



**Коммерциялық емес
акционерлік
қоғам**

**АЛМАТЫ
ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ
БАЙЛАНЫС
УНИВЕРСИТЕТИ**

Электротехника
кафедрасы

ЭЛЕКТР ТІЗБЕКТЕРІНІҢ ТЕОРИЯСЫ

5B071900- Радиотехника, электроника және телекоммуникация
мамандығы үшін № 1-3 есептеу-сызбалық жұмыстарға арналған
әдістемелік нұсқаулар мен тапсырмалар

Алматы 2018

Құрастырушылар: З.И.Жолдыбаева, Ш.А.Естаева. Электр тізбектерінің теориясы. 5B071900- Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы үшін № 1-3 есептеу-сызбалық жұмыстарға арналған әдістемелік нұсқаулар мен тапсырмалар. - Алматы: АЭЖБУ, 2018.- 24 б.

Электр тізбектерінің теориясы пәні бойынша № 1-3 есептеу сызбалық жұмыстарды орындауға арналған әдістемелік нұсқаулар мен тапсырмалар.

Есептеу-сызбалық жұмысына арналған әдістемелік нұсқаулар мен тапсырмалар жұмыстардың рәсімдеу және орындау талаптарынан, тапсырмалардан, сұлбалардан және электр тізбегінің көрсеткіштерінен тұрады.

Есептеу-сызбалық жұмыстарының әдістемелік нұсқаулары мен тапсырмалары ЭТТ пәнінің типтік оқу бағдарламасына сәйкес келеді.

Сур. 37, кесте. 9, әдебиеттер – 9 атау.

Пікір беруші: т.ғ.к. доцент Гали Х.О.

«Алматы энергетика және байланыс университетінің» КЕАҚ, 2018 жылғы баспаға шығару жоспары бойынша басылады.

©«Алматы энергетика және байланыс университеті» КЕАҚ, 2018 ж

Кіріспе

«Электр тізбектерінің теориясы» пәні радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы бойынша бакалаврларды дайындау үшін негізгі және міндетті пән болып табылады.

Пәннің мақсаты – сызықты электр тізбектеріндегі қалыптасқан үрдістерді, тұрақты, синусоидалы және синусоидалы емес ток тізбектеріндегі жүріп жататын қалыптасқан үрдістерді оқып үйрету және игеру. Олай болса, телекоммуникациялық жүйелердің радиотехника және радиобайланыс бойынша мамандарының ғылыми ой-өрістерін қалыптастыру үшін үлкен маңызы бар және соның негізінде барлық радиотехникалық пәндер бағыт алады.

Пәннің міндеті - әртүрлі электротехникалық құрылғылардағы өтетін үрдістерді сандық және сапалық білімдері негізінде, студентке арнайы радиотехникалық пәндердің қоятын есептерін табысты және сауатты шеше білуге дайындау.

ЭТТ пәні бойынша үш есептеу – сызбалық жұмыстар келесі тақырыптар бойынша орындалады: «Тәуелді қорек көзі бар тұрақты ток тізбектері», «Сызықты синусоидалы ток тізбектері», «Сызықты синусоидалы емес ток тізбектері».

Есептеу-сызбалық жұмысына арналған әдістемелік нұсқаулар мен тапсырмалар жұмыстардың рәсімдеу және орындау талаптарынан, тапсырмалардан, сұлбалардан және электр тізбегінің көрсеткіштерінен тұрады.

Есептеу-сызбалық жұмыстар студенттердің курс бойынша өз білімін тексеруге, пәнді жеткілікті деңгейде меңгеруге, өз бетінше істейтін жұмыстарын дұрыс ұйымдастыруға жағдай жасайды.

1 Есептеу-сызбалық жұмыстарды орындауға және рәсімдеуге қойылатын талаптар

1.1 Есептеу-сызбалық жұмыс фирмалық стандартымен «Оқу жұмыстары» АЭЖБУ, 2014 ж. сәйкес орындалу керек және келесі элементтерден тұруы қажет:

- а) титулды бет (үлгі келтірілген);
- ә) мазмұны;
- б) кіріспе;
- в) тапсырма;
- г) негізгі бөлім;
- ғ) қорытынды;
- д) әдебиеттер тізімі;
- ж) қосымшалар.

1.2 Тапсырманың мәтінін өзінің нұсқасы бойынша барлық суретімен және сандық мәндерімен толық көшірілуі тиіс.

1.3 Есептеу-сызбалық жұмысының әрбір кезеңіне атау беру қажет.

1.4 Есептеу-сызбалық жұмысын қолмен жазуға немесе компьютермен басып шығаруға болады (Microsoft Word програмасында 14 шрифтпен, интервалы 1,0 – 1,5). Текст А4 форматты ақ қағазды беттің бір жағына жазылады. Беттің төрт жақ қабырғасынан келесі жолдар қалдырылады: сол жағы -25 мм, оң жағы -18 мм, үсті мен асты -20 мм және асты -25 мм.

1.5 Есептеу-сызбалық жұмысының беттері, қосымшаны қоса титулдық беттен бастап нөмірленеді. Беттің нөмірі төменгі жақта беттің ортасында нүктесіз жазылады.

1.6 Есептеулер толық және түсіндірулерімен жазылуы қажет. Есептік формулалар мен соңғы нәтижесін жаза салуға болмайды. Егер есептеулер қысқартылып жазылса, онда қорғауға рұқсат берілмейді және толықтыруға қайтарылады.

1.7 Суреттер, сұлбалар және сызбалар ұқыпты орындалып және нөмірленуі қажет. Сызбаларда бейнеленген амалдардың атаулары және олардың өлшем бірліктері берілуі тиіс. Сұлбаны немесе диаграмманы дұрыс пайдалану үшін масштабты дұрыс алуы қажет.

1.8 Егер шамалардың белгілі өлшем бірліктері болса, онда соңғы нәтижелерін тиісті өлшем бірлігімен жазады. Электр шамалардың белгіленуі ГОСТ-қа сәйкес келуі керек

1.9 Кіріспе электр тізбегінің кезеңдерінің есептеуі және талдау нәтижелерінен, жұмыс мақсатынан тұруы тиіс.

1.10 Қорытындыда жұмыстың нәтижелерін салыстыру және талдау нәтижелері болуы тиіс.

1.11 Оқу-барысының кестесі бойынша есептеу сызбалық жұмыс, тексеруге уақытында өткізілуі тиіс. Егер студент жұмысты уақытымен тапсырмаса, оған қосымша тапсырма немесе басқа нұсқа беріледі

(оқытушының қалауына байланысты), сонымен қатар жұмыстың қорытынды бағасы азайтылады.

1.12 Есептік-сызбалық жұмыс силабустағы көрсетілген мерзімге дейін тапсыру керек. Егер студент бұл шартты орындамаған жағдайда балл төмендейді

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Электротехника кафедрасы

Электр тізбектерінің теориясы пәні
№ есептеу сызба жұмысы

(жұмыстың толық атауы)

Жұмыстың орындалуы _____
(жұмыстың орындалу күні)

Студентімен _____
(аты-жөні)

Сынақ кітапшасының № _____

Топ _____
(топтың шифры)

Есеп беруінің қабылдануы _____
(күні)

Оқытушы _____
(аты-жөні)

Алматы 201

2 №1 есептеу сызбалық жұмысы. Тәуелді көрек көзі бар тұрақты токтың сызықты электр тізбектерін есептеу

Жұмыстың мақсаты: Кирхгоф заңдарын қолдану арқылы тұрақты токқа есеп шығаруды меңгеру, контурлық токтар, түйіндік потенциалдар және эквивалент генератор әдістерін қолданып, қуаттар тепе-теңдігін есептеу. Контурлық токтар, түйіндік потенциалдар және эквивалент генератор әдістерін қолданып, қуаттар тепе-теңдігін есептеу.

Нұсқа бойынша берілген тұрақты ток тізбекте тәуелсіз ЭҚК көздері E_1, E_2, E_3 , тәуелсіз ток көзі J_u және токпен басқарылатын тәуелді кернеу көзі E_u әсер етеді. Электр тізбектің сұлбасын нұсқа бойынша 2.1 кестеден және сұлбаның параметрлерін 2.2 және 2.3 кесте бойынша алынады.

2.1 кесте

Оқуға түскен жылы	Аты-жөнінің бірінші әріпі									
Жұп	АӨ БВ	ГҒД Е	ЖЗИ	КҚЛ	МН	ОӨ ПР	СТ УҮ Ұ	ФЧ Ц	ХЬШЩ	ЫПЭ ЮЯ
Тақ	КЛ	ОПР	СТУ	ФЧЦ	АБ В	ГД Е	ЖЗ И	МН	ЭЮЯ	ХШ Щ
Сұлбаның №	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	2.10
I_k (ЭГӘ)	I_1	I_3	I_2	I_1	I_2	I_4	I_3	I_4	I_1	I_2

2.2 кесте

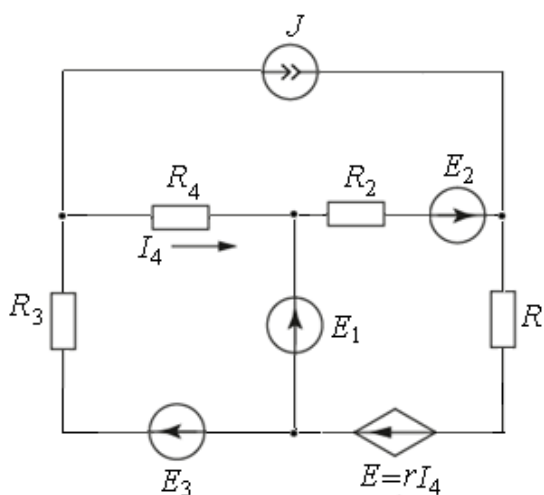
Оқуға түскен жылы	Сынақ кітапшасының соңғы саны									
Жұп	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Тақ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$E_1, В$	30	20	15	40	20	25	40	30	10	15
$E_2, В$	10	15	25	60	50	40	30	20	20	25
$E_3, В$	25	30	16	20	30	20	25	15	30	10
$J, А$	3	5	2	6	4	10	8	5	3	5
$r, Ом$	10	20	15	16	25	30	35	40	15	20

2.3 кесте

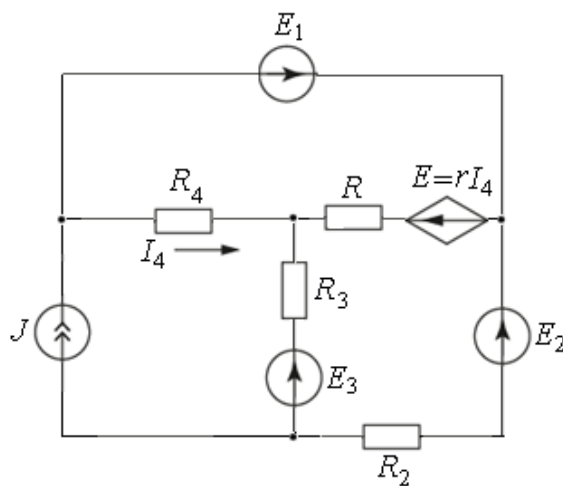
Оқуға түскен жылы	Сынақ кітапшасының соңғы санының алдындағы саны									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Жүп	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Тақ	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1
$R_1, \text{ Ом}$	10	12	15	20	10	60	50	40	30	15
$R_2, \text{ Ом}$	15	30	20	12	20	10	20	25	40	20
$R_3, \text{ Ом}$	20	16	25	35	30	20	30	16	10	30
$R_4, \text{ Ом}$	30	20	30	40	15	40	15	50	16	60
$R_5, \text{ Ом}$	6	10	8	10	25	15	35	20	15	18

Орындау қажет:

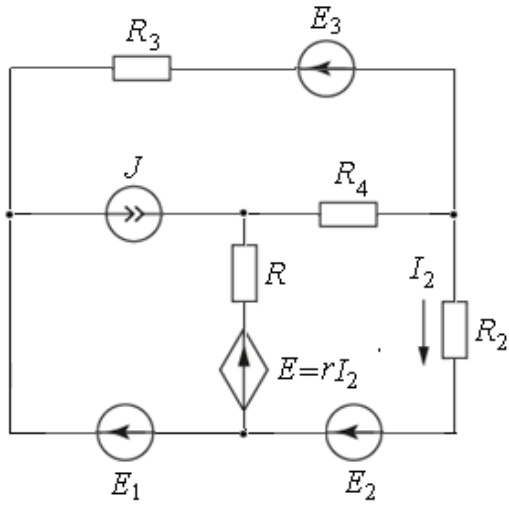
- 1) Кирхгоф заңдары бойынша теңдеулер жүйесін құрастыру.
- 2) Контурлық токтар әдісі бойынша барлық тармақтардағы токтарды есептеу.
- 3) Түйіндік потенциалдар әдісі бойынша барлық тармақтардағы токтарды есептеу.
- 4) Екі әдіспен есептелген жауаптарды салыстырып бір кестеге енгізу қажет.
- 5) Эквивалентті генератор әдісі бойынша I_k токты есептеу (2.1 кесте) бойынша.
- 6) Ток көзінің қысқыштарындағы кернеуді есептеу. 2.1 сурет.
- 7) Қуаттар тепе-теңдігін тексеру.



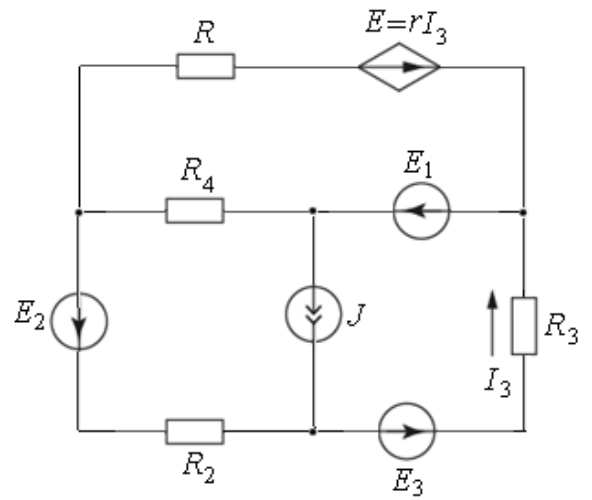
2.1 сурет



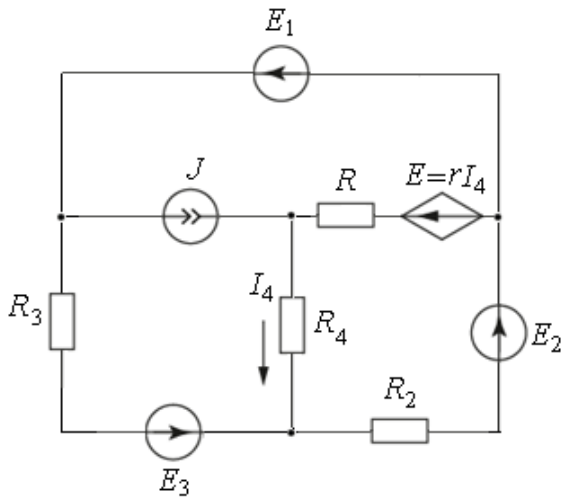
2.2 сурет



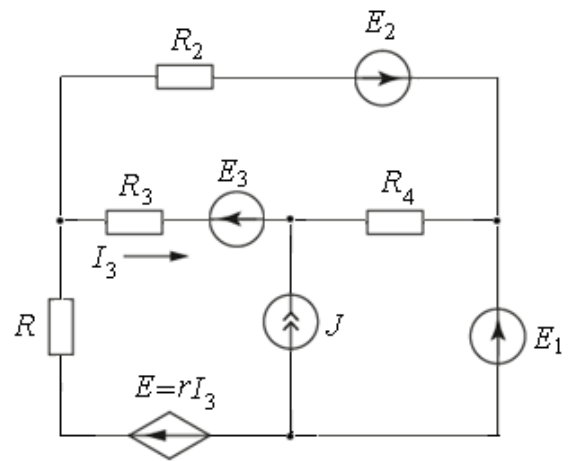
2.3 cyper



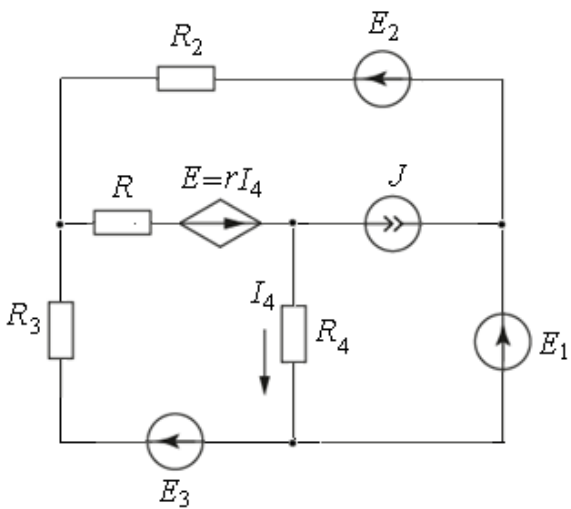
2.4 cyper



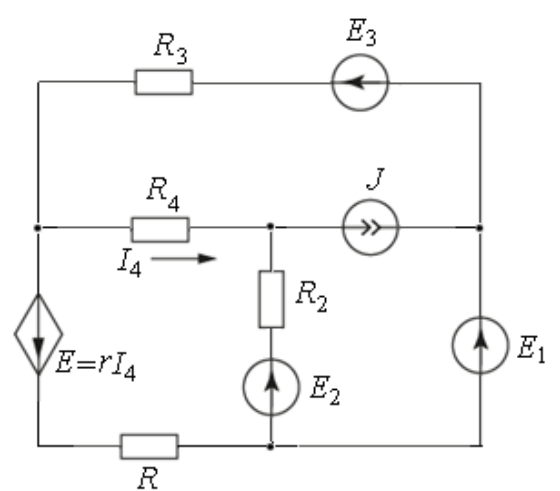
2.5 cyper



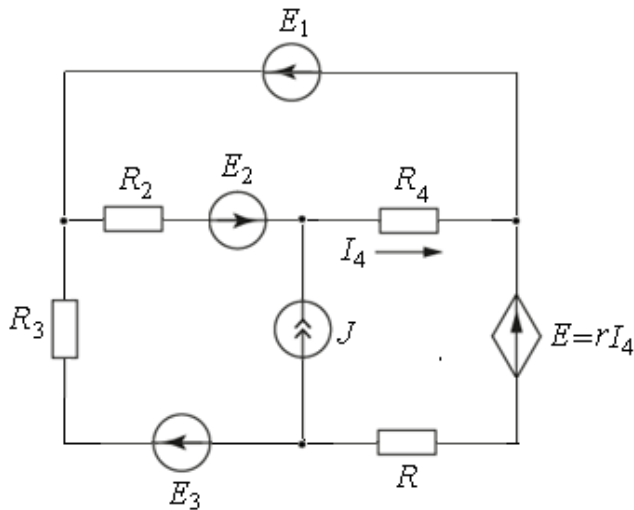
2.6 cyper



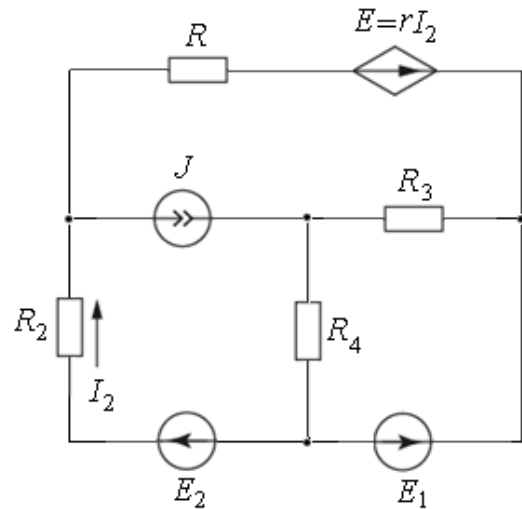
2.7 cyper



2.8 cyper



2.9 сурет



2.10 сурет

3 № 2 есептеу-сызбалық жұмысы. Синусоидалы токтың сызықты электр тізбектерін есептеу

Жұмыстың мақсаты: синусоидалы токтың сызықты электр тізбектеріне есеп шығаруды меңгеру. Кирхгоф заңдарын кешенді және дифференциалдық түрде жазу.

Нұсқа бойынша берілген электр тізбекте (3.1-3.10 суреттер) синусоидалы ЭҚК көзі $e_k = E_k \sqrt{2} \sin(\omega t + \psi_k)$ және синусоидалы ток көзі $j_k = J_k \sqrt{2} \sin(\omega t + \psi_k)$ әсер етеді. Синусоидалы қорек көздерінің әсерлік мәндері E_k , J_k және олардың бастапқы фазалары ψ_{e_k}, ψ_{j_k} 3.2 кестеде келтірілген. Тізбектің параметрлері 3.1 және 3.3 кестеде келтірілген.

Келтірілген электр тізбек үшін келесі тапсырмаларды орындау қажет:

- 1) Кирхгоф заңдары бойынша теңдеулер жүйесін құрастыру дифференциалдық түрде.
- 2) Кирхгоф заңдары бойынша теңдеулер жүйесін құрастыру кешенді түрде.
- 3) Контурлық ток әдісі бойынша барлық тармақтардағы токтардың кешенді әсерлік мәндерін анықтау.
- 4) Түйіндік потенциалдар әдісі бойынша барлық тармақтардағы токтардың кешенді әсерлік мәндерін анықтау.
- 5) Екі әдіспен есептелген жауаптарды салыстырып бір кестеге енгізу.
- 6) Эквивалентті генератор әдісі бойынша I_k өтетін токтың кешенді әсерлік мәнін анықтау (3.2 кесте қара).
- 7) Тізбектегі комплексті қуаттың тепе-теңдігін тексеру.
- 8) Барлық тармақтардағы токтардың лездік мәндерін жазу.

9) Бір токтың сызбасын $i_k(\omega t)$ құрастыру (3.3 кесте).

3.1 кесте

Оқуға түскен жылы	Аты-жөнінің бірінші әріпі									
Жұп	АӘ БВ	ГҒД Е	ЖЗИ	КҚ Л	МН	ОӨ ПР	СТ УҰҰ	ФХ ЫЦ	ЧШ Щ	ЫІЭ Ю Я
Тақ	КҚЛ	ОӨ ПР	СТ УҰҰ	ФХ ЫЦ	АӘ Б В	ГҒД Е	ЖЗ И	МН ЫІ	ЭЮ Я	ЧШ Щ
Сұлбаның №	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	3.10
$X_{L1}, Ом$	3	10	20	10	40	10	40	20	10	40
$X_{C1}, Ом$	5	2	30	20	16	20	10	60	20	5
$X_{L2}, Ом$	8	6	25	5	20	40	30	10	50	12
$X_{C2}, Ом$	2	16	65	25	15	100	50	40	40	18
$X_{L3}, Ом$	4	25	20	10	8	10	10	10	30	30
$X_{C3}, Ом$	10	10	15	30	15	25	40	5	60	40
$X_{L4}, Ом$	6	5	20	8	5	20	20	18	40	10
$X_{C4}, Ом$	18	10	30	20	8	50	30	10	20	30

3.2 кесте

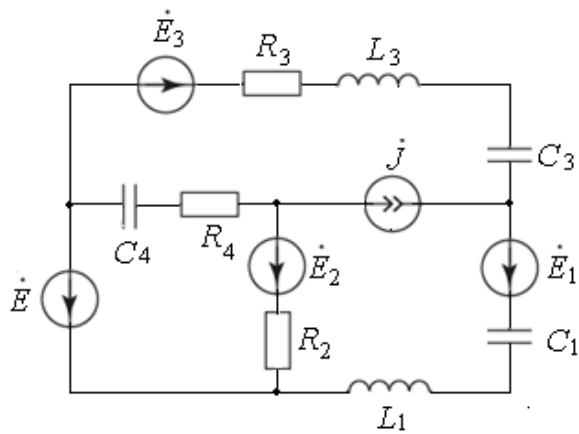
Оқуға түскен жылы	Сынақ кітапшасының соңғы санының алдындағы саны									
Жұп	2	3	4	8	0	1	5	7	6	9
Тақ	8	2	0	7	6	4	3	5	9	1
$R_1, Ом$	60	100	40	50	80	20	15	25	30	12
$R_2, Ом$	50	45	90	40	30	25	10	20	18	6
$R_3, Ом$	6	10	8	15	20	30	25	40	60	10
$R_4, Ом$	120	100	80	60	40	20	10	8	15	45
$I_k(ЭГӘ)$	I_1	I_2	I_3	I_4	I_1	I_2	I_4	I_3	I_4	I_3

3.3 кесте

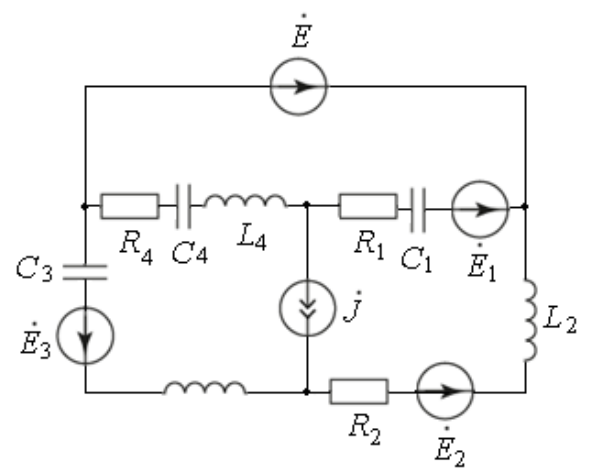
Оқуға түскен жылы	Сынақ кітапшасының соңғы саны									
Жұп	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Тақ	2	5	6	1	3	4	7	8	9	0
E_1, B	10	20	15	30	25	16	12	30	40	18
E_2, B	20	12	18	28	30	35	40	15	8	25
E_3, B	30	15	20	10	16	15	45	50	30	20
E, B	35	20	15	25	10	18	32	40	42	35
J, A	10	15	8	5	20	10	6	12	3	4
$\psi_{E_1}, \text{град}$	30	40	25	45	-40	-60	0	35	50	70
$\psi_{E_2}, \text{град}$	120	80	90	-30	-60	40	30	-10	-20	-90
$\psi_{E_3}, \text{град}$	130	150	180	-45	-30	-60	-90	40	15	20
$\psi_J, \text{град}$	0	20	90	-60	-45	-50	45	70	30	120
$\psi_E, \text{град}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Токтың лездік мәні $i_k(\omega t)$	i_1	i_2	i_3	i_4	i_1	i_2	i_3	i_4	i_1	i_2

3.4 кесте

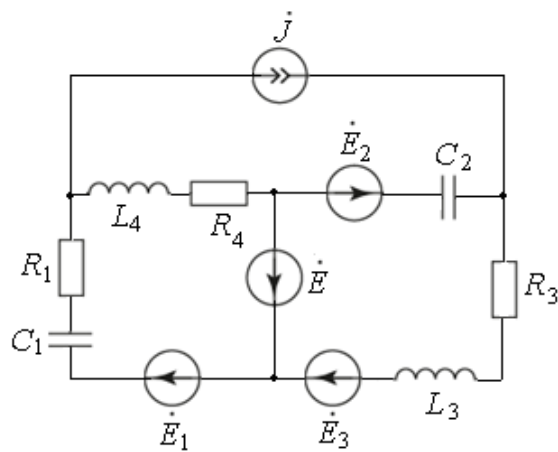
Оқуға түскен жылы	Сынақ кітапшасының соңғы санының алдындағы саны									
Жұп	2	3	4	8	0	1	5	7	6	9
Тақ	8	2	0	7	6	4	3	5	9	1
$R_1, \text{Ом}$	60	100	40	50	80	20	15	25	30	12
$R_2, \text{Ом}$	50	45	90	40	30	25	10	20	18	6
$R_3, \text{Ом}$	6	10	8	15	20	30	25	40	60	10
$R_4, \text{Ом}$	120	100	80	60	40	20	10	8	15	45
$R_x(\text{ЭГӨ})$	R_1	R_2	R_3	R_4	R_1	R_2	R_4	R_3	R_4	R_3
Токтың лездік мәні $i(t)$	i_1	i_2	i_3	i_4	i_1	i_2	i_3	i_4	i_1	i_2



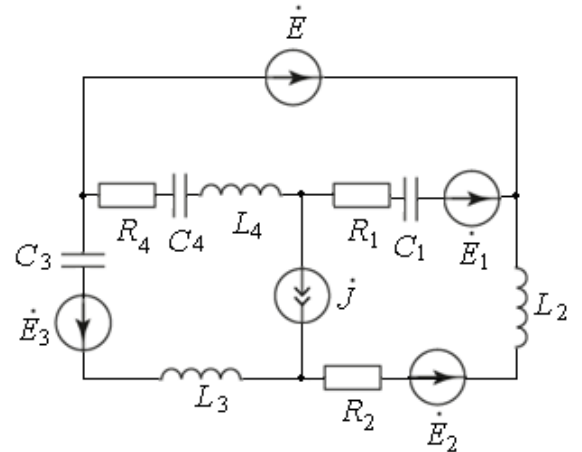
3.1 цыпер



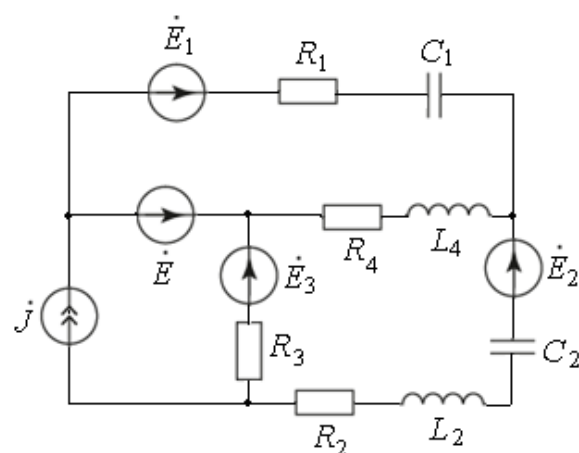
3.2 цыпер



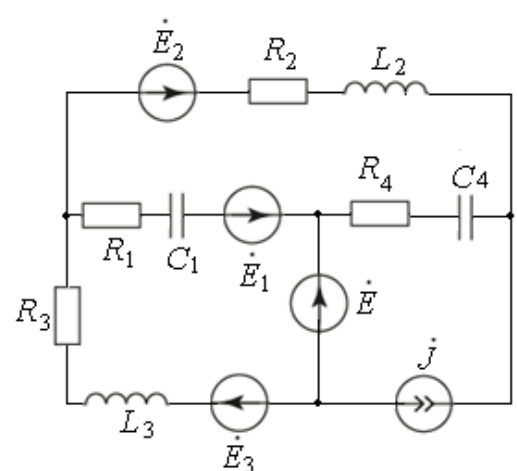
3.3 цыпер



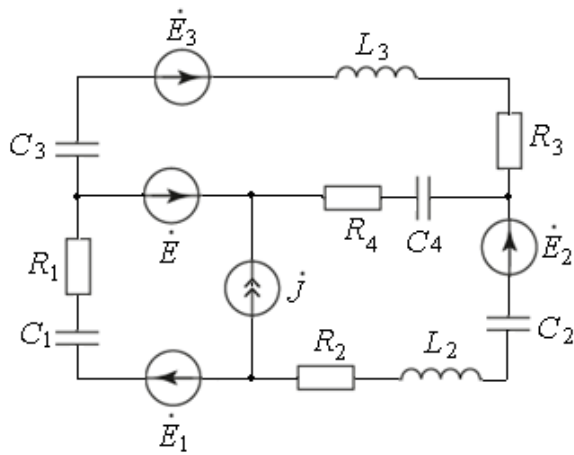
3.4 цыпер



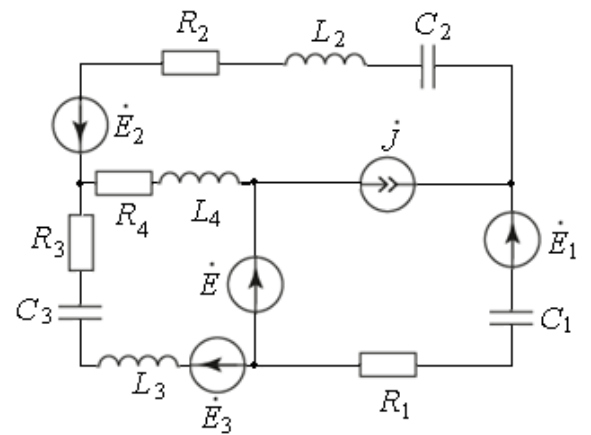
3.5 цыпер



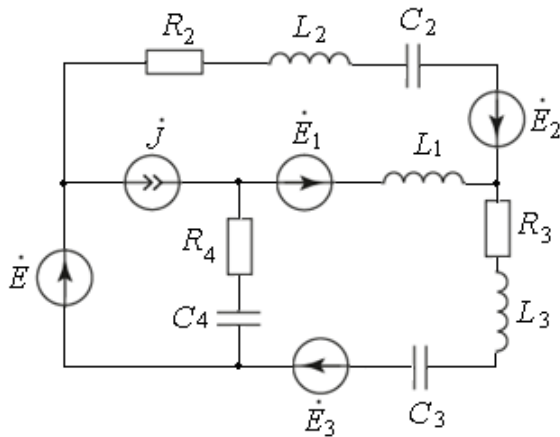
3.6 цыпер



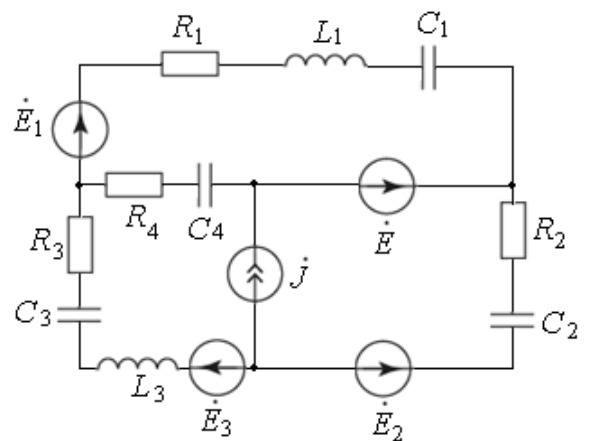
3.7 сурет



3.8 сурет



3.9 сурет



3.10 сурет

4 №3 есептеу-сызбалық жұмысы. Синусоидалы емес токтың сызықты электр тізбектерін есептеу

Жұмыстың мақсаты: синусоидалы емес токтың сызықты электр тізбектеріне есептеу беттесу әдісін пайдалана отырып.

Нұсқау бойынша берілген электр тізбекте (4.1- 4.10 суреттер) периодты синусоидалы емес ЭҚК көзі $e(t)$ әсер етеді. Периодты синусоидалы емес ЭҚК көзінің қисықтары 4.11- 4.16 суретте келтірілген. ЭҚК-тің максималды мәні E_m және негізгі жиілігі f , тізбектің параметрлері 4.1 – 4.3 кестеде келтірілген.

Келтірілген электр тізбек үшін келесі тапсырмаларды орындау қажет:

1) Периодты синусоидалы емес э.к.к-тің гармоникалық құрылымын анықтау және үш гармоника үшін амплитудалық спектрді тұрғызу.

2) Электр тізбектерінің барлық тармақтардағы токтардың лездік және әсерлік мәндерін анықтау.

3) Электр тізбектің активті P , реактивті Q , толық қуаттарын S анықтау.

4) Кестеде берілген бір токтың (4.3 кесте) лездік мәнінің сызбасын және амплитудалық спектрді тұрғызу.

4.1 кесте

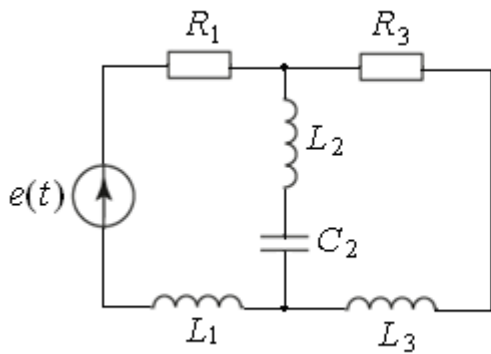
Оқуға түскен жылы	Аты-жөнінің бірінші әріпі									
Жүп	АӘБ В	ҒҒД Е	ЖЗИ	КҚ Л	МН	ОӨ ПР	СТ УҰ Ұ	ХҺФ Ц	ЧШЦ ЫП	ЭЮ Я
Тақ	ЭЮ ЯЫП	ЧШ Ц	ХҺФ Ц	СТ У	ОӨ ПР	МН	КҚ Л	ЖЗИ	ҒҒДЕ	АӘБ В
Сұлбаның №	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	4.10
$e(t)$ ЭҚК сызбасы	4.16	4.15	4.14	4.13	4.12	4.11	4.16	4.15	4.14	4.13
$E_m, В$	45	50	40	35	30	25	20	55	40	60
$f, кГц$	1,5	0,8	1,2	2,0	0,6	1,2	0,5	1,5	2,0	1,5

4.2 кесте

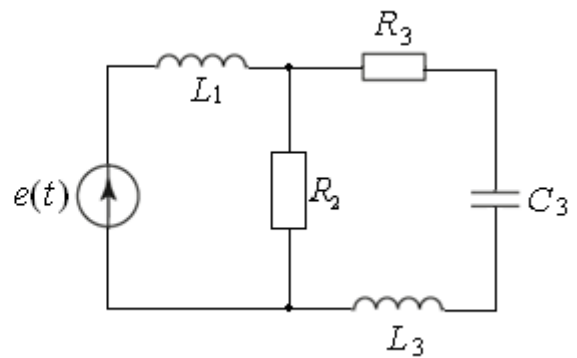
Оқуға түскен жылы	Сынақ кітапшасының соңғы саны									
Жүп	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Тақ	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1
$R_1, Ом$	50	40	60	70	100	45	50	80	100	75
$R_2, Ом$	60	70	100	150	85	90	60	65	45	50
$R_3, Ом$	100	60	50	40	30	80	65	50	80	40
$L_1, мГн$	10	8	5	6	3,5	4	3	10	8	5
$C_1, мкФ$	2,0	2,5	1,5	1,2	0,8	1,6	1,5	2,0	3,0	3,5

4.3 кесте

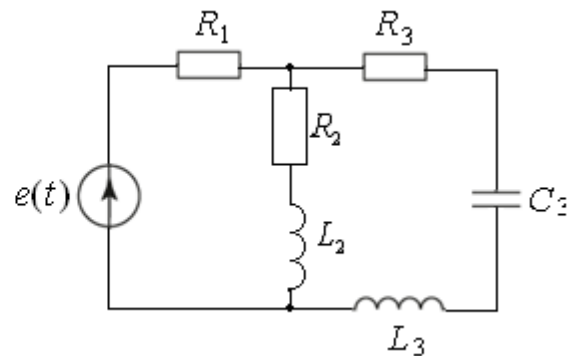
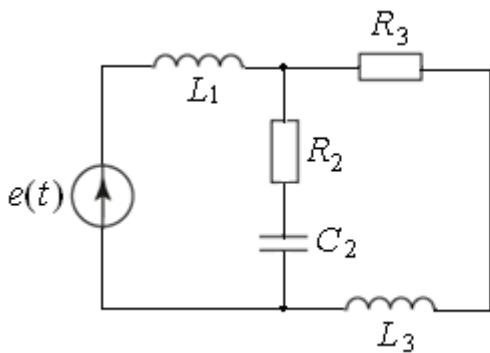
Оқуға түскен жылы	Сынақ кітапшасының соңғы санының алдындағы саны									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Жүп	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Тақ	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1
L_2 , мГн	5,0	6,0	4,0	3,5	2,5	2,0	3,0	4,5	5,0	4,0
L_3 , мГн	3,0	10	3,0	4,0	2,0	10	6,0	8,0	5,0	2,5
C_2 , мкФ	1,5	2,0	1,0	2,5	1,6	3,0	2,0	3,0	4,0	0,5
C_3 , мкФ	1,0	0,3	0,5	0,6	0,8	1,5	2,0	1,6	2,5	2,0
Токтың лездік мәні және спектрі	i_1	i_2	i_3	i_1	i_2	i_3	i_1	i_2	i_3	i_1



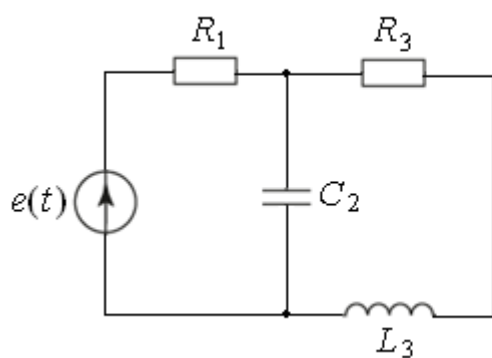
4.1 сурет



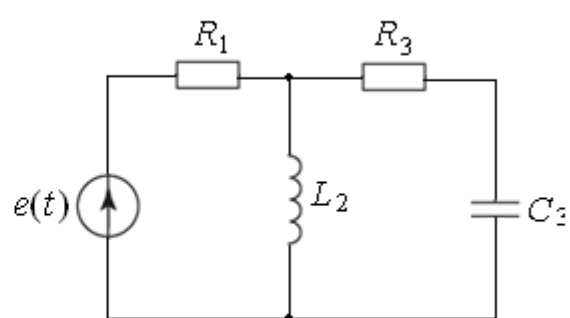
4.2 сурет



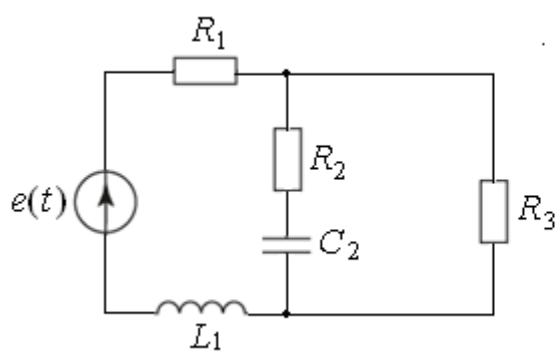
4.3 cyper



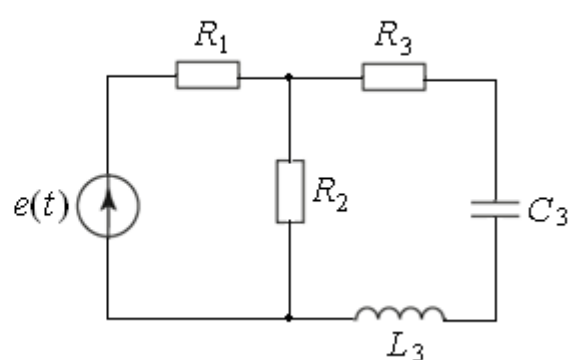
4.4 cyper



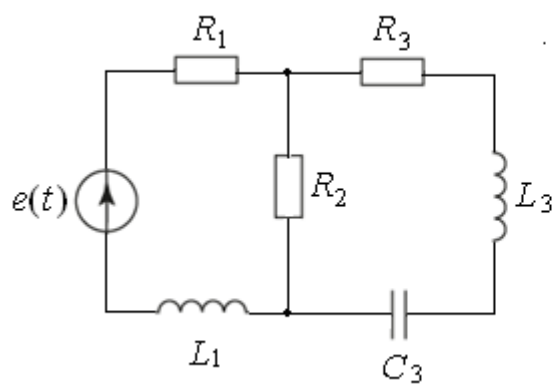
4.5 cyper



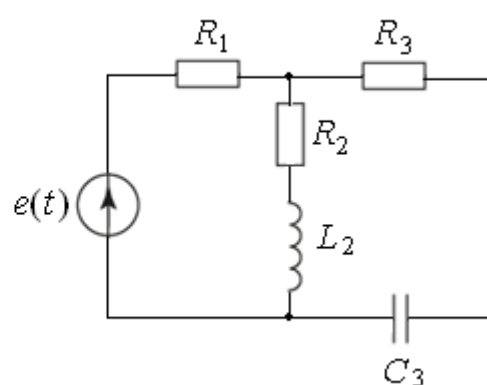
4.6 cyper



4.7 cyper

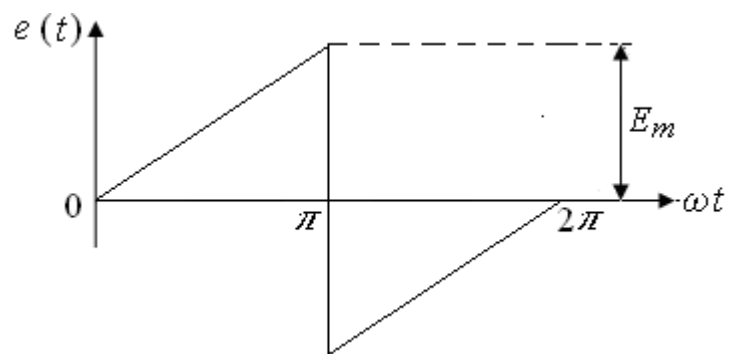


4.8 cyper



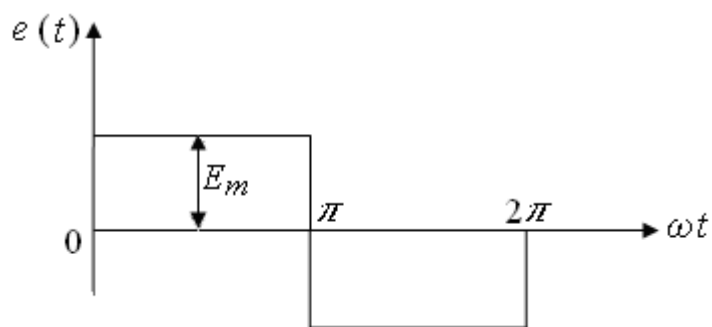
4.9 cyper

4.10 cyper



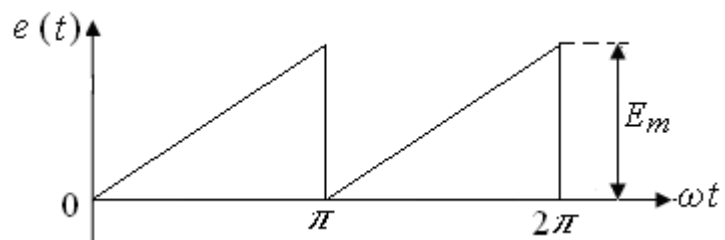
$$e(t) = \frac{2E_m}{\pi} \left(\sin \omega t - \frac{1}{2} \sin 2\omega t + \frac{1}{3} \sin 3\omega t + \dots \right)$$

4.11 cypet



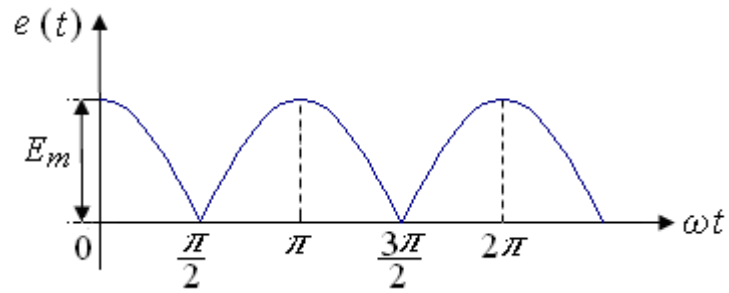
$$e(t) = \frac{4E_m}{\pi} \left(\sin \omega t + \frac{1}{3} \sin 3\omega t + \frac{1}{5} \sin 5\omega t + \dots \right)$$

4.12 cypet



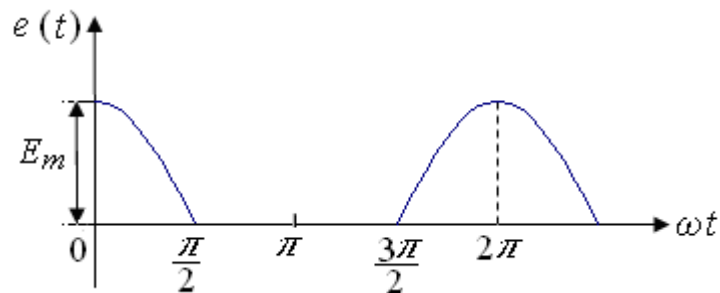
$$e(t) = \frac{E_m}{2} - \frac{E_m}{\pi} \left(\sin \omega t + \frac{1}{2} \sin 2\omega t + \frac{1}{3} \sin 3\omega t + \dots \right)$$

4.13 cypet



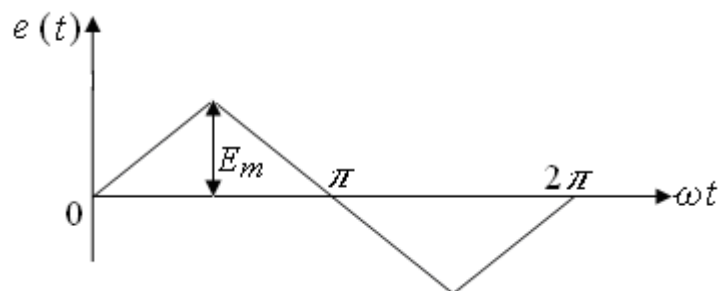
$$e(t) = \frac{4E_m}{\pi} \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{3} \cos 2\omega t - \frac{1}{15} \cos 4\omega t + \frac{1}{35} \cos 6\omega t \dots \right)$$

4.14 cypet



$$e(t) = \frac{2E_m}{\pi} \left(\frac{1}{2} + \frac{\pi}{4} \cos \omega t + \frac{1}{3} \cos 2\omega t - \frac{1}{15} \cos 4\omega t + \dots \right)$$

4.15 cypet



$$e(t) = \frac{8E_m}{\pi^2} \left(\sin \omega t - \frac{1}{9} \sin 3\omega t + \frac{1}{25} \sin 5\omega t + \dots \right)$$

4.16 cypet

5 Есептеу-сызбалық жұмыстарды орындау үшін әдістемелік нұсқаулар

1. Тәуелді қорек көзі бар тұрақты токтың сызықты электр тізбектерін есептеу.

Тәуелді қорек көздері бар электр тізбектерді есептеу үшін тәуелсіз қорек көздері бар электр тізбектерді есептеу әдістерін қолдануға болады. Ең жиі қолданатын контурлық ток (КТӨ) және түйіндік потенциалдар (ТПӨ) әдістері.

Тәуелді қорек көздері бар тізбектер үшін құрастыратын теңдеулер саны тәуелсіз қорек көздері бар тізбектер үшін құрастыратын теңдеулер санына тең болады. Теңдеулер саны өзгермейді. Теңдеулерді құрастырған жолдары да өзгермейді. Теңдеулерді құрастырған кезде тәуелді қорек көздерінің кернеулері мен токтары анықталатын шамалар арқылы өрнектеледі.

Мысалы, токпен басқарылатын тәуелді кернеу көзі болса $E = rI$, I ток контурлық токтар арқылы өрнектеледі және контурлық токтар әдісі бойынша құрастырылған теңдеулер жүйесіне қойылады, ал түйіндік потенциалдар әдісі бойынша I ток Ом заңы бойынша түйіндердің потенциалдары арқылы өрнектеледі. Бұл жағдайда контурлық кедергілерінің матрицасы (КТӨ) және сұлбаның түйіндік өткізгіштерінің матрицасы (ТПӨ) бейсимметриялы болады.

Тармақтағы ток эквивалентті генератор әдісі бойынша анықталатын болса, онда ол тармақты тізбектен ажырату қажет. Бос жүріс кезіндегі ажыратылған тармақтың қысқыштарындағы кернеуді $U_{Б.Ж.}$ кез келген әдісті қолданып анықтауға болады. Егер пассивті электр тізбектің түрі және параметрлері белгілі болса, ажыратылған қысқыштарының арасындағы кіріс кедергісі анықталады.

Тізбекте тәуелді қорек көздері бар болса кіріс кедергіні тізбектің түрі арқылы анықтауға болмайды. Бұл жағдайда кез келген кіріс кернеу үшін $U_{КІР}$ тәуелді қорек көзі бар тізбектің кіріс тоғы $I_{КІР}$ кез келген әдіс бойынша анықталады. Кіріс кернеудің кіріс тоғына қатынасы кіріс кедергі $R_{КІР} = U_{Б.Ж.} / I_{КІР}$.

2. Синусоидалы емес токтың сызықты электр тізбектерін есептеу.

Периодтық синусоидалы емес функциясы $f(t) = f(t + T)$ T периодымен Дирихле шарттарын қанағаттандыратын болса, онда бұл функцияны Фурье қатарына жіктеуге болады:

$$f(t) = A_0 + \sum_{k=1}^{\infty} A_{km} \sin(k\omega t + \psi_k),$$

мұндағы A_0 - Фурье қатарының тұрақты құраушысы, немесе нөлдік гармоникасы деп аталады;

$A_{1m} \sin(\omega t + \psi_1)$ – 1-і немесе негізгі гармоника;

k - гармониканың реті;

$A_{km} \sin(k\omega t + \psi_k)$, при $k > 1$ - жоғарғы гармоникалар;

A_{km} - k -гармоникасының амплитудасы;
 ψ_k - k -гармоникасының бастапқы фазасы;
 $k\omega$ - k -гармоникасының жиілігі
 $\omega = 2\pi/T$ - негізгі гармониканың бұрыштық жиілігі;
 T - бірінші гармоника және синусойдалы емес функцияның периоды;
 $T_k = 2\pi/k\omega$ - k -гармоникасының периоды.

Фурье қатарына синусойдалы емес периодтық әрекеттерді жіктеу мүмкіндігі әр үйлесім үшін тұрақты және синусойдалы токтармен бірге тізбектерді есептеуге мүмкіндік береді. Осы жағдайда ізделінетін токтар мен кернеулердің қосындысын беттестіру принципі негізінде тұрақты және гармоникалық компоненттерді есептеу кезінде табылған ток пен кернеуді қосу арқылы анықталады.

Синусойдалы емес токтың сызықты электр тізбегін есептеу үш кезеңге бөлінеді.

а) синусойдалы емес ЭҚК-нің таралуы немесе Фурье қатарындағы токтар көзінің тогы.

б) әрбір гармоника үшін тұрақты және синусойдалы ток тізбектерін талдау әдістерімен тізбекті есептеу;

Есептеу беттесу әдісін қолдану негізінде жүреді. Тұрақты құраушыларды есептегенде, индуктивті кедергі нольге тең екенін және эквивалентті схемадағы индуктивтілік қысқа тұйықталу аймағымен ауыстырылады, ал кедергінің сыйымдылығы шексіздікке тең және сыйымдылығы бар бар тармақ ашылатынын ескерген жөн. Гармониканың әрқайсының синусойдалы құраушылары үшін тізбекті есептеу кезінде комплексті әдістерді қолдануға болады, бірақ гармониканың әртүрлі кернеуі және кешенді токтардың беттесуіне жол берілмейді.

k -гармоникасы үшін индуктивті кедергі $X_{Lk} = k\omega L = kX_{L1}$, ал k -гармоникасы үшін кедергі сыйымдылығы $X_{Ck} = 1/k\omega C = X_{C1}/k$;

в) есептелген гармониканың алгебралық қосындысын беттестіру принципіне сәйкес белгісіз өлшемдерді табу.

Мысалы, сызықты электр тізбегінде синусойдалы периодты ЭҚК әсер етеді.

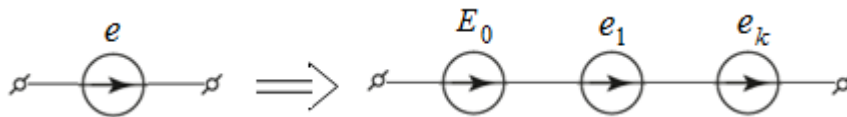
Синусойдалы емес ЭҚК-ті тұрақты және синусойдалы компоненттер түрінде елестетіп көрейік :

$$e(t) = E_0 + E_{1m} \sin(\omega t + \psi_{e1}) + E_{km} \sin(k\omega t + \psi_{ek}).$$

Онда бұл жағдайда синусойдалы емес ЭҚК- тің әрекеті үш ЭҚК көздерінің әрекетіне ұқсас :

$$E_0, \quad e_1 = E_{1m} \sin(\omega t + \psi_{e1}), \quad e_k = E_{km} \sin(k\omega t + \psi_{ek}).$$

Тізбектей қосылған (5.1 сурет)



5.1 сурет

беттестіру принципіні қолданып, әр ЭҚК-тің құраушылары үшін бөлек бөлек токты табамыз. Қайсыбір тармақтың тогы туындаған әр ЭҚК-ң гармоникалық құраушылары үшін сәйкес: E_0, e_1, e_k ;

$$I_0, \quad i_1 = I_{1m} \sin(\omega t + \psi_{i1}); \quad i_k = I_{km} \sin(k\omega t + \psi_{ik}).$$

Осы тармақтағы ағымның лездік мәні ағымдардың гармоникалық құраушыларына тең:

$$i(t) = I_0 + I_{1m} \sin(\omega t + \psi_{i1}) + I_{km} \sin(k\omega t + \psi_{ik}) = I_0 + i_1 + i_k.$$

Сондықтан синусойдалы емес периодты ЭҚК бар сызықты электр тізбегін шешу бір тұрақты ЭҚК және n – ЭҚК-ің әртүрлі жиілікке байланысты синусойдалы құраушылары.

Периодты синусойдалы функцияның әсерлік мәні барлық гармоникалардың әсерлік мәндері және тұрақты құраушыларының квадрат қосындыларын квадрат түбірге алғанға тең:

$$A = \sqrt{\sum_{k=0}^{\infty} A_k^2}.$$

Синусойдалы емес токтың актив қуаты (P) гармоникалық активті қуаттың (P_k) қосындысына тең:

$$P = U_0 I_0 + \sum_{k=1}^{\infty} \frac{U_{km} I_{km}}{2} \cos(\psi_{uk} - \psi_{ik}) = U_0 I_0 + \sum_{k=1}^{\infty} U_k I_k \cos \varphi_k = \sum_{k=0}^{\infty} P_k.$$

Синусойдалы емес токтың реактивті қуаты (Q) – бөлек гармоникалық құраушылардың реактивті қуатының қосындысына тең, біріншісін ескермегенде:

$$Q = \sum_{k=1}^{\infty} U_k I_k \sin \varphi_k = \sum_{k=1}^{\infty} Q_k.$$

Периодтық синусойдалы емес токтың толық қуаты:

$$S = UI = \sqrt{\sum_{k=0}^{\infty} U_k^2 \sum_{k=0}^{\infty} I_k^2}.$$

Әдебиеттер тізімі

1 Жолдыбаева З.И. , Зуслина У.Х., Коровченко Т.,И., Оңғар Б. Электр тізбектерінің теориясы 1: Дәріс жинағы. Оқудың барлық түріндегі студенттерге арналған. – Алматы: 2007. – 76 б.

2 Жолдыбаева З.И., Коровченко Т.И. Электр тізбектерінің теориясы: Оқу құралы. – Алматы: 2009. – 56 б.

3 Жолдыбаева З.И. , Зуслина У.Х., Оңғар Б. Электр тізбегінің теориясы 2: Көрсеткіштері нақтылы және таратылған сызықты электр тізбектерінің орнатытылған және өтпелі режимдерін есептеу мысалдары: Оқу құралы. – Алматы: 2011. – 82 б.

4 Бакалов В. П Основы теорий цепей. М.: «Горячая линия-Телеком, 2013.- 592с.

5 Демирчян К.С., Нейман Л.Р., Коровкин Н.В., Чечурин В.Л. Теоретические основы электротехники. - т.2. – Санкт-Петербург: Питер, 2003.

6 Шебес М. Р., Каблукова М. В. Задачник по теории линейных электрических цепей. – М.: Высшая школа, 1990.-544 с.

7 Жолдыбаева З.И., Зуслина Е.Х. Применение MathCad в теории электрических цепей: Учебное пособие. – Алматы: 2012.- 83 с.

Мазмұны

1 Есептеу-сызбалық жұмыстарды орындауға және рәсімдеуге қойылатын талаптар.....	4
2 №1 есептеу-сызбалық жұмысы. Тәуелді қорек көзі бар тұрақты токтың сызықты электр тізбектерін есептеу.....	7
3 №2 есептеу-сызбалық жұмысы. Синусоидалы токтың сызықты электр тізбектерін есептеу.....	10
4 №3 есептеу-сызбалық жұмысы. Синусоидалы емес токтың сызықты электр тізбектерін есептеу.....	14
5 Есептеу-сызбалық жұмыстарды орындау үшін әдістемелік нұсқаулар.....	19
Әдебиеттер тізімі.....	22

Зухра Исламовна Жолдыбаева
Естаева Шынар Абдібайқызы

ЭЛЕКТР ТІЗБЕКТЕРІНІҢ ТЕОРИЯСЫ

5B071900- Радиотехника, электроника және телекоммуникация
мамандығы үшін
№ 1-3 есептеу-сызбалық жұмыстарға арналған әдістемелік нұсқаулар
мен тапсырмалар

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

Басуға _____
Таралымы берілген 100
Көлемі _есеп. 1,5 баспа таб.

Пішімі 60×84 1/16
Баспаханалық қағаз №1
Тапсырыс № __ Бағасы 750 тг.

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