



**Коммерциялық емес  
акционерлік қоғам**

**ҒҰМАРБЕК ДӘУКЕЕВ  
АТЫНДАҒЫ АЛМАТЫ  
ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ  
БАЙЛАНЫС  
УНИВЕРСИТЕТІ**

Электротехника кафедрасы

## **ЭЛЕКТРОТЕХНИКА ЖӘНЕ ЭЛЕКТРОНИКА НЕГІЗДЕРІ**

5B073100 – «Өмір тіршілігінің қауіпсіздігі және қоршаған ортаны қорғау» мамандығы бойынша оқитын студенттер үшін зертханалық жұмыстарды орындауға арналған әдістемелік нұсқаулар және тапсырмалар

Алматы 2020

ҚҰРАСТЫРУШЫЛАР: Н.М. Айтжанов, Л.П. Болдырева.  
Электротехника және электроника негіздері. 5В073100 – Өмір тіршілігінің қауіпсіздігі және қоршаған ортаны қорғау мамандығы студенттері үшін зертханалық жұмыстарға арналған әдістемелік нұсқаулар мен тапсырмалар. – Алматы: АЭЖБУ, 2020. – 28 бет.

Сипаттама «Электротехника және электроника негіздері» пәні бойынша зертханалық жұмыстарды орындауға арналған әдістемелік нұсқаулар мен тапсырмалар келесі бөлімдер бойынша қамтылады: тұрақты токтың электр тізбектері, бірфазалы синусоидалды токтың тізбектері, үшфазалы электр тізбектері.

Әрбір зертханалық жұмыс келесі бөлімдерден тұрады: жұмыстың мақсаты, бақылау сұрақтары, жұмысқа дайындық, жұмысты орындау тәртібі, жұмыс бойынша қорытынды. Зерттелетін электр сұлбалары, оларға сәйкес келетін кестелер келтірілген, онда есептеулер мен эксперименттердің нәтижелері тіркелуі тиіс.

Сурет - 18, кесте - 15, әдеб. көрсеткіші - 8 атау.

Пікір беруші:

«Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамының 2019 жылғы жоспары бойынша басылады.

© «Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті» КЕАҚ, 2020 ж.

## Мазмұны

|   |    |
|---|----|
| Кіріспе.....  | 4  |
| 1 Зертханалық жұмыстардың есептерін орындау тәртібі және ресімдеу ережесі.....  | 6  |
| 2 Зертханалық жұмыс № 1. Тұрақты токтың тармақталмаған тізбегін зерттеу.....  | 6  |
| 3 Зертханалық жұмыс № 2. Тұрақты токтың тармақталған тізбегін зерттеу.....  | 8  |
| 4 Зертханалық жұмыс № 3. Бір фазалы синусоидалды токтың тармақталмаған электр тізбегін зерттеу.....                         | 11 |
| 5 Зертханалық жұмыс № 4. Бір фазалы синусоидалды токтың тармақталған электр тізбегін зерттеу .....                          | 15 |
| 6 Зертханалық жұмыс № 5. Кернеу көзінің және қабылдағыштың фазалары жұлдызша жалғанған кезінде үшфазалы тізбегін зерттеу... | 18 |
| 7 Зертханалық жұмыс № 6. Үшбұрышша жалғанған үшфазалы тізбекті зерттеу .....  | 23 |
| Әдебиеттер тізімі.....  | 27 |

## Кіріспе

Бұл әдістемелік әзірленім «Өмір тіршілігінің қауіпсіздігі және қоршаған ортаны қорғау» мамандығы бойынша оқитын студенттер үшін міндетті «Электротехника және электроника негіздері» (ЭжЭН) пәні бойынша зертханалық жұмыстардың сипаттамасын қамтиды. Зертханалық тапсырмалар тұрақты және бірфазалы синусоидалды токтардың сызықты электр тізбектерін, үшфазалы тізбектерді зерттеу бойынша эксперименттік және есептік сипаттағы жұмыстар кешені болып табылады. Барлық зертханалық жұмыстар берілген тақырыптың материалы лекцияда баяндалғаннан кейін фронтальды әдіспен орындалады.

ЭТ кафедрасында зертханалық сабақтарды практикалық іске асыру УИЛС-2 әмбебап оқу – зерттеу зертханалық стендімен және электр техникасы бойынша зертханалық стендтермен қамтамасыз етіледі.

УИЛС-2 стенді жиынтық өріспен қосылған активті және пассивті блоктардың корпустарынан тұратын пульт бекітілген үстел болып табылады. Корпустарда тиісті блоктар орнатылған. Стендтің құрамына 29 жиынтық элемент және штекерлері бар қосқыш сымдар кіреді.

Пульт БПН тұрақты кернеу блогынан, БПрН айнымалы кернеу блогынан, БТН үш фазалы кернеу блогынан, БПС ауыспалы кедергі блогынан, БПИ айнымалы индуктивтілік блогынан, БПЕ ауыспалы сыйымдылық блогынан тұратын активті блоктардың металл корпусы болып табылады.

БПН құрамында:

- шығысында кернеуі 0-ден 25 В-ке дейінгі тұрақты тұрақтандырылған кернеудің реттелетін көзі;

- 20 В-ға жуық шығу кернеуімен тұрақты кернеудің реттелмейтін көзі;

- өтпелі процестерді зерттеу үшін қолданылатын «электрондық кілт».

Екі кернеу көзі де қысқа тұйықталудан және шамадан тыс жүктелуден қорғау сұлбасымен жабдықталған. Қорғаудың қосылатын тогы:  $I_{CP} = I A$ .

БПрН синусоидалы, тікбұрышты және үшбұрышты формадағы реттелетін жиіліктегі бір фазалы айнымалы кернеу көзі болып табылады.

Сұлба қысқа тұйықталудан және шамадан тыс жүктелуден электрондық қорғаныспен жабдықталған. Қорғаудың қосылатын тогы  $I_{CP} = I A$ .

БТН өнеркәсіптік жиіліктің үш фазалы кернеуінің көзі болып табылады. Барлық фазалар бір-біріне байланысты емес.

Әрбір фаза қысқа тұйықталу мен шамадан тыс жүктемеден электрондық қорғаныспен жабдықталған. Қорғаудың қосылатын тогы:  $I_{CP} = I A$ .

БПС үш реттелмейтін резисторлардан  $R_1, R_2, R_3$  және үш реттелетін резисторлардан  $R_4$  тұрады. Кедергіні реттеу тиісті қосқыштардың көмегімен сатылы жүзеге асырылады.

БПИ үш реттелмейтін индуктивтілік катушкадан  $L_1, L_2, L_3$  және үш реттелетін индуктивтілік сұлбадан  $L_4$  тұрады. Индуктивті реттеу тиісті қосқыштар көмегімен сатылы жүзеге асырылады.

БПЕ үш реттелмейтін конденсаторлардан  $C_1, C_2, C_3$  және үш реттелетін сыйымдылықтардан  $C_4$  тұрады. Сыйымдылықтарды реттеу тиісті қосқыштар көмегімен сатылы жүзеге асырылады.

Блоктардың бет панельдерінде сигнал беру органдары (индикаторлар, шамдар), басқару органдары (ауыстырып қосқыш тұтқалары, тумблерлер, кнопкалар) және өлшеу аспаптары орналасқан.

НП зерттелетін тізбектердің элементтерін білдіретін НЭ жиынтық элементтерін қосуға және орнатуға арналған белгілі бір жолмен қосылған ұя 67 жұптары бар панель болып табылады. Бүйірінде шанышқы бар мөлдір пластмасса қорапшалар түрінде жасалған, ал шұңқырдың ішінде электр тізбектерінің элементтері бар.

Белсенді блокты қосу үшін тумблер (ЖЕЛІ) ВКЛ күйіне орнату, бұл ретте индикатор (ЖЕЛІ) жанады.

БПУ және БПрН өлшеу аспаптары реттелетін кернеу көздерінің ток шамасы мен кернеуін бақылауға арналған. Реттеу потенциометрдің көмегімен жүзеге асырылады.

БПрН жиілігі 1 кГц арқылы сатылы ауыстырып қосқышпен және потенциометрмен бірқалыпты реттеледі. Потенциометр ЖИІЛІК БІРҚАЛЫПТЫ оң жақта болғанда, шығу кернеуінің жиілігі сатылы реттеу ауыстырып қосқышында көрсетілген  $\pm 2\%$  дәлдікпен шамаға сәйкес келеді.

БТН әрбір фазасының шығысындағы кернеу шамасы 1-ден 9 В-ға дейінгі және 0-ден 30 В-ға дейінгі ауыстырып қосқыштардың көмегімен сатылы реттеуге болады.

Қысқа тұйықталу немесе шамадан тыс жүктеме туындаған кезде (сұлба дұрыс жиналмаған) блоктарда электрондық қорғаныс іске қосылады, бұл ретте ҚОРҒАНЫС индикаторлары жанады. Қысқа тұйықталудың пайда болу себебін жойғаннан кейін немесе жиналған сұлбадағы қателерді түзеткен соң, қорғау батырмасын басып, блок сұлбасын жұмыс жағдайына қайтару қажет; бұл ретте индикатор өшеді.

## **1 Зертханалық жұмыстарды орындау тәртібі және мәліметтерді безендіру**

Сәйкесті зертханалық жұмысты орындауға тапсырманы студент өткендегі оқу сабақтарда алады.

Зертханалық жұмысты орындау үшін әрбір есеп беруді дайындайды, жұмыстың мақсатымен, өткізіліп жасалатын тәжірибенің теориялық негіздерімен танысады.

Тәжірибені өткізер алдында студент дайындалу мәселелер жайында әңгімелесуден өтеді, зертханалық жұмысты орындау үшін дайындаған есеп беруді оқытушыға көрсетеді, ал содан кейін жұмыс істеуге рұқсат алады.

Тәжірибе орындалғаннан кейін есеп толықтырылады: теориямен тәжірибе салыстырылады, қажетті сызбалар салынады, нәтижелердің талдауы өткізіледі және жұмыс туралы қорытынды жасалады.

Зертханалық жұмыстың есеп беруін әрбір студент бөлек өткізеді.

Келесі зертханалық жұмысты орындауға алдыңғы зертханалық жұмысты орындаған және қорғаған студентке рұқсат беріледі.

Есепке титул бет және келесі бөлімдер кіреді:

- 1) Жұмыстың мақсаты.
- 2) Негізгі теориялық ережелер және дайындықтың негізгі сұрақтары.
- 3) Тәжірибе туралы қысқаша мәліметтер.
- 4) Зерттелетін тізбектің сұлбасы.
- 5) Есептік кейіптемелер, есептеулер, зерттеліп жатқан электр шамаларының және тізбектің ережелерінің болжауланған сызбалар.
- 6) Зерттеудің нәтижелері (кестелер, сызбалар, параметрлердің және электр шамалардың санды мәндері).
- 7) Қорытындылар.

Есеп беру ақ немесе сызылған пішімі А4 (210x297мм) қағаздың бір беттерінде безендіріледі. Мәтін бір түсі бар сиямен айқын және ұқыпты толтырылады. Көпшілік мақұлдаған белгілерді және қысқартулар қолдануға рұқсат етіледі.

## **2 Зертханалық жұмыс №1. Тұрақты токтың тармақталмаған тізбегін зерттеу**

*Жұмыс мақсаты:* Ом заңын пайдалана отырып, тұрақты ток тізбектерін эксперименталды зерттеу дағдыларын алу; потенциалды диаграмма құру.

### **2.1 Жұмысқа дайындалу**

ЭжЭН курсының «Тұрақты токтың сызықты электр тізбектері» бөлімін қайталау. Жазбаша сұрақтарға жауап беру және келесілерді орындау:

2.1.1 Қандай энергия көзі кернеу көзі (ЭҚК) деп аталады және қандай ток көзі? Кернеу мен токтың нақты және идеалды көздерінің электр сұлбаларын келтіру.

2.1.2 Кернеу көзінің ЭҚК-ін қалай эксперименталды анықтау керек?

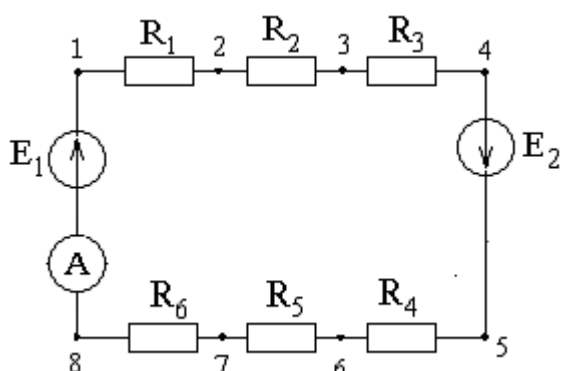
2.1.3 Вольтметрдің көмегімен потенциалы нөлге тең қабылданған нүктеге қатысты тізбектің кезкелген нүктесінің шамасы мен потенциалдың белгісін қалай анықтау керек?

2.1.4 Электр тізбегі үшін Ом заңын жазу (2.1 сурет).

2.1.5 Тізбектің потенциалды диаграммасы дегеніміз не, оны эксперимент арқылы қалай тұрғызуға болады?

## 2.2 Жұмысты орындау тәртібі

2.2.1 Тізбекті жинау (2.1 сурет).



2.1 сурет

2.2.2 ЭҚК, тізбектегі токты, барлық резисторлардың кедергілерін және олардың кернеулерін өлшеу. Нәтижелерді 2.1 кестеге енгізу.

2.1 кесте

| ЭҚК $E_1 =$               | ЭҚК $E_2 =$ | Тізбектегі ток $I =$ |       |       |       |       |       |
|---------------------------|-------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Резистор                  |             | $R_1$                | $R_2$ | $R_3$ | $R_4$ | $R_5$ | $R_6$ |
| Кедергі, Ом (эксперимент) | $R$         |                      |       |       |       |       |       |
| Кернеу, В                 | $U$         |                      |       |       |       |       |       |
| Өткізгіштік, См           | $G$         |                      |       |       |       |       |       |
| Кедергі, Ом (есеп)        | $R$         |                      |       |       |       |       |       |

2.2.3 Бір нүктеге қатысты барлық нүктелердің потенциалдарын өлшеу, мысалы  $\varphi_1 = 0$  В.

2.2 кесте

| Потенциалдар   | $\varphi_1$ | $\varphi_2$ | $\varphi_3$ | $\varphi_4$ | $\varphi_5$ | $\varphi_6$ | $\varphi_7$ | $\varphi_8$ |
|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Эксперимент    |             |             |             |             |             |             |             |             |
| Теориялық есеп |             |             |             |             |             |             |             |             |

### 2.3 Эксперимент нәтижелерін өңдеу

2.3.1 Сұлба (2.1 сурет) үшін эксперименттер нәтижелері бойынша Ом заңымен пайдаланып ток шамасын кедергілерді және өткізгіштіктерді есептеу.

2.3.2 Сұлба (2.1 сурет) үшін эксперименттер нәтижелері бойынша барлық нүктелердің потенциалдарын есептеу.

2.3.3 Есептеу және эксперименттер мәліметтері бойынша сұлба (2.1 сурет) үшін потенциалдық диаграммасын тұрғызу.

### 2.4 Әдістемелік нұсқаулар

2.4.1 Потенциалдық диаграммасын тұрғызу үшін бір нүктеден бастап,оның потенциалы шартты түрде нөлге тең деқабылданған, тізбекті айналып өту кезінде потенциалдар өзгеру сызбасын салу керек.Сызбаның абсцисс осіне тізбек учаскелерінің кедергісінің белгілі бір ауқымында, ал ординат осі бойынша – тиісті нүктелердің потенциалдары қойылады.

## 3 Зертханалық жұмыс № 2. Тұрақты токтың тармақталған тізбегін зерттеу

*Жұмыс мақсаты:* Кирхгоф заңдары, контурлық токтар әдісі, түйіндік потенциалдар әдісі сияқты тұрақты ток тізбектерін есептеудің негізгі әдістерін эксперименттік тексеру.

### 3.1 Жұмысқа дайындық

ЭжЭН курсының «Сызықты электр тізбегіндегі тұрақты токты есептеудің негізгі заңдары мен әдістері» бөлімін кайталау.

Жазбаша сұрақтарға жауап беру және келесілерді орындау:

3.1.1 Амперметр мен вольтметрдің көмегімен резистордың кедергісінің шамасын қалай анықтауға болады?

3.1.2 Сұлбаның тармақтарындағы токты өлшеу үшін әмбебап өлшеуіш сандық аспапты қалай қосуға болады?

3.1.3 Сұлба элементінде кернеуді өлшеу үшін әмбебап өлшеу сандық аспабын қалай қосуға болады?

3.1.4 Зерттелетін сұлба үшін келесі теңдеулер жүйесін құру:

- Кирхгоф заңдары бойынша;
- контурлы токтар әдісі бойынша;
- түйіндік потенциалдар әдісі бойынша.

3.1.5 Контурлық токтар және түйіндік потенциалдар әдісінің мәні неде?

### 3.2 Жұмысты орындау тәртібі

#### 3.1 кесте

|          |     |     |     |     |
|----------|-----|-----|-----|-----|
| Нұсқа №  | 1   | 2   | 3   | 4   |
| Сұлба №  | 2.1 | 2.2 | 2.3 | 2.4 |
| $E_1, В$ | 20  | 20  | 18  | 12  |
| $E_2, В$ | 15  | 10  | 10  | 20  |



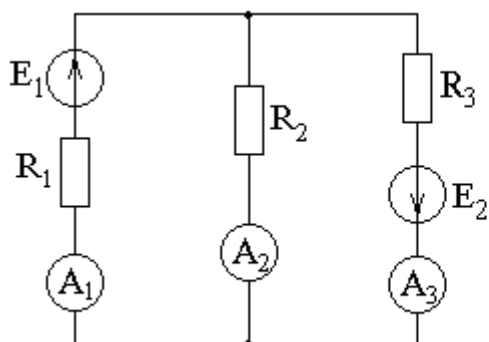
3.2.1 Тапсырманың нұсқасына сәйкес (3.1 кесте) зерттелетін сұлбаны бейнелеу (3.1-3.4 суреттер) тармақтардағы токтардың оң бағыттарын көрсету. Резисторлар мен кернеу көздерінен тізбекті жинау. ЭҚК  $E_1$ ,  $E_2$  және резисторлардың берілген мәндерін орнату. Тармақтардағы токтарды және тізбек элементтеріндегі кернеуді өлшеу. Амперметр ток бағыты аспаптың «+» -тен «-» - қарай бағытына сәйкес болатындай етіп тармақтардың үзілуіне қосылады. Сонда аспап таңдалған бағытқа сәйкес келетін шаманы және ток белгісін көрсетеді. Вольтметр тізбектің элементіне параллель қосылады, онда кернеу бағыты аспаптың «+» -тен «-» - қарай бағытына сәйкес келеді. Сонда аспап таңдалған бағытқа сәйкес келетін осы элементтегі кернеу өлшемі мен белгісін көрсетеді. Пассивті элементте кернеу кемуінің бағыты ондағы токтың бағытына сәйкес келетінін есте сақтау қажет.

Аспаптың минус клеммасы әдетте қара түсті және «com» белгісімен белгіленген.

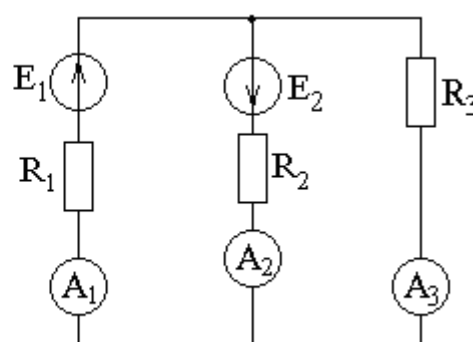
3.2.2 Тармақтардағы токтарды, барлық резисторлардағы кернеуді және ЭҚК көздерін өлшеу. Нәтижелерді 3.2 кестеге енгізу.

3.2 кесте

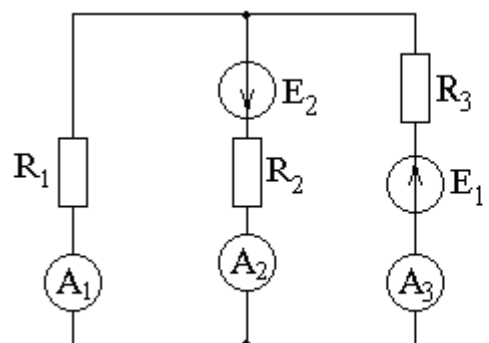
|                    | $E_1, В$ | $E_2, В$ | $I_1, мА$ | $I_2, мА$ | $I_3, мА$ | $U_{R1}, В$ | $U_{R2}, В$ | $U_{R3}, В$ |
|--------------------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|
| <i>Эксперимент</i> |          |          |           |           |           |             |             |             |
| <i>Есеп</i>        |          |          |           |           |           |             |             |             |



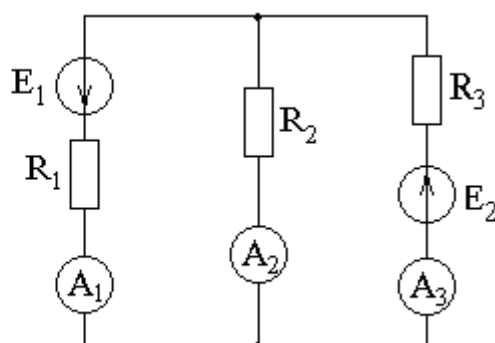
3.1 сурет



3.2 сурет



3.3 сурет



3.4 сурет

### 3.3 Жұмыс нәтижелерін ресімдеу және талдау

3.3.1 Тұрақты ток тізбектерін есептеу әдістерін қолдана отырып, тармақтардағы токтарды есептеу: контурлық токтар әдісі, түйіндік потенциалдар әдісі.

3.3.2 Кирхгоф заңдарының орындалуын тексеру.

3.3.3 КТӘ және ТПӘ әдістері мен есептеу арқылы алынған токтардың мәнін салыстыру.

Қателікті мына формула бойынша анықтау:

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

3.3.4 Эксперименталды шамалар мен есептік шамалардың ықтимал алшақтық себептеріне назар аудара отырып, атқарылған жұмыс туралы қорытынды жасау.

### 3.4 Әдістемелік нұсқаулар

Кирхгофтың бірінші заңы:

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

«+» белгісімен түйінге бағытталған токтар жазылады, «-» белгісімен түйіннен шығатын токтар жазылады(немесе керісінше).

Кирхгофтың екінші заңы:

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

$R_k \cdot I_k$  кернеуі «+» белгісімен жазылады, егер  $I_k$  токтың оң бағыты контурдың айналып өту бағытына сәйкес келсе, «-» белгісімен, егер  $I_k$  токтың бағыты контурдың айналып өту бағытына қарама-қарсы болса. Бағыты контурды айналып өту бағытына сәйкес келетін ЭҚК  $E_K$  «+» белгісімен, ал ЭҚК  $E_K$  контурды айналып өтуге қарсы бағытталған – «-» белгісімен жазылады.

Кирхгоф заңдары бойынша теңдеулерді құру тәртібі:

а) тізбек тармақтарындағы токтардың еркін оң бағыттарын таңдайды және Кирхгофтың бірінші заңы бойынша тізбек түйіндері үшін теңдеулерді жазады;

б) тәуелсіз контурларды (егер әрбір келесі контурдың кемінде бір жаңа тармағы болса, контурлар тәуелсіз) таңдайды, осы контурлардың айналып өту бағыттарын ерікті түрде таңдайды, содан кейін Кирхгофтың екінші заңы бойынша осы контурлар үшін теңдеулерді жазады.

Электр тізбегінің әрбір тәуелсіз контурында контурлық ток енгізілуіне негізделген. Электр тізбегінің кез келген тармағы бойынша ең болмағанда бір контурлық ток өтуі тиіс. Контурлық токтарды анықтау үшін Кирхгофтың екінші заңы бойынша теңдеулер жасалады. Кез келген тармақтардағы ток осы

тармақ бойынша өтетін контурлық токтардың алгебралық сомасы түрінде ұсынылуы мүмкін.

Кез келген тармақтардағы ток осы тармақ бойынша өтетін контурлық токтардың алгебралық сомасы түрінде ұсынылуы мүмкін.

Түйіндік потенциалдардың теңдеулерін құрастыру кезінде түйіндердің бірінің потенциалы нөлге тең қабылданады, қалған түйіндердің потенциалдарын анықтау үшін теңдеулер жасалады.

#### **4 Зертханалық жұмыс № 3. Бір фазалы синусоидалды токтың тармақталмаған электр тізбегін зерттеу.**

*Жұмыс мақсаты:* бірфазалы синусоидалды токтың тармақталмаған тізбектерін эксперименталды зерттеу дағдыларын алу, векторлық диаграммаларды құру.

##### **4.1 Жұмысқа дайындық**

«Бір фазалы синусоидалды токтың сызықты электр тізбектері» бөлімін қайталау.

Жазбаша сұрақтарға жауап беру және келесілерді орындау.

4.1.1 Омзаңын және Кирхгофтың екінші заңын сұлбаға арналған кешенді түрде жазу (4.1 - 4.3 суреттер).

4.1.2 Кешенді ток пен кешенді кернеуден олардың лездік мәніне қалай өту керек?

4.1.3 Сұлбаны (4.1 сурет) есептеу үшін формулаларды жазу:

а)  $X_L$  индуктивті кедергісі,  $Z$  толық кедергісі, тізбектің кірісіндегі кернеу мен ток арасындағы  $\varphi$  фазалардың жылжу бұрышы;

б) тізбектегі токтың және әр элементтегі кернеудің кешенді мәндері.

4.1.4 Ток пен кернеудің векторлық диаграммасын сапалы тұрғызу.

4.1.5 Кесте үшін (3.2 сурет) есептеу үшін формулаларды жазу:

а)  $X_C$  сыйымдылық кедергісі,  $Z$  толық кедергісі, тізбектің кірісіндегі кернеу мен ток арасындағы  $\varphi$  фазалардың жылжу бұрышы;

б) тізбектегі токтың және әр элементтегі кернеудің кешенді мәндері.

4.1.6 Ток пен кернеудің векторлық диаграммасын сапалы тұрғызу.

4.1.7 Сұлбаны (4.3 сурет) есептеу үшін формулаларды жазу:

а)  $Z$  толық кедергісі, тізбектің кірісіндегі кернеу мен ток арасындағы  $\varphi$  фазасының жылжу бұрышы;

б) тізбектегі токтың және әр элементтегі кернеудің кешенді мәндері.

4.1.8 Ток пен кернеудің векторлық диаграммасын сапалы тұрғызу.

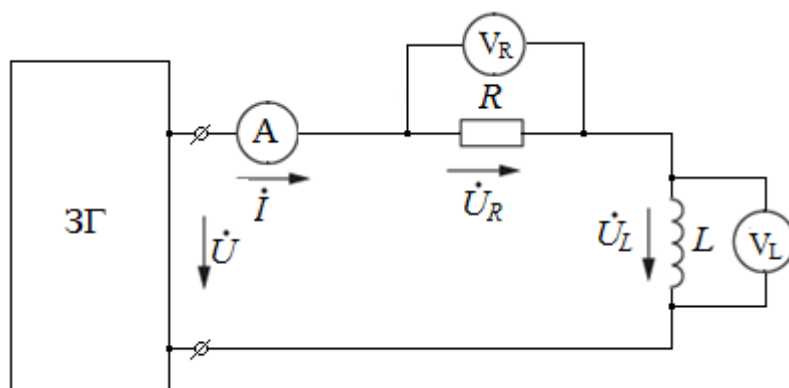
4.1.9 Сұлбаларды (4.1-4.3 суреттер) және 4.2-4.4 кестелер салу.

##### **4.2 Жұмысты орындау тәртібі**

4.2.1 Тізбекті сұлба бойынша жинау (4.1 сурет), берілген нұсқаға сәйкес тізбек параметрлерін орнату (4.1 кесте). Тізбектің кірісіндегі және әрбір элементтегі токты, кернеуді өлшеу. Өлшеу нәтижелерін 4.2 кестеге енгізу.

4.1 кесте

| Нұсқа            | 1   | 2   | 3   | 4   |
|------------------|-----|-----|-----|-----|
| $R, \text{ Ом}$  | 100 | 150 | 200 | 250 |
| $C, \text{ мкФ}$ | 2   | 3   | 4   | 5   |
| $L, \text{ мГн}$ | 20  | 25  | 30  | 40  |
| $f, \text{ Гц}$  | 400 | 350 | 300 | 450 |
| $U, \text{ В}$   | 5   | 5   | 5   | 5   |

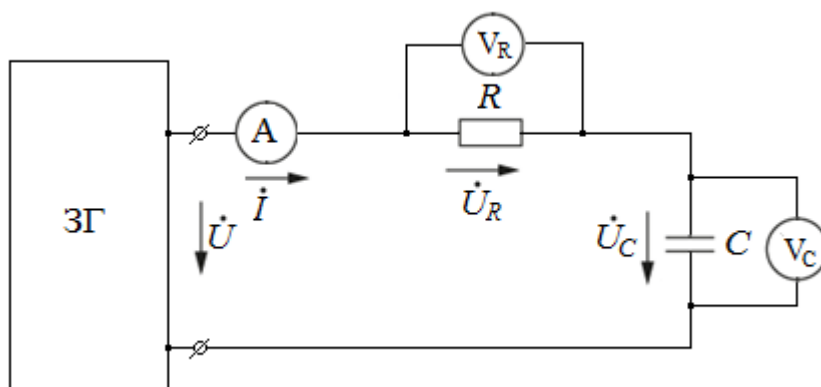


4.1 сурет

4.2 кесте

| $U, \text{ В}$ | $f, \text{ Гц}$ | $R, \text{ Ом}$ | $L, \text{ мГн}$ | $X_L, \text{ Ом}$ | $Z, \text{ Ом}$ | $I, \text{ мА}$ | $U_R, \text{ В}$ | $U_L, \text{ В}$ |
|----------------|-----------------|-----------------|------------------|-------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|
|                |                 |                 |                  |                   |                 |                 |                  |                  |

4.2.2 Тізбекті сызба бойынша жинау (4.2 сурет), берілген нұсқаға сәйкес тізбек параметрлерін орнату (4.1 кесте). Тізбектің кірісіндегі және әрбір элементтегі токты, кернеуді өлшеу. Өлшеу нәтижелерін 4.3 кестеге енгізу.

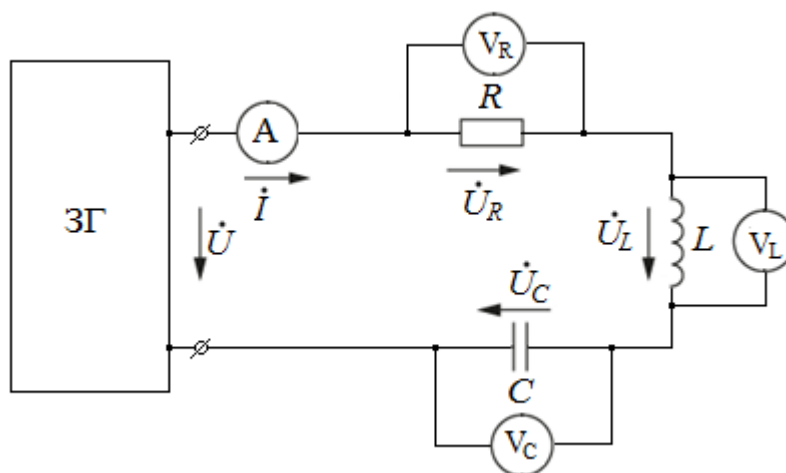


4.2 сурет

4.3 кесте

| $U, B$ | $f, Гц$ | $R, Ом$ | $L, мГн$ | $X_C, Ом$ | $Z, Ом$ | $I, mA$ | $U_R, B$ | $U_C, B$ |
|--------|---------|---------|----------|-----------|---------|---------|----------|----------|
|        |         |         |          |           |         |         |          |          |

4.2.3 Тізбекті сызба бойынша жинау (4.3 сурет), берілген нұсқаға сәйкес тізбек параметрлерін орнату (4.1 кесте). Тізбектің кірісіндегі және әрбір элементтегі токты, кернеуді өлшеу. Өлшеу нәтижелерін 4.4 кестеге енгізу.



4.3 сурет

4.4 кесте

| $U, B$ | $f, Гц$ | $R, Ом$ | $L, мГн$ | $C, мкФ$ | $X_L, Ом$ | $X_C, Ом$ | $Z, Ом$ | $I, mA$ | $U_R, B$ | $U_L, B$ | $U_C, B$ |
|--------|---------|---------|----------|----------|-----------|-----------|---------|---------|----------|----------|----------|
|        |         |         |          |          |           |           |         |         |          |          |          |

### 4.3 Жұмыс нәтижелерін ресімдеу және талдау

4.3.1 Сұлбалар үшін (4.1 - 4.3 сурет) эксперименттер нәтижелері бойынша реактивті кедергілерді  $X_C$ ,  $X_L$  және толық кедергіні  $Z$  есептеу. Есептеу нәтижелерін 4.2 - 4.4 кестелеріне жазу. Сұлбалар үшін (4.1 - 4.3 суреттер) кедергілердің үшбұрыштарын масштабта салу.

4.3.2 Сұлба үшін (4.1 сурет) 3.2 кесте деректері бойынша ток пен кернеудің векторлық диаграммасын құру. Кирхгофтың екінші заңының орындалуын тексеру.

4.3.3 Сұлба үшін (4.2 сурет) 4.3 кесте деректерін пайдалана отырып, кернеулер және токтардың векторлық диаграммасын салу. Векторлық диаграмма бойынша Кирхгофтың екінші заңының орындалуын тексеру.

4.3.4 Сұлба үшін (4.3 сурет) 4.4 кесте деректерін пайдалана отырып, кернеулер және токтардың векторлық диаграммасын салу. Векторлық диаграмма бойынша Кирхгофтың екінші заңының орындалуын тексеру.

#### 4.4 Әдістемелік нұсқаулар

Сұлбаға арналған тізбектің кешенді кедергісі мына формула бойынша анықталады:

$$\underline{Z} = R + j(X_L - X_C).$$

Токтың кешенді мәні мына формула бойынша анықталады:

$$\dot{I} = \frac{\dot{U}}{\underline{Z}} A.$$

Учаскелердегі кернеулердің кешендері:

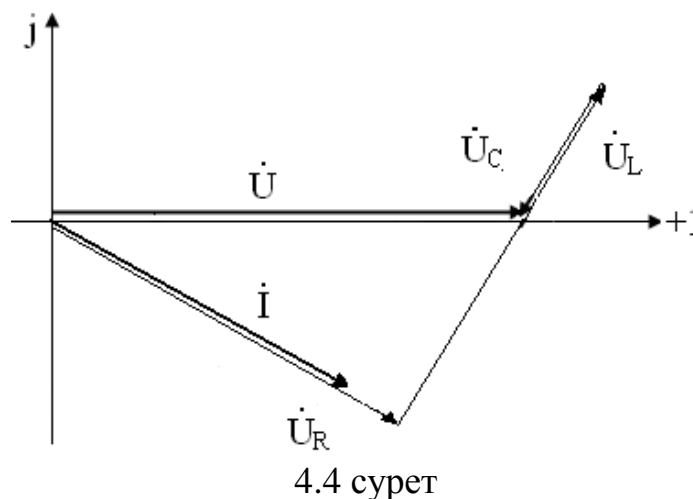
$$\dot{U}_R = R \dot{I};$$

$$\dot{U}_L = jX_L \dot{I};$$

$$\dot{U}_C = -jX_C \dot{I}.$$

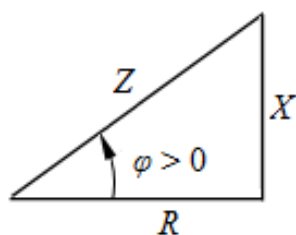
4.1 және 4.2 сұлбалары үшін есептеулер осыған ұқсас орындалады.

Кернеулер мен токтардың векторлық диаграммасын тұрғызу (4.4 сурет). Ол үшін ток пен кернеу масштабтарын таңдау керек:  $m_I$ ,  $m_U$ .



Кернеу векторлары түзілген үшбұрыш кернеу үшбұрышы деп аталады.

Кедергі үшбұрышы кернеу үшбұрышына ұқсас және 4.5 суретте келтірілген, мұнда:  $X = X_L - X_C$ .



4.5 сурет

## 5 Зертханалық жұмыс №4. Бір фазалы синусоидалды токтың тармақталған электр тізбегін зерттеу

*Жұмыс мақсаты:* бірфазалы синусоидалды токтың тармақталған тізбектерін Эксперименталды зерттеу дағдыларын алу, векторлық диаграммаларды құру.

### 5.1 Жұмысқа дайындық

«Бірфазалы синусоидалды токтың сызықты электр тізбектері» бөлімін қайталау.

Жазбаша сұрақтарға жауап беру және келесілерді орындау:

5.1.1 Ом заңын  $R$ ,  $L$ ,  $C$  параллельді тізбек үшін кешенді түрде жазу (5.1 сурет).

5.1.2 Сұлбаның (5.1 сурет) әр тармағындағы токтың кешенді мәндерін есептеу.

5.1.3 5.1 сурет үшін токтардың векторлық диаграммасын тұрғызу.

4.1.4 Тізбек үшін кешенді түрдегі Кирхгоф заңы бойынша теңдеулерді құру (5.2 сурет).

5.1.5 Сұлбаның әр тармақтарындағы токтың кешенді мәндерін және сұлбаның элементтеріндегі кернеудің кешенді мәндерін есептеу (5.2 сурет).

5.1.6 Тізбек үшін (5.2 сурет) токтар мен кернеулердің векторлық диаграммасын тұрғызу.

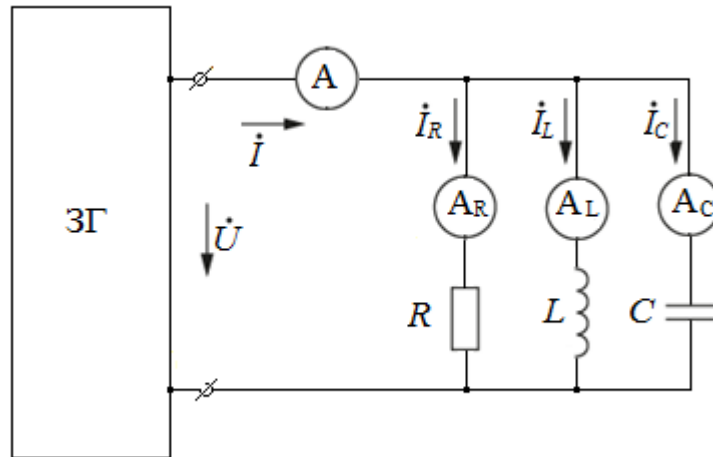
5.1.7 Сұлбалардың (5.1, 5.2 суреттер) және 5.2, 5.3 кестелердің суреттерін салу.

### 5.2 Жұмысты орындау тәртібі

5.2.1 Тізбекті сұлба бойынша жинау (5.1 сурет), берілген нұсқаға сәйкес тізбек параметрлерін орнату (5.1 кесте).

5.1 кесте

| Нұсқа №    | 1   | 2   | 3   | 4   |
|------------|-----|-----|-----|-----|
| $R_1$ , Ом | 100 | 150 | 200 | 100 |
| $R_2$ , Ом | 200 | 300 | 100 | 250 |
| $C$ , мкФ  | 3   | 2   | 5   | 4   |
| $L$ , мГн  | 20  | 30  | 25  | 40  |
| $f$ , Гц   | 350 | 400 | 500 | 300 |
| $U$ , В    | 5   | 5   | 5   | 5   |



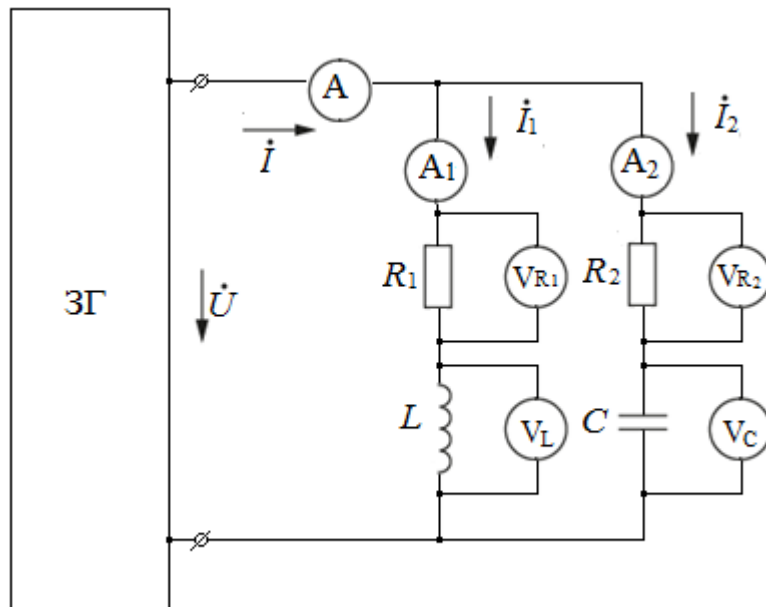
5.1 сурет

5.2.2 Тізбек кірісіндегі кернеуді және әр тармақтағы токтарды өлшеу. Өлшеу нәтижелерін 5.2 кестеге енгізу.

5.2 кесте

| $U, В$ | $f, Гц$ | $R, Ом$ | $L, мГн$ | $C, мкФ$ | $I, МА$ | $I_R, МА$ | $I_L, МА$ | $I_C, МА$ |
|--------|---------|---------|----------|----------|---------|-----------|-----------|-----------|
|        |         |         |          |          |         |           |           |           |

5.2.3 Тізбекті сұлба бойынша жинау (5.2 сурет), берілген нұсқаға сәйкес тізбек параметрлерін орнату (5.1 кесте).



5.2 сурет



4.2.4 Барлық тармақтардағы токтарды, тізбектің барлық элементтеріндегі кернеуді өлшеу. Өлшеу нәтижелерін 5.3 кестеге енгізу.

5.3 кесте

| $U, B$ | $f, Гц$ | $I, mA$ | $I_1, mA$ | $I_2, mA$ | $U_{R1}, B$ | $U_{R2}, B$ | $U_L, B$ | $U_C, B$ |
|--------|---------|---------|-----------|-----------|-------------|-------------|----------|----------|
|        |         |         |           |           |             |             |          |          |

### 5.3 Жұмыс нәтижелерін ресімдеу және талдау

5.3.1 Сұлбаның әр тармағындағы токтардың кешенді мәндерін есептеу (5.1 сурет).

5.3.2 Зерттелетін тізбек үшін 5.2 кестені пайдалана отырып, кернеу мен токтардың векторлық диаграммасын құру. Векторлық диаграмма бойынша Кирхгофтың бірінші заңының орындалуын тексеру.

5.3.3 Сұлбаның әр тармақтарындағы токтың кешенді мәндерін және сұлба элементтеріндегі кернеудің кешенді мәндерін есептеу (5.2 сурет).

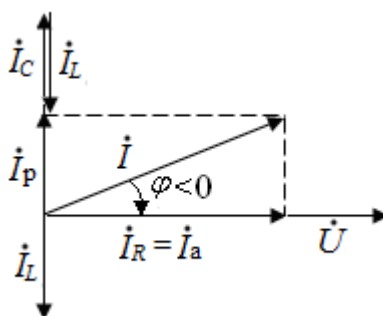
5.3.4 Зерттелетін тізбек үшін 5.2 кестенің деректерін пайдалана отырып, кернеулер мен токтардың векторлық диаграммасын тұрғызу.

### 5.4 Әдістемелік нұсқаулар

5.4.1 Сұлбасы (5.1 сурет) үшін токтарды есептейміз және векторлық диаграммасын тұрғызамыз:

$$\dot{I} = \frac{\dot{U}}{R} A$$

Векторлық диаграмма сыйымдылығы бар тармақтағы ток индуктивтілігі бар тармақтағы токтан жоғары болған жағдайда құрылған  $\dot{I}_C > \dot{I}_L$  (5.3 сурет).



5.3 сурет

5.1 Сұлбасы үшін Кирхгофтың бірінші заңы мына формуламен тексеруге болады:

$$I = \sqrt{I_R^2 + (I_L - I_C)^2} = \sqrt{I_a^2 + I_p^2},$$

мұнда  $I_a = I_R - I$  токтың активті құрастырушысы;

$I_p = I_L - I_C - I$  токтың реактивті құрастырушысы.

## **6 Зертханалық жұмыс №5. Кернеу көзінің және қабылдағыштың фазалары жұлдызша жалғанған кезінде үшфазалы тізбегін зерттеу**

*Жұмыс мақсаты:* нөлдік сыммен және нөлдік сымсыз жұлдызша кернеу көзінің фазалары мен қабылдағышты қосу кезінде үшфазалы тізбекті теориялық және тәжірибелік зерттеу дағдыларын алу.

### **6.1 Жұмысқа дайындық**

«Үшфазалы электр тізбектер» бөлімін қайталау.

Сұрақтарға жазбаша жауап беру және келесілерді орындау:

6.1.1 Кернеу көзінің фазалары мен қабылдағыштың қандай қосылуы «жұлдызша қосылуы» деп аталады?

6.1.2 Қандай үшфазалы ЭҚК жүйесі симметриялы деп аталады? Симметриялы ЭҚК жүйесі үшін лездік және кешенді әсер етуші мәндерін жазу.

6.1.3 Үшфазалы тізбектің қайсы нүктелері бейтарап деп аталады? Қайсы сым бейтарап (нөлдік) сым деп аталады?

6.1.4 Қандай кернеулер фазалы және қандай линиялық деп аталады? Қандай токтар фазалы және қандай линиялық деп аталады?

6.1.5 Үшфазалы тізбектің қандай режимі симметриялы деп аталады?

6.1.6 Симметриялы режим кезіндегі токтар мен кернеулердің фазалық және линиялық шамалары арасындағы қандай қатынастар?

6.1.7 Бейтарап сымында ток қалай анықталады? Симметриялы режим кезінде бейтарап сымындағы ток  $I_N$  неге тең?

6.1.8 Екі түйін әдісі бойынша  $U_{nN}$  кернеуін есептеу үшін формуланы жазу.

6.1.9 Келесі режимдерде бейтарап сымы бар үшфазалы тізбек үшін токтардың векторлық диаграммаларын және кернеулердің топографиялық диаграммаларын құру:

- симметриялы режим (қабылдағыштың барлық фазаларында активті кедергілері);

- авариялық режим – оқытушының нұсқауы бойынша жүктеменің бір фазасында үзіліс, қалған екі фазасының кедергілері активті және тең.

6.1.10 Келесі режимдерде бейтарап сымы жоқ үшфазалы тізбек үшін токтардың векторлық диаграммаларын және кернеулердің топографиялық диаграммаларын құру:

- симметриялы режим (қабылдағыштың барлық фазаларында активті кедергілері);

- авариялық режим – оқытушының нұсқауы бойынша жүктеменің бір фазасында үзіліс немесе қысқа тұйықталу, қалған екі фазасының кедергілері активті және тең.

6.1.11 Үшфазалы тізбектің «жұлдызша-жұлдызша» жалғану кезінде бейтарап сымы бар және бейтарап сымы жоқ схемаларын сызу (6.1 және 6.2 суреттер) 6.1, 6.2 кестелерін сызу.

## 6.2 Жұмысты орындау тәртібі

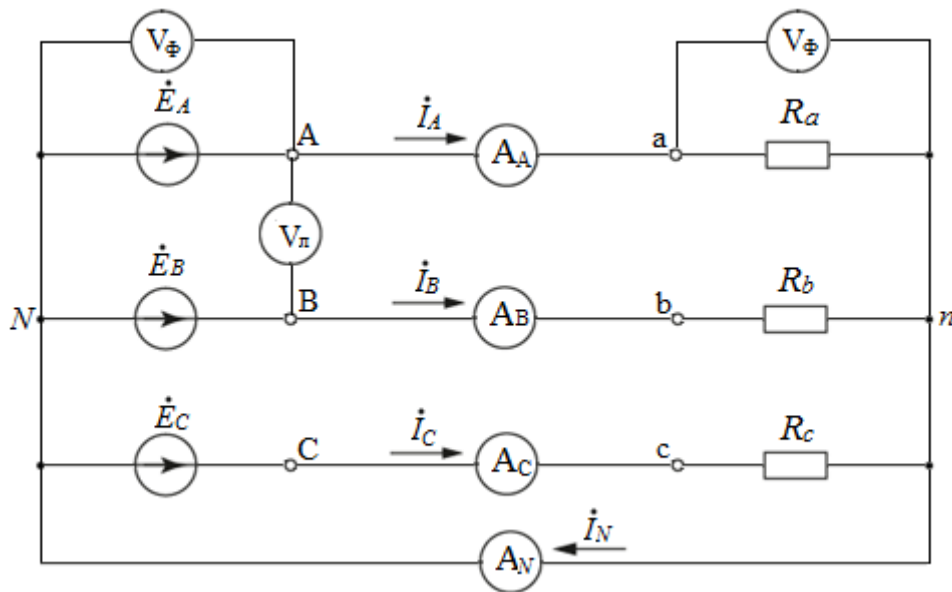
6.2.1 Кедергілері бірдей резисторларды таңдау  $R_1=R_2=R_3$ .

6.2.2 Үшфазалы кернеу блогын қосу және оқытушының тапсырмасына сәйкес фазалық ЭҚК мәнін орнату. Жұлдызша кернеу көзінің фазаларын жинау.

6.2.3 Кернеу көзінің және қабылдағыштың фазаларын жұлдызша бейтарап сымы бар жалғану кезінде үшфазалы тізбекті жинау (6.1 сурет). Көздің және қабылдағыштың бейтарап нүктелерін амперметр арқылы қисайтқышты жалғау. Қабылдағыштың барлық фазаларының кедергілері активті және бірдей:  $R_A=R_1$ ,  $R_B=R_2$ ,  $R_C=R_3$  (симметриялы режим). Қабылдағыштың фазаларындағы токтарды, бейтарап сымындағы токты  $I_N$ , фазалық және линиялық кернеулерді қабылдағыштың өлшеу. Өлшеу нәтижелерін 6.1 кестеге енгізу.

5.2.4 Оқытушының нұсқауы бойынша қабылдағыш фазаларының бірі үзілген кезде бейтарап сымы бар тізбекте пайда болатын авариялық режимді эксперименталды зерттеу. Қабылдағыштың қалған екі фазасында кедергілері.

5.2.3 пунктіндегідей. Өлшеу нәтижелерін 6.1 кестесіне енгізу.



6.1 сурет

6.1 кесте

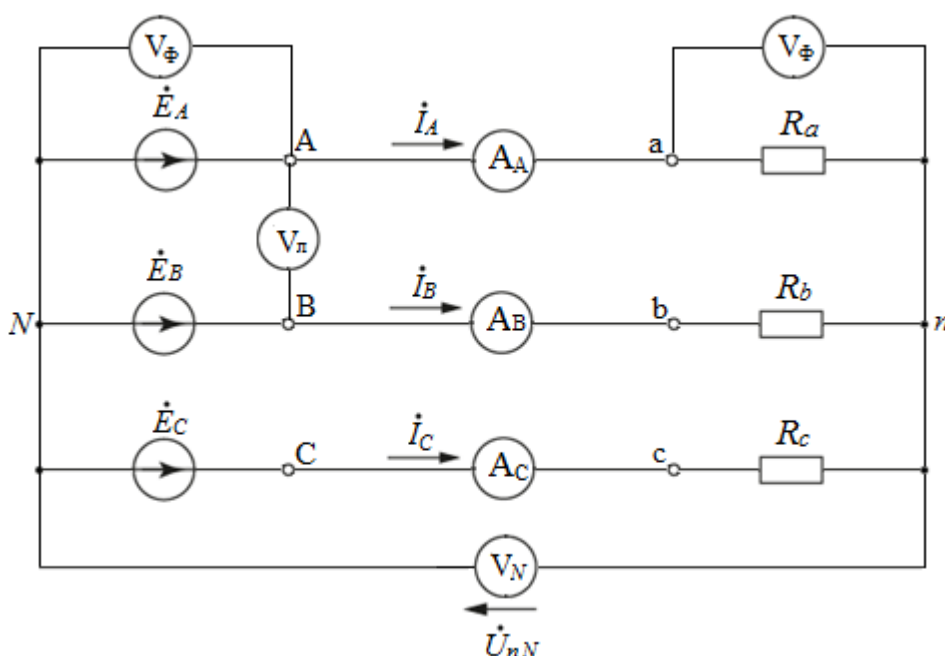
| Жұмыс режимі             | $U_{AN}$ ,<br>В | $U_{BN}$ ,<br>В | $U_{CN}$ ,<br>В | $U_{AB}$ ,<br>В | $U_{BC}$ ,<br>В | $U_{CA}$ ,<br>В | $U_{an}$ ,<br>В | $U_{bn}$ ,<br>В | $U_{cn}$ ,<br>В | $I_A$ ,<br>мА | $I_B$ ,<br>мА | $I_C$ ,<br>мА | $I_N$ ,<br>мА |
|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Эксперименталды деректер |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |               |               |               |               |
| Симметриялы режим        |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |               |               |               |               |
| Фаза үзілген             |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |               |               |               |               |

6.1 кестенің жалғасы

| Теориялық есеп    |                |                |                |                |                |                |                |                |                |              |              |              |              |
|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Жұмыс режимі      | $U_{AN},$<br>В | $U_{BN},$<br>В | $U_{CN},$<br>В | $U_{AB},$<br>В | $U_{BC},$<br>В | $U_{CA},$<br>В | $U_{an},$<br>В | $U_{bn},$<br>В | $U_{cn},$<br>В | $I_A,$<br>мА | $I_B,$<br>мА | $I_C,$<br>мА | $I_N,$<br>мА |
| Симметриялы режим |                |                |                |                |                |                |                |                |                |              |              |              |              |
| Фаза үзілген      |                |                |                |                |                |                |                |                |                |              |              |              |              |

6.2.5 Кернеу көзінің және қабылдағыштың фазалары жұлдызша қосу кезінде симметриялы үшфазалы тізбегін жинау. Бейтарап сымы үзілген. Көздің және қабылдағыштың бейтарап нүктелерінің арасына вольтметрді қосу. Қабылдағыштың барлық фазаларының кедергілері 6.2.3 пунктіндегі дей. Қабылдағыштың фазаларындағы токтарды, фазалық және линиялық кернеулерді, бейтарап ығысуының кернеуін  $U_{nN}$  өлшеу. Өлшеу нәтижелерін 6.2 кестеге еңгізу.

6.2.6 Бейтарап сымы жоқ үшфазалы тізбекте қабылдағыштың бір фазасы үзілген кезінде авариялық режимін эксперименталды зерттеу. Үзілген фаза 6.2.4 пунктіндегі дей («бос жүріс» режимі). Жүктеменің қалған екі фазасының кедергілері 6.2.3 пунктіндегі дей. Токтарды, жүктеменің фазалық және линиялық кернеулерін, бейтарап ығысу кернеуін  $U_{nN}$  өлшеу. Өлшеу нәтижелерін 6.2 кестеге еңгізу



6.2 сурет

6.2 кесте

| Жұмыс режимі              | $U_{AN}$ | $U_{BN}$ | $U_{CN}$ | $U_{AB}$ | $U_{BC}$ | $U_{CA}$ | $U_{an}$ | $U_{bn}$ | $U_{cn}$ | $I_A$ | $I_B$ | $I_C$ | $U_{nN}$ |
|---------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------|-------|-------|----------|
|                           | В        | В        | В        | В        | В        | В        | В        | В        | В        | МА    | МА    | МА    | В        |
| Экспериментал деректер    |          |          |          |          |          |          |          |          |          |       |       |       |          |
| Симметриялы режим         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |       |       |       |          |
| Қабылдағыш фазасы үзілген |          |          |          |          |          |          |          |          |          |       |       |       |          |
| Теориялық есеп            |          |          |          |          |          |          |          |          |          |       |       |       |          |
| Симметриялы режим         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |       |       |       |          |
| Қабылдағыш фазасы үзілген |          |          |          |          |          |          |          |          |          |       |       |       |          |

### 6.3 Жұмыс нәтижелерін ресімдеу және талдау

6.3.1 6.2.3 пунктіндегі эксперименталды деректер бойынша кернеулердің топографиялық диаграммасын және токтардың векторлық диаграммасын құру.

Симметриялық режимде линиялық және фазалық кернеулердің арасындағы қатынасты тексеру.

Фазалық кернеулердің және жүктеме фазаларының кедергілерінің белгілі мәндері бойынша жүктеме фазаларындағы токтардың әрекет етуші мәнін есептеу. Векторлық диаграммасынан  $I_N$  бейтарап сымындағы токты анықтау, симметриялық режимінде ток  $I_N=0$  көз жеткізу. Есептеу нәтижелерін 6.1 кестеге енгізу. Теориялық мәндерін эксперимент мәндерімен салыстыру.

6.3.2 6.2.4 пунктіндегі эксперименталды деректер бойынша жүктеме фазаларында кернеулердің топографиялық диаграммасын және токтардың векторлық диаграммасын құру. Векторлық диаграммасынан  $I_N$  анықтау. Нәтижесін 6.1 кестеге енгізу («Теориялық есеп» жолына). Жүктеменің бір фазасы үзілген кезде кернеулер мен токтарды анықтау (фаза 6.2.4 пунктіндегі дей). Нәтижелерін 6.1 кестеге енгізу.

5.3.3 5.2.5 пунктіндегі эксперименталды деректер бойынша кернеулердің топографиялық диаграммасын және токтардың векторлық диаграммасын құру. Токтардың векторлық диаграммасынан бейтарап сымындағы  $I_N$  анықтау. Эксперименталды анықталған  $I_N$  тоғымен салыстыру. Нәтижелерін 6.2 кестеге енгізу.

6.3.4 6.2.6 пунктіндегі эксперименталды деректер бойынша кернеулердің топографиялық диаграммасын және токтардың векторлық диаграммасын құру. Токтардың векторлық диаграммасынан бейтарап сымындағы  $I_N$  анықтау. Эксперименталды анықталған  $I_N$  тоғымен салыстыру. Нәтижелерін 6.2 кестеге енгізу.

6.3.5 Бейтарап сымы бар және бейтарап сымы жоқ, симметриялы режимінде және жүкмененің бір фазасы үзілген кезде үшфазалы тізбекті теориялық және эксперименталды зерттеулер нәтижелерін салыстыру. Қорытынды жасап және бейтарап сымы не үшін керекін бағалау.

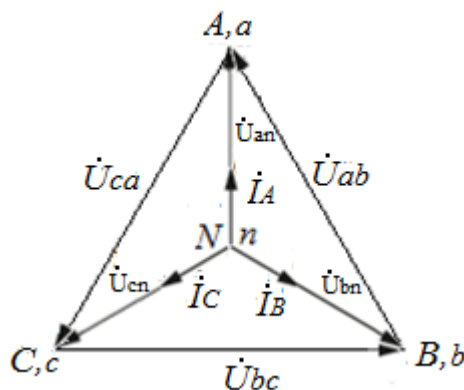
#### 6.4 Әдістемелік нұсқаулар

6.4.1 Үшсинусоидалы ЭҚК жүйесі бірдей жиіліктегі, бірдей амплитудалармен және фаза бойынша бір-біріне қатысты 120 бұрышқа жылжытылған ЭҚК симметриялық үшфазалы жүйесі деп аталады. ЭҚК симметриялық жүйесінің лездік және кешенді әрекет етуші мәндері:

$$e_A = E_m \sin \omega t; \quad e_B = E_m \sin(\omega t - 120^\circ); \quad e_C = E_m \sin(\omega t + 120^\circ);$$

$$E_A = \frac{E_m}{\sqrt{2}} = E; \quad E_B = \frac{E_m}{\sqrt{2}} e^{-j120^\circ} = E e^{-j120^\circ}; \quad E_C = \frac{E_m}{\sqrt{2}} e^{j120^\circ} = E e^{j120^\circ}.$$

Линиялық ( $U_{AB} = U_{ab}$ ,  $U_{BC} = U_{bc}$ ,  $U_{CA} = U_{ca}$ ) және фазалық ( $U_{AN} = U_{an}$ ,  $U_{BN} = U_{bn}$ ,  $U_{CN} = U_{cn}$ ) кернеулер симметриялы режимінде үшфазалы тізбек үшін бейтарап сымы бар және бейтарап сымы жоқ кезінде бірдей болады. Бейтарап сымы бар және бейтарап сымы жоқ үшфазалы тізбек үшін симметриялы режимде токтың векторлық диаграммасымен біріктірілген линиялық және фазалық кернеулердің векторлық (топографиялық) диаграммасы 6.3-суретте көрсетілген.



6.3 сурет

Векторлық диаграммадан токтың бейтарап сымы бар сұлбадағы нейтралды сымдағы тогы нөлге тең (6.1 сурет):

$$I_N = I_A + I_B + I_C = 0.$$

## **7 Зертханалық жұмыс № 6. Үшбұрышша жалғанған үшфазалы тізбекті зерттеу**

*Жұмыс мақсаты:* үшбұрышша жалғау кезінде үшфазалы электр тізбектерін зерттеудің дағдыларын алу.

### **7.1 Жұмысқа дайындалу**

«Үшфазалы электр тізбектері» бөлімін қайталау.

Сұрақтарға жауап беру және келесілерді орындау:

7.1.1 Үшбұрыш қосылған кезде үшфазалы тізбектегі линиялық және фазалық токтар, кернеулер қалай байланысты?

7.1.2 Үшбұрыш қосылған кезде үшфазалы тізбектің сызбасын сызыңыз. Сұлбадалиниялықжәнефазалықтоктарды, кернеудікөрсету (7.1 сурет).

7.1.3 Симметриялық режимінде токтар мен кернеулердің векторлық диаграммасын тұрғызу, жүктеменің барлық фазаларында кедергілер активті және бірдей ( $R_{ab} = R_{bc} = R_{ca}$ ).

7.1.4 Нұсқасына сәйкес линиялық сымы үзілген кезде авариялық режимінде сұлбасын сызу және токтармен кернеулердің векторлық диаграммасын тұрғызу (7.2 кесте).

7.1.5 Нұсқасына сәйкес жүктеменің фазасы үзілген кезде авариялық режимінде сұлбасын сызу және токтармен кернеулердің векторлық диаграммасын тұрғызу (7.2 кесте).

### **7.2 Жұмысты орындау тәртібі**

7.2.1 Үшбұрышқосылғанжүктемеменүшфазалытізбектіжинау (7.1 сурет), үшрезистордантұратынбірдейкедергісі бар  $R_{ab}$ ,  $R_{bc}$ ,  $R_{ca}$ . Фазалық ЭҚК жәнекедергініңмәндеріннұсқағасәйкесорнату(7.1 кесте).Кернеулер мен токтарды өлшеуге арналған аспаптарды қарастыру. Симметриялы режимдегі фазалық және сызықты токтардың және кернеудің мәнін өлшеу және оларды 7.2 кестеге енгізу.

7.2.2 Нұсқаға сәйкес желілік сымдардың біреуі үзілген кезде тізбектегі апаттық режимді эксперименталды зерттеу (7.1 кесте). Жүктеме кедергілері 7.2.1 пунктіндегі сияқты. Кернеу көзінің және жүктеменің кернеу мәндерін, токтарыды авариялық режимінде өлшеу және 7.2-кестеге енгізу.

7.2.3 Нұсқаға сәйкес жүктеме фазаларының бірін үзу кезінде тізбектегі апаттық режимді эксперименталды зерттеу (7.1 кесте).Жүктеменің қалған екі фазаларының 7.2.1 пунктіндегідей. Көздің және жүктеменің кернеу мәндерін, токтарын авариялық режимінде өлшеу және 7.2-кестеге енгізу.

### **7.3 Жұмыс нәтижелерін ресімдеу және талдау**

7.3.1 7.2.1 пунктіндегі эксперименталды деректер бойынша кернеудің векторлық диаграммасын және токтардың векторлық диаграммасынқұру.Симметриялы режимде линиялық және фазалық токтардың арасындағы қатынасты тексеру. Фазалық кернеулердің белгілі

мәндері және қабылдағыш фазаларының кедергілері бойынша токтарды есептеу. Есептеу нәтижелерін 7.2 кестеге енгізу.

7.3.2 7.2.2 пунктiнiң эксперименталды деректер бойынша көздің және қабылдағыштың фазалық кернеулерiнiң топографиялық диаграммасын құру. Фазалық токтардың векторлық диаграммасын құру және одан линиялық токтарды табу. Топографиялық және векторлық диаграммалар бойынша табылған мәндердi 7.2-кестеге енгізу керек.

7.3.3 7.2.3 пунктiндегi эксперименталды деректер бойынша кернеулердiң топографиялық диаграммасын және фазалық токтардың векторлық диаграммасын құру, одан линиялық токтарды табу, өлшенген мәндермен салыстыру. Диаграмма бойынша табылған ток мәндерiн 7.1-кестеге енгізу керек.

7.3.4 Жұмыс бойынша қорытынды жасау. Эксперименталды мәндердi есептермен және векторлық диаграммалардан алынғандармен салыстыру. Қабылдағыштың жеке фазаларында кернеудiң өзгеруiне, апаттық режимдердегi фазалық және линиялық токтардың өзгеруiне назар аудару.

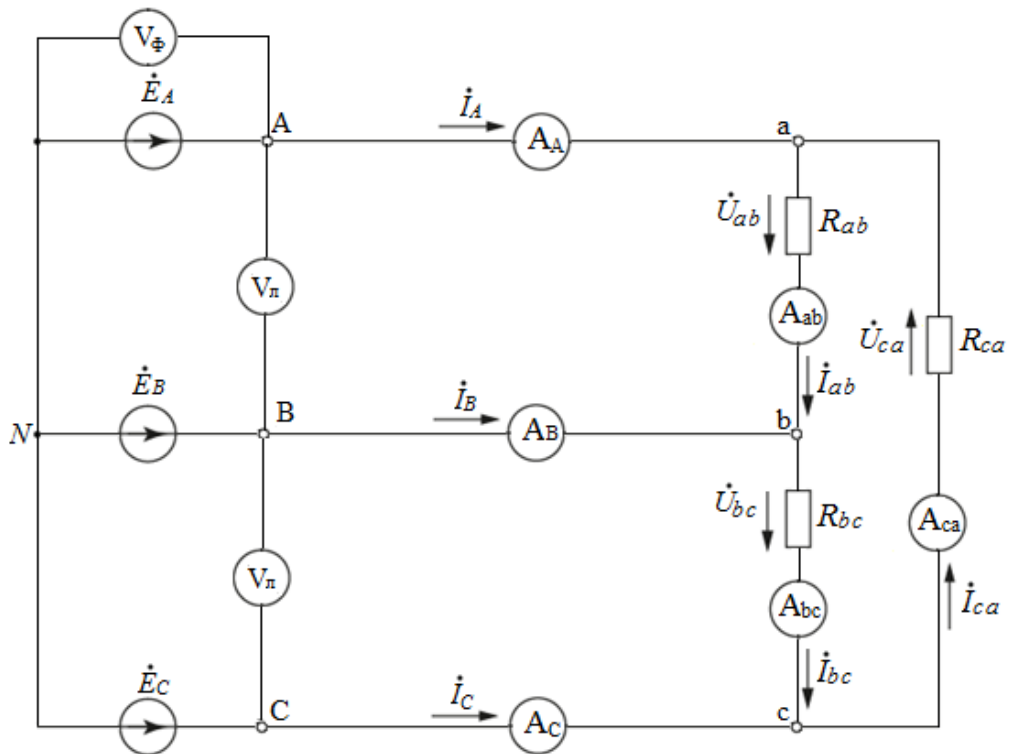
7.1 кесте

| Нұсқа № | Генератордың фазалық кернеулері<br>$U_{AN} = U_{BN} = U_{CN} = U_{\phi}$ | Жүктеменің фазаларкедергілері<br>$R_{ab} = R_{bc} = R_{ca} = R$ | Тізбектің жұмыс режимдері |              |
|---------|--|---|---------------------------|--------------|
|         |  |   | Линиялықсымның үзілісі    | Фаза үзілісі |
| 1       | 15   | 200   | A                         | ca           |
| 2       | 10   | 100   | C                         | bc           |
| 3       | 20   | 150   | B                         | ab           |
| 4       | 12   | 300   | A                         | bc           |

7.2 кесте

| Жұмыс режимі | Зерттеу түрі | Кернеу мәндері |               |               |               |               |               | Токтар мәндері |               |               |                |                |                |
|--------------|--------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
|              |              | $U_{AB}$<br>В  | $U_{BC}$<br>В | $U_{CA}$<br>В | $U_{ab}$<br>В | $U_{bc}$<br>В | $U_{ca}$<br>В | $I_A$ ,<br>мА  | $I_B$ ,<br>мА | $I_C$ ,<br>мА | $I_{ab}$<br>мА | $I_{bc}$<br>мА | $I_{ca}$<br>мА |
|              | эксп.        |                |               |               |               |               |               |                |               |               |                |                |                |
|              | теор         |                |               |               |               |               |               |                |               |               |                |                |                |





7.1 сурет–Жүктемені үшбұрышша жалғау сұлбасы

#### 7.4 Әдістемелік нұсқаулар

Үшбұрышпен жалғанған үшфазалы қабылдағышқа генератордың линиялық кернеуінің симметриялы жүйесі қосылған, оныңорамаларыжұлдызшажалғанған (7.1 сурет). Генератордың линиялық кернеуі генератордың фазалық кернеулерімен байланысты:

$$U_l = \sqrt{3}U_\phi.$$

$U_\phi$  генераторының фазалық кернеуінің мәні 7.1 кестеде берілген.

Жүктеменің фазалары үшбұрышша қосылғандықтан, сондықтан линиялық кернеулер  $U_l$  тең фазалық кернеулеріне жүктеменің фазаларында:

$U_{ab} = U_{bc} = U_{ca} = U_l$ . Бастапқы фазасы  $U_{ab}$  кернеудің нөлге тең болып алынады, онда кешенді түрде кернеулер:

$$U_{ab} = U_l e^{j0^\circ}; \quad U_{bc} = U_l e^{-j120^\circ}; \quad U_{ca} = U_l e^{j120^\circ}$$

Қабылдағыштың фазаларында токтар Ом заңы бойынша анықталады. Үшфазалы тізбектің режимі симметриялы болғандықтан ( $R_{ab} = R_{bc} = R_{ca} = R$ ), тек бір фазаның тогын есептеуі жеткілікті:

$$I_{ab} = \frac{U_{ab}}{R_{ab}}$$

Жүктеменің фазалық токтарының  $I_{ab}$ ,  $I_{bc}$ ,  $I_{ca}$  мәндері бірдей және фаза бойынша сәйкес кернеулермен бірдей.

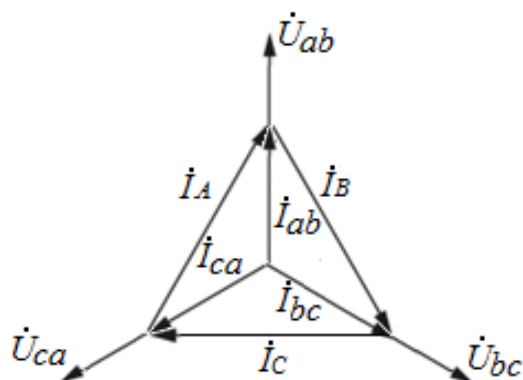
Линиялық токтар  $I_A$ ,  $I_B$ ,  $I_C$  фазалық токтардың айырмасы ретінде анықталады:

$$I_A = I_{ab} - I_{ca}; \quad I_B = I_{bc} - I_{ab}; \quad I_C = I_{ca} - I_{bc}.$$

Симметриялық режимде фазалық және линиялық токтар қатынаспен байланысты:

$$I_l = \sqrt{3}I_\phi.$$

Кернеулер мен токтардың векторлық диаграммасы 7.2-суретте көрсетілген.



7.2 сурет– Жүктеменің фазалары үшбұрышша жалғанған кезінде үшфазалы тізбек үшін кернеулер және токтардың векторлық диаграммасы

## Әдебиеттер тізімі

### Негізгі:

1. Иванов И.И. Электротехника и основы электроники. – СПб.: Лань, 2012. – 730 с.
2. Белов Н.В. Электротехника и основы электроники. – СПб.: Лань, 2012. – 432 с.
3. Подкин Ю.Г. Электротехника и электроника. – М.: Академия, 2011. – 520 с.
4. Касаткин А.С. Электротехника. – М.: Академия, 2008. – 544 с.
5. Петленко А.Я. Электротехника и электроника. – М.: Академия, 2010. – 340 с.
6. Рекус Г.Г. Основы электротехники и промышленной электроники в примерах и задачах. - М.: Высшая школа, 2008. – 344 с.
7. Немцов М.В. Электротехника и электроника. – М.: Академия, 2010. – 512 с.
8. Светашев Г.М. Электротехника и электроника. Учебное пособие. – Алматы.: АУЭС, 2011. – 106 с.
9. Баймаганов А.С., Светашев Г.М. Электротехника и электроника. Учебное пособие для студентов всех форм обучения специальности 5В071700 – Теплоэнергетика. – Алматы: АИЭС, 2010 – 85 с.

### Қосымша:

10. Герасимов Г.Г. Электротехника и электроника. М.: Энергоатомиздат, 1998, 432 с.
11. Герасимов Г.Г. Сборник задач по электронике и основам электротехники. – М.: Высшая школа, 1998. - 288 с.

Айтжанов Нургали Мухамбетсагиевич  
Болдырева Любовь Павловна

Электротехника және электроника негіздері

5B073100 – «Өмір тіршілігінің қауіпсіздігі және қоршаған ортаны қорғау» мамандығы бойынша оқитын студенттер үшін зертханалық жұмыстарды орындауға арналған әдістемелік нұсқаулар және тапсырмалар

Редактор Изтелеуова Ж.Н.  
Стандартизация маманы Данько Е.Т.

Басылуға қол қойылды  
Таралымы 25 дана.  
көлемі 1,5оқу баспасы.

«\_\_\_»\_\_\_\_\_ Формат 60x84 1/16  
Баспаханалық қағаз №1  
Тапсырыс\_\_\_ Бағасы 750 теңге.

«Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамының  
көшірмелі-көбейткіш бюросы  
050013 Алматы, Байтұрсынұлы көшесі, 126/1