



**Коммерциялық емес
акционерлік
қоғам**

**АЛМАТЫ
ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ
БАЙЛАНЫС
УНИВЕРСИТЕТІ**

Теориялық
электротехника
кафедрасы

ЭЛЕКТР ТІЗБЕКТЕРІНІҢ ТЕОРИЯСЫ

5B060200 – Информатика мамандығының студенттері үшін
№ 1, 2 есептеу-сызбалық жұмыстарды орындауға арналған әдістемелік
нұсқаулар мен тапсырмалар

Алматы 2017

ҚҰРАСТЫРУШЫЛАР: Жолдыбаева З.И., Зуслина Е.Х., Айдымбаева Ж.А. Электр тізбектерінің теориясы. 5B060200 – Информатика мамандығының студенттері үшін № 1, 2 есептеу- сызбалық жұмыстарды орындауға арналған әдістемелік нұсқаулықтар мен тапсырмалар. - Алматы: АЭЖБУ, 2017. – 20 б.

Әдістемелік нұсқауда «Электр тізбектерінің теориясы» пәні бойынша екі есептеу–сызбалық жұмыстары келесі тақырыптар бойынша құрастырылған: «Тұрақты токтың сызықты электр тізбектерін есептеу», «Бірфазалы синусоидалы токтың тармақталған сызықты электр тізбегін есептеу», сонымен қатар орындалуы бойынша талаптары мен безендірілуі, әдістемелік нұсқаулары берілген.

Есептеу–сызбалық жұмыс 5B060200– Информатика мамандығының студенттері үшін «ЭТТ» пәнінің жұмыстық бағдарламасына сәйкес келеді.

Без.- 25, кесте - 7, әдеб. көрсеткіші - 4.

Пікір беруші: доцент Тузелбаев Б.И.

«Алматы энергетика және байланыс университетінің» коммерциялық емес акционерлік қоғамының 2017 ж. баспа жоспары бойынша басылады.

©«Алматы энергетика және байланыс университетінің» КЕАҚ, 2017 ж.

Кіріспе

«Электртізбектерінің теориясы» пәні 5B060200– Информатика мамандығының студенттері үшін таңдау пәні болып табылады.

Есептік-сызба жұмысының мақсаты - тұрақты, бірфазалы синусоидалы және синусоидалы емес периодикалы токтардың электр тізбегіндегі қалыптасқан режимдердің есептеу әдістерін оқып үйрену. Берілген курс физика және жоғарғы математика пәндерімен негізделіп, тұрақты және бірфазалы синусоидалы токтың электр тізбегін әртүрлі әдістермен есептеуден тұрады.

Пәннің мақсаты – әртүрлі электротехникалық құрылғыларда болатын білімге негізделген сандық және сапалық жағынан кезеңдердерде, есеп шығаруда студенттерді сауатты және де табысты дайындау.

«Электртізбектерінің теориясы» пәні бойынша екі есептік-сызба жұмыстары орындалады: «Тұрақты токтың сызықты электр тізбектерін есептеу», «Бірфазалы синусоидалы токтың тармақталған сызықты электр тізбегін есептеу». Есептік-сызба жұмыстарын шығару мамандардың ғылыми ой-өрісін қалыптастыруына үлкен ықпал жасайды және студенттерге «Электртізбегінің теориясы» курсының ұғыну дәрежесін тексеруге көмектеседі, сонымен қатар нақты әрі қысқа жасау дағдысын қалыптастырады.

Есептік-сызба жұмыстарын орындау кезеңінде, студент тұрақты токтың сызықты электр тізбектерін және синусоидалы ток тізбектеріндегі есептеу әдістерін меңгеру керек.

Есептік- сызбалық жұмысы №1. Тұрақты токтың сызықты электр тізбектерін есептеу

№1 есептік- сызбалық жұмысының мақсаты: тұрақты токтың сызықты электр тізбектерін есептеуде Кирхгоф заңдары бойынша теңдеу құру, контурлық токтар, түйіндік потенциалдар әдістерімен есептеуін үйрену және қуаттар тепе-теңдігін тексеру.

№1 есептік- сызбалық жұмысының тапсырмасы.

Тұрақты токты электр тізбегіне (1.1-1.10 суреттер) тәуелсіз тұрақты ЭҚК мен J – тәуелсіз тұрақты ток көздері әсер етеді. Сұлбаның номері және оның көрсеткіштері кестеде берілген (2.1, 2.2, 2.3 кестелер).

Келесіні анықтау қажет:

1) Кіріспе жазу: тұрақты токтың сызықты электр тізбектерін есептеуде қолданатын әдістерді атап өту.

2) Кирхгоф заңдары бойынша теңдеу жүйесін құру.

3) Электр тізбегіндегі барлық тармақтағы токтарды контурлық токтар әдісімен есептеу.

4) Электр тізбегіндегі барлық тармақтағы токтарды түйіндік потенциалдар әдісімен есептеу.

5) КТӨ және ТПӨ бойынша есептеу нәтижелерін бір кестеге еңгізу;

6) Қуаттар тепе-теңдігін тексеру.

7) Қорытынды жазу. Қорытындыда электр тізбегіндегі тармақтағы токтарды әртүрлі әдістермен (КТӨ, ТПӨ) есептелінген нәтижесін салыстыру және қандай дәлдікпен қуаттар тепе-теңдігі орындалғанын көрсету.

Сұлбаның нөмірін 1.1 кестесі бойынша анықтайды, ал ЭҚК және J ток көзінің мәндері, тізбек көрсеткіштері 1.1, 1.2, 1.3 кестелерінде берілген.

1.1 кесте

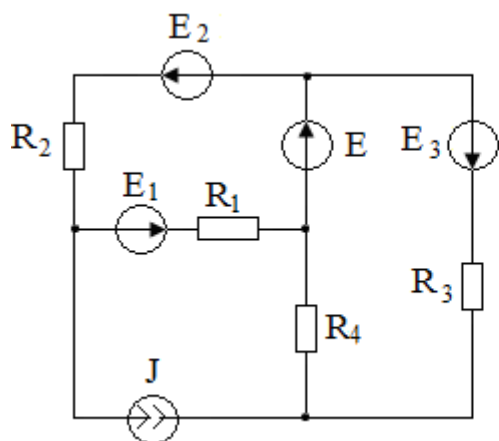
Түскен жылы	Студенттік билеттіңсоңғы саны									
Жұп	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Тақ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Сұлба №	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10
$E_1, В$	25	30	26	25	37	50	36	28	35	50
$E_2, В$	30	42	45	60	50	40	30	20	45	25
$E_3, В$	45	28	30	20	36	25	44	35	40	27
$R_1, Ом$	40	30	50	46	38	53	25	56	42	35

1.2 кесте

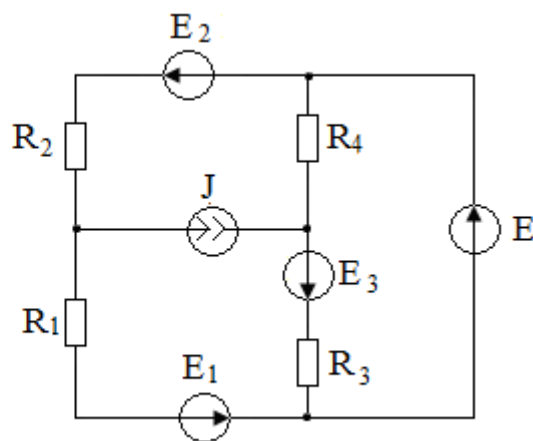
Түскен жылы	Студенттік билеттің соңғы санының алдыңғысы									
Жүп	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Тақ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$R_2, \text{ Ом}$	30	45	25	32	35	40	20	25	40	20
$R_3, \text{ Ом}$	50	36	45	55	30	28	35	46	20	30
$R_4, \text{ Ом}$	25	28	36	44	26	45	30	45	56	50

1.3 кесте

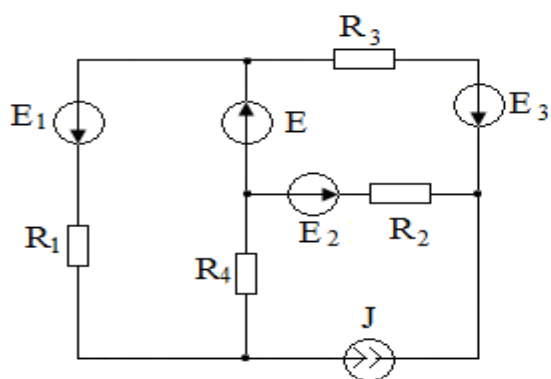
Түскен жылы	Тегінің бірінші әрпі									
Жүп	АБ В	ГД Е	ЖЗ И	КЛ Ы	МН	ОП Р	СТ У	ФЧ Ц	ХШ Щ	ЭЮЯ
Тақ	КЛ Ы	О ПР	СТ У	ФЧ Ц	АБВ	ГДЕ	ЖЗ И	МН	ЭЮЯ	ХШ Щ
$E, \text{ В}$	40	50	20	35	25	45	55	28	36	20
$J, \text{ А}$	2	4	3	5	4	6	3	2	7	8



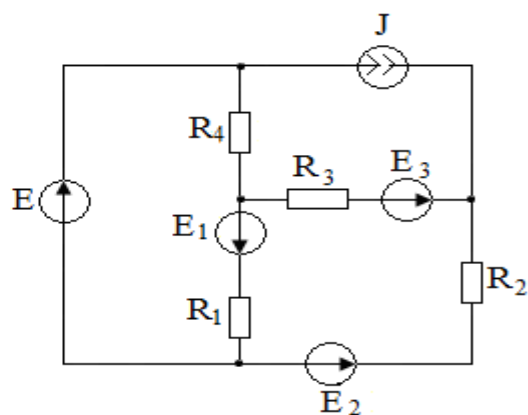
1.1 сурет



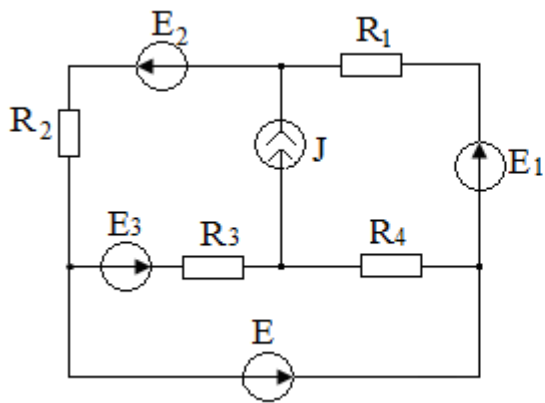
1.2 сурет



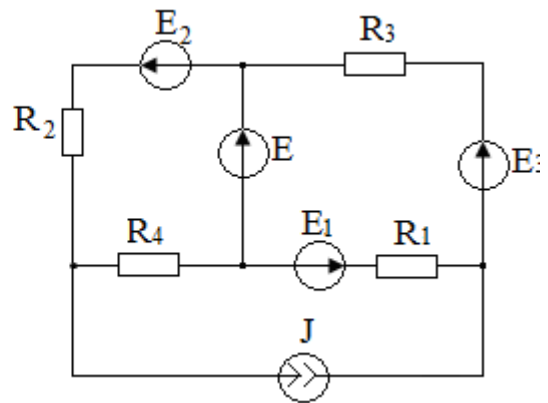
1.3 сурет



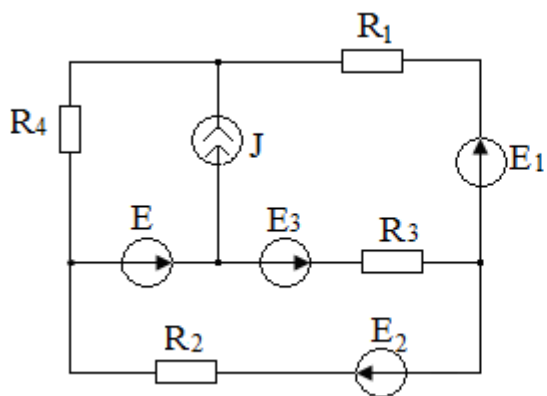
1.4 сурет



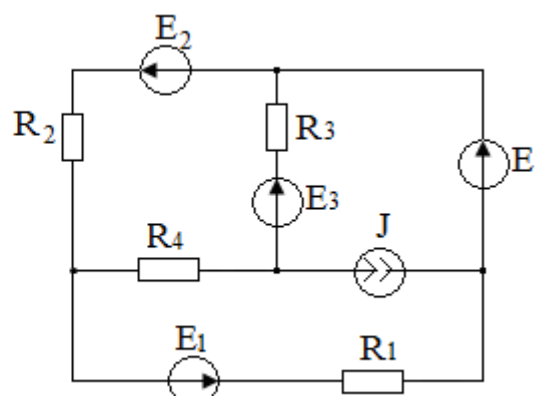
1.5 сурет



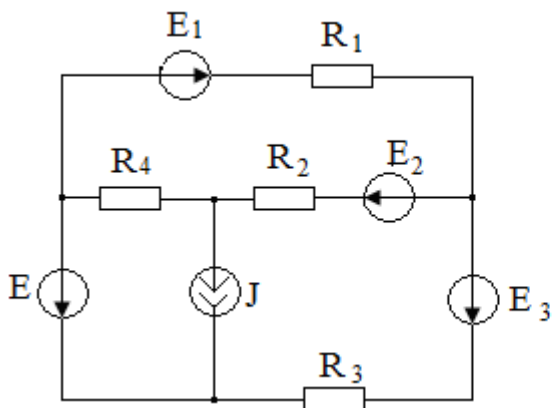
1.6 сурет



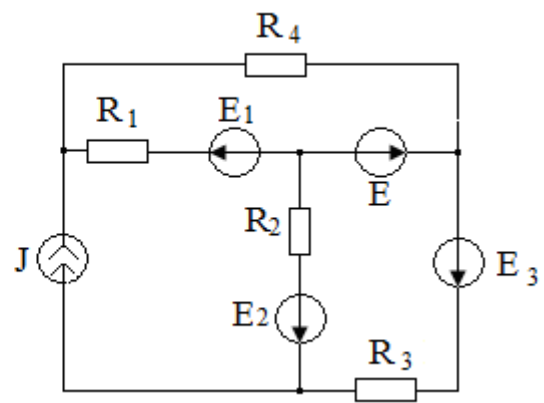
1.7 сурет



1.8 сурет



1.9 сурет



1.10 сурет

№ 1 есептеу–сызбалық жұмысты есептеудің әдістемелік нұсқаулары

Кирхгоф заңдары. Кирхгофтың бірінші заңы: электр тізбегіндегі түйіндеріндегі токтардың алгебралық қосындысы нөлге тең: $\sum_{k=1}^n I_k = 0$.

Кирхгофтың бірінші заңымен құрылған теңдеулер саны $N_{1КЗ}$, мынаған тең $N_{1КЗ} = N_{түй} - 1$, мұндағы $N_{түй}$ -түйін саны.

Кирхгофтың бірінші заңымен теңдеу құрылуының реті.

Тізбектің тармақтарында токтың оң бағытын қалауынша таңдап алады және Кирхгофтың бірінші заңы бойынша тізбек түйіндері үшін теңдеу жазылады, «+» таңбасымен түйінге қарай бағытталған токтар, ал «-» таңбасымен түйіннен шығатын токтар (немесе керісінше) жазылады.

1.1 сурет электр тізбегі үшін Кирхгофтың бірінші заңы бойынша құрылған теңдеулер келесідей:

$$\begin{aligned} -I_2 + I_4 - J &= 0; \\ I_3 - I_4 - I &= 0; \\ -I_1 + I + I_2 &= 0. \end{aligned} \tag{1.1}$$

Кирхгофтың екінші заңы: электр тізбегінің кез келген тұйық контурында осы контурға кіретін кедергілер мен токтардың көбейтіндісінің алгебралық қосындысы ЭҚК-нің алгебралық қосындысына тең:

$$\sum_{K=1}^n R_K I_K = \sum_{K=1}^n E_K .$$

Кирхгоф заңымен құрылатын теңдеулер саны:

$$N_{2КЗ} = N_{тар} - N_J - N_{1КЗ} ,$$

мұндағы $N_{тар}$ - тармақ саны;

N_J - ток көзінің саны.

Кирхгофтың екінші заңымен теңдеу құрылуының реті.

Ток көзінен тұрмайтын тәуелсіз контур таңдап алынады (егер әрбір контурдың бірден кем емес тармағы бар болса, контурлар тәуелсіз) контурды өту бағыты қалауынша таңдалынады.

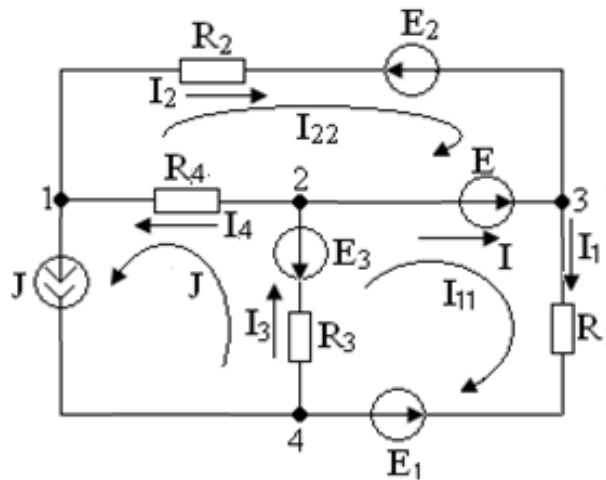
$R_K I_K$ кернеуі «+» таңбасымен жазылады, егер I_K тогының оң бағыты контурдың айналу бағытымен сәйкес болса. E_K ЭҚК бағыты контурдың айналу бағытымен сәйкес болса, онда «+» таңбасымен жазылады.

1.11 сурет электр тізбегі үшін Кирхгофтың екінші заңы бойынша теңдеу:

$$\begin{aligned} R_1 I_1 + R_3 I_3 &= E - E_1 - E_3; \\ R_2 I_2 + R_4 I_4 &= -E_2 - E. \end{aligned} \tag{1.2}$$

Контурлық токтар әдісі (КТӘ). Егер электр тізбегінде идеал ток көзі болса, онда контурлық токтар әдісі бойынша теңдеу құру кезінде контурлық токтарды әрбір ток бір ток көзі бойымен жүретіндей етіп таңдау керек (бұл контурлар сәйкесінше ток көзінің токтарына сәйкес келіп, есеп шартымен

беріледі). Қалған контурлық токтарды анықтау үшін Кирхгофтың екінші заңы бойынша контурлық токтар теңдеуін құрамыз.



1.11 сурет-Тұрақты токтың электр тізбегі

Тұрақты ток тізбегі үшін (1.11 сурет) контурлық токтар әдісімен теңдеулер жүйесін құрамыз.

$$\left. \begin{aligned} I_{11}(R_1+R_3)+JR_3 &= E-E_1-E_3 \\ I_{22}(R_2+R_4)+JR_4 &= -E_2-E \end{aligned} \right\} \quad (1.3)$$

Тармақтағы токтарды контурлық токтар арқылы анықтайды:

$$I_1 = I_{11}, \quad I_2 = I_{22}, \quad I_3 = I_{11} + J, \quad I_4 = I_{22} + J, \quad I = I_{11} - I_{22}.$$

Түйінді потенциалдар әдісі (ТПӘ). Түйінді потенциалдар әдісінің мәні электр тізбегінің түйіндерінің потенциалдарын анықтау. Токтар Ом заңы бойынша есептеледі. Түйінді потенциалдар әдісімен теңдеулер жүйесін құрған кезде бір түйіннің потенциалын нөлге теңестіріп алады. Қалған түйіндердің потенциалдарын анықтау үшін теңдеулер жүйесі құрылады. Егер электр сұлбасы идеалды ЭҚК E көзінен құралған болса, онда түйінді потенциалдар әдісімен теңдеулер жүйесін құрған кезде осы тармақпен байланысқан түйіннің потенциалын нөлге теңестіреміз. Сонда басқа түйіннің потенциалы ЭҚК E -ге тең болады. Қалған түйіндердің потенциалдарын анықтау үшін ТПӘ-мен теңдеулер жүйесін құрастырамыз. 1.11 сурет тізбегі үшін екінші түйіннің потенциалын нөлге теңестіреміз: $\varphi_2=0$, онда $\varphi_3=E$ тең болады.

1-ші және 2-ші түйіндер үшін түйіндік потенциалдар әдісінің теңдеуі келесідей:

$$\left. \begin{aligned} \varphi_1(g_2+g_4)-\varphi_3g_2 &= E_2g_2 - J \\ \varphi_4(g_1+g_3)-\varphi_3g_1 &= -E_1g_1 + E_3g_3 + J \end{aligned} \right\} \quad (1.4)$$

I_1, I_2, I_3, I_4 токтарын Ом заңы бойынша, ал I тогын Кирхгофтың бірінші заңы бойынша анықтайды.

Қуаттар-теңе теңдігі. Кез келген тұйық электр тізбегінде барлық энергия көздерінің қуаттарының қосындысы қабылдағыштарда шығындалатын қуат қосындысына тең:

$$\sum_{K=1}^n P_{\text{өнд}} = \sum_{K=1}^n P_{\text{пайд}}, \quad (1.5)$$

бұл жерде $\sum_{K=1}^n P_{\text{өнд}} = \sum_{K=1}^n (E_K I_K + U_K J_K)$ - ток көздерінің және ЭҚК көздерінің қуаттарының алгебралық қосындысы;

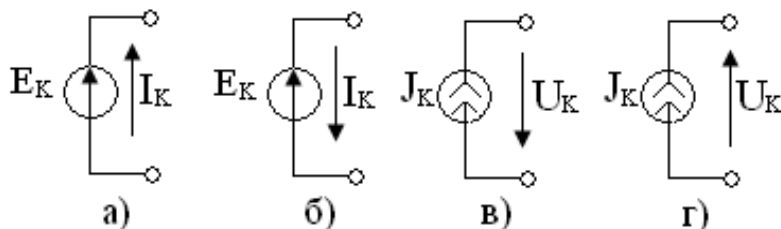
$E_K I_K$ - E_K ЭҚК көзінің қуаты, $E_K I_K > 0$, егер E_K ЭҚК және I_K токтың оң бағыттары бірдей болса (1.12, а-сурет), $E_K I_K < 0$, егер E_K ЭҚК және I_K токтың оң бағыттары қарама-қарсы болса (1.12, б-сурет);

$U_K J_K$ - ток көзінің қуаты; U_K - ток көзінің қысқыштарындағы кернеуі;

$U_K J_K > 0$, егер U_K және J_K -ның бағыттары 1.12, в -суреттегідей болса;

$U_K J_K < 0$ егер U_K және J_K -ның бағыттары 1.12, г -суреттегідей болса.

$\sum_{K=1}^n P_{\text{пайд}} = \sum_{K=1}^n I_K^2 R_K$ - қабылдағыштарда шығындалатын қуаттардың арифметикалық қосындысы.



1.12 сурет - ЭҚК көзі мен ток көзі

Есептеу–сызбалық жұмыс №2. Бірфазалы синусоидалы токтың тармақталған электр тізбегін есептеу

№2 есептік- сызбалық жұмысының мақсаты: бірфазалы синусоидалы токтың тармақталған сызықты электр тізбегіндегі есептеу әдістерін үйрену.

№2 есептік-сызбалық жұмысының тапсырмасы.

Электр тізбегіне әсер етеді: синусоидалы ток көзі $j = J\sqrt{2}\sin(\omega t + \psi_{i_K})$,
 синусоидалы ЭҚК көздері $e = E\sqrt{2}\sin(\omega t + \psi_E)$
 $e_1 = E_1\sqrt{2}\sin(\omega t + \psi_{E1})$, $e_2 = E_2\sqrt{2}\sin(\omega t + \psi_{E2})$, $e_3 = E_3\sqrt{2}\sin(\omega t + \psi_{E3})$.

Келесіні орындау қажет:

1) Кіріспе жазу. Кіріспеде жұмыстың мақсаты және бірфазалы синусоидалы токтың тармақталған электр тізбегін есептеу әдістері келтірілуі тиіс.

2) Кирхгоф заңы бойынша дифференциалды түрдегі теңдеу жазу.

3) Кирхгоф заңы бойынша лездік және кешенді түрдегі теңдеу жазу.

4) Контурлық токтар әдісімен (КТӘ) сұлбаның барлық тармақтарындағы кешенді токтарды есептеу.

5) Түйінді потенциалдар әдісімен (ТПӘ) сұлбаның барлық тармақтарындағы кешенді токтарды есептеу.

6) КТӘ және ТПӘ бойынша есептелінген нәтижелерді бір кестеге еңгізу.

7) Қуаттар тепе-теңдігін және активті мен реактивті қуаттардың балансықандай дәлдікпен орындалатынын тексеру.

8) Сұлбаның барлық тармағындағы токтардың лездік мәндерін жазу және бір $i(\omega t)$ тогының (2.3 кесте) сызбасын салу.

9) Қорытынды жазу. Қорытындыда электр тізбегіндегі тармақтағы токтарды әртүрлі әдістермен (КТӘ, ТПӘ) есептелінген нәтижесін салыстыру және қандай дәлдікпен қуаттар тепе-теңдігі орындалғанын көрсету.

Нұсқа 2.1 кестесінен анықталады, ЭҚК-нің әсерлік мәндері: E, E_1, E_2, E_3 және ток көзінің тогы J , бастапқы фазалар $\psi_E, \psi_{E1}, \psi_{E2}, \psi_{E3}, \psi_J$ және де басқа да көрсеткіштері 2.1, 2.2, 2.3 кестелерінде келтірілген.

2.1 кесте

Түскен жылы	Студенттік билеттің соңғы саны									
Жұп	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Тақ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Сұлба №	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	2.10
E_1, B	20	25	30	35	15	10	28	36	40	38
E_2, B	26	18	20	28	30	25	42	20	8	25
E, B	35	40	25	20	25	35	30	18	36	28
J, A	5	7	8	5	6	4	9	5	7	3
$\psi_{E1}, град$	30	70	50	45	60	40	0	-70	50	80
$\psi_{E2}, град$	-45	-25	-60	-30	-60	180	30	0	-20	-90

$\psi_E, \text{град}$	60	60	45	90	120	60	90	45	20	-50
$\psi_J, \text{град}$	-30	90	30	-60	-45	120	45	70	30	45

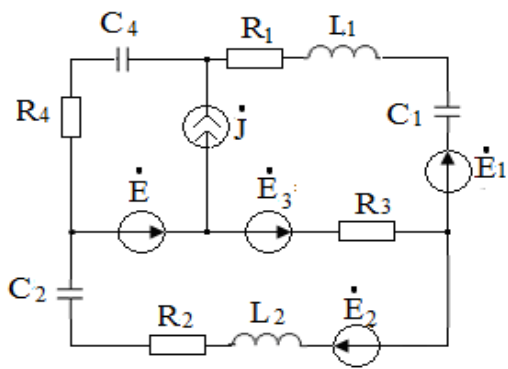
2.2 кесте

Түскен жылы	Студенттік билеттің соңғы санының алдыңғысы									
Жұп	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Тақ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
E_3, B	30	20	35	25	40	15	42	28	36	25
$\psi_{E3}, \text{град}$	0	-30	60	50	40	45	90	70	80	35
$R_1, \text{Ом}$	50	70	55	50	60	56	25	25	30	48
$R_2, \text{Ом}$	40	80	48	40	30	38	30	20	40	56
$R_3, \text{Ом}$	70	40	35	45	30	60	45	40	60	50
$R_4, \text{Ом}$	60	50	69	60	40	70	65	40	45	75
$X_{L1}, \text{Ом}$	25	60	20	70	60	80	40	20	70	75
$X_{C1}, \text{Ом}$	50	20	80	20	25	30	10	60	20	50
$X_{L2}, \text{Ом}$	80	50	25	50	40	55	30	30	50	90
$X_{C2}, \text{Ом}$	40	85	65	25	15	80	50	70	20	45

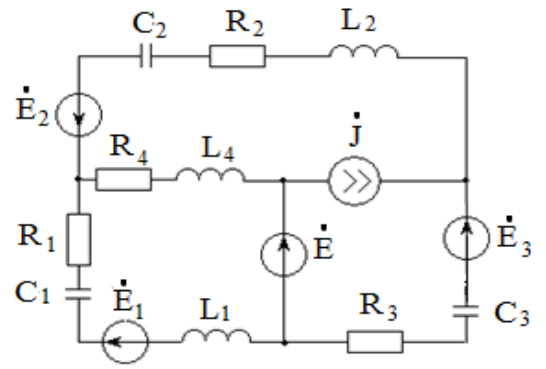
2.3 кесте

Түскен жылы	Тегінің бірінші әрпі									
Жұп	АБ В	ГДЕ	ЖЗИ	КЛ Ы	МН	ОПР	СТ У	ФХ Ц	ЧШ Щ	ЭЮ Я
Тақ	КЛ Ы	ОПР	СТУ	ФХ Ц	АБ В	ГДЕ	ЖЗ И	МН	ЭЮ Я	ЧШ Щ
$X_{L3}, \text{Ом}$	40	70	75	30	80	60	75	38	25	35

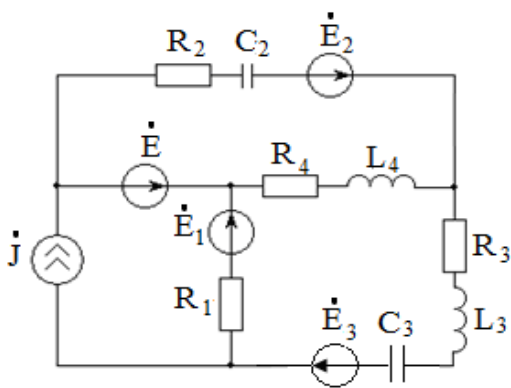
$X_{C3}, \text{Ом}$	80	30	45	76	35	25	40	60	75	80
$X_{L4}, \text{Ом}$	65	75	55	65	40	35	80	20	45	30
$X_{C4}, \text{Ом}$	20	40	80	25	90	75	50	70	20	65
Токтың сызбасы	i_2	i_1	i_3	i_4	i_2	i_1	i_4	i_2	i_1	i_3



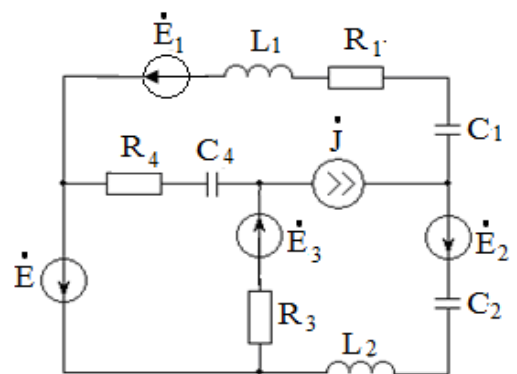
2.1 сурет



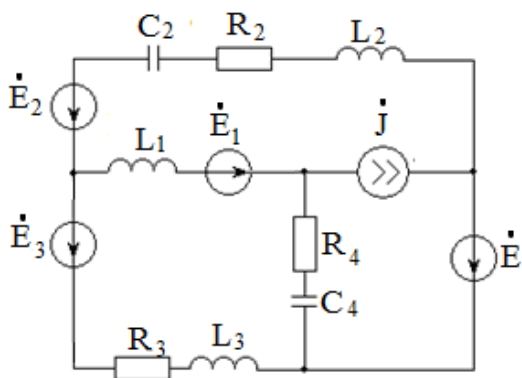
2.2 сурет



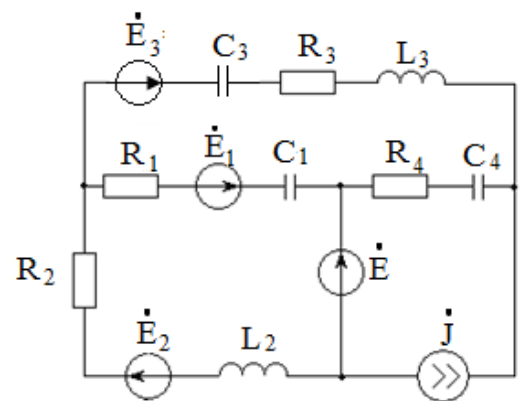
2.3 сурет



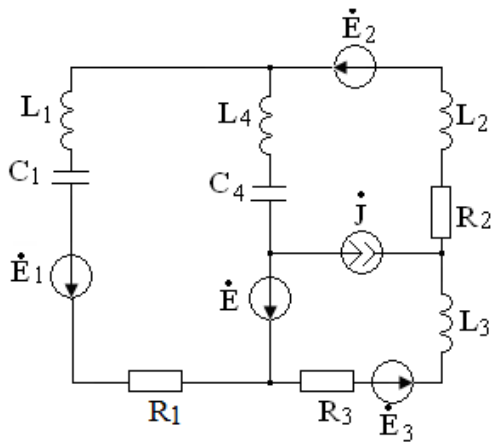
2.4 сурет



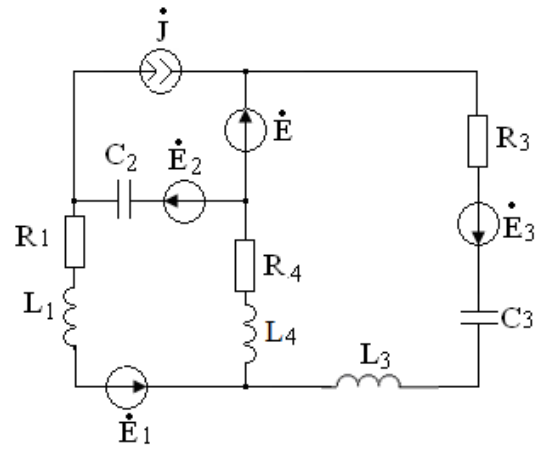
2.5 сурет



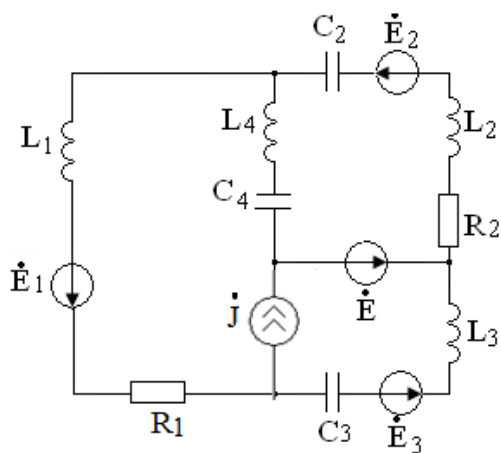
2.6 сурет



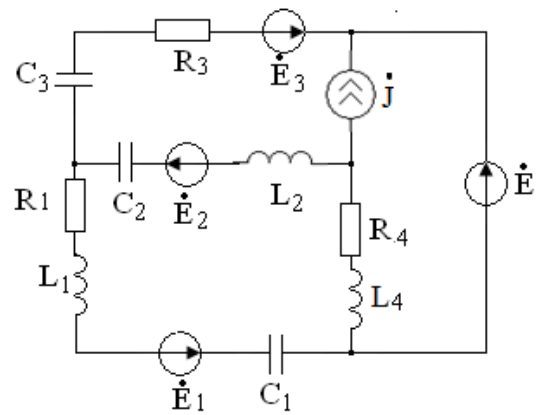
2.7 сурет



2.8 сурет



2.9 сурет



2.10 сурет

№ 2 есептеу–сызбалық жұмысты есептеудің әдістемелік нұсқаулары

Дифференциалды түрдегі Кирхгофтың бірінші және екінші заңдары:

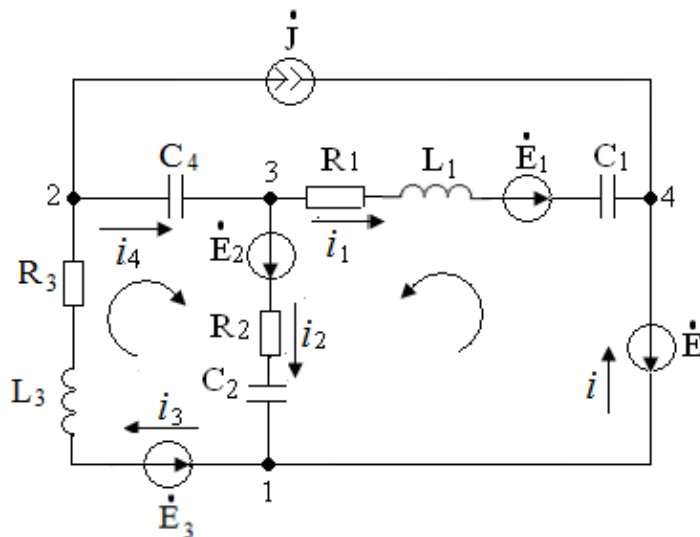
$$\sum_{k=1}^n i_k = 0, \quad \sum_{k=1}^n (R_k i_k + L_k \frac{di_k}{dt} + \frac{1}{C_k} \int i_k dt) = \sum_{k=1}^n e_k. \quad (2.1)$$

Дифференциалды түрдегі Кирхгофтың бірінші және екінші заңдары бойынша теңдеу құру реті.

Тізбек тармақтарындағы лездік токтардың оң бағыттарын өз еркінше алып, Кирхгофтың бірінші заңы бойынша теңдеу құрады. Қарастырылып жатқан түйінге қарай оң бағытталған токтар «+» таңбасымен жазылады, ал «-» таңбасымен түйіннен шығатын токтар (немесе керісінше) жазылады.

Ток көзінен тұрмайтын тәуелсіз контурлар таңдап, осы контурлардың айналу бағытын өз еркінше алады. Осы контурлар үшін Кирхгофтың екінші заңы бойынша теңдеу құрады. Егер i_k тогының бағыты контурдың айналу

бағытымен сәйкес болса, лездік кернеу $R_k i_k$, $L_k \frac{di_k}{dt}$, $\frac{1}{C_k} \int i_k dt$ «+» таңбасымен жазылады. Егер e_k -ның бағыты контурдың айналу бағытымен сәйкес болса, онда лездік ЭҚК e_k «+» таңбасымен жазылады.



2.11 сурет-Синусоидалы токтың электр тізбегінің сұлбасы

2.11 сурет тізбегі үшін дифференциалды түрдегі Кирхгофтың бірінші заңы:

$$i_2 - i_3 - i = 0; \quad i_3 - i_4 - j = 0; \quad -i_1 - i_2 + i_4 = 0. \quad (2.2)$$

2.11 сурет тізбегі үшін дифференциалды түрдегі Кирхгофтың екінші заңы:

$$\begin{aligned} -R_1 i_1 - L_1 \frac{di_1}{dt} - \frac{1}{C_1} \int i_1 dt + R_2 i_2 + \frac{1}{C_2} \int i_2 dt &= -e_1 + e_2 - e; \\ R_2 i_2 + \frac{1}{C_2} \int i_2 dt + R_3 i_3 + L_3 \frac{di_3}{dt} + \frac{1}{C_4} \int i_4 dt &= e_2 - e_3. \end{aligned} \quad (2.3)$$

Синусоидалы токтың электр тізбегін есептеу синусоидалы ЭҚК, кернеу және токтардың кешенді мәнінің бейнесіне негізделеді (2.4 кесте):

2.1 кесте

Синусоидалы функциясы	уақыт	Кешенді амплитудасы	Кешенді әсерлік мәні

$e = E_m \sin(\omega t + \phi)$	$\dot{E}_m = E_m e^{j\phi}$	$\dot{E} = E e^{j\phi}$
$u = U_m \sin(\omega t + \phi)$	$\dot{U}_m = U_m e^{j\phi}$	$\dot{U} = U e^{j\phi}$
$i = I_m \sin(\omega t + \phi)$	$\dot{I}_m = I_m e^{j\phi}$	$\dot{I} = I e^{j\phi}$

Синусоидалы ЭҚК, кернеу және токтардың кешенді мәнімен көрсетілуі тұрақты ток тізбегін есептеу әдісін синусоидалы ток тізбегін есептеуге қолдануға мүмкіндік береді. Синусоидалы ток тізбегі үшін кешендітүрдегі Кирхгоф заңдары теңдеулер жүйесі, тұрақты ток тізбегі үшін кешендітүрдегі Кирхгоф заңдарының теңдеулер жүйесімен үйлеседі. Тек қана ЭҚК, кернеу, ток және кедергі кешенді шама түрдегі теңдеулер жүйесіне кіреді.

Кешенді түрдегі Кирхгофтың бірінші және екінші заңдары:

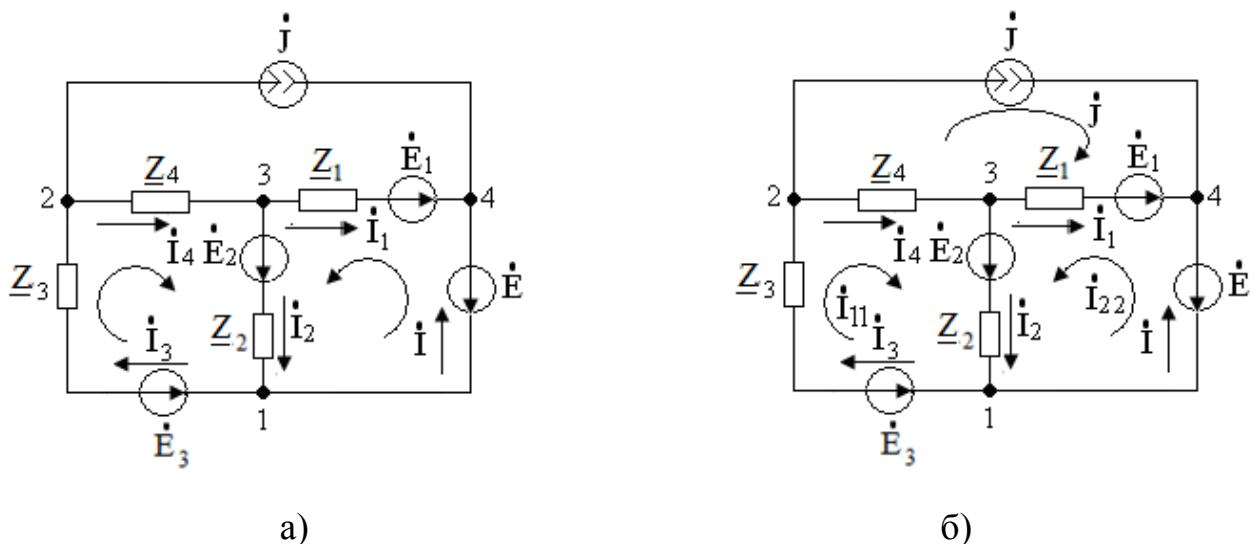
$$\sum_{k=1}^n \dot{I}_k = 0, \quad \sum_{k=1}^n \underline{Z}_k \dot{I}_k = \sum_{k=1}^n \dot{E}_k, \quad (2.4)$$

мұндағы $\underline{Z}_k = R_k + j(x_{Lk} - x_{Ck})$ - кешенді түрдегі k- тармағындағы толық кедергі.

2.11 сурет тізбегі үшін тармақтағы кешенді кедергілер:

$$\underline{Z}_1 = R_1 + j(x_{L1} - x_{C1}), \quad \underline{Z}_2 = R_2 - jx_{C2}, \quad \underline{Z}_3 = R_3 + jx_{L3}, \quad \underline{Z}_4 = -jx_{C4}.$$

2.12 суретінде кешенді шамалар үшін синусоидалы токтың электр тізбегінің эквивалентті сұлбалары келтірілген (2.11 сурет).



2.11 сурет- Кешенді шамалар үшін синусоидалы токтың электр тізбегінің эквивалентті сұлбалары

2.12, а сурет тізбегі үшін кешенді түрдегі Кирхгофтың бірінші және екінші заңдары бойынша теңдеулері:

$$\begin{aligned}
 \dot{I}_2 - \dot{I}_3 - \dot{I} &= 0; \\
 \dot{I}_3 - \dot{I}_4 - \dot{J} &= 0; \\
 -\dot{I}_1 - \dot{I}_2 + \dot{I}_4 &= 0; \\
 \underline{Z}_2 \dot{I}_2 + \underline{Z}_3 \dot{I}_3 + \underline{Z}_4 \dot{I}_4 &= \dot{E}_2 - \dot{E}_3; \\
 -\underline{Z}_1 \dot{I}_1 + \underline{Z}_2 \dot{I}_2 &= -\dot{E}_1 + \dot{E}_2 - \dot{E}.
 \end{aligned} \tag{2.5}$$

Контурлық токтар әдісі бойынша есептеу:

2.12, б сурет электр тізбегі үшін контурлық токтар әдісі бойынша теңдеу құрамыз:

$$\left. \begin{aligned}
 \dot{I}_{11}(\underline{Z}_2 + \underline{Z}_3 + \underline{Z}_4) + \dot{I}_{22}\underline{Z}_2 - \dot{J}\underline{Z}_4 &= \dot{E}_2 - \dot{E}_3 \\
 \dot{I}_{11}\underline{Z}_2 + \dot{I}_{22}(\underline{Z}_1 + \underline{Z}_2) + \dot{J}\underline{Z}_1 &= -\dot{E}_1 + \dot{E}_2 - \dot{E}
 \end{aligned} \right\} \tag{2.6}$$

Тармақтағы токтар контурлық токтар арқылы анықталады:

$$\dot{I}_1 = -\dot{I}_{22} - \dot{J}; \quad \dot{I}_2 = \dot{I}_{11} + \dot{I}_{22}; \quad \dot{I}_3 = \dot{I}_{11}; \quad \dot{I}_4 = \dot{I}_{11} - \dot{J}; \quad \dot{I} = \dot{I}_{22}.$$

Түйіндік потенциалдар әдісі бойынша есептеу: $\dot{\phi}_4 = 0$ деп алсақ, онда $\dot{\phi}_1 = \dot{E}$ тең болады. $\dot{\phi}_2$, $\dot{\phi}_3$ потенциалдарын анықтау үшін төмендегідей теңдеу құрамыз:

$$\left. \begin{aligned}
 \dot{\phi}_2(\underline{Y}_3 + \underline{Y}_4) - \dot{\phi}_3\underline{Y}_4 - \dot{\phi}_1\underline{Y}_3 &= -\dot{E}_3\underline{Y}_3 - \dot{J} \\
 -\dot{\phi}_2\underline{Y}_4 + \dot{\phi}_3(\underline{Y}_1 + \underline{Y}_2 + \underline{Y}_4) - \dot{\phi}_1\underline{Y}_2 &= -\dot{E}_1\underline{Y}_1 - \dot{E}_2\underline{Y}_2
 \end{aligned} \right\} \tag{2.7}$$

мұндағы $\underline{Y}_k = 1/\underline{Z}_k$ - k- тармағындағы кешенді өткізгіштік.

Тармақтағы $\dot{I}_1, \dot{I}_2, \dot{I}_3, \dot{I}_4$ токтарын Ом заңы бойынша, ал \dot{I} - тогын Кирхгофтың бірінші заңы бойынша анықтайды.

Кешенді қуаттардың тепе-теңдігі.

Кешенді қуаттардың тепе-теңдігінің теңдеуі келесідей:

$$\sum_{K=1}^n \tilde{S}_{ИСТ_K} = \sum_{K=1}^n \tilde{S}_{ПР_K}, \tag{2.8}$$

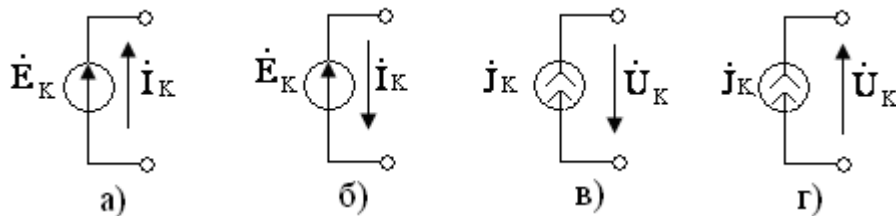
мұндағы $\sum_{K=1}^n \tilde{S}_{ИСТ_K} = \sum_{K=1}^n (\dot{E}_K^* \dot{I}_K + \dot{U}_K^* \dot{J}_K)$ - корек көзінің кешенді қуаттарының алгебралық қосындысы;

$\dot{E}_K^* I_K$ - ЭҚК-нің кешенді қуаты, $\dot{E}_K^* I_K > 0$, егер ЭҚК \dot{E}_K -нің және \dot{I}_K бағыты бірдей болса (2.13,а сурет), басқа жағдайда керісінше, $\dot{E}_K^* I_K < 0$ (2.3, б сурет);

$\dot{U}_K^* J_K$ - ток көзінің кешендік қуаты, мұндағы \dot{U}_K - ток көзінің қысқыштардағы кернеу;

$\dot{U}_K^* J_K > 0$, егер \dot{U}_K -нің және \dot{J}_K бағыты 2.13,в суретінде көрсетілгендей берілсе; басқа жағдайда керісінше, $\dot{U}_K^* J_K < 0$ және \dot{J}_K бағыттары 2.13,г - суреттегідей берілсе теңдіктер орындалады.

$\sum_{K=1}^n \tilde{S}_{PP_K} = \sum_{K=1}^n I_K^2 Z_K$ - қабылдағыштармен қабылданатын кешенді қуаттардың қосындысы.



2.13 сурет-ЭҚК көзі мен ток көзі

3 Есептеу-сызбалық жұмысты орындау және безендіру шарттары

1. Есептеу-сызбалық жұмыс келесіден тұрады:

- а) титулдық бет;
- б) мазмұны;
- в) кіріспе;
- г) тапсырма;
- д) негізгі бөлім;
- е) қорытынды;
- ж) әдебиеттер тізімі;
- к) қосымша.

2. Тапсырманың мәтіні өз нұсқасына сәйкес барлық суреттерімен және сандық мәндерімен толық жазылуы тиіс.

3. Есептеу-сызбалық жұмысының әрбір тарауының атауы болуы тиіс.

4. Есептеу-сызбалық жұмыс қолжазба түрінде немесе компьютерлік баспаны қолдану арқылы (Microsoft Word бағдарламасында, 14 шрифтпен, интервалы 1,0 – 1,5). Мәтін А4 форматты ақ қағазының біржағында (бетінде) жазылады. Қағаздың барлық төрт жағынан орын қалу керек: сол жағынан – 25 мм, оң жағынан - 18 мм, жоғарғы жағы-20 мм, төменгі жағынан – 25 мм.

5. Есептеу–сызбалық жұмыстың барлық парақтары нөмірленген болуы тиіс (титулдық бет пен қосымшаны қоса).

6. Есептеулер түсініктемелерімен жазылуы тиіс. Тек есептеу кейіптемелері мен қорытынды нәтижелерінің келтірілуі жеткіліксіз. Есептеу – сызбалық жұмысында есептеулер мен түсініктемелері қысқартылған жағдайда қорғауға жіберілмейді.

7. Суреттер, сызбалар, кестелер нөмірленген болуы тиіс.

8. Сызбаларда өлшенетін шамалардың атаулары мен өлшем бірліктерін көрсетуі тиіс. Диаграмманы және графигі (сызба) қолдану ыңғайлы болу үшін масштаб таңдалынуы қажет.

9. Белгілі бір өлшемі бар шамаларды қорытынды мәнімен және өлшем бірлігімен жазу керек. Электрлік шамалардың барлық белгілері МЕМСТ – қа сәйкес болуы тиіс.

10. Кіріспеде жұмыстың мақсаты, талдау әдісі және электр тізбегінің есептеу режимі келтірілуі тиіс.

11. Есептеу–сызбалық жұмыс тексерілуге оқу процесінің графигіне сәйкес уақытында тапсырылуы тиіс. Тапсырылмаған жағдайда қорытынды балы төмендетіледі.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Основы теорий цепей. Бакалов В.П. – М.: Горячая линия-Телеком, 2013.- 592с.
- 2 Демирчян К.С., Нейман Л.Р., Коровкин Н.В., Чечурин В.Л. Теоретические основы электротехники. - т.1. – Санкт-Петербург: Питер, 2004. - 463 с.
- 3 Жолдыбаева З.И., Зуслина Е.Х., Оңғар Б.Электр тізбектерінің теориясындаMathCadты қолдану. – Алматы, 2013. – 87 б.
- 4 Жолдыбаева З.И., Зуслина Е.Х., Оңғар Б., Коровченко Т. И. Электр тізбектерінің теориясы 1. Дәріс жинағы (оқу түрінің 050703-Ақпараттандыру жүйелері, 050704 - Есептеу техникасы және бағдарламаны қамтамасыз ету, 050719 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандықтары үшін). – Алматы: АЭЖБИ, 2008.- 52 б.
- 5 Жолдыбаева З.И., Зуслина Е.Х., Оңғар Б. Көрсеткіштері нақталы және таратылған сызықты электр тізбектерінің орнатылған және өтпелі режимдерін есептеу мысалдары. – Оқу құралы. – Алматы: АЭЖБУ 2011. – 82 б.

Мазмұны

Кіріспе	3
1 Есептік-сызбалық жұмысы №1. Тұрақты токтың сызықты электр тізбектерін есептеу.....	4
2 № 1 есептеу– сызбалық жұмысты есептеудің әдістемелік нұсқаулары.....	6
3 Есептік- сызбалық жұмысы №2. Бірфазалы синусоидалы токтың тармақталған сызықты электр тізбегін есептеу.....	9
4 № 1 есептеу–сызба жұмысты есептеудің әдістемелік нұсқаулары.....	13
5 Есептеу-сызба жұмысты орындау және безендіру шарттары.....	17
Әдебиеттер тізімі	19

Зухра Исламовна Жолдыбаева
Екатерина Хаскелевна Зуслина
Жанар Абдешевна Айдымбаева

ЭЛЕКТР ТІЗБЕКТЕРІНІҢ ТЕОРИЯСЫ

5B060200 – Информатика мамандығының студенттері үшін
№ 1, 2 есептеу-сызбалық жұмыстарды орындауға арналған әдістемелік
нұсқаулар мен тапсырмалар

Редактор Ж. Изтелеуова
Стандарттық бойынша маман Н.Қ. Молдабекова

Басылуға қол қойылды « ___ » _____
Таралымы-25 дана.
Көлемі 1,25 оқу.бас.ә.

Пішім 60x84 1/16
№1 баспаханалық қағаз
Тапсырыс __.Бағасы 625 теңге.

«Алматы энергетика және байланыс университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамының
көшірмелі-көбейткіш бюросы
050013, Алматы, Байтұрсынұлы көшесі, 126.

АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ
Теориялық электротехника кафедрасы

БЕКІТЕМІН
Оқу-әдістеме ісі жөніндегі
проректор
С.В. Коньшин
“ ” 2017ж.

ЭЛЕКТР ТІЗБЕГІНІҢ ТЕОРИЯСЫ
5B060200 – Информатика мамандығының студенттері үшін
№ 1, 2 есептік-сызба жұмыстарды орындау бойынша әдістемелік
нұсқаулықтар

КЕЛІСІЛДІ
УМО бастығы
Р.Р. Мухамеджанова
“ ” 2017ж.

ТЭ кафедрасында
қаралды және бекітілді
Хаттама №4 “5” желтоқсан 2016ж.
ЭТН кафедрасының меңгерушісі
З.И. Жолдыбаева

Стандарттау бойынша бас маман
“ ” 2017ж.
“ ” 2017ж.

АЖ кафедра меңгерушісі
Ш.И. Иманғалиев

Редактор
“ ” 2017ж.

Құрастырушылар:
З.И. Жолдыбаева

УМК бойынша МО және Э төраға Е.Х Зуслина
Б.К. Курпенов Ж.А. Айдымбаева
“ ” 2017ж.

Алматы 2017