

ТҰРАҚТЫ ТОК ЭЛЕКТР ТІЗБЕКТЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ЕСЕПТЕУ

КАЛАКОВА ГУЛЬСИМ КАБДУЛОВНА



МАҚСАТЫ:

- ❑ Электротехниканың негізгі ұғымдары, заңдарын және әдістерін игеру;
- ❑ Электр тізбегі жайлы және оның жұмыс тәртібі туралы түсінік қалыптастыру;
- ❑ Тізбек құруға қажетті жабдықтармен таныстыра отырып, өткізгіштердің тізбекке жалғану әдістері мен оларды есептеу жайлы мағлұмат алу;

Телекоммуникациялық жүйелердің радиотехника және радиобайланыс бойынша мамандықтары туралы ғылыми ой-өрістерін қалыптастыруда маңызы бар



МАЗМҰНЫ:



- ❑ Электрлік тізбек және оның элементтері
- ❑ Электр тізбектерінің негізгі түсініктері мен анықтамалары
- ❑ Тұрақты ток тізбектерінің негізгі заңдары
- ❑ Электр тізбегінің эквивалент кедергісі мен кедергілерді қосу
- ❑ Электр тізбегіндегі ЭҚК мен ток көздері
- ❑ Электрлік тізбектің жұмыс тәртібі

ЭЛЕКТРЛІК ТІЗБЕК ЖӘНЕ ОНЫҢ ЭЛЕМЕНТТЕРІ



Электротехникада күнделікті өмірде және өнеркәсіпте қолданылатын негізгі электротехникалық құралдардың жұмыс істеу принципі мен құралдары қарастырылады. Электротехникалық құрал жұмыс істеу үшін, қажетті жұмыс режимі мен электр энергиясын қамтамасыз ететін электр тізбегі құрылуы тиіс.

Электр тізбегі деп – электр тоғына жол құрайтын, электрлік ток, ЭҚК (электр қозғаушы күш) және электрлік кернеу туралы түсіндірілген электромагниттік процесс құрайтын құралдар мен объектілердің жиынтығын атаймыз.



Электр тізбегінің құрамына кіретін құралдар мен объектілерді үш топқа бөлуге болады:

1) Электр энергия көздері.

Барлық қорек көздерінің бірыңғай қасиеті кез келген энергия түрін электрлік энергияға айналдыруында. Электрлік емес энергияның электрлікке айналуы жүретін көздер, алғашқы көздер деп аталады. Екілік көз деп – тізбектің кірісінде де, шығысында да электр энергиясы бар көздерді айтады. (мысалы: түзеткіш құралдар)

2) Электр энергиясын тұтынушылар.

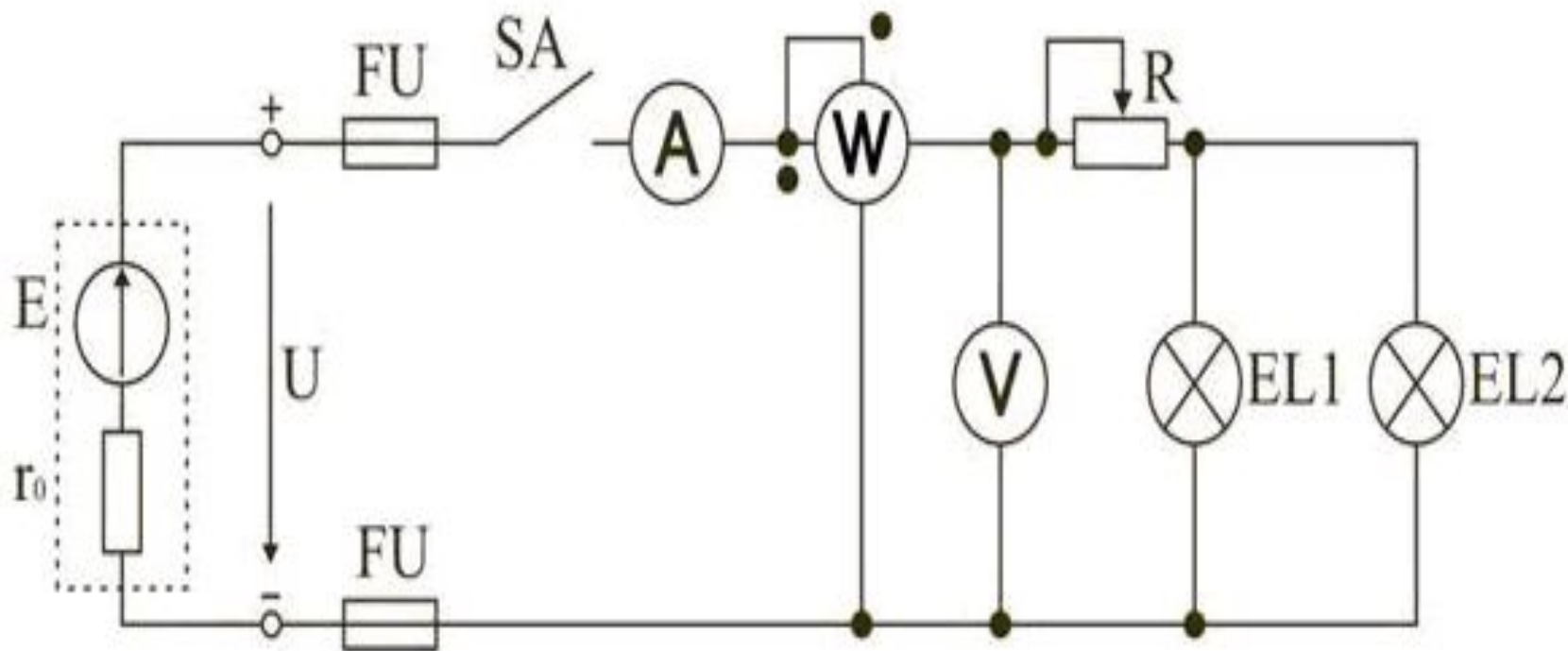
Барлық тұтынушылардың бірыңғай қасиеті электроэнергияны энергияның басқа түрлеріне өзгертуі болып табылады. (мысалы: қыздырғыш құрал) Кей кездері тұтынушыларды ауырлық түсіруші деп те атайды.

3) Тізбектің көмекші

элементтері: жалғау сымдар, коммуникациялық аппарат, қорғаныс аппараты, өлшегіш құралдар және т.б., олсыз нақты тізбек жұмыс істей алмайды.

ЭЛЕКТР ТІЗБЕКТЕРІНІҢ НЕГІЗГІ ТҮСІНІКТЕРІ МЕН АНЫҚТАМАЛАРЫ

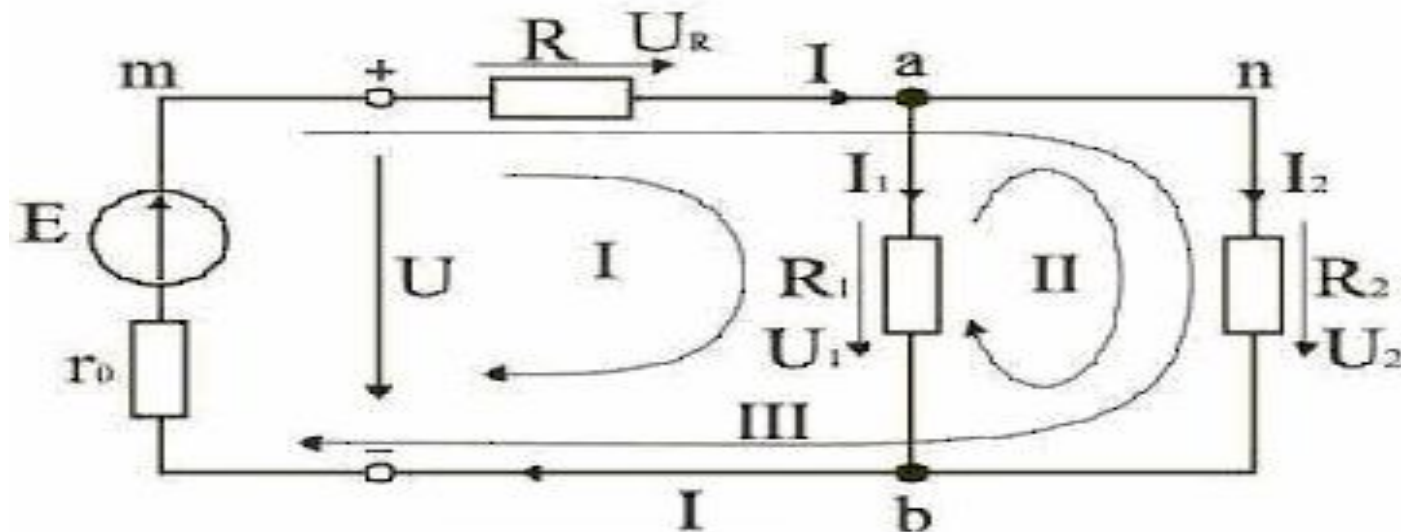
Талдау мен есептеу процесін іске асыру үшін, электрлік тізбек графикалық түрде, элементтерінің шартты белгілерімен қосылу түрлері көрсетілген, электрлік **сұлба** ретінде беріледі.



1.1 сурет



ЭЛЕКТР ТІЗБЕКТЕРІНІҢ НЕГІЗГІ ТҮСІНІКТЕРІ МЕН АНЫҚТАМАЛАРЫ



1.2 сурет

Бұл сұлбада шынайы элементтер шартты белгілерімен көрсетіледі, көмекші элементтері белгіленбейді, егер жалғау сымдардың кедергілері элементтердің кедергілерінен аса кем болса, ол ескерілмейді. Қорек көзі, ішкі кедергісі r_0 бар, ЭҚК E көзі ретінде беріледі, электр энергиясының шынайы тұтынушылары оның электрлік параметрлерімен алмастырылады: актив кедергілермен R_1, R_2, \dots, R_n . R кедергісінің көмегімен тізбектегі электрэнергияны энергияның басқа түрлеріне қайтымсыз өзгертеді, мысалы, жылу немесе жарық.

Қорек көзі ЭҚК электрлік тізбекте кернеу көзімен U алмастырылған, кернеу көзінің шартты бағыты қорек көзі ЭҚК бағытына қарсы.



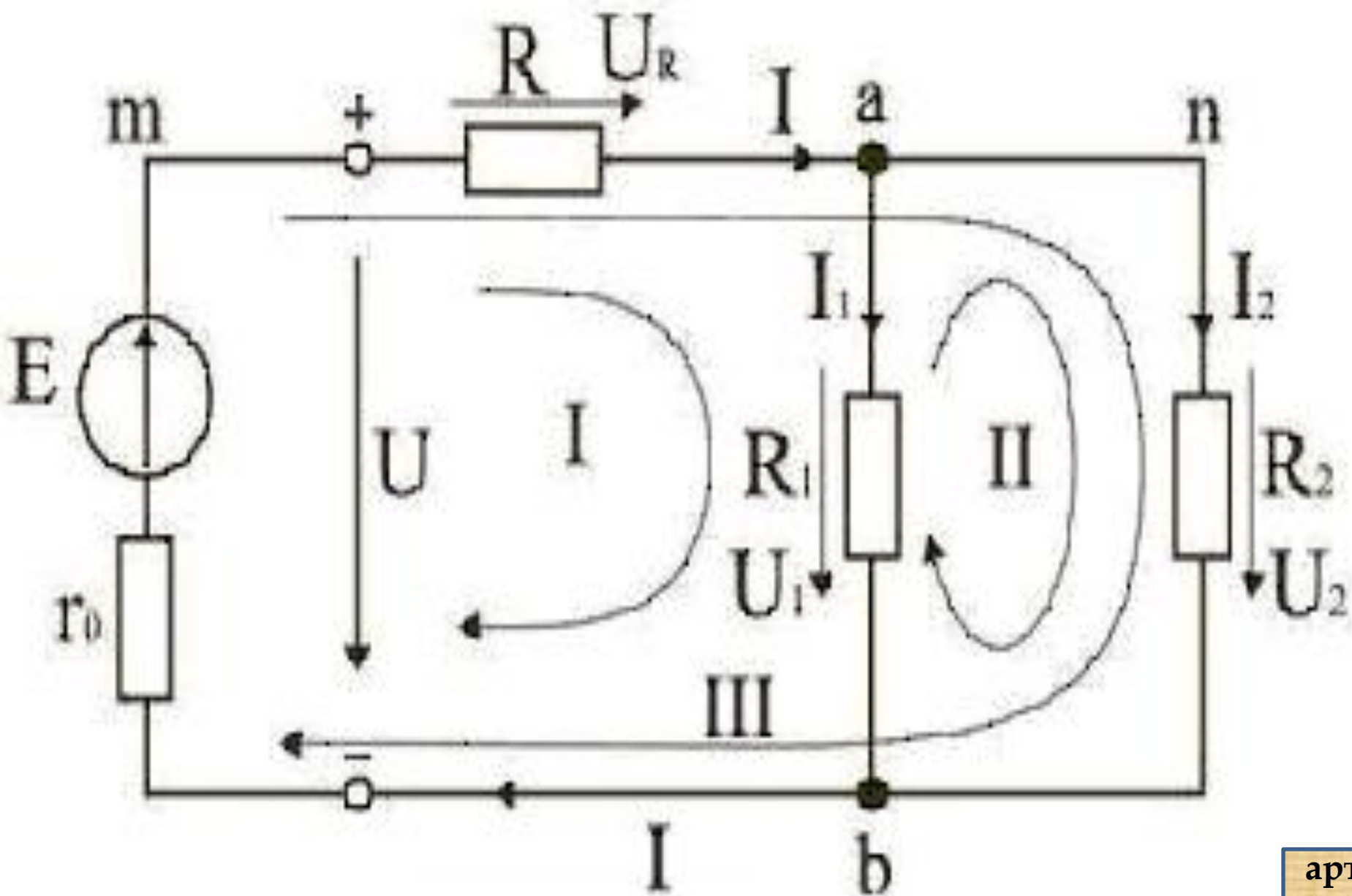
ЭЛЕКТР ТІЗБЕКТЕРІНІҢ НЕГІЗГІ ТҮСІНІКТЕРІ МЕН АНЫҚТАМАЛАРЫ



Электрлік тізбек сұлбасын есептеуде негізгі бірнеше элементтерді алып қарастырады.

- ❑ Электр тізбегінің тармағы – бір ток өтетін тізбек бөлігі. Тармақ бір немесе бірнеше тізбектей қосылған элементтерден тұрады.
- ❑ Электр тізбегінің түйіні – үш немесе одан да көп тармақтардың біріккен жері. Бір жұпқа қосылған тармақтар параллель деп аталады. R_1 және R_2 кедергілері параллель тармақтарда орналасқан.
- ❑ Контур – бірнеше тармақтар арқылы өтетін кез келген тұйықталған бөлік





1.2 сурет



ЭЛЕКТР ТІЗБЕКТЕРІНІҢ НЕГІЗГІ ТҮСІНІКТЕРІ МЕН АНЫҚТАМАЛАРЫ



Қорек көздерінің ЭҚК, тармақтардағы токтардың, түйіндердегі кернеулердің шартты бағыттарын дұрыс тауып жазу есеп шығаруда көптеген ықпалын тигізеді. Сұлбада ЭҚК, кернеулер мен токтардың бағытын оң деп аламыз:

- ❑ **ЭҚК көзі үшін** – еркін алынады, бірақ сәуле бағытымен бағытталған полюс басқа полюстерге қарағанда потенциалы үлкен;
- ❑ **тармақтардағы токтар үшін**, ЭҚК бар тізбекте ЭҚК көзімен бағытталу керек, қалған тармақтарда еркін белгіленеді;
- ❑ **кернеу үшін** – тармақтағы немесе тізбек элементіндегі токтың бағытымен бағытталуы тиіс.



Барлық электр тізбектер
сызықтық және сызықтық
емес деп бөлінеді.

Параметрі токтан тәуелсіз
электр тізбегінің элементін
сызықтық деп атайды,
мысалы, электрлік пеш.

Сызықтық емес элементтің,
мысалы жинақтағыш шам,
кедергісі бар, кернеу артқан
сайын кедергісінің сыйымдылығы
артып отырады, сонымен қатар
шамға баратын ток та артады.

сызықтық электр тізбегінде барлық
элементтер сызықтық болып табылады, ал
сызықтық емес электр тізбегі деп, тізбек
бойында ең болмағанда бір сызықтық емес
элементі бар тізбекті айтады.

ТҰРАҚТЫ ТОК ТІЗБЕКТЕРІНІҢ НЕГІЗГІ ЗАҢДАРЫ



Электр тізбектерін есептеу және қорытындылау Ом заңын қолданумен және Кирхгофтың бірінші және екінші заңдарын қолданумен жүзеге асады. Осы заңдар негізінде барлық электр тізбегіндегі және белгілі бір тізбек бөлігіндегі *токтар мәні, кернеу, ЭҚК* арасындағы байланыс орнайды.



ТІЗБЕК БӨЛІГІ ҮШІН ОМ ЗАҢЫ

Электр тізбегінің ab бөлігі үшін ток, кернеу және кедергінің мәндері Ом заңы арқылы табылады

немесе

$$U_R = RI$$

Бұл жағдайда $U_R = RI$ – кернеу деп немесе R резисторына түсетін кернеу деп атайды, ал

$$I = \frac{U_R}{R}$$

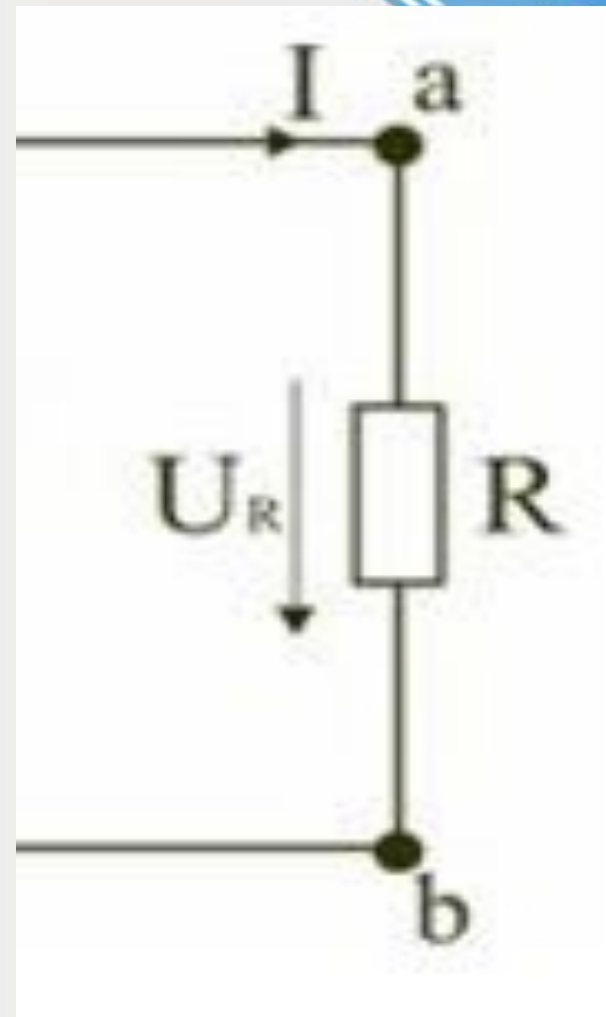
– R резисторындағы ток.

Электр тізбегін есептеуде кей кездері R кедергісімен емес, кедергіге электрлік өтімділікті пайдаланады

$$g = \frac{1}{R} = \frac{I}{U}$$

Бұл жағдайда тізбек бөлігі үшін Ом заңы мына күйде жазылады:

$$I = Ug.$$

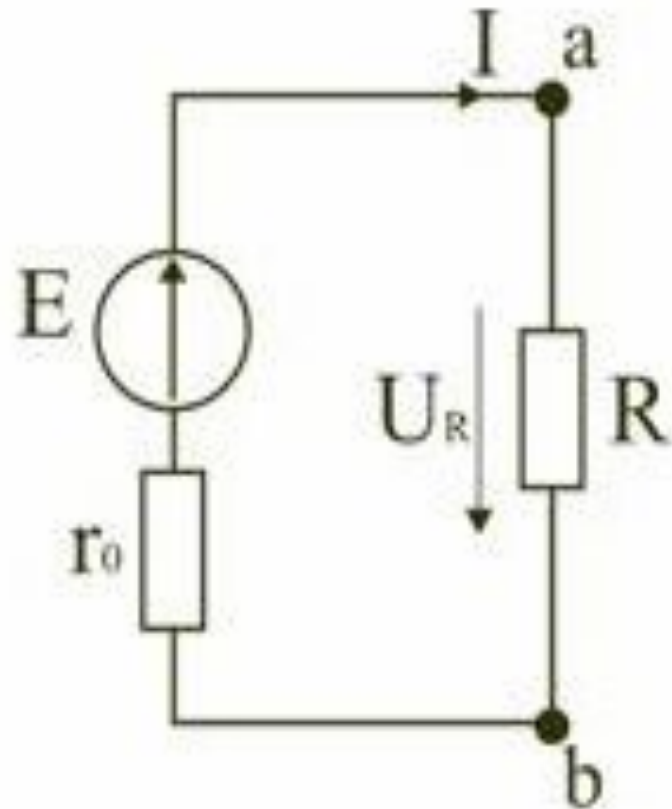


ТОЛЫҚ ТІЗБЕК ҮШІН ОМ ЗАҢЫ

Бұл заң, ішкі кедергісі r_0 бар, қорек көзі ЭҚК E пен тізбектегі I токтың және толық тізбектің жалпы эквиваленттік кедергісі $R_{\Sigma} = r_0 + R$ арасындағы тәуелділікті анықтайды

$$I = \frac{E}{R_{\Sigma}} = \frac{E}{r_0 + R}$$

Сонымен қатар, Кирхгофтың бірінші және екінші заңдарын қолдана отырып шығаруға болады.



1.3 -сурет



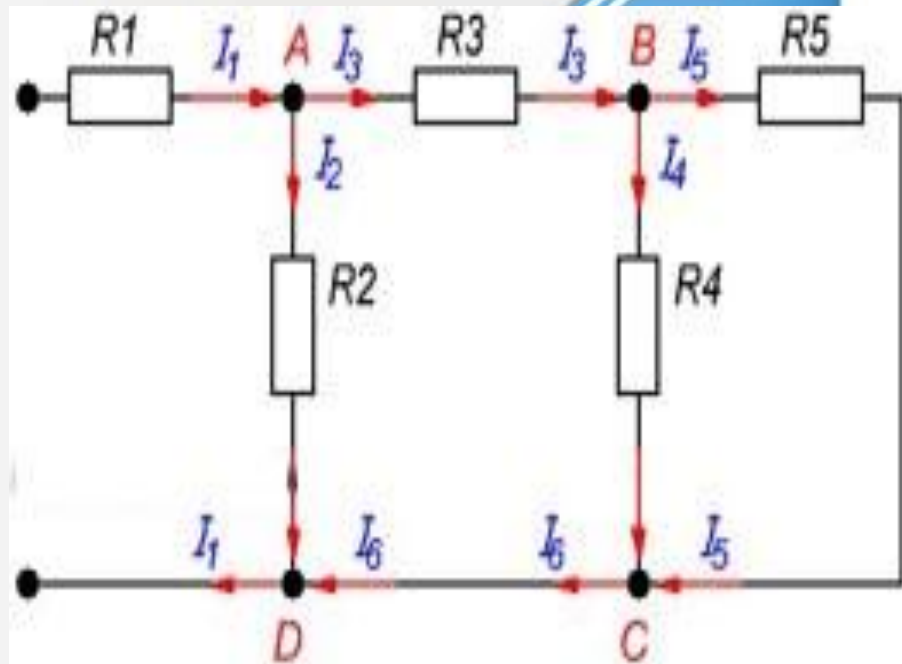
КИРХГОФТЫҢ БІРІНШІ ЗАҢЫ

Әлектр тізбегінің кез келген түйініндегі токтардың алгебралық қосындысы нөлге тең.

$$\sum_{k=1}^m I_k = 0$$

мұнда m – түйінге қосылған тармақ саны.

Кирхгофтың бірінші заңы бойынша теңдік жазу барысында токтар, түйінге қарай бағытталған токтар «оң» таңбамен алынады, ал түйіннен кері бағытталған токтар «теріс» таңбаға ие болады.



А түйіні үшін

$$I_1 = I_2 + I_3 \text{ немесе } I_1 - I_2 - I_3 = 0$$

В түйіні үшін

$$I_3 = I_4 + I_5 \text{ немесе } I_3 - I_4 - I_5 = 0$$

С түйіні үшін

$$I_6 = I_4 + I_5 \text{ немесе } -I_6 + I_4 + I_5 = 0$$

D түйіні үшін

$$I_1 = I_2 + I_6 \text{ немесе } -I_1 + I_2 + I_6 = 0$$



КИРХГОФТЫҢ ЕКІНШІ ЗАҢЫ

Кез келген электр тізбегінің тұйық контуріндегі ЭҚК алгебралық қосындысы барлық бөліктердегі кернеулердің алгебралық қосындысына тең

$$\sum_{k=1}^n E_k = \sum_{k=1}^m R_k I_k = \sum_{k=1}^m U_k ,$$

мұндағы n – контурдағы ЭҚК көздерінің саны;

m – контурдағы R_k кедергісі бар элементтер саны;

$U_k = R_k I_k$ – контурдың k -м элементіне түсетін кернеу.

Егер электр тізбегіне кернеу көздері қосылған болса, онда Кирхгофтың екінші заңы мына күйде құрастырылады: **ЭҚК көздері мен контур элементтеріндегі барлық кернеулердің қосындысы нөлге тең**

$$\sum_{k=1} U_m = 0$$

Кирхгофтың екінші заңы бойынша теңдік жазу барысында мыналар қажетті:

- 1) ЭҚК, ток және кернеулердің шартты бағытын белгілеу;
- 2) теңдік жазылатын контурда өту бағытын таңдау;
- 3) Кирхгофтың екінші заңының бір құрылымына сүйене отырып, теңдік жазу.



КИРХГОФТЫҢ БІРІНШІ ЖӘНЕ ЕКІНШІ ЗАҢЫ (МЫСАЛДАР)



- а түйіні үшін Кирхгофтың бірінші заңы ([1.2 суретте](#))

$$I - I_1 - I_2 = 0.$$

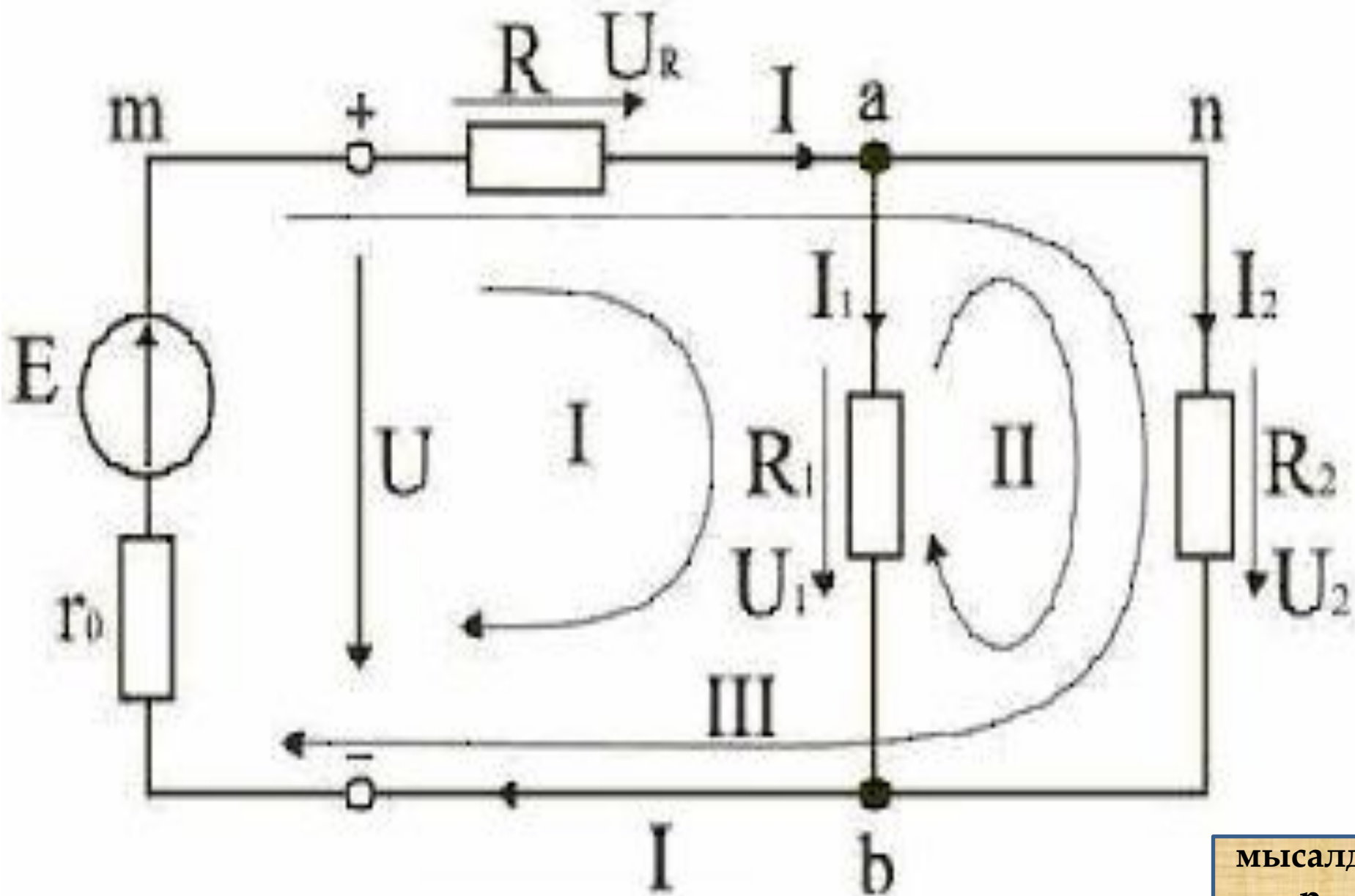
- ([1.2 суреттегі](#)) Сұлба үшін Кирхгофтың екінші заңына теңдік жазамыз:

$$E = U_R + U_1.$$

- ([1.2 сурет](#)) электрлік сұлбадағы контурға Кирхгофтың екінші заңын қолдана отырып, теңдік жазамыз:

- контур I: $E = RI + R_1 I_1 + r_0 I,$
- контур II: $- R_1 I_1 + R_2 I_2 = 0,$
- контур III: $E = RI + R_2 I_2 + r_0 I.$





мысалда
р

мәзір

ТҰРАҚТЫ ТОК ТІЗБЕКТЕРІНІҢ НЕГІЗГІ ЗАҢДАРЫ



Қолданыстағы тізбекте қорек көзінің электр энергиясы энергияның басқа түрлеріне өзгереді.

R кедергісі бар тізбек бөлігінде t уақыт аралығында I ток кезінде электр энергиясы жұмсалады.

$$W = I^2 R t.$$

Электр энергиясының өзге энергияға ауысуындағы өзгеру жылдамдығы өз алдына электрлік қуат бер

$$P = \frac{W}{t} = I^2 R = UI.$$

Энергияның сақталу заңынан қорек көздерінің қуаты уақыттың кез келген мезетінде, тізбектің барлық бөлігінде жұмсалатын қуаттардың қосындысына тең.

$$\sum EI = \sum I^2 R.$$

Бұл қатынасты қуаттар балансының теңдігі деп атайды.



ТҰРАҚТЫ ТОК ТІЗБЕКТЕРІНІҢ НЕГІЗГІ ЗАҢДАРЫ

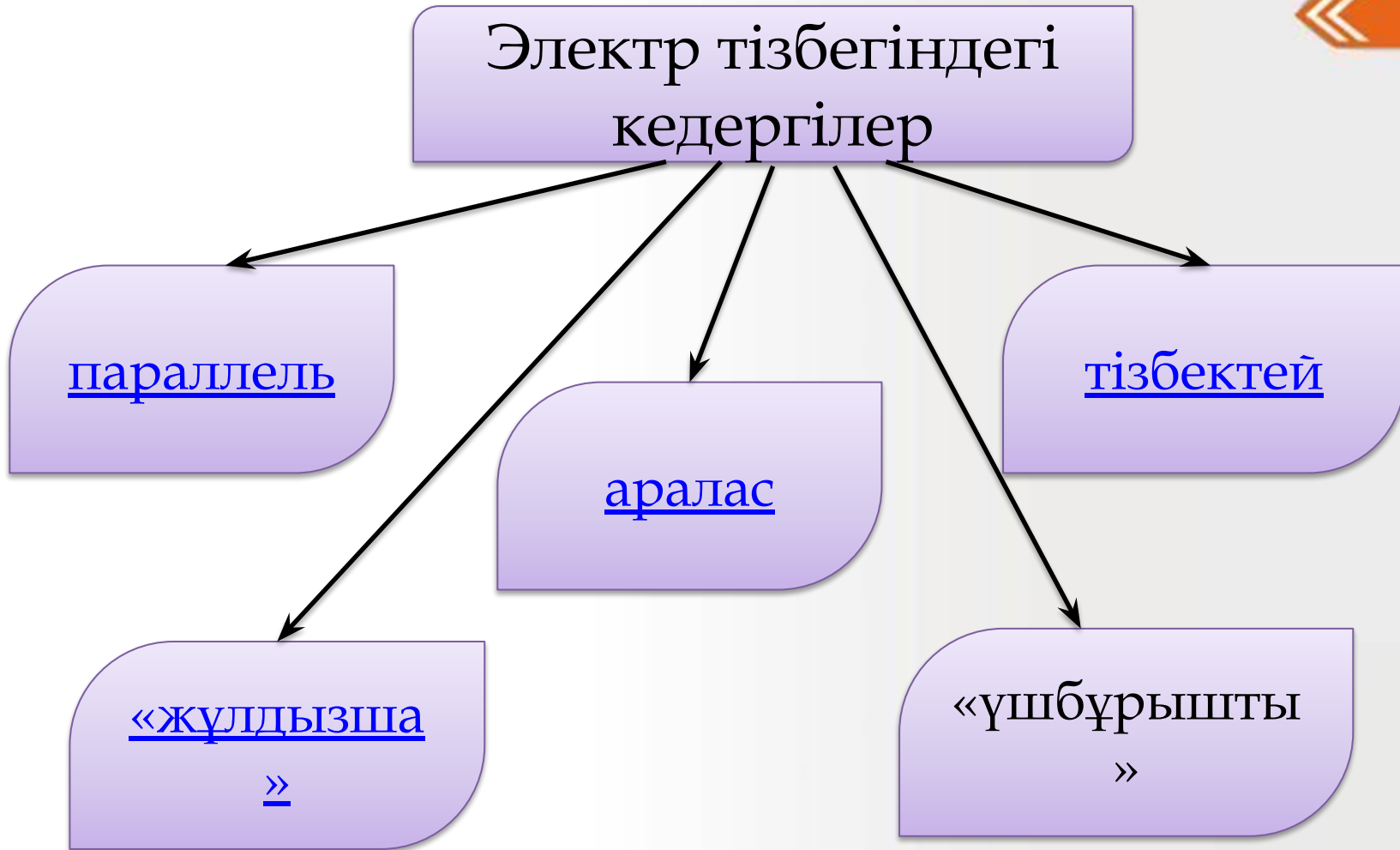


Электр тізбектерін есептеуде белгілі бір өлшем бірліктер қолданылады. Электрлік ток ампермен өлшенеді (А), кернеу – вольтпен (В), кедергі – оммен (Ом), қуат – ваттпен (Вт), электр энергиясы – ватт-сағатпен (Вт-сағ) және өтімділік – сименспен (См)

Негізгі бірліктерден басқа, аса кіші және аса ірі өлшем бірліктері қолданылады:
миллиампер ($1\text{mA} = 10^{-3}\text{A}$), килоампер ($1\text{kA} = 10^3\text{A}$), милливольт ($1\text{mV} = 10^{-3}\text{V}$), киловольт ($1\text{kV} = 10^3\text{V}$), килоом ($1\text{k}\Omega = 10^3\Omega$), мегаом ($1\text{M}\Omega = 10^6\Omega$), киловатт ($1\text{kW} = 10^3\text{W}$), киловатт-час ($1\text{kWh} = 10^3$ ватт-час).

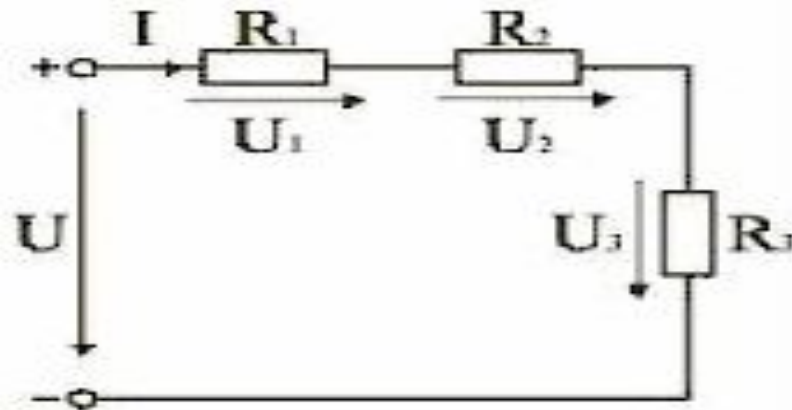
v.baryshevsk.ru

ЭЛЕКТР ТІЗБЕГІНІҢ ЭКВИВАЛЕНТ КЕДЕРГІСІ МЕН КЕДЕРГІЛЕРДІ ҚОСУ



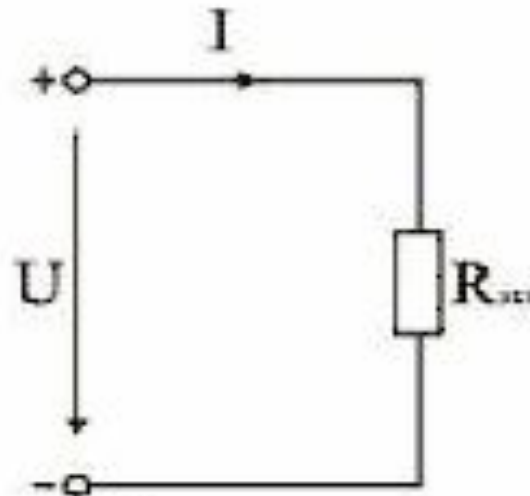
ЭЛЕКТР ТІЗБЕГІНІҢ ЭЛЕМЕНТТЕРІ ТІЗБЕКТЕЙ ЖАЛҒАНҒАН

Тізбектей жалғанған деп барлық элементтері тізбектеліп жалғануы тиіс және де осы тізбекте элементтері қосылса, онда тізбекте бірдей ток көзі пайда болады I .



1.4 сурет

Тізбектегі барлық U кернеуінің мәні бөлек аймақтағы кернеу мәніне тең болады, оны Кирхгофтың екінші заңымен анықтау керек.



1.5 сурет

Тізбектегі элементтердің тізбектей қосылуының кемшілігі, тізбектегі элементтердің ең болмағанда біреуі жұмыс істемей қалса, тізбектегі қалған элементтердің барлығы жұмыс

түрі



ЭЛЕКТР ТІЗБЕГІНДЕГІ ЭЛЕМЕНТТЕРДІҢ ПАРАЛЛЕЛЬ ҚОСЫЛУЫ

Бір кернеу арқылы қосылған тізбектегі электр энергия тұтынушылар **параллель қосылған** деп аталады

Бұл жағдайда олар екі түйінге қосылған а және b, Кирхгофтың бірінші заңының көмегімен тізбектегі жалпы ток I әр тармақтағы токтардың алгебралық қосындысына тең:

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

Сонымен

$$\frac{1}{R_{\text{экв}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

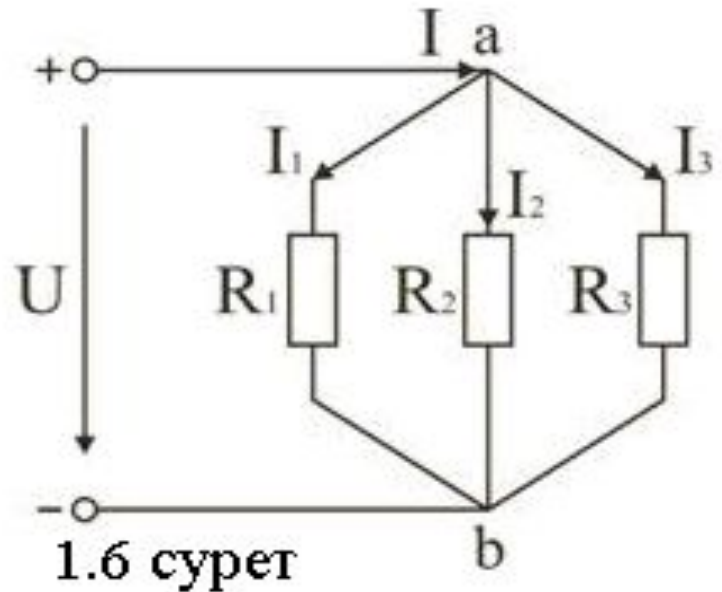
Кедергілері параллель қосылған электрлік тізбектің кернеуі

$$U = IR_{\text{экв}}$$

Осыдан,

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

яғни тізбектің параллель тармақтарындағы токтың мәні оның кедергілерінің мәніне **кері пропорционал**.



Бір немесе бірнеше тұтынушылардың қосылуы немесе сөнуі басқалардың жұмысына **әсер етпейді**.

түрі



ЭЛЕКТР ТІЗБЕГІНДЕГІ ЭЛЕМЕНТТЕРДІҢ АРАЛАС ҚОСЫЛУУЫ

Тізбекте кедергілердің параллель және тізбектей қосылған топтар бар тізбекті **аралас** қосылған тізбек дейді.

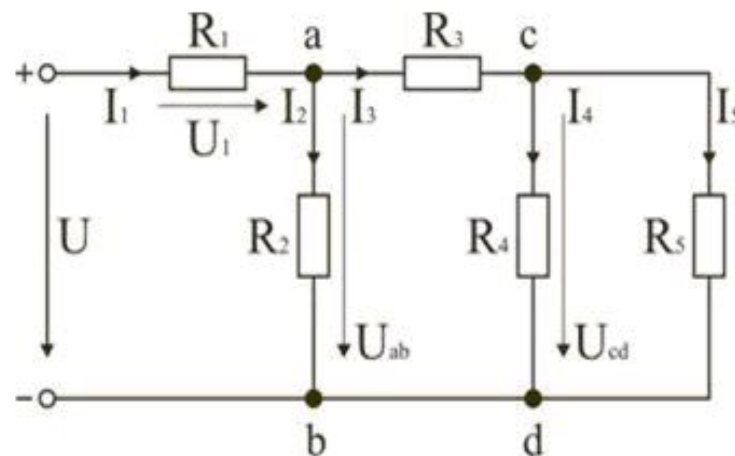
Эквивалентті кедергіні есептеу сұлбаның соңынан басталады. Есептеуді жеңілдету үшін, тізбектегі барлық кедергілердің мәні тең деп аламыз: $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = R$.

Онда соңғы сұлбадағы эквивалентті

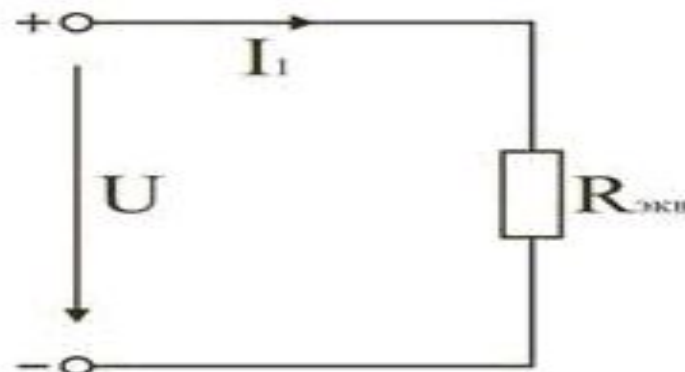
$$R_{cd} = \frac{R_4 R_5}{R_4 + R_5} = \frac{R R}{R + R} = \frac{R}{2}, \quad R_{ad} = R_3 + R_{cd} = R + \frac{R}{2} = \frac{3}{2} R.$$

$$R_{ab} = \frac{R_2 R_{ad}}{R_2 + R_{ad}} = \frac{R \cdot \frac{3}{2} R}{R + \frac{3}{2} R} = \frac{3}{5} R.$$

$$R_{\text{экв}} = R_1 + R_{ab} = R + \frac{3}{5} R = \frac{8}{5} R.$$



1.7 сурет



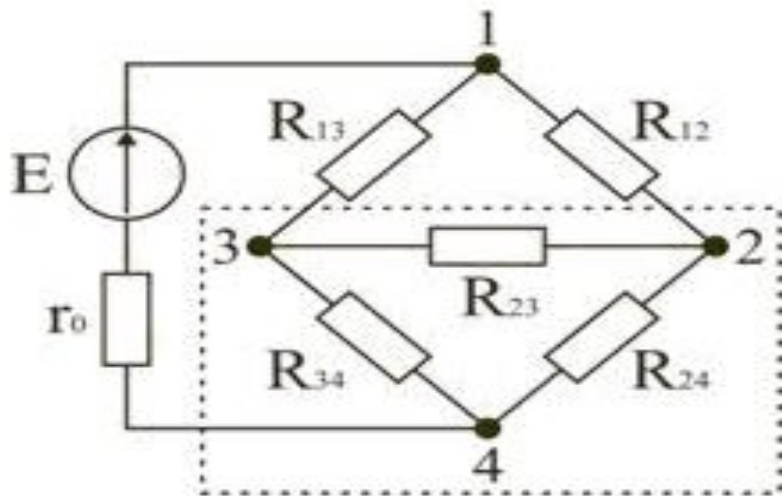
1.11 сурет

сұлбаны қысқаша былай жазуға болады

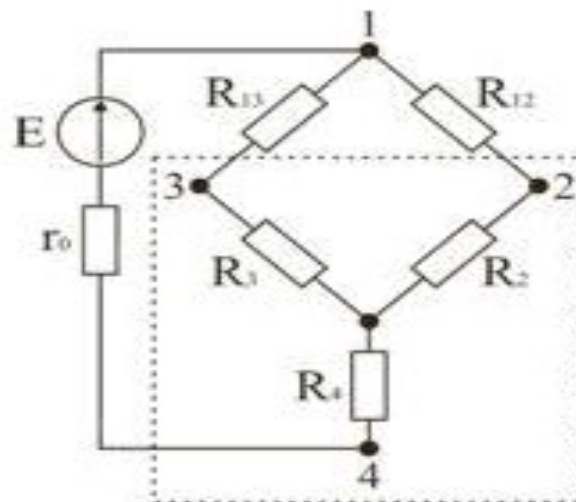
түрі



«ЖҰЛДЫЗ» ЖӘНЕ «ҮШБҰРЫШ» СҰЛБАСЫ РЕТІНДЕ ЭЛЕКТР ТІЗБЕГІНДЕГІ ЭЛЕМЕНТТЕРДІҢ ҚОСЫЛУЫ



1.12 сурет



1.13 сурет

Электротехникалық және электрондық құралдарда тізбек элементтері көпірлік сұлбамен қосылады (1.12 сурет). R_{12} , R_{13} , R_{24} , R_{34} кедергілері көпірдің иықтарына қосылған, 1-4 диагоналіне қорек көзі ЭҚК E қосылған, келесі 3-4 диагоналі көпірдің өлшегіш диагоналі деп аталады.

Көпірлік сұлбада R_{13} , R_{12} , R_{23} және R_{24} , R_{34} , R_{23} кедергілері «үшбұрыш» сұлбасымен қосылған. Бұл сұлбадағы эквивалентті кедергіні табу тек бір үшбұрышты өзгерткенде ғана табуға болады, мысалы R_{24} , R_{34} , R_{23} үшбұрышын R_2 , R_3 , R_4 жұлдызына алмастырғанда



Бұл ауыстыру эквивалентті болады, егер ол қалған элементтердің барлығында токтың өзгеруіне алып келмесе. Ол үшін жұлдыздың кедергісінің мәні келесі қатынаспен қарастырылып отыруы тиіс:

$$R_2 = \frac{R_{23}R_{24}}{R_{23} + R_{24} + R_{34}}; R_3 = \frac{R_{23}R_{34}}{R_{23} + R_{24} + R_{34}}; R_4 = \frac{R_{24}R_{34}}{R_{23} + R_{24} + R_{34}}.$$

«Жұлдыз» сұлбасын ауыстыру үшін эквивалентті үшбұрышқа үшбұрыш кедергісін есептеп алу қажет:

$$R_{23} = R_2 + R_3 + \frac{R_2R_3}{R_4}; R_{24} = R_2 + R_4 + \frac{R_2R_4}{R_3}; R_{34} = R_3 + R_4 + \frac{R_3R_4}{R_2}.$$

Өзгертулер жүргізгеннен кейін көпірлік сұлба кедергісінің эквивалентті мәнін анықтауға болды

$$R_{\text{экв}} = \frac{(R_{12} + R)(R_{13} + R_3)}{(R_{12} + R_2) + (R_{13} + R_3)} + R_4.$$

түрі

мәзір

ЭЛЕКТР ТІЗБЕГІНДЕГІ ЭҚК МЕН ТОК КӨЗДЕРІ

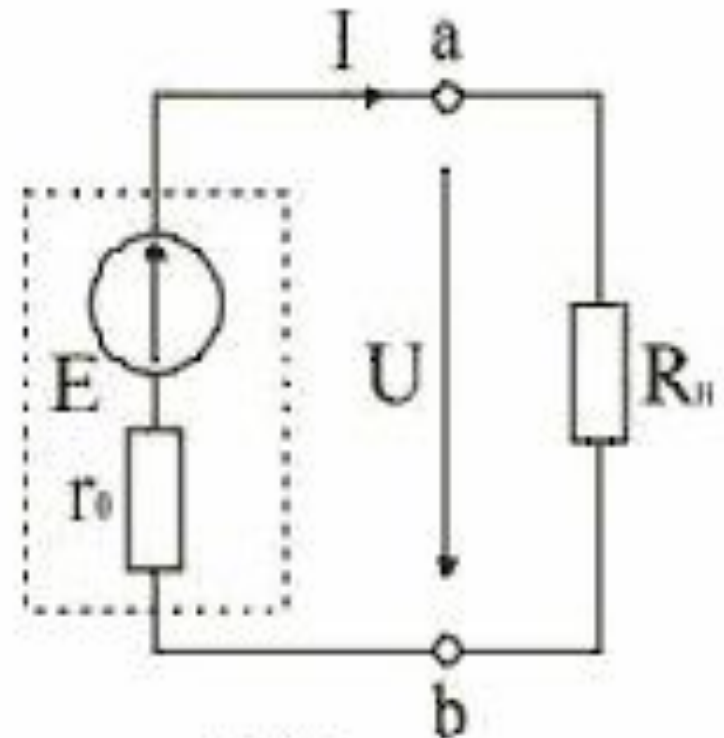


Электрлік тізбекті есептеу мен зерттеуде электр энергиясының қорек көзі ішкі кедергісі r_0 бар ЭҚК көзімен алмастырылады.

Шеңбер ішіндегі бағдар ЭҚК ішіндегі потенциалдың арту бағытын көрсетеді.

Берілген тізбек үшін Кирхгофтың екінші заңы қолданылады.

$$E = U + Ir_0 \text{ немесе } E = U - Ir_0.$$



1.14 сурет

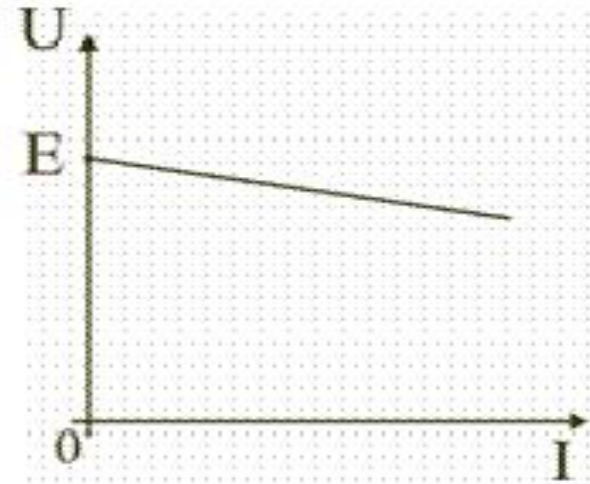


ЭЛЕКТР ТІЗБЕГІНДЕГІ ЭҚК МЕН ТОК КӨЗДЕРІ

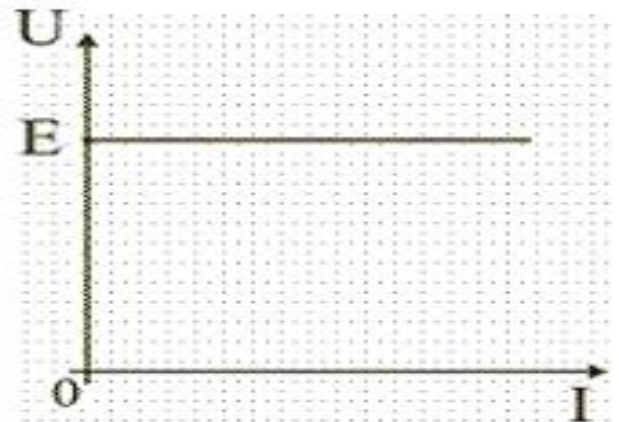
I токтан шынайы қорек көзінің түйіндеріндегі U кернеуінің тәуелділігі оның вольт-амперлік немесе сыртқы сипаттамаларымен анықталады

(1.16 сурет). I токтың ауыртпалығы артқандағы U кернеу көзінің азаюы оның ішкі кедергісіндегі кернеудің азаюымен түсіндіріледі.

ЭҚК идеал көзінің ішкі кедергісі $r_0 \ll R_H$ ($r_0 \gg 0$). Бұл жағдайда оның вольт-амперлік сипаттамасы түзу сызық ретінде көрсетіледі (1.15 сурет),



1.16 сурет



1.15 сурет



ЭЛЕКТР ТІЗБЕГІНДЕГІ ЭҚК МЕН ТОК КӨЗДЕРІ



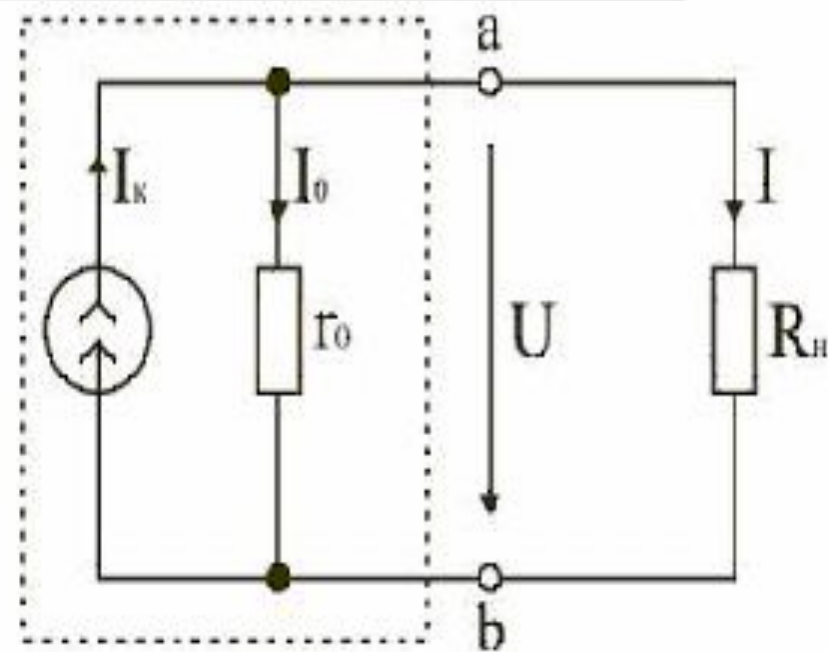
Шынайы электр энергияны алмастыратын, параллель қосылған ішкі кедергісі r_0 бар, ЭҚК көзінің қысқа тұйықталуындағы ток мәніне тең, ток көзі мәні өзгермейтін I_K тоғымен сипатталады.

Шеңбердегі бағдар ток көзінің оң бағытын көрсетеді. Берілген тізбек үшін Кирхгофтың бірінші заңының теңдігін жазамыз

$$I_K = I_0 + I;$$

Бұл жағдайда $I(U)$ ток көзінің вольт-амперлік сипаттамасы мына теңдікпен анықталады

$$I = I_K - I_0 = I_K - U/r_0$$



1.17 сурет

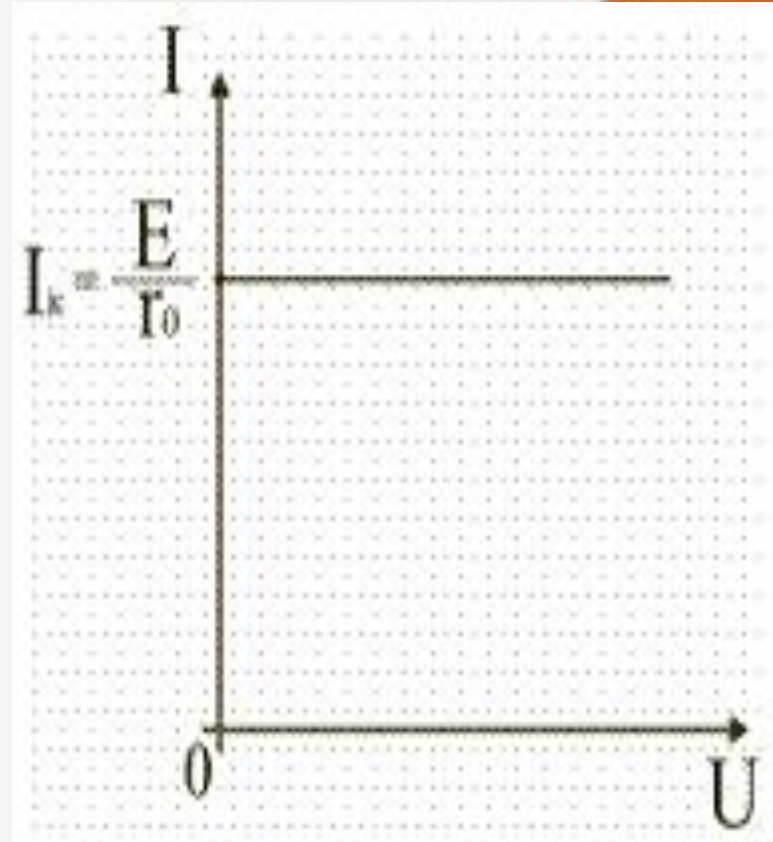


ЭЛЕКТР ТІЗБЕГІНДЕГІ ЭҚК МЕН ТОК КӨЗДЕРІ



Идеал ток көзінде $r_0 \gg R_H$. Бұл жағдайда ауыртпалық кедергісінің R_H өзгеруі кезінде $I_0 \gg 0$, ал $I \gg I_K$ деп есептеуге болады. Онда ($I = I_K - I_0 = I_K - U/r_0$) өрнегінен идеал ток көзінің

$I(U)$ вольт - амперлік сипаттамасы түзу сызықты береді, абцисса осіне $I = I_K = E/r_0$ деңгейде параллель жүргізілген (1.19 сурет).



1.19 сурет



ЭЛЕКТР ТІЗБЕГІНДЕГІ ЭҚК МЕН ТОК КӨЗДЕРІ



Номиналды кернеу немесе номиналды ток және көздегі электр энергиясының қуаты тұтынушыларды қоректендіруге жетпей қалатын да жағдайда, бір көздің орнына бірнеше көз қолданылады.

Қорек көздерін қосуда екі негізгі қосу әдістері бар: тізбектей және параллель.

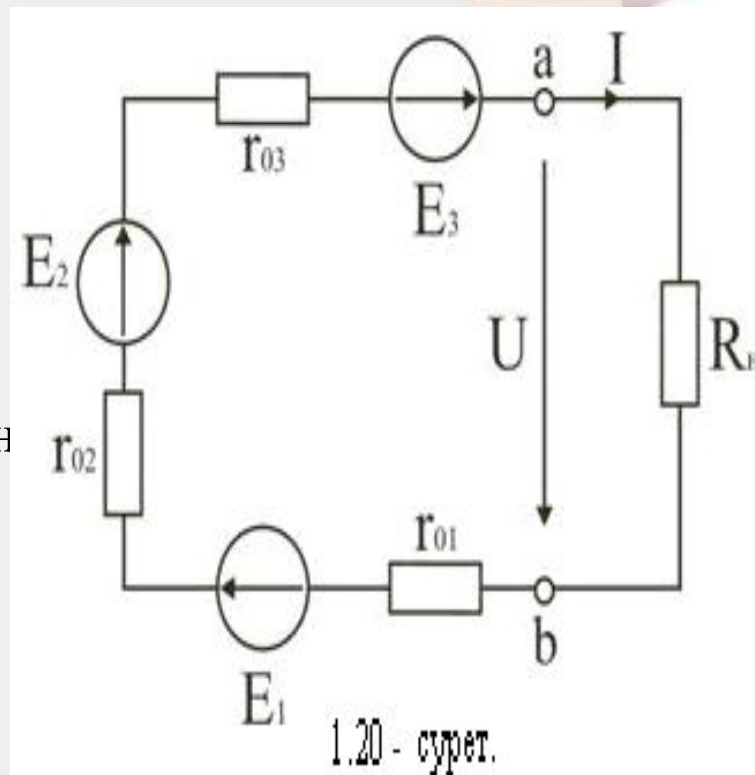
Егер тізбектегі жұмыс тоғы бір ЭҚК көзіндегі номиналды токтан кем немесе тең болса, қажетті көлемді кернеу құру керек кезінде, қорек көздерінің тізбектей жалғануын байқаймыз (1.20 сурет).

Бұл тізбек үшін Кирхгофтың екінші заңын жазып кетуге болады

$$E_1 + E_2 + E_3 = I(r_{01} + r_{02} + r_{03} + R_{\text{н}}),$$

Осыдан

$$I = \frac{E_1 + E_2 + E_3}{r_{01} + r_{02} + r_{03} + R_{\text{н}}} = \frac{E_3}{r_3 + R_{\text{н}}}$$

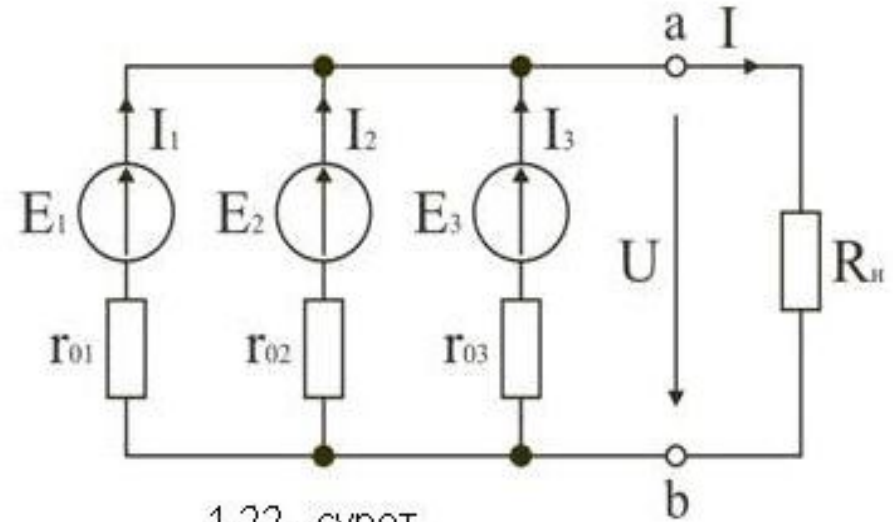


ЭЛЕКТР ТІЗБЕГІНДЕГІ ЭҚК МЕН ТОК КӨЗДЕРІ



Көздерді параллель қосқанда барлық көздердің өзара жағымды қорытындылары және де олардың жағымсыз қорытындылары болады (1.22 - сурет). Параллель қосқанда кернеу U барлық қорытынды көздерінде электрлік тізбек үшін 1.22 - суреттегі келесі теңдеуді жазып алуға болады:

$$I = I_1 + I_2 + I_3; P = P_1 + P_2 + P_3 = UI_1 + UI_2 + UI_3 = UI.$$



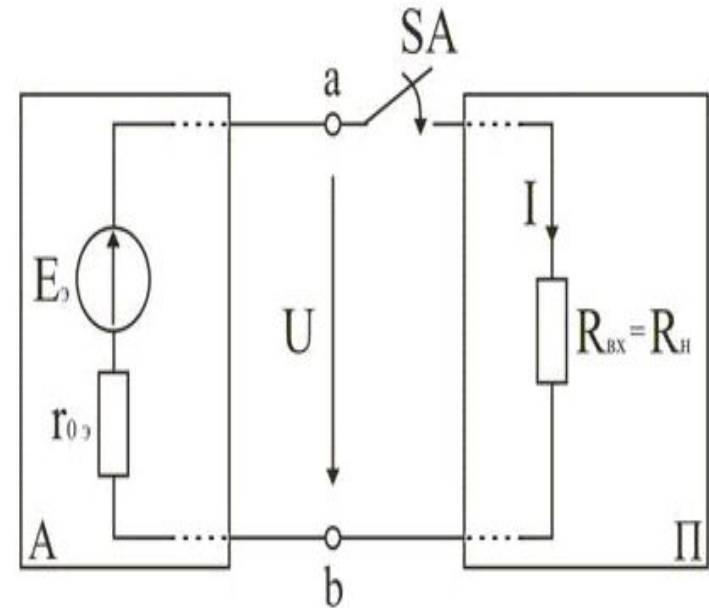
1.22 - сурет

Көріп тұрғанымыздай, параллель жалғанған ток көздері және ішкі тізбектің қуаты сәйкес токтар құнына және қуат көздеріне тең.. Әдетте параллельді жұмысқа бірдей көздері ішкі қуаттың кедергісімен ЭҚК қосады.

ЭЛЕКТРЛІК ТІЗБЕКТІҢ ЖҰМЫС ТӘРТІБІ

Тұтыну саны әр түрлі тұтынушыларды немесе олардың параметрлерінің өзгерісінен олардың кернеулерінің көлемдері, электр тізбегіндегі ток және кернеу осылардың мәндерінің өзгеруіне байланысты тізбектің жұмыс барысы және оның элементтері тәуелді болады. Нақты электрлік тізбек **активті және пассивті** екіполюстікте болуы мүмкін (1.23-сурет).

Екіполюсті деп- тізбектің сәйкес ішкі жағымен қосылатын екі а және b қорытындыларының полюстерін айтамыз. Активті екіполюстік құрамында электрлік энергия көздері бар, ал пассивті екіполюстіктің құрамында ол жоқ



1.23 сурет

Араластыру схемасы пассивті екіполюсті П ішкі кедергі арқылы көрсетіледі.

Орын басу схемасы активті екіполюсті А эквиваленттік ЭҚК-нің көзі болып ұсынылады және ішкі кедергі $r_{0э}$ пассивті екіполюстің кіру кедергісінің





Электр тізбегінің талдауында жұмыс барысының келесі жағдайлары қарастырылады

Бос жол тәртібі

Қысқа тұйықталу тәртібі

Нақтылы тәртіп

Келісілген тәртіп

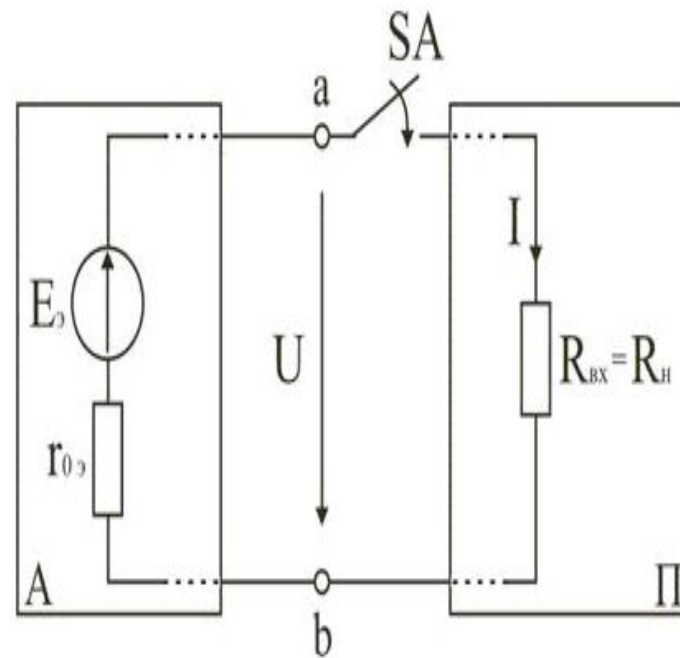


БОС ЖОЛ ТӘРТІБІ



Бұл тәртіпте кілт көмегімен SA жүктеме R_H қоректену көзінен сөнеді (1.23 - сурет). Бұл жағдайда ток жүктеме негізінде нөлге тең болады және қатынастардың байланыстықтарына сәйкес ($U = E_{\mathcal{E}} - I r_{0\mathcal{E}}$) кернеу ab қыстырғыштарында ЭҚК-не тең болады және бос жол кернеуі деп аталады U_{xx} :

$$U = U_{xx} = E_{\mathcal{E}}$$



1.23 сурет

түрі



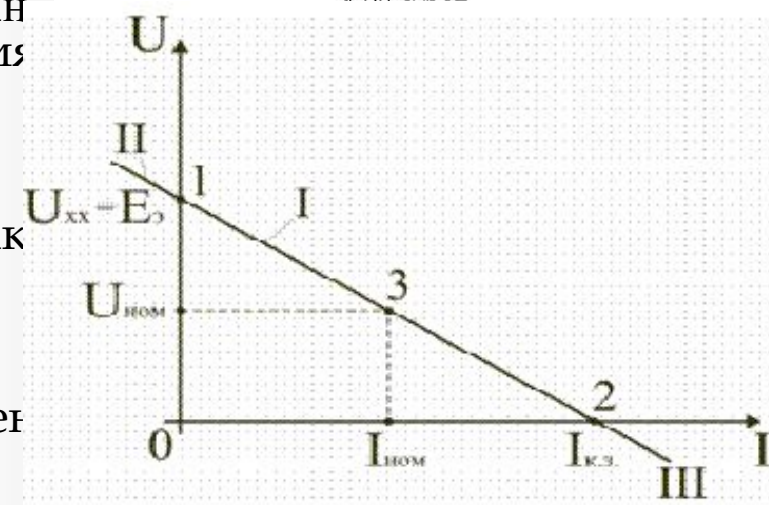
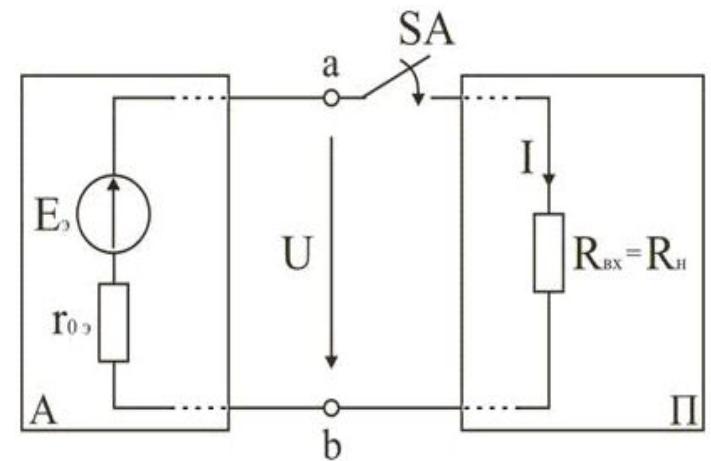
ҚЫСҚА ТҮЙЫҚТАЛУ ТӘРТІБІ



Бұл тәртіпте кілт SA электрлік тізбек схемасында (1.23 - сурет) тұйық, ал кедергі $R_H = 0$. Бұл жағдайда кернеу U ab қысқыштарында нөлге тең болады, өйткені $U = IR_H$, ал теңдеу ($U = E_э - Ir_{0э}$) вольт-амперлік сипаттамаға сәйкес былай жазылуы мүмкін:

$$I = I_{к.э} = \frac{E_э}{r_{0э}}$$

Токтың өзгеру шегі активті екі полюстің (эквиваленттік көз) ішкі тізбеке энергия береді (вольт-амперлік характеристиканың учаскесі 1.24 суретте). Ток $I < 0$ (учаскі 2) көз ішкі тізбектен энергия алып, яғни электрлік энергия қолданушы режимінде жұмыс істейді. Ол орындалады, егер ab қысқыштарына екіполюстікке қосылуы ішкі тізбек қоректену көзімен болса. Кернеу кезінде $U < 0$ (учаскі III) резисторлар активті екіполюстіктің энергия көздерін ішкі кедергіден және ең активті екіполюстіктен алады.



1.24 сурет

түрі



НАҚТЫЛЫ ТӘРТІП



Электр тізбектерінің нақтылы тәртібі техникалық параметрлерді қамтамасыз етеді жеке элементтердің және де барлық тізбектің, техникалық құжаттарда, анықтамалық әдебиетте немесе элементтің өзінде көрсетілген әртүрлі электрлік құрылғыларға нақты параметрлері көрсетіледі.

Бірақ, үш негізгі параметрлерде көп жағдайда көрсетіледі:

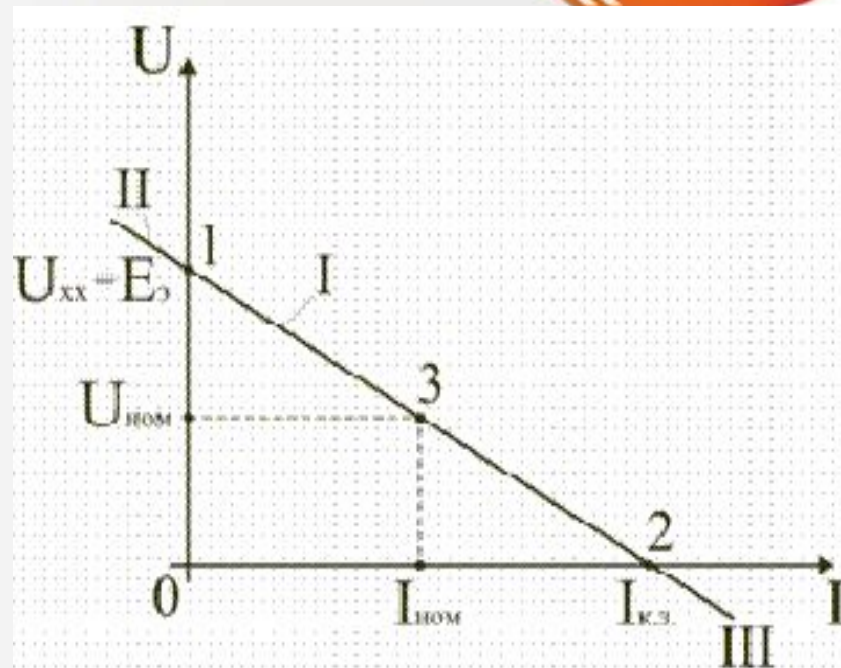
- нақты кернеу $U_{\text{НОК}}$,
- нақты қуат $P_{\text{НОМ}}$
- және нақты ток $I_{\text{НОК}}$.

Активті екі полюстің жұмысы жүктеме астындағы тәртіпте нақты теңдеумен анықталады ($U = E_{\text{э}} - I r_{\text{0э}}$).

$$U_{\text{нақ.}} = E_{\text{э}} - I_{\text{нақ.}} r_{\text{0э}}$$

Вольт-амперлік сипаттамада

(1.24 - сурет) бұл теңдеу 3- нүктемен анықталады, параметрлері N $U_{\text{қал.}}$ және $I_{\text{қал.}}$



1.24 сурет

түрі



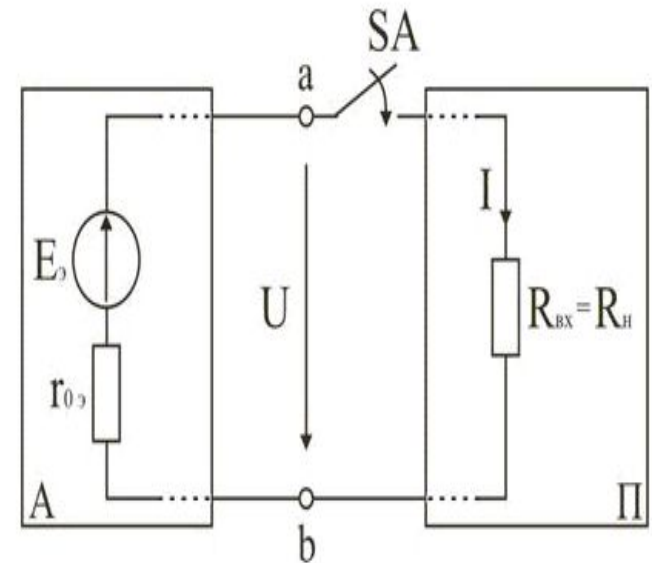
КЕЛІСІЛГЕН ТӘРТІП



Электр тізбектерінің келісілген тәртібі
максималды активті қуат қоректену көзінен
тұтынушыға беруді қамтамасыз етеді.
Электрлік тізбектің параметрлерін анықтайық
(1.23 - сурет) келісілген тәртіпті алуды
қамтамасыз етеді. Жүктемені қосу кезінде R_H к
активті екіполюстіктің келісілген тәртібі (1.23 -
сурет)

$$I = \frac{E_3}{r_{03} + R_H}$$

Сонымен пайдалы қуат бөлініп
шығады $P = I^2 R_H = \frac{E_3^2}{(r_{03} + R_H)^2} R_H$



1.23 сурет

Пайдалы қуат , жүктемеден бөлініп шығып, $(P = I^2 R_H = \frac{E_3^2}{(r_{03} + R_H)^2} R_H)$ тендеуімен
анықталады. Толық активті қуат, активті екіполюстіктен
бөлініп шығатын

$$\eta = \frac{P}{P_{\text{полн}}} = \frac{R_H}{r_{03} + R_H}$$

$$P_{\text{полн}} = E_3 I = \frac{E_3^2}{r_{03} + R_H}$$

Пайдалы әсер коэффициенті

Егер $R_H = r_{03}$, онда $\eta = 0,5$