



**Коммерциялық емес
акционерлік
қоғам**

**АЛМАТЫ
ЭНЕРГЕТИКА
ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС
УНИВЕРСИТЕТІ**

Электротехниканың
теориялық негіздері
кафедрасы

ЭЛЕКТРОТЕХНИКАНЫҢ ТЕОРИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ 1

5B071800 - Электр энергетикасы мамандығының студенттері үшін
№ 1-3 есептік - сызбалы жұмыстарға арналған әдістемелік нұсқаулар мен
тапсырмалар

Алматы 2016

Құрастырушылар: М.М. Аршидинов, Л.П. Болдырева. ЭТН-1. СЫЗЫҚТЫ электр тізбектеріндегі қалыптасқан режімдерді есептеу. № 1-3 есептеу-графикалық жұмыстарды орындауға арналған әдістемелік нұсқаулар мен тапсырмалар- (5В071800-Электрэнергетика мамандығының студенттері үшін) Алматы: АЭЖБУ, 2016.-16 б.

ЭТН курсының «Тұрақты токтың сызықты электр тізбектері», «Бір фазалы синусоидалы токтың тізбектері», «Статикалық жүктемелі үш фазалық ток тізбегінің симметриялы және симметриялы емес режімдерін есептеу», тақырыптары бойынша есептеу-графикалық жұмыстарды орындауға арналған тапсырмалар мен әдістемелік нұсқаулар келтірілген. Есептеу-графикалық жұмыстар «Электротехника» бағыты бойынша оқитын екінші курс студенттеріне арналған.

Без. 32, кесте. 9, библиогр.- 8 атау.

Пікір жазған: доц. Ғали К.О.

«Алматы энергетика және байланыс университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғам 2016 жылғы жоспары бойынша басылады.

©Алматы энергетика және байланыс университеті КЕАҚ, 2016ж.

Мазмұны

1 ЕГЖ-ны орындау мен безендіруге арналған әдістемелік нұсқаулар	4
2 Тапсырма №1. Тұрақты токтың тармақталған сызықты тізбектерін есептеу	5
3 Тапсырма №2. Бір фазалы синусоидалы токтың тармақталған электр тізбектерін есептеу	10
4 Тапсырма №3. Статикалық жүктемелі үш фазалық ток тізбегінің симметриялы және симметриялы емес режимдерін есептеу	13
Әдебиеттер тізімі	16

1 ЕГЖ-ны орындау мен безендіруге арналған әдістемелік нұсқаулар

«Электртехниканың теориялық негіздері» (ЭТН) курсы оқығанда есептеу-графикалық жұмыстар (ЕГЖ) оның маңызды компоненті. ЕГЖ-н орындау студентке теориялық жағдайларды практикалық есептеу жасағанда қолдануға, электр тізбегін өз бетінше талдап үйренуге, ал олар ЭТН курсы жақсы меңгеруге көмектеседі.

Ұсынылып отырған әдістемелік құралда 3-семестрде оқылатын ЭТН-нің негізгі бөлімдерінің үш ЕГЖ-на тапсырмалар мен нұсқаулар бар. № 1 ЕГЖ тұрақты токтың тарамдалған сызықты электр тізбегінің негізгі әдістерін қолдана отырып, есептеуге арналған. № 2 және №3 ЕГЖ-да үш фазалық ток тізбегінің симметриялы және симметриялы емес режимдерін есептеу.

Есептеу-графикалық жұмыстарын орындағанда мына шарттар орындалуы керек:

- өз нұсқасын таңдап алуы керек, тапсырманың тексін ЕГЖ-ның түсініктемесіндегідей қысқартусыз көшіріп жазылуы керек;

- ЕГЖ-ның әр кезеңіне атау беру керек, жұмысты қағаздың бір жақ бетіне орындау керек;

- түсініктемеде есептеу формулалары мен соңғы нәтижесін ғана емес, сонымен бірге оларды тексеруге мүмкіндік беретін арасындағы есептеулерді де көрсету керек;

- титулды бетте студенттің аты-жөні, тобы және нұсқасы көрсетілуі керек;

- анықталған өлшемдері бар параметрлер үшін сәйкес есептеу бірлігін жазу керек, комплекстің үстіне нүкте қою қажет;

- түйіндердің, параметрлердің, резисторлардың, индуктивтіктердің, сыйымдылықтардың аттарын, токтың және кернеудің оң бағыттарын өзгертпеу керек;

- лездік шамалардың қисығы, векторлық, топографиялық, шеңберлік диаграммалар қосымша жабыстырылған миллиметрлік немесе торлы қағазда орындау керек;

- графикте көрсетілген шамалардың аттарын жазу керек. Масштабты графикпен немесе диаграммамен жұмыс істеу ыңғайлы болатындай етіп таңдау керек. Түсініктемеде сұлбаларды сызғыш, циркульдi қолдана отырып, қарындашпен орындау керек;

- қолданылған әдебиеттің тізімін келтіру керек.

2 Тапсырма №1. Тұрақты токтың тармақталған сызықты тізбегін есептеу

2.1-2.3 - кестелерінде және 2.1-2.20 суреттерінде берілген электр тізбектері үшін келесі тапсырмаларды орындау керек:

- а) Кирхгоф заңдары бойынша теңдеу жүйесін құр;
- б) контурлық токтар және түйіндік потенциалдар әдістерімен барлық тармақтарда токты есептеп, екі әдіспен есептелген жауаптарды салыстырып, есептеу қателігін анықтау керек;
- в) активті қосполюстілік (эквивалентті генератор) әдісі арқылы 2.3 - кестесінде берілген бір токты есептеу;
- г) қуаттардың баланс теңдігін құрып, қандай дәлдікпен орындалатындықтарын тексеру.

Әдістемелік нұсқаулар:

- а) контурлық токтар және түйіндік потенциалдар әдістерімен есептегенде, ток көзін оған балама ЭҚК көзімен ауыстыру керек;
- б) түйінді потенциалдар әдісімен есептегенде, кедергісі нөлге тең тармаққа жанасқан бір түйінді жерге қосу керек, сонда екінші түйіннің потенциалы сәйкес таңбамен алынған осы тармақтың ЭҚК-іне тең болады.

2.1 кесте

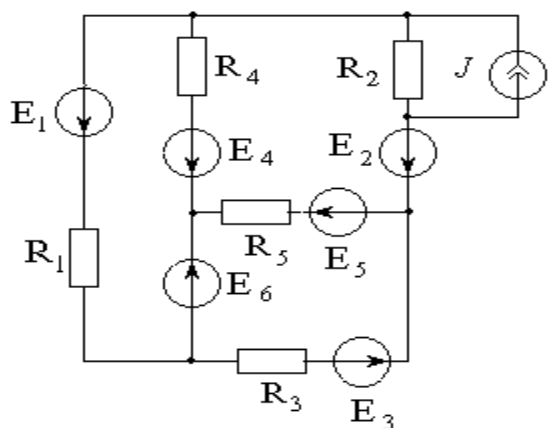
Түскен жылы	Сынақ кітапшаның соңғы саны									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Тақ суреттің №	2.11	2.12	2.13	2.14	2.15	2.16	2.17	2.18	2.19	2.20
Жұп суреттің №	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	2.10
$E_1, В$	100	0	0	200	180	0	0	0	250	0
$E_2, В$	0	180	250	150	0	150	0	180	200	150
$E_3, В$	120	0	150	0	200	120	100	250	100	0
$E_4, В$	250	140	0	0	250	200	150	200	0	250
$E_5, В$	0	250	100	250	0	0	200	0	0	130
$E_6, В$	200	100	200	170	150	180	220	150	200	100

2.2 кесте

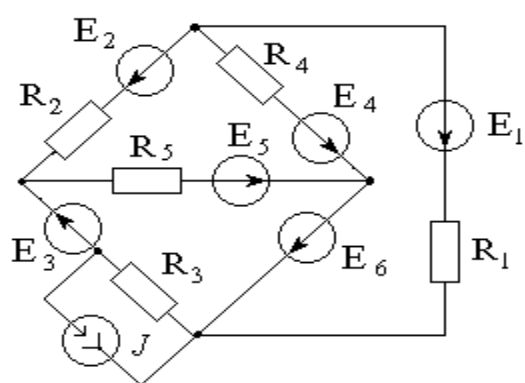
Түскен жылы	Сынақ кітапшаның соңғы санының алдындағы саны										
	тақ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
жұп	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	
$R_1, \text{ Ом}$	70	80	60	30	20	70	60	90	30	70	
$R_2, \text{ Ом}$	30	40	20	80	50	80	50	70	60	50	
$R_3, \text{ Ом}$	90	60	50	40	70	40	80	60	80	60	
$R_4, \text{ Ом}$	40	40	70	90	30	90	20	30	20	40	
$R_5, \text{ Ом}$	60	90	90	60	40	20	60	50	50	20	

2.3 кесте

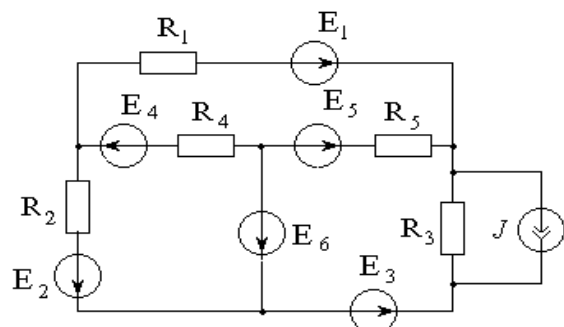
Түскен жылы	Тегінің бірінші әрпі				
	ЕАЖНУ	МБОЗФЫ	ВИПХЦТ	ГКРЭЦЯ	ДЛСЮЧШ
жұп	ВИПХЦТ	ЕАЖНУ	ДЛСЮЧШ	МБОЗФЫ	ГКРЭЦЯ
$J, \text{ А}$	5	3	2	6	4
Токты есептеуі	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5



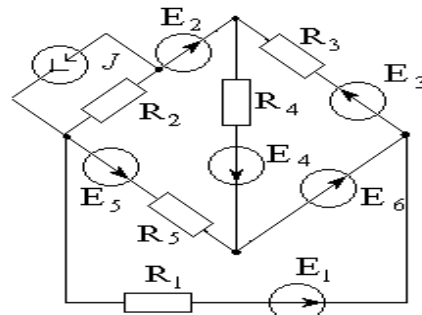
2.1 сурет



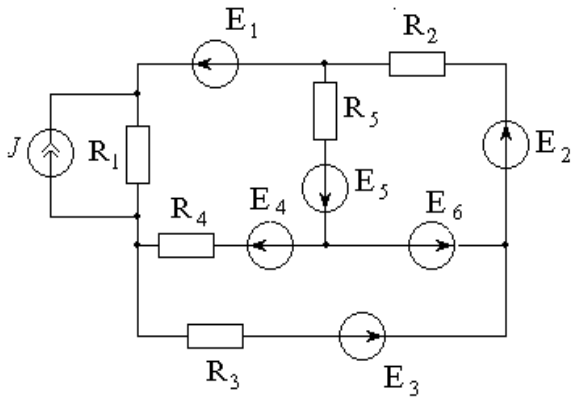
2.2 сурет



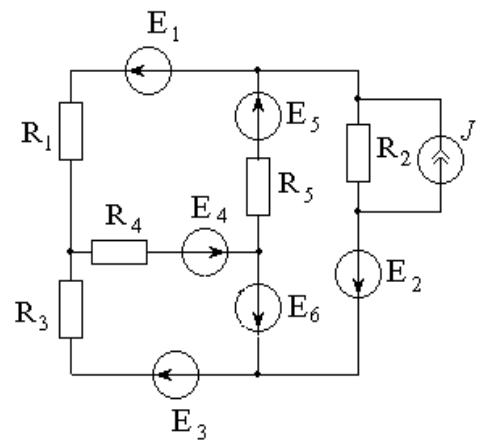
2.3 сурет



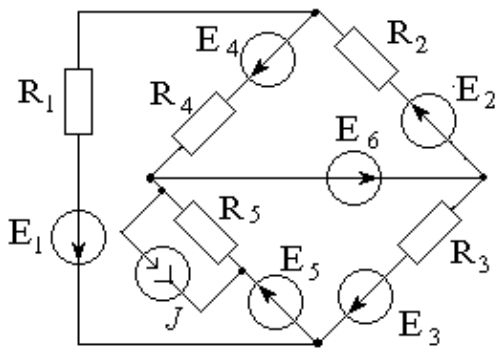
2.4 сурет



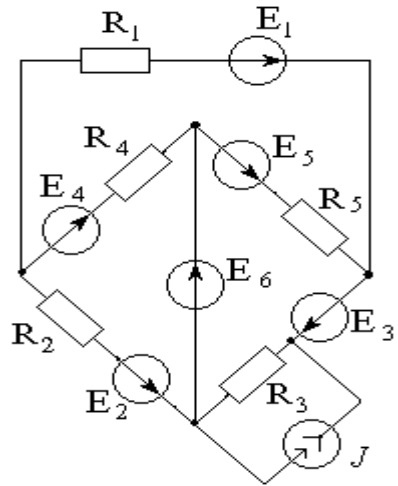
2.5 цыпет



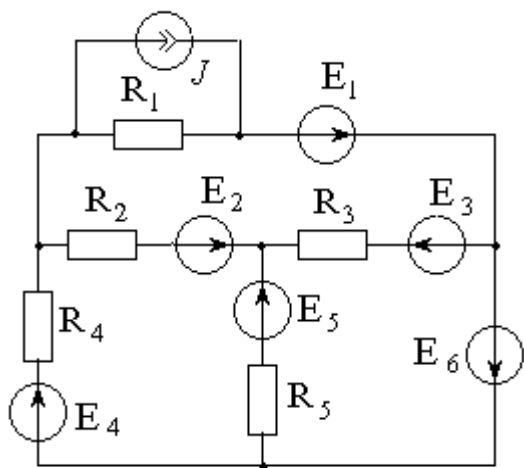
2.6 цыпет



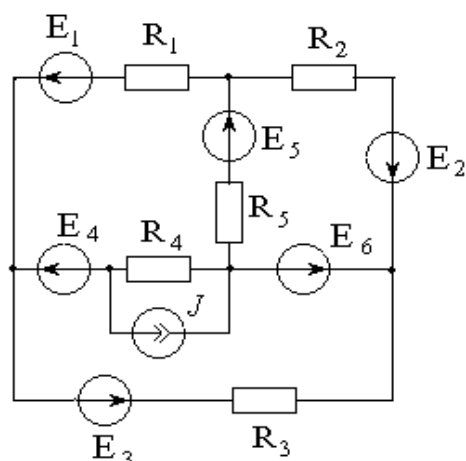
2.7 цыпет



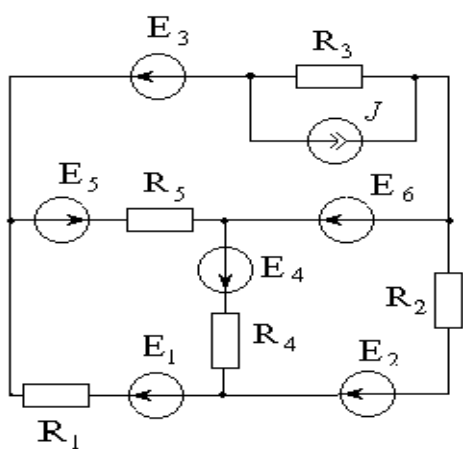
2.8 цыпет



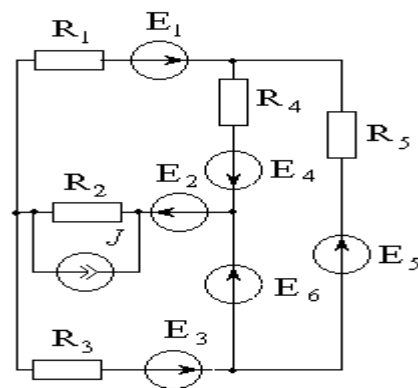
2.9 цыпер



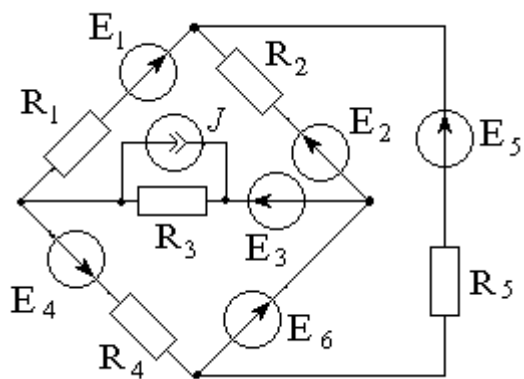
2.10 цыпер



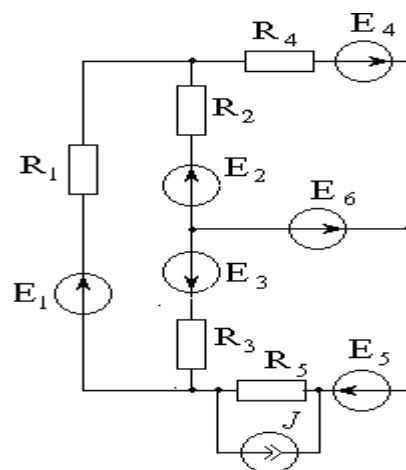
2.11 цыпер



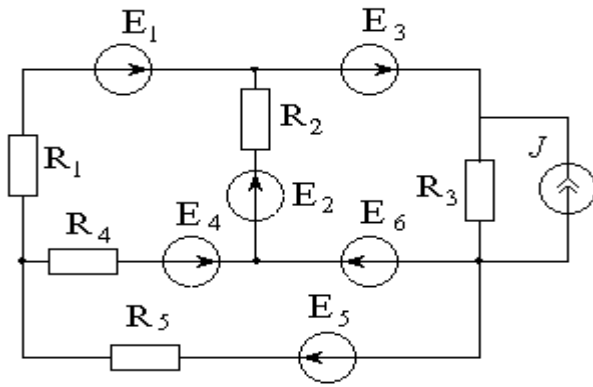
2.12 цыпер



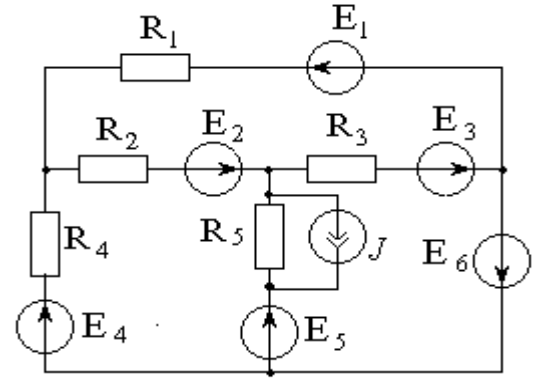
2.13 цыпер



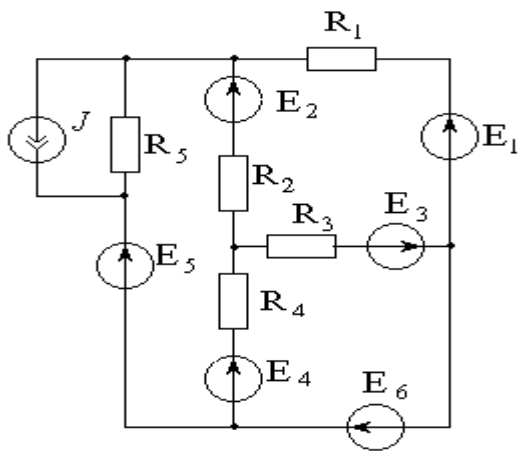
2.14 цыпер



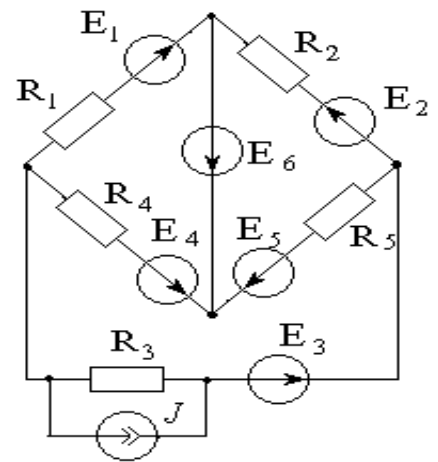
2.15 сурет



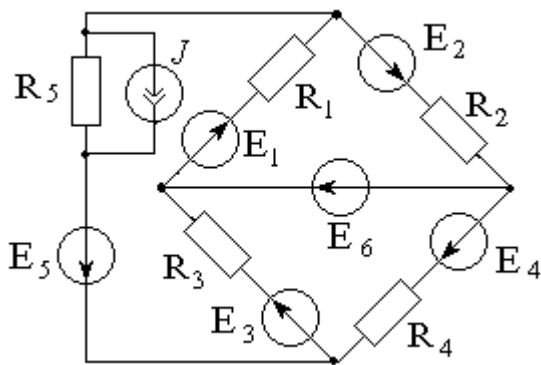
2.16 сурет



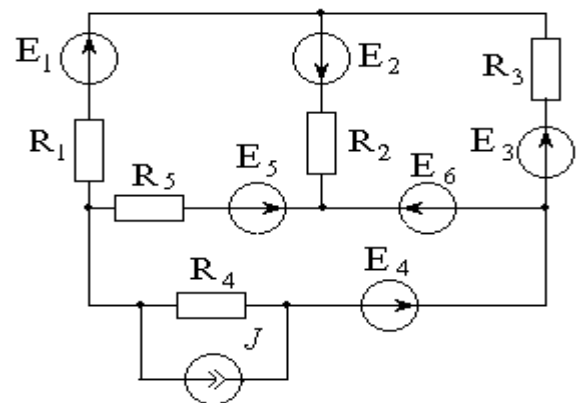
2.17 сурет



2.18 сурет



2.19 сурет



2.20 сурет

3 Тапсырма №2. Бір фазалы синусоидалы токтың тармақталған электр тізбегін есептеу

3.1-3.10 - суреттеріндегі тармақталған электр тізбектері үшін мына тапсырмаларды орындау керек:

а) токтың және кернеудің лездік мәндері үшін және комплекстік шамалар үшін Кирхгоф заңдары бойынша теңдеу жүйесін құру керек;

б) барлық тармақтарда токтың кешендік әрекет мәндерін екі әдіспен: контурлық токтар әдісімен және түйіндік потенциалдар әдісімен есептеу керек;

в) тізбектегі қуаттар балансы теңдеуін құрып, оның орындалу дәлдігін тексеру керек;

г) токтың векторлық диаграммасымен бірге топографиялық диаграммасын сыз;

д) орауыштардың өзара индуктивтіктерін ескере отырып, Кирхгоф заңдары бойынша кешендік түрде теңдеу жүйесін құр.

Әдістемелік нұсқаулар:

а) контурлық токтар және түйіндік потенциалдар әдістерімен есептегенде сұлбаны пассивті элементтері бар екі параллель тармақтарды бір баламалыға ауыстыру арқылы ықшамдауға болады;

б) қуаттар балансын кешендік, активтік және реактивтік қуаттар үшін құруға болады. Толық қуаттар үшін баланс теңдеуі құрылмайды;

в) топографиялық диаграмманы құрғанда потенциалы нөлге тең нүктені кешенді координата жазықтығының бас нүктесіне орналастыру керек және осы нүктеден токтардың векторларын салу керек;

г) 3.1-3.10 - суреттерінде индуктивті орауыштардың бір атты қысқыштарын нүктемен көрсету керек.

3.1 кесте

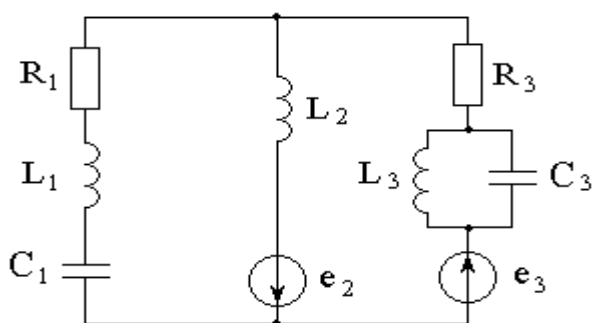
Түскен жылы	Сынақ кітапшаның соңғы саны									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
жұп суреттің №	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	3.10
тақ суреттің №	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
$E_1, В$	70	60	75	100	50	45	50	80	40	80
$\psi_{e_1}, \text{град.}$	30	90	45	45	0	0	30	0	60	30
$E_2, В$	35	40	50	65	40	20	60	100	75	30
$\psi_{e_2}, \text{град.}$	0	30	-90	0	-45	45	0	90	0	0
$E_3, В$	30	55	70	70	65	40	30	90	60	50
$\psi_{e_3}, \text{град.}$	-90	0	0	-90	30	30	-45	60	30	45

3.2 кесте

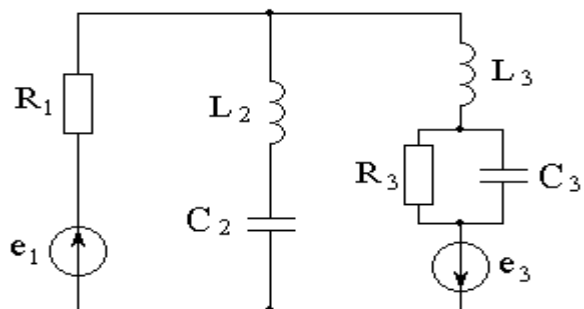
Түскен жылы	Сынақ кітапшаның соңғы санының алдындағы саны										
	жүп	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
тақ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	
$R_1, \text{ Ом}$	15	16	8	25	45	15	12	15	50	15	
$X_{L_1}, \text{ Ом}$	10	25	8	40	30	40	15	10	35	10	
$X_{C_1}, \text{ Ом}$	20	10	7	20	40	20	30	8	40	20	
$R_2, \text{ Ом}$	18	45	18	8	30	18	15	18	18	15	
$X_{L_2}, \text{ Ом}$	15	15	10	10	25	20	10	10	25	8	
$X_{C_2}, \text{ Ом}$	30	10	6	12	15	25	5	15	12	6	

3.3 кесте

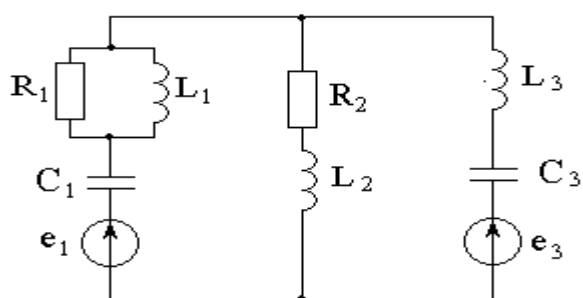
Түскен жылы	Тегінің бірінші әрпі									
	БЛ Ц	КХ	ВМ Ч	ГН Ш	ДО Щ	ЕПР	ЖС З	ТЭ И	УЮ Ф	АЯ
тақ	ГН Ш	ДО Щ	ЕП Р	ЖСЗ	ТЭИ	УЮ Ф	АЯ	БЛ Ц	КХ	ВМ Ч
$R_3, \text{ Ом}$	20	25	18	16	20	35	15	20	10	35
$X_{L_3}, \text{ Ом}$	9	10	6	20	10	15	12	10	8	10
$X_{C_3}, \text{ Ом}$	12	20	10	15	8	30	20	15	6	20



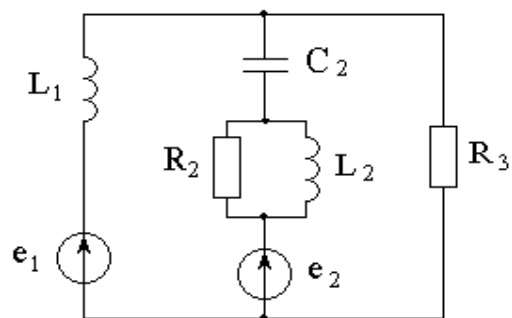
3.1 сурет



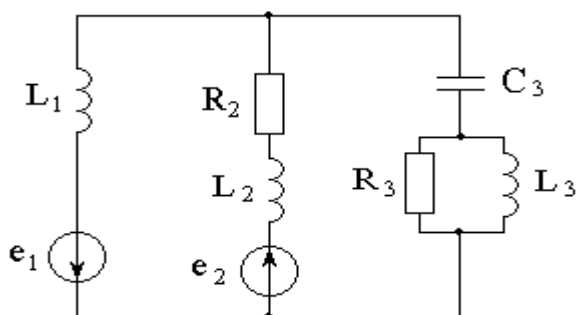
3.2 сурет



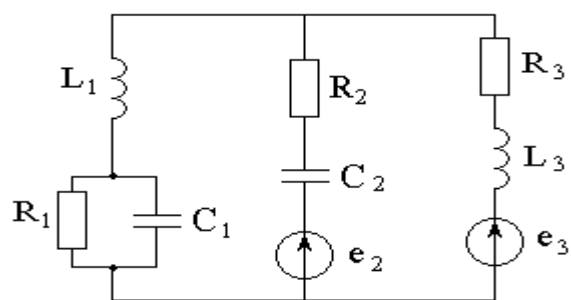
3.3 cyper



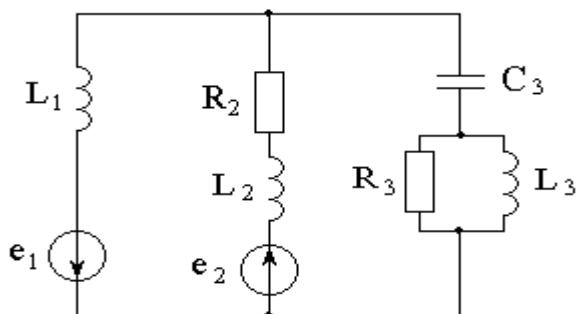
3.4 cyper



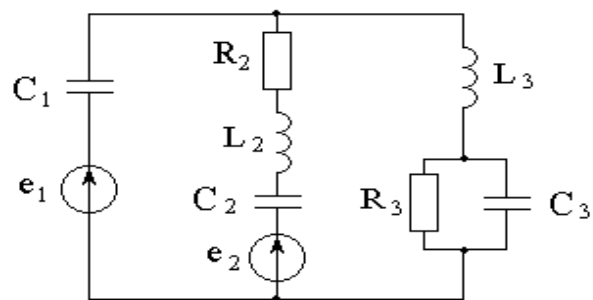
3.5 cyper



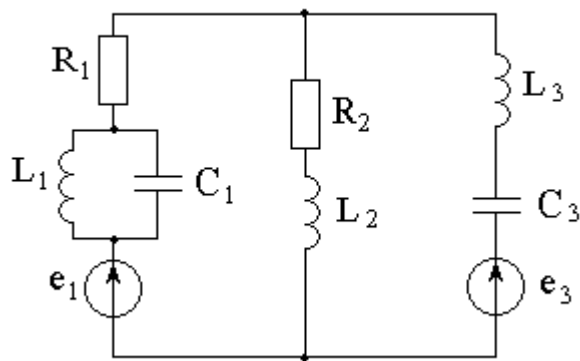
3.6 cyper



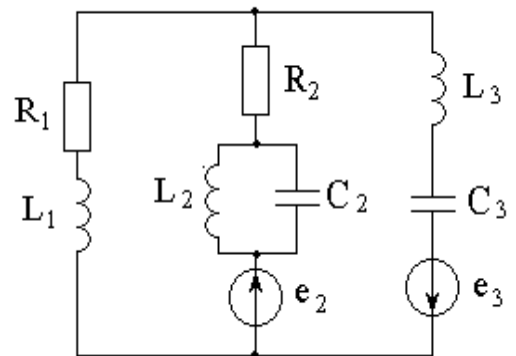
3.7 cyper



3.8 cyper



3.9 сурет



3.10 сурет

4 Тапсырма №3. Статикалық жүктемелі үш фазалық ток тізбегінің симметриялы және симметриялы емес режимдерін есептеу

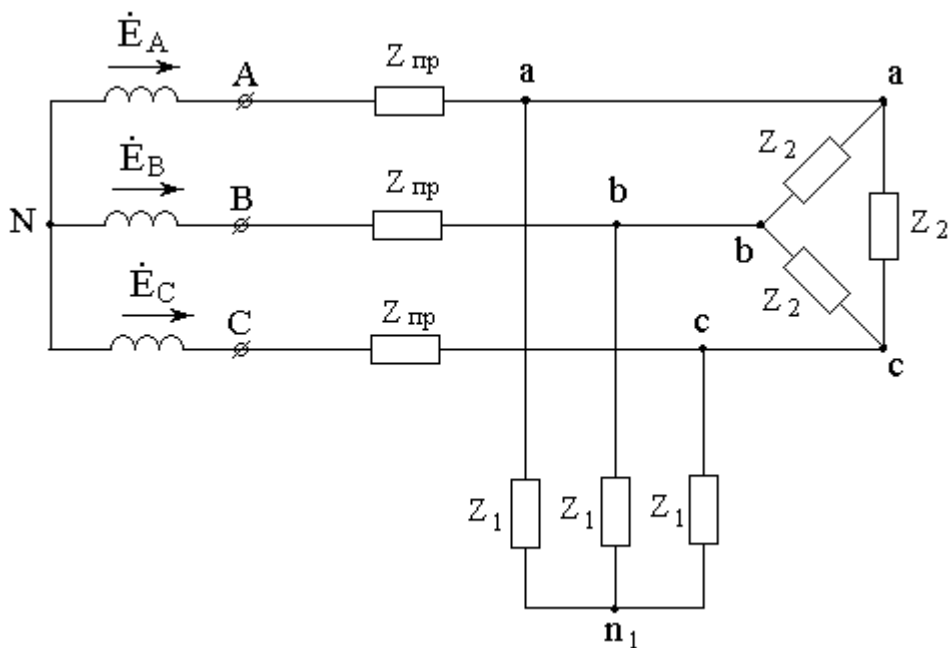
Фазалық ЭҚК-і E_Φ , әр сымының кедергісі Z_{np} болатын үш фазалық симметриялық генераторға фазалық кедергілері Z_1 -мен жұлдызша жалғанған, ал фазалық кедергі Z_2 -мен үшбұрышты жалғанған екі симметриялық қабылдағыш қосылған (4.1 сурет). Генератордың фазалық ЭҚК мәндері және тізбектің параметрлері 4.1, 4.2, 4.3 кестелерінде келтірілген.

Келесі тапсырмаларды орында:

а) сұлбада (4.1 сурет) бүкіл үш фазалық тізбектің активті қуатын есептеу үшін екі ваттметр қосу;

б) берілген вариантқа сәйкес есепте: жүйенің сымдарындағы және қабылдағыштардың фазаларындағы тоқтарды; қабылдағыштардың фазалық кернеулерін; ваттметрлердің көрсетулерін және активті, реактивті, толық қуаттарды; үш фазалық тізбектің үш жұмыс режимі үшін векторлық диаграмма құр:

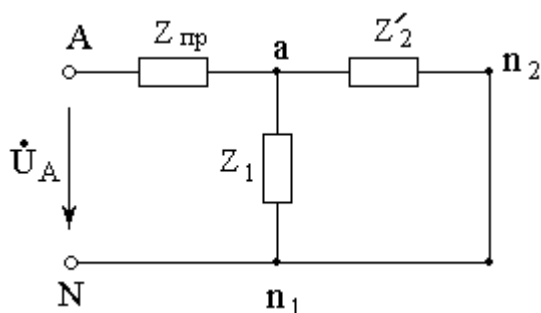
- симметриялық режим;
- жүйе сымының біреуі үзілгенде немесе қабылдағыштың бір фазасы үзілгенде.



4.1 сурет

Әдістемелік нұсқаулар:

Үш фазалық тізбектің симметриялық ережесін есептеу үшін қабылдағыштың Z_2 кедергімен үшбұрышты жалғасуын оған эквивалентті жұлдызша жалғасуға ауыстырады. Симметриялық ережеде барлық бейтарап нүктелердің потенциалдары бірдей болады, оларды кедергісіз сыммен жалғауға болады. Егер сұлбадан В және С фазаларын алып тастаса, А фазасының ережесі өзгермейді. Сонда А фазасында токты есептеу үшін бір фазалық сұлбаны аламыз (4.2 сурет, мұндағы Z_2 -эквивалентті жұлдызшаның кедергісі).



4.2 сурет

В және С фазаларында сәйкес токтардың шамасы А фазасындағыдай, бірақ А фазасындағы токтарға қарағанда фаза бойынша ± 120 градусқа бұрылған.

Үш фазалық токтың симметриялық емес ережелерінің (жүйеде сым үзілген немесе үшбұрышты қабылдағыштың бір фазасы үзілген) Z_1 кедергісімен жұлдызша қосылған қабылдағышты оған эквивалент, тармақтардың кедергісі Z_2 үшбұрыштың тармақтарына параллель үшбұрышқа

өзгерту керек. Содан соң үшбұрыштардың әрбір тармақтарын бір тармаққа ауыстыру керек, сонда біз эквивалентті үшбұрышты сұлбаны аламыз.

4.1 кесте

Түскен жылы	Аты-жөнінің бірінші әрпі									
	АЯ	УЮ Ф	КХ	БЛ Ц	ВМЧ	ТЭИ	ЖС З	ДО Щ	ЕПР	ГН Ш
Жұп	ФЕУ	ЦБ Х	ГЧВ	ЩД Ш	МЛ К	ПОН	ЖС Р	ТЗ	АИЭ	ЯЮ
E_{ϕ}, B	220	120	180	127	120	220	160	200	100	380
$Z_{np}, Ом$	2+j2	1+j2	0,5+j2	1+j1	1+j2,5	2+j2,5	2+j3	0,5+j1	0,4+j1	1+j1,5

4.2 кесте

Түскен жылы	Сынақ кітапшасының соңғы 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
$Z_1, Ом$	60- j20	70+ j30	50- j40	100+ j50	90- j60	100- j50	70- j100	60+ j80	80- j110	100+ j70
Кесіндінің үзілуі	--	А	--	В	--	С	--	В	--	С

4.3 кесте

Түскен жылы	Сынақ кітапшасының соңғы санының алдындағы сан									
	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
$Z_2, Ом$	70+ j80	60- j90	80+ j80	90- j50	40+ j90	30- j60	100- j80	120+ j70	90+ j40	80- j50
Фазаның үзілуі	--	ав	--	вс	--	са	--	аn ₁	--	вn ₁

Әдебиеттер тізімі

- 1 Попов В.П. Основы теории цепей [Текст]: учебник рек. МОиН РФ.- 7-е изд., перераб.и доп.- М.: Высш.шк., 2013.- 696 с.- (CD, Бакалавр.Базовый курс).
- 2 Бессонов, А. Теоретические основы электротехники.Электромагнитное поле [Текст]: учебник для бакалавров / А. Бессонов; доп. МО РФ.- 11-е изд.- М.: Юрайт, 2012.- 320 с.- (Бакалавр).
- 3 Гальперин М.В.. Электротехника и электроника [Текст]: учебник доп. МОиН РФ.- М.: ФОРУМ-ИНФРА-М, 2010.- 480 с.
- 4 Аршидинов М.М., Амиров Ж.Қ. Электротехниенің теориялық негіздері 4 (Дәріс жинағы). – Алматы: АЭЖБИ, 2010.
- 5 Демирчян К.С., Нейман Л.Р., Коровкин Н.В., Теоретические основы электротехники. Том 1: - Питер. 2009.
- 6 Демирчян К.С., Нейман Л.Р., Коровкин Н.В., Теоретические основы электротехники. Том 2, 5-е издание. - Питер. 2009.
- 7 Аршидинов М.М., Амиров Ж.Қ. Электротехниканың теориялық негіздері 3 (Оқу құралы). – Алматы: АЭЖБИ, 2008.
- 8 Аршидинов М.М., Амиров Ж.Қ. Электротехниканың теориялық негіздері -1,2 (Оқу құралы). – Алматы: АЭЖБИ.
- 9 Аршидинов М.М., Амиров Ж.Қ. Электротехниканың теориялық негіздері (Оқу құралы). – Алматы: АЭЖБИ, 2003.
- 10 Атабеков Г.И. ТОЭ. Линейные электрические цепи.-СПб.: «Лань», 2010
- 11 М.М. Аршидинов, В.И. Денисенко, Ш.А Естаева. Сызықсыз электр тізбектері мен электр өрісінің теориясы. - Алматы: АЭЖБУ, 2015. – 17 б.

Аршидинов Маликжан Мамежанович
Болдырева Любовь Павловна

ЭЛЕКТРОТЕХНИКАНЫҢ ТЕОРИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ 1

5В071800 – Электрэнергетика мамандығының студенттері үшін
№ 1-3 есептеу-графикалық жұмыстарына арналған әдістемелік
нұсқаулар мен тапсырмалар

Редактор Қ. С. Телгожаева
Стандарттау бойынша маман Н.Қ. Молдабекова

Басуға _____ қол қойылды
Таралымы 100 дана
Көлемі 1,0 есептік– баспа таб.

Пішімі 60×84 1/16
Баспаханалық қағаз №1
Тапсырыс___ Бағасы 500 тенге

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

