**Коммерциялық емес
акционерлік қоғам**

**АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА
ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС
УНИВЕРСИТЕТІ**

Электржетегі және
автоматтандыру кафедрасы

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА ЖӘНЕ ЭЛЕКТРОНИКА

5В071700 – Жылу энергетикасы мамандығының студенттері үшін зертханалық жұмыстарын орындауға арналған әдістемелік нұсқаулықтар

Алматы 2017

ҚҰРАСТЫРҒАНДАР: Алдибеков И.Т., Даркенбаева Э.Б., Жаркымбекова М.Б. Электротехника және электроника. 5В071700 – Жылу энергетикасы мамандығының студенттері үшін зертханалық жұмыстарын орындауға арналған әдістемелік нұсқаулықтар. – Алматы: АЭжБУ, 2017. – 51 бет.

Әдістемелік нұсқау тәжірибе жүргізу мен дайындау әдістерінен, алынған нәтижелерді талдаудан, жұмыстарды орындау бағдарламасынан тұрады.

Әр зертханалық жұмыс келесі бөлімдерден тұрады: жұмыстың мақсатынан, жұмысқа дайындық, бақылау сұрақтарынан, жұмыстың орындалу тәртібінен, жұмыс бойынша қорытындыдан тұрады. Әр тапсырманы іске асыру үшін түсініктеме берілген, тәжірибелер мен есептеулер нәтижелеріне қатысты кестелер, зерттелетін сұлбалар келтірілген.

Әдістемелік нұсқау 5В071700 – Қоршаған ортаны қорғау және өміртіршілік қауіпсіздігі мамандығының студенттеріне зертханалық жұмыстарды орындауға арналған.

Суреттер. 17, кестелер 35, әдеб. атауы 7.

Пікір беруші: ЭСТжЖ кафедрасының аға оқытушысы Б.К. Курпенов

©«Алматы энергетика және байланыс университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамының 2017 ж. баспа жоспары бойынша басылады.

2017 ж. жиынтықтың жоспары, реті. 20

Алдибеков Исабай Танирбергенович
Даркенбаева Эльмира Байджумаевна
Жаркымбекова Макпал Бексултановна

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА ЖӘНЕ ЭЛЕКТРОНИКА

5В071700 – Жылу энергетикасы мамандығының студенттері үшін зертханалық жұмыстарын орындауға арналған әдістемелік нұсқаулықтар

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

_____ басуға қол қойылды
Таралымы 40 дана.
Көлемі 3,3 оқу – бас. әд.

Пішіні 60х84 1/16
Баспаханалық қағаз №1
Тапсырыс бағасы 1660 т.

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

Мазмұны

1 Зертханалық жұмыс №1. Резисторларды әртүрлі жалғау кезіндегі бір ЭҚК көзі бар тұрақты токты сызықты электр тізбегін зерттеу..... 4

2 Зертханалық жұмыс №2. Екі ЭҚК көзімен тұрақты токты күрделі электр тізбегін зерттеу 8

3 Зертханалық жұмыс №3. Конденсаторды, индуктивті катушканы, резисторды тізбектей жалғау кезіндегі синусоидалы токты сызықты электр тізбегін және кернеу резонансын зерттеу..... 12

4 Зертханалық жұмыс №4. Конденсаторды, индуктивті катушканы, резисторды тізбектей жалғау кезіндегі синусоидалы токты сызықты электр тізбегін және ток резонансын зерттеу ……..... 16

5 Зертханалық жұмыс №5. Симметриялы қорек көзі және «жұлдызша» сұлба бойынша жалғанған жүктемесі бар үш фазалы тізбекті зерттеу.....……..……... 19

6 Зертханалық жұмыс №6. Симметриялы қорек көзі және «үшбұрыш» сұлба бойынша жалғанған жүктемесі бар үш фазалы тізбекті зерттеу……... 23

7 Зертханалық жұмыс №7. Бір фазалы екі орамалы трансформаторды зерттеу.....…..……..... 26

8 Зертханалық жұмыс №8. Тәуелсіз қоздырылатын тұрақты токты электр қозғалтқышын зерттеу……..……... 29

9 Зертханалық жұмыс №9. Қысқаша тұйықталған роторлы үш фазалы асинхронды электр қозғалтқышын зерттеу..... 32

10 Зертханалық жұмыс №10. Қарапайым біржартылай периодты және екі жартылай периодты түзеткіштерді зерттеу ……..... 36

11 Зертханалық жұмыс №11. Биполярлы транзисторларда күшейткіштерді зерттеу.....……..... 40

12 Зертханалық жұмыс №12. Операциялық күшейткіштер негізінде электр сигналдарының күшейту сұлбаларын зерттеу ……..... 43

13 Зертханалық жұмыс №13. Кернеудің параметрлік тұрақтандырғыш-тарын зерттеу..... 46

Әдебиеттер тізімі……...…… 51

1 Зертханалық жұмыс №1. Резисторларды әртүрлі жалғау кезіндегі бір ЭҚК көзі бар тұрақты токты сызықты электр тізбегін зерттеу

Жұмыстың мақсаты: резисторларды тізбектей, параллель және аралас жалғау кезінде тұрақты токты электр тізбектерінің қасиеттерін зерттеу және олардың негізгі есептеу әдістерімен тексеру, сонымен бірге әртүрлі аспаптар жұмыс жасап үйрену және кедергінің, токтың және кернеудің мәнін, олардың нақты бағыттарын тәжірибеде анықтап үйрену.

1.1 Жұмыс жасауға қажетті қондырғылар, аспаптар мен материалдар

1.1.1Зертханалық ЭЦПОТ.001 РБЭ (901).

1.1.2 Мультиметрлер.

1.1.3 Жалғаушы сымдар.

1.2 Жұмыс бағдарламасы және орындалу тәртібі

1.2.1 Резисторларды тізбектей жалғау кезіндегі электр тізбегін зерттеу.

1.2.1.1 Үш резисторларды тізбектей жалғау кездегі сұлбаны сызу (1.1 сурет). Кернеу мен кедергілердің мәндері нұсқаға сәйкес 1.1- кестеде келтірілген. Нұсқа тапсырма топ нөмірлеріне сәйкес келеді.

1.1 кесте – Кернеу мен кедергілердің мәндері

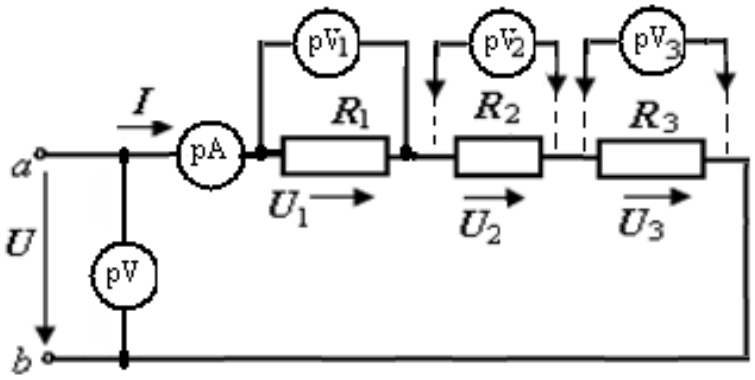
Нұсқа	U, В	R_1, Ом	R_2, Ом	R_3, Ом	R_4, Ом
1					
2					
3					

1.2.1.2 1.1 суреттегі сұлба үшін 1.1- кестеде берілген кедергі параметрлері мен кернеудің және оның қысқыштарындағы кернеудің мәндері арқылы тізбектің эквивалентті $R_Э$ кедергісін, резисторлардағы кернеу мен тұтынатын қуатты P, сонымен бірге резисторларды болатын (P_1, P_2, P_3) қуаттарды анықтау. Нәтижелерін 1.2 кестеге енгізіңіздер.

1.2 кесте – Тәжірибе мен есептеу нәтижелері

Параметрлері	R_1, Ом	R_2, Ом	R_3, Ом	$R_Э$, Ом	U, В	I, А	U_1, В	U_2, В	U_3, В	P Вт	P_1 Вт	P_2 Вт	P_3 Вт
Есептеу													
Тәжірибе													

1.2.1.3 Әмбебап өлшеуіш сандық аспап арқылы электр тізбегінің резисторларының параметрлерін өлшеу. Өлшеу нәтижелерін 1.2 кестенің «Есептеу» жолына толтырыңыз.



1.1 сурет – Резисторлар тізбектей жалғанған тізбектің сұлбасы

1.2.1.4 Зертханалық стендтің тұрақты реттелетін кернеу көзін қолдана отыра және стендтің элементтерді жинау бөлігі арқылы 1.1 кестеде көрсетілген параметрлер бойынша 1.1 суреттегі сұлбаны жинаңыздар.

1.2.1.5 Тізбектердің қысқыштарындағы кернеудің 1.1 кесте бойынша берілген мәнін қойып, аспаптардан көрсеткішін алыңыздар, алынған көрсеткішті 1.2 кестедегі «Тәжірибе» жолына енгізіңіздер. Сұлбадағы резисторлардағы кернеу мен токтың бағыттарын көрсетіңіздер және анықтаңыздар.

Амперметр тармақтың үзілген жеріне аспаптың «+» -нен «–» -не бағытына токтың бағыты сәйкес келетіндей етіп қосылады. Сонда аспап таңдап алынған бағыт бойынша токтың шамасы мен таңбасын көрсетеді. Вольтметр тізбек элементіне параллель қосылады, кернеу бағыты оған аспаптан «+»-нен «–»-не қарай бағытталады. Сонда аспап таңдап алынған бағытқа сол элементте кернеудің мәні мен таңбасын көрсетеді. Ескере кететін жайт, пассивті элементтерге кернеудің түсуі бағыты сол жердегі токтың бағытымен сәйкес болады.

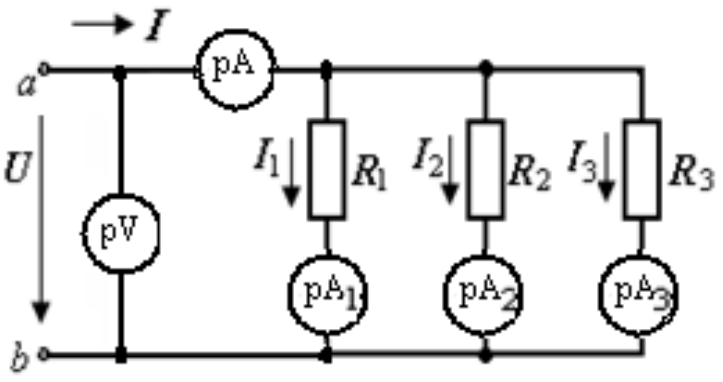
Аспаптың минустық клеммасы, әдетте, қара түске ие және «com» белгілермен көрсетілен.

1.2.1.6 Тәжірибе мен есептеу нәтижелерін салыстырыңыздар. Осы тізбек үшін Кирхгофтың екінші заңы орындалуын тексеру. Қуаттар тепе-теңдігін құру.

1.2.2 Резисторларды параллель қосу кезіндегі электр тізбектерін зерттеу.

1.2.2.1 Үш резисторлардың параллель қосылу сұлбасын сызу (1.2 сурет). 1.1 кестеде нұсқаға сәйкес келетін резисторлар кедергісі мен кернеулердің мәні берілген.

1.2.2.3 Зертханалық стендтің тұрақты реттелетін кернеу көзін қолдана отырып және стендтің элементтерді жинау бөлігі арқылы 1.1 кестедегі



1.2 сурет – Резисторлар параллель қосылған тізбектің сұлбасы

көрсетілген параметрлер бойынша 1.2 суреттегі сұлбаны жинаңыздар.

1.3 кесте – Есептеу мен тәжірибе нәтижелері

Параметрлер	R_1, Ом	R_2, Ом	R_3, Ом	$R_Э$, Ом	U, В	I, А	I_1, А	I_2, А	I_3, А	P Вт	P_1 Вт	P_2 Вт	P_3 Вт
Есептеу													
Тәжірибе													

1.2.2.4 Тізбектердің қысқыштарындағы кернеудің 1.1 кесте бойынша берілген мәнін қойып, аспаптардан көрсеткішін алыңыздар, алынған көрсеткішті 1.3 кестедегі «Тәжірибе» жолына енгізіңіздер. Сұлбадағы резисторлардағы кернеу мен токтың бағыттарын көрсетіңіздер және анықтаңыздар.

1.2.2.5 Тәжірибе мен есептеу нәтижелерін салыстырыңыздар. Осы тізбек үшін Кирхгофтың бірінші заңы орындалуын тексеру. Қуаттар тепе-теңдігін құру.

1.2.3 *Резисторлардың аралас қосылуын зерттеу.*

1.2.3.1 Төрт резисторлардың аралас қосылу сұлбасын сызу (1.3 сурет).

Кернеу мен кедергілердің мәндері нұсқаға сәйкес 1.1- кестеде келтірілген.

1.2.3.2 Тізбектің эквивалентті $R_Э$ кедергісін, тізбектің барлық тармақтарындағы токтар (I_1, I_2, I_3, I_4) мен тұтынатын қуатты P, сонымен бірге резисторларда болатын (P_1, P_2, P_3, P_4) қуаттарды анықтау. Нәтижелерін 1.4 кестеге «Есептеу» жолына енгізіңіздер.

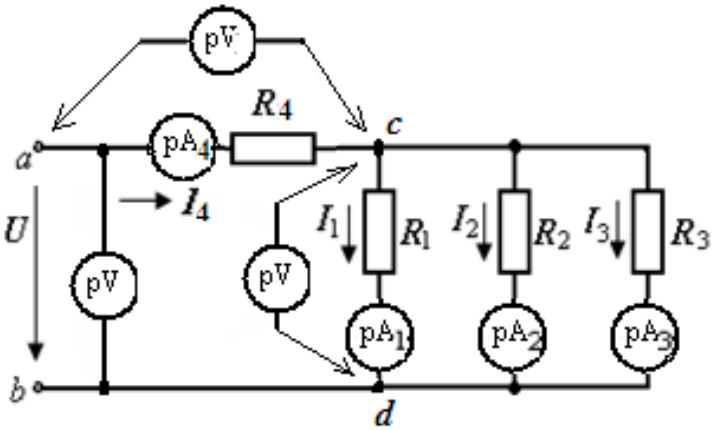
1.2.3.3 Зертханалық стендтің тұрақты реттелетін кернеу көзін қолдана отыра және стендтің элементтерді жинау бөлігі арқылы 1.1 кестеде көрсетілген параметрлер бойынша 1.3 суреттегі сұлбаны жинаңыздар.

1.4 кесте – Есептеу мен тәжірибе нәтижелері

Параметрлер	R_1, Ом	R_2, Ом	R_3, Ом	R_4, Ом	$R_Э$, Ом	U, В	U_{ac}, В	U_{cd}, В	I_4, А	I_1, А	I_2, А	I_3, А	P Вт
Есептеу													
Тәжірибе													

1.2.3.4 Тізбектердің қысқыштарындағы кернеудің 1.4 кесте бойынша берілген мәнін қойып, аспаптардан көрсеткішін алыңыздар, алынған көрсеткішті 1.4 кестедегі «Тәжірибе» жолына енгізіңіздер. Сұлбадағы резисторлардағы кернеу мен токтың бағыттарын көрсетіңіздер және анықтаңыздар.

1.2.3.5 Тәжірибе мен есептеу нәтижелерін салыстырыңыздар. Осы тізбек үшін Кирхгофтың бірінші жіне екінші заңы орындалуын тексеру. Қуаттар тепе-теңдігін құру.



1.3 сурет – Резисторларды аралас жалғау кезіндегі тізбектің сұлбасы

Жұмыс бойынша қорытынды және есептеме құру.

Жұмыс бойынша толықтай қорытында жасау, есептеу мен тәжірибедегі шамаларда болатын айырмашылық себептерінр түсіндіру.

Жұмыс бойынша есептеме рәсімдеу туралы талаптарға сәйкес жасалады.

Бақылау сұрақтары

1. Резистор дегеніміз не?

2. Резисторлардың жалғану түрлерін атаңыз. Резисторларды әртүрлі жалғау кезінде эквивалентті кедергіні қалай анықтайды?

3. Тізбек бөлігі үшін Ом заңын жазыңыз.

4. Тізбектей жалғаған кезде резисторлағы кернеуді және тізбектегі токты қалай анықтайды? Резистордағы кернеулердің қосындысы неге тең? Кирхгофтың екінші заңын жазыңыз.

5. Резисторларды параллель жалғаған кезде тізбек тармақтарындағы токты қалай анықтайды? Праллель тармақтардағы токтардың қосындасы неге тең? Кирхгофтың бірінші заңын жазыңыз.

6. Аралас жалғау кезінде резисторларды және параллель тармақтардағы кернеуді қалай анықтайды?

7.Тұрақты ток тізбегінде қуаттар тепе-теңдігін қалай құрайды? Энергия көзіндегі қуатты және резисторларда (энергия қабылдағыштардағы) болатын қуатты қалай анықтайды?

8. Бірнеше резисторларды тармақталмаған бөлікте параллель және тізбектей жалғау кезінде тізбектің толық кедергісі мен тогы қалай өзгереді?

9. Бірдей кедергілі *n* резисторларды аралас, параллель және тізбектей жалғағанда электр тізбегінің кедергісін анықтау үшін формулаларды келтіріңіз.

10. Электр қабылдағышды қандай жағдайларда тізбектей не параллель жалғау қолданылады?

11. Резисторларды параллель және тізбектей жалғаудың тәжірибеде қолданылуын айтыңыз.

2 Зертханалық жұмыс №2. Екі ЭҚК көзімен тұрақты токты күрделі электр тізбегін зерттеу

Жұмыстың мақсаты: күрделі электр тізбектерін негізгі талдау әдістерімен тәжірибеде тексеру, мысалы Кирхгофтың заңдарына негізделген әдіс (Кирхгоф теңдеулері әдістері), беттестіру әдісі, сондай-ақ әртүрлі аспаптармен жұмыс жасауды үйрену және де тәжірибеде кедергінің, токтардың, кернеулердің мәндерін және олардың нақты бағыттарын анықтауды білу.

2.1 Жұмыс жасауға қажетті қондырғылар, аспаптар мен материалдар

2.1.1 Зертханалық стенд ЭЦПОТ.001 РБЭ (901).

2.1.2 Мультиметрлер.

2.1.3 Жалғауш сымдар.

2.2 Жұмыс бағдарламасы және орындалу тәртібі

2.2.1 Кирхгофтың теңдеулер әдісін қолдану.

2.2.1.1 Берілген электр тізбегінің сұлбасын сызыңыз және тармақтардағы токтардың бағытын өз еркілеріңізбен жүргізіңіздер. Зерттелетін сұлбаның нұсқалары 2.2 суретте келтірілген. Параметрлердің мәндері 2.1 кестеде келтірілген. Әдетте, нұсқа нөмірі топтың реттік нөміріне сәйкес келеді.

2.3.1.2 Әмбебап өлшеуіш сандық аспап арқылы берілген электр тізбегінің элементтерінің нақты параметрлерін өлшеу. Өлшеу нәтижелерін 2.2 кестеге енгізіңіз.

2.2.1.3 Зерттелетін сұлба үшін Кирхгофтың бірінші және екінші заңы бойынша теңдеулер құру, 2.3.1.2 пункт бойынша өлшенген резисторлар мәндерімен және берілген E_1 мен E_2 ЭҚК мәндер бойынша тізбектің тармақтарындағы токты есептеу. Нәтижесін 2.3 кестегі «Есептеу» жолына енгізіңіз.

2.1 кесте – Зерттелетін сұлбаның нұсқалары мен параметрлерінің мәндері

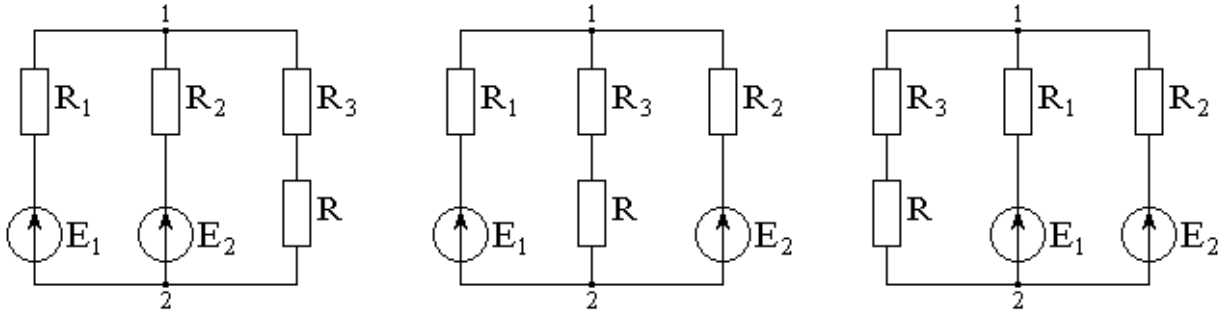
Нұсқа	*Сұлбаның №*	E_1, В	E_2, В	R_1, Ом	R_2, Ом	R_3, Ом
1	1	15	7	220	330	150
2	2	9	15	470	680	330
3	3	15	12	680	1000	470

2.2 кесте – Резисторлардың параметрлерін өлшеу нәтижелері

Тізбектің элементі	R_1, Ом	R_2, Ом	R_3, Ом
Мәні, Ом			

2.2.1.4 Өз нұсқаңыздың сұлбасын жинаңыз. Берілген E_1 мен E_2 мәндерінін орнатыңыз. Тізбектің тармақтарындағы токтарды және элементтердегі кернеуді (ЭҚК көзін және резисторларды) өлшеңіз .

Амперметр тармақтың үзілген жеріне аспаптың «+» -нен «–» -не бағытына токтың бағыты сәйкес келетіндей етіп қосылады. Сонда аспап таңдап алынған бағыт бойынша токтың шамасы мен таңбасын көрсетеді.



1 сұлба 2 сұлба 3 сұлба

2.2 сурет – Зерттелетін сұлбалардың нұсқалары

Вольтметр тізбек элементіне параллель қосылады, аспаптан «+»-нен «–»-не қарай кернеу бағытына сәйкес болады. Сонда аспап таңдап таңдап алынған бағытқа сай, сол элементте кернеудің мәні мен таңбасын көрсетеді. Ескере кететін жайт, пассивті элементтерді кернеудің түсуі бағыты сол жердегі токтың бағытымен сәйкес болады. Аспаптың минустық клеммасы, әдетте, қара бояуға ие және «com» белгілермен көрсетілен.

Өлшеу нәтижелерін 2.3 кестеге «Тәжірибе» жолына енгізіңіз.

2.3 кесте – Тізбектің токтары мен кернеулерінің өлшенген мәндері

Параметрлер	E_1, В	E_2, В	I_1, мА	I_2, мА	I_3, мА	U_{R1}, В	U_{R2}, В	U_{R3}, В	U_R, В
Тәжірибе									
Есептеу									
δ									

Өлшенген шамалардың бағыты мен мәндерін анықтау дұрыстылығын Кирхгофтың бірінші және екінші заңдары бойынша құралған теңдеулерге қою арқылы тексеруге болады.

2.2.1.5 Сұлбаның 1 түйіні үшін токты өлшеудің δ_u, (%) қателігін есептеу керек. Ол үшін түйіндегі токтардың алгебралық қосындысын максималды шамасы бар токқа қатынасын алу керек. Нәтижелерді 2.4 кестеге енгізіңіз.

2.2.1.6 Сұлбаның екі контуры үшін кернеу өлшеудің қателігін δ_u, (%) есептеу керек. Ол үшін контурдың ішіндегі кернеулердің, ЭҚК көздердің кернеулерін қоса алып, алгебралық қосындысын максималды шамасы бар кернеуге қатынасын алу керек. Нәтижелерді 2.5 кестеге енгізіңіз.

2.4 кесте – Токтарды анықтаудың қателігі

Тізбек түйіні	$\sum I$, мА	I_{max}, мА	δ_i, %
1			

2.5 кесте – Кернеулерді анықтаудың қателігі

Тізбек контуры	$\sum U$, В	U_{max}, В	δ_u, %
1			
2			

2.2.2 Беттестіру әдісін қолдану.

2.2.2.1 Екі ЭҚК көзді берілген электр тізбегін және оған сәйкес келетін беттестіру сұлбасын сызыңыз. Зерттелетін сұлбаның нұсқалары 2.1 –суретте келтірілген. Параметрлер мәні 2.1 кестеде келтірілген. Тапсырма нұсқасы топтың реттік нөмеріне сәйкес келеді.

2.2.2.2 Беттестіру әдісі қолданып, 2.2.1.2 пунктте өлшенген резисторлар мәні мен E_1 және E_2 ЭҚК берілген мәндері бойынша тізбектің тармақтарындағы токтарды (I_1,I_2,I_3) есептеңіз. Бұл үшін жеке токтарды анықтайды (I_1',I_2',I_3',I_1'', I_2'',I_3''). Жеке токтарының бағыттары сәйкес келетін екі беттестіру сұлбаларында көрсетілуі тиіс. Содан кейін жеке токтарға сәйкес келетін алгебралық қосу жолымен берілген тізбек тармақтарында (I_1,I_2,I_3) токтарды анықтайды. Нәтижелерін 2.3 кестеге «Есептеу» жолына енгізіңіз және есептеудің дұрыстығын Кирхгоф заңы бойынша тексеріңіз.

2.2.2.3 Екі ЭҚК (E_1 мен E_2). көзді берілген электр тізбегінің сұлбасын жинаңыз. E_1 мен E_2 ЭҚК берілген мәндерін қойыңыз. Тізбек тармақтарындағы токтарды (I_1,I_2,I_3) өлшеңіз, анықтаңыз және сұлбада олардың нақты бағыттарын көрсетіңіз. Тәжірибе нәтижелерін 2.3 кестеге «Тәжірибе» жолына енгізіңіз және дұрыстығын Кирхгоф заңы бойынша тексеріңіз.

2.2.2.4 Бір ЭҚК E_1 көзімен бірінші берттестіру сұлбасын жинаңыз. E_1 ЭҚК берілген мәнін қойыңыз. Тізбек тармақтарындағы токтарды (I_1,I_2,I_3) өлшеңіз, анықтаңыз және сұлбада олардың нақты бағыттарын көрсетіңіз. Тәжірибе нәтижелерін 2.3 кестеге «Тәжірибе» жолына енгізіңіз және дұрыстығын Кирхгоф заңы бойынша тексеріңіз.

2.2.2.5 Бір ЭҚК E_2 көзімен екінші берттестіру сұлбасын жинаңыз. E_2 ЭҚК берілген мәнін қойыңыз. Тізбек тармақтарындағы токтарды (I_1,I_2,I_3) өлшеңіз, анықтаңыз және сұлбада олардың нақты бағыттарын көрсетіңіз. Тәжірибе нәтижелерін 2.3 кестеге «Тәжірибе» жолына енгізіңіз және дұрыстығын Кирхгоф заңы бойынша тексеріңіз.

2.3 кесте –Есептеу мен тәжірибе нәтижелері

Сұлба / параметр	Екі ЭҚК сұлба (E_1 мен E_2)		Бір ЭҚК сұлба (E_1)		Бір ЭҚК сұлба (E_2)	
E_1, В						
E_2, В						
R_1, Ом						
R_2, Ом						
R_3, Ом						
I_1, А						
I_2, А						
I_3, А						
I_1',А						
I_2', А						
I_3', А						
I_1'', А						
I_2'', А						
I_3'', А						

2.2.2.6 Берілген тізбектің тармақтарындағы токтардың (I_1,I_2,I_3) тәжірибелік мәнін жеке токтардың (I_1',I_2',I_3',I_1'',I_2'',I_3'') сәйкес келетін тәжірибелік мәндерін алгебралық қосу жолымен есептеу, содан кейін алынған токтардың мәнін 2.3.2.3. пунктте алынған мәліметтермен салыстыру.

2.2.2.7 Тәжірибе мен есептеудің нәтижелерін салыстыру. Берілген тізбек үшін қуаттар тепе-теңдігін құру.

Жұмыс бойынша қорытынды және есептеме құру.

Жұмыс бойынша толықтай қорытында жасау, есептеу мен тәжірибедегі шамаларда болатын айырмашылық себептерін түсіндіру.

Жұмыс бойынша есептеме рәсімдеу туралы талаптарға сәйкес жасалады.

Бақылау сұрақтары

1. Күрделі сызықты электр тізбектерінің негізгі әдістерін атаңыз.
2. Кирхгоф теңдеулері әдісінің маңыздылығы неде?
3. Кирхгоф теңдеулері әдісі бойынша есептеу тәртібі қандай?
4. Беттестіру әдісінің маңыздылығы неде?
5. Беттестіру әдісі бойынша есептеу тәртібі қандай?

3 Зертханалық жұмыс. №3 Конденсаторды, индуктивті катушканы, резисторды тізбектей жалғау кезіндегі синусоидалы токты сызықты электр тізбегін және кернеу резонансын зерттеу

Жұмыстың мақсаты: қабылдағыштарды тізбектей жалғау кезіндегі сызықты электр тізбектерін есептеу әдістерін меңгеру. Есептеу нәтижелерін тәжірибемен тексеру. Осындай тізбектерде кернеу резонансы режимін алу мүмкіндегіне көз жеткізу.

3.1 Жұмыс жасауға қажетті қондырғылар, аспаптар мен материалдар

3.1.1 Зертханалық стенд ЭЦПОТ.001 РБЭ (901).
3.1.2 Мультиметрлер.
3.1.3 Жалғаушы сымдар.

3.2 Жұмыс бағдарламасы және орындалу тәртібі

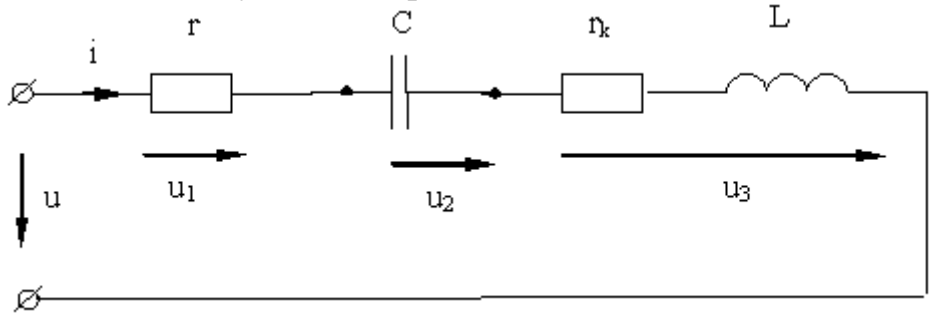
3.2.1 Конденсаторды, индуктивті катушканы және резисторды тізбектей жалғау кезіндегі синусоидалы токты электр тізбегін зерттеу.

3.2.1.1 Берілген конденсатор, индуктивті катушкалар (L, $r_к$), резисторлар r тізбектей жалғанған электр тізбегінің сұлбасын сызамыз және кернеу мен токтың таңдап алынған бағыттарын көрсетіңіз. Берілген синусоидалы кернеу (U, f) мен сұлба элементтері параметрлерінің (r, L, $r_к$, C) мәндері 3.1 кестеде нұсқамен көрсетілген.

3.1 кесте – Кернеу мен сұлба элементтері параметрлерінің нұсқалары

Нұсқа	$U_{вх}$, В	f, Гц	r, Ом	$r_к$, Ом	L, мГн	C, мкФ
1	5	1000	220	330	–	–
2	7	1900	–	390	–	0,47
3	9	2500	–	220	10	–

3.2.1.2 Тізбек элементтерінде кернеу мен токтың әрекеттік мәндерін түрлендіру әдісімен есептеу және оларды 3.2 кестеге енгізіңіз.



3.1сурет - Конденсаторды, индуктивті катушканы және резисторды тізбектей жалғау кезіндегі электр тізбегі

3.2.1.3 Тізбектің активті, реактивті, толық қуатын есептеңіз және 3.2 кестеге оларды жазыңыз. Кернеудің векторлық диаграммасын тұрғызыңыз және қуаттар тепе-теңдігін құрыңыз.

3.2 кесте – Тәжірибе мен есептеу нәтижелері

Параметр-лер	U В	f Гц	r Ом	C мкФ	$r_к$ Ом	L мГн	I А	U_r В	U_C В	U_L В	P Вт	Q Вар	S ВА
Есептеу													
Тәжірибе													

3.2.1.4 Есепті тәжірибеде зерттеу үшін 3.1 суреттегі зерттелетін сұлбаны зертханалық стендке жинаңыз. Бұл үшін миниблоктар жинағынан резисторды, конденсаторды, индуктивтілікті 3.1 кестедегі параметрлер бойынша таңдаңыз, сонымен қатар өлшеуіш аспаптар да қажет. Амперметр мен вольтметр ретінде әмбебап сандық өлшеуіш аспаптарды пайдаланамыз. Алдын ала айнымалы (*AC*) кернеу мен токты өлшеу режиміне қойып, сәйкесінше өлшенетін шаманың қажетті шегін таңдаймыз.

3.2.1.5 Сұлбаны арнайы түрдегі кернеулер генераторы қысқыштарына қосамыз, генератор ауыстырғышын «синусоидалы кернеу» жағдайына қоямыз.

3.2.1.6 Сұлбаны қосыңыз, кернеу U мен жиілікті f кестеге сәйкес мәнге қойып, ток пен кернеу мәнін өлшейміз. Нәтижелерді 3.2 кестеге енгіземіз. Тәжірибені жүргізгеннен кейін сұлбаны өшіріңіз.

3.2.1.7 Кернеу мен токтың тәжірибелік мәндері бойынша барлық тізбектің толық *S*, раективті *Q*, активті *P* қуаттарын есептеңіздер. Алынған нәтижелерді есептеу нәтижелерімен салыстырыңыз.

3.2.2 Кернеу резонансын зерттеу.

3.2.2.1 3.1 – суреттегі сұлба бойынша басқа да параметрлері сақтау кезінде кернеу резонансы режимінде жұмыс жасағанда (айналымдық ω_0

және сызықты f_0) резонанстық жиілігін есептеңіз. Нәтижелерді 3.3 кестенің *«есептеу»* жолына енгізіңіз.

3.3.2.2 Резонанс кезінде тізбектің толық кедергісін, элементтеріндегі кернеу мен токты, сондай-ақ контурдың сапалылығын Q_1, сипаттамалық кедергісін ρ_1 есептеп алу керек. Контурдың активті қосынды кедергісі $r_\Sigma=(r+r_к)+r_{доб}$ 1,5…3 ұлғаятындай етіп, контурдың қосымша кедергісін $r_{кос}$ есептеу керек. Осы кезде контур Q_2 сапалылығы Q_1-ге қарағанда кіші болады. Алынған нәтижелерді 3.3 – кестедегі *«есеп»* деген жолына енгіземіз.

3.2.2.3 Өз нұсқалары үшін сұлба элементтерінің параметрлерін қойып, резонанстық контур сұлбасын (3.1 сурет) жинаймыз.

Қоректендіру көзі ретінде арнайы түрі бар сигналдар генераторын пайдаланылады, синусоидалы тербелену режиміне ауыстырып қою керек. Тізбек кірісіне 5…9 *В* тең кернеуді орнатып, содан кейін тұрақты етіп ұстап тұру керек. Амперметр мен вольтметр ретінде әмбебап сандық өлшеуіш аспапты пайдаланамыз. Алдын-ала айнымалы токты (*АС*) және кернеуге қосып, керекті шектерін таңдап алу қажет (мысалы, вольтметр 20*В*, ал амперметр 40 *мА*).

3.2.2.4 Сұлбаны қосып, кернеу U мен резонанстық жиіліктің f_0 мәнін қойып аламыз. Q_1 сапалылығы мәндері кезінде кернеу мен токтың мәнін өлшеңіздер және оларды 3.3 кестеге енгіземіз.

3.2.2.5 Алынған нәтижелерді ұқсас есептеулермен салыстырамыз. Резонанс кернеуі режимінде энергия көзінің бірдей параметрлері кезінде токтың мәні, тізбек элементтеріндегі кернеу мен активті қуат максималды мәндерге ие болады. Осы құбылыстың себептерін түсіндіру. Сұлбаны өшіру.

3.3 кесте – Тәжірибе мен есептеу нәтижелері

Параметрлер	*U*, В	f_0, Гц	I, А	r_Σ Ом	C, мкФ	L, мГн	U_r В	U_C, В	U_{Lr} В	P, Вт	Q, Вар	S, ВА
Есептеу												
Тәжірибелік												

3.2.2.6 Резонанстық жиіліктің нақты мәнін ω_0, f_0, сипаттамалық кедергіні ρ, контурдың қосынды активті кедергісін r_Σ, индуктивтілікті *L* және сыйымдылықты *C* есептеу керек. Тізбектің активті, реактивті, толық қуаттарын, тізбек элементтеріндегі кернеу мен токтың әрекеттік мәнін есептеңіздер. Нәтижелерді 3.3 - кестедегі «тәжірибе» жолына енгізіңіздер.

3.2.2.7 Q_1 және Q_2 сапалылық мәндері үшін $0{,}2f_0$ –тан $2f_0$ –қа дейінгі аралықтағы жиілікте контур *I (f)* тогының мәнін өлшеу керек. Нәтижелерді 3.4- кестеге енгіземіз.

3.2.2.8 Q_1 және Q_2 сапалылық мәндері үшін 3.2.2.7 пункт нәтижелері бойынша *I=f(f)* контурдың резонанстық қисығын тұрғызамыз. Реонанстық қисық бойынша шектік жиілікті $f_{1шек}$ және $f_{2шек}$ анықтау қажет және

контурдың өткізу алқаптарын (жолағы), сапалықтың нақты мәнін есептеу керек.

Ескере кететін жайт, үлкен сапалыққа ие контур аз өткізу жолағына ие болады.

3.4 кесте – Өлшеу нәтижелері

f, Гц				f_0				*Ескерту*
I, мА								Q_1 кезінде
I, мА								Q_2 кезінде

Өлшеулер нәтижесі бойынша үш жиілік үшін: резонанстық (f_0), резонанстықтан $(f_{1шек})$ аз және резонанстықтан $(f_{2гр})$ көп жағдайда ток пен кернеудің векторлық диаграммасын тұрғызамыз. Векторлық диаграмма бойынша осы жиіліктер үшін контурдың кірістік кедергісінің сипаты туралы қорытынды жасау керек.

Жұмыс бойынша қорытынды және есептеме құру.

Жұмыс бойынша толықтай қорытында жасау, есептеу мен тәжірибедегі шамаларда болатын айырмашылық себептерін түсіндіру.

Жұмыс бойынша есептеме рәсімдеу туралы талаптарға сәйкес жасалады.

Бақылау сұрақтары

1. Қандай токты (кернеуді) синусоидалы ток (кернеу) деп атайды? Уақыттың синусоидалы функцияның *периоды T, сызықты* f және *бұрыштық ω жиіліктері* деп нені айтады? Олардың өзара байланысы қандай?

2. Токтың, кернеудің немесе ЭҚК-тің *амплитудалық* және әрекеттік мәндері арасында байланысы қандай?

3. Ток пен кернеудің фазалық ығысуы деп нені айтады? Ток пен кернеудің фазалық ығысуының мәндерін жазыңыздар:

а) r кедергілі тізбек үшін;

б) L индуктивті элементті тізбек үшін;

в) C сыйымдылықты элементі тізбек үшін.

4. Синусоидалы токты кез келген тізбек кірісінде ток пен кернеудің фазалық ығысуын қандай аралықта өзгертуге болады?

5. *Индуктивтік* X_L және *сыйымдылық* X_C кедергілердің жиіліктен тәуелділіктері қандай? Кедергілердің, өткізгіштердің және қуаттардың үш бұрыштарынені көрсетеді?

6. Тізбектің активті кедергісі нені сипаттайды? Синусоидалы токты тізбектердегі активті қуат үшін барлық мүмкін болатын формулаларды және оның өлшем бірліктерін жазыңыз. Элементтерді тізбектей жалғаған кездегі активті, реактивті, толық қуаттар үшін формулаларды жазыңыздар.

7. Кернеулердің *векторлық диаграммалардың* тұрғызу тәртібі.

8. Резонанс құбылысы дегеніміз не? Электр тізбектерінде болатын резонанс түрлерін атаңыздар.

9. Кернеу резонансы құбылысы байқалатын электр тізбектеріндегі шарттарды атаңыздар.

10. Резонанстық контурдың негізгі сипаттамаларын анықтауға: сапалылықты Q, резонанстық жиілікті ω_0, f_0 және сипаттамалық кедергіні ρ , сондай-ақ және оларды анықтау үшін есептік формулаларды келтіріңіздер.

11. Кернеу резонансы кезіндегі активті және реактивті қуат.

4 Зертханалық жұмыс. №4 Конденсаторды, индуктивті катушканы, резисторды тізбектей жалғау кезіндегі синусоидалы токты сызықты электр тізбегін және ток резонансын зерттеу

Жұмыстың мақсаты: қабылдағыштарды параллель жалғауда синусоидалы токты сызықты электр тізбектерін есептеу әдісін меңгеру және есептеудер нәтижесін тәжірибеде зерттеу және осындай тізбектерде ток резонансы режимін алу мүмкіндіктері.

4.1 Жұмыс жасауға қажетті қондырғылар, аспаптар мен материалдар

4.1.1 Зертханалық стенд ЭЦПОТ.001 РБЭ (901).

4.1.2 Мультиметрлер.

4.1.3 Жалғаушы сымдар.

4.2 Жұмыс бағдарламасы және орындалу тәртібі

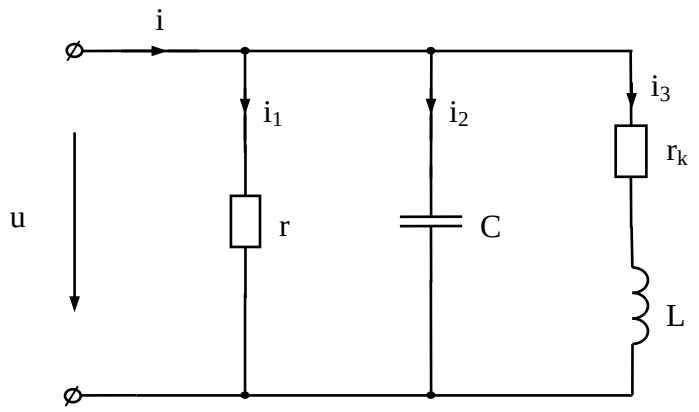
4.2.1 Конденсаторды, индуктивті катушканы, резисторды тізбектей жалғауда синусоидалы токты электр тізбегін зерттеу.

4.2.1.1 Конденсатор, индуктивті катушка (L, $r_к$), резистор r тізбектей жалғанған электр тізбегінің сұлбасын (4.1 сурет) сызыңыз және кернеу мен токтың бағытын көрсетіңіздер.

Сұлба элементтерінің параметрлерінің мәні (r, L, $r_к$, C) нұсқалары және синусоидалы кернеу (U, f) 4.1 кестеде берілген. Тапсырма нұсқасының нөмері топ нөмеріне сәйкес келеді.

4.1кесте – Сұлба элементтерінің параметрлерінің мәні мен кернеуі

Нұсқа	$U_{вх}$, В	f, Гц	r, Ом	$r_к$, Ом	L, мГн	C, мкФ
1	5	1600	220	330	–	–
2	7	1900	–	390	–	0,47
3	9	2500	–	220	10	–



4.1 сурет – Тізбектің сұлбасы

4.2.1.2 Тізбек тармақтарындағы әрекеттік мәндерді түрлендіру әдісімен есептеу және 4.2 кестеге енгіземіз.

4.2.1.3 Тізбектің активті, реактивті және толық қуатын, қуат коэффицентін есептеңіз және оларды 4.2 кестеге енгізіңіз. Қуаттар тепе-теңдігін құрыңыз және токтардың векторлық диаграммасын тұрғызыңыз.

4.2 кесте - Тәжірибе мен есептеу нәтижелері

Параметр	U, В	f, Гц	*R*, Ом	C, мкФ	$r_к$, Ом	L, мГн	I, А	I_1, В	I_2, В	I_3, В	P, Вт	Q, Вар	S, ВА	cosφ
Есептеу														
Тәжірибе														

4.2.1.4 Есепті тәжірибеде зерттеу үшін 4.1 суреттегі зерттелетін сұлбаны зертханалық стендке жинаңыз. Бұл үшін миниблоктар жинағынан резисторды, конденсаторды, индуктивтілікті 4.1 кестедегі параметрлер бойынша таңдаңыз, сонымен қатар өлшеуіш аспаптар да қажет. Амперметр мен вольтметр ретінде әмбебап сандық өлшеуіш аспаптарды пайдаланамыз. Алдын ала айнымалы (*AC*) кернеу мен токты өлшеу режиміне қойып, сәйкесінше өлшенетін шаманың қажетті шегін таңдаймыз.

4.2.1.5 Сұлбаны арнайы түрдегі кернеулер генераторы қысқыштарына қосамыз, генератор ауыстырғышын «синусоидалы кернеу» жағдайына қоямыз.

4.2.1.6 Сұлбаны қосыңыз, кернеу U мен жиілікті f кестеге сәйкес мәнге қойып, сұлба тармақтарындағы ток пен кернеудің мәнін өлшейміз. Нәтижелерді 4.2 кестеге енгіземіз. Тәжірибені жүргізгеннен кейін сұлбаны өшіріңіз.

4.2.1.7 Кернеу мен токтың тәжірибелік мәндері бойынша барлық тізбектің толық *S*, раективті *Q*, активті *P* қуаттарын және куат коэффицентін cosφ есептеңіздер. Алынған нәтижелерді 4.2 – кестенің «тәжірибе» жолына енгізіңіз және ұқсас есептеу нәтижелерімен салыстырыңыз.

4.2.2 Ток резонансын зерттеу.

4.2.2.1 Барлық параметрлері сақтау кезінде ток резонансы режимінде жұмыс жасайтын 4.1 суреттегі сұлбаның резонанстық жиілігін (айналымдық ω_0 және сызықты f_0 жиіліктері) анықтаңыздар. Алынған нәтижелерді 4.3 – кестенің «тәжірибе» жолына енгізіңіз.

4.2.2.2 Резонанс кезіндегі тармақтардағы токты, тізбектің толық кедергісін *z*, сонымен қатар резонанс кезіндегі контурдың сипаттамалық кедергісі ρ мен сапалылығын *Q* есептеңіз. Ток резонансы кезіндегі активті, реактивті және толық қуатты анықтаңыздар және алынған нәтижелерді 4.3 кестедегі «есептеу» жолына енгізіңіздер.

4.2.2.3 Өз нұсқаңыз үшін сұлба элементтерінің параметрлерін қойып, резонанстық контур сұлбасын (4.1 сурет) жинаңыз.

Қоректендіру көзі ретінде арнайы түрі бар сигналдар генераторын пайдаланылады, синусоидалы тербелену режиміне ауыстырып қою керек. Тізбек кірісіне 5…9 *В* тең кернеуді орнатып, содан кейін тұрақты етіп ұстап тұру керек. Амперметр мен вольтметр ретінде әмбебап сандық өлшеуіш аспапты пайдаланамыз. Алдын-ала айнымалы токты (*АС*) және кернеуге қосып, керекті шектерін таңдап алу қажет (мысалы, вольтметр 20*В*, ал амперметр 40 *мА*).

4.2.2.4 Сұлбаны қосып, кернеу U мен резонанстық жиіліктің f_0 мәнін қойып, тізбек тармақтарындағы токтың мәнін өлшеңіздер және оларды 4.3 кестеге енгіземіз. Тәжірибені аяқтаған соң сұлбаны өшіріңіздер.

4.2.2.5 Алынған нәтижелерді ұқсас есептеулермен салыстырамыз. Ток резонансы режимінде тізбек кірісіндегі I_P ток бірінші режимдегі токтан айтарлықтай аз болғанына көңіл аударыңыздар! Осы құбылыстың себебін түсіндіріңіздер. Резонанс кернеуі режимінде энергия көзінің бірдей параметрлері кезінде токтың мәні, тізбек элементтеріндегі кернеу мен активті қуат максималды мәндерге ие болады. Осы құбылыстың себептерін түсіндіру. Сұлбаны өшіру.

I/I_P және $\cos\varphi_P/\cos\varphi$ қатынастардың мәнін есептеңіздер, олардың салыстырып қорытынды жасаңыздар.

4.2.2.6 Тәжірибелік мәліметтер бойынша резонанстық жиіліктің нақты мәнін ω_0, f_0, сипаттамалық кедергіні ρ, контурдың қосынды активті кедергісін r_Σ, индуктивтілікті *L* және сыйымдылықты *C*, сонымен бірге активті активті, реактивті, толық қуаттарын есептеңіздер. Нәтижелерді 4.3 - кестедегі «тәжірибе» жолына енгізіңіздер. Есептеу мен тәжірибе нәтижелерін салыстырыңыздар.

4.3 кесте – Тәжірибе мен есептеу нәтижелері

Параметр	U, *В*	f_o, *Гц*	I_P, *А*	I_{1P}, *В*	I_{2P}, *В*	I_{3P}, *В*	P_P, *Вт*	Q_P, *Вар*	$cos\varphi_P$
Есептеу									
Тәжірибе									

4.2.2.7 $0{,}2f_0$ –тан $2f_0$ –қа дейінгі аралықтағы жиілікте тізбектің тармақталмағын бөлігінің $I(f)$ тоғының мәнін өлшеу керек. Нәтижелерді 4.4-кестеге енгіземіз және осы параллель тербелмелі контур үшін ($I=f(f)$, $I_1=f(f)$, $I_2=f(f)$, $I_3=f(f)$) жиіліктік сипаттамаларды тұрғызыңыздар.

4.4 кесте – Өлшеу нәтижелері

f, Гц				f_0			
I, мА							
I_1, *м*А							
I_2, *м*А							
I_3, *м*А							

Жұмыс бойынша қорытынды және есептеме құру.

Жұмыс бойынша толықтай қорытында жасау, есептеу мен тәжірибедегі шамаларда болатын айырмашылық себептерінр түсіндіру.

Жұмыс бойынша есептеме рәсімдеу туралы талаптарға сәйкес жасалады.

Бақылау сұрақтары

1. Жиіліктен индуктивті b_L және сыйымдылықты b_C өткізгіштіктің тәуелділігі қандай? Қуат және үшбұрыш өткізгіштігі нені көрсетеді?
2. Конденсаторды, катушканы, резисторды параллель жалғағанда тізбектің активті, реактивті және толық өткізгіштігін қалац анықтайды?
3. Элементтері параллель жалғанған кезде тізбек тармақтарындағы токты және активті, реактивті, толық куатты қалай анықтайды?
4. Параллель контурдың сапалылығы мен толқындық өткізгіштігі нені түсіндіреді және оларды қалай анықтайды?
5. Электр тізбегіндегі ток резонансы құбылысы кезіндегі шарттарды атаңыз.
6. Конденсаторлар мен иделды және реалды катушкалар кезінде резонанстық жиілікті қалай анықтайды?
7. Ток розонансы кезінде активті және реактивті қуаттар, активті және раективті токтар, тізбек кірісіндегі толық ток, фазалар ығысуы, толық өткізгіштік неге тең?

5 Зертханалық жұмыс №5 Симметриялы қорек көзі және «жұлдызша» сұлба бойынша жалғанған жүктемесі бар үш фазалы тізбекті зерттеу

Жұмыстың мақсаты: үш фазалы қорек көздері мен қабылдағыштарды «жұлдызша» сұлба бойынша жалғауды үйрену. Үш фазалы тізбектің симметриялы және симметриялы емес жұмыс режимдері кезіндегі фазалық

және желілік кернеулер мен токтарды өлшеп, олардың арасындағы негізгі математикалық қатынастарды анықтау, бейтарап сымның қызметін түсіну.

5.1 Жұмыс жасауға қажетті қондырғылар, аспаптар мен материалдар

5.1.1 Зертханалық стенд ЭЦПОТ.001 РБЭ (901).
5.1.2 Мультиметрлер.
5.1.3 Жалғаушы сымдар.

5.2 Жұмыс бағдарламасы және орындау тәртібі

5.2.1 Сұлба «жұлдызша» арқылы жалғанған симметриялы жүктемесі бар үш фазалы тізбекті қалыпты және апатты режимдерде зерттеу.

5.2.1.1 Үш фазалы қорек көзі мен қабылдағыштың «жұлдызша» қосылған сұлбаларын сызыңыз, оларда ЭҚК, фазалық және желілік кернеулердің оң бағытын көрсетіңіз (5.1 сурет).

5.2.1.2 Фазалық және желілік кернеулердің арасындағы қатынасты Кирхгофтың екінші заңы негізінде анықтаңыздар.

5.2.1.3 5.1- кестеде келтірілген фазалық кернеудің мәндері бойынша симметриялы қорек көзінің үш фазалы ЭҚК фазалық және желілік кернеулерінің векторлық диаграммасын тұрғызыңыз. Векторлық диаграмма бойынша желілік кернеулердің және $U_ж/U_ф$ қатынасының мәндерін анықтаңыз.

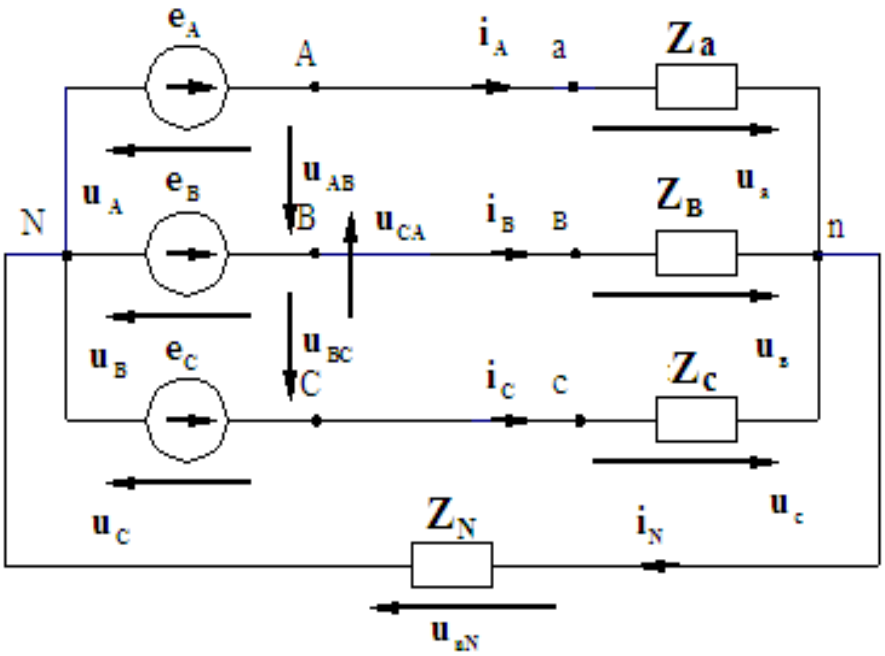
5.2.1.4 «Жұлдызша» сұлба бойынша жалғанған үш фазалы қабылдағыштың симметриялы және симметриялы емес жұмыс режимдеріне қатысты активті, реактивті және толық қуаттардың формулаларын жазыңыз және есептеңіз.

5.2.1.5 5.1- кестеде келтірілген қабылдағыштар мен қорек көзінің үш фазалы симметриялы ЭҚК бойынша 5.1 –суреттегі сұлбаның 5.2 кестедегі барлық режимдері үшін тізбектің кернеуі мен тогын есептеңіздер. Есептеу нәтижесін 5.2 кестеге енгізіңіздер.

5.1 кесте – Үш фазалы тізбектің элементтерінің параметрлері

Нұсқа	$E_Ф=U_ф$, В.	f, Гц.	$Z_а$= r, Ом	$Z_в$= r, Ом	$Z_с$= r, Ом
1					
2					
3					

5.2.1.6 5.1 суреттегі зерттелетін сұлбаны зертханалық стендке жинаңыз. Бұл үшін миниблоктар жинағынан 5.1-кестедегі үш резисторды параметрлерімен және есептеу нәтижелердін тәжірибелік тексеру үшін қажетті аспаптарды алыңыздар.



5.1 сурет - «Жұлдызша-жұлдызша» сұлбалы үш фазалы тізбектің генератор мен жүктеменің фазаларын жалғау кезіндегі сұлбасы

5.2.1.7 Үш фазалы тізбекті қосыңыздар. Үш фазалы кернеу блогынан желілік (U_{AB}, U_{BC}, U_{CA}) және фазалық (U_A, U_B, U_C) кернеулер шамаларын өлшеңіз. $U_Л/U_Ф$ қатынасын анықтаңыз. Үш фазалы (U_a, $U_в$, U_c) жүктеменің фазалық кернеудің шамаларын және араласу (U_{nN}) кернеуін, фазалық (желілік) (I_A, I_B, I_C) токтарды және нөлдік сымдағы (I_N) токты өлшеңіздер.

Тәжірибені екі жағдайда жүргізіңіздер:

а) нөлдік сымды (Z_N=0) «жұлдызша» сұлба бойынша;

б) нөлдік сымсыз (Z_N=∞) «жұлдызша» сұлба бойынша.

Олардың өлшеу нәтижелерін 5.2 кестеге енгізіңіз. Тәжірибелік мәліметтерді теориялық (аналитикалық) мәндермен салыстырып, қорытынды жасаңыз.

5.2.1.8 Үш фазалы тізбекте апатты режимдегі тәжірибелік зерттеу үшін Z_a = ∞ и Z_a = 0 кезіндегі тәжірибені жүргізіңіздер. Олардың өлшеу нәтижелерін 5.2 кестеге енгізіңіз. Тәжірибелік мәліметтерді теориялық (аналитикалық) мәндермен салыстырып, қорытынды жасаңыз.

5.2.2 Сұлба «жұлдызша» арқылы жалғанған симметриясы емес жүктемесі бар үш фазалы тізбекті зерттеу.

5.2.2.1 5.3 кестеде келтірілген симмертиялы емес қабылдағыштар мен қорек көзінің үш фазалы симметриялы ЭҚК бойынша 5.1 – суреттегі сұлбаның 5.2 кестедегі барлық режимдері үшін қабылдағыштың фазалар кедергісін, тізбектің кернеуі мен тогын есептеңіздер. Тізбектің активті, реактивті және толық қуатын есептеңіздер. Есептеу нәтижесін 5.2 кестеге енгізіңіздер.

5.2.2.2 5.1 суреттегі зерттелетін сұлбаны үш фазалы кернеу блогы мен миниблоктар қолдана отыра жинаңыз.

5.2 кесте – Есептеу мен өлшеу нәтижелері

Жұмыс режимі	Анықтау тәсілі	U_{AB}, В	U_{BC} В.	U_{CA} В.	U_A В.	U_B В.	U_C В.	U_a В.	$U_в$ В.	U_c В.	U_{nN} В.	I_A А.	I_B А.	I_C А.	I_N А.	Z_N Ом
Симмет. режим	Аналитикалық															0
	Тәжірибелік															0
Za =$Z_в$= =Z_c= r.	Аналитикалық															∞
	Тәжірибелік															∞
Апатты режим (үзілгенде)	Аналитикалық															0
	Тәжірибелік															0
Z_a= ∞ $Z_в$=Z_c= r.	Аналитикалық															∞
	Тәжірибелік															∞
Апатты режим (қыс.тұй)	Аналитикалық															0
	Тәжірибелік															0
Z_a =0. $Z_в$=Z_c= r.	Аналитикалық															∞
	Тәжірибелік															∞
сим.емес режим	Аналитикалық															0
	Тәжірибелік															0
Z_a≠$Z_в$≠ ≠Z_c	Аналитикалық															∞
	Тәжірибелік															∞

5.3 кесте - Тәжірибе нәтижелері

Нұсқа	$E_Ф$= =$U_ф$ В	f, Гц	r_a, Ом	L_a, мГн	C_a, мкФ	Z_a, Ом	$r_в$, Ом	$L_в$, мГн	$C_в$, мкФ	$Z_в$, Ом	r_c, Ом	L_c, мГн	C_c, мкФ	Z_c, Ом
1														
2														
3														

5.2.2.3 Үш фазалы тізбекті қосыңыздар. Үш фазалы кернеу блогынан желілік (U_{AB}, U_{BC}, U_{CA}) және фазалық (U_A, U_B, U_C) кернеулер шамаларын өлшеңіз. $U_Л/U_Ф$ қатынасын анықтаңыз. Үш фазалы (U_a, $U_в$, U_c) жүктеменің фазалық кернеудің шамаларын және араласу (U_{nN}) кернеуін, фазалық (желілік) (I_A, I_B, I_C) токтарды және нөлдік сымдағы (I_N) токты өлшеңіздер.

Тәжірибені екі жағдайда жүргізіңіздер:

а) нөлдік сымды (Z_N=0) «жұлдызша» сұлба бойынша;

б) нөлдік сымсыз (Z_N=∞) «жұлдызша» сұлба бойынша.

Олардың өлшеу нәтижелерін 5.2 кестеге енгізіңіз. Тәжірибелік мәліметтерді теориялық (аналитикалық) мәндермен салыстырып, қорытынды жасаңыз.

5.2.3 Жұмыс бойынша толықтай қорытынды жасаңыздар және есептеме дайындаңыздар. Есептеме рәсімдеу талаптарына сәйкес жасалады.

Бақылау сұрақтары

1. Қандай электр тізбектерін үш фазалы тізбек деп атайды?
2. Үш фазалы симметриялы ЭҚК жүйесі дегеніміз не?
3. Үш фазалы электр көздері мен қабылдағыштарының фазаларын қандай сұлба болынша қосады?
4. Үш фазалы тізбекте қандай токтар мен кернеулерді фазалық деп атайды?
5. Үш фазалы тізбекте қандай токтар мен кернеулерді сызықты (желілік) деп атайды?
6. Кез келген үшфазалы көздің фазалық және желілік кернеулері (ток) арасындағы қатынас «жұлдызша» сұлбалары кезінде қандай математикалық өрнектер арқылы анықталады?
7. Бейтарап сымның қызметіне түсініктеме беріңіз. Қандай жағдайда аралас кернеу пайда болады?
8. Қандай үш фазалы электр энергиясы көздері мен қабылдағыштарын симметриялы жүйе немесе симметриялы емес жүйе деп атайды?
9. Үш фазалы симметриялы немесе симметриялы емес тізбектерде қуат пен токты қалай анықтайды?

6 Зертханалық жұмыс №6. Симметриялы қорек көзі және «үшбұрыш» сұлба бойынша жалғанған жүктемесі бар үш фазалы тізбекті зерттеу

Жұмыстың мақсаты:

- үш фазалы қорек көздері мен жүктемесі «үшбұрыш» сұлбасы бойынша жалғанған үш фазалы тізбектерді тәжірибелік жолмен зерттеуді меңгеру;
- «үшбұрыш» сұлбасы бойынша жалғанған үш фазалы тізбектердің симметриялық және симметриялық емес жұмыс режимдерінде фазалық және сызықты (желілік) шамалардың негізгі қатынасын тәжірибеде меңгеру.

6.1 Жұмыс жасауға қажетті қондырғылар, аспаптар мен материалдар

6.1.1 Зертханалық стенд ЭЦПОТ.001 РБЭ (901).
6.1.2 Мультиметрлер.
6.1.3 Жалғаушы сымдар.

6.2 Жұмыс бағдарламасы және орындау тәртібі

6.2.1 Сұлба «үшбұрышша» арқылы жалғанған симметриялы жүктемесі бар үш фазалы тізбекті қалыпты және апатты режимдерде зерттеу.

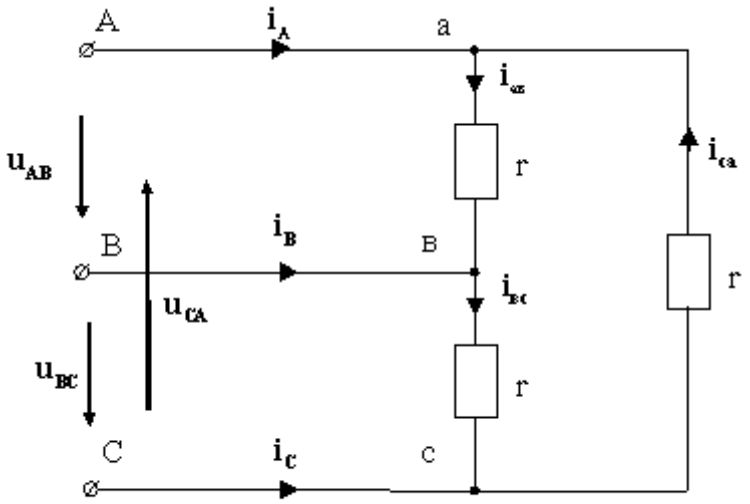
6.2.1.1Үш фазалы электр энергиясы қабылдағышының «жұлдызша» етіп қосылған сұлбаларын сызыңыз, оларда ЭҚК, фазалық және желілік кернеулердің оң бағытын көрсетіңіз (6.1 сурет).

6.2.1.2 Фазалық және желілік токтарының арасындағы қатынасты Кирхгофтың бірінші заңы негізінде анықтаңыздар.

6.2.1.3 6.1- кестеде келтірілген мәндері бойынша симметриялы қорек көзінің үш фазалы ЭҚК фазалық және желілік токтарының векторлық диаграммасын тұрғызыңыз. Векторлық диаграмма бойынша желілік токтардың және $U_ж/U_ф$ қатынасының мәндерін анықтаңыз.

6.2.1.4 «Үшбұрышша» сұлба бойынша жалғанған үш фазалы қабылдағыштың симметриялы және симметриялы емес жұмыс режимдеріне қатысты активті, реактивті және толық қуаттардың формулаларын жазыңыз және есептеңіз.

6.2.1.5 6.1- кестеде келтірілген қабылдағыштар мен қорек көзінің үш фазалы симметриялы ЭҚК бойынша 6.1 –суреттегі сұлбаның 6.2 кестедегі барлық режимдері үшін тізбектің тогын есептеңіздер. Есептеу нәтижесін 6.2 кестеге енгізіңіздер.



6.1 сурет – «Үшбұрышша» сұлбалы үш фазалы тізбектің генератор мен жүктеменің фазаларын жалғау кезіндегі сұлбасы

6.1 кесте - Үш фазалы тізбектің элементтерінің параметрлері

Нұсқа	$E_Ф=U_ф$, В.	f, Гц.	$Z_{ав}$= r, Ом	$Z_{вс}$= r, Ом	$Z_{са}$= r, Ом
1					
2					
3					

6.2.1.7 Үш фазалы энергия тізбек көзін қосыңыздар. Үш фазалы кернеу блогынан желілік (U_{AB}, U_{BC}, U_{CA}) және фазалық (U_A, U_B, U_C) кернеулер шамаларын өлшеңіз. $U_Л/U_Ф$ қатынасын анықтаңыз. Үш фазалы жүктеменің фазалық ($I_{ав}$, $I_{вс}$, $I_{са}$) және желілік (I_A, I_B, I_C) токтарын өлшеңіздер. Өлшеу нәтижелерін 6.2 кестеге енгізіңіздер. Тәжірибе мен есептеу нәтижелерін салыстырып, қорытынды жасаңыздар.

6.2.1.8 Үш фазалы тізбекті апатты режимде тәжірибелік зерттеу үшін $Z_{ав} = \infty$, (қабылдағыштың фазасы үзілгенде) және $Z_{ЛА} = \infty$, (А желісі үзілгенде) кезіндегі тәжірибені жүргізіңіздер. Олардың өлшеу нәтижелерін 6.2 кестеге енгізіңіз. Тәжірибелік мәліметтерді теориялық (аналитикалық) мәндермен салыстырып, қорытынды жасаңыз..

6.2.2 Сұлба «үшбұрышша» арқылы жалғанған симметриялы емес жүктемесі бар үш фазалы тізбекті зерттеу.

6.2.2.1 6.3 кестеде келтірілген симмертиялы емес қабылдағыштар мен қорек көзінің үш фазалы симметриялы ЭҚК бойынша 6.1 – суреттегі сұлбаның 6.2 кестедегі барлық режимдері үшін қабылдағыштың фазалар кедергісін, желілік кернеуді, тізбектің кернеуі мен тогын есептеңіздер. Тізбектің активті, реактивті және толық қуатын есептеңіздер. Есептеу нәтижесін 6.2 кестеге енгізіңіздер.

6.2 кесте – Есептеу мен өлшеу нәтижелері

Жұмыс режимі	Анықтау тәсілі	U_A, В.	U_{BC}, В.	U_{CA}, В.	U_{AB}, В.	U_{BC}, В.	U_{CA}, В.	I_A, А.	I_B, А.	I_C, А.	$I_{ав}$, А.	$I_{вс}$, А.	$I_{са}$, А.
Симмет. режим $Z_{ав}=Z_{вс}=$ $=Z_{са}$ = r.	Анали-тикалық												
	Тәжірибелік												
Апатты режим: $Z_{ав} = \infty$ $Z_{вс}=Z_{са}$= r.	Анали-тикалық												
	Тәжірибелік												
$Z_{ав}=Z_{вс}=$ $=Z_{са}$ = r. $Z_{ЛА} = \infty$	Анали-тикалық												
	Тәжірибелік												
Сим. ем. режим $Z_{ав} \neq Z_{вс} \neq$ $\neq Z_{са}$	Анали-тикалық												

6.2.2.2 6.1 суреттегі зерттелетін сұлбаны үш фазалы кернеу блогы мен миниблоктағы резистор, индуктивті және сыйымдылықты элементтерді қолдана отыра жинаңыз.

6.3 кесте – Үш фазалы тізбектің элементтерінің параметрлері

Нұсқа	$E_Ф$= =$U_ф$ В	f, Гц	$r_{ав}$, Ом	$L_{ав}$, мГн	$C_{ав}$, мкФ	$Z_{ав}$, Ом	$r_{вс}$, Ом	$L_{вс}$, мГн	$C_{вс}$, мкФ	$Z_{вс}$, Ом	$r_{са}$, Ом	$L_{са}$, мГн	$C_{са}$, мкФ	$Z_{са}$, Ом
1														
2														
3														

6.2.2.3 Үш фазалы тізбекті қосыңыздар. Үш фазалы кернеу блогынан желілік (U_{AB}, U_{BC}, U_{CA}) және фазалық (U_A, U_B, U_C) кернеулер шамаларын және симметриялы емес үш фазалы жүктеменің фазалық ($I_{ав}$, $I_{вс}$, $I_{са}$) және желілік I_A, I_B, I_C) токтарының шамаларын өлшеңіз. Олардың өлшеу нәтижелерін 6.2 кестеге енгізіңіз. Тәжірибелік мәліметтерді теориялық (аналитикалық) мәндермен салыстырып, қорытынды жасаңыз.

6.2.3 Жұмыс бойынша толықтай қорытынды жасаңыздар және есептеме дайындаңыздар. Есептеме рәсімдеу талаптарына сәйкес жасалады.

Бақылау сұрақтары

1. Үш фазалы электр энергиясынң көздері мен қабылдағыштардың қандай сұлбасы «үшбұрыш» сұлба деп аталады?
2. Үш фазалы қорек көзі мен қабылдағыштар «үшбұрыш» сұлба бойынша жалғанғанда симметриялы емес үшін фазалық және желілік токтардың арасындағы қатынасты келтіріңіз.
3. Үш фазалы қорек көзі мен қабылдағыштар «үшбұрыш» сұлба бойынша жалғанғанда симметриялы емес үшін фазалық және желілік токтардың арасындағы қатынасты келтіріңіз.
4. Үш фазалы қорек көзі мен қабылдағыштар «үшбұрыш» сұлба бойынша жалғанған кезде фазалық және желілік токтарды қалай есептейді?
5. Үш фазалы қорек көздері мен қабылдағыштары «үшбұрыш» сұлбасының артықшылықтарын және ерекшеліктерін атаңыз.

7 Зертханалық жұмыс №7. Бір фазалы екі орамалы трансформаторды зерттеу

Жұмыстың мақсаты:

- бір фазалы екі орамалы трансформатордың жұмыс істеу принципін меңгеру;

- бір фазалы екі орамалы трансформатордың қасиеттерін тәжірибеде зерттеу және тәжірибе нәтижелері бойынша трансформатордың негізгі параметрлерін анықтауды үйрену.

7.1 Жұмыс жасауға қажетті қондырғылар, аспаптар мен материалдар

7.1.1 стендті қоректендіруші модуль (МПС), қоректендіруші модуль (МП), бір фазалы трансформатордың модулі (ОдТр) және өлшеу модулі (МИ).

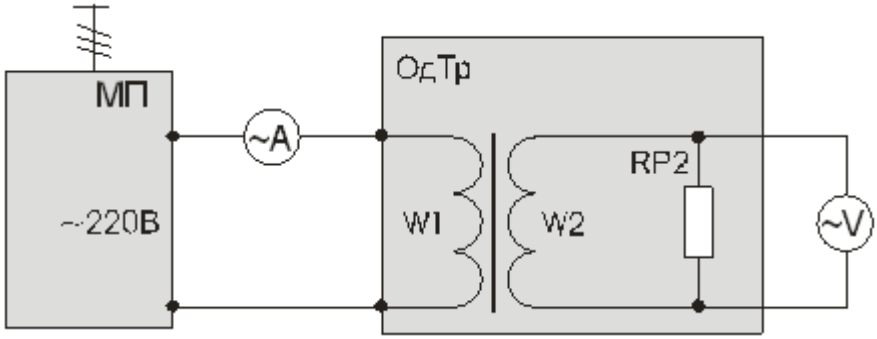
7.1.2 Жалғаушы сымдар.

7.2 Жұмыс бағдарламасы және орындау тәртібі

7.2.1 Активті жүктеме кезіндегі трансформатордың шықпалық сипаттамасын түсіру және оны есептелген мәнімен салыстыру.

7.2.2 Жұмысты орындамас бұрын модульдерді (7.2 сурет) алғашқы қалпына келтіру керек. Ол үшін стендті қоректендіретін QF1 автоматтық ажыратқыш ажыратулы тұрған кезде: бір фазалы трансформатор модулінің SA2 ауыстырып қосқышын «∞» қою керек.

Жұмыста екі орамалы бір фазалы трансформатор пайдаланылады, оның каталогтік мәліметтері қосымшада (А) келтірілген.



7.2 сурет – Трансформатордың шықпалық сипаттамасын түсіруге арналған сұлба

7.2.3 Бір фазалы трансформатор МП модулінің реттелмейтін айнымалы ток көзіне «~220» қосылады. Жүктеме туғызу үшін трансформатордың екінші реттік тізбегіне реттелетін кедергі RP2 қосылады. Бірінші және екінші реттік орамалардың параметрлерін бақылау МИ модулінің PV және PA аспаптарының көмегімен іске асырылады.

7.2.4 Тәжірибе келесідей ретпен жүргізіледі:

- МПС және МП модульдерінің QF1 және QF2 автоматты ажыратқыштарын қосу керек, бұл кезде трансформатор бос жүріс режимінде жұмыс істейді, алынған нәтижені 7.1 кестеге жазу керек;

- ОдТр модулінің SA2 ауыстырып қосқышымен екінші реттік ораманың тогын, бірінші реттік орама тогы $I_1 \approx I_{1н}$ ($I_1 = I_{1H} = S_н/U_{1н}$) тең болғанға дейін өзгерту керек. Мұндағы S_H - толық қуат (А *қосымшасы*), кВА; U_{1H} - екінші реттік номинал кернеу (*А қосымшасы*), В.

SA2 ауыстырып қосқышты «0» қоймау керек.

Тәжірибеден алынған мәліметтерді 7.1 кестеге жазыңыз. Тәжірибені орындап болған соң SA2 «∞» қойып, QF1 және QF2 автоматтарды ажырату керек.

7.2.5 Тәжірибеден алынған мәліметтер бойынша трансформатордың шықпалық сипаттамасын тұрғызып, оның жүктемелік $k_{нг}=I_2/I_{2н}$ және трансформациялық коэффициенттерін $k_{тр}=U_1/U_2$ есептеу керек. Екінші реттік орама тогы $I_2=I_1 \cdot k_{тр}$, А.

7.1 кесте – Өлшеу мен есептеу нәтижелері

Тәжірибе мәліметтері		Есептелетін шамалар		
U_2, В	I_1, А	$k_{тр}$	$k_{нг}$	I_2, А

7.2.6 Жұмыс бойынша толық қорытынды жасау және есептеме құру.

Бақылау сұрақтары

1. Қандай себептермен трансформатор өзекшесі жұқа электртехникалық болат табақшалары арасы оқшауланып жиналады?
2. Трансформатордың жұмыс істеу принципі.
3. Трансформаторлардағы магниттік және электрлік шығындар неге байланысты орын алады?
4. Бос жүріс тәжірибесін қандай мақсатта жүргізеді?
5. Қысқа тұйықталу тәжірибесін қандай мақсатта жүргізеді?
6. Трансформатордың бірінші орамасының кірісіндегі кернеудің қандай мәнінде қысқа тұйықталу тәжірибесі жүргізіледі?
7. трансформатордың бос жүріс тогы неге өте аз және номиналды токтың неше пайызын құрайды?
8. Жүктеме коэффициенті мен трансформация коэффицентін қалай анықтайды?
9. Трансформатордың ПӘК қалай анықтайды?

8 Зертханалық жұмыс №8. Тәуелсіз қоздырылатын тұрақты токты электр қозғалтқышын зерттеу

Жұмыстың мақсаты:

- тәуелсіз қоздырылатын тұрақты токты электр қозғалтқышының жұмыс режимін және әрекет ету принципін меңгеру, білу;
- тәуелсіз қоздырылатын тұрақты токты электр қозғалтқышының сипаттамаларын тәжірибеде зерттеу және қозғалтқыштың энергетикалық диаграммасын тұрғызуды зерттеу.

8.1 Жұмыс жасауға қажетті қондырғылар, аспаптар мен материалдар

8.1.1 Зертханалық стенд, стендті қоректендіруші модулден (МПС), қоректендіруші модуль (МП), қосымша кедергілер модулі №1 (МДС1), қосымша кедергілер модулі №2 (МДС2), күштік модуль (СМ), жиілікті түрлендіргіш модулі (ПЧ), енгізу-шығару модулі (МВВ).

8.1.2 Жалғаушы сымдар.

8.2 Жұмыс бағдарламасы және орындау тәртібі

8.2.1 Тұрақты ток генераторын (ТТГ) тәжірибе арқылы зерттеу үшін сұлбаны, жұмыс барысында пайдаланылатын модульдер құрамын және атқаратын жұмысын оқып білу.

8.2.2 ТТҚ зертханада зерттеу өткізу үшін қажетті сұлбаны жинаңыз және қосып байқаңыз.

8.2.3 Мехникалық және электрмеханикалық сипаттамасын алыңыздар.

8.2.4 Тәжірибе нәтижесін өңдеңіз және жұмыс бойынша қорытынды жасап, есеп беруге дайындалыңыз.

8.2.5 Тәуелсіз қоздырылатын тұрақты ток қозғалтқышын тәжірибе арқылы зерттеу үшін 8.2 суреттегі сұлбаны жинаңыз.

ТТҚ якорь тізбегі ток датчигі мен кернеу көзі арқылы реттелмейтін тұрақты ток көзінің МП шығысына қосылады. Қоздыру орамасы арқылы реттелмейтін тұрақты ток көзінің МП шығысына қосылады.

Күштік модульдің ДТ, ДН және ПЧН шықпалары МВВ модулінің ADC1, ADC2 және ADC3 кірмелеріне сәйкестендіріліп қосылады.

Тежеуші режимдерді моментті реттеу режиміне ауыстырылған жиілік түрлендіргішіне қосылған асинхронды электр қозғалтқышын қамтамасыз етеді.

8.2.6 Зертханалық жұмысты орындамас бұрын модульдерді алғашқы қалпына келтіру керек.

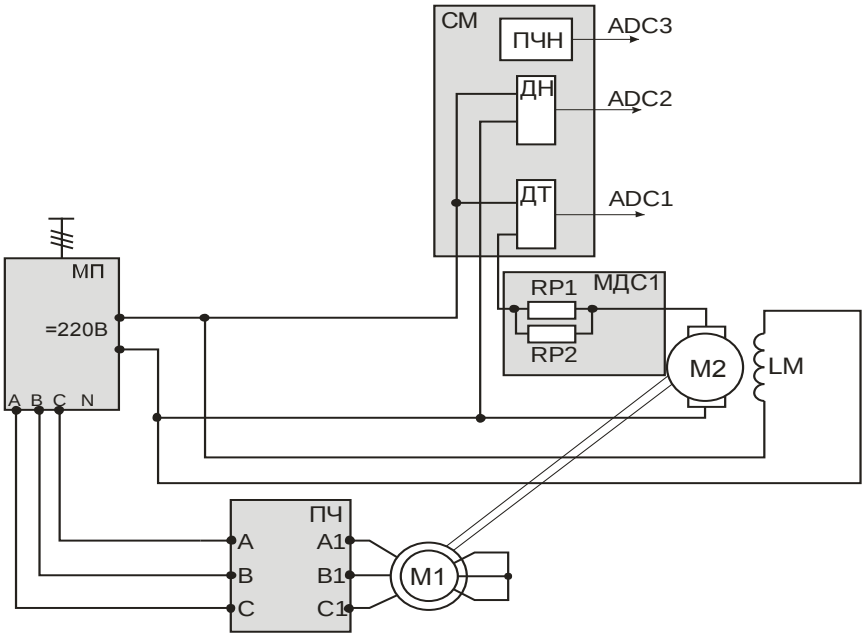
– МДС1 модулінің SA1 ауыстырып қосқышын «∞» қою керек;

- жұмысты орындамас бұрын ПЧ моментті реттеу режиміне ауыстыру керек (*А қосымшасы*);

- ПЧ моментті реттеу режиміне ауыстырған соң МДС1 модулінің SA1 ауыстырып қосқышын «0» қойып жұмыстың соңына дейін ауыстырмау керек.

8.2.6 Табиғи механикалық және электр механикалық сипаттамаларды түсіру. Тәжрибе келесі ретпен жүргізіледі:

- МПС және МП модульдерінің QF1 және QF2 автоматтарын қосу керек, бұл кезде тұрақты ток қозғалтқышы жүреді;
- ПЧ (SA3) жұмыс істеуіне рұқсат беру керек және модулдің SA1 ауыстырып қосқышымен қажетті айналу бағытын таңдап, потенциометрдің көмегімен RP1 тежеуші моментті беру керек. Егер қозғалтқыштың айналу жиілігі өсетін болса, онда моментті беру бағытын ауыстыру керек;
- тәжрибені жүргізген кезде якорь тогын бақылау керек. Ол 1.5 А аспауы керек;



8.2 сурет - Тәуелсіз қоздырылатын қозғалтқышты зерттеуге арналған сұлба

8.1 кесте - Тәжірибе нәтижелері

n,айн/мин									
$I_Я$, *А*									
$U_Я$, *В*									
$P_Я$, *Вт*									
$\Delta P_{ЭЛЯ}$, *Вт*									
$\Delta P_{МЕХ.ТТК}$,*Вт*									
$P_Б$, *Вт*									
η									
ω, *1/с*									
$M_Б$, *Н·м*									

-

- тәжірибені жүргізу барысында бос жүріс режимінен бір нүкте және қозғалтқыш режимінен бірнеше нүкте түсіру керек.

Тәжірибе мәліметтерін 8.1 кестеге жазу керек.

Жұмысты орындап болғаннан соң барлық модульдердің ауыстырып қосқыштарын алғашқы қалпына қою керек.

8.2.7 Есептеуге арналған формулалар:

Қозғалтқышқа берілетін қуат, Вт:

$$P_Я = U_Я \cdot I_Я . \qquad (8.1)$$

ТТҚ якорь тізбегіндегі шығындар, Вт:

$$\Delta P_{ЭЛ} = I_Я^2 \cdot r_Я , \qquad (8.2)$$

мұндағы $r_я$ – ТТҚ якорь тізбегіндегі кедергі (А *қосымшасы*), Ом.

Қозғалтқыштың білігіндегі қуат, Вт:

$$P_Б = P_Я - \Delta P_{ЭЛЯ} - \Delta P_{МЕХТТК} , \qquad (8.3)$$

мұндағы $\Delta P_{МЕХТТК}$ – ТТҚ механикалық шығындары (А қосымшасы), Вт.

Қозғалтқыш режим үшін пайдалы әсер коэффициенті:

$$\eta = \frac{P_Б}{P_Я} . \qquad (8.4)$$

Қозғалтқыштың айналу жиілігі, 1/с:

$$\omega = \frac{2\pi}{60} \cdot n . \qquad (8.5)$$

Қозғалтқыштың білігіндегі момент, Н·м:

$$M_Б = \frac{P_Б}{\omega} . \qquad (8.6)$$

8.2.8 8.1 кестенің мәліметтері бойынша механикалық, электромеханикалық, сондай-ақ $\eta = f(M), \eta = f(I_Я)$ сипаттамаларын тұрғызыңдар.

Жұмыс барысында диаграммаларды қозғалтқыш режимі үшін, сондай-ақ бос жүріс режимі үшін тұрғызу керек.

8.2.8 Жұмыс бойынша толықтай қорытынды жасаңыздар және есептеме дайындаңыздар. Есептеме рәсімдеу талаптарына сәйкес жасалады.

Бақылау сұрақтары

1. ТТ электр қозғалтқыштарының жұмыс істеу принципі мен құрылымын айтыңыз?

2. ТТҚ механикалық және электрмеханикалық сипаттамасын түсіндіріңіз.

3. Негізгі параметрлерді (қуат, біліктігі момент,айналу жиілігі, ПӘК, қуат шығындары) қалай анықтайды?

4. ТТҚ айналу бағытын қалай өзгертеді?

5. Қозғалтқыштың энергетикалық диаграммасы дегеніміз не?

6. ТТҚ айналу білігіндегі жүктемені өскен кезде оның якорь тогы неге өседі?

7. Қоздырушы ток азайған кезде ТТҚ айналу жиілігі неге өседі?

8. Қоздырушы ток азайғанда және қозғалтқыштың білігіндегі кедергі моменті тұрақты болған кезде якорь тогы қалай өзгеру керек?

9. Егер якорь тізбегіне қосымша кедергі $R_{қос}$ енгізсе, қозғалтқыштың механикалық сипаттамасының түрі қалай өзгереді?

9 Зертханалық жұмыс №9. Қысқаша тұйықталған роторлы үш фазалы асинхронды электр қозғалтқышын зерттеу

Жұмыстың мақсаты: асинхронды қозғалтқыштың жұмыс істеу режимдерін және принциптерін оқып білу. Қысқаша тұйықталған роторлы үш фазалы асинхронды қозғалтқыштың сәйкес келетін тәжірибелік сипаттамаларды алу жолымен сипаттамаларын тәжірибеде зерттеу.

9.1 Жұмыс жасауға қажетті қондырғылар, аспаптар мен материалдар

9.1.1 Зертханалық стенд, стендті қоректендіруші модуль (МПС), қоректендіруші модуль (МП), қуатты өлшеу модулі (МИМ); қосымша кедергілер модулі №1 (МДС1), қосымша кедергілер модулі №2 (МДС2), күштік модуль (СМ), жиілікті түрлендіргіш модулі (ПЧ), енгізу-шығару модулі (МВВ).

9.2 Жұмыс бағдарламасы және орындау тәртібі

9.2.1 Қысқаша тұйықталған роторлы асинхронды қозғалтқышты зерттеу үшін арналған сұлбаны оқып үйрену.

9.2.2 Қозғалтқыштың механикалық және электрмеханикалық сипаттамаларын түсіру.

9.2.3 η, $cos(\varphi)=f(M)$ тәуелділігін тұрғызу.

9.2.4 Бірнеше жұмыс режимдері үшін қозғалтқыштың энергетикалық диаграммаларын тұрғызу.

9.2.5 Эксперименттік мәліметтерге өңдеу жүргізу, есеп беруге дайындалу және жұмыс бойынша қортынды жасау.

9.2.6 Асинхронды электр қозғалтқышын зерттеуге арналған сұлба 9.1суретте көрсетілген.

Бұл жұмыста зерттелетін асинхронды қозғалтқыш, қоректендіруші модульдің 3х380В шықпаларына қуат өлшегіші және ток пен кернеу датчиктері арқылы қосылады.

Ток пен кернеу датчиктерінің шықпалары, сондай-ақ ПЧН кірмесі ADC1, ADC2, ADC3 модулінің кірмесіне қосылады. Тиристорлық

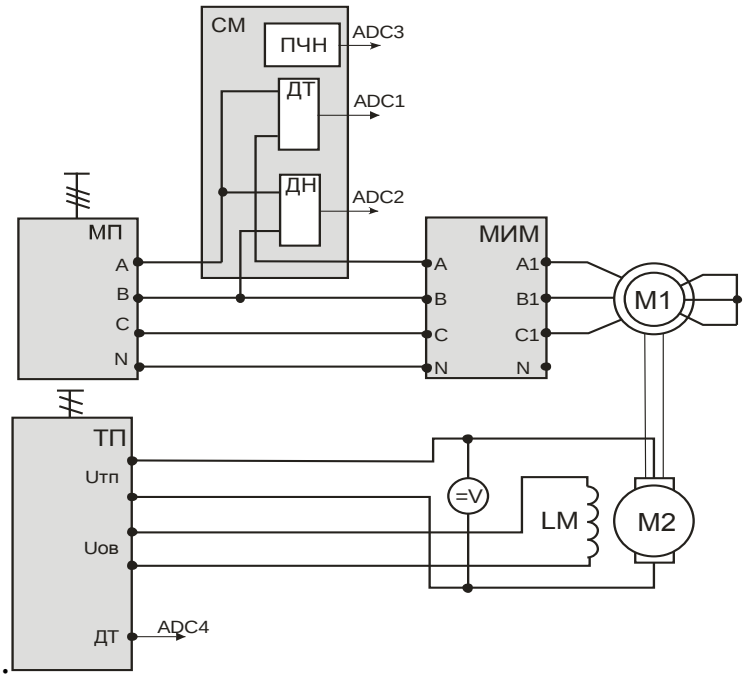
түрлендіргіштегі якорь тогы датчигінің шықпасы ADC4 модулінің кірмесіне жалғанады. Якорьдегі кернеу МИ модуліндегі вольтметрдің көмегімен бақыланады.

Жүктемелік машина міндетін, тиристорлық түрлендіргішке (ТП) қосылған тұрақты ток қозғалтқышы атқарады.

9.2.7 Зертханалық жұмысты орындамас бұрын модульдерді алғашқы қалпына келтіру керек.

Тиристорлық түрлендіргіштің «Сеть» ауыстырып қосқышын төменгіқалыпқа, SA2 ауыстырып қосқышын «Момент» қалпына, SA3 ауыстырып қосқышын «Руч» қалпына, SA4 ауыстырып қосқышын «НМ» қалпына, SA6 а жұмысты арнайы компьютерде орындау үшін DeltaProfi бағдарламасын қосып және орындалатын жұмысты таңдау керек.

Жұмысты бастаудың алдында ТП моментті реттеу режиміне ауыстыру керек.



9 1 сурет - Асинхронды электр қозғалтқышын зерттеу үшін арналған сұлба

9.2.8 Қозғалтқыштың механикалық және электр механикалық сипаттамаларын түсіру.

Тәжірибе келесідей ретпен жүргізіледі:

- QF1, QF2 автоматты ажыратқыштарды қосу керек – асинхронды қозғалтқышқа кернеу беріледі;
- «Сеть» кнопкасын қосып ТП қоректендіру керек;
- ТП жұмысына рұқсат беру керек (SA6) және моментті беретін бағытты таңдау керек (ТП модулінің SA5 ауыстырып қосқышы).

RP1 потенциометрін өзгертіп жүктеме моментін беру керек. Егер айналу жиілігі өссе, онда жүктеме моментінің бағытын ауыстыру керек;

- қозғалтқыш режимінде бірнеше нүкте түсіру керек, сонан соң моменттің бағытын өзгертіп (ТП модулінің SA5 ауыстырып қосқышы) генератор режимінде бірнеше нүкте түсіру керек. Тәжірибе жүргізген кезде ТТҚ якоріндегі токты бақылап отыру керек. Ол 1.5А аспауы керек.

Тәжірибе мәліметтерін 9.1 кестеге жазу керек.

9.2.9 Тәжірибені орындап болғаннан кейін модульдердің барлық ауыстырып қосқыштарын алғашқы қалпына қою керек.

9.2.10 Есептеу формулалары.

Қозғалтқыштың айналу жиілігі, 1/с.

9.1 кесте – Өлшеу мен есептеу нәтижелері

n, *айн/мин*									
$U_Ф$, В									
I_C, А									
P_C, Вт									
ω, 1/с									
S, В·А									
cos(φ)									
$\Delta P_{ЭЛ.СТ}$, *Вт*									
$\Delta P_{МЕХ.АҚ}$, *Вт*									
$P_В$, Вт									
$M_В$, Н·м									
η									

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi}{60} \cdot n.$$

Желіден тұтынатын толық қуат, В·А:

$$S = 3 \cdot U_Ф \cdot I_C.$$

Электр қозғалтқышының қуат коэффициенті *cos(φ):*

$$\cos(\varphi) = \frac{P_C}{S},$$

мұнда P_C – желіден тұтынатын актиыті қуат, Вт.

Статор тізбегіндегі электрлік шығындар, Вт:

$$\Delta P_{ЭЛСТ} = 3 \cdot I_C^2 \cdot r_C,$$

мұнда r_c – статор фазасындағы ораманың кедергісі (А қосымшасы).

Қозғалтқыштың білігіндегі пайдалы қуат, Вт:

$$P_B = P_C - \Delta P_{ЭЛСТ} - \Delta P_{МЕХ.АД},$$

мұнда $\Delta P_{МЕХ.АҚ}$ – қозғалтқыштың механикалық шығыны (А қосымшасы), Вт.

Қозғалтқыштың білігіндегі момент, Н·м:

$$M_B = \frac{P_B}{\omega}.$$

Электр қозғалтқышының қозғалтқыш режиміндегі пайдалы әсер коэффициенті:

$$\eta = \frac{P_B}{P_C}.$$

Генератор режиміндегі пайдалы әсер коэффициенті:

$$\eta = \frac{P_C}{P_B}.$$

9.2.11 Тәжірибе мәліметтері бойынша механикалық, электр механикалық сипаттамаларды, сондай-ақ η, $cos\varphi = f(M_Б)$ тәуелділіктерін тұрғызу керек.

9.2.12 Энергетикалық диаграммаларды тұрғызу.

Энергетикалық диаграммалар шығындардың бөлінуін график түрінде бейнелейді және электр жетегіндегі қуат ағындарының бағытын көрсетеді.

Диаграмма нақты жұмыс режимі үшін және нақты нүкте үшін масштабпен бейнеленеді. Қуат ағындарының бағыты шығынның шамасы жазылған стрелкалармен көрсетіледі.

9.2 суретте қозғалтқыш режимі үшін шамамен сызылған диаграмма көрсетілген.

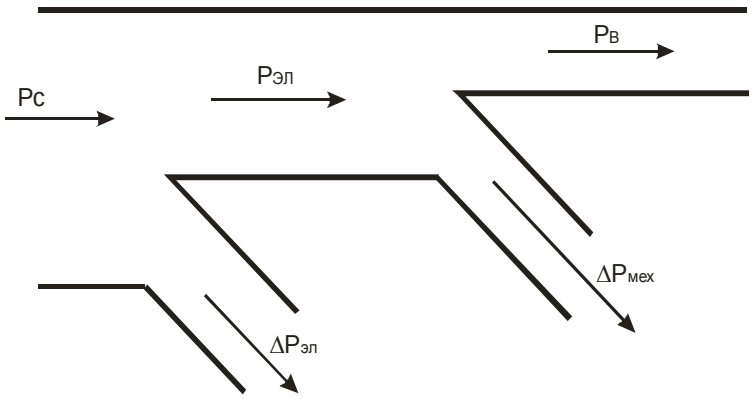
Нақты нүкте үшін есептелген нәтижелерді 9.2 кестеге жазу керек.

9.2 кесте - Есептеу нәтижелері

ω, 1/с	M_B, Н·м	P_C, Вт	$\Delta P_{ЭЛ}$, Вт	$\Delta P_{МЕХ}$, Вт	P_B, Вт

Тәжірибелік жұмыста диаграммаларды қозғалтқыш, генератор режимдері үшін, сондай-ақ бос жүріс және идеалды бос жүріс режимдері үшін де тұрғызу қажет.

9.2.13 Жұмыс бойынша толықтай қорытынды жасаңыздар және есептеме дайындаңыздар. Есептеме рәсімдеу талаптарына сәйкес жасалады.



9.2 сурет - Қозғалтқыш режимі үшін сызылған АҚ энергетикалық диаграммасы

Бақылау сұрақтары

1. Асинхронды қозғалтқыштың жұмыс істеу принципін түсіндер.
2. Сырғанау дегеніміз не?
3. Асинхронды қозғалтқыштың жұмыс режимдерін атаңыз. Сырғанаудың қандай мәнінде орын алады?
4. Асинхронды қозғалтқыштың білігіндегі жүктемесін ұлғайтқан сайын оның электрмагниттік айналу моменті неге өседі?
5. Электрмеханикалық және механикалық сипаттамалары. Жұмыстық сипаттамаларға қандай сипаттамалар жатады?
6. Асинхронды қозғалтқыштың айналу бағытын қалай өзгертуге болады?
7. Синхронды айналу жиілігі кезінде асинхронды қозғалтқыш момент туғыза алама?
8. Қоректендіруші желінің кернеуі азайған кезде асинхронды қозғалтқыштың кернеуі қалай өзгереді?
9. $\cos\varphi_1 = f(P_2)$ тәуелділігінің физикалық мағынасын түсіндіріңдер.
10. Қозғалтқыштың механикалық сипаттамасындағы генератор режиміне ауысатын нүктені, нақты және идеалды бос жүріс нүктесін көрсет.
11. Энергетикалық диаграммалар дегеніміз не?
12. Толық қуатты, айналу жиілігін, статор тізбегіндегі электр шығындарын, біліктегі толық қуатты, біліктегі моментті, ПӘК және cosφ қалай анықтайды?

10 Зертханалық жұмыс №10. Қарапайым біржартылай периодты және екі жартылай периодты түзеткіштерді зерттеу

Жұмыстың мақсаты: қарапайым біржартылай периодты және екі жартылай периодты түзеткіштердің жұмыс істеу принципін және құрылымын оқып білу. Түзеткіштердің жұмысын тәжірибеде зерттеу, электронды

осциллограф көмегімен түзетілген ток пен кернеудің негізгі параметрлерін өлшеп үйрену.

10.1 Жұмыс жасауға қажетті қондырғылар, аспаптар мен материалдар

10.1.1 Зертханалық стенд ЭЦПОТ.001 РБЭ (901).
10.1.2 Электронды осциллограф, мультиметрлер, жалғауш сымдар.

10.2 Жұмыс бағдарламасы және орындау тәртібі

10.2.1 Бір жартылай периодты түзеткіш үшін 10.1 кестеде келтірілген шамалар бойынша (тораптың жиілігі f , түзеткіштің кірісіндегі кернеудің U_2 әрекеттік мәні) есептеңіздер:

- түзетілген кернеу U_H мен токтың I_H тұрақты құраушыларының мәнін;
- түзетілген кернеудің $U_{m(0)}$ айнымалы құраушыларының негізгі гармоникаларының амплитудасын;
- пульсация коэффициентін p .

Есептеу нәтижелерін 10.1 кестеге «есептеу» жолына енгізіңіз.

10.1 кесте - Есептеу мен өлшеу нәтижелері

Параметрлер	U_2, В	f, Гц	$R_Ж$, Ом	$U_Н$, В	$I_Н$, А	$U_{m(0)}$, В	p
Есептеу							
Тәжірибе							

10.2.2 Екі жартылай периодты түзеткіш үшін 10.2 кестеде келтірілген шамалар бойынша (тораптың жиілігі f , түзеткіштің кірісіндегі кернеудің U_2 әрекеттік мәні, жүктеме кедергісі $R_ж$) есептеңіздер:

- түзетілген кернеу U_H мен токтың I_H тұрақты құраушыларының мәнін;
- түзетілген кернеудің $U_{m(0)}$ айнымалы құраушыларының негізгі гармоникаларының амплитудасын;
- пульсация коэффициентін p .

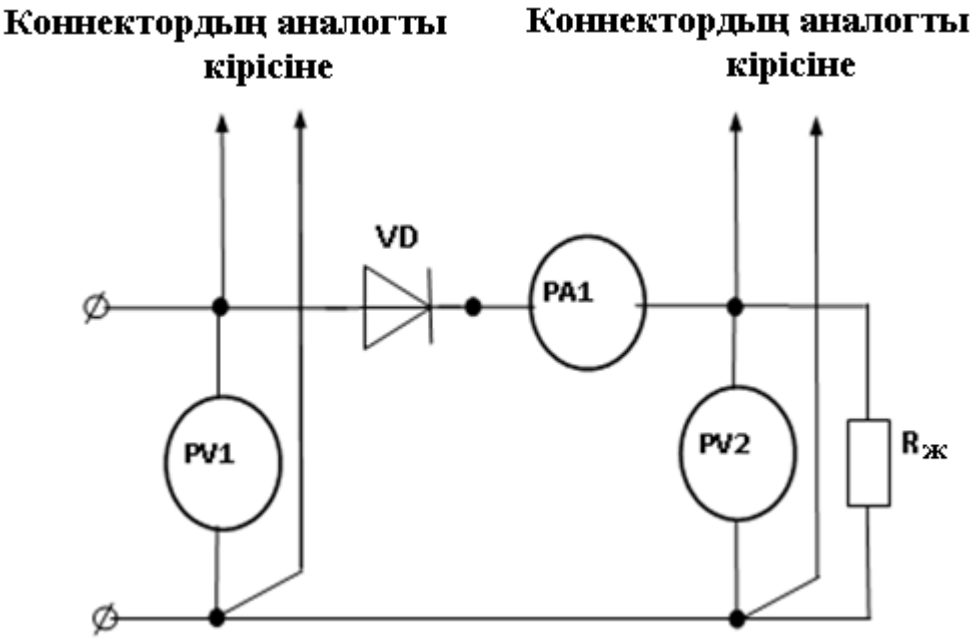
Есептеу нәтижелерін 10.2 кестеге «есептеу» жолына енгізіңіз.

10. 2 кесте – Есептеу мен өлшеу нәтижелері

Параметрлер	U_2 В	f Гц	$R_Н$ Ом	$U_Н$ В	$I_Н$ А	$U_{m(0)}$ В	p
Есептеу							
Тәжірибе							

10.2.3 Бір жартылай периодты түзеткіштің сұлбасын зерттеу.

10.2.3.1 Миниблоктар жинағынан 10.1 кестедегі берілген параметрлерімен R_H резисторды және диодты КД 226 таңдап алыңыз. Бір жартылай периодты түзеткіштің сұлбасын (10.3 сурет) жинаңыздар, оның кірісін кернеу генераторы блогындағы синусоидалы кернеу генераторы шығысына жалғаңыздар.



10.3 сурет - Бір жартылай периодты түзеткіштің сұлбасы

10.2.3.2 Өлшенетін кернеулердің күтілетін шамаларына сәйкес осциллографты қалпына келтіріп алыңыздар. Вольтметрді PV1 айнымалы кернеулерді (AC) өлшеу режиміне, ал вольтметр PV2 мен амперметрді PV1 – кернеу мен токтың тұрақты өлшеу режиміне (DC) қойыңыздар.

10.2.3.3 Сұлбаны қосып, аспаптардан көрсеткіштерді алыңыздар: $U_{PV1} = U_2$; $U_{PV2} = U_H$; $I_{PA} = I_H$, және оларды 10.1 кестенің «тәжірибе» жолына енгізіңіздер. Алынған нәтижелерді олардың есептеу шамаларымен салыстырыңыздар. Сұлбаны өшіріңіздер. Қорытынды жасаңыздар.

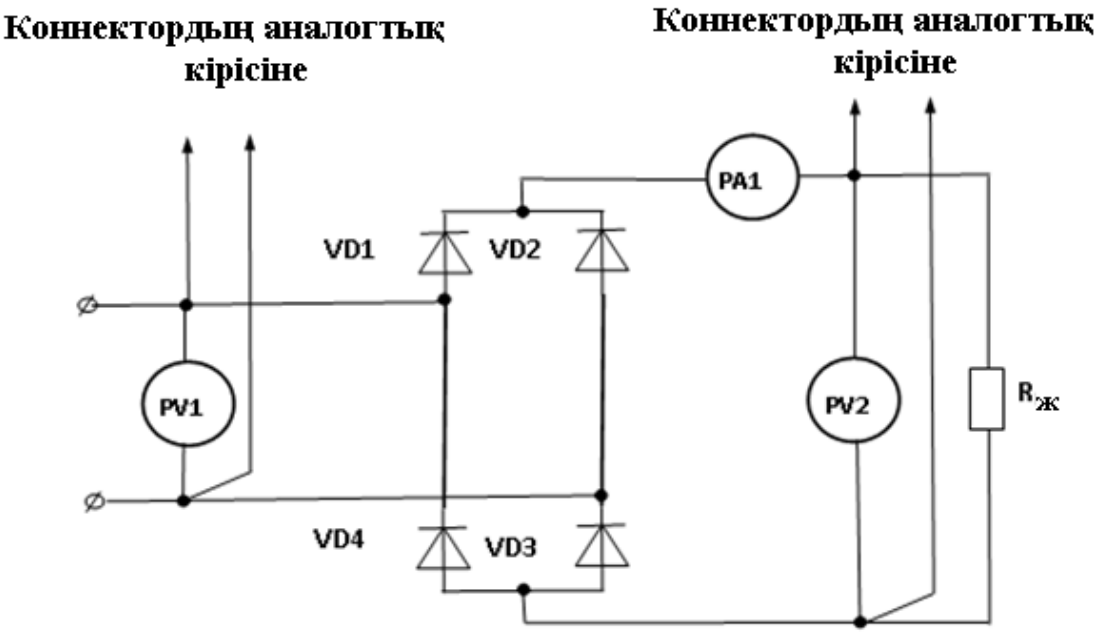
10.2.3.4 Түзеткіштің кірісі мен шығысында кернеулердің осциллогаммаларын алыңыздар.

10.2.3.5 Вольтметрді PV2 өлшеу(AC) режиміне қойыңыздар, вольтметр бұл режимде түзетілген кернеудің айнымалы құраушыларының $U_{(0)}$ әрекеттік мәнін екөрсетеді. Вольтметрді PV2 қосып, көрсеткішті алыңыздар. Пульсация коэффициентінің мәнін есептеңіздер: $p = \dfrac{U_{(0)} \cdot \sqrt{2}}{U_H}$.

Есептеу нәтижелерін 10.1 кестенің «есептеу» жолына енгізіңіздер. Алынған пульсация коэффициентінің мәнін p оның есептеу шамаларымен салыстырыңыздар.

10.2.4 Екі жартылай периодты түзеткіштің сұлбасын зерттеу.

10.2.4.1 Миниблоктар жинағынан 10.2 кестедегі берілген параметрлерімен R_H резисторды және төрт диодты КД 226 таңдап алыңыз. Бір жартылай периодты түзеткіштің сұлбасын (10.4 сурет) жинаңыздар, оның кірісін кернеу генераторы блогындағы синусоидалы кернеу генераторы шығысына жалғаңыздар.



10.4 сурет - Екі жартылай периодты түзеткіштің сұлбасы

10.2.4.2 Өлшенетін кернеулердің күтілетін шамаларына сәйкес осциллографты қалпына келтіріп алыңыздар. Вольтметрді PV1 айнымалы кернеулерді (AC) өлшеу режиміне, ал вольтметр PV2 мен амперметрді PV1 – кернеу мен токтың тұрақты өлшеу режиміне (DC) қойыңыздар.

10.2.4.3 Сұлбаны қосып, аспаптардан көрсеткіштерді алыңыздар: $U_{PV1} = U_2$; $U_{PV2} = U_H$; $I_{PA} = I_H$, және оларды 10.2 кестенің «тәжірибе» жолына енгізіңіздер. Алынған нәтижелерді олардың есептеу шамаларымен салыстырыңыздар. Сұлбаны өшіріңіздер. Қорытынды жасаңыздар.

10.2.4.4 Түзеткіштің кірісі мен шығысында кернеулердің осциллогаммаларын алыңыздар.

10.2.4.5 Вольтметрді PV2 өлшеу (AC) режиміне қойыңыздар, вольтметр бұл режимде түзетілген кернеудің айнымалы құраушыларының $U_{(0)}$ әрекеттік мәнін екөрсетеді. Вольтметрді PV2 қосып, көрсеткішті алаңыздар.

Пульсация коэффициентінің мәнін есептеңіздер: $p = \dfrac{U_{(0)} \cdot \sqrt{2}}{U_H}$. Есептеу нәтижелерін 10.2 кестенің «есептеу» жолына енгізіңіздер. Алынған пульсация коэффициентінің мәнін p оның есептеу шамаларымен салыстырыңыздар.

Бақылау сұрақтары

1. Қандай бейсызықты элемент электрлік вентил деп аталады? Оның вольт-амперлік сипаттамасын келтіріңіз. Идеалды вентил үшін анықтама беріңіз.

2. Жартылай периодты диодтардағы түзеткіштердің жұміс істеу принципін түсіндіріңіз.

2. Бір жартылай периодты түзеткіштің сұлбасының жұмысы.

3 Екі жартылай периодты түзеткіштің сұлбасының жұмысы.

4. Бір жартылай периодты түзету үшін синусиодалы кернеудің берілген әрекеттік мәндері бойынша U_2 кірісінде түзетілген кернеудің U_H тұрақты құраушыларын анықтаңыздар.

5 Екі жартылай периодты түзету үшін синусиодалы кернеудің берілген әрекеттік мәндері бойынша U_2 кірісінде түзетілген кернеудің U_H тұрақты құраушыларын анықтаңыздар.

6. Пульсация коэффициенті p нені сипаттайды?

11 Зертханалық жұмыс №11. Биполярлы транзисторларда күшейткіштерді зерттеу

Жұмыстың мақсаты: биполярлы транзисторлардың қосылу сұлбасын және жұмыс істеу принципін, құрылымын білу, меңгеру. Транзистордлың кіріс және шығыс сипаттамаларын, биполярлы транзисторларда күшейткіштердің негізгі параметрлерін анықтау бойынша тәжірибеде алып үйрену.

11.1 Жұмыс жасауға қажетті қондырғылар, аспаптар мен материалдар

11.1.1 Зертханалық стенд ЭЦПОТ.001 РБЭ (901).

11.1.2. Электронды осциллограф, мультиметрлер, жалғауш сымдар.

11.2 Жұмыс бағдарламасы және орындау тәртібі

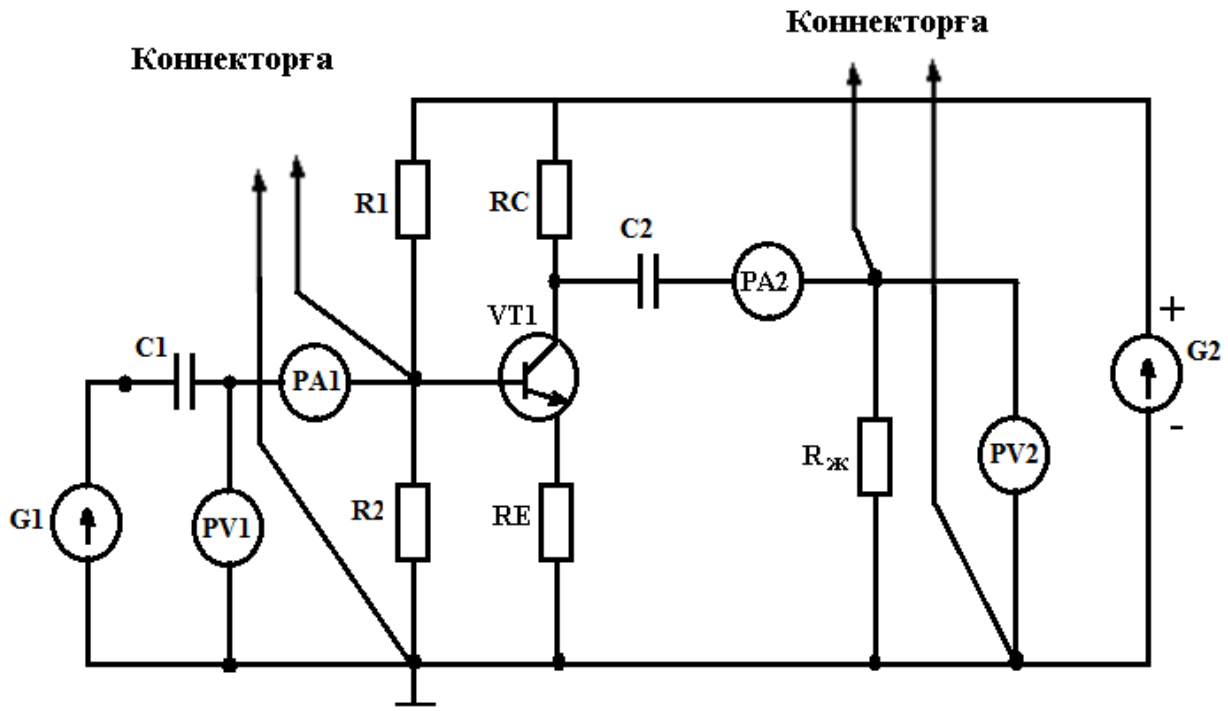
11.2.1 n-p-n типті (11.2 сурет) биполярлық транзисторда ортақ эмиттерлі күшейткіш каскадтың сұлбасын сызыңыздар және оның элементерінің белгіленуін сипатаңыздар.

11.2.2. Миниблоктар жиынтығынан 11.1 кестеде көрсетілген элементтерді таңдаңыздар.

11.2.3 Ортақ эмиттерлі сұлба бойынша биполярлы транзисторда күшейткіш каскадты зерттеу үшін таңдап алынған элементтерді (11.1 кесте). пайдалана отырып, сұлбаны (11.2 сурет) жинаңыздар. Мұндағы: G1 – арнайы формадағы кернеу генераторы; G2 – тұрақты кернеулер генераторы 220 ~/15−.

11.1 кесте – Ортақ эмиттерлі күшейткіш каскадтың элементтерінің параметрлері

Резисторлар МЛТ, 2 Вт, ±5%					Конденсаторлар К73-17, 63 В		Транзистор
R_1	R_2	R_C	R_E	R_H	C_1	C_2	VT1
100 кОм	100 кОм	1кОм	10Ом	2,2кОм	1мкФ	0,47мкФ	КТ503 Г (n-p-n)



11.2 сурет - Ортақ эмиттерлі сұлба бойынша биполярлы транзисторда күшейткіш каскадты зерттеу

11.2.4 Мультиметрлерді айнымалы ток пен кернеуді өлшеу режиміне қойыңыз. Жетекшімен сұлбаны тексергеннен кейін G1 қосыңыз, бұл үшін кернеу генераторы блогының «сеть» түймесін басыңыздар. Кіріс сигналының түрін ~ қойыңыз, оның шығысындағы кернеу U_1 мен жиілікті f_1 11.2 кестеде келтірілген мәндерге тең. G2 көзін қосыңыздар.

11.2.5 Осциллографты сигналдың айнымалы құраушысын өлшеу режиміне «~» келтіріңіз, оның экранында қолайлы масштабта кіріс және шығыс кернеудің осциллограммаларын алыңыздар.

11.2.6 Аспаптардан көрсеткіштерді алыңыздар және оларды 11.2 кестеге енгізіңіздер. Сұлбаны өшіріңіздер.

11.2.7 Оның шығысына кернеу U_1 мен жиілікті f_2 11.2 кестеде келтірілген мәндермен бірдей етіп қойыңыздар. G2 көзін қосыңыздар. Осциллографты сигналдың айнымалы құраушысын өлшеу режиміне «~» келтіріңіз, оның экранында қолайлы масштабта кіріс және шығыс кернеудің осциллограммаларын алыңыздар. Аспаптардан көрсеткіштерді алыңыздар

және оларды 11.2 кестеге енгізіңіздер. Шығыс және кіріс кернеудің осциллограммаларын салыңыздар. Сұлбаны өшіріңіздер.

11.2.8 Кіріс сигналының түрін (формасын) ⎍ қойып, G1 шығысында U_1кернеу мен f_1 жиіліктің 11.2 кестеде келтірілген мәндерін қойыңыздар. G2 көзін қосыңыздар. Осциллографты сигналдың айнымалы құраушысын өлшеу режиміне «~» келтіріңіз, оның экранында қолайлы масштабта кіріс және шығыс кернеудің осциллограммаларын алыңыздар. Аспаптардан көрсеткіштерді алыңыздар және оларды 11.2 кестеге енгізіңіздер. Шығыс және кіріс кернеудің осциллограммаларын салыңыздар. Сұлбаны өшіріңіздер.

11.2 кесте – Өлшеу мен есептеу нәтижелері

Сигнал түрі	Жиілік$f_к$, кГц	U_1 мВ	U_2 мВ	I_1 мА	I_2 мА	k_U	K_I	k_P
~	f_1=							
	f_2=							
⎍	f_1=							
	f_2=							

11.2.9. G1 шығысында U_1 кернеудің 11.2 кестеде келтірілген мәндерін қойыңыздар. G2 көзін қосыңыздар. Осциллографты сигналдың айнымалы құраушысын өлшеу режиміне «~» келтіріңіз, оның экранында қолайлы масштабта кіріс және шығыс кернеудің осциллограммаларын алыңыздар. Аспаптардан көрсеткіштерді алыңыздар және оларды 11.2 кестеге енгізіңіздер. Шығыс және кіріс кернеудің осциллограммаларын салыңыздар. Сұлбаны өшіріңіздер.

11.2.10 Аспаптардан алынған көрсеткіштерді (11.2 кесте), қолдана отыра, каскадтың күшейту коэффицентінің мәнін есептеңіздер: кернеу бойынша $k_U = U_2/U_1$; ток бойынша $k_I = I_2/I_1$; қуат бойынша $k_P = k_u k_I$. Есептеу нәтижелерін 11.2 кестеге енгізіңіздер. Қорытынды жасаңыздар.

11.2.11 Жұмыс бойынша толықтай қорытынды жасау. Жұмыс бойынша есептеме рәсімдеу туралы талаптарға сәйкес жасалады.

Бақылау сұрақтары

1. Биполярлы транзистор дегеніміз не және оларды қандай материалдардан жасайды?
2. Биполярлы транзистордың негізгі сипаттамаларын атаңыз.
3. Транзистордың қосылу сұлбасын сипаттаңыздар. Олардың кемшілігі мен артықшылықтарын атаңыз.
4. Транзисторлардың негізгі электрлік параметрлерін атаңыз.
5. Күшейту коэффициенттерін қалай анықтайды: кернеу, ток және қуат бойынша?

6. Қандай құрылғыны күшейткіш деп атайды? Ортақ эмиттерлі күшейткіш каскадтың жұмыс режимін түсіндіріңіздер. Олардың кемшілігі мен артықшылықтарын атаңыз.

7. Күшейткіштердің шығыс кедергісін төмендету және кіріс кедергісін жоғарылату жолдарын атаңыздар.

8. Ток пен кернеу бойынша күшейту коэффициенттерін жоғарылату жолдарын атаңыз.

12 Зертханалық жұмыс №12. Операциялық күшейткіштер негізінде электр сигналдарының күшейту сұлбаларын зерттеу

Жұмыстың мақсаты: операциялық күшейткіштердің (ОК) жұмыс істеу принципін және құрылымын білу. Күшейту коэффициентінің берілген шамасын алу үшін ОК негізінде инвертирленбейтін және инвертирленетін күшейткіштердің сұлбаларында кері байланыстың элементтерінің параметрлерін есептеу тәсілдерін меңгеру. ОК негізінде инвертирленбейтін және инвертирленетін күшейткіштердің сұлбаларын жинау үшін тәжірибе алу.

12.1 Жұмыс жасауға қажетті қондырғылар, аспаптар мен материалдар

2.1 Зертханалық стенд ЭЦПОТ.001 РБЭ (901).

2.2 Мультиметрлер, жалғауш сымдар.

12.2 Жұмыс бағдарламасы және орындау тәртібі

12.2.1 Инвертирленбейтін күшейткіш үшін кіріс U_K және шығыс $U_Ш$ кернеулердің 12.1 кестеде берілген мәндері арқылы кернеу бойынша күшейту коэффициенті анықтау. Есептелген k_U мәні мен R_1 кедергінің мәніне бойынша k_U есептік мәнін алуға қажетті R_2 кедергінің шамасын анықтаңыз. Есептеудің нәтижелері 12.1 кестенің "Есептеу" жолына енгізіңіз.

12.2.2 Инвертирленетін күшейткіш үшін кіріс U_K және шығыс $U_Ш$ кернеулердің 12.2 кестеде берілген мәндері арқылы кернеу бойынша күшейту коэффициенті анықтау. Есептелген k_U мәні мен R_1 кедергінің мәніне бойынша k_U есептік мәнін алуға қажетті R_2 кедергінің шамасын анықтаңыз. Есептеудің нәтижелері 12.2 кестенің "Есептеу" жолына енгізіңіз.

12.2.3 *Инвертирленбейтін күшейткішті зерттеу*. Миниблоктар жинағынан R_1, R_2 және R_H резисторларды 12.1 кестеде берілген параметрлері бойынша таңдаңыз, операциялық күшейткіш КР 140 УД 608А.

12.2.4 Инвертирленбейтін күшейткіштің сұлбасын жинау (12.3 сурет), оның кірісін кернеу генераторлары блогындағы реттелетін тұрақты кернеу генераторының шығысына қосыңыз.

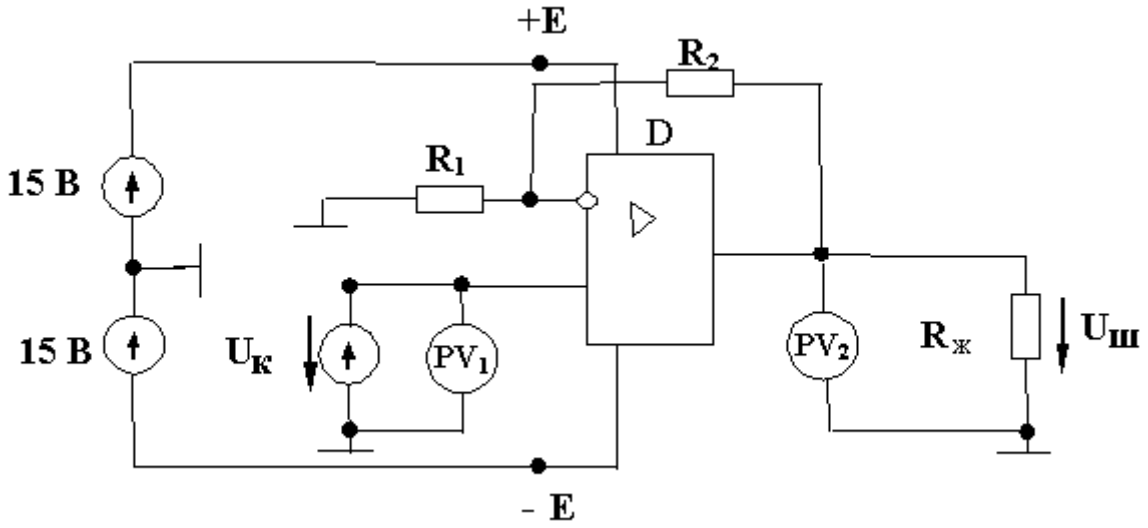
12.1 кесте – Өлшеу мен есептеу нәтижелері

Параметрлері	$U_К$ В	$U_Ш$ В	R_1 Ом	R_2 Ом	$R_Н$ Ом	k_U
Есептеу						
Тәжірибе						

12. 2 кесте – Өлшеу мен есептеу нәтижелері

Параметрлері	$U_К$ В	$U_Ш$ В	R_1 Ом	R_2 Ом	$R_Н$ Ом	k_U
Есептеу						
Тәжірибе						

ОК қоректену көзіне кернеу генераторлары блогындағы екі реттелмейтін тұрақты кернеу генераторын қосыңыз. ОК кірісі мен шығысына тұрақты кернеулерді өлшеу режиміне қойып, екі мультиметрді қосамыз.



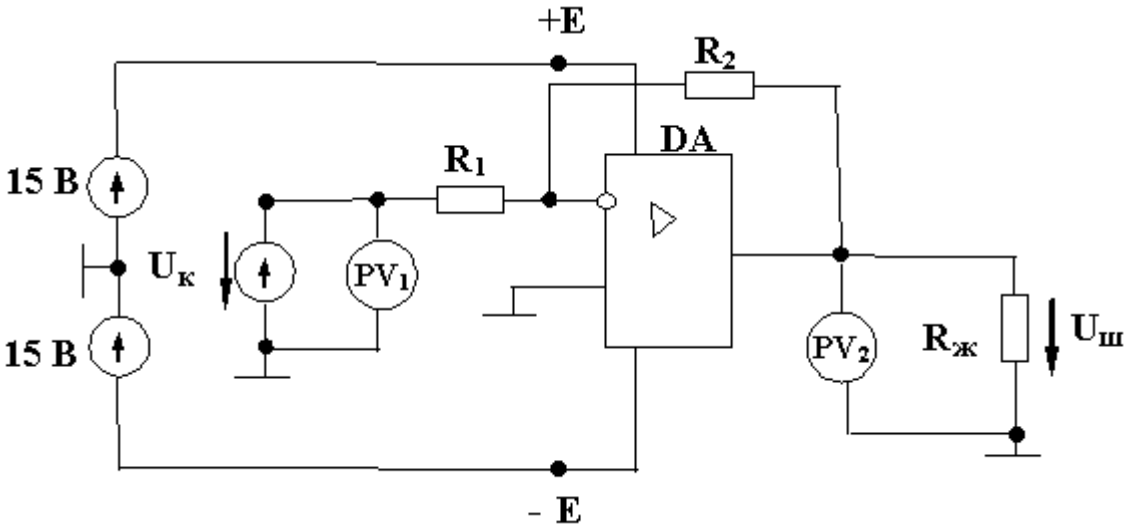
12.3 сурет – ОК инвертирленбейтін күшейткішті зерттеу сұлбасы

12.2.5 Сұлбаны оқытушы тексергенген кейін ОК қоректену көзін қосыңыз, реттелетін тұрақты кернеу генераторын қосу арқылы ОК кірісіне кернеу беріңіздер. ОК кірісінед кернеуді 12.1 кестедегі берілген $U_к$ мәніне тең болатындай етіп, кернеуді қойыңыздар. Аспаптардан көрсеткіштерді алыңыздар және оларды 12.1 кестенің «Тәжірибе» жолына енгізіңіз.

12.2.5 Күшейту коэффициентінің мәнін есептеңіз: $k_U = \left|\frac{U_Ш}{U_К}\right|$.

Оны есептеумен салыстырып, қорытынды жасаңыздар.

12.2.6 *Инвертирленетін күшейткішті зерттеу*. Инвертирленетін күшейткіштің сұлбасын жинау (12.4 сурет), оның кірісін кернеу генераторлары блогындағы реттелетін тұрақты кернеу генераторының шығысына қосыңыз.



12.4 сурет - ОК инвертирленетін күшейткішті зерттеу сұлбасы

ОК қоректену көзіне кернеу генераторлары блогындағы екі реттелмейтін тұрақты кернеу генераторын қосыңыз. ОК кірісі мен шығысына тұрақты кернеулерді өлшеу режиміне қойып, екі мультиметрді қосамыз.

12.2.7 Сұлбаны оқытушы тексергенген кейін ОК қоректену көзін қосыңыз, реттелетін тұрақты кернеу генераторын қосу арқылы ОК кірісіне кернеу беріңіздер. ОК кірісіне кернеуді 12.2 кестедегі берілген U_K мәніне тең болатындай етіп, кернеуді қойыңыздар. Аспаптардан көрсеткіштерді алыңыздар және оларды 12.2 кестенің "Тәжірибе" жолына енгізіңіз.

12.2.8 Күшейту коэффициентінің мәнін есептеңіз: $k_U = \left|\frac{U_Ш}{U_K}\right|$.

Оны есептеумен салыстырып, қорытынды жасаңыздар.

.

12.2.9 Жұмыс бойынша толықтай қорытында жасау. Жұмыс бойынша есептеме рәсімдеу туралы талаптарға сәйкес жасалады.

Бақылау сұрақтары

1. Операциялық күшейткіштер дегеніміз не? Техниканың қай салаларда пайдаланылады?
2. Операциялық күшейткіштер қандай операцияларды орындай алады?
3. Биполярлық немесе өрістік транзисторларда жиналған күшейткіштерден ОК артықшылығын атаңыз.
4. ОК барлық ұштары белгіленуін келтіріңіз.
5. ОК екі полярлы қоректендіру не үшін қажет?

6. ОК қандай қасиеттерге ие?

7. ОК негізіндегі инвертирленбейтін күшейткіштің жұмысын сипаттаңыз. Кернеу бойынша күшейту коэффициентін қалай анықтайды?

8. ОК негізіндегі инвертирленетін күшейткіштің жұмысын сипаттаңыз. Кернеу бойынша күшейту коэффициентін қалай анықтайды?

13 Зертханалық жұмыс №13. Кернеудің параметрлік тұрақтандырғышын зерттеу

Жұмыстың мақсаты: кернеудің параметрлік тұрақтандырғышының жұмыс істеу принципі және құрылғысымен танысу. Тұрақтандырғыштың параметрлерін есептеу әдістерін меңгеру. Параметрлік тұрақтандырғыштың ішкі кедергісін және тұрақтандыру коэффициенттерін анықтау.

13.1 Жұмыс жасауға қажетті қондырғылар, аспаптар мен материалдар

13.1.1 Зертханалық стенд ЭЦПОТ.001 РБЭ (901).

13.1.2 Мультиметрлер, жалғаушы сымдар.

13.3 Жұмыс бағдарламасы және орындау тәртібі

13.2.1 13.2 суретте көрсетілген параметрлік тұрақтандырғыштар үшін 13.1 кестеде берілген шамалар бойынша (жүктемедегі тұрақтандырылған кернеу $U_T = U_H$; тұрақтандырғыштың максималды және минималды токтарының мәндері; $I_{H\min}$ қоректенудің кіріс кернеуінің күтілетін ауытқудың Δ_H ең үлкені бойынша және оның номиналды мәндерінен U_{KK} ауытқуы Δ_B) тұрақтандырғыштың кірісіндегі номиналды U_{KH} мәндерін және балластты резисторының кедергісін $R_Б$ есептеңіздер.

13.2.2 Тұрақтандырғыштың кірісінде рұқсат етілген максималды $U_{K\max} = U_{KK} + \Delta_a \cdot U_{KK}$ және минималды $U_{K\min} = U_{KK} - \Delta_H \cdot U_{KK}$ кернеудің мәнін есептеңіздер. Есептеулер нәтижесін 13.1 кестедегі «есептеу» жолына енгізіңіздер.

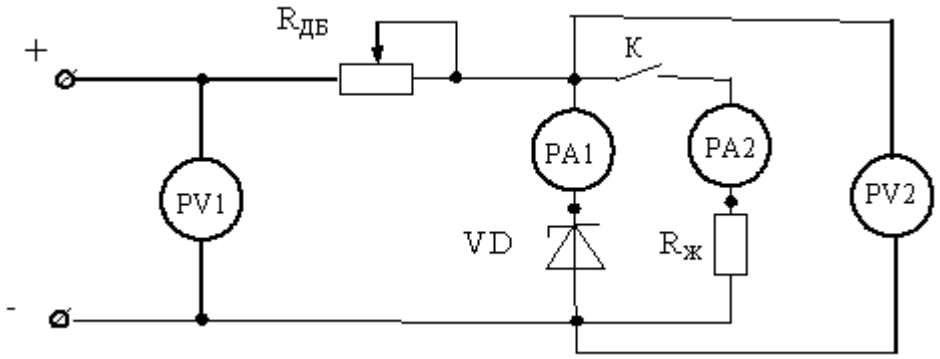
13.2.3 Миниблоктар жинағынан КС510А, 10 В тұрақтандырғыштарды, потенциометр СП4-2М, 1 кОм, тумблер МТД-1 алыңыздар. Потенциометр кедергісін балластты резистор $R_Б$ кедергісіне тең етіп қоямыз, сосын 13.3.1 пунктегідей есептеңіздер. Келесі тәжірибелерде потенциометр кедергісі тұрақты болып қала береді.

13.2.4 Тұрақтандырғыштың параметрлерін өзгерту үшін 13.3 суреттегі сұлбаны $R = R_Ж = 470\ Ом$ кедергілі МЛТ резисторды, МТД-1 тумблерін, потенциометрді СП4-2М, 1 кОм тұрақтандырғышын КС510А және мультиметрлерді қолдана отырып жинаңыздар.

13.1кесте –Есептеу нәтижелері

Параметр	U_{CT} В	$I_{CT\max}$ мА	$I_{CT\min}$ мА	$I_{H\max}$ мА	$I_{H\min}$ мА	Δ_B	Δ_H	U_{KH} В	$U_{K\max}$ В	$U_{K\min}$ В	$R_{ДБ}$ Ом	R_H Ом
Есептеу												

Сұлбаның кіріс қысқыштарын стендтің реттелетін тұрақты кернеу көзін қосу керек.



13.3 сурет – Тұрақтандырғыштың параметрлерін өлшеу үшін сұлба

13.2.5 Жетекшімен сұлбаны тексергеннен кейін, К тумблерін ажыратыңыз. Реттелетін кернеу көзін қосыңыздар, оның шығысына U_{KK} тең кернеуді U_{KK} орнатыңыз, аспаптардан көрсеткіштерді алыңыздар және нәтижелерін 13.2 кестенің $R_H = \infty$ жолына енгізіңіздер. Сұлбаны өшіріңіздер.

13.2.6 К тумблерін тұйықтаңыздар. Реттелетін кернеу көзін қосыңыздар, оның шығысына U_{KK} тең кернеуді орнатыңыз, аспаптардан көрсеткіштерді алыңыздар және нәтижелерін 13.2 кестенің $R_H = \infty$ жолына енгізіңіздер. Сұлбаны өшіріңіздер

13.2.7 К тумблерін ажыратыңыздар. Реттелетін кернеу көзін қосыңыздар, оның шығысына $U_{KH\max}$ тең кернеуді орнатыңыз, аспаптардан көрсеткіштерді алыңыздар және нәтижелерін 13.2 кестенің $R_H = \infty$ жолына енгізіңіздер. Сұлбаны өшіріңіздер.

13.2.8 К тумблерін тұйықтаңыздар. Реттелетін кернеу көзін қосыңыздар, оның шығысына U_{KK} тең кернеуді орнатыңыз, аспаптардан көрсеткіштерді алыңыздар және нәтижелерін 13.2 кестенің $R_H = R_{HK}$ жолына енгізіңіздер. Сұлбаны өшіріңіздер.

13.2.9 К тумблерін ажыратыңыздар. Реттелетін кернеу көзін қосыңыздар, оның шығысына $U_{HK\min}$ тең кернеуді орнатыңыз, аспаптардан көрсеткіштерді алыңыздар және нәтижелерін 13.2 кестенің $R_H = \infty$ жолына енгізіңіздер. Сұлбаны өшіріңіздер.

13.2.10 К тумблерін тұйықтаңыздар. Реттелетін кернеу көзін қосыңыздар, оның шығысына $U_{HK\min}$ тең кернеуді орнатыңыз, аспаптардан

көрсеткіштерді алыңыздар және нәтижелерін 13.2 кестенің $R_H = R_{HK}$ жолына енгізіңіздер. Сұлбаны өшіріңіздер

13.2 кесте– Өлшеу мен есептеу нәтижелері

U_K, В	$R_Ж$, Ом	U_H, В	I_T, А	$I_Ж$, А	К
U_{KH}	∞				
	R_{HK}				
$U_{K\max}$	∞				
	R_{HK}				
$U_{K\min}$	∞				
	R_{HK}				

13.2.11 Тұрақтандыру коэффициентін әр режим үшін есептеңіздер

$$K = \frac{\Delta U_K / U_{KH}}{\Delta U_H / \mathrm{U}_{ЖК}},$$

мұндағы $U_{ЖК}$ – тұрақтандырғыштың U_{KK} кіріс кернеуі кезіндегі жүктемедегі $R_{ЖК}$ кернеу, $\Delta U_{K1} = U_{K\max} - U_{KK}$, ΔU_H жүктеменің $U_{ЖК}$ кернеуімен және осы режим үшін жүктеменің кернеуінің айырмасына тең. Есептеу нәтижелерін 13.2 кестеге енгізіңіздер.

13.2.12 Алынған нәтижелер бойынша талдау және қорытынды жасаңыздар.

13.2.13 Жұмыс бойынша толықтай қорытынды есеп құрыңыз. Жұмыс бойынша есептеме рәсімдеу туралы талаптарға сәйкес жасалады.

Бақылау сұрақтары

1. Жартылай өткізгішті түзеткіш диодтардың вольт-амперлік сипаттамаларынан тұрақтандырғыштардың жартылай өткізгіштік вольт-амперлік сипаттамаларынан айырмашылықтары қандай?
2. Кернеудің параметрлік тұрақтандырғыштарының сұлбаларында тұрақтандырғыштың қандай қосылулары қолданады?
3. Кернеудің параметрлік тұрақтандырғыштарының жұмыс істеу принципін жазыңыздар.
4. Тұрақтандырғыштардың сұлбаларында балластты резистордың белгіленуін түсіндіріңіз.
5. Жартылай өткізгішті тұрақтандырғыштардың негізгі параметрлерін атаңыз.
6. Тұрақтандырғыштың қандай параметрлері оның тұрақтандыру коэффицентінің шамасын анықтайды?

А қосымшасы

А. 1 кесте - Бір фазалы трансформатордың паспорттық және есептік мәні

Параметрдің атауы	Мәндері
Типі	$ПЛ-072$
Қуаты, $Вт$	180
Якорь орамасын қоректендіретін номинал кернеу, $В$	220
Қоздырғыш ораманы қоректендіретін номинал кернеу, $В$	200
Номинал айналу жиілігі, айн/мин	1500
Номинал якорь тогы, $А$	1,3
ПӘК	0,63
Массасы, $кг$	7,65
Якорь орамасының кедергісі $R_{я20^0c}$ (есептік мәні), $Ом$	17,5
Қоздырғыш орама кедергісі $R_{о20^0c}$ (есептік мәні), $Ом$	820
Механикалық шығындар, $P_{мехТТ}$, $Вт$	15

А. 2 кесте - Фазалық / қысқаша тұйықталған роторлы асинхронды қозғалтқыштың паспорттық және есептік мәліметтері

Параметрдің атауы	Мәндері
Типі	$ПЛ-072$
Қуаты, $Вт$	370
Статор орамасын қоректендіретін номинал кернеу, $В, \Delta / У$	380
Номинал айналу жиілігі, айн/мин	$1320/1370$
Статор фазасының номинал тогы, $А$	$1{,}18/1{,}37$
$\cos\varphi$	0,7
Номинал моменті, $Н \cdot м$	1,4
Статордың активті кедергісі $r_1, 27^0 c, Ом$	19
Механикалық шығындар, $P_{мехА}$, $Вт$	11
Бос жүріс моменті, $M_o, Н \cdot м$	0,07
Номинал кернеу кернеу кезіндегі статор өзекшесіндегі болаттың шығындары, $\Delta P_{ст1}, Вт$	4,75

Ескерту - Табиғи сондай- ақ, жасанды механикалық сипаттамаларды төмендетілген кернеу кезінде түсірген дұрыс, кейін момент келесідей өрнек бойынша қайталанып есептелінеді.

$$U_{томен} = 220В, M = M_{томен} \cdot (380/220)^2 = M_{омен} \cdot 3.$$

А.3 кесте - Импульстік жылдамдық датчигінің паспорттық мәліметтері

Параметрдің атауы	Мәндері
Типі	$TRD-S500VD$
Қоректендіру кернеуі, B	5
Рұқсат беру қабілеттілігі, имп/айн	500

Әдебиеттер тізімі

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 Немцов М.В. Электротехника и электроника. – М.: Академия, 2010. – 512 с.

7 Светашев Г.М. Электротехника и электроника. Учебное пособие. – Алматы: АУЭС, 2011. – 106 с.