



**Коммерциялық емес  
акционерлік  
қоғам**

**АЛМАТЫ  
ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ  
БАЙЛАНЫС  
УНИВЕРСИТЕТІ**

Электртехниканың  
теориялық негіздері  
кафедрасы

## **ЭЛЕКТРОТЕХНИКАНЫҢ ТЕОРИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ 1**

5B071800 – Электр энергетикасы мамандығы студенттері үшін  
зертханалық жұмыстарды орындауға арналған  
әдістемелік нұсқаулықтар мен тапсырмалар

Алматы 2016

ҚҰРАСТЫРУШЫЛАР: Болдырева Л.П., Смагулова Г.К., Электр техниканың теориялық негіздері 1. 5B071800 – Электр энергетикасы мамандығы студенттері үшін зертханалық жұмыстарды орындауға арналған әдістемелік нұсқаулықтар мен тапсырмалар. – Алматы: АЭЖБУ, 2016- 32 бет.

Әдістемелік нұсқау ЭТН 1 пәні бойынша зертханалық жұмыстарды орындау, безендіру және қорғау жөніндегі негізгі ережелерден тұрады.

Әрбір зертханалық жұмыс келесі бөлімдерден құралған: жұмыстың мақсаты, жұмысқа дайындық, жұмыс тапсырмасы, бейнелеуі және талдау мәліметтердің жұмыстары және әдістемелік нұсқаулар.

Әдістемелік нұсқау 5B071800– Электр энергетикасы мамандығының студенттеріне арналған.

Сур.23, кестелер 16, әдебиеттер- 7 ат.

Пікір жазған: доц. Курпенов Б.К.

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

«Алматы энергетика және байланыс университеті», КЕАҚ, 2016 ж.

## Мазмұны

Кіріспе .....	4
Зертханалық жұмысқа есеп беруді безендіру ережесі және орындау тәртібі .....	6
1 Зертханалық жұмыс №1. Тұрақты ток тізбегін Ом және Кирхгоф заңдарының көмегімен зерттеу.....	7
2 Зертханалық жұмыс №2. Тұрақты токтың тармақталған электр тізбегін зерттеу.....	10
3 Зертханалық жұмыс №3. Бір фазалы синусоидалды ток тізбегін зерттеу .....	13
4 Зертханалық жұмыс №4. Кернеу резонансын зерттеу .....	18
5 Зертханалық жұмыс №5. Қорек көзі мен қабылдағышы «жұлдызша» тәрізді байланысқан үшфазалық тізбекті зерттеу .....	21
6 Зертханалық жұмыс №6. Қорек көзі мен қабылдағышы «үшбұрышша» тәрізді байланысқан үшфазалық тізбекті зерттеу .....	27
Әдебиеттер тізімі .....	32

## Кіріспе

Мамандар даярлау сапасын жоғарылату, студенттердің шығармашылық ой-өрісін және инженерлік тәжірибелерін молайтуда зертханалық жұмыстар өте үлкен мәнге ие.

Берілген әдістемелік нұсқау ЭТН1 “Электроэнергетика” мамандығы студенттеріне арналған міндетті зертханалық жұмыстар сипаттамасынан тұрады. Зертханалық тапсырмалар электр тізбегінің тұзусызықты тұрақты және бірфазалы синусоидалды тоқты зерттеуден тәжірибелік және есептік сипаттамадан тұрады. Барлық зертханалық жұмыстар тек берілген материалдарды дәрісте өткеннен кейін жасалады.

ЭТН кафедрасындағы зертханалық сабақтардың практикалық іске асырылуы әмбебап оқу-зерттеу зертханалық УИЛС - 2 стендтерімен қамтамасыз етіледі

УИЛС-2 стенді пульт бекітілген және жинақталған өріспен байланысқан активті және пассивті блогы бар үстелден тұрады. Әр корпуста сәйкесінше блоктар қондырылған. Стенд құрамына 29 элементтер жинағы мен байланыс сымдары кіреді.

Пульт өзара жинақталған өріспен ЖӨ байланысқан тұрақты кернеу блогы ТКБ, айнымалы кернеу блогы АКБ, үшфазалы кернеу блогы ҮКБ, айнымалы кедергіден тұратын пассивті блоктар корпусы АКБ, айнымалы индуктивті блогы АИБ, айнымалы сыйымдылықты блогынан АСБ тұратын активті блоктардың металл корпусы.

ТКБ тұрады:

- шығысындағы кернеуі 0 - 25 В аралығында өзгертін тұрақты кернеу көзі;

- шығысындағы кернеуі 20 В болатын өзгермейтін тұрақты кернеу көзі;

- өтпелі кезеңдерді зерттеуде қолданылатын «электронды кілт».

Кернеу көзінің екеуі де қысқа тұйықталу мен жүктемеден қорғау сұлбасымен қамтамасыз етілген. Қорғаныстың іске қосылу тогы :  $I_{opt} = IA$ .

АКБ синусоидалды, тікбұрышты және үшбұрышты өзгермелі жиіліктегі айнымалы бірфазалы кернеу көзінен тұрады.

Сұлба қысқа тұйықталу мен жүктемеден электронды қорғаумен қамтамасыз етілген. Қорғаныстың іске қосылу тогы:  $I_{opt} = IA$ .

ҮКБ өндіріс жиілігіндегі үшфазалы кернеу көзі болып табылады. Барлық фазалар бір-бірімен электрлік байланыста болмайды.

Әр фаза жүктемеден және қысқа тұйықталудан электронды қорғаумен қамтамасыз етілген. Қорғаныстың іске қосылу тогы  $I_{opt} = IA$ .

АКБ 3 реттелмейтін резистордан R1, R2, R3, және 3 реттелетін R4 резисторының сұлбасынан тұрады. R4 кедергісін реттеу сәйкес ауыстырып қосқыштар көмегімен сатылап жүзеге асырылады.

АИБ 3 реттелмеген L1, L2, L3 индуктивтілік орауыштан және L4 индуктивтілігі 3 реттелген сұлбасынан тұрады.

АСБ 3 реттелмеген С1, С2, С3 конденсаторларынан және 3 реттелетін С4 сыйымдылығынан тұрады. Сыйымдылықты реттеу сәйкесінше ауыстырып қосқыштар көмегімен жүзеге асырылады.

Блок панелінің бетінде сигнал мүшелері (индикаторлар, шамдар), басқару мүшелері (ауыстырып қосқыш тетіктері, тумбілер, батырмалар) және өлшеу аспаптары орналасқан.

ЖӨ панелі 67 жұптан, яғни белгілі бір тәсілмен байланысқан ұяшықтан, жиынтық элементті қосуға және орнатуға арналған. НЭ мөлдір пластмас қорапшалар түрінде орындалған.

Активті блоктағы СЕТЬ тумблерін іске қосу үшін, ҚОСУ жағдайына келтіру керек. Осы кезде СЕТЬ индикаторы жанады.

ТКБ және АКБ өлшеу құрылғылары кернеу көзінің реттелген тогы мен кернеуінің шамасын бақылауға арналған. Реттеу потенциометр көмегімен іске асады.

АКБ жиілігі біртіндеп потенциометрмен және 1 кГц арқылы сатылап ауыстырып-қосқышпен реттеледі. Потенциометрдің жиілігі біртіндеп оң жағдайда болса, онда кіріс кернеудің жиілігі  $\pm 2\%$  дәлдікпен ауыстырып қосқышта көрсетілген мәнге сәйкес келеді.

Кез келген ҮКБ фазасының кірісіндегі кернеудің мәнін сатылы түрде ауыстырып қосқыштың көмегімен 1- 9 В және 0 - 30 В аралығында ауыстырып отыруға болады.

Қысқа тұйықтау немесе қайта қотару (сұлба дұрыс жиналмағанда) блоктарда электрондық қорғаныс орнайды және ЗАЩИТА индикаторы жанады. Қысқа тұйықтау немесе жиынтық сұлбадағы қателіктерді өзгерткен соң ЗАЩИТА тетікшесін баса отырып сұлба блогын жұмыс жағдайына қайтарамыз, бұл кезде индикатор өшеді.

## **Жұмыстың орындалу реті және зертханалық жұмыстан есеп беруді безендіру**

Студент зертханалық жұмыстың тапсырмасын алдын-ала болған сабақта алады (1-2 апта бұрын).

Сабаққа кіріспес бұрын, студент зертханалық жұмыстың тақырыбына сәйкес теориялық материалды оқу, жұмыстың мақсатымен танысуы керек.

Жұмыстың тәжірибелік бөлімін орындау алдында студент оқытушыға зертханалық жұмыс туралы есеп беруді, оқытушы алдында ауызша сұрақтарға жауап беру арқылы жұмысты орындауға жіберіледі.

Жұмыстың тәжірибелік бөлімі орындалғаннан кейін, есеп беру толықтырылады: теориялық мәндерді тәжірибелік мәндермен салыстыру келтіріледі, қажетті графиктер тұрғызылады, нәтижелер өңделіп, жұмыстың қорытындысы жасалады.

Зертханалық жұмыстың есеп берілуі әр студентпен сабақ барысында, келесі сабақта немесе консультация уақытында қорғалады.

Келесі зертханалық жұмысты орындауға тек алдыңғы зертханалық жұмысты жасаған және қорғаған студент ғана жіберіледі.

Есеп беру титульдік беттен және келесі бөлімдерден тұрады:

- 1) Жұмыстың мақсаты.
- 2) Теория негізіне және сұрақтардың жауаптарына дайындық.
- 3) Тәжірибе жайында қысқаша мәлімет.
- 4) Зерттелетін тізбектің қағидалық сұлбасы.
- 5) Элементтер және аспаптардың тізімі.
- 6) Есептелетін кейіптемелер, шешімдер, зерттелетін электрлік шамалардың сызбалары және тізбек режимі.
- 7) Зерттеу нәтижесі (кестелер, сызбалар, көрсеткіштердің сандық шамалар және электр шамалары).
- 8) Қорытынды.

Есеп беруді безендіру А4 (210 - 297 мм) форматына немесе дәптердің ақ парағына, сондай-ақ әр парақтың бір жақ бетіне толтырылады. Мәтінді таза бір түсті қаламмен жазу және де сөздерді қысқартпау қажет. Титульдік беттің безендірілуі келтірілген, АУЭС - 2014 стандартында көрсетілген (Т қосымшасы).

## 1 Зертханалық жұмыс №1. Тұрақты ток тізбегін Ом және Кирхгоф заңдарының көмегімен зерттеу

Жұмыстың мақсаты: Ом заңын, Кирхгоф заңын және беттесу әдісін пайдалана отырып, тұрақты ток тізбектерінің зерттеудегі тәжірибелік зерттеу нәтижесін (дағдыларын) алу.

### 1.1 Жұмысқа дайындық

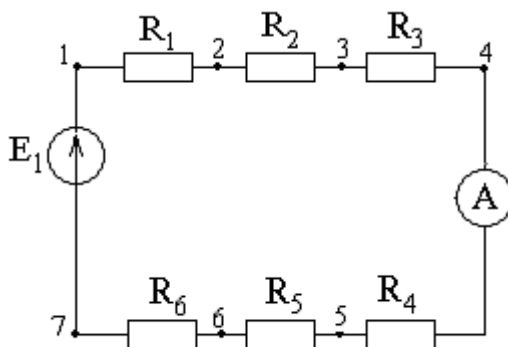
1.1.1 ЭТТ1 бөліміндегі «Тұрақты токтың сызықты электр тізбектері» қайталау.

Жазбаша сұрақтарға жауап беру:

- 1) Ом және Кирхгоф заңдарына теңдеу жазу.
- 2) Ток көзі бар тізбекті өлшеу кезіндегі Кирхгоф заңдарын қолданудың негізі қандай?
- 3) Энергия көздерінің қай түрі (ЕҚК) кернеу және ток көздері деп аталады?
- 4) Кернеу көзінің ЕҚК тәжірибе жүзінде қалай анықтайды?
- 5) Потенциалы нөлге тең болатын тізбектің кез келген нүктесінің потенциалының шамасын вольтметрдің көмегімен қалай анықтайды?

### 1.2 Жұмыстың орындалу реті

1.2.1 (1.1 сурет) тізбекті жинау.



1.1 сурет

1.2.2 Токты, ЭҚК, резисторларды және олардың кернеулерін өлшеу керек. Нәтижелерді 1.1 кестеге енгізу.

1.1 кесте

		Тізбектігі ток I=			ЕҚК E=		
Резистор		$R_1$	$R_2$	$R_3$	$R_4$	$R_5$	$R_6$
Кернеу, В	$U$						
Кедергі, Ом (тәжірибелік)	$R$						
Өткізгіштік, См	$G$						
Кедергі, Ом (есептік)	$R$						

1.2.3 Бір нүктеге қатысты барлық нүктелердегі потенциалдарды есептеу, мысалы:  $\varphi_1=0$ . Нәтижелерді 1.2 кестеге енгізу.

1.2 кесте

Потенциалдар	$\varphi_1$	$\varphi_2$	$\varphi_3$	$\varphi_4$	$\varphi_5$	$\varphi_6$	$\varphi_7$
Теориялық есептеу							
Тәжірибе							

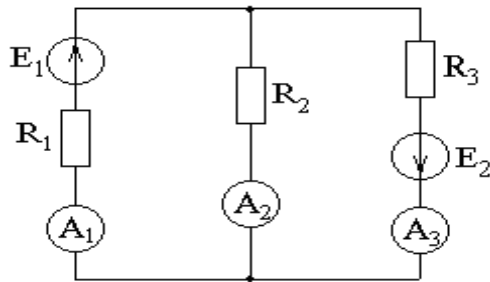
1.2.4 Тізбекті жинау (1.2 сурет).

1.2.5 Беттесу әдісінің тексеру үшін кезекпен тұйықтандырылған  $E_1$  және  $E_2$  ЭҚК тармақтардағы тоқтарды өлшеп (екі ток көзі қосылған кезде 1.3, 1.4 суреттер) нәтижелерді 1.3 кестеге енгізу.

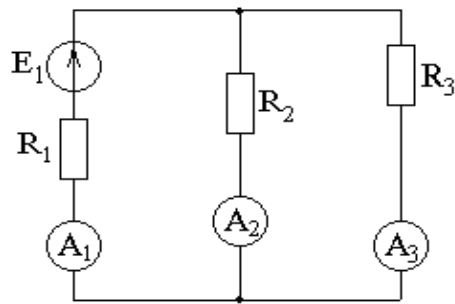
1.3 кесте

Зерттеу түрі		$I_1$	$I_2$	$I_3$
Теориялық есептеу	$E_1 \neq 0; E_2=0$			
	$E_1=0; E_2 \neq 0$			
	$E_1 \neq 0; E_2 \neq 0$			
Тәжірибе	$E_1 \neq 0; E_2=0$			
	$E_1=0; E_2 \neq 0$			
	$E_1 \neq 0; E_2 \neq 0$			
Экспериментальді берілгені бойынша есептеу				

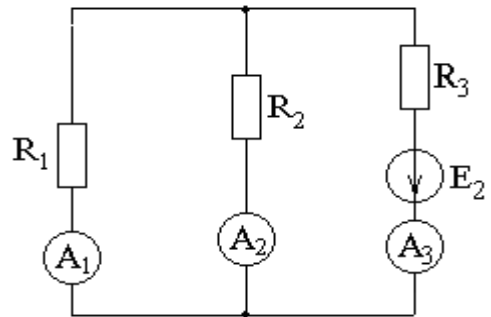




1.2 сурет



1.3 сурет



1.4 сурет

### 1.3 Тәжірибе нәтижелерін өңдеу

1.3.1 (1.1 сурет) сұлбалар үшін кедергілердің шамасы және олардың өткізгіштігін есептеу, ток Ом заңы бойынша, барлық нүктелердің потенциалдарын есептеу.

1.3.2 (1.1 сурет) сұлбалар үшін есептік және тәжірибелік мәліметтер бойынша потенциалдық сызба құрастырсын және тізбектегі токты анықтау.

1.3.3 (1.2 сурет) сұлбалар үшін беттесу әдісін қолданып токтардың теориялық және тәжірибелік мәндерін есептеу.

1.3.4 (1.2 сурет) сұлба үшін Кирхгофтың заңдарының орындалуын тексеру.

1.3.5 Тәжірибелік және теориялық есептеулердің нәтижелерін салыстыру.

### 1.4 Әдістемелік нұсқаулар

1.4.1 Потенциалдық сызбаны салу тізбектің сырты алынады да, сызбаның өзгеруін салғанда әр элемент арасына нүктелер белгілеп, осы нүктелердің кез келген біреуін нөлге тең етіп аламыз. Абсцисса осіне тізбек бөлігі бойынша кедергілерді масштабқа сай орналастырамыз, ал ордината осіне сәйкесінше потенциалдарды аламыз. Тармақталмаған тізбектің тогы потенциалды сызба үшін

$$I = \frac{m_{\varphi}}{m_R} \operatorname{tg} \alpha,$$

мұндағы  $m_{\varphi}$ ,  $m_R$  -сәйкесінше потенциал мен кедергі масштабы;

$tg\alpha$  - потенциалды сызбаның абсцисса осінің тура аумағындағы тангенс бұрышы.

1.4.2 Беттесу әдісі бойынша токтарды есептеу келесіден тұрады: кез келген тармақтағы токты, токтардың алгебралық қосындысы ретінде есептеуге болады көз ЭҚК-ң әрбірін онда жеке алынған токтардың алгебралық қосындысы сияқты есептеуге болады. ЭҚК бар жердегі токтарды есептегенде, басқа ЭҚК қысқа тұйықтаумен алмастырылады.

Бақылау сұрақтары:

- 1) Электр тізбегіндегі тұрақты токтың элементтері.
- 2) ЭҚК тізбегінің аумағы үшін Ом заңы.
- 3) Тармақталған сұлба үшін Кирхгофтың I заңы.
- 4) Тармақталған сұлба үшін Кирхгофтың II заңы.
- 5) Электр тізбегіндегі өлшеу аспаптарының байланысы.
- 6) Кернеу көзінің ЭҚК тәжірибеде қандай жолмен анықтауға болады.
- 7) Тармақталмаған сұлба үшін потенциалдық диаграмма.
- 8) Беттестіру әдісі арқылы токты есептеу.

## **2 Зертханалық жұмыс №2. Тұрақты токтың сызықты тармақталған электр тізбегін зерттеу**

Жұмыстың мақсаты: тұрақты ток тізбегін есептеу әдісін тәжірибелі зерттеу.

### **2.1 Жұмысқа дайындық**

ЭТН1 курсының «Тұрақты токтың сызықты электр тізбектер» бөлімін қайталау.

Келесі сұрақтарға жазбаша түрде жауап жазу:

- 1) Активті екіұштық әдісінің мәні неде?
- 2) Активті екіұштықтың кіріс кедергісін қалай есептейді?
- 3) Активті екіұштықтан жүктемеге берілетін максималды қуаттың шарты қандай?
- 4) Тізбектей, паралель, аралас жалғанған кедергілер жағдайында баламалы кедергіні есептеу кейіптемесін келтіру, сонымен қатар кедергінің үшбұрыштан баламалы жұлдызға және керісінше өткендегі кейіптемелерін келтіру.

### **2.2 Жұмысты орындау реті**

2.1 кесте

Нұсқа №	1	2	3	4	5	6
Сұлба №	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6
$E_1, B$	20	15	20	10	25	20

$E_2, В$	10	20	15	20	20	18
ЭГӘ анықталатын ток	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_4$	$I_5$	$I_6$

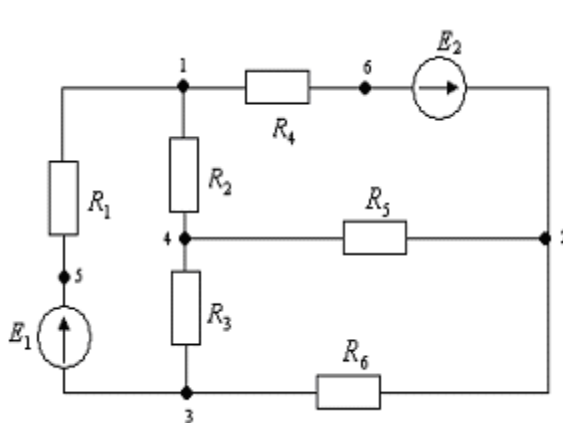
2.2.1 Есептің нұсқасына сәйкес (2.1-2.6 суреттер) зерттелетін сұлбаны салу, тармақтағы токтың дұрыс бағытын қою. Резисторлар мен кернеу көздерінен тізбек құрау. Тізбекті жинағанда қысқыштарды өлшеу құралдарын қосу үшін қарау. Ампервольтметрлерді таңдалған токтың бағытына сәйкес қосу.

2.2.2 Тармақтағы токтарды және барлық резисторлардағы кернеуді өлшеу.

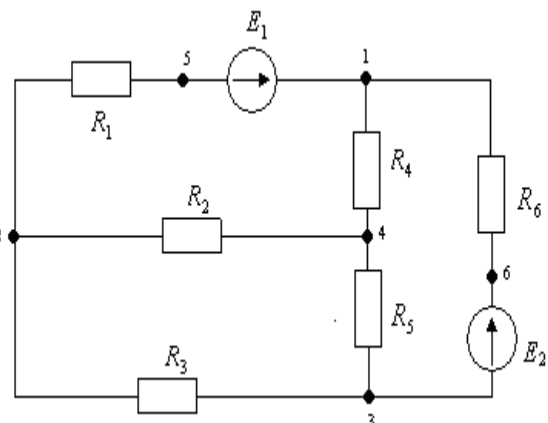
Нәтижелерді 2.2 кестеге енгізу.

2.2 кесте

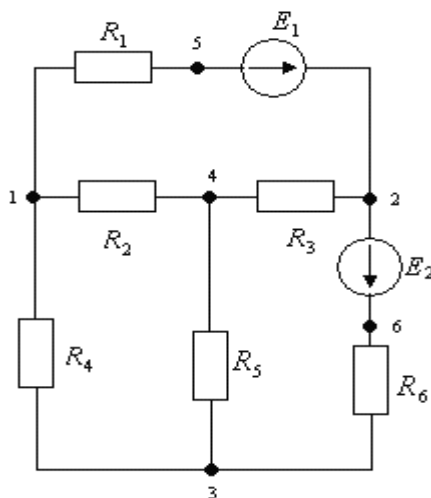
$I_1 mA$	$I_2 mA$	$I_3 mA$	$I_4 mA$	$I_5 mA$	$I_6 mA$	$U_{R1} B$	$U_{R2} B$	$U_{R3} B$	$U_{R4} B$	$U_{R5} B$	$U_{R6} B$



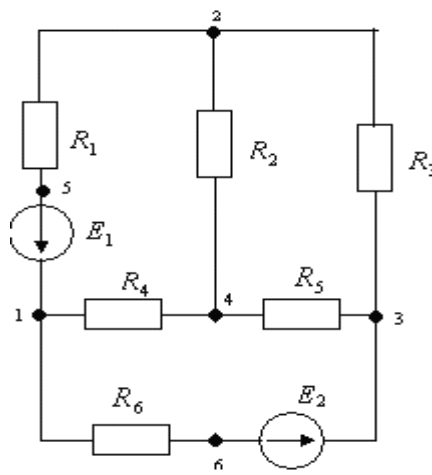
2.1 сурет



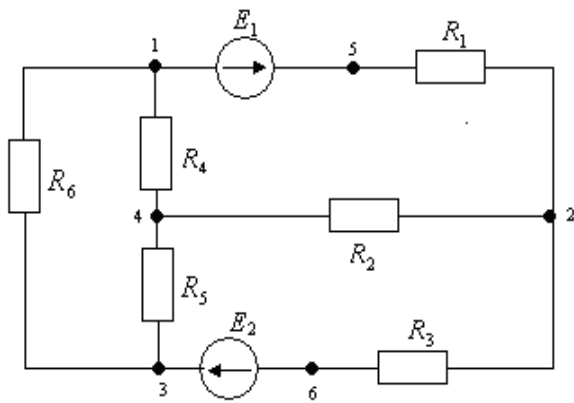
2.2 сурет



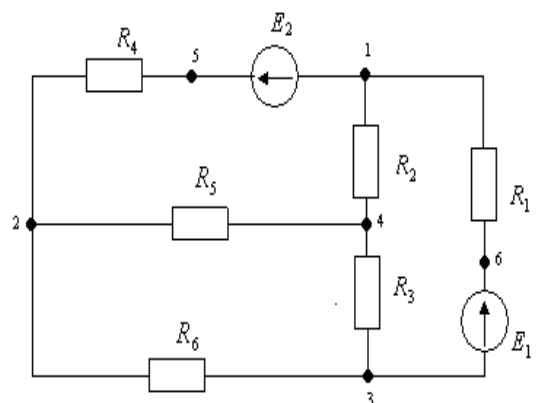
2.3 сурет



2.4 сурет



2.5 сурет



2.6 сурет

2.2.3 Эквивалентті генератор әдісі бойынша тармақтағы токты анықтау үшін қысқаштардағы  $U_{бж}$  -тың бос жүріс кернеуін анықтау, бұл оның қысқа тұйықталуындағы  $I_{к.т.}$  Нәтижесін 2.3 кестеге енгізу.

2.3 кесте

Зерттеудің түрі	$U_{бж}, В$	$I_{тармак} кт., А$	$R_{эг}, Ом$	$E_{эг}, В$	$I_{тармак}, А$
Теориялық есептеу					
Тәжірибелік зерттеу					

## 2.3 Тәжірибелердің нәтижелерін талдау

2.3.1 Тармақтардағы токтарды есептегенде, тізбектегі тұрақты токты кез келген әдісті қолданып есептеу.

2.3.2  $I_{тармак}$ -ші токтың (2.3 кесте) эквиваленттік генератор әдісін есептеу экспериментальді және есептік жолымен алған мәнімен салыстыру.

Қателік кейіптеме бойынша анықтау.

$$\delta = \frac{I_{теор} - I_{экс}}{I_{теор}} \cdot 100\% .$$

2.3.3 Орындалған жұмысқа қорытынды жасау.

## 2.4 Әдістемелік нұсқаулар

Эквивалентті генератор әдісі бойынша токты анықтауда, ізделіп отырған тармақ  $I_{тармак}$  электр тізбегіндегі тогы мына кейіптеме бойынша анықталады

$$I_{тармак} = \frac{U_{бж}}{R + R_{эг}} = \frac{E_{эг}}{R + R_{эг}} ,$$

мұндағы:  $U_{бж} = E_{эг}$  ,

$U_{бж}$  - тармақталған тізбек ұштарындағы бос жүріс кернеуі;

$E_{\text{ЭГ}}$  - эквивалентті генератордың ЭҚК;

$R_{\text{ЭГ}}$  - эквивалентті генератордың ішкі кедергісі, ажыратылған тармақтың қысқышына қатысты пассивті тізбектің кіріс кедергісіне тең. Пассивті тізбек ЭҚК барлық көздерде қысқа тұйықталу бөлімшелерімен алмастырған бастапқы сұлбадан пайда болады.

Кедергіні  $R_{\text{ЭГ}}$  кейіптеме бойынша есептеуге болады

$$R_{\text{ЭГ}} = \frac{E_{\text{ЭГ}}}{I_{\text{тармақт}}} = \frac{U_{\text{бж}}}{I_{\text{тармақт}}}.$$

$I_{\text{ткт}}$  – тамақтағы қысқа тұйықталған ток.

Бақылау сұрақтары:

- 1) Екіұштықтарға жалпы сипаттама.
- 2) Активті екіұштыдан пассивті энергияның берілуі.
- 3) Активті екіұштылар туралы теорема және оның тармақталған тізбекті есептеуде қолданылуы.
- 4) Эквивалентті генератор әдісі.
- 5) Тізбектей жалғанған эквивалентті кедергілер жағдайында баламалы кедергіні есептеу.
- 6) Паралель, аралас жалғанған эквивалентті кедергілер жағдайында баламалы кедергіні есептеу.
- 7) Аралас жалғанған эквивалентті кедергілер жағдайында баламалы кедергіні есептеу.
- 8) Кедергінің үшбұрыштан баламалы жұлдызға және керісінше өткендегі кейіптемелерін келтіру.

### **3 Зертханалық жұмыс №3. Бірфазалы тізбектің синусоидалы тогын зерттеу**

Жұмыс мақсаты: тармақталған және тармақталмаған тізбектегі бірфазалы синусоидалды токты тәжірибелі түрде зерттеу.

#### **4.1 Жұмысқа дайындық**

Жұмысқа дайындық кезінде ЭТН1 курсының бірфазалы синусоидалық токқа қатысты тарауларын қайталау.

Келесілерді орындау:

- 1)  $R, L, C$  тізбегі үшін Ом заңын кешенді түрде жазу (3.1 сурет).
- 2) 3.3÷3.8 суреттердегі бір тізбек үшін Кирхгоф заңына байланысты теңдеуді комплексті түрде құрау (есеп нұсқасына байланысты).

3) 3.1, 3.2 суреттерінде келтірілген тізбектер және 3.3÷3.8 суреттердегі бір тармақ үшін ток пен кернеуге векторлық диаграмма құру (есеп нұсқасына байланысты).

4) 3.3÷3.8 суреттегі бір сұлба үшін сапалы топографиялық диаграмма құру (есеп нұсқасына байланысты).

5) Кейіптеме үшін активті, реактивті, толық қуаттарын, сондай-ақ синусоидалды ток тізбегіндегі энергетикалық баланс теңдеуін жазу.

### 3.2 Жұмыстың орындалу реті

3.2.1 (3.1 сурет) сұлбасы үшін тізбекті жинау. Кіріс кернеуін 5-15 аралығында беру, қорек көзінің  $f$  жиілігі 1000 Гц. Активті кедергісі  $R_1=50-200$  Ом.; Индуктивтілігі  $L=10-50$  мГн, сыйымдылығы  $C$  1-3 мкФ. Барлық элементтегі ток пен кернеуді өлшеу, сондай-ақ индуктивті орауыштың активті кедергісі  $R_k$ . Өлшеу нәтижелерін 3.1 кестеге толтыру.

3.1 кесте

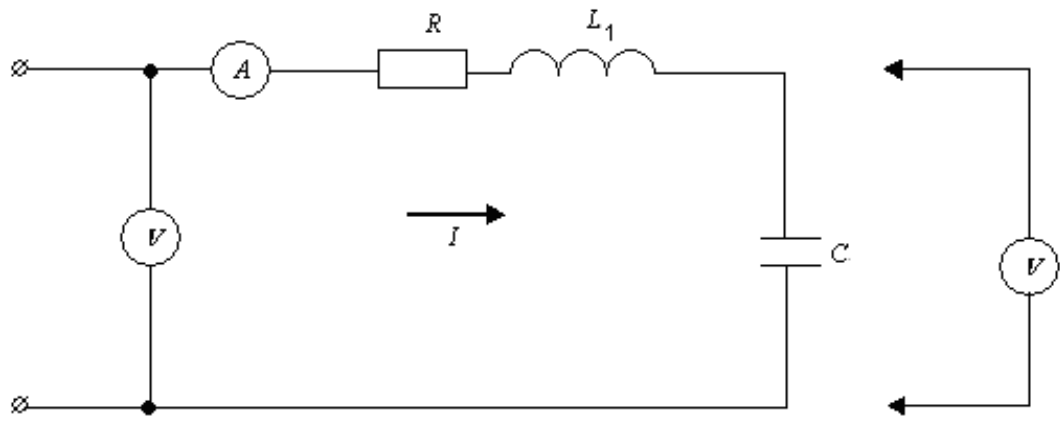
$U, B$	$f, Гц$	$R, Ом$	$L, мГн$	$C, мкФ$	$I, mA$	$U_R, B$	$U_K, B$	$U_C, B$

3.2.2 (3.2 сурет) сұлбасы үшін тізбекті жинау. Кіріс кернеуін 5-15 аралығында беру, қорек көзінің  $f$  жиілігі 1000 Гц. Активті кедергісі  $R_1=50-200$  Ом.; Индуктивтілігі  $L=10-50$  мГн, сыйымдылығы  $C$  1-3 мкФ. Барлық элементтегі ток пен кернеуді өлшеу. Өлшеу нәтижелерін 3.2 кестеге толтыру.

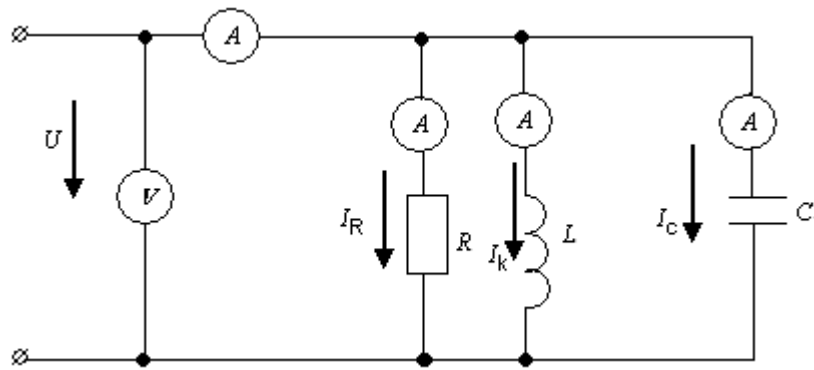
3.2 кесте

$U, B$	$f, Гц$	$R, Ом$	$L, мГн$	$C, мкФ$	$I, mA$	$I_R, mA$	$I_K, mA$	$I_C, mA$

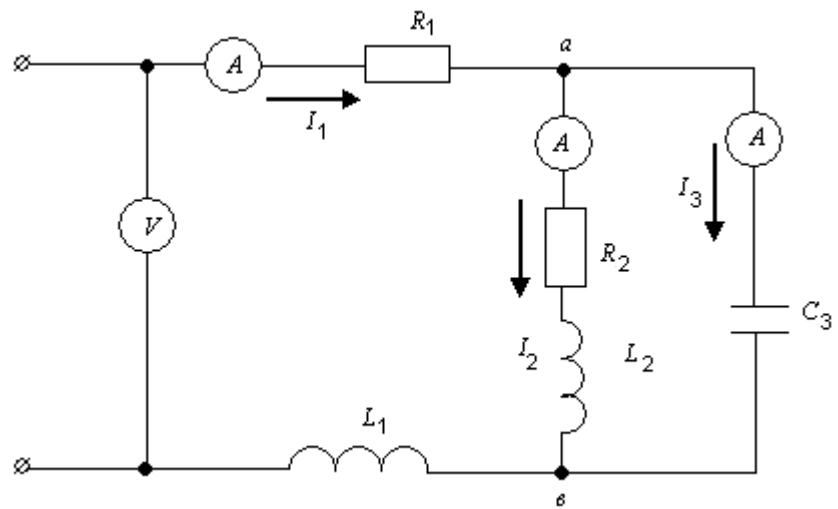
3.2.3 3.3-3.8 сұлбалардың бірінен тапсырма нұсқасы бойынша тізбекті жинау. Кіріс кернеуін 5-15 аралығында беру, қорек көзінің  $f$  жиілігі 1000 Гц. Барлық тармақтардағы токтарды, тізбектің барлық элементіндегі кернеуді және параллельді аймақтағы  $U_{ав}$  – ны өлшеу. Өлшеу нәтижесін кесте түрінде жазу, барлық элементтердің, жиіліктің, кернеудің шамасын көрсету.



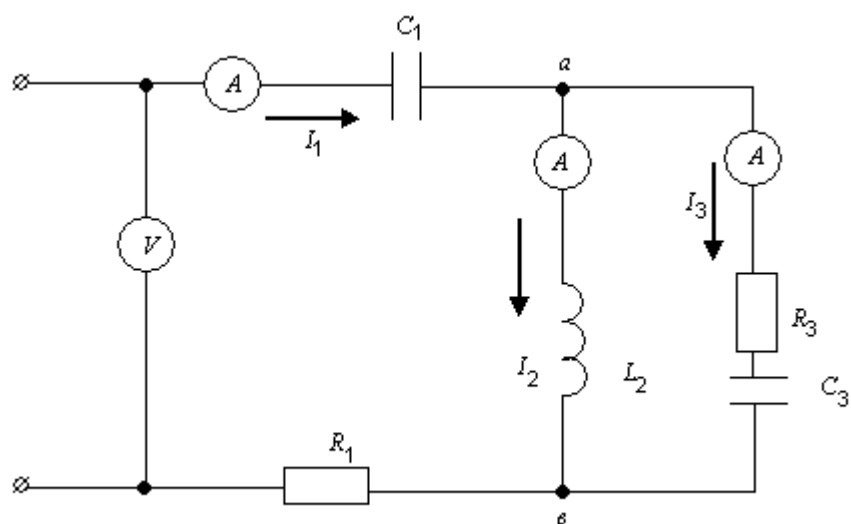
3.1 цурет



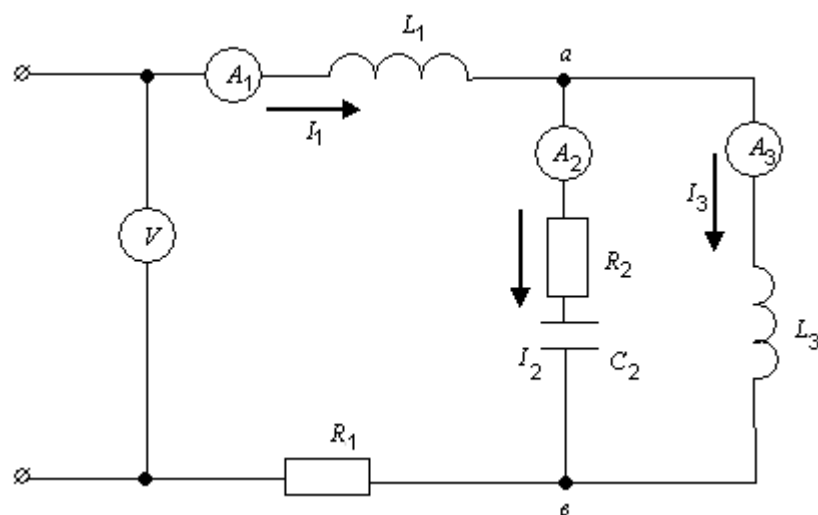
3.2 цурет



3.3 цурет

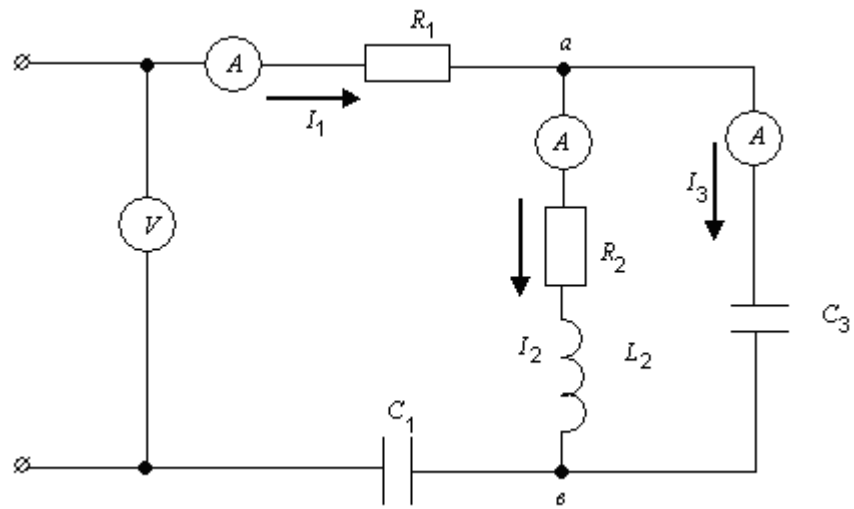


3.4 сурет

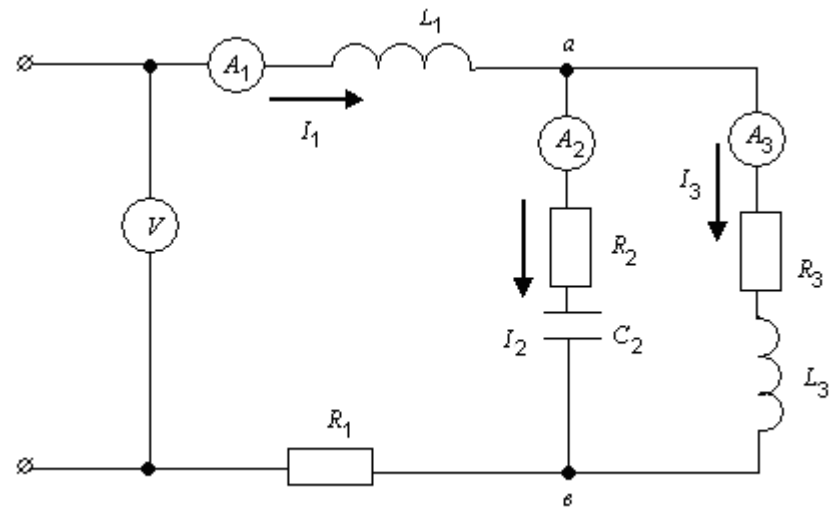


3.5 сурет

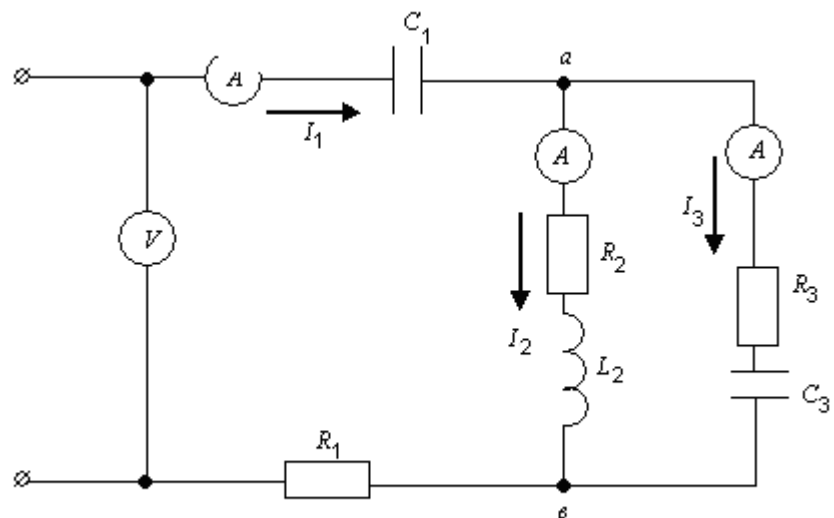




3.6 суурет



3.7 суурет



3.8 суурет

### 3.3 Тәжірибе нәтижесін өңдеу

3.3.1 Берілген 3.1 кесте бойынша ток пен кернеудің векторлық диаграммасын құру. Кирхгофтың екінші заңының орындалуын тексеру.

3.3.2 Берілген 3.2 кестені қолдана отырып, (3.2 сурет) сұлбасы үшін ток пен кернеудің векторлық диаграммасын құру. Кирхгофтың екінші заңының орындалуын тексеру.

3.3.3 Берілген 3.3 зерттеліп отырған тізбек үшін ток пен кернеудің векторлық диаграммасын құру.

Қорек көзінің активті, реактивті, толық қуаттарын тексеру. Осы қуаттардың байланысын тексеру.

Зерттеліп отырған тізбектің активті қуат теңдеуін құрып, оның есептелуін тексеру.

Бақылау сұрақтары:

- 1)  $R, L, C$  тармақталмаған тізбегі үшін Ом заңын комплексті түрде жазу.
- 2) Синусоидалы ток тізбегіндегі кедергінің, индуктивтіліктің және сыйымдылықтың тізбектей жалғануы.
- 3) Синусоидалы ток тізбегіндегі кедергінің, индуктивтіліктің және сыйымдылықтың параллель жалғануы.
- 4) Комплексті түрдегі Кирхгоф заңы.
- 5)  $R, L, C$  тармақталмаған тізбегі үшін векторлық диаграмма.
- 6) Тармақталған тізбек үшін векторлық диаграмма.
- 7) Тізбектегі синусоидалы токтың активті және реактивті қуаттары.
- 8) Тізбектегі синусоидалы токтың толық қуаты.

### 4 Зертханалық жұмыс №4. Кернеу резонансын зерттеу

Жұмыс мақсаты: электр тізбектеріндегі кернеу резонансын тәжірибелік зерттеу.

#### 4.1 Жұмысқа дайындық

ЭТН1 курсының «Электр тізбектеріндегі резонанс» бөлімін қайталау.

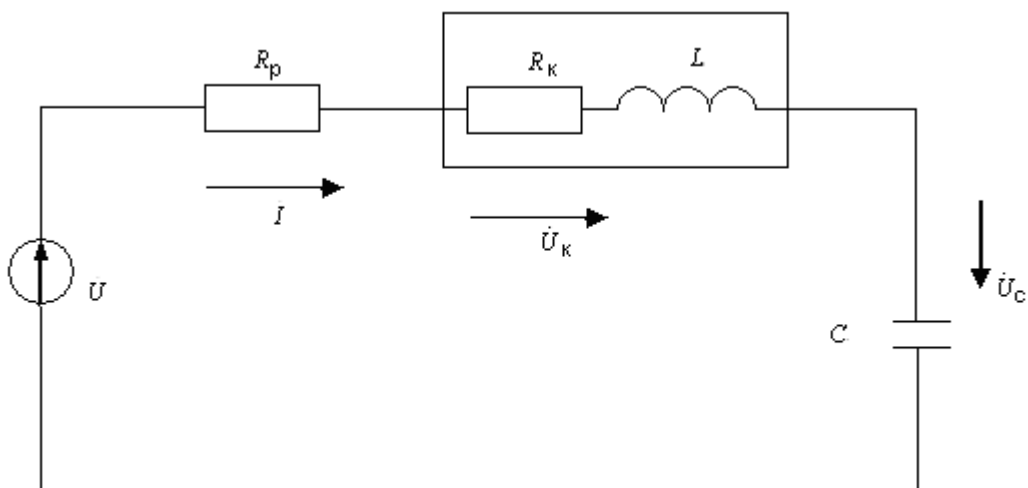
Келесі сұрақтарға жазбаша жауап жазу:

- 1) Электр тізбегіндегі қандай жұмыс ережесі резонанс деп аталады? Резонанс шартын жазу.
- 2) Қандай электр тізбектерінде кернеу резонансы және ток резонансы пайда болады? Осы тізбектердің электр сұлбасын салу.
- 3) Электр тізбегінде қандай шарт кезінде кернеу резонансы пайда болады?
- 4) Резонанстық бұрыштық жиілік  $\omega_0$  және резонанстық жиілікті  $f_0$  қалай есептейді?

- 5) Қандай шама контурдың кедергілік сипаттамасы деп аталады?
- 6) Кернеу резонансы кезіндегі тізбектегі толық кедергі мен токты қандай формула көмегімен есептейміз?
- 7) Кернеу резонанс кезіндегі сыйымдылық пен индуктивтіліктегі кернеуді қалай есептейді?
- 8) Тізбектей жалғанған тербелмелі контурдың сапалылығын қалай анықтаймыз?  $Q = 2,5 \div 5$  сапалылық кезінде кіріс кернеу индуктивтілік пен сыйымдылық кернеуден резонанс кезінде қанша есе артық болады?
- 9) Тізбектей жалғанған  $R, L, C$  тізбегі үшін векторлық диаграмма сызу:  
 а) резонанс кезінде;  
 б) резонансқа дейін және кейін.
- 10) Тізбектей жалғанған тербелмелі контурдың кірісіндегі ток пен кернеу арасындағы фазалар айырымының бұрышын  $\varphi_{ex}$  қалай есептейді?
- 11)  $\varphi_{ex}(\omega)$  тәуелділік графигін тұрғызу. Резонанс кезінде фазалар айырымының бұрышы  $\varphi_{ex}$  қандай мәнге тең?
- 12) Тізбектің жиіліктік сипаттамаларын құру.  
 $X_L(\omega), -X_C(\omega), X(\omega) = X_L(\omega) - X_C(\omega)$ .
- 13) Резонанстық қисықтарды тұрғызу  $I(f), U_L(f), U_C(f)$ .
- 14) Әртүрлі сапалылықтар үшін тізбектей жалғанған тербелмелі контурдың резонанстық қисықтарын тұрғызу  $I/I_0 = F(\eta), (\eta = \omega/\omega_0 = f/f_0)$
- 15) Тізбектей жалғанған тербелмелі контурдың өткізу жолағын қалай анықтайды?
- 16) Берілген нұсқаға байланысты (4.1 кесте) резонанстық жиіліктерді  $\omega_0$  және  $f_0$ ; контурдың сипаттамалық кедергісін;  $Q = 2.5$  и  $Q = 5$ . сапалылығы кезіндегі контурдың актив кедергісін есептеу.

4.1 кесте

Нұсқа	$L, Гн$	$C \cdot 10^{-6}, ф$
1	0,02	1
2	0,01	3
3	0,01	3,5
4	0,02	2
5	0,01	2
6	0,02	3



4.1 сурет

## 4.2 Жұмыстың орындалу реті

4.2.1 Тізбектей жалғанған тербелмелі контурды жинау (4.1 сурет). Кіріс кедергіні  $3 \div 5 \text{ В}$  орнату. Резистор, конденсатор, орауыш ретінде айнымалы кедергі, индуктивтілік және сыйымдылықты қолданыңыз. Есептің нұсқасына сәйкес (4.1 кесте) параметрлердің номиналды мәндерін орнату. Резистор кедергісі  $R_p = R - R_k$  кейіптемесімен анықталады,

мұндағы  $R$ -  $Q = 2,5$  сапалылық үшін есептелген контурдың актив кедергісі;

$R_k$  - индуктивті орауыштың актив кедергісі.

4.2.2  $Q = 2,5$  сапалылық кезіндегі кіріс кедергідегі жиілікті өзгерте отырып  $I(f), U_c(f), U_k(f)$  тәуелділікті алу. Өлшенген мәндерді 4.2 кестеге енгізу. Жұмыс кезінде кіріс кедергінің мәні өзгеріссіз қалады.

4.2.3 Контурда  $Q = 5$  сапалылық үшін резистор кедергісін орнатамыз. Кіріс кедергінің жиілігін өзгерте отырып  $I(f)$  тәуелділігін аламыз. Өлшенген мәндерді 4.2 кестеге енгізу.

4.2.4  $Q = 5$  сапалылыққа сәйкес  $f_0$  жиілік көзі, кіріс кедергісі  $3-5 \text{ В}$ , резистор кедергісін орнату. Сыйымдылықты өзгерте отырып  $U_c(C), I(C)$  тәуелділікті алу. Өлшенген мәндерді 4.3 кестеге енгізу

## 4.3 Жұмыс нәтижелерін өңдеу

4.3.1 4.2 кестенің тәжірибелік мәндері бойынша резонанс қисықтарын  $I(f), U_L(f), U_c(f)$  тұрғызу.  $U_L$  кернеуді  $U_L = \sqrt{U_k^2 - (R_k I)^2}$  кейіптемесімен есептеу, теориялық қисықтармен салыстыру, қорытынды жасау.

4.3.2  $Q = 2,5$  және  $Q = 5$  кезіндегі 4.2 кестенің мәліметтерін пайдаланып  $I/I_0 = F(f/f_0)$  тәуелділігін есептеңіз.  $I/I_0 = F(f/f_0)$  тәуелділік графиктерін

тұрғызу.  $I/I_0 = F(f/f_0)$  резонанс қисықтарынан  $f_1$   $uf_2$  шектік жиіліктерін 2,5 және 5 сапалылықтары үшін анықтаңыз, қорытынды жасаңыз.

4.3.3 Тізбектегі токтың максималды мәні бойынша тәжірибелік мәндерді пайдаланып (4.2 кесте) резонанстық жиілікті анықтаңыз. Кіріс кедергісі өзгеріссіз.

4.3.4 Жиіліктен  $\varphi_{BX}$  бұрышының тәуелділік графигін есептеп тұрғызыңыз;  $\varphi_{BX} = \arctg[(U_L - U_C)/RI]$ , мұндағы  $R = R_p + R_k$ . Теориялық қисықпен салыстырыңыз. Қорытынды жасаңыз.

4.3.5 Резонанс кезіндегі тәжірибелік мәндерді (4.2 кесте) пайдаланып толық және актив қуатты есептеңіз, қорытынды жасаңыз.

4.3.6 Контурдың сапалылығын ( $Q = U_{L0}/U = U_{C0}/U$ ) тәжірибелік мәндерді пайдаланып (4.2 кесте) анықтаңыз. Берілген мәндермен салыстырыңыз.

4.3.7 Тәжірибелік мәндерді пайдаланып (4.3 кесте)  $I_C, U_C(C)$  тәуелділігін тұрғызыңыз.

4.4.8 Қорытынды жасаңыз.

4.2 кесте

$f, \Gamma\mu$	Сапалылық					
	$Q = 2,5$					$Q = 5$
	$I, mA$	$U_C, B$	$U_K, B$	$U_L, B$	$\varphi_{BX}$	$I, mA$

4.3 кесте

$C, мкФ$	$I, mA$	$U_C, B$

## 5 Зертханалық жұмыс №5. Қорек көзі мен қабылдағышы жұлдызша тәрізді байланысқан үшфазалы тізбекті зерттеу

Жұмыстың мақсаты: қорек көзі мен қабылдағышы жұлдызша байланысқан кездегі үшфазалы тізбекті тәжірибе жүзінде анықтау. Симметриялы және симметриялы емес режимдердегі сызықты және фазалық шамалардың негізгі байланыстарын тәжірибе жүзінде анықтау және нейтрал сымның рөлі.

### 5.1 Жұмысқа дайындық

ЭТН1 курсының «Үшфазалы тізбек» бөлімін қайталау.  
Келесі сұрақтарға жауап беру:

1) Қабылдағыш пен қорек көзінің қандай фазалық байланысы «жұлдызша байланысқан» деп аталады?

2) Үшфазалық тізбектің сұлбадағы қандай нүктелер бейтарап, қандай сым бейтарап (нөлдік) сым деп аталады?

3) Қандай сымдар сызықты деп аталады, токпен кернеудің қандай шамасы фазалық, ал қайсысы сызықты деп аталады.

4) Үшфазалық тізбектегі қай ереже симметриялық деп аталады?

5) Симметриялық ережедегі ток пен кернеулердің фазалық және сызықтық шамаларының қатынастары қандай, қандай мәнге тең  $I_n, U_{nN}$  ?

6)  $U_{nN}$  кернеуді есептеу формуласын екі түйін тәсілі арқылы жазу.

7) Үшфазалық тізбектің бейтарап сымы жоқ ережелердегі токтың векторлық диаграммасын және кернеудің топографиялық диаграммасын тұрғызу:

- симметриялық ереже (активті кедергінің барлық фазалары үшін );

- апатты ережелер – нұсқаға сәйкес қабылдағыштың фазаларының біреуіндегі үзіліс және қысқа тұйықталу, басқа екі фазаның кедергісі активті және тең.

Симметриялық ережені апатты ережемен салыстырғандағы ток пен кернеудің қалай өзгеретінін топографиялық және векторлық диаграммалары арқылы анықтау.

8) Үшфазалық тізбектің бейтарап сымдарының келесі ережелердегі токтың векторлық диаграммасын және кернеудің топографиялық диаграммасын тұрғызу:

- симметриялық ереже (қабылдағыштағы активті кедергінің барлық фазалары үшін );

- апатты ережелер – нұсқаға сәйкес жүктеменің фазаларының біреуіндегі үзіліс, басқа екі фазаның кедергісі активті және тең ;

- нұсқаға сәйкес біртекті емес жүктеме.

Топографиялық және векторлық диаграммалары арқылы симметриялық ережедегі ток пен кернеудің қалай өзгеретінін симметриялық емес ережемен салыстыру.

9) Үшфазалық тізбектің «жұлдызша - жұлдызша» байланысқан бейтарап емес және бейтарап сымдарының сұлбасын салу (1.1-1.2 суреттер). Нәтижелерді 1.1, 1.2. кестеге енгізу.

## 5.2 Жұмыстың орындалу тәртібі

5.3.1 Жұмыста қолданылатын кедергілердің  $R_1, R_2, R_3$  резисторларының шамаларын өлшеу.  $R_1 = R_2 = R_3$  кедергілері тең болатын резисторларды тандап алу.

5.3.2 Оқытушының тапсырмасына сәйкес үшфазалық кернеудің блогын қосу және фазалық ЭҚК мәнін орнату. Қорек көзінің фазасын жұлдызша жинау.

5.3.3 Қорек көзі мен қабылдағышы жұлдызша бейтарап сыммен байланысқан үшфазалық тізбекті жинау. Қорек көзінің және қабылдағыштың бейтарап нүктелерін амперметр арқылы қосу. Қабылдағыштың барлық фазасындағы кедергілер активті және тең:  $R_A = R_1, R_B = R_2, R_C = R_3$  (симметриялық ереже). Қабылдағыш фазасындағы тоқты,  $I_N$  бейтарап сымдағы тоқты, қабылдағыштың фазалық және сызықтық кернеулерін өлшеу. Өлшеу нәтижесін 5.1. кестеге енгізу.

5.3.4 Апатты ережені тәжірибелік зерттеу, тізбектің бейтарап сымның қабылдағыштың бір фазасы үзілуі кезінде пайда болады (нұсқаға сәйкес). Қабылдағыштың фазасындағы басқа екі кедергісі 5.3.3 бөліміндегідей. Қабылдағыштың фазасындағы токтарды,  $I_N$ , қабылдағыштың фазалық және сызықтық кернеулерін өлшеу. Өлшеу нәтижесін 5.1 кестеге енгізу.

5.3.5 Қабылдағыштың бір фазасындағы активті кедергіні өлшеу кезіндегі үшфазалық тізбектің бейтарап сымындағы симметриялық емес ережесін тәжірибелік жолмен зерттеу (нұсқаға сәйкес). Қабылдағыштың фазасындағы басқа екі кедергісі 5.3.3 бөліміндегідей. Қабылдағыштың фазасындағы токтардың,  $I_N$  тоқты, қабылдағыштың фазалық және сызықтық кернеулерін өлшеу. Өлшеу нәтижесін 5.3 кестеге енгізу.

5.3.6 Үшфазалы электр тізбегіндегі бейтарап сымдағы симметриялық емес ережені тәжірибелік зерттеу. Қабылдағыштың фазасына активті кедергі  $R$ , индуктивтілік  $L$ , сыйымдылық  $C$  қосамыз (нұсқаға сәйкес). Тәжірибенің нәтижесін 5.1 кестеге енгіземіз.

5.3.7 Қорек көзі мен қабылдағыш фазаларын жұлдызша байланыстырып симметриялық үшфазалық тізбек жинау. Бейтарап сымды үзу. Қорек көзі мен қабылдағыштың бейтарап сым нүктелерінің арасына вольтметр жалғау. Қабылдағыштың барлық фазасындағы кедергісі 5.3.3 бөліміндегідей. Қабылдағыштың фазасындағы токтарды, қабылдағыштың фазалық және сызықтық кернеулерін, бейтараптың ығысу кернеуі  $U_{nN}$  өлшеу. Өлшеу нәтижесін 5.2. кестеге енгізу.

5.3.8 Апатты ережені тәжірибелік зерттеу, тізбектің бейтарап емес сымның қабылдағыштың бір фазасынан үзілуі кезінде пайда болады. Фаза 5.3.4 бөліміндегідей («бос жүріс» режимі). Жүктемедегі басқа екі кедергі 5.3.3 бөліміндегідей. Токтарды, қабылдағыштағы фазалық және сызықтық кернеуді, бейтараптың ығысу кернеуі  $U_{nN}$  өлшеу. Өлшеу нәтижесін 1.2. кестеге енгізу.

5.3.9 Апатты ережені тәжірибелік зерттеу, үшфазалық электр тізбектегі бейтарап емес сымындағы жүктеменің бір фазасындағы қысқа тұйықталу кезінде пайда болады (фаза 5.3.4 бөліміндегідей сияқты). Жүктемедегі басқа екі кедергі 1.3.3 бөліміндегідей. Токтарды, қабылдағыштағы фазалық және сызықтық кернеуді, бейтараптың ығысу кернеуін  $U_{nN}$  өлшеу. Өлшеу нәтижесін 5.2.кестеге енгізу.

### 5.3 Жұмысты безендіру және нәтижелерді талдау

5.4.1 5.3.3 бөліміндегідей тәжірибелік берілгендерден кернеудің топографиялық диаграммасын тұрғызу (топографиялық диаграммаға  $N$  қорек көзінің және  $n$  қабылдағыштың бейтарап жағдайын көрсету), токтардың векторлық диаграммасын тұрғызу.

Симметриялық ережедегі сызықтық және фазалық кернеулердің қатынастарын тексеру.

Фазалық кернеудің және фазалық кедергінің белгілі мәнімен токтың әсерлік мәнін есептеу. Бейтарап сымдағы токты  $I_N$  векторлық диаграмма арқылы анықтау, симметриялық ережеде ток  $I_N = 0$  нөлге тең екеніне көз жеткізу керек. Өлшеу нәтижесін 1.1 кестеге енгізу. Теориялық мәнін тәжірибелік мәнімен салыстыру.

5.3.2 5.3.4 бөліміндегідей тәжірибелік берілгендерден жүктеме фазасындағы кернеудің топографиялық диаграммасын және токтардың векторлық диаграммасын тұрғызу.  $I_N$  векторлық диаграммадан анықтау. Нәтижесін 1.1 кестеге енгізу керек («теориялық зерттеу» жолына). Теориялық жүзде тұрғызылған (5.2.9 бөліміндегі) топографиялық және векторлық диаграммаларды қолдана отырып, жүктеменің бір фазасындағы үзілістегі токпен кернеудің мәнін анықтау (фаза 1.3.4 бөліміндегідей). Нәтижесін 1.1 кестеге енгізу керек.

5.4.3 5.3.5 бөліміндегідей тәжірибелік берілгендерден кернеудің топографиялық диаграммасын және токтардың векторлық диаграммасын тұрғызу керек. Векторлық диаграмма арқылы бейтарап сымдағы токты  $I_N$  анықтау. Тәжірибелік жолмен табылған  $I_N$  салыстыру. Нәтижесін 1.2 кестеге енгізу.

5.4.4 5.3.6 бөліміндегідей тәжірибелік берілгендерден кернеудің топографиялық диаграммасын және токтардың векторлық диаграммасын тұрғызу. Векторлық диаграмма арқылы бейтарап сымдағы токты  $I_N$  анықтау. Тәжірибелік жолмен табылған  $I_N$  салыстыру. Нәтижесін 1.2 кестеге енгізу.

5.4.5 5.3.3, 5.3.4, 5.3.5 бөліміндегідей тәжірибелік берілгендерінен  $I_N$ -дің айнымалы кедергі фазасындағы токпен тәуелділік сызбасын салу.

5.4.6 5.3.7 бөліміндегідей тәжірибелік берілгендерден кернеудің топографиялық диаграммасын және токтардың векторлық диаграммасын тұрғызу. 5.2.7 бөліміндегідей тұрғызылған диаграммаларды пайдалана отырып, ток пен кернеудің мәнін анықтау. Нәтижесін 1.2 кестеге енгізу керек («теориялық зерттеу» жолына).

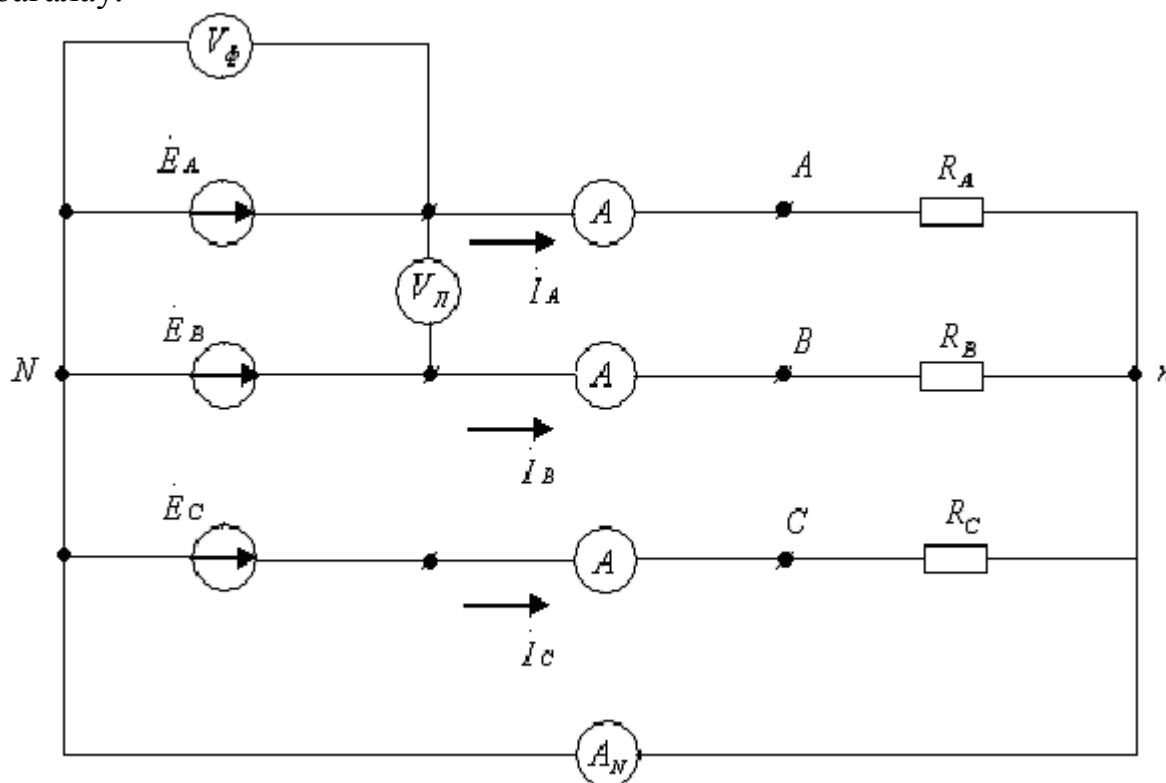
5.4.7 5.3.8 бөліміндегідей тәжірибелік берілгендерден кернеудің топографиялық диаграммасын және токтардың векторлық диаграммасын тұрғызу. 5.2.7 бөліміндегідей теориялық жүзде тұрғызылған диаграммаларды пайдалана отырып, ток пен кернеудің мәнін анықтау. Нәтижесін 1.2 кестеге енгізу керек («теориялық зерттеу» жолына).



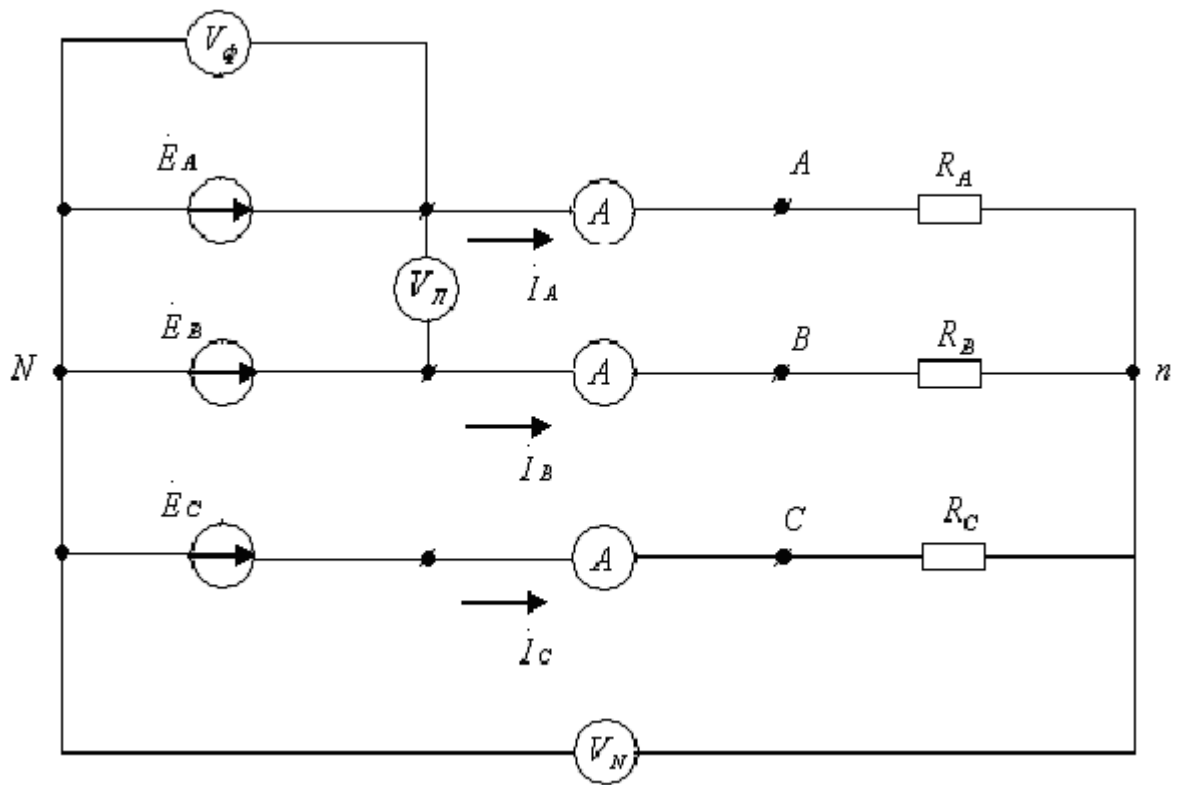
5.4.8 5.3.9 бөліміндегідей тәжірибелік берілгендерден кернеудің топографиялық диаграммасын және токтардың векторлық диаграммасын тұрғызу. 5.2.7 бөліміндегідей теориялық жүзде тұрғызылған диаграммаларды пайдалана отырып, ток пен кернеудің мәнін анықтау. Нәтижесін 1.2 кестеге енгізу керек («теориялық зерттеу» жолына).

5.4.9 Үшфазалық тізбектің барлық жұмыс істеу ережелеріндегі:

- тәжірибелік мәнін теориялық мәнімен салыстыру және қорытынды шығару;
- үшфазалық тізбектің бейтарап сымындағы және оның үзілісіндегі ток пен кернеуді салыстыру. Қорытынды жасау және бейтарап сымның маңызын бағалау.



1.1 сурет



1.2 сурет

5.1 кесте

Жұмыс ережесі	Зерттеу түрі	Кернеудің мәні, В									Токтың мәні, мА			
		$U_{AN}$	$U_{BN}$	$U_{CN}$	$U_{AB}$	$U_{BC}$	$U_{CA}$	$U_{An}$	$U_{Bn}$	$U_{Cn}$	$I_A$	$I_B$	$I_C$	$I_N$
	тәжір.													
теор.														

5.2 кесте

Жұмыс ережесі	Зерттеу түрі	Кернеудің мәні, В											Токтың мәні, мА		
		$U_{AN}$	$U_{BN}$	$U_{CN}$	$U_{AB}$	$U_{BC}$	$U_{CA}$	$U_{An}$	$U_{Bn}$	$U_{Cn}$	$U_{nN}$	$I_A$	$I_B$	$I_C$	
	тәжір.														
теор.															

### 5.3 кесте

Нұсқа	Тізбектің жұмыс істеу ережесі					
	Үзіліс және қысқа тұйықталу	Фазадағы айнымалы кедергі R	Фазадағы айнымалы сыйымдылық C	Біртекті емес жүктеме		
				Фаза А	Фаза В	Фаза С
1	B	B	B	L	C	R
2	A	A	A	C	R	L
3	C	C	C	R	C	L
4	B	B	B	R	L	C
5	A	A	A	C	L	R
6	C	C	C	L	R	C

Бақылау сұрақтары:

- 1) Үш фазалы тізбек жалғануының негізгі сұлбалары.
- 2) Фазадағы қорек көзі мен қабылдағыштың жұлдызша жалғанғандағы сұлбасы.
- 3) Үш фазалы тізбектің жұлдызша жалғануындағы симметриялық режимі.
- 4) Үш фазалы тізбектің жұлдызша жалғануындағы апатты режимі.
- 5) Бейтарап сымы бар үш фазалы тізбектің жұлдызша жалғануындағы симметриялық режимі.
- 6) Бейтарап сымы бар үш фазалы тізбектің жұлдызша жалғануындағы апатты режимі.
- 7) Үш фазалы тізбектің жұлдызша жалғануындағы симметриялық режиміндегі ток пен кернеудің векторлық сызбасы.
- 8) Үш фазалы тізбектің жұлдызша жалғануындағы апатты режиміндегі ток пен кернеудің векторлық сызбасы.

## 6 Зертханалық жұмыс №6. Үшбұрыштап қосылған үшфазалы тізбекті зерттеу

Жұмыстың мақсаты: үшбұрыштап қосылған үшфазалы тізбекті тәжірибелік жолмен зерттеу.

### 6.1 Жұмысқа дайындық:

ЭТН1 курсының «Үшфазалы тізбек» бөлімін қайталау:

Үшбұрыштап қосылған үшфазалы тізбектің сұлбасын салу. Сұлбада сызықтық және фазалық тоқты, кернеуді көрсету (6.1 сурет).

Келесі сұрақтарға жауап беру:

1) Үшбұрыштап қосылған үшфазалы тізбекте сызықтық және фазалық ток және кернеу қалай байланысқан?

2) Симметриялық ережедегі сызықтық токпен фазалық токтың байланысы қалай?

3) Симметриялық ережеде жүктеменің кедергісі барлық фазада активті және біркелкі кезінде топографиялық және векторлық диаграмма салу ( $R_{ab}=R_{bc}=R_{ca}$ ).

4) Нұсқаға сәйкес апаттық ережедегі (сызықтық өткізгішті үзіп тастау кезіндегі) сұлбасын салу және векторлық диаграммасын тұрғызу.

5) Нұсқаға сәйкес апаттық ережедегі (фазалық қабылдағышты үзіп тастау кезіндегі) сұлбасын салу және векторлық диаграммасын тұрғызу.

6) Нұсқаға сәйкес резистордан, индуктивтіліктен және сыйымдылықтан тұратын үшбұрыштап қосылған үшфазалы тізбектің сұлбасын салу және топографиялық, векторлық диаграммасын салу.

7) 6.1 кестесін салу. Диаграммаға байланысты симметриялы емес ережеде симметриялық ережеге қарағанда токпен кернеудің қалай өзгеретінін табу.

## **6.2 Жұмыстың орындалу реті**

6.2.1 Кедергілері бірдей  $R_{ab}, R_{bc}, R_{ca}$  үш резистордан тұратын үшбұрыштап қосылған үшфазалы тізбекті жинау. Оқытушының нұсқауымен фазалық ЭҚК мәнін беру. Кернеу мен токты өлшейтін аспаптарды алдын ала тексеру. Симметриялық ережедегі фазалық және сызықтық токпен кернеудің мәнін өлшеу және 6.1 кестесіне енгізу.

6.2.2 Нұсқаға сәйкес тәжірибелік жолмен апаттық ережеде бір сызықтық өткізгішінің үзілген тізбегін зерттеу. Жүктеме кедергілері 6.2.1 бөліміндегідей. Апаттық ережеде қорек көзі мен қабылдағыштың токтарын және кернеулерін өлшеу және 6.1 кестесіне енгізу

6.2.3 Нұсқаға сәйкес тәжірибелік жолмен апаттық ережеде бір фазалық жүктемесінің үзілген тізбегін зерттеу. Жүктеменің қалған екі фазалық кедергілері 6.2.1 бөліміндегідей. Апаттық ережеде қорек көзі мен қабылдағыштың кернеуін өлшеу және 6.1 кестесіне енгізу.

6.2.4 Нұсқаға сәйкес резистордан, индуктивтіліктен және сыйымдылықтан тұратын үшбұрыштап қосылған үшфазалы тізбекті жинау. Кернеулердің және токтардың мәндерін өлшеп, 6.1 кестесіне енгізу.

## **6.3 Жұмыс нәтижелерін өңдеу және безендіру**

6.3.1 Тәжірибелік 6.2.1 бөліміне сәйкес кернеудің топофикалық және токтың векторлық диаграммасын тұрғызу. Симметриялық ережеде сызықтық және фазалық токтың байланысын тексеру. Фазалық кернеу мен фазалық кедергінің белгілі мәнімен қабылдағыштың тогын есептеу. Мәндерін 6.1 кестесіне енгізу.

6.3.2 Тәжірибелік 6.2.2 бөліміне сәйкес қорек көзі мен қабылдағыштың фазалық кернеуінің топографикалы диаграммасын тұрғызу. Фазалық токтың векторлық диаграммасын тұрғызу және одан сызықтық токты табу. Топографикалық және векторлық диаграммадан табылған мәндерін 6.1 кестесіне енгізу.

6.3.3 Тәжірибелік 6.2.3 бөліміне сәйкес фазалық токтың векторлық диаграммасын тұрғызу және одан сызықтық токтарды тауып, өлшенген мәндерімен салыстыру. Диаграммадан табылған токтың мәндерін 6.1 кестесіне енгізу.

6.3.4 Тәжірибелік 6.2.4 бөліміне сәйкес фазалық токтың векторлық диаграммасын тұрғызу және одан сызықтық токтарды тауып, өлшенген мәндерімен салыстыру. Диаграммадан табылған токтың мәндерін 6.1 кестесіне енгізу.

6.3.5 Жасалған зертханалық жұмыста тәжірибелік және диаграмма мәндері арқылы симметриялық және апаттық ережелердегі активті және толық қуатты есептеу. Қуаттарды салыстырып, қорытынды жасау.

6.3.6 Тәжірбиелік және топографиялық диаграмма мәндері арқылы симметриялық емес ережедегі ізделінген активті, реактивті және толық қуатты есептеу.

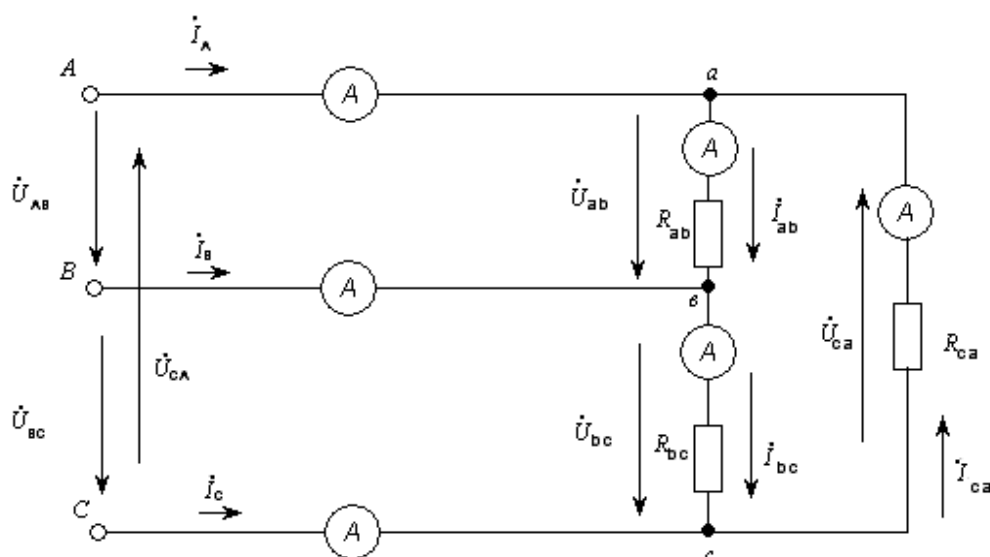
6.3.7 Жұмысқа толық қорытынды жасау. Тәжірбиелік мәндерін векторлық диаграммадан алынған мәндерімен салыстыру. Апаттық ережедегі қабылдағыштың жеке фазасының кернеуіне, фазалық және сызықтық тогына назар аудару.

6.1 кесте

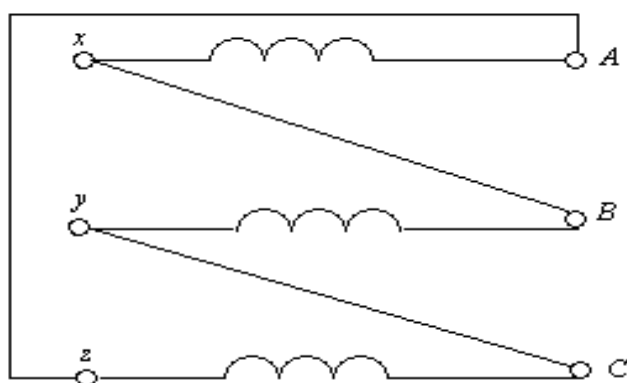
Жұмыс ережесі	Зерт. Түрі	Кернеу мәні						Ток мәні					
		$U_{AB}$ В	$U_{BC}$ В	$U_{CA}$ В	$U_{ab}$ В	$U_{bc}$ В	$U_{ca}$ В	$I_A,$ мА	$I_B,$ мА	$I_C,$ мА	$I_{ab}$ мА	$I_{bc}$ мА	$I_{ca}$ мА
	Тәжір.												
	Теор												

6.2 кесте

Нұсқа	Тізбектің жұмыс істеу ережесі				
	Сызықтық өткізгіштіктің үзілуі	қабылдағыштың фазасы үзілуі	Бірқалыпты емес жүктеме		
			Фаза ав	Фаза вс	Фаза са
1	A	BC	R	L	C
2	B	AB	C	R	L
3	C	CA	L	R	C
4	A	CA	L	C	R
5	B	BC	C	L	R
6	C	AB	R	C	L



6.1 сурет – Қабылдағышты үшбұрыштап қосу сұлбасы



6.2 сурет – Генератор орауышының үшбұрышты қосу сұлбасы

Бақылау сұрақтары:

- 1) Үш фазалы тізбектің жалғануының негізгі сұлбалары.
- 2) Фазадағы қорек көзі мен қабылдағыштың үшбұрышша жалғанғандағы сұлбасы.
- 3) Үш фазалы тізбектің үшбұрышша жалғануындағы симметриялық режимі.
- 4) Үш фазалы тізбектің үшбұрышша жалғануындағы сымның үзілуі.
- 5) Үш фазалы тізбектің үшбұрышша жалғануындағы фазаның үзілуі.
- 6) Үш фазалы тізбектің үшбұрышша жалғануындағы симметриялық режиміндегі ток пен кернеудің векторлық сызбасы.
- 7) Үш фазалы тізбектің үшбұрышша жалғануындағы сым үзілгендегі ток пен кернеудің векторлық сызбасы.
- 8) Үш фазалы тізбектің үшбұрышша жалғануындағы фаза үзілгендегі ток пен кернеудің векторлық сызбасы.

## Әдебиеттер тізімі

- 1 Атабеков Г.И. ТОЭ. Линейные электрические цепи.-СПб.: «Лань», 2010.
- 2 Балабатыров С.В. Электротехниканың теориялық негіздері.1-ші бөлім.-А., 2009.
- 3 Әміров Ж.Қ., Жумадилова А.С., Мустафина Р.М., Мустафина Г.М., Инсебаев Т.А. Электр техникасының теориялық негіздері. Сызықты электр тізбектері.-Павлодар, 2008. - 192 б.
- 4 Аршидинов М.М., Әміров Ж.Х. Электротехниканың теориялық негіздері –1,2. Оқулық құрал. - Алматы: АЭЖБИ, 2006. - 170 б.
- 5 Бессонов Л.А. Электрические цепи -М.: Гардарики, 2013. – 638 с.
- 6 Демирчян К.С., Нейман Л.Р., Коровкин Н.В., Теоретические основы электротехники. Том 1. - Питер. 2009.
- 7 Демирчян К.С., Нейман Л.Р., Коровкин Н.В., Теоретические основы электротехники. Том 2, 5-е издание. - Питер. 2009.



Любовь Павловна Болдырева  
Гульдана Кашкинбаевна Смагулова

ЭЛЕКТРОТЕХНИКАНЫҢ ТЕОРИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ 1.

5B071800 – Электр энергетика мамандығы студенттері үшін  
зертханалық жұмыстарды орындауға арналған  
әдістемелік нұсқаулықтар мен тапсырмалар

Редакторы Қ. С. Телғожаева  
Стандарттау бойынша маман Н.Қ. Молдабекова

Басуға «\_\_\_» \_\_\_\_\_ қол қойылды  
Таралымы 250 дана  
Көлемі 2.0 есептік баспа табақ

Пішімі 60x84 1/16  
Баспаханалық қағаз №1  
Тапсырыс. Бағасы 1000 тенге.

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