8 \end{vmatrix}=-6(32-8)=-200$$

$$\Delta \mathrm{I}_{III}=\begin{vmatrix} 4 & -1 & 2 \\ -2 & 5 & -3 \\ -4 & -3 & 0 \end{vmatrix}=-148.$$

Контурдук токтор аныкталат.

$$\mathrm{I}_{\mathrm{I}}=\frac{\Delta I_I}{\Delta}=\frac{146}{44}=-3{,}31\mathrm{A};\quad \mathrm{I}_{\mathrm{II}}=\frac{\Delta I_{II}}{\Delta}=\frac{-200}{44}=-4.54\mathrm{A};$$

$$\mathrm{I}_{\mathrm{III}}=\frac{\Delta \mathrm{I}_{\mathrm{III}}}{\Delta}=\frac{-148}{44}=-3.36\mathrm{A};$$

Чыныгы токтордун чоңдугун жана багытын аныктайбыз. Ал үчүн өздүк, биргелешкен бутактарды бөлүп алабыз. Өздүк бутактарга ($R_1$,$E_1$) туташтырылган, ($R_3$,$E_3$) туташтырылган, $R_6$ каршылыгы туташтырылган бутак кирет. Анда чыныгы токтор $I_1$= $I_1$=-3.31A; $I_3$= $I_{II}$=-4.54A; $I_6$= $I_{III}$=-3.36A; $I_3$ чыныгы ток $I_{II}$ контурдук ток менен карама каршы. $I_1$ чыныгы ток $I_I$ контурдук ток

дал келет. $I_6$ чыныгы ток $I_{III}$ контурдук ток менен дал келет. ($R_2$,$E_2$) туташтырылган, ($R_1$),( $R_6$) каршылыктары туташтырылган бутактары биргелешкен бутактар деп аталышат. Анда ал бутактар аркылуу өткөн токтордун алгебралык суммасы:

$I_2=I_I-I_{II}$= -3,31-(-4,54)=1,23А: $I_4$= $I_{III}$ - $I_I$=-3,36-(-3,31)=0,05А:

$I_6$= $I_{III}$- $I_{II}$=3,36-(-4,54)=1,18А: Чыныгы токтордун багыты 7-сүрөттө берилди.

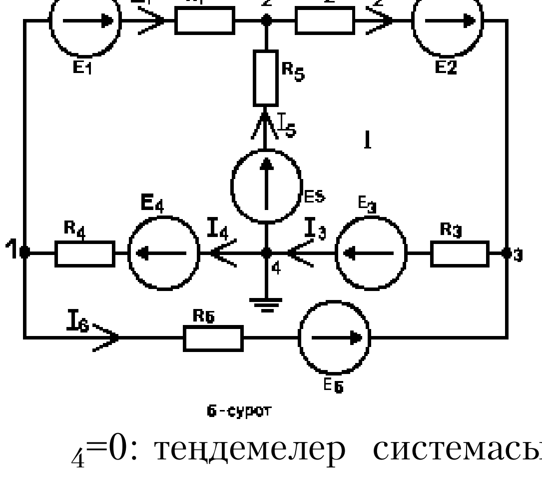
Контурдагы токтор ыкмасы артыкчылыкка жана жетишпегендикке ээ. **Артыкчылыгы:** теңдемелер системасы Кирхгофтун закондору ыкмасына караганда теңдемелердин саны аз. **Кемчилиги:** чыныгы токтордун чоңдугун аныкташ үчүн эки ирет эсептөө керек. Биринчи жолу контурдук токторду табуу, экинчи жолу чыныгы токторду табуу. Булар кошумча каталыкты кетирүүгө шарт түзөт.

## Түйүндөгү потенциалдар ыкмасы.

Бул ыкма жасалма түрдө чыгарылган. Мында Кирхгофтун биринчи закону боюнча түзүлгөн теңдемени Омдун законунун кеңейтилген түрү менен түзүлгөн теңдемелерди биргелештирип чыгарабыз. Мында түйүндөгү потенциалдар белгисиз болуп калат. Системаны ушул белгисиздер аркылуу чыгарып, кайрадан Омдун законун кеңейтилген түрүнө кайрылып, андан электр тогунун чоңдугун, багытын аныктайбыз.

Теңдемелер системасындагы теңдемелердин санын кыскартуу үчүн бир түйүндү жердештиребиз. Бул учурда электр бутактар жана ички каршылыктар нөлгө барабар эмес болуш керек.

Мисал катары 8-сүрөттү алабыз. 4-түйүндү жердештиребиз.




6-сурот

$_4$=0: теңдемелер системасы

$$\left.\begin{aligned}
\varphi_1\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_4}+\frac{1}{R_6}\right)-\varphi_2\frac{1}{R_1}-\varphi_3\frac{1}{R_6}&=-\frac{E_1}{R_1}+\frac{E_4}{R_4}-\frac{E_6}{R_6}\\
-\varphi_1\frac{1}{R_1}+\varphi_2\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_5}\right)-\varphi_3\frac{1}{R_2}&=\frac{E_1}{R_1}+\frac{E_5}{R_5}-\frac{E_2}{R_2}\\
-\varphi_1\frac{1}{R_6}-\varphi_2\frac{1}{R_2}+\varphi_3\left(\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}+\frac{1}{R_6}\right)&=\frac{E_2}{R_2}+\frac{E_6}{R_6}-\frac{E_3}{R_3}
\end{aligned}\right\}(1)$$

Теңдемелер системасын түзүүдө закон ченемдүүлүк сакталат. Алгачкы түйүндү алып, ал түйүн калган түйүндөр менен кайсыл каршылыктар менен байланышат, алардын суммасын потенциалга көбөйтүп, оң белгиде алабыз. Алгачкы түйүн кийинки түйүндөр менен байланышса, барабардыктын оң бөлүгүндө электр кыймылдаткыч күчтөрүнүн каршылыкка катышынын алгебралык суммасы болот. Эгер электр кыймылдаткыч күчү түйүнгө багытталса, анда оң белги алынат. Эгер электр кыймылдаткыч күчү түйүндөн багытталса, анда терс белги алынат. (1)системанын биринчи теңдемесин карап көрөлү. Алгачкы түйүн катары (1) түйүндү алабыз. Ал түйүн $R_1$,$R_4$,$R_6$ каршылыктары катышкан бутак аркылуу,(2),(3) түйүндөр менен байланышат. Көбөйтүндүсүн оң белги менен алабыз $\varphi_1\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_4}+\frac{1}{R_6}\right)$. (2),(3) түйүндөгү потенциалдар менен $\left(\frac{1}{R_1}\right),\left(\frac{1}{R_2}\right)$ көбөйтүндүсү терс белгиде болот. Барабардыктын оң бөлүгүндө $E_1$ биринчи түйүндөн багытталып жатат,ошондуктан анын $R_1$ каршылыгына катышын терс белги менен алабыз. $E_4$ биринчи түйүнгө багытталып жатат, анын $R_4$ болгон катышы оң, $E_6$ биринчи түйүндөн багытталып жатат анын $R_6$ болгон катышы терс болот. Ситеманын экинчи жана үчүнчү теңдемелери.

Экинчи теңдемеде алгачкы түйүн катары (2), ал эми үчүнчү теңдемеде алгачкы түйүн катары (3) алабыз.

8-сүрөттө электрдик чоңдуктар: $E_1$= $E_3$=10В, $E_2$= $E_4$= 20В; $E_5$= $E_6$= 40В; $R_1$=$R_2$=$R_3$= $R_6$=2Ом; $R_4$=4Ом; $R_5$=5Ом; (1) система сан маанилери менен, жөнөкөйлөткөндөн кийин

$$\left.\begin{aligned}
1.25\varphi_1-0.5\varphi_2-0.5\varphi_3&=-20\\
-0.5\varphi_1+1.2\varphi_2-0.5\varphi_3&=3\\
-0.5\varphi_1-0.5\varphi_2+1.5\varphi_3&=25
\end{aligned}\right\}(2)$$

(2) системанын белгисиздери $_1$, $_2$, $_3$ катары аныктагыч ыкмасы менен чыгарабыз. Негизги аныктагыч

$$\Delta=\begin{vmatrix}1.2-0.5 & -0.5\\ -0.5\ \ 12 & -0.5\\ -0.5-0.5 & 1.5\end{vmatrix}=1.025\quad \Delta\varphi_1=\begin{vmatrix}-20 & -0.5 & -0.5\\ 3 & 1.2 & -0.5\\ 25 & -0.5 & 1.5\end{vmatrix}=-6.75;$$

$$\Delta\varphi_2=\begin{vmatrix}1.25 & -20-0.5\\ -0.5 & 3\ \ -0.5\\ -0.5 & 25\ \ 1.5\end{vmatrix}=6.75;\ \Delta\varphi_3=\begin{vmatrix}1.25 & -0.5 & -20\\ -0.5 & 1.2 & 3\\ -0.5 & -0.5 & 25\end{vmatrix}=16.875.$$

Потенциалдарды аныктайбыз $\varphi_1=\frac{\Delta\varphi_1}{\Delta}=\frac{-6.75}{1.025}=-6.58В;$ $_2=\frac{\Delta\varphi_2}{\Delta}=\frac{6.58}{1.025}=16.58В;$ $\varphi_3=\frac{\Delta\varphi_3}{\Delta}=\frac{16.875}{1.025}=16.46В;$ 8-сүрөт электр тогунун чоңдугун аныкташ үчүн. Электр бутактары боюнча электр тогунун багытын *эркибизче* беребиз.(Жебенин багытындай) ар бутак үчүн Омдун законунун кеңейтилген түрү.

$\varphi_1=\varphi_2-I_1R_1-E_1$ мындан $I_1=\frac{\varphi_2-\varphi_1-E_1}{R_1}=\frac{6.58+6.58-10}{2}=-1{,}58A,$

$\varphi_2=\varphi_3+I_2R_2-E_2$ мындан $I_2=\frac{\varphi_2-\varphi_3-E_2}{R_2}=\frac{6.58-16.46+20}{2}=5{,}06A,$

$\varphi_3=\varphi_4+I_3R_3-E_3$ мындан $I_3=\frac{\varphi_3-\varphi_4-E_3}{R_3}=\frac{16.46+10}{2}=13.23A$

$_4=\ _1+I_4R_4-E_4$ мындан $I_4=\frac{E_4-\ _1}{R_4}=\frac{20+6.58}{4}=6.645A$

$_2=\ _4-I_5R_5+E_5$ мындан $I_5=\frac{-\ _2+E_5}{R_5}=\frac{-6.58+40}{5}=6{,}68A$

$_3=\ _1-I_6R_6+E_6$ мындан $I_6=\frac{_1-\ _3+E_6}{R_6}=\frac{-6.58-16.46+40}{2}=8{,}48A,$

Электр схеманын туура же туура эмес чыгарылышын текшерүү үчүн энергетикалык балансты түзөбүз;

$-E_1\ I_1+E_2\ I_2+E_3\ I_3+E_4\ I_4+E_5\ I_5+E_6\ I_6=I_1^2\ R_1+I_2^2\ R_2+I_3^2\ R_3+$ $+I_4^2R_4+I_5^2\ R_5+I_6^2\ R_6.$

Сан маанилерин койгондон кийин;

-10 1.58+20 5,06+10 13.23+20 6.645+40 6,68+40 8,48=

$=(1{,}58)^2\ 2+(5{,}06)^2\ 2+(13.23)^2\ 2+(6.645)^2\ 4+(6{,}68)^2\ 5+(8{,}48)^2\ 2$

957 949,82. Каталык =957-949.82=7.18 каталык 10%ден ашпайт. Ошондуктан, электр схемасын туура чыгарылышка ээ болду деп, эсептейбиз.

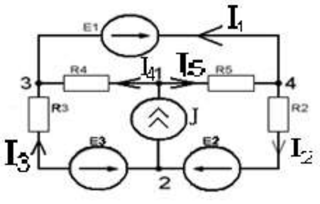
## Кабаттоо ыкмасы

Электр схемадагы электр бутактарынын чыныгы токторунун чоңдугу электр токторунун түзүүчү алгебралык суммасына барабар. Башкача айтканда,

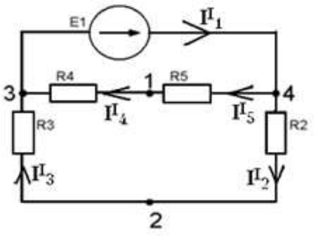
$$I_k = \sum_{k=1}^{\kappa=n} I_K^n$$

Мында $I_k$-чыныгы ток; $I_K^n$ –түзүүчү токтор; n-I, II, III…k-электр бутактары.

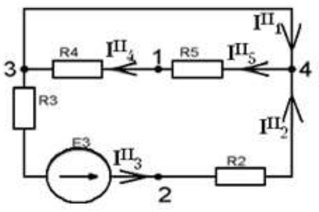
Түзүүчү токтор ар бир ток булагынан жаралып, схема боюнча калган түзүүчү токторго жолтоо болбой айланып жүрөт. Ошондуктан ар бир түзүүчү токторду жекече аныктайбыз. Ал үчүн схемада бир электр кыймылдаткыч күчүн калтырып, калгандарын туюктайбыз. Эгерде ток күчү берилсе, аны үзөбүз.Түзүүчү токторду эсептейбиз $(I_k^I, I_k^{II}, I_k^{III}…)$ошентип схеманы, канча булак болсо ошончо жолу эсептейбиз. Түзүүчү токтор толугу менен эсептелгенден кийин, алардын багыттарына карата алгебралык суммага салып, чыныгы токторду табабыз. Мисал катары 9-сүрөт . Схеманы алалы: $E_1$=100 В; $E_2$=150 В; $E_3$=28 В; J=2 мА=2 $10^{-3}$ А; $R_2$=2 кОм=2 $10^3$ Ом ; $R_3$=4 кОм=4 $10^3$ Ом; $R_4$=6 кОм=6 $10^3$ Ом; $R_5$=8 кОм =8 $10^3$ Ом;



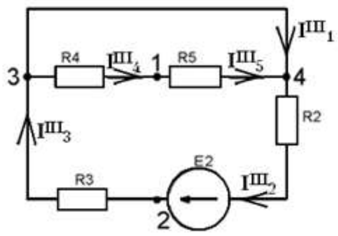
9-СҮРӨТ



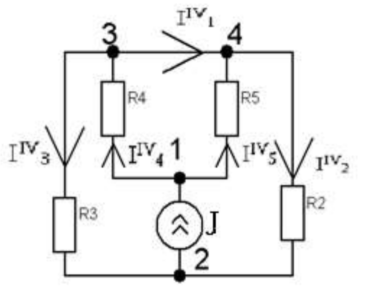
10-СҮРӨТ



11-СҮРӨТ



12-СҮРӨТ



13-сүрөт

$E_1$ калтырып, $E_2$, $E_3$ туюктап Jни үзөбүз. Анда схема 10-сүрөт түрүнө келет. $I_1^I = \frac{E_1}{\frac{(R_4+R_5)(R_3+R_2)}{R_2+R_3+R_4+R_5}} = \frac{100}{\frac{(6+8)(2+4)}{6+8+2+4}} = 0.023A$

$$I_4^I = I_5^I = I_1^I \frac{R_2 + R_3}{R_2 + R_3 + R_4 + R_5} = 0.023 \frac{2+4}{2+4+6+8} = 0{,}0069A$$
$$I_3^I = I_2^I = I_1^I \frac{R_4 + R_5}{R_2 + R_3 + R_4 + R_5} = 0.023 \frac{6+8}{6+8+2+4} = 0{,}0161A$$

$E_3$ калтырып, $E_{2,}$ $E_1$ туюктап Јни үзөбүз. Анда схема 11-сүрөт түрүнө келет. Бул схемада $I_4^{II}=I_5^{II}=0$;

$I_1^{II}=I_2^{II}=I_3^{II}=\frac{E_3}{R_2+R_3} = \frac{18}{(2+4)\cdot 10^3} = 4{,}66 \cdot 10^{-3}A$ $E_2$ калтырып$E_1$,$E_3$ туюктайбыз Јни үзөбүз. Схема 12-сүрөт түргө келет. $I_4^{III} = I_5^{III} = 0$

$I_1^{III} = I_2^{III} = I_3^{III} = \frac{E_2}{R_2+R_3} = \frac{150}{2\cdot 10^3+4\cdot 10^3} = 25 \cdot 10^{-3}A$

$I_1^{III} = I_2^{III} = I_3^{III} = 25 \cdot 10^{-3}A$

Јни калтырып, $E_1$, $E_{2,}$ $E_3$ туюктайбыз. Анда схема 13-сүрөт түрүнө келет.

$$I_5^{IV} = J\frac{R_4}{R_4 + R_5} = 2 \cdot 10^{-3} \frac{6}{8+6} = 1{,}142 \cdot 10^{-3}\text{A}.$$
$$I_4^{IV} = J\frac{R_5}{R_4 + R_5} = 2 \cdot 10^{-3} \frac{8}{8+6} = 0{,}857 \cdot 10^{-3}\text{A}.$$
$$I_3^{IV} = J\frac{R_2}{R_2 + R_3} = 2 \cdot 10^{-3} \frac{2}{2+4} = 0{,}666 \cdot 10^{-3}\text{A}.$$
$$I_2^{IV} = J\frac{R_3}{R_2 + R_3} = 2 \cdot 10^{-3} \frac{4}{2+4} = 1{,}333 \cdot 10^{-3}\text{A}.$$
$$I_1^{IV} = -I_5^{IV} + I_2^{IV} = 1{,}333 \cdot 10^{-3} - 0{,}857 \cdot 10^{-3} = 0{,}476 \cdot 10^{-3}\text{A}.$$

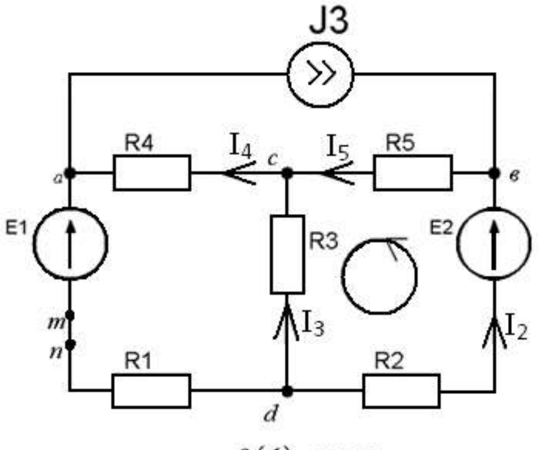
Чыныгы токтордун чоңдуктарын жана багыттарын аныкташ үчүн түзүүчү токтордун багыттын жана чоңдуктарын пайдаланабыз. (10-11-12-13-сүрөттөрдү пайдаланабыз). Чыныгы ток $I_1$ 4-түйүнгө карата $I_1 = I_1^I + I_1^{II} + I_1^{III} + I_1^{IV} = 0.023 + 0.046 + 0.025 + 0.00047 =$ $0.004\text{A}$. Багыты $I^I{}_1$тогунун багытына карама каршы 9-сүрөт. Чыныгы ток $I_2$ 4 түйүнгө карата $I_2=-I^I{}_2+ I^{II}{}_2-I^{III}{}_2- I^{IV}{}_2=-0{,}0161+0{,}0046-0{,}025-0{,}000133=-0.036$ А. Багыты $I^I{}_2$ тогунун багытына дал келет. сүрөт 9. Чыныгы ток $I_{3,}$3 түйүнгө карата . $I_3=I^I{}_3- I^{II}{}_3+I^{III}{}_3-I^{IV}{}_3=0{,}0161-0{,}0046+0{,}025-0{,}000666= =0{,}0334$А. багыты $I^I{}_3$ багытына дал келет, сүрөт9. Чыныгы ток $I_{4,}$3 түйүнгө карата. $I_4=I^I{}_4 +0+0-I^{IV}{}_4=0{,}0069-0{,}00142=0{,}00548$А. Багыты $I^I{}_4$ багытына дал келет, 9-сүрөт. Чыныгы ток $I_{5,}$ 4 түйүнгө карата $I_5=-I^I{}_5 +0+0-I^{IV}{}_5=-0{,}0069+0{,}000857=0{,}00604$А. $I^{IV}{}_5$ багытына дал келет, 9-сүрөт. Электр схема туура же туура эместигин текшериш үчүн энергетикалык балансты пайдаланабыз. Теңдемеси: $E_2$ $I_2$-$E_1$ $I_1$-$E_3$ $I_3+U_{12}=I_2^2$ $R_2+$ $I_3^2$ $R_3+I_4^2R_4+I_5^2R_5$ сан маанилерин коөбуз. 150 0,0368-100 0,0065-28 4,0334+(-

$0,06)=(0,036)^2\ 2\ 10^3+(0,033)^2\ 4\ 10^3+\ +(0,0054)^2 6\ 10^3+(0,006)^2\ 10^3\ 8;$ $3,88=2,41$: Каталык =3,88-2,41=1,47. Кичине 10%деги чыгарылышты туура деп эсептейбиз.Мында $U_{12}=\ _1-\ \ _2= I_5R_5+ I_2R_2-E_2=0,006\ 8\ 10^3+0,036\ 2\ 10^3-150=-30$.

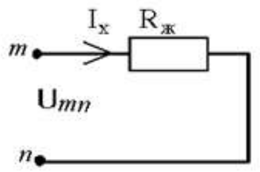
$U_{12}$ J=-30 2 $10^{-3}$=-0,06

## Эквиваленттик генератор ыкмасы

Качан электр схемада бир гана бутакта электр тогунун чоңдугун аныктоого туура келсе, бул ыкма колдонулат. Эсептөө төмөндөгүдөй тартипте жүрөт. Токту аныктоочу бутакты үзөбүз. Үзүлгөн эки точкага карата жалпы каршылыкты жана $U_{mn}$ чыңалууну аныктайбыз, анда жалпы электирдик схема түрүн өзгөртөт.$I_X = \frac{U_{mn}}{R_ж}$ мисал катары 6-сүрөт алалы $E_1$, $R_1$ параметирлери туташылган бутактагы токту табуу керек болсун дейли. Ошол бутакты (m,n)чекитинде үзөбүз дагы, чыңалуу Umn аныктайбыз.



6(б)- сүрөт



14-сүрөт

Ал үчүн каршылыктар,токтор белгилүү болуш керек. Кирхгофтун закондорун колдонуу ыкмасын колдонобуз. Теңдемелер ситемасын алабыз.$\begin{cases} J_3 + I_2 - I_5 = 0 \\ I_5R_5 + I_2(R_3+R_2) = E_2 \end{cases}$

мында $I_2= I_3$, $J_3=I_4$, $I_3$, $I_5$ аныкталат

$$J_2 = I_3 = \frac{-J_3R_5 + E_2}{R_2 + R_3 + R_5};\ I_5 = \frac{E_2 + J_3(R_2+R_3)}{R_2 + R_3 + R_5};$$

Схемада берилген параметирлер аркылуу $E_1$=100 В; $E_2$=150 В; $E_3$=28В; $J_3$=2 $10^3$Ом; $R_1=R_2$=2 кОм=2 $10^{-3}$ Ом ; $R_3$=4 кОм=4 $10^3$ Ом; $R_4$=6 кОм=6 $10^3$ Ом; $R_5$=8 кОм =8 $10^3$ Ом; $I_3$, $I_5$ сан маанилери:

$$I_3 = \frac{-J_3R_5 + E_2}{R_2 + R_3 + R_5} = \frac{-2\cdot 10^{-3}\cdot 8\cdot 10^3 + 150}{2\cdot 10^3 + 4\cdot 10^3 + 8\cdot 10^3} = 9{,}57\cdot 10^{-3}\text{А}$$

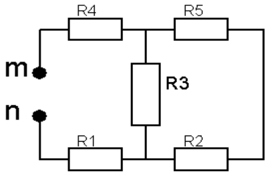
$$I_5 = \frac{E_2 + J_3(R_2+R_3)}{R_2 + R_3 + R_5}; = \frac{150 + 2\cdot 10^{-3}\cdot 6\cdot 10^3}{2\cdot 10^3 + 4\cdot 10^3 + 8\cdot 10^3} = 11{,}57\cdot 10^{-3}\text{А}$$

Umn чыңалуусун Омдун законунун кеңейтилген түрү менен табабыз

$$\left.\begin{aligned} \varphi_n &= \varphi_c - I_3R_3 \\ \varphi_c &= \varphi_a + I_4R_4 \\ \varphi_a &= \varphi_m + E_1 \end{aligned}\right\} \text{Мындан } \varphi_n = \varphi_m + E_1 - I_3R_3 + I_4R_4$$

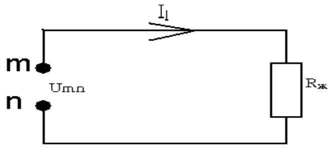
$$U_{mn} = E_1 - I_3R_3 + I_4R_4 = 100 + 9{,}57\cdot 10^{-3}\cdot 4\cdot 10^3 + 2\cdot 10^{-3}\cdot 6\cdot 10^3 = \\ = 150{,}28\text{В}.$$

Мындан $R_ж$-каршылыкты табабыз.Ал үчүн $E_1$,$E_2$ туюктап $J_3$-үзөбүз. Анда схема төмөндөгүдөй түргө келет.




$$R_ж = R_4 + R_1 + \frac{(R_2+R_5)R_3}{R_2+R_3+R_5} = 6\cdot 10^3 + 2\cdot 10^3 + \frac{(2\cdot 10^3+8\cdot 10^3)\cdot 4\cdot 10^3}{2\cdot 10^3+4\cdot 10^3+8\cdot 10^3} = 10{,}85\cdot 10^3\text{Ом}$$

Жыйынтыктоочу схема болот.




$$I_1 = \frac{U_{mn}}{R_ж} = \frac{150{,}28\text{В}}{10{,}85\cdot 10^3} = 13{,}85\cdot 10^{-3}\text{А}.$$

## Активдүү каршылыктарды өзгөртүү ыкмасы.

Электр схемада активдүү каршылыктар жылдызча же болбосо үч бурчтук түрүндө туташтырылып калышы мүмкүн. Жылдызчадан үч бурчтукка же болбосо үч бурчтуктан жылдызчага өзгөртүп түзүүчү формулалар бар. Ошол формулаларды колдонсок, схемада удаалаш, паралелл туташтыруу пайда болуп, схема жеңил эсептелет. Демек схема жөнөкөй түргө келип, жогору өтүлгөн ыкмаларды колдонбой койсо деле боло берет. Каршылыктар жылдызча түрүндө туташтырылган 18-сүрөттө көрсөтүлгөн $R_A$ каршылыгынын баштапкы чекити A, акыркы чекити x. $R_B$ каршылыгынын баштапкы чекити B, акыркы чекити Y, $R_c$

каршылыгынын баштапкы чекити С, акыркы чекити Z болуп белгиленет. X, Y, Z болуп белгиленет. Z чекиттери бир түйүнгө туташтырылат. Каршылыктар үч бурчтук түрүндө туташтырылган схема 17-сүрөт көрсөтүлгөн $R_{AB}$ каршылыгынын баштапкы чекити А, акыркы чекити Х. $R_{вс.}$ каршылыгына баштапкы чекити В, акыркы чекити У. $R_{ca}$ каршылыгынын баштапкы чекити С, акыркы чекити Z. 18-сүрөт көрсөтүлгөн схеманы үч бурчтукка өзгөртүп түзүүгө болот, 18-сүрөт. Каршылыктар $R_{12}$, $R_{23}$, $R_{31}$, эсептелинет.

$$R_{AB} = R_A + R_B + \frac{R_A R_B}{R_C}; \quad R_{BC} = R_B + R_C + \frac{R_B R_C}{R_A};$$

$$R_{CA} = R_C + R_A + \frac{R_C R_A}{R_B};$$

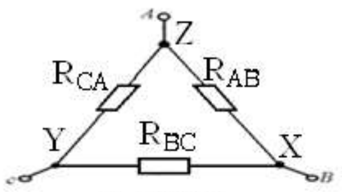
17-сүрөт көрсөтүлгөн схеманы жылдызчага өзгөртүп түзсө болот. 18-сүрөт. Каршылыктар $R_A$, $R_B$, $R_C$ эсептелинет.

$$R_A = \frac{R_{AB} \cdot R_{CA}}{R_{AB}+R_{CA}+R_{BC}}; \quad R_B = \frac{R_{AB} \cdot R_{BC}}{R_{AB}+R_{CA}+R_{BC}}; \quad R_c = \frac{R_{BC} \cdot R_{CA}}{R_{AB}+R_{CA}+R_{BC}};$$

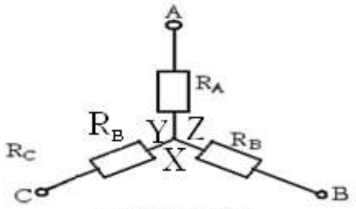
19-сүрөт электр схемасы берилсин дейли.$E_1$=30В; $R_5=R_1=R_2$=4Ом; $R_3=R_4= R_6$=6Ом. Берилген $E_1$, $R_1$- $R_6$; боюнча ар бир каршылык аркылуу өткөн токторду эсептеп чыгыш керек, мисалга $I_1$ тогун гана эсептейли. Бул схемада жылдызча түрүндө туташтырылган($R_6$,$R_3$, $R_4$),( $R_4$,$R_5$,$R_2$) ($R_1$,$R_2$,$R_3$)каршылыктары. ($R_3$,$R_4$,$R_6$) каршылыктарын үч бурчтук түрүнө келтиребиз. Анда $R_{34}= R_3+R_4+\frac{R3R4}{R6}$

$R_{46}= R_4+R_6+\frac{R4R6}{R3}$ ; $R_{36}= R_3+R_6+\frac{R3R6}{R4}$ ; Схема 20-сүрөт түрү 40ка келет да ($R_2$,$R_{34}$),($R_5$,$R_{46}$), каршылыктарын параллел туташтырып, жалпы каршылыктар $R_{2(34)} = \frac{R_2 \cdot R_{34}}{R_2 + R_{34}}$; $R_{5(46)} = \frac{R_5 \cdot R_{46}}{R_5 + R_{46}}$ табылат да. $R_{2(34)}$, $R_{5(46)}$ каршылыктары удаалаш туташтырылып, жалпы каршылык $R_a$ табылат.$R_a$= $R_{2(34),\ 5,(46)}$= $R_{2(34)}$+$R_{5(46)}$.$R_a$ каршылыгы $R_{36}$ каршылыгына параллель туташтырылып жалпы

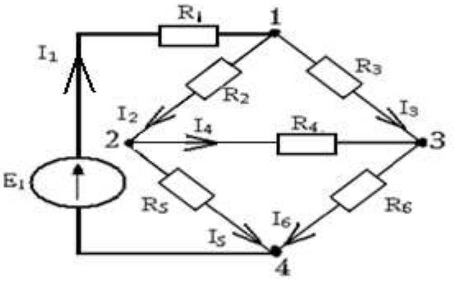
каршылык $R_{a(36)} = \frac{R_a \cdot R_{36}}{R_a + R_{36}}$; табылат да жыйынтыгында 21-сүрөт түрүнө келет. Электр тогу $I_1$ табылат, $I_1 = \frac{E}{R_1+R_{a(36)}}$



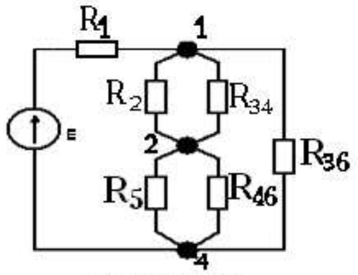

17- сүрөт



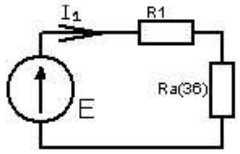

18-сүрөт

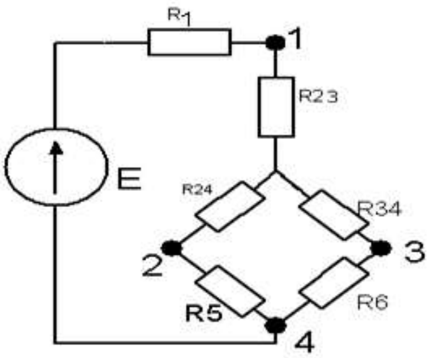



19-сүрөт




20-сүрөт




21-сүрөт 22-сүрөт

каршылыктарын ($R_2$,$R_3$,$R_4$) үч бурчтугунан жылдызчага өзгөртүү менен эсептейли. $R_{23}=\frac{R_2\cdot R_3}{R_2+R_3+R_4}$; $R_{34}=\frac{R_3\cdot R_4}{R_2+R_3+R_4}$; $R_{24}=\frac{R_2\cdot R_4}{R_2+R_3+R_4}$; Схема 22-сүрөт өзгөрөт. ($R_{24}$,$R_5$), (c$R_{34}$,$R_6$), каршылыктары удаалаш туташтырылган. Жалпысы $R_{24,5}$=$R_{24}$+$R_5$; $R_{34,6}$= $R_{34}$+$R_6$.($R_{24,5}$, $R_{34,6}$) каршылыктары параллель туташтырылган. Жалпысы $R_{24,5,34,6}$= $R_в=\frac{R_{24,5}\cdot R_{34,6}}{R_{24,5}+R_{34,6}}\cdot$ ($R_в$,$R_{23}$,$R_1$) каршылыктары удаалаш туташтырылган, жана $I_1$тогу табылат $I_1=\frac{E}{R_1+R_в+R_{23}}$; ($R_3$,$R_4$,$R_6$) каршылыктарын үч бурчтук түргө келтирилген маанисин эсептейбиз.

$$R_{34}=R_3+R_4+\frac{R_3\cdot R_4}{R_6}=4+4+\frac{4\cdot 4}{6}=10{,}66\ Ом:$$

$$R_{36}=R_3+R_6+\frac{R_3\cdot R_6}{R_4}=4+6+\frac{4\cdot 6}{4}=16\ Ом:$$

$$R_{46}=R_4+R_6+\frac{R_4\cdot R_6}{R_3}=4+6+\frac{4\cdot 6}{4}=16\ Ом:$$

$$R_{2(34)}=\frac{R_2\cdot R_{34}}{R_2+R_{34}}=\frac{2\cdot 10{,}66}{2+10{,}66}=1{,}68\ Ом:$$

$$R_{5(46)} = \frac{R_5 \cdot R_{46}}{R_5 + R_{46}} = \frac{6 \cdot 16}{6 + 16} = 4{,}36\ Ом.$$

$R_a = R_{2(34)} + R_{5(46)} = 1{,}68 + 4{,}36 = 6{,}04$Ом.

$R_{a(36)} = \frac{R_a \cdot R_{36}}{R_a + R_{36}} = \frac{4{,}04 \cdot 16}{6{,}04 + 16} = 4{,}38\ Ом.$ $I_1$тогу табылат

$I_1 = \frac{E}{R_1 + R_{a(36)}} = \frac{30}{2 + 4{,}38} = 4{,}702A.$

Каршылыктар ($R_2, R_3, R_4$) үч бурчтугунан жылдызчага өзгөртүү менен эсептейли. $R_{23} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3 + R_4} = \frac{2 \cdot 4}{2+4+4} = 0{,}8\ Ом;$

$R_{34} = \frac{R_3 \cdot R_4}{R_2 + R_3 + R_4} = \frac{4 \cdot 4}{2+4+4} = 0{,}8\ Ом$

$R_{24} = \frac{R_2 \cdot R_4}{R_2 + R_3 + R_4} = \frac{2 \cdot 4}{2+4+4} 0{,}8$ Ом.

$R_{24,5} = R_{24} + R_5 = 0{,}8 + 6 = 6{,}8$Ом;

$R_{34,6} = R_{34} + R_6 = 1{,}6 + 6 = 7{,}6$ Ом.

$R_в = R_{24,5,34,6} = \frac{R_{24,5} \cdot R_{34,6}}{R_{24,5} + R_{34,6}} = \frac{6{,}8 \cdot 7{,}6}{6{,}8 + 7{,}6} = 3{,}58\ Ом.$ $I_1$тогу табылат.

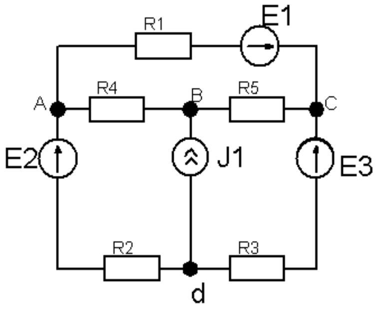
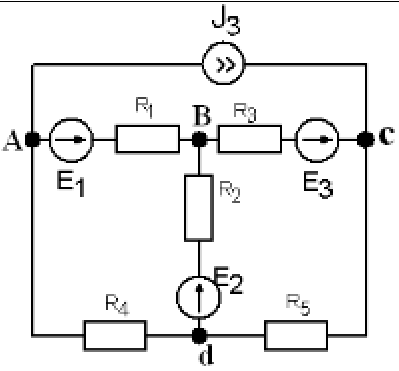
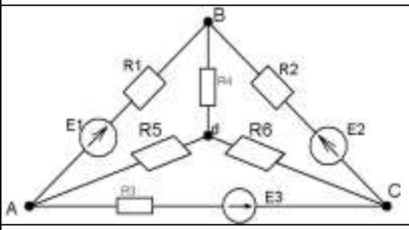
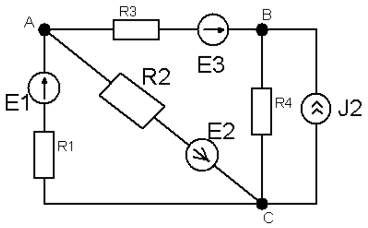
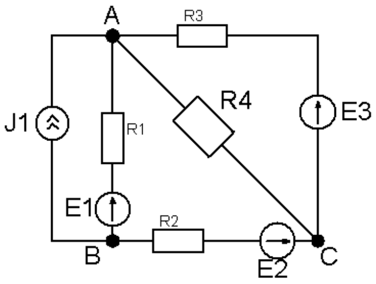
$$I_1 = \frac{E}{R_1 + R_в + R_{23}} = \frac{30}{2 + 0{,}8 + 3{,}58} 4{,}702A$$

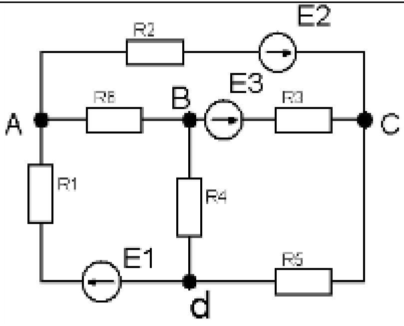
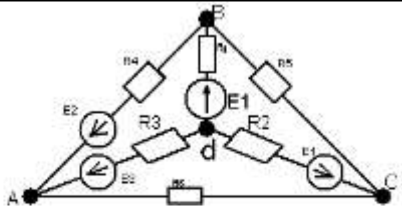
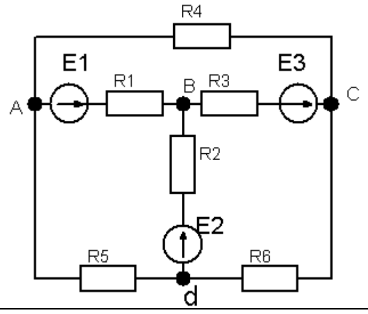
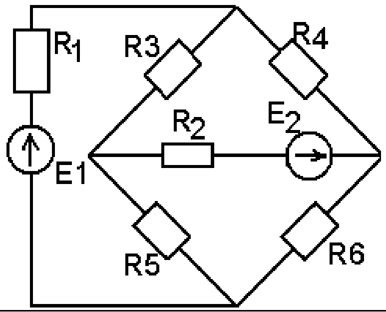
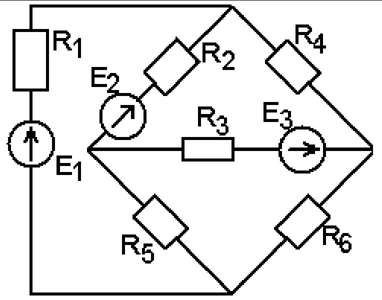
Каршылыктары үч бурчтуктан жылдызчага, тескерисинче, жылдызчадан үч бурчтукка өзгөртүп түзүүдө токтун мааниси $I_1$ бирдей болуп чыкты.

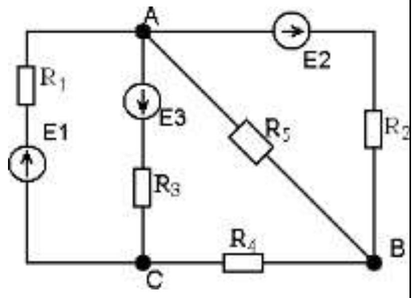
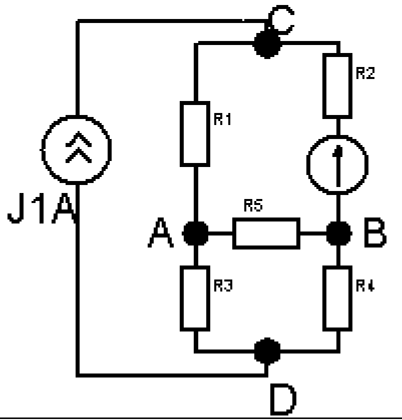
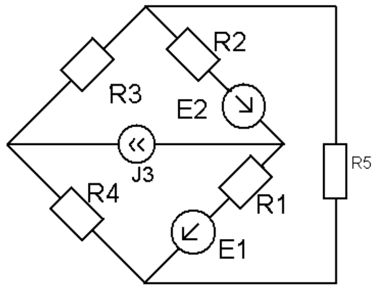
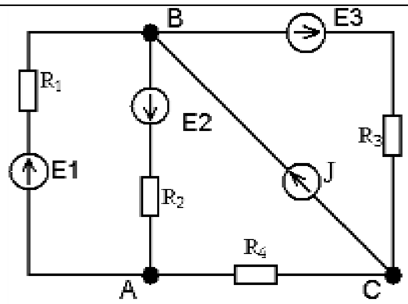
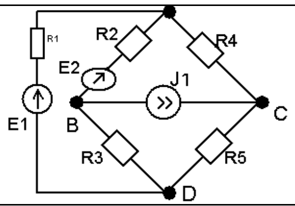
Студенттерге өз алдынча иштөө үчүн №1 таблицада 25-вариант менен электр схемалары сунушталды. Мында активдүү каршылыктардын чоңдуктары (Ом) менен, Электр кыймылдаткыч күчтөрү (Вольт) менен чоңдугу жана багыты, ток булагы (Ампер) менен чоңдугу жана багыты берилди. Ар бир каршылык аркылуу аккан электр тогунун чоңдугун жана багытын, студенттер аныкташ керек.

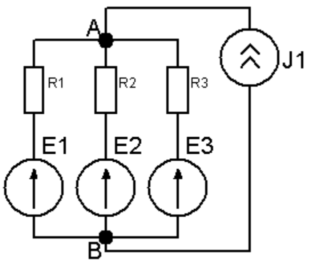
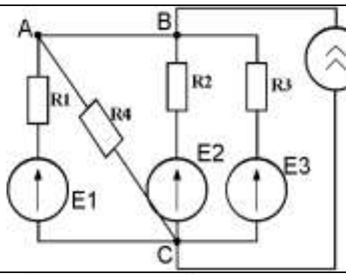
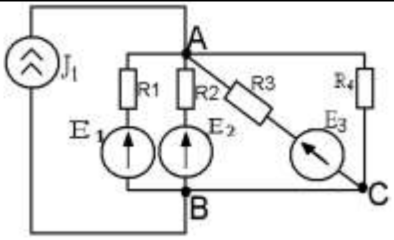
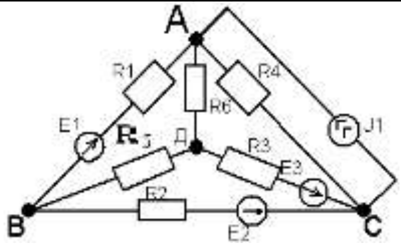
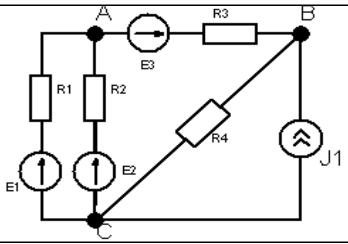
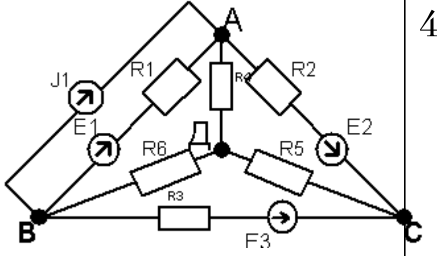
Бир эле схеманы беш ыкма менен эсептейт.

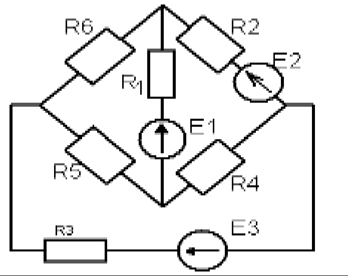
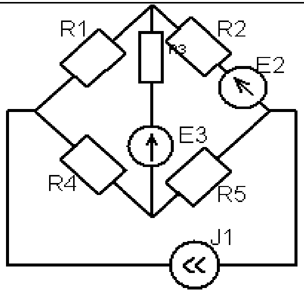
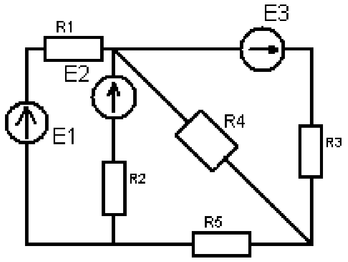
Таблица №1

| Вар | Эл.схемалар | $E_{1}$(B) | $E_2$(в) | $E_3$(B) | $J_1$(A) | $J_2$(A) | $J_3$(A) | $R_1$ | $R_2$ | $R_3$ | $R_4$ | $R_5$ | $R_6$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 |  | 30 | 10 | 15 | 2 | - | - | 5 | 6 | 8 | 4 | 2 | - |
| 2 |  | 30 | 15 | 15 | - | - | 2 | 2 | 4 | 6 | 8 | 5 | - |
| 3 |  | 25 | 10 | 5 | - | - | - | 2 | 4 | 5 | 6 | 8 | 3 |
| 4 |  | 5 | 10 | 30 | - | 3 | - | 2 | 5 | 4 | 6 | - | - |
| 5 |  | 25 | 25 | 40 | 2 | - | - | 6 | 8 | 5 | 10 | - | - |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 |  | 30 | 15 | 10 | - | - | - | 4 | 2 | 6 | 8 | 4 | 10 |
| 7 |  | 5 | 10 | 25 | - | - | - | 4 | 2 | 6 | 8 | 10 | 5 |
| 8 |  | 40 | 15 | 20 | - | - | - | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 15 |
| 9 |  | 40 | 20 | - | - | - | - | 2 | 6 | 8 | 5 | 10 | 12 |
| 10 |  | 30 | 40 | 50 | - | - | - | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 15 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11 |  | 15 | 70 | 5 | - | - | - | 6 | 5 | 10 | 25 | 15 | - |
| 12 |  | - | 60 | - | 5 | - | - | 5 | 4 | 16 | 2 | 8 | - |
| 13 |  | 13 | 22 | - | - | - | 3 | 5 | 2 | 4 | 6 | 8 | - |
| 14 |  | 15 | 60 | 10 | 2 | - | - | 6 | 5 | 10 | 12 | - | - |
| 15 |  | 30 | 50 | - | 2 | - | - | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | - |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 16 |  | 15 | 20 | 30 | 5 | - | - | 8 | 10 | 12 | - | - | - |
| 17 |  | 25 | 15 | 30 | 2 | - | - | 6 | 8 | 10 | 12 | - | - |
| 18 |  | 15 | 5 | 30 | 3 | - | - | 8 | 6 | 10 | 12 | - | - |
| 19 |  | 25 | 15 | 30 | 2 | - | - | 8 | 6 | 10 | 12 | 4 | 5 |
| 20 |  | 40 | 35 | 20 | 2 | - | - | 5 | 8 | 10 | 12 | - | - |
| 21 |  | 40 | 30 | 20 | 3 | - | - | 6 | 8 | 10 | 12 | 4 | 2 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 22 |  | 18 | 32 | 40 | - | - | - | 6 | 6 | 8 | 8 | 10 | 10 |
| 23 |  | - | 30 | 10 | 4 | - | - | 8 | 8 | 4 | 4 | 10 | - |
| 24 |  | 0 | 8 | 2 | | | | | | | | 0 | |

## Сунуш кылынган адабияттар:

1. Демирчян К.С., Нейман Л.Р. «Теоретические основы электротехники» М.2004 том 1,2,3,4.
2. Зевеке Г.В., Ионкин Б.А., Нетушил С.В., Страхов С.В. «Основы теории цепей» М.1980.
3. «Теоретические основы электротехники» под редакцией Ионкина П.А. М. 1976 том 1,2
4. Шебес М.Р., Каблукова М.В. «Задачник по теории линейных электрических цепей» М.1990.
5. «Сборник задач и упражнений по теоретическим основам электротехники» При редакции Ионкина П.А. М.1982.
6. Урсеитов О.У. «Электротехниканын теориялык жактан негизги (усулдук колдонмо).» I-бөлүк . «Туруктуу токтуу электр чынжырды анализдөө.» II-бөлүк.Өзгөрмөлүү токтуу электр схемаларды чыгаруу. III-бөлүк. «Электр схемадагы өткөөл учурду эсептөө» ЫМУ. 2014

МАЗМУНУ

1. Кириш сөз........................................................ 3
2. Электрдик чынжыр жана анын элементтери............... 5
3. Электр энергиясынын булагы.................................. 5
4. Электр схемасын эсептөө......................................... 6
5. Омдун законунун кеңейтилген түрү.......................... 6
6. Кирхгофтун закондору............................................ 7
7. Электр чынжырындагы энергетикалык баланс............. 8
8. Электр чынжырларын эсептөө................................. 9
9. Контурдагы ток ыкмасы.......................................... 12
10. Түйүндөгү потенциалдар ыкмасы............................ 14
11. Кабаттоо ыкмасы.................................................. 16
12. Эквиваленттик генератор ыкмасы............................ 19
13. Активдүү каршылыктарды өзгөртүү ыкмасы................ 20
14. Адабияттар........................................................... 29

Урсеитов О.У., Торубаева Ү.С., Давлесова Э.О.

Электротехника сабагы боюнча текшерүү жана курстук иштерди аткарууда усулдук колдонмо

Тех. редактор: Жакыпова Ч.А.

К. Тыныстанов атындагы ЫМУнун
полиграфиялык комплексинде басылды.
Заказ 476. Нускасы 25.
Тел.: 52696