



AUES

1975 жылы құрылған

**Коммерциялық емес
акционерлік
қоғам**

**АЛМАТЫ
ЭНЕРГЕТИКА
ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС
УНИВЕРСИТЕТІ**

Электротехника кафедрасы

Электр тізбектерінің теориясы

№ 1-3 есептеу-графикалық жұмыстарға арналған әдістемелік нұсқаулар мен тапсырмалар. 5B070300 –Ақпараттық жүйелер мамандығы үшін

Алматы 2019

ҚҰРАСТЫРУШЫЛАР: Жолдыбаева З. И., Зуслина Е. Х., Смагулова Г.К., Электр тізбектерінің теориясы. № 1-3 есептеу-графикалық жұмыстарға арналған әдістемелік нұсқаулар мен тапсырмалар. 5В070300 –Ақпараттық жүйелер мамандығы үшін. – Алматы: АЭЖБУ, 2019. – 24 б.

«Электр тізбектерінің теориясы» пәнінен есептеу-сызба жұмыстары мен тапсырмаларды орындауға арналған әдістемелік нұсқаулықта, есептеу-сызба жұмыстары «Тұрақты токтың сызықты электр тізбегін есептеу», «Элементтердің аралас байланысындағы синусоидалы электр тізбегін есептеу», «Синусоидалы көздері бар тармақталған электр тізбегін есептеу» тақырыптарынан тұрады, және жұмысты безендіру мен орындалу талаптары мен қатар, әдістемелік нұсқаулар мен керекті әдебиеттер тізімі ұсынылған.

Есептеу - сызба жұмыстары мен тапсырмаларды орындауға арналған әдістемелік нұсқаулық – Электр тізбектерінің теориясы ТЕС 2213 таңдау пәні бойынша жұмыстық бағдарламаға сәйкес келеді.

Сур. - 34, кесте - 9, әдеб.көр - 7 атау.

Пікір беруші: Абдурахманов А.А.

«Алматы энергетика және байланыс университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамның 2019 жылғы жоспары бойынша басылады.

© «Алматы энергетика және байланыс университеті» КЕАҚ, 2019 ж.

Кіріспе

«Электр тізбектерінің теориясы» пәні жоғарғы оқу орнының 5В070300 – «Ақпараттық жүйе» мамандықтарының студенттеріне арналған, «Физика, электр тізбектері және схемотехника» МИС05 модуліне қарасты және оқу жоспарының сапалы таңдау пәніне негізделген.

Пәннің мақсаты – синусоидалы, синусоидалы емес және тұрақты ток электр тізбектерін есептеудің негізгі әдістері мен электр тізбектерінің теориясының базалық заңдарын меңгеру боолып табылады.

Пәннің тапсырмасы – «Ақпараттық жүйе» мамандықтарының студенттерін жан жақты кезеңдң сапалы білім беру негізіне және есеп шығару барысында, әртүрлі электротехникалық құрылғылардан өтуде сауатты, табысты етіп дайындау. «Электр тізбектерінің теориясы» пәні «Ақпараттық жүйе» мамандықтарының мамандары үшін ғылыми жетістіктерге жетуде өте үлкен рөл атқарады.

«Электр тізбектерінің теориясы» пәні бойынша «Тұрақты токтың сызықты электр тізбегін есептеу», «Аралас байланысқан элементтердің синусоидалы электр тізбегін есептеу», «Синусоидалы көздері бар тармақталған электр тізбегін есептеу» тақырыптарына үш есептеу – сызба жұмысы орындалады

Есептеу – сызба жұмысын орындау кезінде студент, тұрақты және айнымалы ток тізбек электр тізбектерін есептеу әдістерін білу қажет. Есептеу – сызба жұмысын шешуде студенттің осы курсты қаншалықты дәрежеде меңгергенін білуге болады және өз ойларын қысқа да нақты жеткізуге мүмкіндік береді.

1 Есептеу - сызба жұмыстары №1. Тұрақты токтың сызықты электр тізбегін есептеу

Жұмыстың мақсаты: тұрақты токтың сызықты электр тізбегін есептеуді контурлық токтар әдісі мен түйіндік потенциалдар әдісімен, және Кирхгоф заңдарына теңдеу құруда сондай – ақ қуаттар тепе-теңдігін тексеруде жақсы меңгеру.

№ 1 есептеу - сызба жұмысының тапсырмасы.

Тұрақты токтың тармақталған сызықты электр тізбегіне, тұрақты ЭҚК мен тұрақты ток көздері әсер етеді (1.1 – 1.10 сурет)

Келесі тапсырмаларды орындау қажет:

- кіріспе: тұрақты ток тізбектерін есептеу үшін, тұрақты токты қолдану аймақтарын және әдістерін көрсету;

- берілген электр тізбегі үшін Кирхгоф заңдарына теңдеу жазу;

- берілген электр тізбегіндегі барлық тармақтағы токтарды контурлық токтар әдісімен есептеу;

- берілген электр тізбегіндегі барлық тармақтағы токтарды түйіндік потенциалдар әдісімен есептеу;

- түйіндік потенциалдар және контурлық токтар әдісі арқылы анықталған тармақтық токтардың нәтижесін бір кестеге енгізу;

- қуаттар тепе – теңдігін тексеру;

- қорытынды: электр тізбегіндегі әртүрлі әдістермен анықталған токтардың нәтижесін салыстырып, қуаттар тепе – теңдігінің қандай дәлділікте орындалғандығын анықтау.

1.1 кестеде сұлбалардың нөмірін анықтауға болады, 1.1, 1.2 және 1.3 кестелерінде тізбектің шамаларының сандық мәндері берілген.

1.1 к е с т е

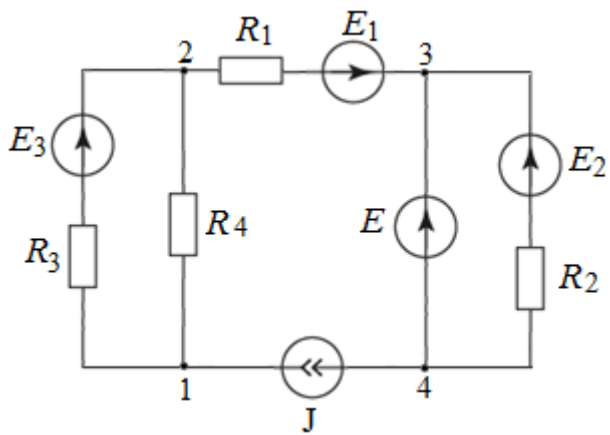
Оқуға түскен жылы	Тегінің бірінші әріпі									
	Жұп	АӘБВ	ГҒДЕ	ЖЗИ	КҚЛЫ	МН	ОӨПР	СТУҮ	ҰФЧЦ	ХШЩ
Тақ	КҚЛЫ	ОӨПР	СТУҮ	ҰФЧЦ	АӘБВ	ГҒДЕ	ЖЗИ	МН	ЭЮЯ	ХШЩ
Сұлба №	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10
$E_1, В$	40	30	45	55	55	40	75	60	30	65
$E_2, В$	50	60	40	45	60	45	55	45	55	40
$R_1, Ом$	70	65	60	70	80	70	65	65	55	75

1.2 кесте

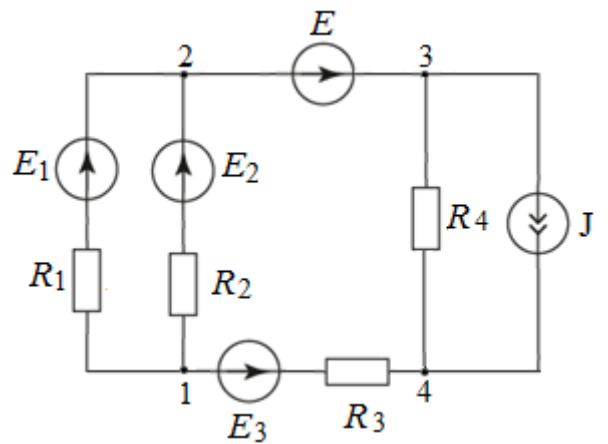
Оқуға түскен жылы	Сынақ кітапшасының соңғы саны									
	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Жұп	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Тақ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$E_3, В$	65	50	40	60	75	50	50	45	60	75
$E, В$	40	70	55	45	65	40	70	60	55	65
$R_2, Ом$	80	65	75	50	40	60	55	60	80	55

1.3 кесте

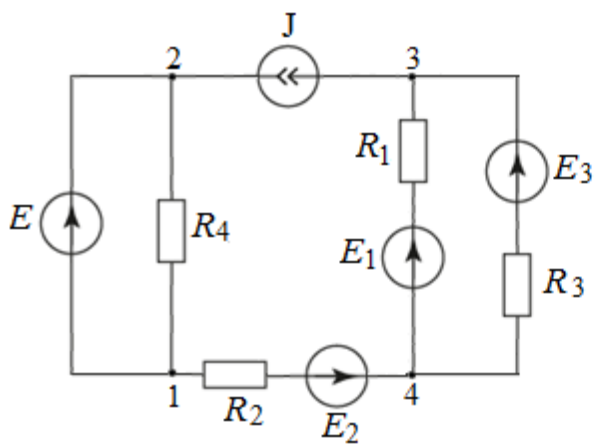
Оқуға түскен жылы	Сынақ кітапшасының соңғысының алдыңғы саны									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Жұп	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Тақ	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1
$J, А$	1.0	2.0	1.4	1.2	2.4	1.6	1.3	1.5	2.2	1.8
$R_3, Ом$	40	68	85	58	70	44	70	65	75	50
$R_4, Ом$	50	76	55	45	55	65	56	60	70	80



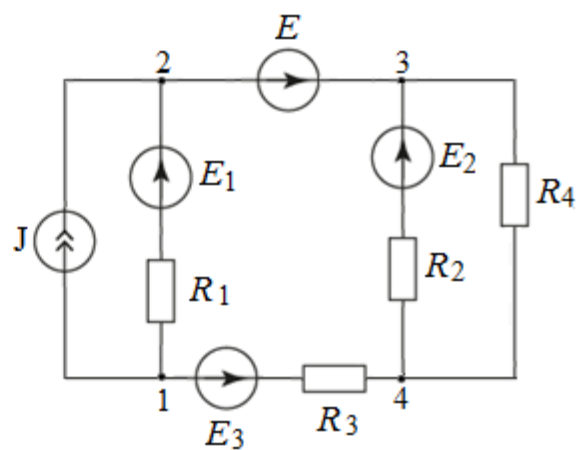
1.1 сурет



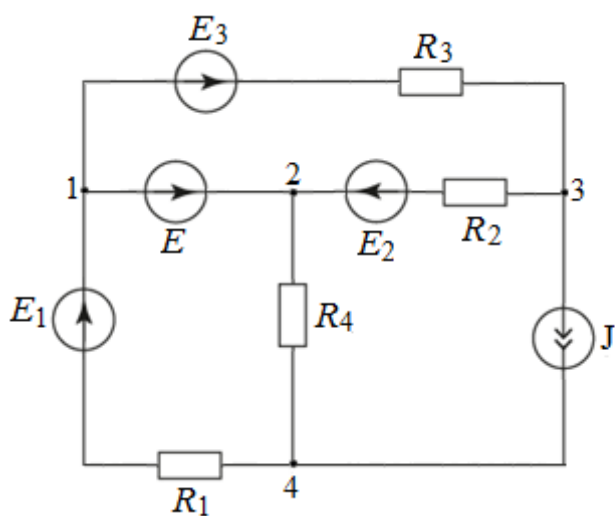
1.2 сурет



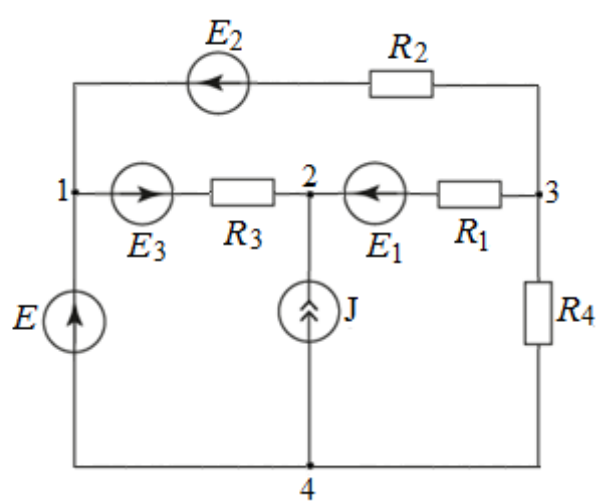
1.3 цикл



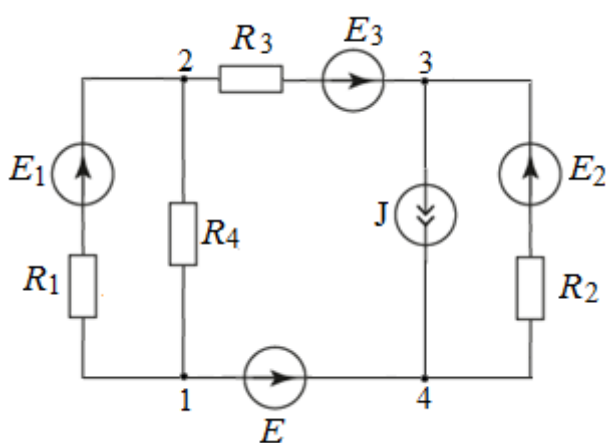
1.4 цикл



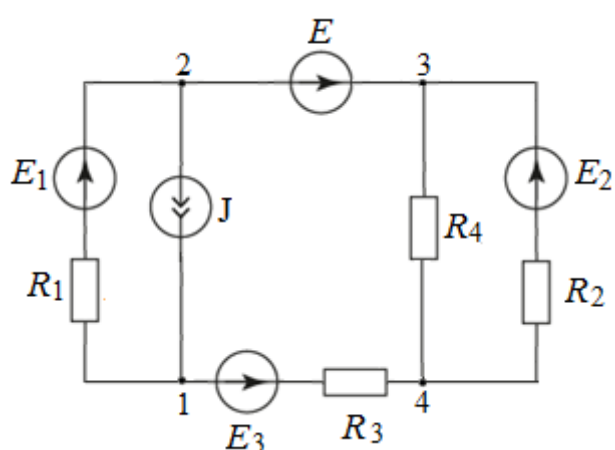
1.5 цикл



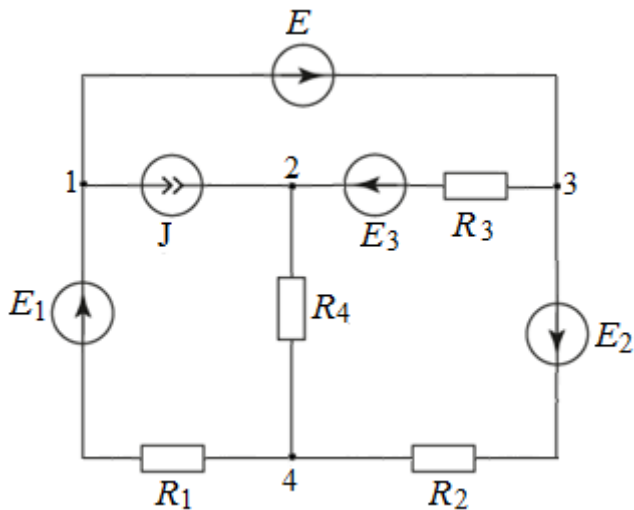
1.6 цикл



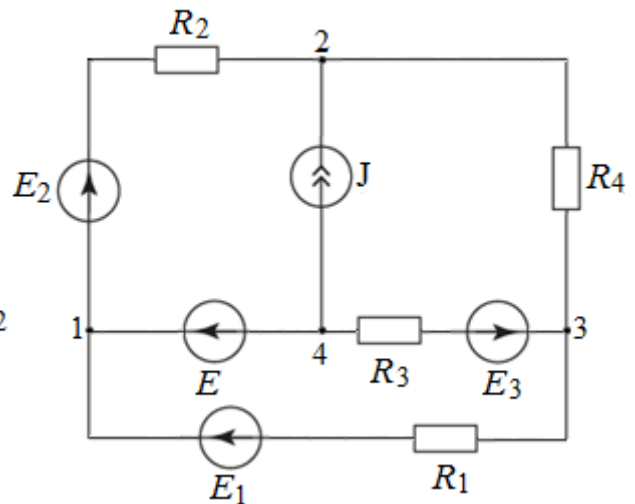
1.7 цикл



1.8 цикл



1.9 сурет



1.10 сурет

№1 есептеу – сызба жұмысын орындауға әдістемелік нұсқау.

Тұрақты ток тармақталған электр тізбегіндегі токтарды Кирхгоф заңдарымен, контурлық токтар әдісімен, түйіндік потенциалдар әдісімен анықтауға болады.

Кирхгоф заңдары.

Кирхгофтың бірінші заңы: электр тізбегіндегі түйіндегі токтардың алгебралық қосындысы нөлге тең:

$$\sum_{K=1}^n I_K = 0. \quad (1.1)$$

N_y берілген сұлбадағы түйіндер саны, Кирхгофтың бірінші заңы үшін құрылатын теңдеулер саны N_{1K3} , $N_{1K3} = N_y - 1$ тең болады.

Кирхгофтың бірінші заңына теңдеу құру реттілігі.

Электр тізбегіндегі тармақтағы оң бағыттағы токтарды таңдап алып, түйінге қарай бағытталған токтары оң «+» таңбамен жазылады, ал түйіннен кері бағытталған токтарды теріс «-» таңбамен жазады (немесе керісінше).

Кирхгофтың екінші заңы: электр тізбегінің кез келген тұйықталған контурындағы кедергінің кернеулерінің алгебралық қосындысы, сол контурдағы ЭҚК алгебралық қосындысына тең, осы контурға қатысты:

$$\sum_{K=1}^n R_K I_K = \sum_{K=1}^n E_K. \quad (1.2)$$

Кирхгофтың екінші заңы бойынша құрылатын N_{2K3} теңдеулер саны, $N_{2K3} = N_{\text{тармақ}} - N_{\text{ток көзінің саны}} - N_{1K3}$ теңдеумен анықталынады, мұндағы N_T – тармақтар саны, N_{TK} – ток көздерінің саны.

Кирхгофтың екінші заңына теңдеу құру реттілігі.

Тәуелсіз контурларды таңдап алады (тәуелсіз контурлар, егер келесі контур кемінде бір жаңа тармаққа ие болса), ток көзі болмайтын; осыған байланысты контурдың айналу бағытын таңдап алады. Егер I_K ток пен контурдың айналу бағыты бір бағытта, бағыттас болса $R_K I_K$ кернеулері «+» оң таңбамен жазлады, егер қарама – қарсы бағытта жүрсе онда $R_K I_K$ кернеулері «-» теріс таңбамен жазылады. Егер E_K ЭҚКі мен контурдың айналу бағыты бір бағытта, бағыттас болса «+» оң таңбамен жазлады, егер қарама – қарсы бағытта жүрсе онда «-» теріс таңбамен жазылады.

Контурлық токтар әдісі (КТӘ).

КТӘ маңызы мынада, электр тізбегінің әр тәуелсіз контурында контурлық токтар жүргізіледі. Электр тізбегінің кез келген тармағынан тым болмаса бір контурлық ток өту керек. Контурлық токтарды анықтау үшін Кирхгофтың екінші заңымен теңдеу құрылады. Кез келген тармақтағы токтарды контурлық токтардың алгебралық қосындысы түрінде алуға болады, осы тармақ арқылы өтетін. Егер электр тізбегінің құрамында N_T ток көзі болса, осы контурлардың әр қайсысы осы ток көзі арқылы өтетіндей етіп таңдап алу қажет (ток көзінің тармағы арқылы тек бір ғана контурлық ток өте алады), онда осы контурлық ток ток көзінің тоғымен сәйкес келеді, яғни есептің шартында берілетін және бұл токтар үшін теңдеу құрылмайды.

Түйіндік потенциалдар әдісі (ТПӘ).

ТПӘ маңызы мынада, электр тізбегінің түйіндердің потенциалдарын анықтау. Тармақтағы токтарды Ом заңы бойынша табады.

ТПӘ теңдеу құру реттілігі:

- а) түйіндердің бір потенциалын нөлге тең деп аламыз;
- б) егер сұлбада бір тармақ идеалды ток көзімен ЭҚК E болса және нөлдік кедергісімен, онда түйіндік потенциалдар әдісіне теңдеу құру барысында дәл осы ток көзі орналасқан тармақтың түйінінің бір потенциалын нөлге теңестіреміз, сонда тармақтың түйіннің екінші потенциалы өзінің бойындағы $\pm E$ тең болады;
- с) белгісіз түйіндегі потенциалдарды анықтау үшін, түйіндік потенциалдар әдісіне теңдеу құрылады;
- д) түйіндердің потенциалдарын анықтағаннан кейін Ом заңының көмегімен сұлбадағы тармақтың токтар есептелінеді, идеалды ток көзімен ЭҚК E және нөлдік кедергісі тармақтың тогын Кирхгофтың бірінші заңы арқылы табады.

Қуттар теңе-теңдігі.

Кез келген тұйықталған электр тізбегіндегі барлық энергия көздерінің қуаттарының алгебралық қосындысы, қабылдағыштағы пайдаланылған қуаттардың алгебралық қосындысына тең:

$$\sum_{K=1}^n P_K = \sum_{K=1}^n P_{Ж}. \quad (1.3)$$

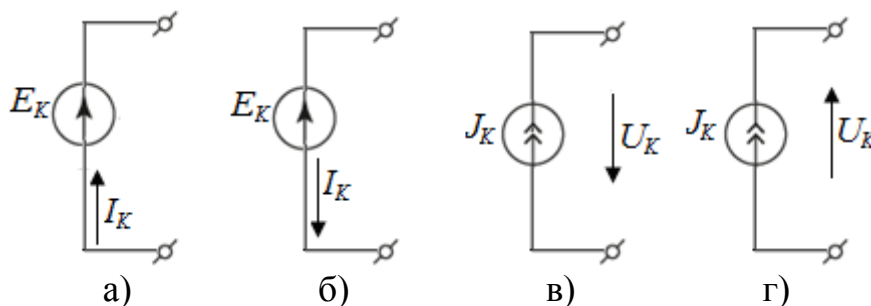
Тұрақты токтың электр тізбегіндегі барлық энергия көзінің өуаттарының алгебралық қосындысы төмендегідей формуламен анықталады:

$$\sum_{K=1}^n P_K = \sum_{K=1}^n (E_K I_K + U_K J_K), \quad (1.4)$$

мұндағы $E_K I_K$ – ЭҚК көзінің қуаты, егер E_K ЭҚКнің бағыты мен I_K ток бағыты бірдей болған жағдайда $E_K I_K > 0$ (1.11, а сурет), егер E_K ЭҚКнің бағыты мен I_K ток бағыты қарсы болған жағдайда $E_K I_K < 0$ (1.11, б сурет);

$U_K J_K$ – ток көзінің қуаты;

U_K – ток көзінің қысқыштарындағы кернеу, егер U_K және J_K бағыттары 1.11, в суретте көрсетілгендей болса $U_K J_K > 0$ болады, егер U_K және J_K бағыттары 1.11, г суретте көрсетілгендей болса $U_K J_K < 0$ болады.



1.11 сурет – Ток көзі мен ЭҚКнің көздері

Қабылдағышта пайдаланылған қуаттардың қосындысы келесі формуламен анықталады:

$$\sum_{K=1}^n P_{Ж} = \sum_{K=1}^n I_K^2 R_K. \quad (1.5)$$

Бақылау сұрақтары.

1. ЭҚК көзі бар тізбек бөлігі үшін Ом заңын жазу.
2. Кирхгофтың бірінші заңына мысал келтіру.
3. Кирхгофтың бірінші заңына неше теңдеу құру керек? Кирхгофтың бірінші заңына теңдеу құрудың реті қандай?
4. Кирхгофтың екінші заңына мысал келтіру.

5. Кирхгофтың екінші заңына неше теңдеу құру керек? Кирхгофтың екінші заңына теңдеу құрудың реті қандай?
6. Контурлық токтар әдісінің маңызы неде?
7. Егер сұлбада идеал ток көзі болса, контурлық токтар әдісіне теңдеу қалай құрылады?
8. Түйіндік потенциалдар әдісінің маңызы неде?
9. Егер сұлбаның бір тармағында кедергісі нөлге тең және идеал ток көзді ЭҚК болса, онда қай түйіннің потенциалын нөлге тең деп алу керек?
10. Сұлбадағы тармақтың токтарын түйіндік потенциалдар әдісі арқылы анықтағанда, қандай заңға сүйенеді?
11. Кедергісі нөлге тең және идеал ток көзді ЭҚК бар сұлбаның тармақтағы токтарын түйіндік потенциалдар әдісі арқылы есептегенде, қандай заңмен анықтайды?
12. Қуаттар тепе – теңдігінің маңызы неде? Тұрақты ток тізбегі үшін қуаттар тепе – теңдігінің теңдеуі қалай жазылады?
13. Тұрақты ток электр тізбегіндегі қабылдағыштың қуаттар қосындысын қалай есептейді?

2 Есептеу - сызба жұмысы № 2. Аралас байланысқан элементтердің синусоидалы электр тізбегін есептеу

Жұмыстың мақсаты: аралас байланысқан элементтердің синусоидалы электр тізбегін есептеу әдістерін үйрену және токтар мен кернеулердің векторлық сызбасын тұрғызу.

№ 2 есептеу - сызба жұмысына тапсырма.

Синусоидалы токтың электр тізбегінде резистивті, индуктивті және сыйымдылық элементтері аралас байланысқан, және тізбектің кіріс бұрыштық жиілігі $\omega = 5000$ рад/с тең синусоидалы ЭҚК көзі әсер етеді $e(t) = E_m \sin \omega t$ (2.1 – 2.10 суреттер).

Келесі тапсырмаларды орындау қажет:

- кіріспе: синусоидалы токтың электр тізбегін қолдану аймағын көрсету;
- берілген электр тізбегіндегі индуктивтілік және сыйымдылық элементтерінің, X_L индуктивті және X_C сыйымдылық кедергілерін есептеу;
- сұлбадағы барлық тармақтың кешенді кедергілерін анықтау;
- берілген синусоидалы токтың электр тізбегін кешенді әдіспен есептеу үшін эквивалентті сұлбасын салу;
- сұлбаның кешенді кіріс кедергісін есептеу;
- Ом заңы мен тарату формуласын пайдалана отырып, сұлбаның барлық тармақтарындағы кешенді токтарын есептеу керек;
- сұлбаның барлық элементтеріндегі кешенді кернеулерді есептеу;
- токтар мен кернеулердің векторлық диаграммасын тұрғызу;
- электр тізбегіндегі барлық тармақтағы токтардың лездік мәндерін жазу;

- қорытынды: аралас байланысқан элементтердің синусоидалы электр тізбегін есептеу үшін қандай әдісті пайдаландық және есептелген электр тізбегі қандай сипатқа ие болды? индуктивтілікті мен әлде сыйымдылықты ма, ол неліктен?

Электр тізбегінің сұлбаларының нөмірін 2.1 кестеден анықтайсыздар, ЭҚК $E = E_m/\sqrt{2}$ әсерлік мәні мен электр тізбегінің резистивті, индуктивтілікті және сыйымдылық элементтерінің сандық мәндері 2.1, 2.2 және 2.3 кестелерде келтірілген.

2.1 к е с т е

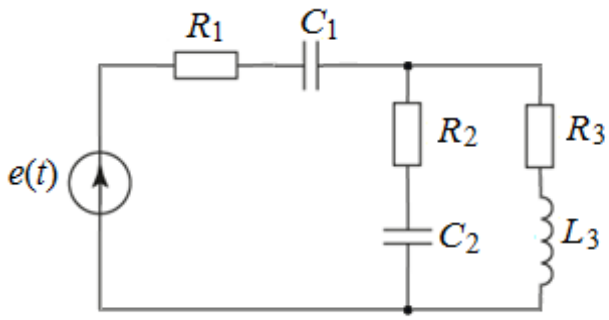
Оқуға түскен жылы	Тегінің бірінші әріпі									
	АӘБВ	ГҒДЕ	ЖЗИ	КҚЛЫ	МНӨ	ОПР	СТ УҮ	ҰФХЦ	ЧШ Щ	ЭЮЯ
Тақ	КҚЛЫ	ОПР	СТУҮ	ҰФХЦ	АӘБ В	ГҒДЕ	ЖЗ И	МНӨ	ЭЮЯ	ЧШ Щ
сұлба №	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	2.10
$E, В$	40	50	30	600	50	45	55	45	65	70

2.2 к е с т е

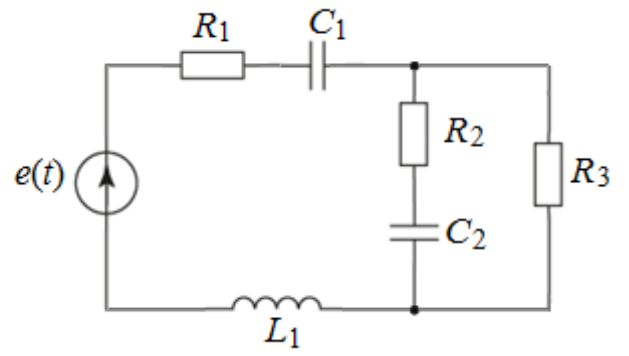
Оқуға түскен жылы	Сынық кітапшасының соңғы саны									
	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Тақ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$R_1, Ом$	70	60	80	90	100	75	85	75	65	95
$R_2, Ом$	85	70	95	60	50	90	100	70	75	80
$R_3, Ом$	80	60	90	100	75	65	95	85	70	85
$L_1, мГн$	20	18	15	8	30	16	15	17	12	22
$C_1, мкФ$	4	3.4	2	2.5	2	4	1.6	5	2.2	3.2

2.3 к е с т е

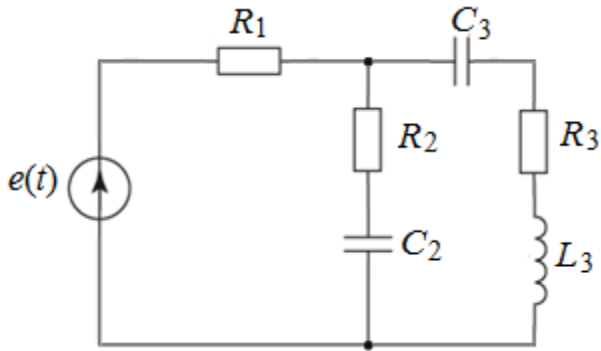
Оқуға түскен жылы	Сынақ кітапшасының соңғысының алдыңғы саны									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Тақ	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1
$L_2, мГн$	14	16	24	20	18	15	13	22	25	12
$C_2, мкФ$	2	5	3	1.4	3.6	1.8	1.6	3.6	2.6	2.2
$L_3, мГн$	8	10	12	25	20	14	16	18	15	30
$C_3, мкФ$	2.5	2	2.2	3	4	2	4.5	1.6	5	2



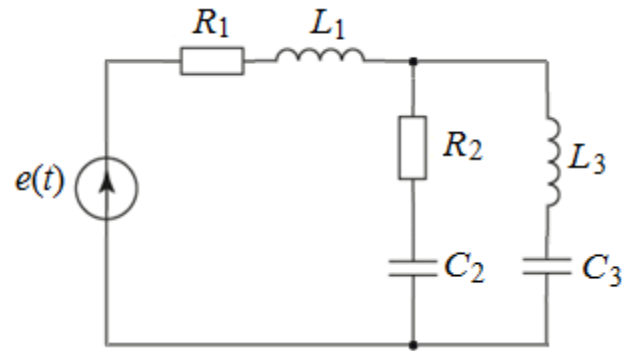
2.1 cypet



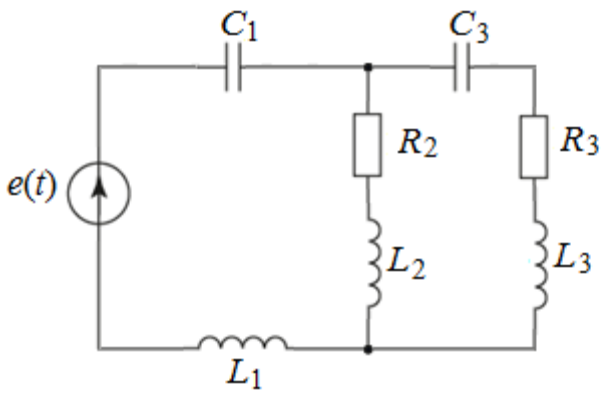
2.2 cypet



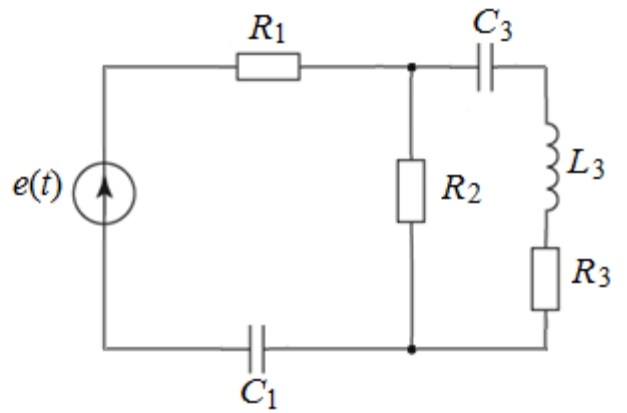
2.3 cypet



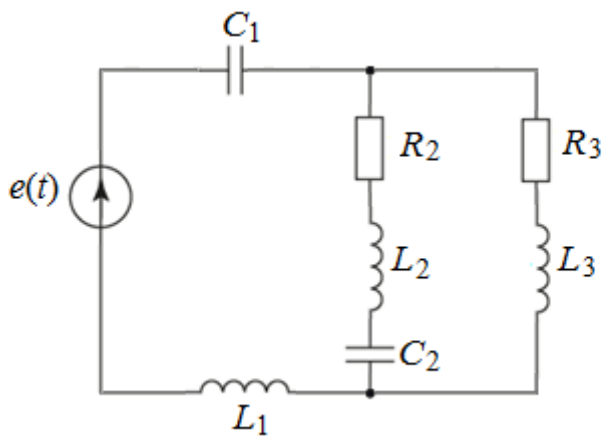
2.4 cypet



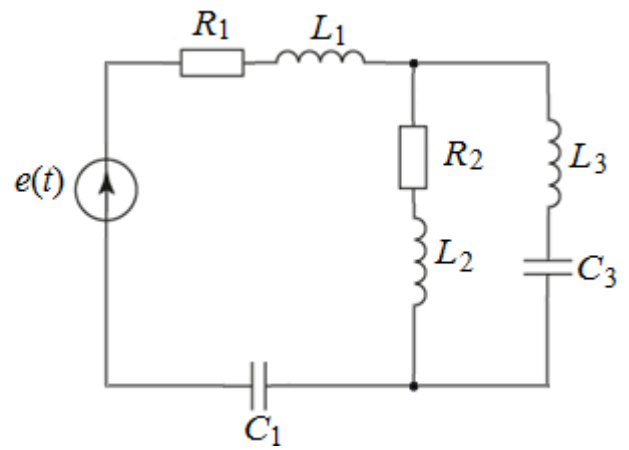
2.5 cypet



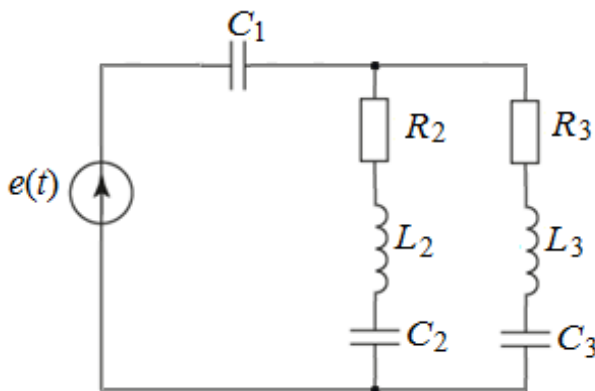
2.6 cypet



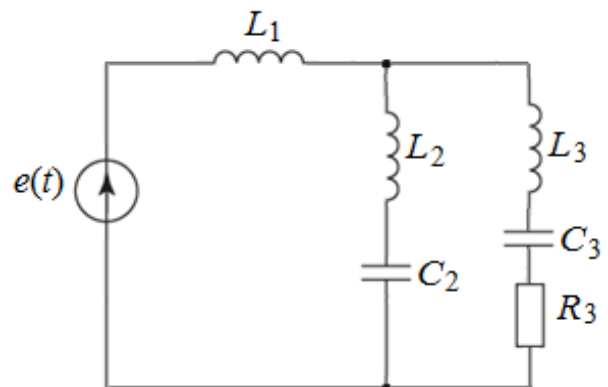
2.7 сурет



2.8 сурет



2.9 сурет

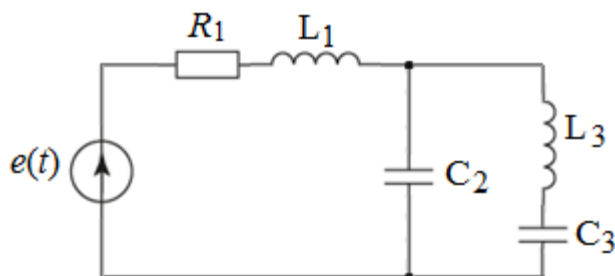


2.10 сурет

№2 Есептеу – сызба жұмысын орындауға әдістемелік нұсқау.

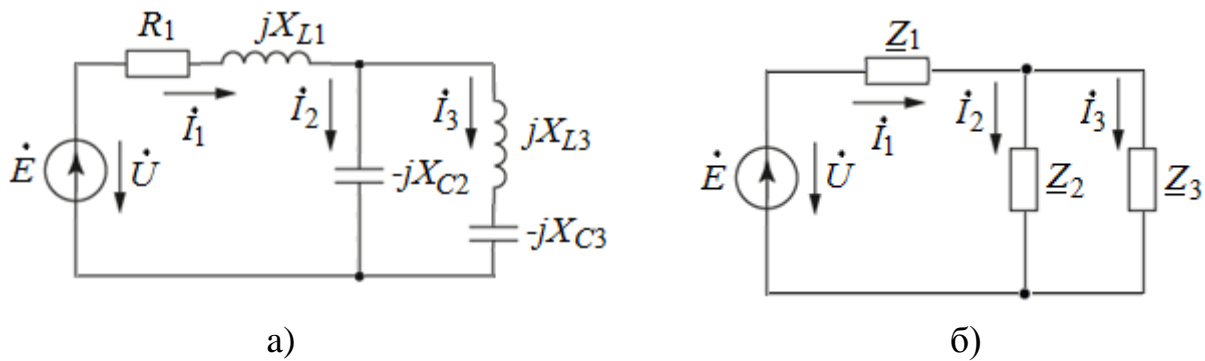
Элементтері аралас байланысқан синусоидалы токтың электр тізбегін есептеуде, сұлбаны эквивалентті түрлендіру және Ом заңын қолдана отырып сондай-ақ кешенді әдістерді пайдалана отырып шешеді.

Элементтері аралас байланысқан синусоидалы токтың электр тізбегін есептеу реттілігін қарастырайық (2.11 сурет).



2.11 сурет – Элементтері аралас байланысқан электр тізбегі

Синусоидалы токтың электр тізбегін кешенді әдіспен есептеу үшін эквивалентті сұлбасы 2.12 суретте көрсетілген.



2.12 сурет – Электр тізбегін кешенді әдіспен есептеу үшін эквивалентті сұлбасы

Әр тармақтың кешенді кедергісі төмендегі формуламен анықталады:

$$\underline{Z}_1 = R_1 + jX_{L1}; \quad \underline{Z}_2 = -jX_{C2}; \quad \underline{Z}_3 = j(X_{L3} - X_{C3}). \quad (2.1)$$

Сұлбаның кіріс кешенді кедергісі (2.12, б сурет):

$$\underline{Z} = \underline{Z}_1 + \frac{\underline{Z}_2 \underline{Z}_3}{\underline{Z}_2 + \underline{Z}_3}. \quad (2.2)$$

Сұлбаның тармақтарындағы кешенді токтар мына формуламен есептеледі (2.12, б сурет) :

$$\dot{i} = \frac{\dot{E}}{\underline{Z}} = \frac{\dot{U}}{\underline{Z}}; \quad \dot{i}_2 = \dot{i}_1 \frac{\underline{Z}_3}{\underline{Z}_2 + \underline{Z}_3}; \quad \dot{i}_3 = \dot{i}_1 \frac{\underline{Z}_2}{\underline{Z}_2 + \underline{Z}_3}. \quad (2.3)$$

Резистордағы, индуктивтіліктегі және сыйымдылықтағы кешенді кернеу мына формуламен анықталады:

$$\dot{U}_R = R\dot{i}; \quad \dot{U}_L = jX_L\dot{i}; \quad \dot{U}_C = -jX_C\dot{i}. \quad (2.4)$$

Бақылау сұрақтары.

1. Индуктивті және сыйымдылық кедергілері қандай формуламен анықталады?
2. Сұлбадағы тармақтың кешенді кедергілері қалай анықталады?
3. Сұлбадағы аралас байланысқан қабылдағыштардың кіріс кешенді кедергілері қалай анықталады?

4. Аралас байланысқан қабылдағыштардың тізбегіндегі кіріс ток қалай анықталады?

5. Аралас байланысқан қабылдағыштардағы сұлбаның параллель тармағының токтарын анықтау үшін тарату формуласын жазу?

6. Резистордағы, индуктивтіліктегі және сыйымдылықтағы кешенді кернеулерді қалай анықтайды?

7. Резистордағы, индуктивтіліктегі және сыйымдылықтағы токтар мен кернеулердің векторлық диаграммасын қалай тұрғызады?

3 Есептеу – сызба жұмысы №3. Синусоидалы ток көздері бар тармақталған электр тізбегін есептеу

Жұмыстың мақсаты: бір фазалы синусоидалы токтың тармақталған электр тізбегін кешенді түрде есептеу әдістерін үйрену.

№ 3 есептеу - сызба жұмысына тапсырма.

Синусоидалы токтың электр тізбегінде (3.1 – 3.10 суреттер) синусоидалды ЭҚК әсер етеді: $e(t) = E_m \sin(\omega t + \psi_e)$, $e_1(t) = E_{m1} \sin(\omega t + \psi_{e1})$, $e_2(t) = E_{m2} \sin(\omega t + \psi_{e2})$, $e_3(t) = E_{m3} \sin(\omega t + \psi_{e3})$, және синусоидалы ток көзі бар $j(t) = J_m \sin(\omega t + \psi_j)$. 3.1 кесте арқылы сұлба нөмірі анықталынады, ЭҚК бастапқы фазасы және әсерлік мәні, ток көзінің мәні тізбектің көрсеткіштерінің сандық мәндері 3.1, 3.2 және 3.3 кестелерде берілген.

Келесі тапсырмаларды орындау қажет:

- кіріспе: синусоидалы ток көзі бар тармақталған электр тізбегін есептеу үшін синусоидалы ток тізбегін қолдану аймағын анықтау және әдістерді атап шығу;

- электр тізбегінің тармақтарындағы кешенді кедергілерді анықтау;

- кешенді әдіспен токтарды есептеу үшін эквивалентті сұлбасын салу;

- Кирхгоф заңдарының кешенді түріне теңдеу құру;

- (КТӨ) контурлық токтар әдісі арқылы барлық тармақтағы токтардың кешенді әсерлік мәндерін анықтау;

- (ТПӨ) түйіндік потенциалдар әдісі арқылы барлық тармақтағы токтардың кешенді әсерлік мәндерін анықтау;

- КТӨ және ТПӨ анықталған токтардың мәндерін бір кестеге жазу;

- электр тізбегінің кешенді қуаттар тепе-теңдігін тексеру;

- 3.3 кестеде көрсетілген бір токтың сызбасын салу және барлық тармақтағы анықталған токтардың лездік мәндерін жазу;

- қорытынды: әртүрлі әдіспен анықталған (КТӨ, ТПӨ) электр тізбегіндегі токтардың нәтижелерін салыстыру, активті және реактивті қуаттардың тепе-теңдігі қандай дәлділікте орындалғандағын белгілеу.

3.1 кесте

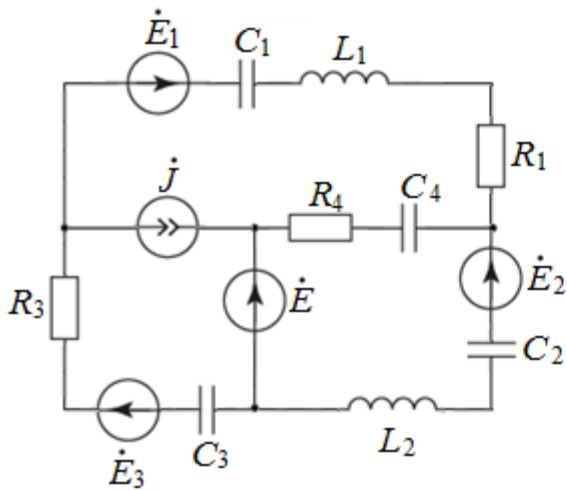
Оқуға түскен жылы	Тегінің бірінші әріпі									
	АӘБВ	ГҒДЕ	ЖЗИ	КҚЛЫ	МНӨ	ОПР	СТУ Ү	ҰФХ Ц	ЧШЩ	ЭЮЯ
Тақ	КҚЛЫ	ОПР	СТУ Ү	ҰФХ Ц	АӘБ В	ГҒД Е	ЖЗИ	МНӨ	ЭЮЯ	ЧШ Щ
сұлба №	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	3.10
$E_1, В$	50	70	55	65	65	50	75	80	70	85
$\psi_{e1}, \text{град}$	60	30	25	45	-60	-30	90	75	60	80
$E_2, В$	90	75	60	55	50	65	60	75	80	65
$\psi_{e2}, \text{град}$	-90	60	90	-30	-60	50	70	-50	-40	90
$X_{L1}, \text{Ом}$	40	40	60	70	40	30	50	20	30	60
$X_{C1}, \text{Ом}$	60	90	30	20	80	50	20	60	70	25
$X_{L2}, \text{Ом}$	90	60	25	50	25	40	30	10	20	60
$X_{C2}, \text{Ом}$	30	10	65	25	55	80	60	50	60	10
$X_{L3}, \text{Ом}$	60	70	45	60	30	60	50	80	60	80
$X_{C3}, \text{Ом}$	20	30	85	25	75	30	70	20	80	40

3.2 кесте

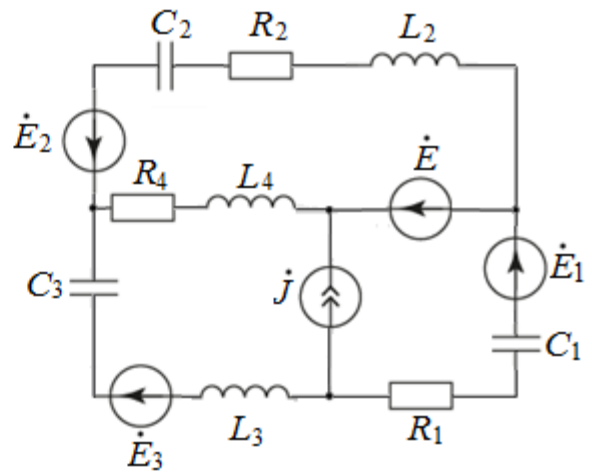
Оқуға түскен жылы	Сынақ кітапшасының соңғы саны									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Тақ	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1
$E_3, В$	70	60	55	75	58	60	70	60	50	88
$\psi_{e3}, \text{град}$	50	30	-55	-45	-40	-90	0	35	50	-70
$R_1, \text{Ом}$	70	90	80	70	80	60	75	65	50	80
$R_2, \text{Ом}$	80	75	60	50	60	75	70	80	68	75
$R_3, \text{Ом}$	50	58	88	75	60	60	55	60	68	90
$R_4, \text{Ом}$	60	80	70	68	65	70	80	90	75	60
$X_{L4}, \text{Ом}$	40	55	50	80	88	50	30	40	70	70
$X_{C4}, \text{Ом}$	80	85	90	40	48	30	70	80	30	30

3.3 кесте

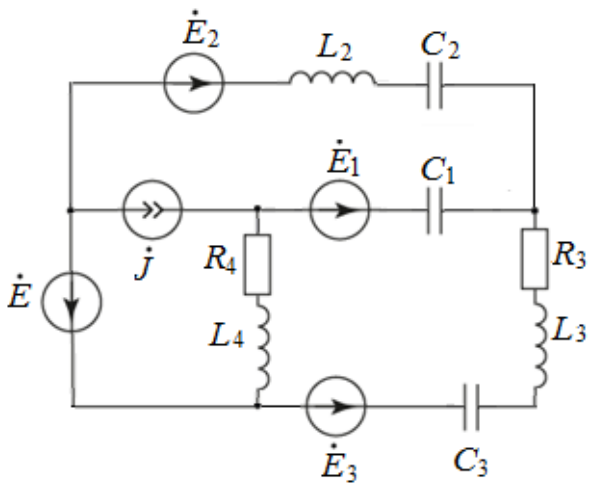
Оқуға түскен жылы	Сынақ кітапшасының соңғы санының алдыңғысы									
	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Жұп	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Тақ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$E, В$	60	70	45	55	68	40	50	65	55	68
$\psi_e, \text{град}$	50	-60	45	65	-30	90	0	-30	60	120
$J, А$	1.5	2.0	2.5	3.0	1.8	3.5	2.2	3.4	2.6	1.6
$\psi_J, \text{град}$	90	-60	-45	30	45	120	60	90	0	-70
Ток сызбасы	$i_1(t)$	$i_2(t)$	$i_3(t)$	$i_4(t)$	$i_1(t)$	$i_2(t)$	$i_4(t)$	$i_3(t)$	$i_1(t)$	$i_3(t)$



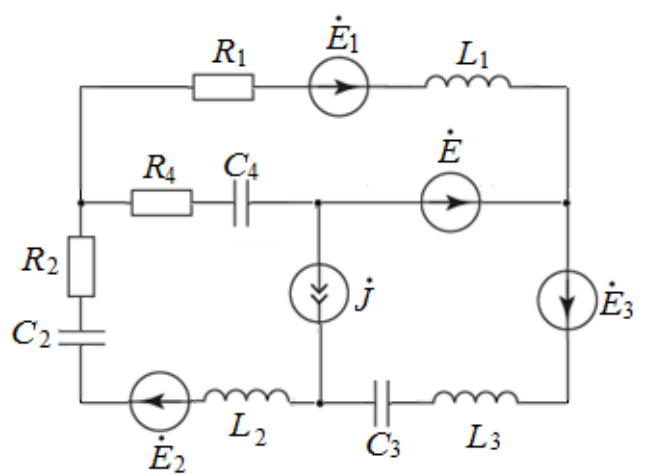
3.1 сурет



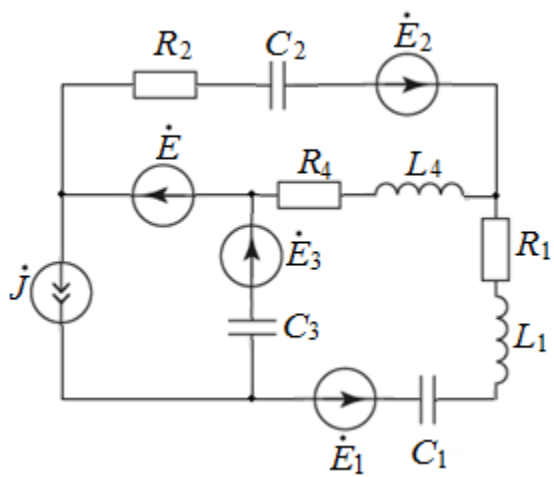
3.2 сурет



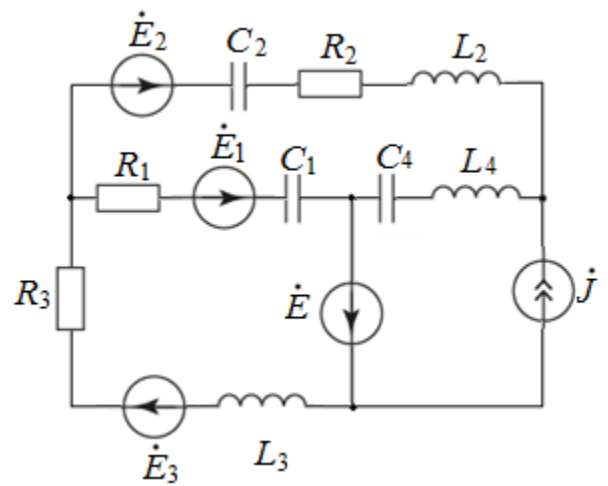
3.3 сурет



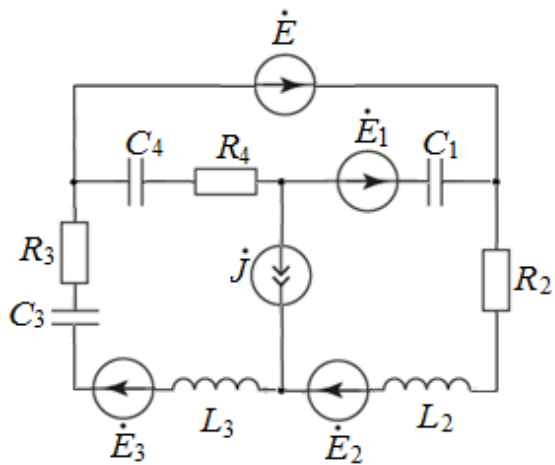
3.4 сурет



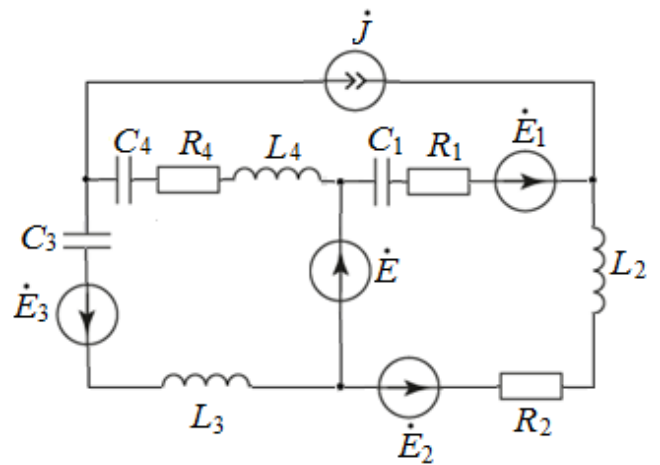
3.5 цыпер



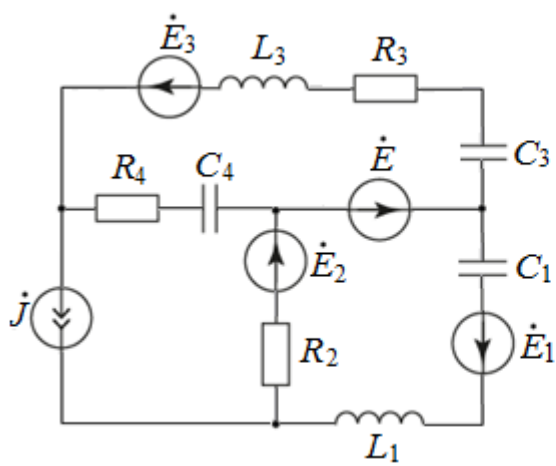
3.6 цыпер



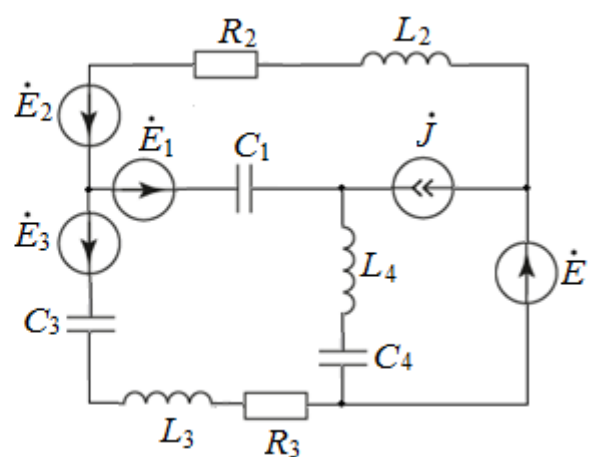
3.7 цыпер



3.8 цыпер



3.9 цыпер

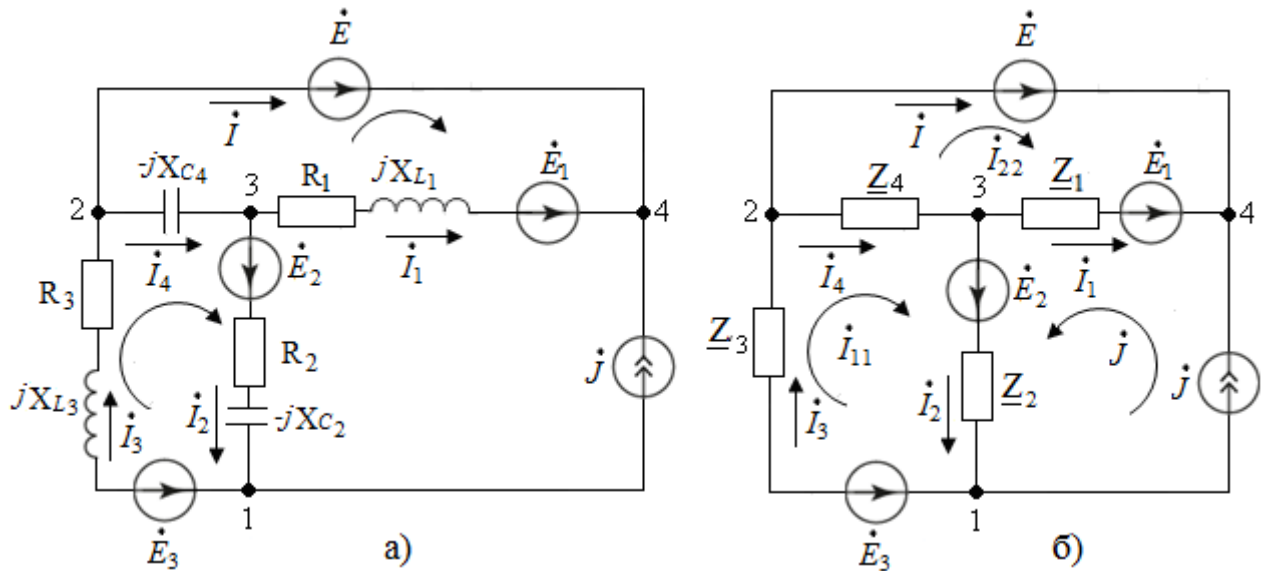


3.10 цыпер

№3 Есептеу – сызба жұмысын орындауға әдістемелік нұсқау.

Синусоидалы ток тізбегін есептеу, тұрақты ток тізбегін есептеуге ұқсас. Тұрақты ток тізбегін есептеу әдістері (КТӘ, ТПӘ және т.б.) синусоидалы ток тізбегін есептеу үшін де қолданылады, тек ЭҚК, кернеу, токтар, кедергі және өткізгіштер тендеуде кешенді түрде жазылады.

Синусоидалы ток тізбегінің кешенді әдіспен есептеу әдістемесін (3.11, а, б сурет) электр тізбегінің мысалында қарастырамыз.



3.11 сурет – Синусоидалы токтың тармақталған электр тізбегінің эквивалентті сұлбасы

Кешенді түрдегі Кирхгоф заңдары.

1, 2, 3 түйіндер үшін Кирхгофтың бірінші заңының кешенді түріне тендеу жазамыз. Сұлбадағы тармақтар үшін кешенді токтың оң мәндерін аламыз. «+» таңбамен алынған токтарды түйінге кірген немесе түйінге қарай бағытталған токтар деп аламыз, ал «-» таңбамен жазылған токтарды түйіннен шыққан, немесе түйіннен кері бағытталған токтар деп қарастырамыз. Кирхгофтың бірінші заңы бойынша N_{13K} , тендеулер санын анықтаймыз

$$N_{13K} = N_y - 1 = 4 - 1 = 3.$$

$$i_2 - i_3 - j = 0; \quad i_3 - i_4 - i = 0; \quad -i_1 - i_2 + i_4 = 0. \quad (3.1)$$

(3.11, а сурет) сұлбаның тармақтарындағы кешенді кедергілерді анықтаймыз:

$$Z_1 = R_1 + jX_{L1}; \quad Z_2 = R_2 - jX_{C2}; \quad Z_3 = R_3 + jX_{L3}; \quad Z_4 = -jX_{C4}.$$

(3.11, б сурет) жаңа эквивалентті сұлбаның суретін саламыз. Тармақта ток көзі болмайтын тәуелсіз контурларды таңдап аламыз. Осы контурлардың айналу бағытын таңдап аламыз. Кирхгофтың екінші заңы бойынша N_{23K}

теңдеулер саны мынаған тең болады: $N_{23K} = N_K - N_T - (N_y - 1) = 6 - 1 - 3 = 2$ (3.11, б сурет).

Кирхгофтың екінші заңына теңдеу жазамыз:

$$\left. \begin{aligned} \underline{Z}_2 \dot{I}_2 + \underline{Z}_3 \dot{I}_3 + \underline{Z}_4 \dot{I}_4 &= \dot{E}_2 - \dot{E}_3 \\ -\underline{Z}_1 \dot{I}_1 - \underline{Z}_4 \dot{I}_4 &= \dot{E} - \dot{E}_1 \end{aligned} \right\} \quad (3.2)$$

Контурлық токтар әдісі.

Бір контурлық токты ток көзі арқылы өтетіндей етіп таңдап аламыз, яғни осы контурдың контурлық тогы J ток көзінің тоғына тең болады, чғни есептің шартында берілген және бұл ток үшін теңдеу жазылмайды. Қалған екі тәуелсіз контурлар үшін оң бағытты таңдап аламыз да (3.11, б сурет) Кирхгофтың екінші заңына сәйкес теңдеу құрамыз:

$$\left. \begin{aligned} \dot{I}_{11}(\underline{Z}_2 + \underline{Z}_3 + \underline{Z}_4) - \dot{I}_{22}\underline{Z}_4 &= -\dot{J}\underline{Z}_2 + \dot{E}_2 - \dot{E}_3 \\ -\dot{I}_{11}\underline{Z}_4 + \dot{I}_{22}(\underline{Z}_1 + \underline{Z}_4) &= -\dot{J}\underline{Z}_1 - \dot{E}_1 + \dot{E} \end{aligned} \right\} \quad (3.3)$$

Сұлбадағы тармақтық токтар контурлық токтардың алгебралық қосындысына тең:

$$\dot{I}_1 = -\dot{I}_{22} - \dot{J}; \quad \dot{I}_2 = \dot{I}_{11} + \dot{J}; \quad \dot{I}_3 = \dot{I}_{11}; \quad \dot{I}_4 = \dot{I}_{11} - \dot{I}_{22}; \quad \dot{I} = \dot{I}_{22}. \quad (3.4)$$

Түйіндік потенциалдар әдісі.

(3.11, а, б суреттер) электр тізбегінің құрамында ЭҚК идеалды ток көзі және нөлдік кедергісі бар тармақтан тұрады, бұл тармақтың өткізгіштігі шексіз үлкен. Сол себепті жоғарыдағы айтылған тармақ байланысып тұрған бір түйіннің нөлге теңестіру қажет. Екінші түйіннің потенциалын нөлге теңестірсек, онда төртінші түйіннің потенциалы E ЭҚКнің өзіне тең болады:

$$\dot{\phi}_2 = 0; \quad \dot{\phi}_4 = \dot{E}. \quad (3.5)$$

Әр тармақтың кешенді өткізгіштігін анықтаймыз:

$$\underline{Y}_1 = \frac{1}{\underline{Z}_1}; \quad \underline{Y}_2 = \frac{1}{\underline{Z}_2}; \quad \underline{Y}_3 = \frac{1}{\underline{Z}_3}; \quad \underline{Y}_4 = \frac{1}{\underline{Z}_4}. \quad (3.6)$$

1 және 3 түйіндер үшін түйіндік потенциалдар әдісіне теңдеу құрамыз:

$$\left. \begin{aligned} \dot{\phi}_1(\underline{Y}_2 + \underline{Y}_3) - \dot{\phi}_3 \underline{Y}_2 &= \dot{E}_3 \underline{Y}_3 + \dot{E}_2 \underline{Y}_2 - \dot{J} \\ -\dot{\phi}_1 \underline{Y}_2 + \dot{\phi}_3(\underline{Y}_1 + \underline{Y}_2 + \underline{Y}_4) &= \dot{E} \underline{Y}_1 - \dot{E}_1 \underline{Y}_1 - \dot{E}_2 \underline{Y}_2 \end{aligned} \right\} \quad (3.7)$$

(3.7) теңдеулер жүйесін шеше отырып, φ_1 және φ_3 потенциалдарын анықтаймыз. Ом заңы ақылы тармақтағы кешенді токтардың мәндерін анықтаймыз, ЭҚК идеалды ток көзі және нөлдік кедергісі бар тармақтың тогын Кирхгофтың бірінші заңы арқылы табамыз:

$$\begin{aligned} \dot{I}_1 &= \frac{\dot{\varphi}_3 - \dot{\varphi}_4 + \dot{E}_1}{\underline{Z}_1} = \frac{\dot{\varphi}_3 - \dot{E} + \dot{E}_1}{\underline{Z}_1}; & \dot{I}_2 &= \frac{\dot{\varphi}_3 - \dot{\varphi}_1 + \dot{E}_2}{\underline{Z}_2}; \\ \dot{I}_3 &= \frac{\dot{\varphi}_1 - \dot{\varphi}_2 - \dot{E}_3}{\underline{Z}_3} = \frac{\dot{\varphi}_1 - \dot{E}_3}{\underline{Z}_3}; & \dot{I}_4 &= \frac{\dot{\varphi}_2 - \dot{\varphi}_3}{\underline{Z}_4}; & \dot{I} &= \dot{I}_3 - \dot{I}_4. \end{aligned} \quad (3.8)$$

Кешенді қуаттар тепе - теңдігі.

(3.11, б сурет) сұлба үшін кешенді қуаттар тепе- теңдігінің теңдеуін жазамыз:

$$\begin{aligned} \sum \tilde{S}_K &= \sum \tilde{S}_J, \\ \sum \tilde{S}_K &= \sum (\dot{E} I^* + \dot{E}_1 I_1^* + \dot{E}_2 I_2^* - \dot{E}_3 I_3^* + \dot{U}_{41} J^*), \\ \sum \tilde{S}_J &= \sum (I_1^2 \underline{Z}_1 + I_2^2 \underline{Z}_2 + I_3^2 \underline{Z}_3 + I_4^2 \underline{Z}_4). \end{aligned} \quad (3.9)$$

Бақылау сұрақтары.

1. Сұлбаның тармақтарының кешенді кедергілері қалай жазылады?
2. Кирхгофтың бірінші заңының кешенді түрін жазу.
3. Кирхгофтың екінші заңының кешенді түрін жазу.
4. Сұлбадан ток көзі бар тәуелсіз контурды қалай таңдап алады?
5. Ток көзі бар сұлба үшін контурлық токтың кешенді түріне теңдеу құру?
6. Тармақта ЭҚК көзі мен нөлдік кедергісі бар сұлба үшін, түйіндік потенциалдар әдісінің кешенді потенциалдарын анықтау үшін теңдеу құру?
7. Кешенді қуаттар тепе-теңдігінің теңдеуін жазу.
8. Электр тізбегінің энергия көздерінің кешенді қуаттарының қосындысын қалай анықтауға болады?
9. Электр тізбегінің қабылдағышындағы кешенді қуаттардың қосындысын қалай анықтауға болады?

4 Есептеу – сызба жұмыстарын безендіру және орындау талаптары

1. Есептеу – сызба жұмысының құрамы:

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

2. Тапсырма мәтінінде өз нұсқасы үшін сандық мәндері және суреттері болуы тиіс.

3. Есептеу – сызба жұмысының әр бөлімінің атауы болуы қажет.

4. Есептеу – сызба жұмысының орындау да қолжазба немесе компьютерде Times New Roman кегль 14 шрифті арқылы терілуі тиіс. Мәтін А4 форматты қағазының бір жақ бетіне ғана жазылады. Беттің төрт жақ қабырғасынан арнайы келтірілген аралықтарды қалтыру керек:, 25 мм- сол жағы, 18 мм- оң жағы, 20 мм- жоғарғы жақ бөлігі, 25 мм- төменгі жақ бөлігі.

5. Алғашқы беттен бастап барлық беттердің нөмірі болуы тиіс. Нөмір беттің төменгі жақ бөлігінің ортасында нүктесіз жазылады.

6. Есептер түсіндірме жоолымен жазылуы керек. Тек есептеу жолы мен қорытынды нәтижесін жазуға болмайды. Егер жұмыстың есептелуі және түсіндірмесі қысқартылған болса, ол жұмыс қорғауға жіберілмей студенттің өзіне толықтырылуы үшін қайтарылады.

7. Суреттер, сызбалар сондай-ақ сұлбалар нөмірленген және ұқыпты орындалуы керек.

8. Сызбада міндетті түрде бейненің шамасының атауы және өлшем бірлігі көрсетілуі қажет. Диаграммаға немесе сызбаға пайдалануға ыңғайлы етіп, масштаб таңдап алу керек. Таңдап алынған масштабқа байланысты сызбаның немесе диаграммалардың шкалалары жазылады.

9. Белгілі бір өлшемі бар шамаларды соңғы қорытындының өлшем бірліктеріне сәйкес жазу қажет. Барлық электрлік шамалардың белгіленуі МСС сәйкес болуы тиіс.

10. Кіріспе негізінде осы бөлімді меңгергендігі қажет.

11. Есептеу – сызба жұмысын силлабустағы көрсетілген уақытқа дейін, тексеруге өткізілуі тиіс. Егер студент жұмысты өткізу уақытынан кешіктірген жағдайда, жұмысқа қойылатын қортынды бағасы төмендетіледі.

А қосымшасы
есептеу-сызба жұмысының алғашқы бетінің үлгісі

«АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ»
Коммерциалды емес акционерлік қоғамы

_____Кафедрасы

№__ ЕСЕПТЕУ- СЫЗБА ЖҰМЫСЫ

Пәні бойынша _____

Тақырыбы _____

Мамандығы _____

Орындаған _____ Топ _____
(Аты-жөні)

Қабылдаған _____
(аты-жөні лауазымы, дәрежесі)

_____ « ____ » _____ 20__ ж.
(бағасы) (қолы)

Алматы 20__ ж.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Основы теорий цепей. Бакалов В.П. - М.: «Горячая линия-Телеком, 2013.- 592 с.: ил.
- 2 Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи: Учебник для бакалавров /Л.А. Бессонов. – 11-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2013. – 701 с.: ил.
- 3 Жолдыбаева З.И., Зуслина Е.Х. Теория электрических цепей 1. Примеры расчета установившихся процессов в линейных электрических цепях: Учебное пособие. – Алматы: АУЭС, 2009. – 93 с.: ил.
- 4 Жолдыбаева З.И., Зуслина Е.Х. Теория электрических цепей. Основы теории цепей: Конспект лекций. (для специальностей: 5В070300 – Информационные системы). – Алматы: АУЭС, 2016. - 73 с.: ил.
- 5 Жолдыбаева З.И., Зуслина Е.Х. Применение MathCad в теории электрических цепей: Учебное пособие. – Алматы: АУЭС, 2012. – 86 с.: ил.
- 6 Основы теории цепей: Учебник для вузов /Г.В.Зевеке и др. - М.: Энергоатомиздат, 1989. – 528 с.: ил.
- 7 Шебес М.Р., Каблукова М.В. Задачник теории линейных электрических цепей: Учебное пособие для Вузов. - М.: ВШ, 1990. - 544 с.: ил.

Мазмұны

Кіріспе	3
1 Есептеу - сызба жұмысы №1. Тұрақты токтың сызықты электр тізбегін есептеу.....	4
2 Есептеу - сызба жұмысы № 2. Аралас байланысқан элементтердің синусоидалы электр тізбегін есептеу.....	10
3 Есептеу – сызба жұмысы №3. Синусоидалы ток көздері бар тармақталған электр тізбегін есептеу.....	14
4 Есептеу – сызба жұмыстарын безендіру және орындау талаптары.....	21
А қосымшасы.....	23
Әдебиеттер тізімі.....	24

Зухра Исламовна Жолдыбаева
Екатерина Хаскелевна Зуслина
Гулдана Кашкинбаевна Смагулова

ЭЛЕКТР ТІЗБЕКТЕРІНІҢ ТЕОРИЯСЫ

№ 1-3 есептеу-графикалық жұмыстарға арналған әдістемелік нұсқаулар мен тапсырмалар. 5B070300 –Ақпараттық жүйелер мамандығы үшін.

Редакторы Ж.Н. Изтелеуова
Стандарттау маманы Г. И. Мухаметсариева

Басылуға қол қойылды «___» _____
Таралымы 50 дана.
көлемі 1.44 оқу баспасы.

Формат 60x84 1/16
Баспаханалық қағаз №1
Тапсырыс ___. Баға 720 теңге.

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