



**Коммерциялық емес
акционерлік
қоғам**

**АЛМАТЫ
ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ
БАЙЛАНЫС
УНИВЕРСИТЕТІ**

Электротехниканың
теориялық негіздері
кафедрасы

**ЭЛЕКТР ТІЗБЕКТЕРІНІҢ ТЕОРИЯСЫ.
СЫЗЫҚТЫ ЖӘНЕ СЫЗЫҚСЫЗ ТІЗБЕКТЕРІН ЕСЕПТЕУ
ӘДІСТЕРІ**

5В070400 – Есептеу техникасы және бағдарламалық қамтамасыз ету мамандығының студенттері үшін № 1–3 есептік-сызба жұмыстарды орындау бойынша әдістемелік нұсқаулықтар

Алматы 2014

ҚҰРАСТЫРУШЫЛАР: Зуслина Е.Х., Айдымбаева Ж.А. Электр тізбектерінің теориясы. Сызықты және сызықсыз тізбектерін есептеу әдістері: 5B070400 – Есептеуіш техника және бағдарламалық қамтамасыз ету мамандығының студенттері үшін № 1–3 есептік-сызба жұмыстарды орындау бойынша әдістемелік нұсқаулықтар.
- Алматы: АЭЖБУ, 2014. – 23 бет.

Әдістемелік нұсқауда «Электр тізбектерінің теориясы. Сызықты және сызықсыз тізбектерін есептеу әдістері» пәні бойынша № 1– 3 есептеу–сызбалық жұмыстары келесі тақырыптар бойынша құрастырылған: «Тұрақты токтың тәуелді көздері бар сызықты электр тізбектерін есептеу», «Бірфазалы синусоидалы токтың тармақталған сызықты электр тізбегін есептеу», «Пассивті төртұштыларды есептеу», сонымен қатар орындалуы бойынша талаптары мен безендірілуі, әдістемелік нұсқаулары берілген. Есептеу–сызбалық жұмыс 5B070400 мамандықтарының студенттері үшін «ЭТТ. Сызықты және сызықсыз тізбектерін есептеу әдістері» пәнінің типтік бағдарламасына сәйкес келеді.

Без.- 31, кесте - 10, әдеб. көрсеткіші - 9.

Пікір беруші: физ.-мат.ғылм.канд., доцент Аманбаев А.А.

«Алматы энергетика және байланыс университетінің» коммерциялық емес акционерлік қоғамының 2014 ж. баспа жоспары бойынша басылады.

©«Алматы энергетика және байланыс университетінің» КЕАҚ, 2014 ж.

Кіріспе

«Электр тізбектерінің теориясы. Сызықты және сызықсыз тізбектерін есептеу әдістері» пәні 5B070400 – Есептеу техникасы және бағдарламалық қамтамасыз ету мамандығының студенттері үшін таңдау пәні болып табылады.

Есептік-сызба жұмысының мақсаты болып, тұрақты токтың тәуелді көздері бар тізбектеріндегі қалыптасқан режимдердің есептеу әдістерін, бірфазалы синусоидалы токты тізбектегі есептеу әдістері және пассивті төртұштықтының есептеу әдістерін оқып үйрену.

Есептік-сызба жұмысының міндеті – әртүрлі электротехникалық құрылғылада болатын білімге негізделе сандық және сапалық жағынан кезеңдерде, есеп шығаруда студенттерді сауатты және де табысты дайындау.

Есептік-сызба жұмыстарын шығару мамандардың ғылыми ой-өрісін қалыптастыруына үлкен ықпал жасайды және студенттерге «Электр тізбектерінің теориясы. Сызықты және сызықсыз тізбектерін есептеу әдістері» курсының ұғыну дәрежесін тексеруге көмектеседі, сонымен қатар нақты әрі қысқа жасау дағдысын қалыптастырады.

Есептік-сызба жұмыстарын орындау кезеңінде, студент тұрақты токтың тәуелді көздері бар сызықты электр тізбектерін және синусоидалы ток тізбектеріндегі есептеу әдістерін меңгеру керек: контурлық токтар әдісі, түйіндік потенциалдар әдісі, эквивалентті генератор әдісі және пассивті төртұштыны есептеу әдістері.

Есептік-сызба жұмысы №1. Тұрақты токтың тәуелді көздері бар сызықты электр тізбектерін есептеу

Есептік-сызба жұмысының №1 мақсаты: тұрақты токтың тәуелді көздері бар сызықты электр тізбектерін есептеуде контурлық токтар, түйіндік потенциалдар әдістерімен есептеуін үйрену және қуаттар тепе-теңдігін тексеру.

№1 Есептік-сызба жұмысының тапсырмасы.

Тұрақты токты электр тізбегі (1.1-1.10 суреттерді қара) токпен басқарылатын тәуелді қорек көзінен $E_4=rI_1$, E_1 , E_2 , E_3 , E_5 тәуелсіз ЭҚК мен J – тәуелсіз ток көздерінен құрылған. Сұлбаның номері және оның көрсеткіштері кестеде берілген (1.1, 1.2, 1.3 кестелерін қараңыз).

Келесіні анықтау қажет:

1) Кіріспе жазу. Кіріспеде жұмыстың мақсаты және тұрақты токтың тәуелді көздері бар сызықты электр тізбектерін есептеудегі әдістер болу керек.

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) Қуаттар тепе-теңдігін тексеру.

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

Есептік-сызба жұмысының нұсқасын 1.1-1.3 кестелері бойынша, студенттік кітапшаның номері және аты-жөнінің бірінші әрпі бойынша таңдайды.

1.1 кесте

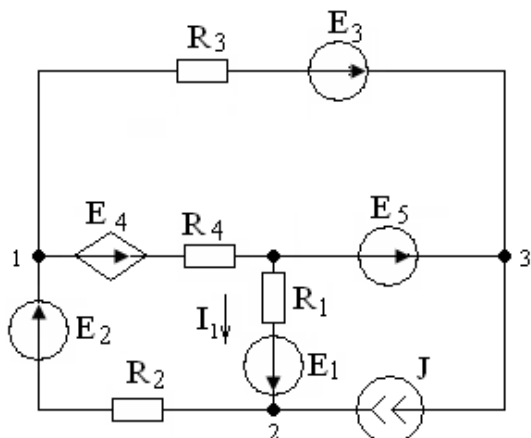
Оқуға түскен жылы	Студенттік билеттің соңғы саны									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Жүп	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Тақ	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Сұлба №	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	2.10
$E_1, В$	100	90	80	100	95	90	75	85	120	70
$E_2, В$	80	90	100	95	70	110	80	75	85	95
$E_3, В$	120	90	95	80	70	100	80	110	70	86
$R_3, Ом$	80	75	65	115	120	100	80	95	75	86
$R_4, Ом$	80	60	90	85	96	84	76	80	85	65

1.2 кесте

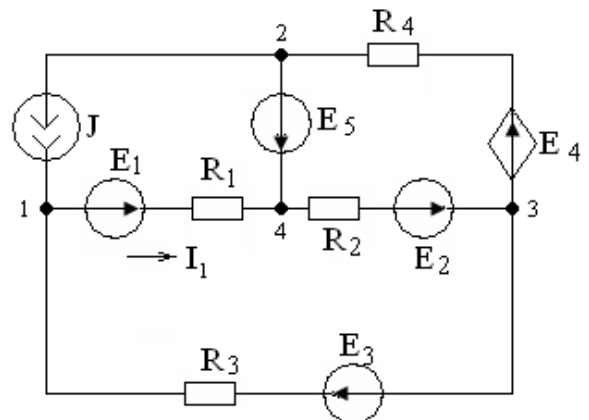
Оқуға түскен жылы	Студенттік билеттің соңғы санының алдыңғысы									
Жұп	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Тақ	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1
$R_1, \text{ Ом}$	80	65	80	85	90	65	58	110	120	110
$R_2, \text{ Ом}$	70	80	100	70	110	105	115	120	95	90
$r, \text{ Ом}$	5	6	7	8	4	6	9	5	3	8

1.3 кесте

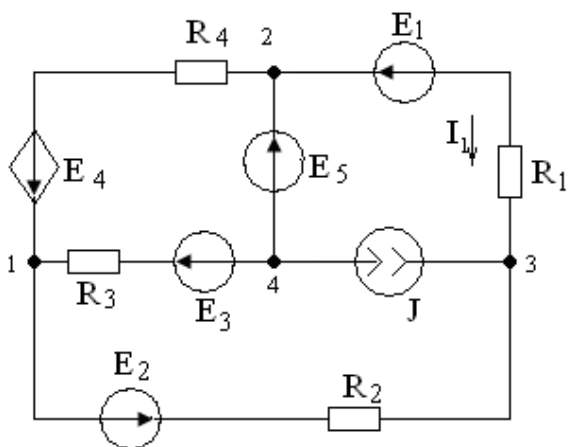
Оқуға түскен жылы	Тегінің бірінші әрпі									
Жұп	БЛ Ц	КХ	ВМЧ	ГНШ	ДО Я	ЕПР	ЖС З	ТЭ И	УЮ Ф	АЩ
Тақ	КХ	ВМ Ч	ГНШ	БЛЦ	ЕПР	ДО Я	ТЭ И	ЖС З	АЩ	УЮ Ф
$E_5, \text{ В}$	120	95	90	65	80	85	95	80	70	100
$J, \text{ А}$	0, 5	0, 4	0, 3	0, 6	0, 3	0, 5	0, 4	0, 5	0, 35	0, 45



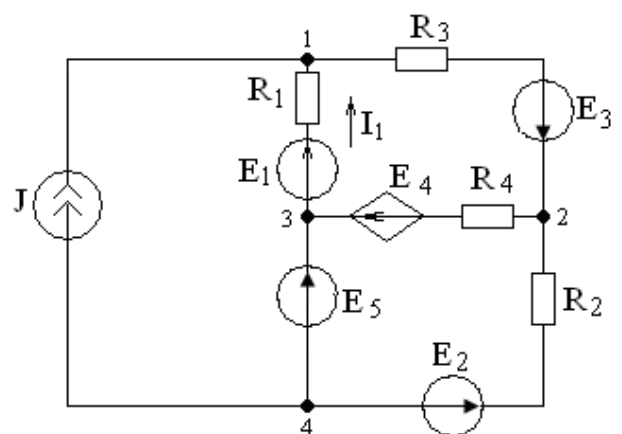
1.1 сурет



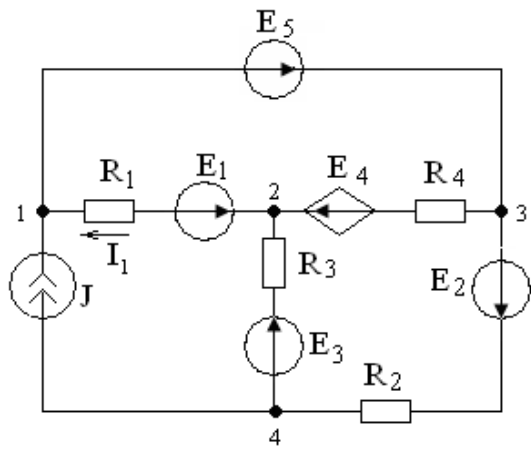
1.2 сурет



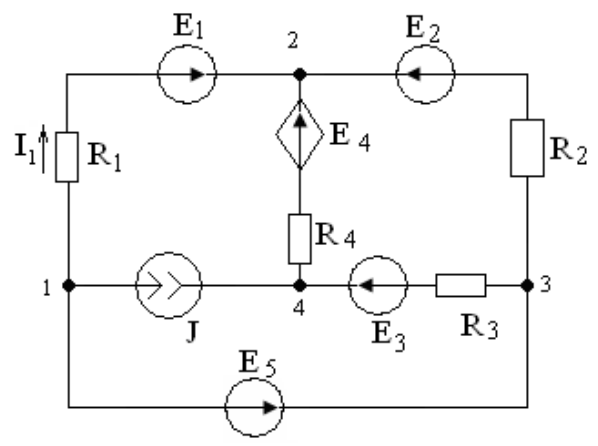
1.3 сурет



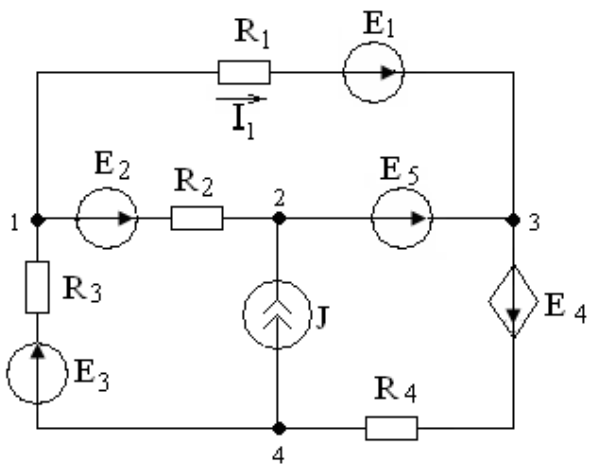
1.4 сурет



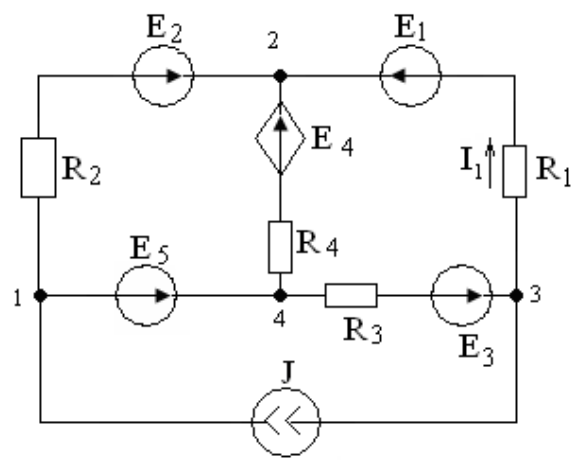
1.5 cyper



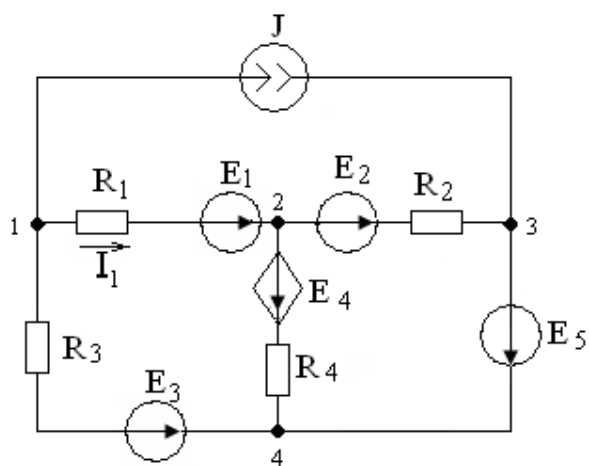
1.6 cyper



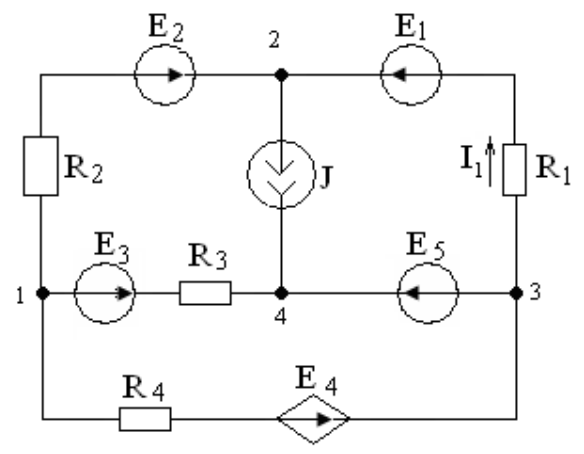
1.7 cyper



1.8 cyper



1.9 cyper



1.10 cyper

№ 1 есептеу–сызбалық жұмысты есептеудің әдістемелік нұсқаулары

Электронды аспаптардан (транзисторлар, операционды күшейткіштер және с.с.) тұратын электр тізбегін есептеуде, тәуелді қорек көздері бар эквивалентті сұлбаларды қолданады. Тәуелді қорек көздері бар тізбекті есептеу үшін, тәуелсіз көздері бар тізбекте қолданатын әдістердің барлығы қолданылады: Кирхгоф заңдары, контурлық токтар әдісі, түйіндік потенциалдар әдісі, эквивалентті генератор әдісі.

Кирхгоф заңдары. *Кирхгофтың бірінші заңы:* электр тізбегіндегі түйіндеріндегі токтардың алгебралық қосындысы нөлге тең: $\sum_{K=1}^n I_K = 0$. «+»

таңбасымен түйінге қарай бағытталған токтар жазылады, ал «-» таңбасымен түйіннен шығатын токтар (немесе керісінше) жазылады. Кирхгофтың бірінші заңымен құрылған теңдеулер саны мынаған тең: $n_{\text{теңдеу саны}} = N_{\text{түй}} - 1$, мұндағы $N_{\text{түй}}$ - тізбектегі түйіндер саны. *Кирхгофтың екінші заңы:* электр тізбегінің кез келген түйік контурында осы контурға кіретін кедергілер мен токтардың көбейтіндісінің алгебралық қосындысы ЭҚК-нің алгебралық қосындысына

тең: $\sum_{K=1}^n R_K I_K = \sum_{K=1}^n E_K$. $R_K I_K$ кернеуі «+» таңбасымен жазылады, егер I_K

тогының оң бағыты контурдың өту бағытымен сәйкес болса, онда «-» таңбасымен жазылады. E_K ЭҚК бағыты контурды өту бағытымен сәйкес болса, онда «+» таңбасымен, ал E_K ЭҚК бағыты контурды өту бағытына қарама-қарсы болса, онда «-» таңбасымен жазылады. Кирхгоф заңымен құрылатын теңдеулер саны: $n_{\text{тең саны}} = N_{\text{тар}} - (N_{\text{түй}} - 1) - N_J$, мұндағы $N_{\text{тар}}$ - тармақ саны, N_J - ток көзінің саны. Кирхгофтың бірінші және екінші заңдарымен құрылған теңдеулер саны тізбектің тармақтарындағы белгісіз токтардың санына тең: $n_{\text{тең саны}} + Y$. Кирхгоф заңын құрудың реті:

а) тізбектің тармақтарында токтың оң бағытын қалауынша таңдап алады және Кирхгофтың бірінші заңы бойынша тізбек түйіндері үшін теңдеу жазылады;

б) *ток көзінен тұрмайтын* тәуелсіз контур таңдап алынады (егер әрбір контурдың бірден кем емес тармағы бар болса, контурлар тәуелсіз) контурды өту бағыты қалауынша таңдалынады, содан кейін контурлар үшін Кирхгофтың екінші заңымен теңдеу құрылады.

Идеал ток көзі бар электр тізбектері үшін Кирхгофтың екінші заңымен теңдеу құрғанда, ток көзінен тұрмайтын тәуелсіз контур таңдап алынады.

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 ($n_{\text{теңдеу саны}} = N_{\text{тар}} - N_{\text{түй}} + 1 - N_{\text{идеал ток}}$; белгісіз контурлық токтардың теңдеулер саны, $N_{\text{тар}}$ – тармақ саны; $N_{\text{түй}}$ – түйін саны; $N_{\text{идеал ток}}$ – идеалды ток көзі саны). Қалған

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

Тұрақты ток тізбегі үшін (4.1 суретті қараңыз) контурлық токтар әдісімен теңдеулер жүйесін құрамыз.

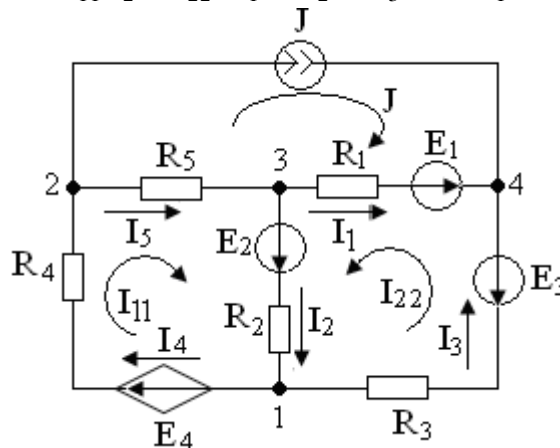
Екі белгісіз контурлық токтар үшін I_{11} , I_{22} теңдеу құрамыз:

$$\left. \begin{aligned} I_{11}(R_2 + R_4 + R_5) + I_{22}R_2 - JR_5 &= E_2 + E_4; \\ I_{11}R_2 + I_{22}(R_1 + R_2 + R_3) + JR_1 &= -E_1 - E_3 + E_2. \end{aligned} \right\} \quad (1.1)$$

E_4 тәуелді қорек көзін контурлық токтар арқылы өрнектейміз:

$E_4 = rI_1 = r(-I_{22} - J)$, (4.1) контурлық токтар теңдеу жүйесіне қоямыз:

$$\left. \begin{aligned} I_{11}(R_2 + R_4 + R_5) + I_{22}(R_2 + r) &= E_2 + J(R_5 - r); \\ I_{11}R_2 + I_{22}(R_1 + R_2 + R_3) &= -E_1 - E_3 + E_2 - JR_1. \end{aligned} \right\} \quad (1.2)$$



1.1 сурет

Түйіндік потенциалдар әдісі (ТПӘ).

Түйінді потенциалдар әдісі теңдеулер санын $n_{\text{теңдеу саны}} = N_{\text{түй}} - 1$ - ге дейін азайтуға мүмкіндік береді. 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 және кедергісі нөлге тең тармақтан құралған болса, онда түйіндік 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.

Тұрақты ток тізбегі үшін түйіндік потенциалдар әдісімен теңдеулер жүйесін құрамыз (4.1 суретті қараңыз). $\varphi_4 = 0$ -ға деп аламыз. φ_1 , φ_2 , φ_3 потенциалдарын анықтау үшін теңдеу келесідей болады:

$$\left. \begin{aligned} \varphi_1(g_2 + g_3 + g_4) - \varphi_2 g_4 - \varphi_3 g_2 &= E_2 g_2 + E_3 g_3 - E_4 g_4; \\ -\varphi_1 g_4 + \varphi_2(g_4 + g_5) - \varphi_3 g_5 &= E_4 g_4 - J; \\ -\varphi_1 g_2 - \varphi_2 g_5 + \varphi_3(g_1 + g_2 + g_5) &= -E_1 g_1 - E_2 g_2, \end{aligned} \right\} \quad (1.3)$$

E_4 тәуелді қорек көзін, тізбектегі түйіннің потенциалдары арқылы өрнектейміз:

$E_4 = r \cdot I_1 = r \frac{\varphi_3 - \varphi_4 + E_1}{R_1} = r g_1 (\varphi_3 + E_1)$ және (4.3) түйіндік потенциалдар жүйесіне апарып қоямыз. Барлық мүшелерін келтіргеннен кейін, келесіні аламыз

$$\left. \begin{aligned} \varphi_1(g_2 + g_3 + g_4) - \varphi_2 g_4 - \varphi_3(g_2 - r g_1 g_4) &= E_2 g_2 + E_3 g_3 - r g_1 g_4 E_1; \\ -\varphi_1 g_4 + \varphi_2(g_4 + g_5) - \varphi_3(g_5 + r g_1 g_4) &= r g_1 g_4 E_1 - J; \\ -\varphi_1 g_2 - \varphi_2 g_5 + \varphi_3(g_1 + g_2 + g_5) &= -E_1 g_1 - E_2 g_2. \end{aligned} \right\} \quad (1.4)$$

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

Есептік-сызба жұмысының №2 мақсаты: бірфазалы синусоидалы токтың тармақталған сызықты электр тізбегін есептеуде комплексті әдіспен есептеп үйрену және қуаттар тепе-теңдігін тексеру.

№2 Есептік-сызба жұмысының тапсырмасы.

Бірфазалы синусоидалы токтың тармақталған сызықты электр тізбегі (2.1-2.10 суреттерін қара) синусоидалы ЭҚК көздерінен және синусоидалы ток көзінен тұрады. Келесіні орындау қажет:

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

2) Кирхгоф заңы бойынша лездік (дифференциалды) және кешенді түрдегі теңдеу жазу.

3) Контурлық токтар әдісімен сұлбаның барлық тармақтарындағы кешенді токтарды есептеу.

4) Түйінді потенциалдар әдісімен сұлбаның барлық тармақтарындағы кешенді токтарды есептеу.

5) I_x тогын эквивалентті генератор әдісімен есептеу.

6) Сұлбаның барлық тармағындағы токтардың лездік мәндерін жазу.

7) Қуаттар тепе-теңдігін тексеру.

8) Қорытынды жазу. Қорытындыға талдау және жұмыстың нәтижесін бағалау кіреді.

Нұсқа 2.1-2.3 кестесінен сынақ кітапшасының нөмірі мен аты-жөнінің бірінші әрпіне сәйкес тандап алынады.

2.1 кесте

Оқуға түскен жылы	Студенттік билеттің соңғы саны									
Жүп	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Тақ	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Сұлба №	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	3.10
E_{m1}, B	90	80	70	60	80	75	95	85	80	100
$\Psi_{e1}, \text{град.}$	60	-40	55	65	-60	0	-90	60	40	-30
E_{m2}, B	120	90	75	100	80	75	60	70	85	110
$\Psi_{e2}, \text{град.}$	45	-45	60	-60	-30	30	0	-90	90	0
E_{m3}, B	80	65	95	100	70	80	110	90	120	75
$\Psi_{e3}, \text{град.}$	45	90	-60	30	60	-45	90	-30	0	-65
$R_1, \text{Ом}$	80	70	60	50	80	70	90	100	120	100
$R_2, \text{Ом}$	80	95	70	85	66	78	88	94	60	110
$R_3, \text{Ом}$	100	80	90	85	70	68	96	95	100	120
I_X	I_5	I_2	I_3	I_2	I_5	I_3	I_2	I_3	I_2	I_5

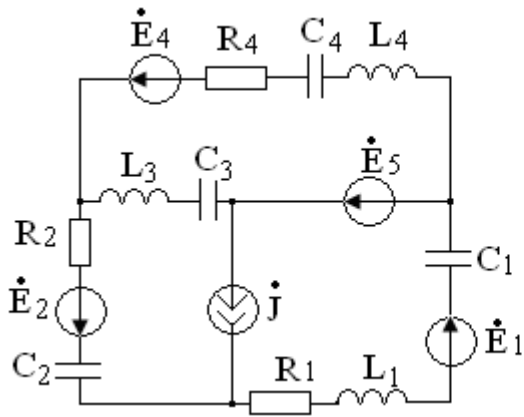
2.2 кесте

Оқуға түскен жылы	Студенттік билеттің соңғы санының алдыңғысы									
Жүп	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Тақ	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1
E_{m4}, B	80	90	60	120	100	120	100	95	80	115
$\Psi_{e4}, \text{град.}$	-35	20	60	-40	-60	45	60	-30	0	90
E_{m5}, B	70	88	110	90	75	80	95	85	86	90
$\Psi_{e5}, \text{град.}$	0	20	30	-60	-30	90	60	-60	40	-90

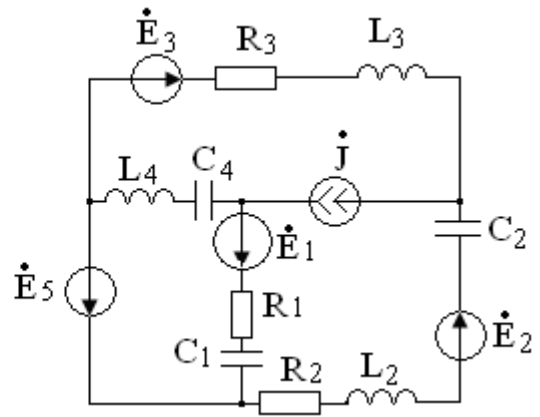
2.3 кесте

Оқуға түскен жылы	Тегінің бірінші әрпі									
Жүп	БЛЦ	КХ	ВМ Ч	ГН Ш	ДО Я	ЕПР	ЖС З	ТЭИ	УЮ Ф	АЦ
Тақ	КХ	ВМ Ч	ГН Ш	БЛЦ	ЕПР	ДОЯ	ТЭ И	ЖСЗ	АЦ	УЮ Ф
J, A	0, 3	0, 4	0, 6	0, 5	0, 7	0, 8	0, 9	0, 3	0, 6	0, 5
$\Psi_J, \text{град.}$	30	-45	-30	20	60	-20	90	-45	-90	0
$R_4, \text{Ом}$	80	7	78	48	60	40	38	68	90	100
$X_{L1}, \text{Ом}$	90	80	75	95	80	90	60	45	100	70
$X_{C1}, \text{Ом}$	80	90	30	56	50	65	100	90	80	110
$X_{L2}, \text{Ом}$	70	60	40	68	30	80	68	60	50	80

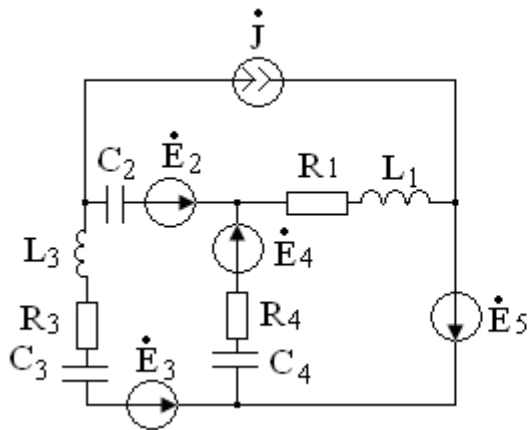
X_{C2}, OM	74	80	80	98	80	20	100	75	88	66
X_{L3}, OM	80	80	35	64	40	95	80	96	50	90
X_{C3}, OM	110	70	75	35	90	35	40	60	92	100
X_{L4}, OM	85	40	40	55	110	64	80	70	46	70
X_{C4}, OM	60	120	90	75	70	80	50	110	65	98



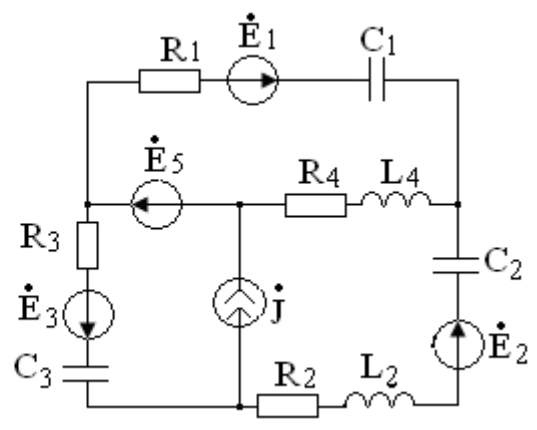
2.1 cyper



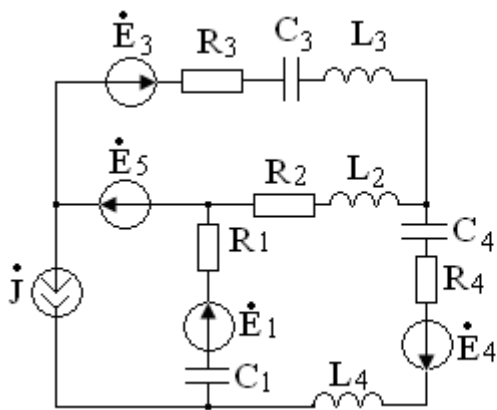
2.2 cyper



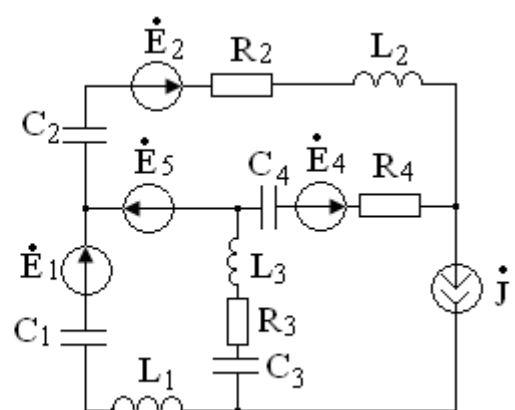
2.3 cyper



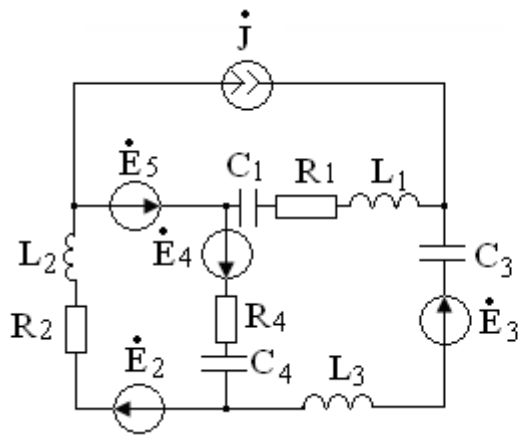
2.4 cyper



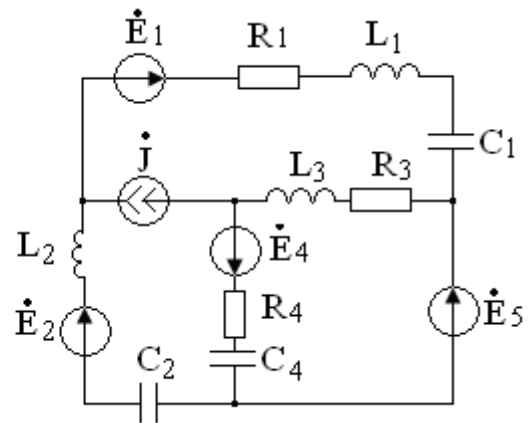
2.5 cyper



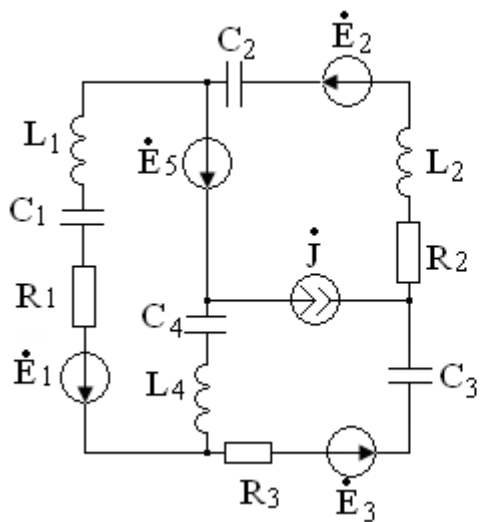
2.6 cyper



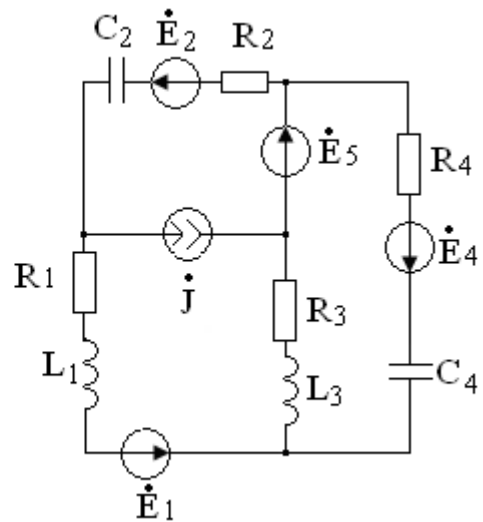
2.7 сурет



2.8 сурет



2.9 сурет



2.10 сурет

№ 2 есептеу–сызбалық жұмысты есептеудің әдістемелік нұсқаулары

Дифференциалды түрдегі Кирхгоф заңдары.

Дифференциалды түрдегі Кирхгоф заңдары айнымалы ток пен кернеудің лездік мәндері үшін жазылады. *Кирхгофтың бірінші заңы:* сұлбаның түйіндеріндегі лездік токтардың алгебралық қосындысы нөлге тең:

$$\sum_{k=1}^n I_k = 0.$$

Қарастырылып жатқан түйінге қарай оң бағытталған i_k токтар «+» таңбасымен жазылады, ал «-» таңбасымен түйіннен шығатын i_k токтар (немесе керісінше) жазылады. Кирхгофтың бірінші заңымен құрылған теңдеулер саны мынаған тең: $n_{\text{теңдеу саны}} = N_{\text{түй}} - 1$, мұндағы $N_{\text{түй}}$ - тізбектегі түйіндер саны. *Кирхгофтың екінші заңы:* сұлбаның кез келген тұйық

контурдағы барлық кернеу көздерінің лездік ЭҚК-терінің алгебралық қосындысы сол контурдағы қалған басқа элементтердің лездік кернеулердің алгебралық қосындысына тең:

$$\sum_{k=1}^n (R_k i_k + L_k \frac{di_k}{dt} + \frac{1}{C_k} \int i_k dt) = \sum_{k=1}^n e_k \dots$$

Кирхгофтың екінші заңы сұлбаның тәуелсіз контуры үшін жазылады. Тәуелсіз контурларды таңдау тұрақты ток тізбегіндегідей таңдалынады.

Егер i_k тогының оң бағыты контурдың өту бағытымен сәйкес болса, лездік кернеу «+» таңбасымен жазылады, ал кері жағдайда кернеу «-» таңбасымен жазылады.

Егер e_k -ның оң бағыты контурдың өту бағытымен сәйкес болса, онда лездік ЭҚК e_k «+» таңбасымен жазылады.

Синусоидалы токтың электр тізбегін есептеу синусоидалы ЭҚК, кернеу және токтардың кешенді мәнінің бейнесіне негізделеді (2.1 кестені қараңыз):

2.1 кесте

Синусоидалы уақыт функциясы	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 кешенді түрдегі Кирхгоф заңдары теңдеулер жүйесі, тұрақты ток тізбегі үшін кешенді түрдегі Кирхгоф заңдарының теңдеулер жүйесімен үйлеседі. Тек қана ЭҚК, кернеу, ток және кедергі кешенді шама түрдегі теңдеулер жүйесіне кіреді.

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

мұндағы $\underline{Z}_k = R_k + j(x_{L_k} - x_{C_k})$ - кешенді түрдегі толық кедергі.

3 Есептеу–сызбалық жұмыс №3. Пассивті төртұштыларды есептеу

Есептік-сызба жұмыс №3 мақсаты: типтік төртұштыларды есептеп үйрену.

№3 Есептік-сызба жұмысының тапсырмасы.

T-тәрізді немесе П-тәрізді пассивті төртұштықтардың сұлбалары берілген (3.1-3.10-суреттерде), активті, индуктивті және сыйымдылықты кедергілердің мәні 3.1-3.3 кестелерде келтірілген.

Келесілерді орындау керек:

1) Кіріспе жазу. Кіріспеде жұмыстың мақсаты және төртұштылар теориясының негізгі жағдайлары келтірілуі тиіс.

2) Өзіңнің вариантың бойынша, берілген T-тәрізді немесе П-тәрізді төртұшты үшін Z_1, Z_2, Z_3 кешенді кедергілерін анықтау керек;

3) Бос жүріс және қысқа тұйықталу режиміндегі ток пен кернеудің мәндерін қолана отырып, берілген T-тәрізді немесе П-тәрізді төртұштының A-параметрін анықтау керек;

4) Берілген T-тәрізді немесе П-тәрізді төртұштыға Кирхгофтың заңдарын қолданып және $\Delta A = 1$ ара қатысы орындалуын тексеру;

5) Берілген T-тәрізді немесе П-тәрізді төртұштының анықталған A-параметрі бойынша, өз нұсқасына сәйкес Z, Y, H-параметрлерін анықтау;

6) A-параметрлері және бос жүріс пен қысқа тұйықталу тәжірибелердің мәліметтері бойынша төртұштықтың Z_{C1} және Z_{C2} сипаттамалық кедергілерін анықтау;

7) T-тәрізді немесе П-тәрізді төртұштының A-параметрлері және бос жүріс пен қысқа тұйықталу режимдерінің параметрлерін қолдана отырып, төртұштының Γ_C - тұрақты сипаттамалық берілісін, A_C - әлсіреу сипаттамасын, B_C – тұрақты фазасын анықтау;

8) Қорытынды: есептік-сызба жұмысын орындау барысында пассивті төртұштының қандай параметрлерінің қасиеттері тексерілгенін көрсету. Әртүрлі әдіспен алынған Z_{C1} және Z_{C2} есептеу қорытындыларын салыстыру.

Нұсқа 3.1-3.3 кестесінен сынақ кітапшасының нөмірі мен аты-жөнінің бірінші әрпіне сәйкес таңдап алынады.

3.1 кесте

Оқуға түскен жылы	Студенттік билеттің соңғы саны									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Жүп	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тақ	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Сұлба №	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	4.10
$R_1, \text{ Ом}$	30	20	35	40	20	25	25	38	34	34
$X_{L1}, \text{ Ом}$	40	30	25	30	38	38	35	48	46	30
$X_{C1}, \text{ Ом}$	35	40	30	20	28	40	20	22	20	40

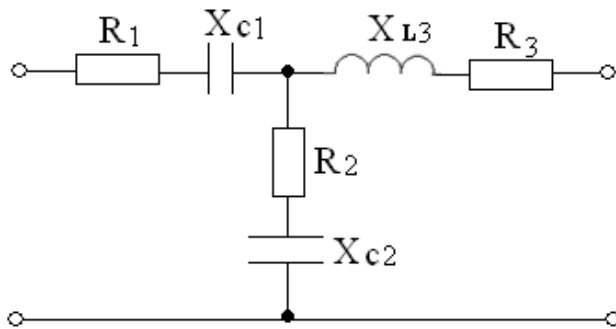
3.2 кесте

Оқуға түскен жылы	Студенттік билеттің соңғы санының алдыңғысы									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Жүп	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0

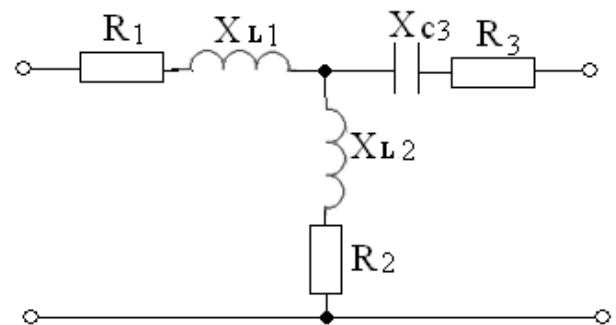
Тақ	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1
$R_2, \text{ Ом}$	30	20	35	40	20	25	25	38	34	34
$X_{L2}, \text{ Ом}$	40	30	25	30	38	38	35	48	46	30
$X_{C2}, \text{ Ом}$	35	40	30	20	28	40	20	22	20	40
Параметрлерді анықтау	Н	Z	Y	Н	Z	Y	Н	Z	Y	Н

3.3 кесте

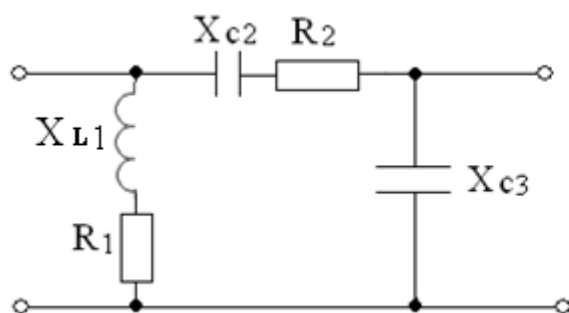
Оқуға түскен жылы	Тегінің бірінші әрпі									
Жұп	ЭЮЯ	ЧШ Щ	ХФ Ц	СТ У	ОП Р	МН	КЛ	ЖЗ И	ГД Е	АБВ
Тақ	АБ В	ГД Е	ЖЗ И	КЛ	МН	ОП Р	СТ У	ХФ Ц	ЧШ Щ	ЭЮ Я
$R_3, \text{ Ом}$	45	58	42	32	44	30	26	42	18	34
$X_{L3}, \text{ Ом}$	55	40	34	24	38	34	16	27	33	55
$X_{C3}, \text{ Ом}$	35	50	38	55	52	30	36	42	36	28



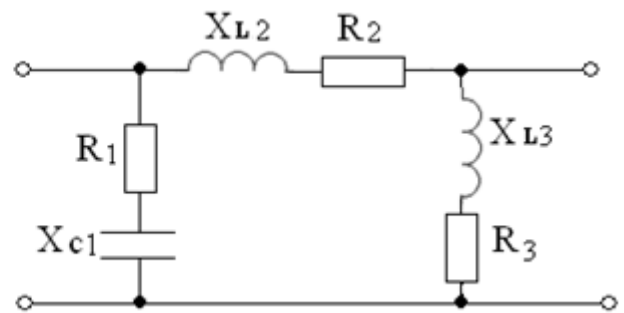
3.1 сурет



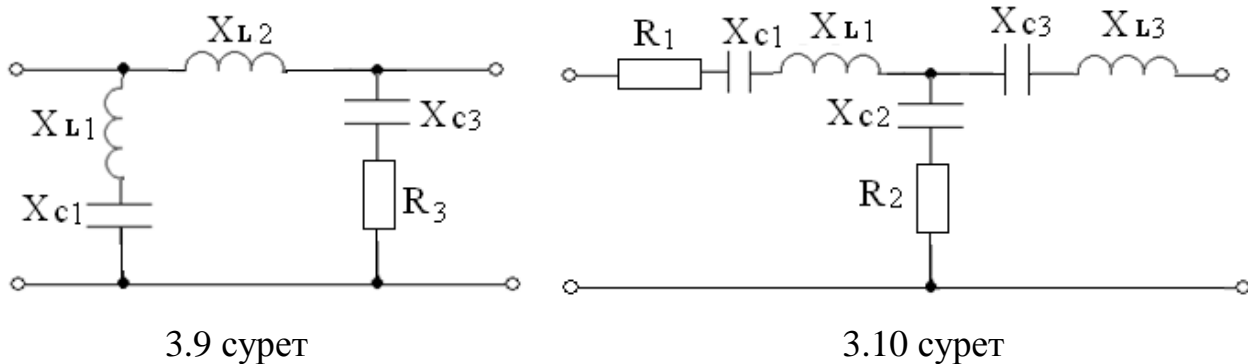
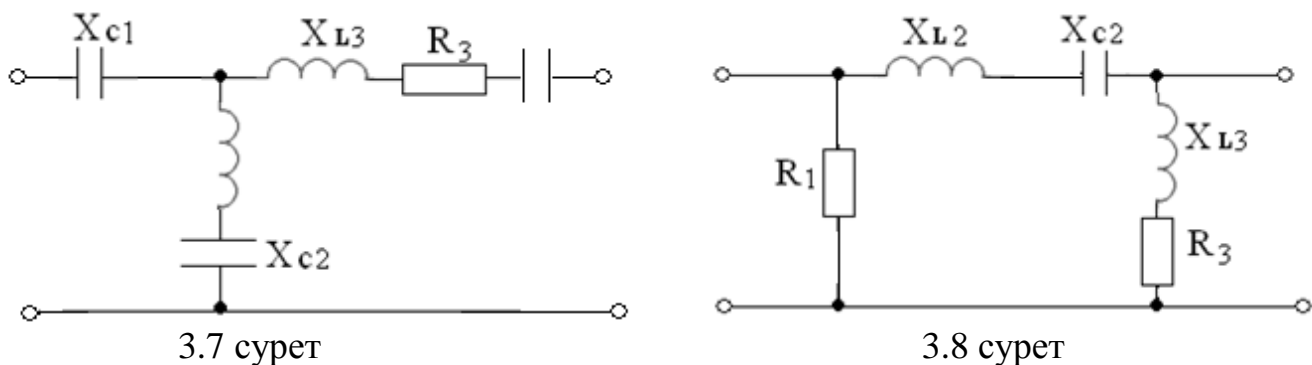
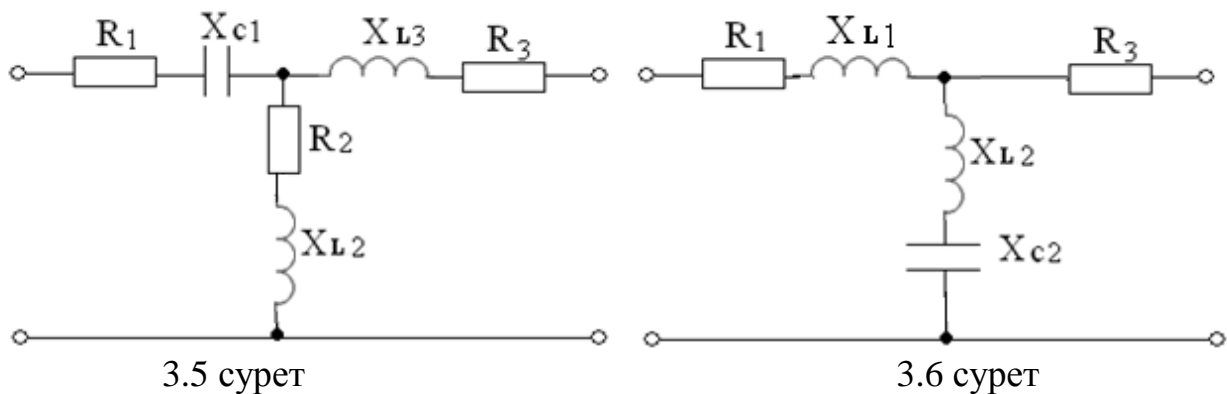
3.2 сурет



3.3 сурет



3.4 сурет



№3 есептеу–сызбалық жұмысты есептеудің әдістемелік нұсқаулары

Төртұштық дегеніміз- электр энергиясының қабылдағышына немесе қорек көзіне қосылатын екі қос қысқышы бар электр тізбегі немесе оның бөлігі.

T-тәрізді және II-тәрізді пассивті төртұштылардың сұлбалары 3.1 а,б суреттерінде көрсетілген.



3.1 сурет

Тізбектегі $\dot{U}_1, \dot{U}_2, \dot{I}_1, \dot{I}_2$ параметрлерін байланыстыратын теңдеулер төртұштының беріліс теңдеулері деп аталынады. Беріліс теңдеулеріндегі ток пен кернеулерді байланыстыратын шамаларды төртұштының параметрлері деп атайды. Y-параметрінің беріліс теңдеулері. $Y_{11}, Y_{12}, Y_{21}, Y_{22}$ көрсеткіштері Y-параметрлері деп аталады және өлшем бірлігі өткізгіштікіндей:

$$\left. \begin{aligned} \dot{I}_1 &= Y_{11} \dot{U}_1 + Y_{12} \dot{U}_2 \\ \dot{I}_2 &= Y_{21} \dot{U}_1 + Y_{22} \dot{U}_2 \end{aligned} \right\}. \quad (3.5)$$

Z- параметрінің беріліс теңдеулері. $Z_{11}, Z_{12}, Z_{21}, Z_{22}$ көрсеткіштері Z - параметрлері деп аталады және өлшем бірлігі кедергінікіндей:

$$\left. \begin{aligned} \dot{U}_1 &= Z_{11} \dot{I}_1 + Z_{12} \dot{I}_2 \\ \dot{U}_2 &= Z_{21} \dot{I}_1 + Z_{22} \dot{I}_2 \end{aligned} \right\}. \quad (3.6)$$

A-параметрінің беріліс теңдеулері:

$$\left. \begin{aligned} \dot{U}_1 &= A_{11} \dot{U}_2 + A_{12} \dot{I}_2 \\ \dot{I}_1 &= A_{21} \dot{U}_2 + A_{22} \dot{I}_2 \end{aligned} \right\}. \quad (3.7)$$

$A_{11}, A_{12}, A_{21}, A_{22}$ көрсеткіштері A-параметрлері немесе жинақталған параметр деп аталады. A_{11}, A_{22} -өлшемсіз, A_{12} кедергінің өлшеміндей, A_{21} өткізгіштіктің өлшеміндей.

H - параметрінің беріліс теңдеулері. $H_{11}, H_{12}, H_{21}, H_{22}$ көрсеткіштері H - параметрлері деп аталады:

$$\left. \begin{aligned} \dot{U}_1 &= H_{11} \dot{I}_1 + H_{12} \dot{U}_2 \\ \dot{I}_2 &= H_{21} \dot{I}_1 + H_{22} \dot{U}_2 \end{aligned} \right\}. \quad (3.8)$$

Төртұштының параметрлері кешенді шамалар ретінде белгіленеді, олар тек қана сұлба және сұлбаның элементтері арқылы анықталынады. Төртұштының әртүрлі жүйелерінің арасындағы байланыс бір қатарлы болады. Төртұштының параметрлерін әртүрлі әдіс арқылы анықтауға болады: а) Кирхгоф заңдары бойынша; б) бос жүріс және қысқа тұйықталу режиміндегі ток пен кернеу арқылы; в) беріліс теңдеуінің матрица түрін қолдана арқылы.

Төртұштының сипаттамалық кедергісі дегеніміз Z_{C1} және Z_{C2} қос кедергілерін айтады, ол келесі шартты қанағаттандырады:

$Z_{ж2} = Z_{C2}$ болғанда, келесіні аламыз $Z_{КІР1} = Z_{C1}$ және $Z_{Н1} = Z_{C1}$ болғанда, мынаны аламыз $Z_{КІР2} = Z_{C2}$ (мұндағы $Z_{ж1}, Z_{ж2}$ – жүктеме кедергілері, $Z_{КІР1}, Z_{КІР2}$ – төртұштының кіріс кедергілері). Z_{C1}, Z_{C2} -ні A - параметрі арқылы және $Z_{б.ж1}, Z_{б.ж2}$, параметрлері және қысқа тұйықталу $Z_{к.т1}, Z_{к.т2}$ арқылы анықтауға болады:

$$Z_{C1} = \sqrt{\frac{A_{11}A_{12}}{A_{21}A_{22}}}, \quad Z_{C2} = \sqrt{\frac{A_{22}A_{12}}{A_{21}A_{11}}}, \quad Z_{C1} = \sqrt{Z_{к.т1}Z_{б.ж1}}, \quad Z_{C2} = \sqrt{Z_{к.т2}Z_{б.ж2}} \quad (3.9)$$

Төртұштының тұрақты сипаттамалық берілісін келісімді режимге қосылғанда анықтайды және ол мынаған тең:

$$\underline{\Gamma}_C = \frac{1}{2} \ln \frac{\dot{U}_1 \dot{I}_1}{\dot{U}_2 \dot{I}_2} = A_C + jB_C. \quad (3.10)$$

Сипаттамалық тұрақты берілісін A – параметрлер және бос жүріс пен қысқа тұйықталу параметрлері арқылы есептеуге келеді:

$$\underline{\Gamma}_C = \ln(\sqrt{A_{11}A_{22}} + \sqrt{A_{12}A_{21}}), \quad th \underline{\Gamma}_C = \sqrt{Z_{к.т1}/Z_{б.ж1}} = \sqrt{Z_{к.т2}/Z_{б.ж2}}. \quad (3.11)$$

A -параметрі арқылы тұрақты беріліс сипаттамасын есептейміз.

A -параметрі мынаған тең болсын: $A_{11} = 2,6667 + j1,6667$;

$A_{12} = (26,6667 + j68,3333)\hat{l}\hat{i}$; $A_{21} = (0,0333 + j0,1)C\hat{i}$; $A_{22} = -0,5 + j2,1667$;

$\underline{\Gamma}_C = \ln(\sqrt{A_{11}A_{22}} + \sqrt{A_{12}A_{21}})$ теңдеуіне сандық мәндерін қоямыз

$$\begin{aligned} \tilde{A}_N &= \ln(\sqrt{2,6667 + j1,6667}(-0,5 + j2,1667) + \sqrt{(26,6667 + j68,3333)(0,0333 + j0,1)}) = \\ &= \ln(\sqrt{6,9927e^{j135^\circ}} + \sqrt{7,7312e^{j140,26^\circ}}) = \ln(2,6444e^{j67,5^\circ} + 2,7805e^{j70,13^\circ}) = \\ &= \ln(1,957 + j5,058) = \ln 5,423e^{j68,85^\circ} = \ln 5,423 + \ln e^{j68,85^\circ} = 1,69 + j68,85^\circ, \\ &\text{мұндағы } A_C = 1,69 \text{ Нп, } B_C = 68,85^\circ = 1,2 \text{ рад.} \end{aligned}$$

4 Есептеу-сызбалық жұмысты орындау мен безендіруді талап ету

1. Есептеу-сызбалық жұмыс (ЕСЖ) орындауға келесі элементтер қосылады:
 - а) титулдық бет (А қосымша);
 - 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 – 30 мм, оң жағынан - 10 мм, үстіңгі және төменгі жағынан – 20 мм.
5. Есептеу–сызбалық жұмыстың барлық парақтары нөмірленген болуы тиіс (титулдық бет пен қосымшаны қоса). Номер парақтың төменгі жағына ортасына нүктесіз қойылады.
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 графикті (сызба) қолдану ыңғайлы болу үшін 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. «КІРІСПЕ» сөзі бас әріптерімен тақырып түрінде жазылады.
11. Қорытындыға талдау және жұмыстың нәтижесін бағалау кіреді.
12. Есептеу–сызбалық жұмыс тексерілуге оқу процесінің графигіне сәйкес уақытында тапсырылуы тиіс. Тапсырылмаған жағдайда қорытынды балы төмендетіледі.

А қосымшасы

Коммерциялық емес акционерлік қоғам
«АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ»

Кафедра _____

ЕСЕПТІК-СЫЗБА ЖҰМЫСЫ

Пәні _____

Тақырыбы _____

Мамандығы _____

Орындаған _____ Топ _____

(аты-жөні)

Қабылдаған _____

(ғылыми дәрежесі, лауазымы, Ф.И.О.)

_____ « _____ » _____ 201__ г.

(қолы)

Алматы 201__

Әдебиеттер тізімі

1. Бакалов В.П., Дмитриков В.Ф., Крук Б.И. Основы теории цепей. Учебное пособие для вузов. - М.: Горячая линия-Телеком, 2013. - 596 с.
2. Демирчян К.С., Нейман Л.Р., Коровкин Н.В., Чечурин В.Л. Теоретические основы электротехники. – т.1. – Санкт-Петербург: Питер, 2003.-463 с.
2. Жолдыбаева З.И., Зуслина Е.Х., Оңғар Б. Электр тізбектерінің теориясында MathCad ты қолдану. – Алматы, 2013. – 87 б.
3. 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.
4. Жолдыбаева З.И., Зуслина Е.Х., Оңғар Б.Қөрсеткіштері нақталы және таратылған сызықты электр тізбектерінің орнатылған және өтпелі режимдерін есептеу мысалдары. – Оқу құралы. – Алматы: АЭЖБУ 2011. – 82 б.

Мазмұны

Кіріспе	3
1 Есептік-сызба жұмысы №1. Тұрақты токтың тәуелді көздері бар сызықты электр тізбектерін есептеу	4
2 Есептік-сызба жұмысы №2. Бірфазалы синусоидалы токтың тармақталған сызықты электр тізбегін есептеу	9
3 Есептік-сызба жұмысы №3. Пассивті төртұштыларды есептеу	14
4 Есептеу-сызбалық жұмысты орындау мен безендіруді талап ету	19
А қосымшасы	20
Әдебиеттер тізімі	21

Екатерина Хаскелевна Зуслина
Жанар Абдешевна Айдымбаева

ЭЛЕКТР ТІЗБЕКТЕРІНІҢ ТЕОРИЯСЫ.
СЫЗЫҚТЫ ЖӘНЕ СЫЗЫҚСЫЗ ТІЗБЕКТЕРІН ЕСЕПТЕУ ӘДІСТЕРІ

5В070400 – Есептеу техникасы және бағдарламалық қамтамасыз ету мамандығының студенттері үшін № 1–3 есептік-сызба жұмыстарды орындау бойынша әдістемелік нұсқаулықтар

Редактор Қ.С. Телғожаева
Стандартизация маманы Н.Қ. Молдабекова

Басылуға қол қойылды «___» _____
Таралымы 50 дана.
Көлемі 1,4 оқу.бас.ә.

Пішім 60x84 1/16
№1 типографиялық қағаз
Тапсырыс __.Бағасы 700 теңге.

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