



**Коммерциялық емес
акционерлік қоғамы**

**АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА
ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС
УНИВЕРСИТЕТІ**

«Электротехниканың
теориялық негіздері»
кафедрасы

ЭЛЕКТРОТЕХНИКАНЫҢ ТЕОРИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ

5В070200 – Автоматтандыру және басқару мамандығының студенттері үшін зертханалық жұмыстарды орындау бойынша әдістемелік нұсқаулықтар

Алматы 2014

ҚҰРАСТЫРУШЫЛАР: С.Ю. Креслина, А.Т. Аршабекова. Электротехниканың теориялық негіздері. 5B070200 – Автоматтандыру және басқару мамандығының студенттері үшін зертханалық жұмыстарды орындау бойынша әдістемелік нұсқаулықтар. – Алматы: АЭЖБУ, 2014. – 34 б.

Зертханалық жұмыстарды орындау бойынша әдістемелік нұсқаулықтар бес бөлім бойынша 6 зертханалық жұмыстан тұрады: тұрақты ток тізбектері, бірфазалы синусоидалы ток тізбектері, кернеулер резонансы, өтпелі кезеңдер, үшфазалы тізбектер, тұрақты токтың сызықты емес тізбектері. Әрбір зертханалық жұмыстың құрамы: жұмыстың мақсаты, жұмысқа дайындық, жұмыстың орындалу тәртібі, безендірілуі, жұмыс нәтижелерін талдау және орындалған жұмыс бойынша қорытындылар.

Зертханалық жұмыстарды орындау бойынша әдістемелік нұсқаулықтар оқудың барлық түріндегі студенттерге арналған.

Сур. 25, кесте 19, әдеб.- 10 атау.

Пікір беруші: ИК кафедрасының доценті, т.ғ.к. Ауезова А.М.

«Алматы энергетика және байланыс университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамының 2014 ж. баспаға шығару жоспары бойынша басылады.

© «Алматы энергетика және байланыс университеті» ҚЕАҚ, 2014 ж.

Кіріспе

Зертханалық жұмыстарға арналған әдістемелік нұсқаулар «Электротехниканың теориялық негіздері» пәні бойынша әдістемелік әдебиеттер кешенінің құраушы бөлігі болып табылады.

Мамандарды дайындау сапасын арттыру, студенттердің шығармашылық көзқарасын және инженерлік икемділігін қалыптастыру үшін зертханалық жұмыстар маңызды орын алады.

Зертханалық тапсырмалар тұрақты және синусоидалы токтың сызықты электр тізбектерін зерттеу бойынша тәжірибелік және есептік түрдегі жұмыстар кешені болып табылады. Барлық зертханалық жұмыстар, берілген тақырып бойынша материал дәрісте сипатталғаннан кейін орындалады.

ЭТН кафедрасында зертханалық сабақтардың тәжірибелік жүзеге асырылуы УИЛС–2 атты әмбебап оқу-зерттеу зертханалық стенді көмегімен қамтамасыз етіледі.

УИЛС-2 стенді жинақтау өрісінде сұлбалар жиналатын активті және пассивті блоктар корпустарынан құралған, басқарушы бекітілген үстел болып табылады. Стенд құрамына 29 жинақтаушы элемент және жалғаушы сымдар кіреді.

Қорек көздері тұрақты кернеу блогынан ТКБ, айнымалы кернеу блогынан АКБ, үшфазалы кернеу блогынан ҮКБ құралған активті блоктар корпусы болып табылады. Пассивті блоктар корпусына айнымалы кедергі блогы АКБ, айнымалы индуктивтілік блогы АИБ, айнымалы сыйымдылық блогы АСБ кіреді.

ТКБ құрамы:

- 0 мен 20 В аралығындағы кернеуі бар реттелмелі тұрақты кернеу көзі;
- кернеуі 20 В тең реттелмейтін тұрақты кернеу көзі;
- өтпелі кезеңдерді зерттеу үшін қолданылатын «электронды кілт».

Кернеу көзінің екеуі де қысқа тұйықталу және асқын жүктелуден қорғау сұлбасымен қамтамасыз етілген. Қорғаудың іске қосылу тогы $I_{кос} = I А$.

АКуБ синусоидалы, тіктөртбұрышты және үшбұрышты пішінді реттелмелі жиілігі бар бірфазалы айнымалы кернеу көзі болып табылады.

Сұлба қысқа тұйықталу және асқын жүктелуден электронды қорғаумен қамтамасыз етілген. Қорғаудың іске қосылу тогы $I_{кос} = I А$.

ҮКБ өндірістік жиілікті үшфазалы кернеу көзі болып табылады. Барлық фазалар бір біріне электрлі тәуелді емес.

Әрбір фаза қысқа тұйықталу және асқын жүктелуден электронды қорғаумен қамтамасыз етілген. Қорғаудың іске қосылу тогы $I_{кос} = I А$.

АКБ үш реттелмейтін резисторлардан R_1, R_2, R_3 және үш реттелмелі кедергілер R_4 сұлбасынан құралған. R_4 кедергісінің реттелуі арнайы реттегіштер көмегімен сатылы түрде орындалады.

АИБ үш реттелмейтін индуктивтілік орауыштарынан L_1 , L_2 , L_3 және үш реттелмелі индуктивтіліктер L_4 сұлбасынан құралған. L_4 индуктивтілігінің реттелуі арнайы реттегіштер көмегімен сатылы түрде орындалады.

АСБ үш реттелмейтін конденсаторлардан C_1 , C_2 , C_3 және үш реттелмелі сыйымдылықтыр C_4 сұлбасынан құралған. C_4 сыйымдылығының реттелуі арнайы реттегіштер көмегімен сатылы түрде орындалады.

Блоктардың беткі панелдерінде белгі беру бөліктері (индикаторлар, шамдар), басқару бөлімдері (реттегіштер тұтқалары, тумблерлар, түүмелер) және өлшеуіш аспаптар орналасқан.

Жинақтаушы панель зерттелетін тізбектің элементтері болып табылатын жинақтау элементтерін ЖЭ қосу мен орнату үшін тағайындалған, белгілі бір тәсілмен жалғанған 67 жұлп ұяшықпен жасалған. ЖЭ пластмассалы қорапшалар түрінде жасалған, олардың ұштарында вилка орналасқан, ал ішінде электр тізбектерінің элементтері жапсырылған,

Активті блокты қосу үшін «СЕТЬ» тумблерын «ВКЛ» қалпына орнату керек, ол кезде «СЕТЬ» атты индикатор жанады.

ТКБ және АКуБ өлшеуіштік аспаптары реттелмелі кернеу көзінің тогы мен кернеу шамаларын бақылау үшін тағайындалған. Реттеу потенциометр көмегімен жүзеге асырылады.

АКуБ жиілігі реттегіш көмегімен сатылы түрде 1 кГц аралығымен және потенциометр көмегімен баяу реттеледі. «ЧАСТОТА ПЛАВНО» атты потенциометр ең шеткі оң жақта орналасса, онда шығыс кернеуінің жиілігі, сатылы реттеу реттегішінің көрсеткішінің шамасына $\pm 2\%$ дәлдікпен сәйкес келеді.

ҮКБ әр фазасының шығысындағы кернеу шамасын реттегіштер көмегімен 1 мен 9 В және 0 мен 30 В аралығында сатылы түрде реттеуге болады.

Қысқа тұйықталу немесе асқын жүктеменің пайда болуы кезінде (сұлба дұрыс емес жиналғанда) блоктарда электронды қорғау іске қосылады, бұл кезде «ЗАЩИТА» атты индикатор жанады. Қысқа тұйықталудың пайда болу себебін жойғаннан кейін немесе жиналған сұлбадағы қателікті түзегеннен кейін «ЗАЩИТА» түймесін басып, блок сұлбасын жұмыс қалпына қайтару керек, бұл кезде индикатор өшеді.

Зертханалық жұмыстарды орындауға әдістемелік нұсқаулар 5В070200 бакалавриат мамандығының студенттеріне арналған және аталған мамандық бойынша жоғары кәсіби мемлекеттік білім беру стандартына сәйкес келеді.

1 «Электротехниканың теориялық негіздері» пәні бойынша зертханалық жұмыстарды орындау және безендіру тәртібі

1.1 Алдын-ала дайындалу және жұмысқа рұқсат алу.

1.1.1 Кезекті сабақты бастамастан бұрын, студент зертханалық жұмыстың мазмұнымен танысуы керек, сәйкесті тақырып бойынша теориялық материалды меңгеруі керек.

1.1.2 Дайындық нәтижелері орындалатын жұмыстың есеп беруінде көрсетілу керек, оның мазмұны келесі бөлімдерден құралу керек:

- а) «Жұмысқа дайындық» бөлімі бойынша сұрақтарға жазбаша жауаптар;
- ә) алдын-ала есептеулер;
- б) зерттелетін сұлбалар;
- в) өлшеу нәтижелерін жазуға арналған кестелер;

1.1.3 Сабақ басындағы студенттің міндеттері:

- а) алдыңғы безендірілген жұмысты толығымен қорғау;
- ә) жеке есеп беруі болып, келесі жұмысқа рұқсат алу.

Сабақ уақытында студент жұмысты орындап болу керек (сұлбаны жинау, қажетті өлшеулер жүргізу және алдын-ала дайындалған кестелерге нәтижелерді жазып алу).

1.1.4 Оқытушы теория бойынша, жұмыстың орындалу тәртібі бойынша, жиналатын сұлбалар бойынша, қолданылатын өрнектер және шығатын нәтижелер бойынша сұрақтар қойып, студенттің жұмысты орындауға дайындығын тексереді. Сұрақтар жазбаша немесе ауызша түрде қойыла алады.

1.1.5 Үшінші пункттегі талаптарды орындамаған, теориялық жағынан қанағаттанарлықсыз дайындалған студенттер жұмысты орындауға жіберілмейді.

1.1.6 Жұмысқа жіберілмеген студенттер қалған уақытты теорияны меңгеру үшін және де бұрын жасалған жұмысты безендіру мен қорғау үшін пайдалану керек.

1.1.7 Тиісті мерзімде орындалмаған жұмыстарды студенттер қосымша тағайындалған уақытта жасайды. Жұмысты орындауға рұқсатты студент жалпы негіздерде алады.

1.2 Зертханадағы жұмыс

1.2.1 Зертханада жұмыс істеу үшін оқытушы топты топшаларға бөледі (3-4 студенттен) немесе студентті жеке жұмыс істеуге міндеттейді. Топша мүшелері жұмыстың тәжірибелік бөлімін бірігіп орындайды, ал өздерінің есеп беруін әрқайсысы жеке безендіреді және орындалған жұмысты жеке қорғайды.

1.2.2 Әрбір топша жеке жұмыс орнында жұмыс істейді, ол жерде жұмыс істеуге қажетті барлық жабдықтар қамтамасыз етілген.

1.2.3 Жұмыс істеу алдында студенттер қолданылатын аспаптар мен құралдарды сырттай тексеріп алады. Байқап қалған ақаулар жөнінде міндетті түрде оқытушыға хабарлау қажет.

1.2.4 Жұмысты өткізу немесе техника қауіпсіздігі ережелерін сақтамау салдарынан зертханадағы келтірілген зардаптар үшін, топша мүшелері жауапкершілікке тартылады.

1.2.5 Жұмысты өткізуге арналған сұлбаны студенттер өз беттерінше жинайды. Өлшеуіштік құралдар, көмекші және реттегіш қондырғылар, жиналатын сұлба қарапайым, әрбір нүктесінде көрнекі, әрі оңай меңгерілетіндей орналастырылу қажет.

1.2.6 Тәжірибе басында реостаттар мен өзге реттелмелі қондырғылар, тізбектегі токтар мен кернеулердің мәндері минималды болатындай етіп орнатылу керек, өлшеуіштік аспаптар максималды диапазонға қосылу керек. Өлшенетін шаманы жуықтап өлшеп алғаннан кейін аспапты өлшеуге ыңғайлы диапазонға ауыстырып қосу керек.

1.2.7 Сұлба міндетті түрде оқытушымен тексеріледі және тек оның рұқсатымен тізбек кернеу астына қосыла алады. Сұлба кернеу астында тек зерттеулер жүргізу кезінде және тәжірибелік нәтижелерді жазып алу кезінде ғана қосылып тұра алады. Тәжірибе аяқталғаннан кейін кернеу бірден ажыратылу керек.

1.2.8 Өлшеуіштік аспаптардың қажетті көрсеткіштері дайындалған кестелерге енгізіледі. Өлшеулерді аяқтағаннан кейін, нәтижелерді оқытушыға көрсету керек, оқытушы сұлбаны бұзуға рұқсат береді. Рұқсат алмай тұрып сұлбаны бұзуға тыйым салынады, өйткені қажетті жағдайда қосымша немесе қайта өлшеулер жүргізу қажеттілігі туындау мүмкін.

1.3 Есеп беруді безендіру және зертханалық жұмыстарды қорғау

1.3.1 Студент әрбір орындалған жұмыс бойынша безендірілген есеп беруін қорғауға ұсыну керек.

1.3.2 Алдыңғы жұмыстың безендірілген есебі келесі сабақтың басында көрсетілуі және сабақ барысында қорғалуы керек.

1.3.3 Есеп титулдық беттен (А қосымшасын қара) және келесі бөлімдерден құралу керек:

- жұмыстың мақсаты;
- негізгі теориялық мәліметтер және дайындық сұрақтарына жауаптар;
- зерттелетін тізбектердің сұлбалары;
- есептік өрнектер, есептеулер, зерттелетін электр шамалардың және тізбек режимдерінің қажетті графиктері;
- зерттеу нәтижелері (кестелер, графиктер, параметрлер мен электр шамалардың сандық мәндері);
- жұмыс бойынша қорытындылар.

Есеп берулер А4 форматты ақ қағаз немесе сызықты қағаздың бір жақ бетіне безендірілу керек. Анық және мұқият жазылған мәтінде тек жалпы

қабылданған белгілер мен қысқартулар қолдану рұқсат етіледі, олар ең алғаш аталған кезде ақ түсіндірілу керек.

2 Зертханалық жұмыс № 1. Тұрақты токтың тізбектерін зерттеу

Жұмыстың мақсаты: тұрақты токтың тізбектерін тәжірибелік зерттеу икемділігін алу.

2.1 Жұмысқа дайындық

Жазбаша түрде төмендегі сұрақтарға жауап беру және келесі тапсырмаларды орындау:

- 1) Ом және Кирхгоф заңдарының ережелерін келтіру.
- 2) Нұсқа тапсырмасына сәйкес (2.1-2.6 суреттерді қара) зерттелетін сұлбаны салу, тармақтардағы токтардың оң бағыттарын белгілеу.
- 3) Зерттелетін тізбек үшін Кирхгоф заңдары бойынша теңдеулер жазу.
- 4) Контурлық токтар әдісі бойынша теңдеулер жүйесін құру, тармақтардағы токтарды анықтайтын өрнектерді жазу.
- 5) Түйіндік потенциалдар әдісі бойынша теңдеулер жүйесін құру, тармақтардағы токтарды анықтайтын өрнектерді жазу.
- 6) Тізбектің потенциалдық диаграммасы дегеніміз не, оны тәжірибелік түрде қалай алуға болады?
- 7) Тізбектің сыртқы контурының потенциалдарын анықтау үшін теңдеулер жазу.
- 8) Кедергілер тізбектей, параллель, аралас жалғанған кездегі баламалы кедергіні анықтау өрнегін, сонымен қатар үшбұрышша жалғанған кедергілерді баламалы жұлдызша кедергілерге және керісінше алмастыру өрнектерін келтіру.

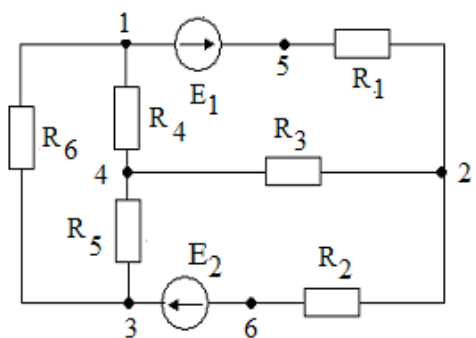
2.2 Жұмысты орындау тапсырмалары

2.2.1 Барлық резисторлардың кедергілерін өлшеу, 2.1 кестені толтыру.

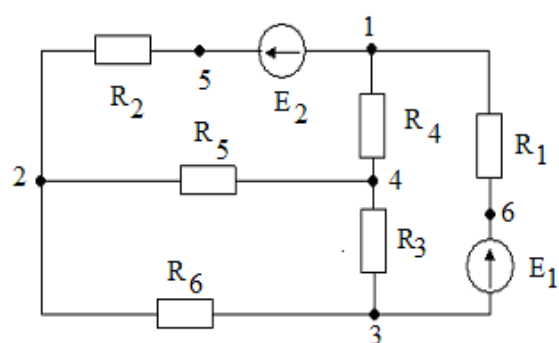
2.1 кесте

Резистор	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_6
Ом						

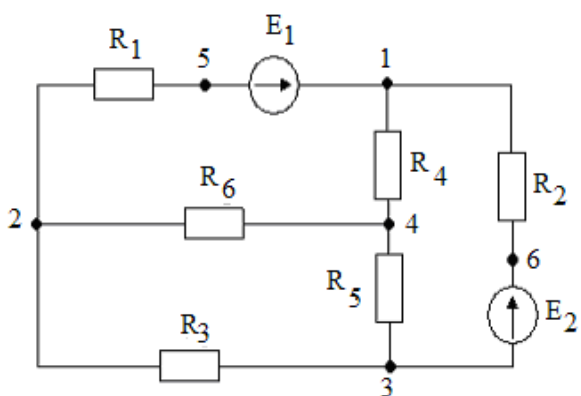
2.2.2 Нұсқа тапсырмасы бойынша (2.1-2.6 суреттерді қара) зерттелетін сұлбаны салу, тармақтардағы токтардың оң бағыттарын белгілеу. 2.2.1 п. өлшеп алынған резисторлардан және кернеу көздерінен сұлбаны жинау. Жинау кезінде өлшеуіштік аспаптарды қосу үшін орындарды қарастыру. Ампервольтметрлерді таңдап алынған токтардың бағытына сәйкес қосу керек.



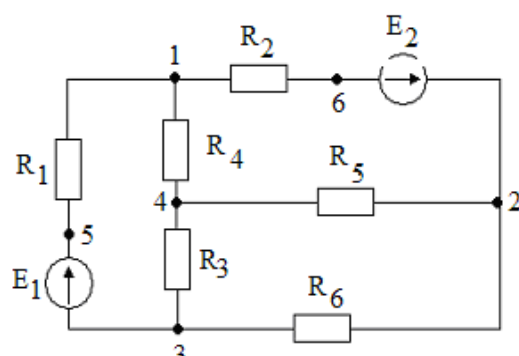
2.1 сурет



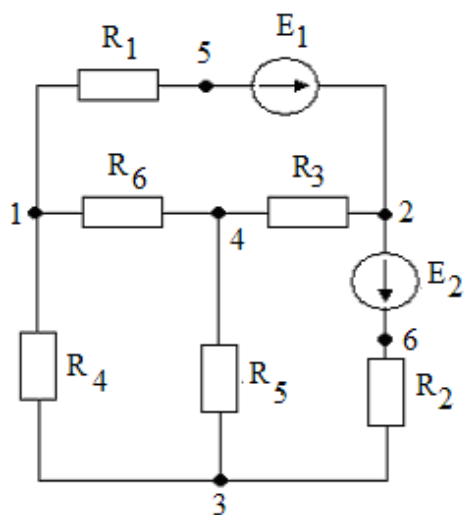
2.2 сурет



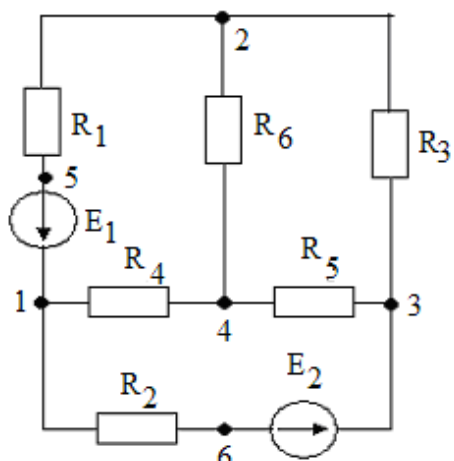
2.3 сурет



2.4 сурет



2.5 сурет



2.6 сурет

2.2.3 Тармақтардағы токтарды, ЭҚК өлшеу, 2.2 кестені толтыру.

2.2 кесте

I_1, mA	I_2, mA	I_3, mA	I_4, mA	I_5, mA	I_6, mA	E_1, B	E_2, B

2.2.4 Шартты түрде бір түйіндегі потенциалды нөлге теңестіру. Сұлбада көрсетілген барлық нүктелердегі потенциалдарды өлшеу. Нәтижелерді 2.3 кестеге енгізу.

2.3 кесте

φ_1, B	φ_2, B	φ_3, B	φ_4, B	φ_5, B	φ_6, B

2.3 Тәжірибе нәтижелерін өңдеу

2.3.1 Берілген тізбек үшін Кирхгофтың 1 заңының орындалуын тексеру (2.1-2.6 суреттерді қара). Әрбір түйін үшін өлшенген токтардың қателігін есептеу.

$$\delta_I = \frac{\sum I}{|I_{MAX}|} \cdot 100\%,$$

мұндағы I_{MAX} - берілген түйіннен тарайтын ең үлкен ток. Нәтижелерді 2.4 кестеге енгізу.

2.3.2 Берілген тізбек үшін Кирхгофтың 2 заңының орындалуын тексеру (2.1-2.6 суреттерді қара). Әрбір контур үшін өлшенген кернеулердің қателігін есептеу.

$$\delta_U = \frac{\sum U_R - \sum E}{|U_{RMAX}|} \cdot 100\%,$$

мұндағы U_{RMAX} - берілген контурдағы ең үлкен кернеу. Нәтижелерді 2.5 кестеге енгізу.

2.4 кесте

Түйіндер		1	2	3
Токтардың қосындысы	мА			
Түйіндегі максималды ток	мА			
Қателік δ_I	%			

2.5 кесте

Контурлар		1	2	3
Кернеулердің қосындысы	В			
Контурдағы максималды кернеу	В			
Қателік δ_U	%			

2.4 Әдістемелік нұсқаулар

Потенциалды диаграмманы құру үшін тұйықталған контур таңдау қажет. Бұл контур бірнеше бөлімшелерге бөлінеді, олардың әрқайсысында бір ғана қорек көзі немесе бір тұтынушы болу керек. Бөлімшелер арасындағы нүктелерді сандармен немесе әріптермен белгілеу керек. Контурдың кез келген нүктесін жермен түйістіреді, оның потенциалы шартты түрде нөлге тең деп қабылданады. Контурды сағат тілі бойымен айналдыра отырып, нөлдік потенциалды нүктеден бастап, келесі нүктелердегі әрбір потенциал анықталады, олардың мәні алдыңғы есептелген нүктедегі потенциалдың мәні мен одан кейінгі нүктедегі потенциалының өзгерісінің алгебралық соммасына тең болады. Бөлімшедегі потенциалдың өзгеруі нүктелер арасындағы тізбектің құрамына тәуелді болады. Егер бөлімшеде энергия тұтынушысы (резистор) орналасса, онда потенциалдың өзгерісі сандық түрде осы резистордағы кернеу түсуіне тең болады. Ток бағыты мен контурдың айналымы сәйкес келсе потенциал таңбасы теріс болады, кері жағдайда оң болады. Егер бөлімшеде ЭҚК көзі орналасса, онда потенциалдың өзгерісі сандық түрде сол қорек көзінің ЭҚК мәніне тең болады. Контур айналымы мен ЭҚК бағыты бағыттас болса, потенциал өзгерісі оң таңбамен алынады, кері жағдайда теріс болады. Барлық нүктелердегі потенциалдарды есептегеннен кейін тіктөртбұрышты координаттар осінде потенциалдық диаграмма салынады. Абцисса осі бойынша масштабпен контурдың айналымындағы реттілігімен орналасқан кедергілер өлшеніп алынады, ал ордината осі бойымен сәйкесті нүктелердегі потенциалдар өлшенеді. Потенциалды диаграмма нөлдік потенциалдан басталып, контурдың айналымымен аяқталады.

3 Зертханалық жұмыс № 2. Бірфазалы синусоидалы ток тізбегін зерттеу

Жұмыстың мақсаты: бірфазалы синусоидалы ток тізбектерін тәжірибелік зерттеу бойынша икемділік алу.

3.1 Жұмысқа дайындық

Жазбаша түрде төмендегі сұрақтарға жауап беру және келесі тапсырмаларды орындау:

1) Тармақталмаған R, L, C тізбегі үшін кешенді түрде және әрекеттік мәндері үшін Ом заңын жазу (3.1 суретті қара).

2) Тармақталмаған R, L, C тізбегі үшін кешенді түрде және әрекеттік мәндері үшін Кирхгофтың екінші заңы бойынша теңдеу жазу (3.1 суретті қара).

3) Элементтері параллель жалғанған R, L, C тізбегі үшін кешенді түрде және әрекеттік мәндері үшін Кирхгофтың бірінші заңы бойынша теңдеу жазу (3.2 суретті қара).

4) 3.3ч3.8 суреттердегі бір сұлба үшін (тапсырманың нұсқасына сәйкес) кешенді түрде Кирхгоф заңдары бойынша теңдеулер құру.

5) 3.1, 3.2 суреттердегі тізбектер үшін және 3.3ч3.8 суреттердегі бір тізбек үшін (нұсқаға сәйкес) токтар мен кернеулердің векторлық диаграммаларын құру.

6) 3.3ч3.8 суреттердегі бір тізбек үшін (нұсқаға сәйкес нәтижелерін енгізу үшін кесте сызу).

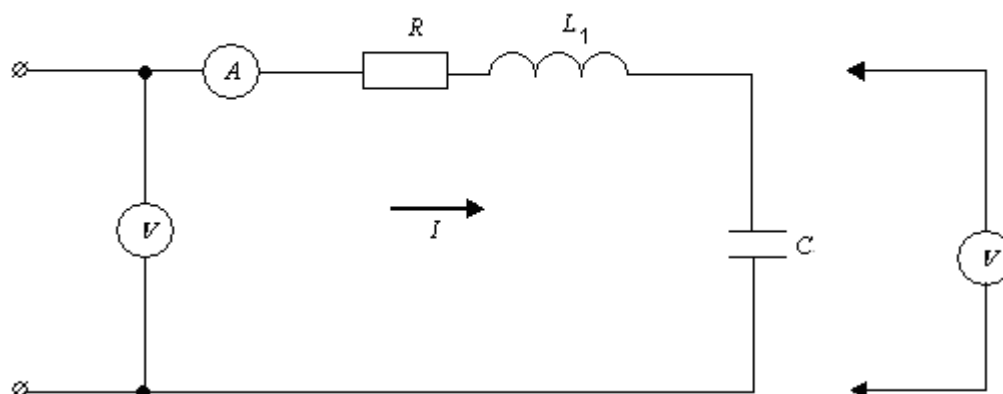
7) Активті, реактивті және толық қуаттарды есептеу үшін, сонымен қатар синусоидалы ток тізбектеріндегі энергетикалық тепе-теңдікті) өлшеу анықтайтын өрнектерді жазу.

3.2 Жұмысты орындау тапсырмалары

3.2.1 Сұлба бойынша тізбекті жинау (3.1 суретті қара). Кірістегі кернеуді 5 пен 15 В аралығындағы бір мәнге, қорек көзінің жиілігін $f = 1\text{кГц}$ мәніне орнату. Активті кедергі $R_1 = 50 \div 200 \text{ Ом}$, орауыштың индуктивтілігі $L = 10 \div 30 \text{ мГн}$, сыйымдылық $C = 1 \div 3 \text{ мкФ}$. Тізбектегі тоқты және барлық элементтердегі кернеулерді, сонымен қатар индуктивтілік орауышының активті кедергісін R_k өлшеп алу. Өлшеу нәтижелерін 3.1 кестеге енгізу ($U_k = \sqrt{U_L^2 + (IR_k)^2}$ – индуктивтілік орауышы шықпаларындағы кернеу).

3.1 кесте

$U, \text{В}$	$f, \text{Гц}$	$R, \text{Ом}$	$L, \text{мГн}$	$C, \text{мкФ}$	$I, \text{мА}$	$U_R, \text{В}$	$U_k, \text{В}$	$U_C, \text{В}$	$R_k, \text{Ом}$



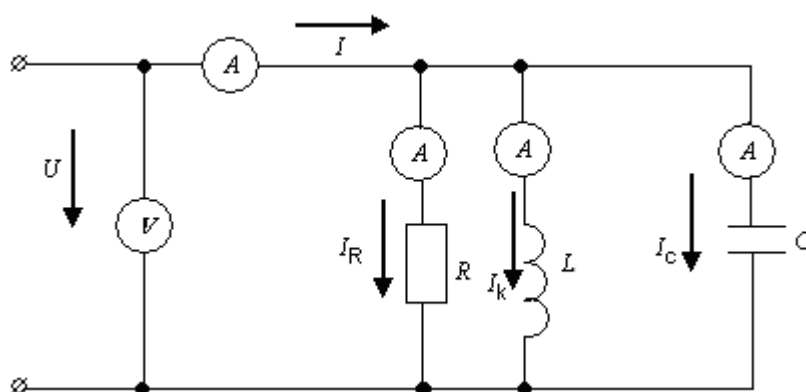
3.1 сурет

3.2.2 Сұлба бойынша тізбекті жинау (3.2 суретті қара). Кірістегі кернеуді 5 пен 15 В аралығындағы бір мәнге, қорек көзінің жиілігін $f = 1\text{кГц}$

мәніне орнату. Активті кедергі $R_1 = 50 \div 200 \text{ Ом}$, орауыштың индуктивтілігі $L = 10 \div 30 \text{ мГн}$, сыйымдылық $C = 1 \div 3 \text{ мкФ}$. Тізбектегі кернеуді және барлық элементтердегі токтарды, сонымен қатар индуктивтілік орауышының активті кедергісін R_K өлшеп алу. Өлшеу нәтижелерін 3.2 кестеге енгізу. I_K – индуктивтілік орауышы бар тармақтағы ток.

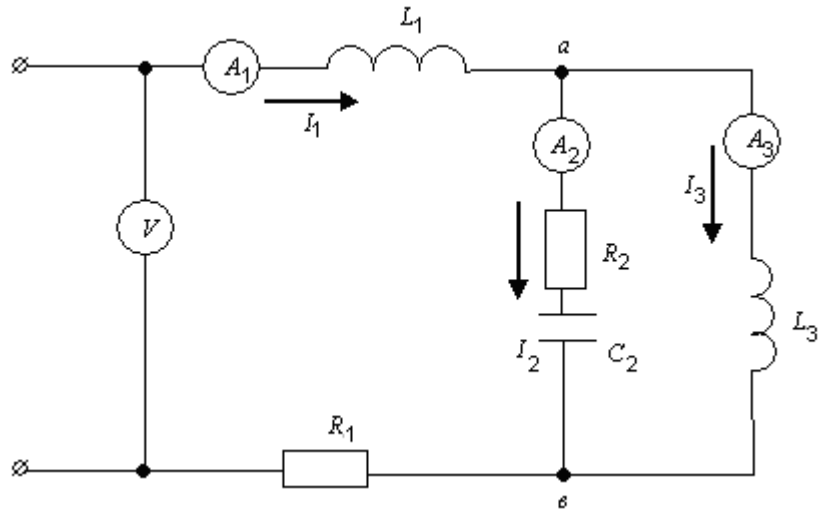
3.2 кесте

$U, \text{В}$	$f, \text{Гц}$	$R, \text{Ом}$	$L, \text{мГн}$	$C, \text{мкФ}$	$I, \text{мА}$	$I_R, \text{мА}$	$I_K, \text{мА}$	$I_C, \text{мА}$	$R_K, \text{Ом}$

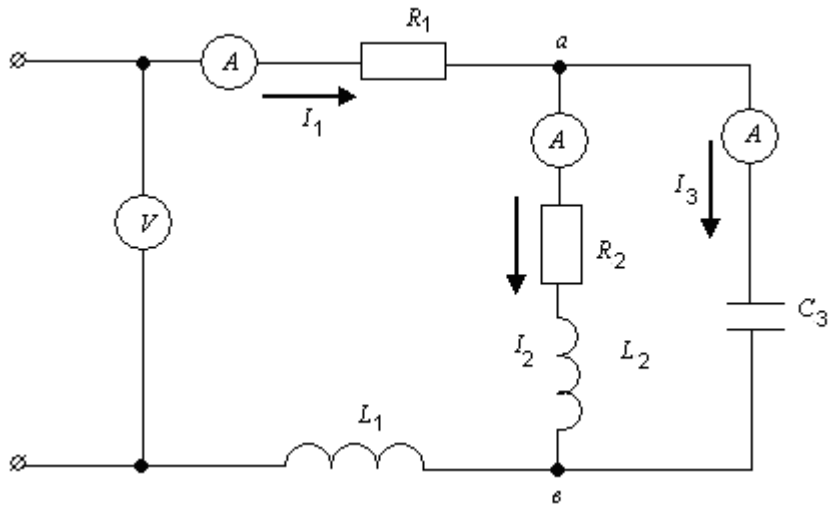


3.2 сурет

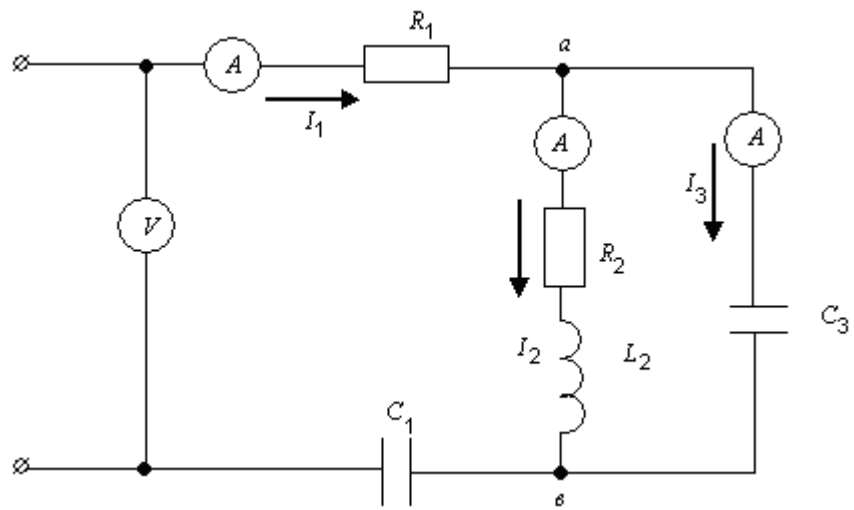
3.2.3 3.3ч3.8 суреттерде келтірілген бір сұлба бойынша (нұсқаға сәйкес) тізбекті жинау. Кірістегі кернеуді 5 пен 15 В аралығындағы бір мәнге, қорек көзінің жиілігін $f = 1 \text{ кГц}$ мәніне орнату. Активті кедергі $R_1 = 50 \div 200 \text{ Ом}$, орауыштың индуктивтілігі $L = 10 \div 30 \text{ мГн}$, сыйымдылық $C = 1 \div 3 \text{ мкФ}$. Барлық тармақтардағы токтарды, тізбектің барлық элементтеріндегі кернеулерді және параллель бөлімшелердегі U_{ab} кернеуді өлшеп алу. Өлшеу нәтижелерін кесте түрінде көрсету, оның ішінде кернеу шамасын, қорек көзінің жиілігін, барлық элементтердің параметрлерін (кедергілер, индуктивтіліктер, сыйымдылықтар), барлық тармақтардағы токтардың мәндерін және тізбектің барлық бөлімшелеріндегі кернеулердің мәндерін, индуктивтілік орауышының активті кедергісінің мәнін жазу керек.



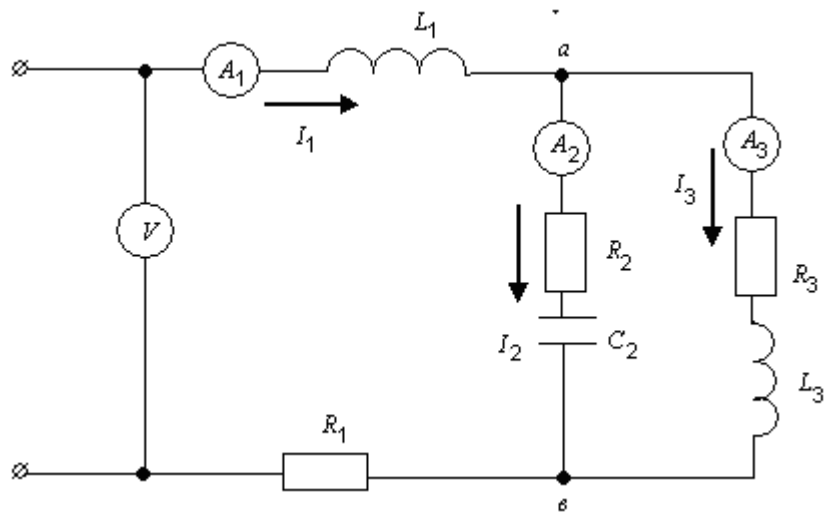
3.3 сурет



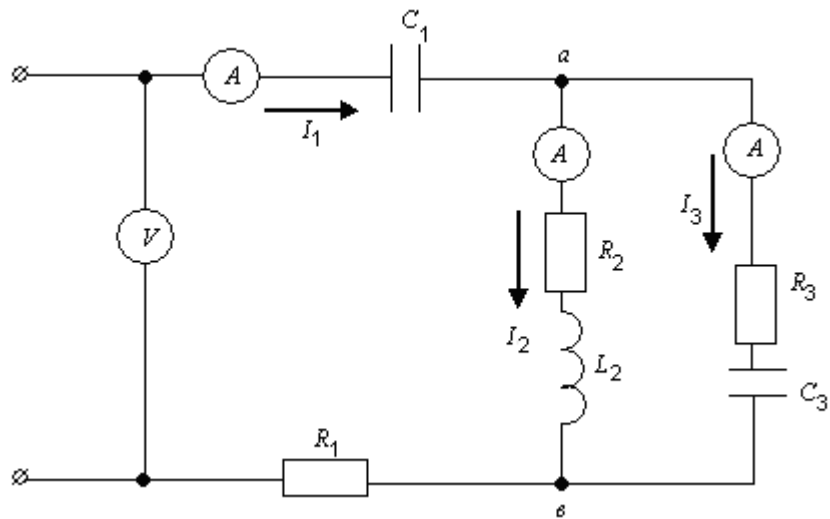
3.4 сурет



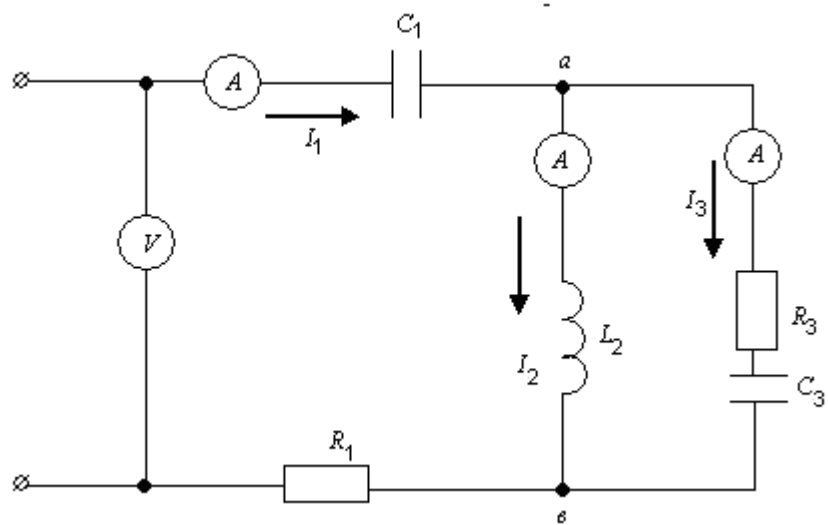
3.5 сурет



3.6 сурет



3.7 сурет



3.8 сурет

3.3 Тәжірибе нәтижелерін өңдеу

3.3.1 3.1 кестенің берілгендері бойынша берілген сұлба үшін (3.1 суретті қара) токтың және кернеулердің векторлық диаграммасын құру. Кирхгофтың екінші заңының орындалуын тексеру.

3.3.2 3.2 кестедегі берілгендерді пайдалана отырып, берілген сұлба үшін (3.2 суретті қара) кернеудің және токтардың векторлық диаграммасын құру. Векторлық диаграмма бойынша Кирхгофтың бірінші заңының орындалуын тексеру.

3.3.3 3.2.3 берілгендері бойынша:

1) зерттелген тізбек үшін токтар мен кернеулердің векторлық диаграммасын құру;

2) қорек көзінің активті, реактивті және толық қуаттарын анықтау. Осы қуаттарды байланыстыратын сәйкестікті тексеру.

3) зерттелген тізбек үшін қуаттар тепе-теңдігінің теңдеуін құру және оның орындалуын тексеру.

3.3.4 Орындалған жұмыс бойынша қорытындылар жасау.

3.4 Әдістемелік нұсқаулар

Активті қуат- жылуға түрленген электр энергиясының саны. Жиіліктері бірдей ток пен кернеу синус заңы бойынша өзгертін кездегі айнымалы ток тізбектері үшін бұл шама келесі өрнекпен анықталады:

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi.$$

Активті қуаттың өлшем бірлігі - ватт (W , Bm).

Айнымалы ток тізбегінің реактивті қуаты конденсаторларда және индуктивтілік орауыштарында энергияның жиналу жылдамдылығын, сонымен қатар тізбектің жеке бөлімшелері арасындағы, жеке жағдайда генератор мен қабылдағыш арасындағы энергия алмасуды сипаттайды.

Реактивті қуаттың өлшем бірлігі - вольт-ампер реактивті (var , var).

$$Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi.$$

Айнымалы ток тізбегінің толық қуаты активті және реактивті қуаттардың квадраттарының қосындысын түбір астынан шығарған мәніне тең.

Толық қуаттың өлшем бірлігі - вольт-ампер ($V \cdot A$, $B \cdot A$).

$$S = U \cdot I = \sqrt{P^2 + Q^2}.$$

4 Зертханалық жұмыс № 3. Кернеу резонансын зерттеу

Жұмыстың мақсаты: электр тізбектеріндегі резонанстық құбылыстарды тәжірибелік зерттеуден икемділік алу.

4.1 Жұмысқа дайындық

Жазбаша түрде сұрақтарға жауап беру және келесі тапсырмаларды орындау:

1) Электр тізбегіндегі қандай режим резонанс деп аталады? Резонанс шартын жазу.

2) Қандай электр тізбектерінде кернеу резонансы, ток резонансы орын алады? Осы тізбектердің электр сұлбаларын сызу.

3) Электр тізбегінің қандай жағдайында кернеу резонансы пайда болады?

4) Резонанстық бұрыштық жиілікті ω_0 және резонанстық жиілікті f_0 қалай есептеуге болады?

5) Қандай шама контурдың сипаттамалық кедергісі деп аталады?

6) Кернеу резонансы режиміндегі тізбектің толық кедергісінің және токтың мәнін есептеу үшін өрнектерді жазу.

7) Кернеу резонансы режиміндегі индуктивтілік пен сыйымдылықтағы кернеулерді қалай есептеуге болады?

8) Тізбектей тербелмелі контурдың сапалылығы қалай анықталады? Сапалылықтар $Q = 2,5 \div 5$ тең болған кезде резонанс режимінде индуктивтілік пен сыйымдылықтағы кернеулер кіріс кернеуден неше есе жоғары болады?

9) R, L, C элементтері тізбектей жалғанған электр тізбегі үшін векторлық диаграммалар құру:

а) резонанс кезінде;

ә) резонансқа дейін және кейін.

10) Тізбектей тербелмелі контурдың кірісіндегі ток пен кернеу арасындағы фазалар жылжуының бұрышын $\varphi_{кр}$ қалай есептеуге болады?

11) $\varphi_{кр}(\omega)$ тәуелділік графигін тұрғызу. Резонанс кезінде фазалар жылжуының бұрышы $\varphi_{кр}$ қандай мәнге тең болады?

12) Тізбектің жиіліктік сипаттамаларын құру:
 $X_L(\omega), -X_C(\omega), X(\omega) = X_L(\omega) - X_C(\omega)$.

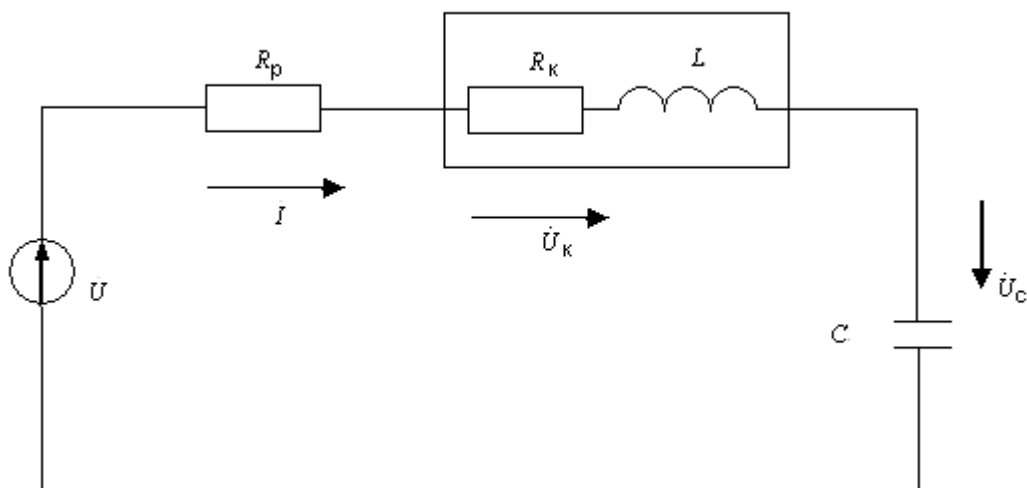
13) Резонанстық тәуелділіктер тұрғызу: $I(f), U_L(f), U_C(f)$.

14) Әртүрлі сапалылықты тізбектей тербелмелі контурлар үшін резонанстық тәуелділіктер тұрғызу: $I/I_0 = F(\eta), (\eta = \omega/\omega_0 = f/f_0)$.

15) Тізбектей тербелмелі контурдың өткізу жолағын қалай анықтайды? Берілген нұсқаға сәйкес (4.1 кестені қара) резонанстық жиіліктерді ω_0 және f_0 ; контурдың сипаттамалық кедергісін; сапалылықтың екі мәні үшін $Q = 2.5, Q = 5$. контурдың активті кедергісін есептеу

4.1 кесте

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



4.1 сурет

4.2 Жұмысты орындау тапсырмалары

4.2.1 Тізбектелген тербелмелі контурды жинау (4.1 суретті қара). Кірістегі кернеуді 3÷5В аралығындағы бір мәнге орнату. Резистор, орауыш және конденсатор ретінде айнымалы кедергі, индуктивтілік және сыйымдылық блоктарын немесе жинақтаушы өріс элементтерін пайдалануға болады. Нұсқаға сәйкес (4.1 кестені қара) параметрлердің номиналды мәндерін орнату. Резистордың кедергісі $R_p = R - R_k$ өрнегі бойынша анықталады, мұндағы R - сапалылығы $Q = 2,5$ үшін есептелген контурдың активті кедергісі; R_k - индуктивтілік орауышының активті кедергісі.

4.2.2 Кіріс кернеудің жиілігін өзгерте отырып, сапалылығы $Q = 2,5$ контур үшін $I(f)$, $U_c(f)$, $U_k(f)$ тәуелділіктерін түсіріп алу. Өлшенген мәндерді 4.2 кестеге енгізу. Жұмыс істеу барысында кіріс кернеудің мәні өзгеріссіз болып сақталады.

4.2.3 $Q = 5$ сапалылық үшін контурдағы резистордың мәнін орнату. Кіріс кернеудің жиілігін өзгерте отырып, $I(f)$ тәуелділігін тұрғызу. Өлшенген мәндерді 4.2 кестеге енгізу.

4.2 кесте

$f, \text{Гц}$	Сапалылық					
	$Q = 2,5$					$Q = 5$
	$I, \text{мА}$	$U_C, \text{В}$	$U_K, \text{В}$	$U_L, \text{В}$	$\varphi_{\text{ВХ}}$	$I, \text{мА}$

4.3 Жұмыс нәтижелерін өңдеу

4.3.1 4.2 кестедегі тәжірибелік мәліметтер бойынша $I(f), U_L(f), U_C(f)$ резонанстық қисықтарын тұрғызу. U_L кернеуін $U_L = \sqrt{U_K^2 - (R_K I)^2}$ өрнегі бойынша анықтау, теориялық қисықтармен салыстыру, қорытындылар жасау.

4.3.2 4.2 кестенің берілгендері бойынша $Q = 2,5$ және $Q = 5$ сапалылықтары үшін $I/I_0 = F(f/f_0)$ тәуелділіктерін тұрғызу. $I/I_0 = F(f/f_0)$ тәуелділік графиктерін тұрғызу. $I/I_0 = F(f/f_0)$ резонанстық қисықтар бойынша, сапалылықтардың $Q = 2,5$ және $Q = 5$ мәндері үшін f_1 және f_2 шекаралық жиіліктерін анықтау, қорытындылар жасау.

4.3.3 Тәжірибелік берілгендер бойынша (4.2 кестені қара), тізбектің кіріс кернеуі өзгеріссіз болған кездегі, токтың максималды мәні бойынша резонанстық жиілікті анықтау.

4.3.4 φ_{kip} бұрышының жиіліктен тәуелділік графигін тұрғызу; $\varphi_{\text{kip}} = \arctg[(U_L - U_C)/RI]$, мұндағы $R = R_p + R_k$. Теориялық қисықпен салыстыру, қорытындылар жасау.

4.3.5 Тәжірибелік мәндер бойынша (4.2 кестені қара) резонанс кезіндегі толық және активті қуаттарды анықтау, қорытындылар жасау.

4.3.6 Тәжірибелік мәндер бойынша (4.2 кестені қара) контурдың сапалылығын анықтау ($Q = U_{L0}/U = U_{C0}/U$). Берілген мәндермен салыстыру.

4.3.7 Жұмыс бойынша қорытындылар жасау.

4.4 Әдістемелік нұсқаулар

Резонанс кезінде тізбектегі максималды ток $I_0 = \frac{U}{R}$.

Контурдың кедергісі минималды- $Z_0 = R$.

Резонанс режимінде $U_{L0} = U_{C0}$.

Резонанстық контурдың сапалылығы:

$$Q = \frac{U_{L0}}{U} = \frac{U_{C0}}{U} = \frac{\omega_0 L}{R} = \frac{1/\omega_0 C}{R} = \frac{\rho}{R},$$

мұндағы $\rho = \sqrt{\frac{L}{C}}$ - контурдың сипаттамалық кедергісі.

Сапалылыққа кері шама сөну деп аталады: $d = \frac{1}{Q}$.

Резонанстық жиілік: $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ немесе $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$.

Контурдың кірісіндегі ток пен кернеу арасындағы фаза бойынша жылжу тәжірибелік мәндер бойынша келесі өрнек бойынша анықталады:

$$\varphi_{\text{кр}} = \arctg \frac{U_L - U_C}{RI},$$

мұндағы R - контурдың активті кедергісі.

5 Зертханалық жұмыс № 4. Бірінші және екінші реттік тізбектердегі өтпелі кезеңдер

Жұмыстың мақсаты: бір энергия жинақтауышы (конденсатор) және екі энергия жинақтауышы бар тізбектердегі өтпелі кезеңдерді тәжірибелік зерттеуден икемділік алу.

5.1 Жұмысқа дайындық

Жазбаша түрде сұрақтарға жауап беру және келесі тапсырмаларды орындау:

1) Өтпелі кезеңдер дегеніміз не және олар қай кезде пайда болады? Қандай тізбектерде өтпелі кезеңдер орын алады?

2) Коммутация заңдарын жазу.

3) Өтпелі, қалыптасқан және еркін токтар дегеніміз не?

4) Тізбектің уақыт тұрақтысының физикалық мағынасы қандай? R - C тізбегінің уақыт тұрақтысы неге тең.

5) Тізбектің сөну коэффициенті дегеніміз не?

6) R - C тізбегінің қысқа тұйықталуы кезінде $u_C(t)$, $i_C(t)$ шамаларының өзгеріс теңдеулері, $u_C(t)$, $i_C(t)$ графиктерін тұрғызу.

7) R - L - C тізбегі кернеулерінің еркін құраушылары үшін Кирхгофтың екінші заңы бойынша теңдеу және оған сәйкес сипаттамалық теңдеу жазу.

8) Сипаттамалық теңдеудің түбірлері қандай болған жағдайда R - L - C тізбегінде конденсатордың апериодтық разрядталуы пайда болады? Конденсатордың апериодтық разрядталуы кезіндегі $u_C(t)$, $i(t)$, $u_L(t)$ шамаларының теңдеулерін жазу. Олардың графиктерін тұрғызу.

9) Сипаттамалық теңдеудің түбірлері қандай болған жағдайда R - L - C тізбегінде конденсатордың тербелмелі разрядталуы пайда болады? Конденсатордың тербелмелі разрядталуы кезіндегі $u_C(t)$, $i(t)$, $u_L(t)$ шамаларының теңдеулерін жазу. Олардың графиктерін тұрғызу.

10) Тербелістің логарифмдік декременті дегеніміз не?

11) R - L - C тізбегінің критикалық кедергісі дегеніміз не? R - L - C тізбегіндегі критикалық режим дегеніміз не?

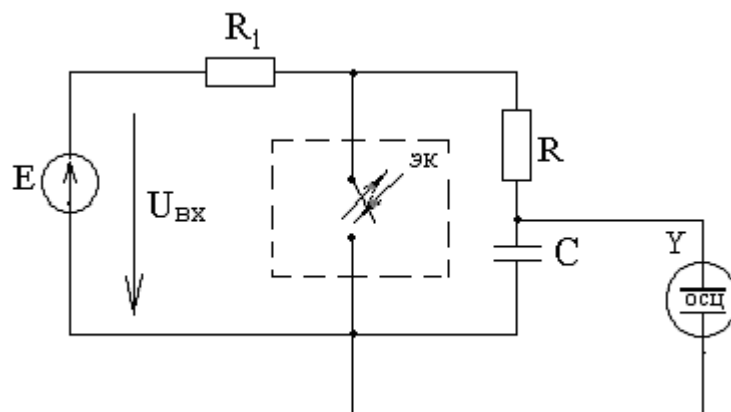
5.2 Жұмысты орындау тапсырмалары

5.2.1 Тізбекті жинау (5.1 суретті қара).

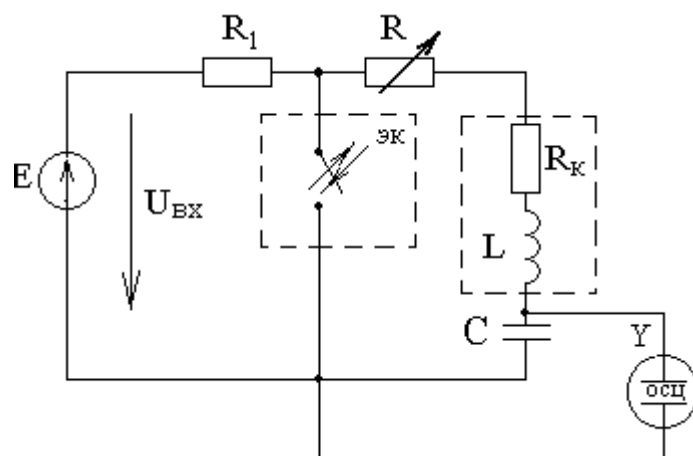
5.2.2 Берілген нұсқаға сәйкес (5.1 кестені қара) $U_{кiр}$, R және C мәндерін орнату, $R_1 = 100-300$ Ом мәнін орнату.

5.2.3 Осцилографтың кірісіне конденсатордан кернеу беру.

5.2.4 Пайда болған $u_C(t)$ қисығын масштаб сақтап көшіріп алу.



5.1 сурет



5.2 сурет

5.1 кесте

Нұсқа №	$U_{кiр}, В$	$R, Ом$	$C, мкФ$
1	10	300	4
2	15	400	2
3	20	200	5
4	10	600	5
5	15	500	3

5.2 кесте

Нұсқа №	U _{вх} , В	R, Ом	C, мкФ
1	10	600	4
2	15	400	4
3	20	400	5
4	10	300	5
5	15	500	6

5.3 кесте

Нұсқа №	R, Ом	L, мГн	C, мкФ
1	1	10	4
2	1	20	3
3	1	20	2
4	1	15	2
5	1	10	3

5.2.5 Нұсқаға сәйкес тізбектің параметрлерінің бірін өзгерту (5.2 кестені қара), масштабты сақтай отырып, жаңа $u_C(t)$ қисығын бірінші қисықпен сәйкестендіре отырып көшіріп алу. Қисықтарды салыстыру.

5.2.6 Тізбекті жинау (5.2 суретті қара)

5.2.7 Берілген нұсқаға сәйкес R , L және C мәндерін орнату (5.3 кестені қара). Орауыштың кедергісін R_k өлшеу. Кірістегі $U_{кпр}$ кернеуді 20-30В аралығындағы бір мәнге, $R_I=50-300$ Ом мәнге орнату.

5.2.8 Осцилографтың кірісіне конденсатордан кернеу беру.

5.2.9 Конденсатордың тербелмелі разрядталуын зерттеу, масштаб сақтай отырып, $u_C(t)$ кернеу осцилограммасын көшіріп алу.

5.2.10 R кедергісін өзгерте отырып, тізбекте критикалық режимді тудыру. Шыққан $R_{кр}(тәж)$ кедергінің мәнін жазып алу. Орауыштың R_k кедергісін есепке алу. Масштаб сақтай отырып, шыққан $u_C(t)$ кернеу осцилограммасын көшіріп алу.

5.2.11 Критикалық кедергімен салыстырғанда тізбектің R кедергісін 2 есе көбейту. Конденсатордың апериодтық разрядталуы кезіндегі $u_C(t)$ кернеу осцилограммасын көшіріп алу.

5.3 Тәжірибе нәтижелерін өңдеу

5.3.1 Берілген нұсқаға сәйкес (5.1 кестені қара) тізбек параметрлері бойынша уақыт тұрақтысын τ_{C1} және сөну коэффициентін α_{C1} , сонымен қатар нұсқаға сәйкес (5.2 кестені қара) τ_{C2} , α_{C2} есептеу.

5.3.2 $u_C(t)$ кернеу қисығының суреті бойынша уақыт тұрақтысын τ_{C1} және сөну коэффициентін α_{C1} , сонымен қатар τ_{C2} , α_{C2} анықтау.

5.3.3 Берілген нұсқаға сәйкес (5.1 кестені қара) тізбектің белгілі параметрлері бойынша $u_C(t)$ кернеуін анықтау.

5.3.4 Есептік және тәжірибелік $u_C(t)$ тәуелділіктерін бір графикте көрсету.

5.3.5 Орындалған жұмыс бойынша қорытындылар жасау: кедергінің R немесе сыйымдылықтың C тізбектің уақыт тұрақтысына τ және сәйкесінше өтпелі кезеңнің өту жылдамдығына әсерін талдау; конденсатордың разрядталу уақытын анықтау.

5.3.6 $R_{КОИТ} = R + R_K$, L , C берілген мәндері бойынша тізбектің сөну коэффициентін $\alpha_{(есен)}$ және еркін тербелістер жиілігін $\omega_{ep(есен)}$ анықтау.

5.3.7 Тәжірибеден шыққан $u_C(t)$ қисығы бойынша (5.2.9 пунктті қара) тәжірибелік $\alpha_{(тәж)}$ и $\omega_{ep(тәж)}$ есептеу.

5.3.8 Нұсқаға сәйкес $R_{кр(есен)}$ критикалық кедергісін анықтау.

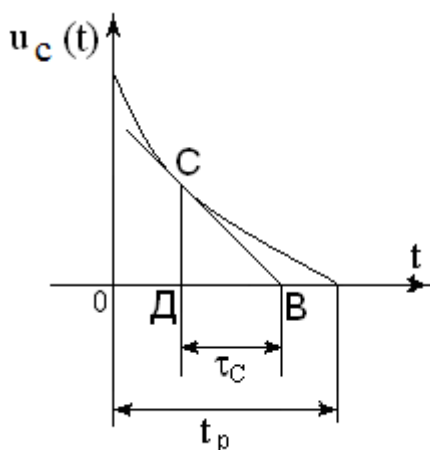
5.3.9 Орындалған жұмыс бойынша қорытындылар жасау: α , ω_{ep} , $R_{кр}$ шамаларының есептік мәндерін, олардың тәжірибелік мәндерімен салыстыру. $R_{КОИТ}$ кедергісінің мәнінің конденсатордың разрядталу сипатына әсерін талдау.

5.4 Әдістемелік нұсқаулар

Электронды кілт (ЭК) $f=50$ Гц жиілікпен және $T = \frac{1}{f} = 0,02$ с периодпен

тұйықталады және ажыратылады деген шартқа сәйкес уақыт осі бойынша масштабты анықтауға болады.

Тізбектің уақыт тұрақтысы τ_C , RC тізбегінің (5.3 суретті қара) тәжірибелік $u_C(t)$ қисығы бойынша анықтала алады, мұндағы t_3 -ЭК тұйықталған кездегі уақыт ($t_3 \approx 0,01$ с).

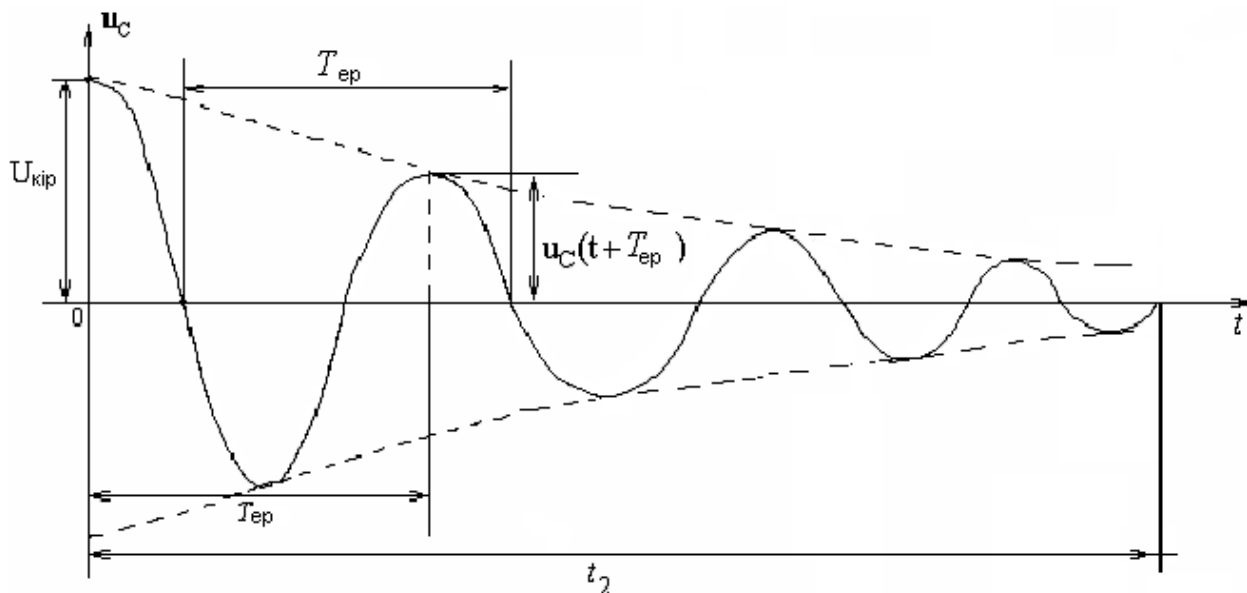


5.3 сурет

Тізбектің сөну коэффициенті $\alpha(есен)$, еркін тербелістер жиілігі $\omega_{ep(есен)}$ және критикалық кедергі $R_{кр(есен)}$ келесі өрнектер бойынша анықталады:

$$\alpha(ecen) = \frac{R_{конт}}{2L}, \quad \omega_{ep(ecen)} = \sqrt{\frac{1}{LC} - \left(\frac{R_{конт}}{2L}\right)^2}, \quad R_{кп}(ecen) = 2\sqrt{\frac{L}{C}}.$$

Тәжірибелік $\alpha(тәж.)$ және $\omega_{ep}(тәж.)$ шамалары тәжірибеден шыққан $u_c(t)$ қисығы бойынша анықтала алады.



5.4 сурет

Еркін тербелістер жиілігін $\omega_{ep}(тәж.)$ келесі өрнекпен анықтауға болады:

$$\omega_{ep} = 2\pi f_{св} = \frac{2\pi}{T_{ep}},$$

мұндағы T_{ep} - осцилограмма бойынша анықталады, уақыт осі бойынша масштаб жоғарыда түсіндірілген әдіс бойынша анықталады.

t_2 - ЭК тұйықталған кездегі уақыт.

Тәжірибелік $\alpha(тәж.)$ мәні тербелістің логарифмдік декременті бойынша анықталады:

$$\alpha(тәж.) = \frac{1}{T_{ep}} \ln \frac{u_c(t)}{u_c(t+T_{ep})};$$

$u_c(t)$ шамасын $t=0$ уақыт сәті үшін алған ыңғайлы болады, мұнда $u_c(0) = U_{kip}$

6 Зертханалық жұмыс № 5. Қорек көзі мен қабылдағыштың фазалары жұлдызша жалғанған үшфазалы тізбекті зерттеу

Жұмыстың мақсаты: қорек көзі мен қабылдағыштың фазалары жұлдызша жалғанған үшфазалы тізбекті тәжірибелік зерттеуден икемділік

алу. Симметриялы және симметриялы емес режимдердегі фазалы және сызықты шамалардың негізгі сәйкестіктерін тәжірибелік оқып білу, нейтралды сымның рөлін байқау.

6.1 Жұмысқа дайындық

Жазбаша түрде сұрақтарға жауап беру және келесі тапсырмаларды орындау:

1) Қорек көзі мен қабылдағыштың фазаларының қандай жалғануы «жұлдызша жалғану» деп аталады?

2) Үшфазалы тізбектің сұлбасындағы қандай нүктелер нейтралды деп аталады, қандай сым нейтралды (нөлдік) деп аталады?

3) Токтар мен кернеулердің қандай шамалары фазалы деп, токтар мен кернеулердің қандай шамалары сызықты деп аталады?

4) Үшфазалы тізбектің қандай кезеңі симметриялы деп аталады?

5) Токтар мен кернеулердің фазалы және сызықты шамалары арасындағы сәйкестіктер симметриялы кезеңде қандай сипатқа ие болады, I_n , U_{nN} шамалары неге тең болады?

6) Екі түйін әдісі бойынша U_{nN} кернеуін анықтайтын өрнекті жазу.

7) Нейтралды сымсыз үшфазалы тізбек үшін төмендегі жағдайлар үшін токтардың векторлық диаграммасын және кернеулердің топографиялық диаграммасын құру:

- симметриялы режим (барлық фазалар активті кедергіден құралады);

- апатты режимдер – нұсқаға сәйкес қабылдағыштардың фазаларының бірі үзілген және қысқа тұйықталған, қалған екі фазалардың кедергілері активті және өзара тең.

Топографиялық және векторлық диаграммалар бойынша, апатты режимдердегі токтар мен кернеулер симметриялы режимдегі токтар мен кернеулермен салыстырғанда қалай өзгертіндігін анықтау.

8) Нұсқаға сәйкес бір фазаның кедергісі R 0 мен ∞ аралығында өзгеріп тұрған, қалған екі фазалардың кедергілері активті және өзара тең болатын жағдай үшін n нүктесінің потенциалының годографын құру.

9) Нейтралды сымы бар үшфазалы тізбек үшін төмендегі жағдайлар үшін токтардың векторлық диаграммасын және кернеулердің топографиялық диаграммасын құру:

- симметриялы режим (барлық фазалар активті кедергіден құралады);

- апатты режимдер – нұсқаға сәйкес қабылдағыштардың фазаларының бірі үзілген және қысқа тұйықталған, қалған екі фазалардың кедергілері активті және өзара тең.

Топографиялық және векторлық диаграммалар бойынша, апатты режимдердегі токтар мен кернеулер симметриялы режимдегі токтар мен кернеулермен салыстырғанда қалай өзгертіндігін анықтау.

6.2 Жұмысты орындау тапсырмалары

6.2.1 Орындалатын жұмыста қолданылатын R_1, R_2, R_3 резисторлардың кедергілерін өлшеп алу. Кедергілері тең үш резисторды $R_1 = R_2 = R_3$ тауып алу.

6.2.2 Үшфазалы кернеулер блогын қосу және оқытушының тапсырмасы бойынша фазалы ЭҚК мәндерін орнату. Қорек көзінің фазаларын жұлдызша жалғау.

6.2.3 Қорек көзі мен қабылдағыштардың фазалары жұлдызша жалғанған, нейтралды сымы бар үшфазалы тізбекті жинау. Қорек көзі мен қабылдағыштардың нейтралды нүктелерін амперметр арқылы қысқа тұйықтап жалғау. Қабылдағыштардың фазаларының кедергілері активті және өзара тең $R_A = R_1, R_B = R_2, R_C = R_3$ (симметриялы режим). Қабылдағыштар фазаларындағы токтарды, нейтралды сымның тогын I_N , қабылдағыштардың фазалы және сызықты кернеулерін өлшеп алу, нәтижелерді 6.1 кестеге енгізу.

6.2.4 Нейтралды сымы бар тізбектегі қабылдағыштардың фазаларының бірі үзілген кездегі (нұсқаға сәйкес) пайда болатын апатты режимді тәжірибелік зерттеу. Қабылдағыштардың қалған екі фазаларының кедергілері активті және өзара тең. Қабылдағыштар фазаларындағы токтарды, нейтралды сымның тогын I_N , қабылдағыштардың фазалы және сызықты кернеулерін өлшеп алу, нәтижелерді 6.1 кестеге енгізу.

6.2.5 Нейтралды сымы бар тізбектегі қабылдағыштардың фазаларының біріндегі активті кездегісі өзгерген жағдайдағы (нұсқаға сәйкес) пайда болатын симметриялы емес режимді тәжірибелік зерттеу. Қабылдағыштардың қалған екі фазаларының кедергілері активті және өзара тең. Қабылдағыштар фазаларындағы токтарды, нейтралды сымның тогын I_N , қабылдағыштардың фазалы және сызықты кернеулерін өлшеп алу, нәтижелерді 6.1 кестеге енгізу.

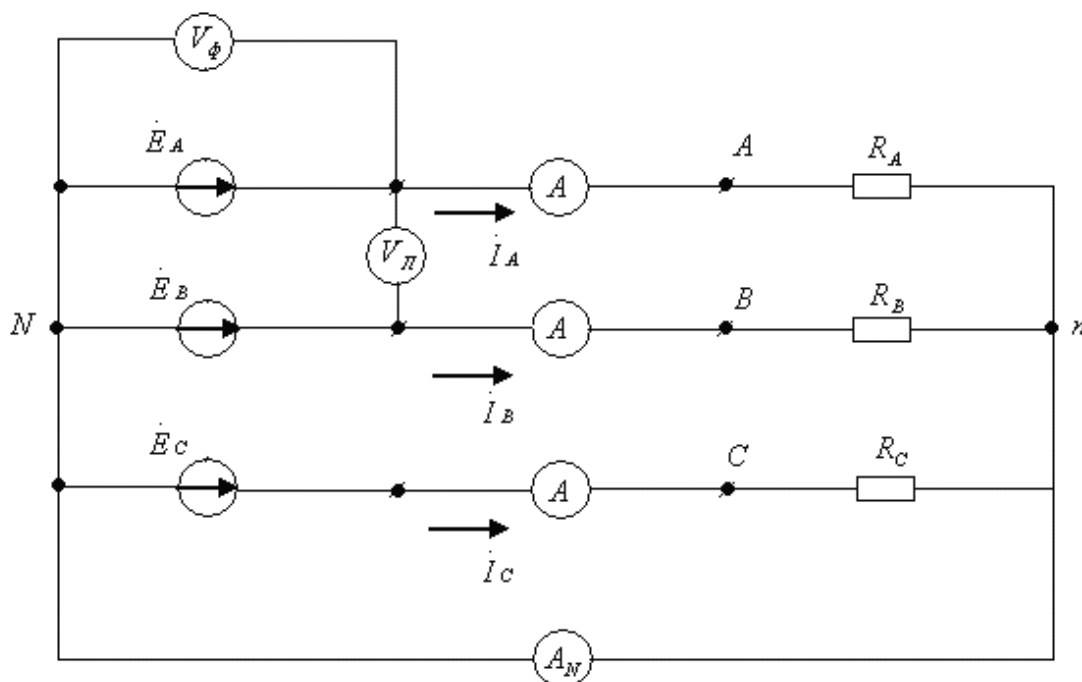
6.2.6 Қорек көзі мен қабылдағыштардың фазалары жұлдызша жалғанған симметриялы үшфазалы тізбекті жинау. Нейтралды сымды үзіп тастау. Қорек көзі мен қабылдағыштардың нейтралды нүктелерінің арасына вольтметр жалғау. Қабылдағыштардың барлық фазаларының кедергілері активті және өзара тең $R_A = R_1, R_B = R_2, R_C = R_3$. Қабылдағыштар фазаларындағы токтарды, қабылдағыштардың фазалы және сызықты кернеулерін, нейтралды сымның ығысуының кернеуін U_{nN} өлшеп алу, нәтижелерді 6.2 кестеге енгізу.

6.2.7 Нейтралды сымы жоқ үшфазалы тізбектегі қабылдағыштардың фазаларының бірі үзілген кездегі (6.2.4 пунктіндегі фазаны үзу) пайда болатын апатты режимді тәжірибелік зерттеу («бос жүріс» режимі). Қабылдағыштардың қалған екі фазаларының кедергілері активті және өзара тең. Қабылдағыштар фазаларындағы токтарды, қабылдағыштардың фазалы және сызықты кернеулерін, нейтралды сымның ығысуының кернеуін U_{nN} өлшеп алу, нәтижелерді 6.2 кестеге енгізу.

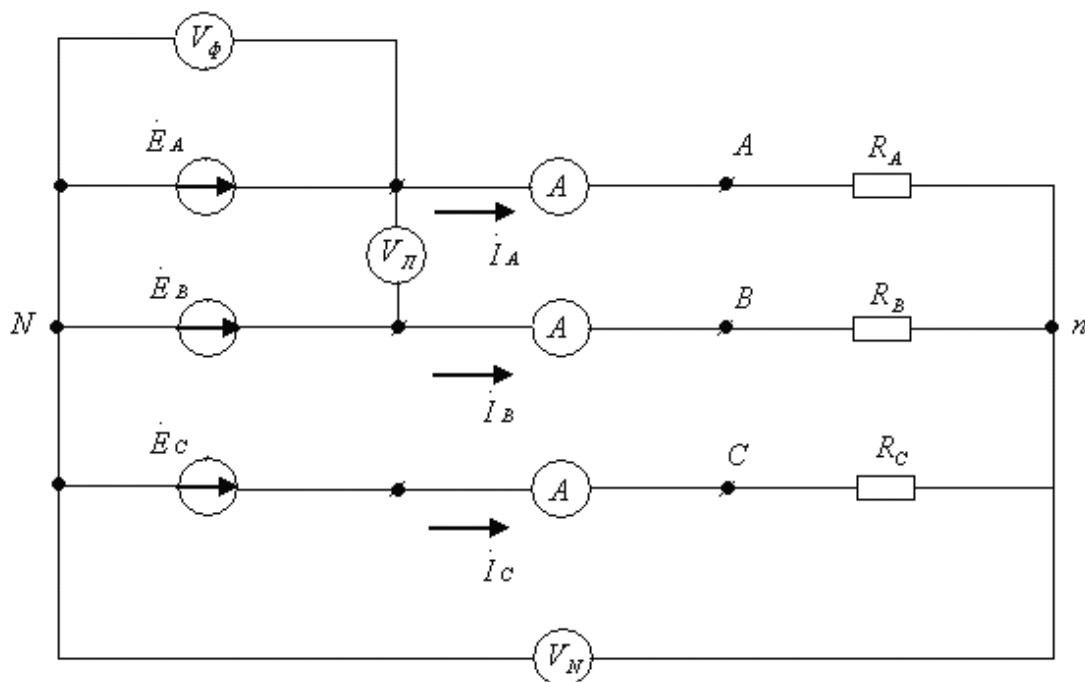
6.2.8 Нейтралды сымы жоқ үшфазалы тізбектегі қабылдағыштардың фазаларының бірі қысқа тұйықталған кездегі (6.2.4 пунктіндегі фазаны

тұйықтау) пайда болатын апатты режимді тәжірибелік зерттеу. Қабылдағыштардың қалған екі фазаларының кедергілері активті және өзара тең. Қабылдағыштар фазаларындағы токтарды, қабылдағыштардың фазалы және сызықты кернеулерін, нейтралды сымның ығысуының кернеуін U_{nN} өлшеп алу, нәтижелерді 6.2 кестеге енгізу.

6.2.9 Нейтралды сымы жоқ үшфазалы тізбектегі симметриялы емес режимді тәжірибелік зерттеу. Қабылдағыштардың фазаларының біріне (6.2.4 пунктіндегі фазаға) реактивті кедергі жалғау. Қабылдағыштардың қалған екі фазаларының кедергілері активті және өзара тең. Қабылдағыштар фазаларындағы токтарды, қабылдағыштардың фазалы және сызықты кернеулерін, нейтралды сымның ығысуының кернеуін U_{nN} өлшеп алу, нәтижелерді 6.2 кестеге енгізу.



6.1 сурет



6.2 сурет

6.1 кесте

Нұсқа	Фазалы кернеу	Фазаның үзілуі және қысқа тұйықталуы, фазадағы айнымалы кедергі R
1	4	B
2	5	A
3	6	C
4	7	B
5	8	A
6	9	C

6.2 кесте

Жұмыс режимі	Кедергілердің мәндері	Кернеулердің мәндері, В										Токтардың мәндері, 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	
	$R_A =$ $R_B =$ $R_C =$														

6.4 Жұмыс нәтижелерін өңдеу

6.4.1 6.2.3 пунктіндегі тәжірибелік берілгендер бойынша кернеулердің топографиялық диаграммасын құру (топографиялық диаграммада қорек көзінің N және қабылдағыштардың n нейтралды нүктелерінің орнын көрсету), токтордың векторлық диаграммасын құру.

Симметриялы режимдегі сызықты және фазалы кернеулер арасындағы сәйкестікті тексеру.

Фазалы кернеулердің және фазалар кедергілерінің белгілі мәндері бойынша фазалы токтардың әрекеттік мәндерін анықтау. Векторлық диаграмма бойынша нейтралды сымның тогын I_N анықтау, симметриялы режимде нейтралды сымның тогы $I_N = 0$ екендігіне көз жеткізу. Есептеу нәтижелерін 6.1 кестеге енгізу.

6.4.2 6.2.4 пунктіндегі тәжірибелік берілгендер бойынша кернеулердің топографиялық диаграммасын және жүктеме фазаларындағы токтордың векторлық диаграммасын құру. Векторлық диаграмма бойынша нейтралды сымның тогын I_N анықтау.

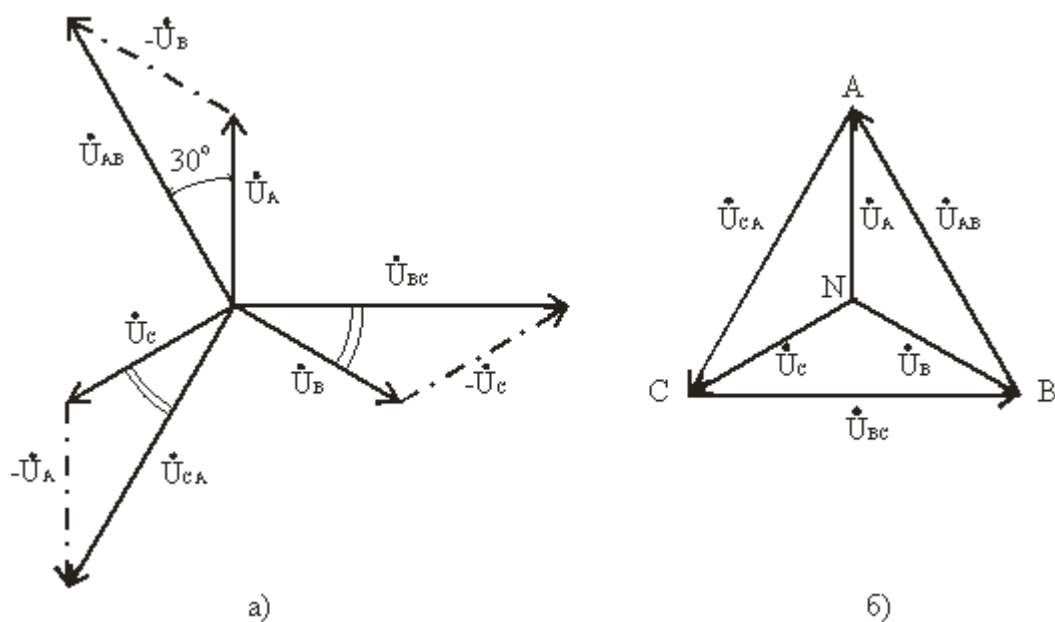
6.4.3 6.2.5 пунктіндегі тәжірибелік берілгендер бойынша кернеулердің топографиялық диаграммасын және жүктеме фазаларындағы токтордың векторлық диаграммасын құру. Векторлық диаграмма бойынша нейтралды сымның тогын I_N анықтау. Тәжірибелік I_N тогымен салыстыру. Нәтижелерді 6.1 кестеге енгізу.

6.4.4 6.2.6, 6.2.7, 6.2.8, 6.2.9 пунктердегі тәжірибелік берілгендер бойынша кернеулердің топографиялық диаграммасын және жүктеме фазаларындағы токтордың векторлық диаграммасын құру.

6.4.5 Үшфазалы тізбектің барлық зерттелген режимдері үшін: нейтралды сымы бар және оның үзілуі кезіндегі үшфазалы тізбектегі токтар мен кернеулердің мәндерін салыстыру, нейтралды сымның ролін бақылау және қорытындылар жасау.

6.5 Әдістемелік нұсқаулар

Векторлық диаграмма бойынша (6.3, *a* суретті қара) келесі мәлімет шығаруға болады: фазалы кернеулердің симметриялы жүйесінде сызықты кернеулер жүйесі де симметриялы болады, U_{AB} , U_{BC} , U_{CA} кернеулері шамалары бойынша тең және бір-біріне қатысты 120° ығысқан, сонымен қатар фазалы U_A , U_B , U_C кернеулерден 30° бұрышқа озып тұр.



6.3 сурет

Векторлық диаграмманы топографиялық етіп орындаған ыңғайлы (6.3, б суретті қара), сонда тізбектің әрбір нүктесіне диаграммадағы белгілі бір нүкте сәйкес келеді. Топографиялық диаграммадағы екі нүктені жалғайтын вектор тізбектегі сол екі нүкте арасындағы кернеудің мәніне сәйкес келеді.

7 Зертханалық жұмыс № 6. Тұрақты токтың сызықты емес элементтері бар электр тізбегін зерттеу

Жұмыстың мақсаты: тұрақты токтың сызықты емес элементтері бар электр тізбегін тәжірибелік зерттеуден икемділік алу.

7.1 Жұмысқа дайындық

Жазбаша түрде сұрақтарға жауап беру және келесі тапсырмаларды орындау:

1) Қандай сызықты емес элементтер симметриялы қандай элементтер симметриялы емес деп аталады? Олардың вольт-амперлік сипаттамаларын көрсету.

2) Сызықты емес элементтердің статикалық және дифференциалды кедергілерінің арасында қандай айырмашылық бар?

3) Электр тізбегі баяу түрде реттелетін тұрақты кернеу көзінен қорек алатын сызықты емес элементтің вольт-амперлік сипаттамасын түсіру үшін сұлба құру. Сұлбаға қажетті аспаптарды қарастыру.

4) Бір ЭҚК көзі және сызықты емес кедергілері тізбектей жалғанған тізбектің графикалық есебін көрсету.

5) Бір ЭҚК көзі және сызықты емес кедергілері параллель жалғанған тізбектің графикалық есебін көрсету.

6) Сызықты емес кедергілері аралас жалғанған тізбектің графикалық есебін көрсету.

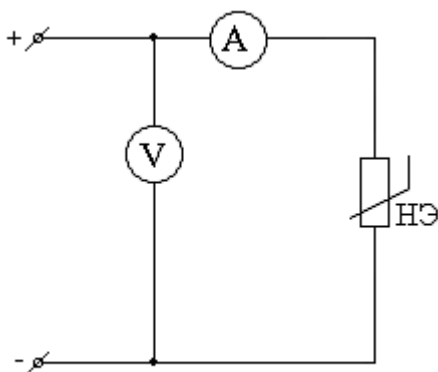
7) Сызықты емес элементтері бар тізбектің екі түйін әдісі бойынша графикалық есебін көрсету.

7.2 Жұмысты орындау тапсырмалары

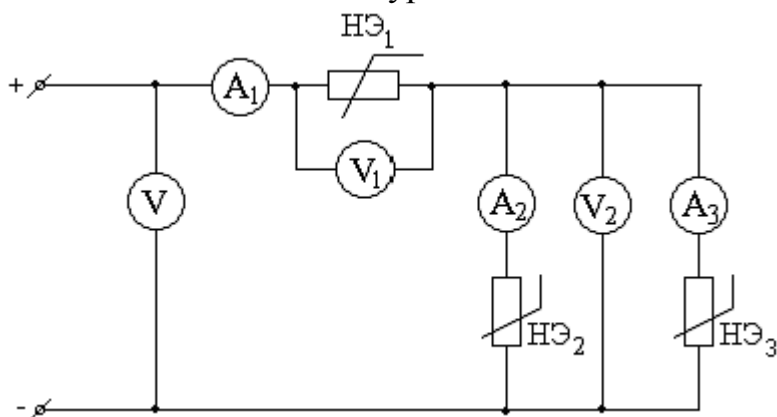
7.2.1 Қорек көзінің кернеуін $0 \div 20 \text{ В}$ аралығында өзгертіп 7.1 сұлба бойынша үш сызықты емес элементтің (оқытушының нұсқауы бойынша) вольт-амперлік сипаттамасын түсіру. Әрбір сызықты емес элемент үшін 7.1 кестені толтыру.

7.2.2 Үш сызықты емес элементтің аралас жалғанған тізбегін 7.2 суреттегідей жинау. Қорек көзінің кернеуін $0 \div 20 \text{ В}$ аралығында өзгертіп аспаптардың көрсеткіштерін түсіріп алу (7.2 кестені толтыру).

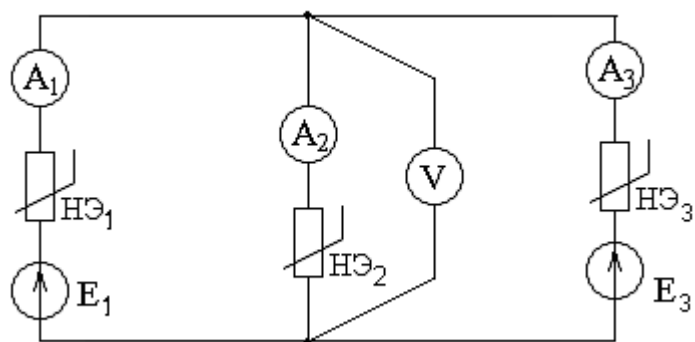
7.2.3 Екі ЭҚК көзі бар сұлбаны жинау (7.3 суретті қара). Қорек көздерінің ЭҚК, әрбір элементтегі кернеуді, екі түйін арасындағы кернеуді, тармақтардағы токтарды өлшеп алу (7.3 кестені толтыру).



7.1 сурет



7.2 сурет



7.3 сурет

7.1 кесте

U, В	0	5	10	15	20
I, мА					

7.2 кесте

U, В	0	5	10	15	20
U ₁ , В					
U ₂ , В					
I ₁ , мА					
I ₂ , мА					
I ₃ , мА					

7.3 кесте

E ₁ , В	E ₃ , В	U, В	I ₁ , мА	I ₂ , мА	I ₃ , мА

7.4 Жұмыс нәтижелерін өңдеу

7.4.1 Тәжірибе нәтижелері бойынша үш сызықты емес элементтердің вольт-амперлік сипаттамаларын тұрғызу.

7.4.2 7.2 суреттегі сұлба бойынша графикалық есептеу жүргізу және есептік мәндерді тәжірибелік мәндермен салыстыру.

7.4.3 7.3 суреттегі сұлба бойынша графикалық есептеу жүргізу және есептік мәндерді тәжірибелік мәндермен салыстыру.

7.4.4 Орындалған жұмыс бойынша қорытындылар жасау.

7.5 Әдістемелік нұсқаулар

Сызықты емес элементтердің аралас жалғануы кезінде есептеуді келесі реттілікпен жүргізеді: алдымен екі параллель жалғанған сызықты емес элементті бір баламалы кедергіге алмастырады, содан кейін шыққан баламалы

кедергіні және қалған сызықты емес элементті тізбектей жалғанған сұлба ретінде қарастырып есептейді.

АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ
КОММЕРЦИЯЛЫҚ ЕМЕС АКЦИОНЕРЛІК ҚОҒАМЫ

ЭТН кафедрасы

«ЭТН» пәні бойынша

№___ ЗЕРТХАНАЛЫҚ ЖҰМЫСТЫҢ ЕСЕП БЕРУІ

(зертханалық жұмыстың атауы)

Жұмысты орындаған _____
(орындаған күні)

Студент _____
(аты жөні)

Тобы _____
(топтың шифры)

Келесі студенттермен бірге _____

Есеп беру қабылданды _____
(қабылданған күні)

Алматы 201...

Әдебиеттер тізімі

1. Демирчян К.С., Нейман Л.Р., Коровкин Н.В., Чечурин В.Л. Теоретические основы электротехники. – том 1. – СПб.: Питер, 2009.-463 с.
2. Атабеков Г.И. ТОЭ линейные и электрические цепи (7-е изд.).- М.:Лань, 2009.-592 с.
3. Демирчян К.С., Нейман Л.Р., Коровкин Н.В., Чечурин В.Л. Теоретические основы электротехники. – том 3. – СПб.: Питер, 2003.-377 с.
4. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники.- М.: Гардарики, 2013.- 638 с.
5. Атабеков Г.И. ТОЭ. Линейные электрические цепи.-СПб.: «Лань», 2010.-592 с.
6. Денисенко В.И., Креслина С.Ю. ТОЭ2. Конспект лекций. –Алматы: АИЭС, 2007.-63 с.
7. Денисенко В.И., Светашев Г.М. ТОЭ3. Конспект лекций. –Алматы: АИЭС, 2007.-90 с.

Мазмұны

Кіріспе	3
1 «Электротехниканың теориялық негіздері» пәні бойынша зертханалық жұмыстарды орындау және безендіру тәртібі	5
2 Зертханалық жұмыс № 1. Тұрақты токтың тізбектерін зерттеу	7
3 Зертханалық жұмыс № 2. Бірфазалы синусоидалы ток тізбегін зерттеу	10
4 Зертханалық жұмыс № 3. Кернеу резонансын зерттеу	16
5 Зертханалық жұмыс № 4. Бірінші және екінші реттік тізбектердегі өтпелі кезеңдер	19
6 Зертханалық жұмыс № 5. Қорек көзі мен қабылдағыштың фазалары жұлдызша жалғанған үшфазалы тізбекті зерттеу	23
7 Зертханалық жұмыс № 6. Тұрақты токтың сызықты емес элементтері бар электр тізбегін зерттеу	29
Әдебиеттер тізімі	33

Светлана Юрьевна Креслина
Алма Тулендиевна Аршабекова

ЭЛЕКТРОТЕХНИКАНЫҢ ТЕОРИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ

5B070200 – Автоматтандыру және басқару мамандығының студенттері үшін зертханалық жұмыстарды орындау бойынша әдістемелік нұсқаулықтар

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

Басылуға қол қойылды « ___ » _____
Таралымы 120 дана
Көлемі 2,1 оқу баспасы.

Формат 60x841/16
Баспа қағаз №1
Тапсырыс __.Бағасы 1050 тенге.

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