

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

И. Ҳ. Ҳазратов, М. И. Махмудов

Электротехника ва саноат электроникаси асослари

(тажриба ишлари)

*Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги
томонидан 3520410 – Электротехник қурилмалар тайёрлов
йўналиши ўқувчилари учун ўқув қўлланма сифатида тавсия
этилган*

Тошкент – “Фан ва технологиялар маркази” - 2007

Такризчилар:

ТДТУ, “Умумий ва назарий
электротехника” кафедраси мудири доц.
Б. А. Абдуллаев,
Бухоро ОО ва ЕСТИ, “Электр энергетика”
кафедраси мудири доц. **Н. Н. Садуллаев,**
Бухоро НГС КХК, “Электротехника”
фани кат. ўқитувчиси **О. К. Юнусов**

Бу услубий қўлланмада касб-хунар коллежларида электротехника ва саноат электроникаси фанидан Давлат Таълим стандартлари асосида ишлаб чиқарилган иш дастурлари асосида 36 та тажриба ишларида келтирилган.

Ҳар бир тажриба ишлари учун назарий ва амалий бўлимлар учун услубий қўлланмалар келтирилган электр схемалари ҳам стандартлар асосида чизиб кўрсатилган. Бу қўлланма асосан касб-хунар коллежларида таълим олаётган ўқувчиларга ҳамда таълим бераётган ўқитувчилар учун қўлланма сифатида тавсия этилади.

И. Ҳ. Ҳазратов, М. И. Махмудов

Электротехника ва саноат электроникаси асослари. Касб хунар коллежлари учун тажриба ишлари. 3520410 – Электротехник қурилмалар тайёрлов йўналиши ўқувчилари учун ўқув қўлланма. Т. “Фан ва технологиялар маркази”, 2007. – 174 б.

КИРИШ

Касб–хунар коллежлари фан дастурларида ўтиладиган материалларни ўзлаштиришда назарияни амалиёт билан боғлиқ фанлараро бажарилишини ўрганишда ва эгаллаган билимларини мустаҳкамлашда ўқувчиларга ёрдам берадиган тажриба ишларига катта эътибор берилган.

Электрэнергетика касблари бўйича малакали ишчилар тайёрлашда электротехникани ўрганиш алоҳида ўрин тутди, шу сабабли электротехника ва саноат электротехникасидан тажриба ишларини тўғри ташкил қилиш ва уларни ўтказиш, услуби катта аҳамиятга эга. Бу машғулотларда ўқувчилар электротехникавий жиҳозларни ишлатиш, келтирилган жиҳозлардаги схемаларга асосан электр занжири тузиш, турли электр ўлчаш асбоблари ва жиҳозларни улашда, уларнинг ишлашини бошқариш бўйича, ҳамда тажриба ишларини бажаришда бошқариш бўйича муайян амалий кўникмалари мажмуасини ҳосил қиладилар. Ўқувчилар тажриба ишларини бажаришда бошқа фанлардан олган билимларини тўла тadbик қилиш имкониятига эга бўладилар.

Электротехника ва саноат электротехникаси тажриба ишлари ўтказишдан аввал иш ўринларини ўқувчилар сонига мос қилиб тайёрлаб қўйиш зарур. Иш ўринлари одатда икки – уч ўқувчи бир хил ишни бажарадиган қилиб, ўттиз кишидан иборат гуруҳга мўлжаллаб жиҳозланади. Иш ўринлари ҳозирги замон жиҳозлари ишга яроқли электр ўлчаш асбоблари ва ўлчаш симлари билан жиҳозланган бўлиши керак. Электротехника тажриба хонаси етарли қувватга, мўътадил кучланишга ва частотали ўзгарувчан ва ўзгармас ток билан таъминлаб турилиши лозим. Коллежлар шароитига қараб бирта ёки бир нечта тажриба хонаси билан жиҳозланади. Агар коллежларда алоҳида тажриба хоналарини жиҳозлаш имкони бўлмаса, тажриба ишларини назарий таълим беришга мўлжалланган хонада ўтказиш мумкин. Бунинг учун тажриба ишлари сонига мос миқдорда асбоблар уланган схемалар монтаж қилинган стендлардан иборат бўлиб, бу стендлар синф деворларига маҳкамланган ёки столларга ўрнатилган бўлади. Назарий материал ўтиб бўлиниши билан тажриба ишларини ўтказиш яхши самара беради. Чунки бунда дарслар

мустаҳкамланади. Бунда ишнинг мазмуни бутун гуруҳ учун бир хил бўлиб, кўп миқдорда бир хил жиҳоз талаб қилинади. Агар коллежлардаги тажриба хоналари электр жиҳозлар билан етарли таъминланмаган бўлса, тажриба ишларини мавжуд шароитда имкон борича ўтказиш мумкин. Бунда бир вақт мазмунига кўра ҳар хил ва ҳар бири кам миқдорда жиҳоз ҳамда асбоблар талаб қиладиган ишлар ўтказилади. Ишни ана шундай ташкил қилиш ўқувчиларга лойиқ бутун иш циклини бажариб чиқишга имкон беради. Тажриба ишларини бажараш графигини ўқув юрти директорининг ўқув ишлари, ўқув ишлаб чиқариш ишлари бўйича муовини “Электротехника” фани ўқитувчиси билан биргаликда тузади. Ўқувчилар бу график билан ҳар бир ўқувчи ёки бу ишни қандай кетма-кетликда бажарилиши билан олдиндан танишиб чиқади. Тажриба ишларини бажаришдан олдин ушбу ишга таалукли бутун назария материалларини такрорлаб чиқиш зарур. Уйга бериладиган топшириқда худди шу такрорлашнинг ниҳоятда зарурлигини кўрсатиш тавсия этилади. Шунингдек, ўқувчиларни навбатдаги тажриба ишнинг мазмуни билан таништириш керак бўлади.

Тажриба ишларини ўтказишдан олдин ўқитувчи ўқувчиларнинг билимлари тажриба ишини бажара олишини текшириши зарур. Ҳозирги вақтда касб-ҳунар коллежларида мураккаблигига кўра ҳар хил назорат-машқ карталаридан фойдаланишга асосланган дастурлардан назорат усуллари сифатида кенг қўлланилмоқда. Карталар турларидан қатъий назар машғулотларни бир ёки бир нечта саволларга мослаб тайёрланган дарс карталари ва таништириш (обзор) карталарига бўлинади. Таништириш карталарига бутун бир мавзу бўйича дарсларга оид саволлар киритилади. Тажриба ишларини қўлланмада кўрсатилган кетма-кетликда ўтказиш тавсия этилади. Лекин тажриба ишларининг баъзиларини ўқитувчининг ихтиёри билан ва аниқ шароитга қараб бошқача тартибда бажарилиши ёки умуман бажармаслик мумкин. Тажриба ишларининг миқдори ва мазмуни касб – ҳунар коллежларида услубий кенгаш томонидан тасдиқланган қарорга асосан ўқув режасида ажратилган соатлар миқдорида ўзгартириш мумкин.

ТАЖРИБА ИШЛАРИНИ БАЖАРИШДАГИ УМУМИЙ ҚОИДАЛАР

Талабалар назарий курснинг тегишли бўлимини ўрганиб бўлганларидан кейингина тажриба ишларини бажаришга киришадилар ва уни 2–3 кишилик бригадаларга бўлиниб бажарилади. Бригададаги ҳар бир аъзо ишга олдиндан тайёрланаши, дафтар тайёрлаб қўйиши, бу дафтарда электр схема ва ўлчаш жадвалларини чизиб қўйиши шарт.

Тажриба ишларини бажаришда хавфсизлик техникаси қоидаларига қатъий амал қилишлари зарур. Ўқувчилар сим, қаршилик ва амперметрлар билан ишлаганда оқиб ўтаётган токнинг қиймати йўл қўйиладиганидан ортмаслигига қараб туришлари лозим. Ҳар қайси бригада тахометр, секундомер, галвонометр ва бошқа махсус жиҳозларни навбатчи лаборантдан олади ва иш тугагач қайтариб топширади. Талабалар бирор бир электр жиҳозининг бузилганлигини ўқитувчига кўрсатишлари лозим.

Талабалар ҳар бир тажриба бўйича ўлчаш натижаларини дафтарга ёзиб ва ўқитувчига кўрсатишлари шарт. Иш тугагач ўқитувчининг рухсати билан схемаларни йиғиштириб олиш, асбоблар, жиҳозлар, симларни шкафга жойлаштириш стендларни эса тартибга солиб қўйиш керак.

Навбатдаги машғулотда ўқувчилар олдинги бажарилган иш тўғрисидаги ҳисоботни ўқитувчига кўрсатишлари керак, акс ҳолда улар кейинги ишга қўйилмайдилар. Ҳисобот сарлавҳасида ишнинг рақами ва тўлиқ номи кўрсатилади. Ҳисоботни тузишда ушбу ишдан кўзланган мақсадни, ишнинг мазмунига қисқача тавсифни, фойдаланилган жиҳозлар ва асбобларни кўрсатиши ва ҳисоботга миллиметрли коғозга чизилган ҳар бир тажриба ишининг электр схемалари, жадваллари ҳамда графикларни кўрсатиб қўйишлари керак бўлади.

ТАЖРИБА ИШЛАРИНИ БАЖАРИШДАГИ ХАВФСИЗЛИК ТЕХНИКАСИ

Тажриба ишларини бажаришда электр токидан шикастланмаслик учун техника хавфсизлик қоидаларига риоя қилиш керак. Электр занжирларидаги очик симларга ва бошқа қисмларга кучланиш борлигида тегиш мумкин эмас. Схемада бирон ўлчашни ўтказиш учун уни электр энергия манбаидан узиб қўйиш керак. Йиғилган схемани тажриба машғулоти раҳбари текшириши керак. Схемани фақатгина ўқитувчининг рухсати билан электр энергия манбаига уланади. Схема йиғилгандан сўнгра ўқитувчи текширмасдан олдин манбага улаш ман қилинади. Кетма-кет уланган индуктувлик ва сиғимдан ташкил топган ўзгарувчан ток занжирлари билан ишлаганда шуни ёдда тутиш керакки, кучланиш баъзи ҳолларда манба кучланишидан кўп марта ортиб кетиши мумкин. Ток трансформаторнинг бирламчи чулғамидан ток оқиб турганида иккиламчи чулғамни узиш мумкин эмас. Шунингдек, ўрамлар сони катта бўлган ғалтакларни занжирлардан ҳам узиш мумкин эмас.

Айланувчи агрегатлар билан ишлаганда айниқса уларнинг айланиш тезлигини ўлчашда ниҳоятда эҳтиёт бўлиш керак. Электр машиналарининг ҳаракатланиб турган қисмларига тегиш мумкин эмас. Бахтсиз ҳодисалар бўлмаслиги учун кийилган кийимлар ёпишиб туриши лозим. Тажриба машғулоти вақтида рўмол ўраш, шарф ва галстуклар тақиш мумкин эмас. Агар бахтсиз ҳодисалар рўй берса зудлик билан электр қурилмани тармоқдан узиш ва шикастланган кишига биринчи ёрдам бериш керак. Ҳар бир ўқувчи жиҳозларни ишлашда бузилиш сезса ва хавфсизлик техникаси қоидаларини бузилганлигини кўрса буни раҳбарга тезда билдириши шарт. Талабалар билан хавфсизлик техникасидан йўриқнома ўтказилганлиги журналда қайд қилиниши ва унга талабалар имзо чекишлари лозим.

ЎЗГАРМАС ТОК

1-тажриба иши. АМПЕРМЕТР ВА ВОЛТМЕТР ЁРДАМИДА ЭЛЕКТР ЗАНЖИРНИНГ ҚАРШИЛИГИНИ АНИҚЛАШ

Ишнинг мақсади — энг оддий электр схемаларнинг тузилишини, амперметр ва вольтметрни занжирга улашни, ўзгармас ток ўтаётган занжирнинг электр қаршилигини ўлчаш ва ҳисоблашни ўрганиш.

Назарий қисм. Ўзгармас ток берк занжирида электр юритувчи куч бўлганда ундан электр токи оқиб ўтади. Бу ток Ом қонунига кўра аниқланади

$$I = \frac{E}{r},$$

бунда, I — ток кучи, А; E —ўзгармас ток манбаининг электр юритувчи кучи, В; r — ўзгармас ток ўтаётган занжирнинг электр қаршилиги, Ом.

Схемага уланган амперметр ва вольтметрнинг кўрсатишларини ёзиб олиб, занжир участкасининг қаршилигини (Ом ҳисобида) ҳисоблаб топиш мумкин

$$r = \frac{U}{I}.$$

бунда U — занжирнинг текширилаётган қисмига бериладиган кучланиш В; I — ток кучи, А.

Қаршиликка тескари бўлган катталиқ ўтказувчанлик дейилади. Ўтказувчанлик g билан белгиланади ва сименс (См) да ўлчанади. Қаршилиқ билан ўтказувчанлик орасида қуйидаги муносабат мавжуд:

$$g = \frac{1}{r} = \frac{I}{U}.$$

Ўтказгичнинг солиштирма электр қаршилиги ρ (Ом·м) ни, геометрик ўлчамлари — узунлиги l (м) ни ва кўндаланг кесимининг

юзи S (м^2) ни билган ҳолда унинг электр қаршилигини омларда ва ўтказувчанлигини сименсларда қуйидаги формулалар ёрдамида ҳисоблаб топиш мумкин:

$$r = \rho \frac{l}{S} \quad \text{ва} \quad g = \frac{S}{\rho l} = \frac{1}{r}.$$

Агар ўтказгич кесимининг юзи мм^2 ҳисобида берилган бўлса, унинг солшитирма қаршилигини $\text{Ом} \cdot \text{мм}^2 / \text{м}$ да олиш керак.

Керакли жихозлар

1 А ли шчитавий магнитоэлектр амперметр 1 та
 150 В ли шчитавий магнитоэлектр вольтметр 1 та
 1,5 А, 50 Ом ли сим реостат ёки 36 В, 150 Вт ли кетма-кет уланган
 тўртта лампали панел 1 та
 1,5 А, 100 Ом ли сим реостат 1 та
 40 А ли 2 қутбли улагич 1 та
 115 В кучланишли ўзгармас ток манбаи 1 та

Ишни бажариш тартиби

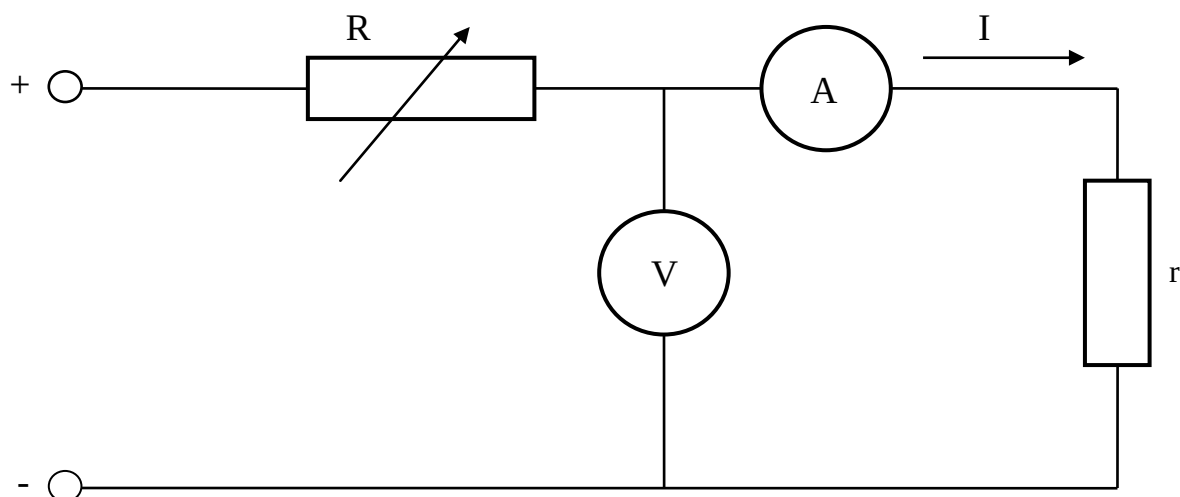
1. Ўлчаш асбоблари билан танишиб, уларнинг шкалада келтирилган техникавий маълумотларини: асбобнинг номи, унинг шартли белгиси ва системаси, типи, унга мўлжалланган токнинг тури (ўзгармас ёки ўзгарувчан), ўлчаш чегаралари, аниқлик синфи, заводда қўйилган номери ва ишлаб чиқарилган йилини ёзиб олиш.

2. Асбобларни улашнинг электр схемасини чизиш (1-расм).

3. Ток манбаи ва ўлчаш асбоблари қисмларини текшириб чиқиб, схемани йиғиш, кейин схемани манбага улаб, асбоблар (вольтметр ва амперметр) нинг кўрсатишига қараб ток кучининг уч хил қийматида қаршилиқни ўлчаш, асбоблар кўрсатишини жадвалга ёзиш. Ҳар галги ўлчаш учун r_1 , r_2 , r_3 қаршилиқларнинг ва g_1 , g_2 , g_3 ўтказувчанликларнинг қийматларини ҳисоблаб топиш ҳамда

$$r_{\text{ўп}} = \frac{r_1 + r_2 + r_3}{3}; \quad g_{\text{ўп}} = \frac{1}{r_{\text{ўп}}}$$

формулаларга асосан электр қаршилик билан ўтказувчанликнинг ўртача арифметик қийматини ҳисоблаш.



1-расм. Амперметр ва вольтметр ёрдамида электр занжирнинг қаршилигини аниқлаш электр схемаси:

R – реостат, r – қаршилик, V – вольтметр, A – амперметр

4. Ҳисобот тузиш.

Ж а д в а л

Электр қаршилик ва ўтказувчанликни ҳисоблаш натижалари

Тажриба Номери	Олинган қийматлар		Ҳисобланган қийматлар	
	I, A	U, B	r, Om	g, Cm
1				
2				
3				
Ўртача қиймати				

Ҳисоботнинг мазмуни

1. Ҳисоботнинг номи.
2. Амперметр ва вольтметрнинг параметрлари, ўзгармас ток манбаига ва реостатларга оид маълумотлар (манбанинг типи, кучланиши, қуввати, реостатларнинг қаршилиги, йўл қўйиладиган ток кучи).
3. Электр қаршилиқни ўлчаш учун электр ўлчаш асбобларини улашнинг электр схемаси.
4. Электр қаршилиқ, ўтказувчанлик ва уларнинг ўртача қийматларини ҳисоблаш натижалари ёзилган жадвал.
5. Занжирнинг бир қисми учун Ом қонуни формуласи.

Назорат саволлари

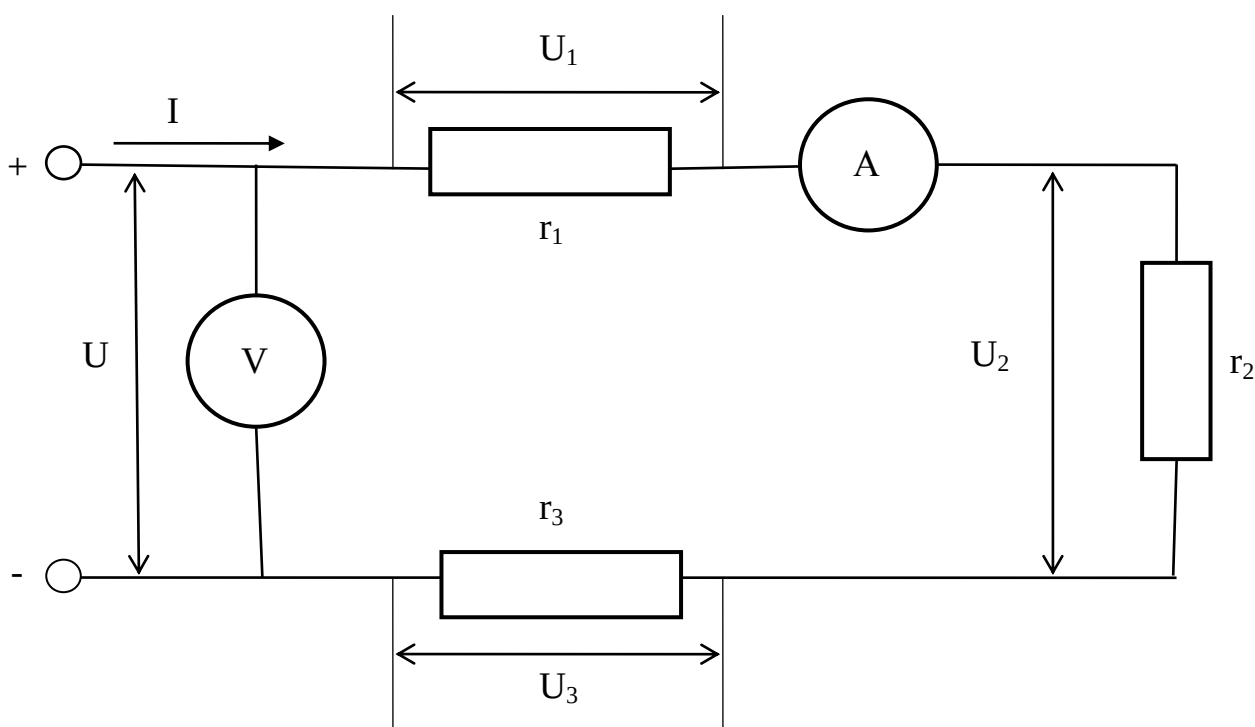
1. Ўзгармас ток ўтаётган занжирнинг электр қаршилиги амперметр ҳамда вольтметрнинг кўрсатишларига қараб қандай аниқланади?
2. Ток кучи, кучланиш, электр қаршилиқ ва ўтказувчанлик қандай бирликларда ўлчанади?
3. Ампер, вольт, ом ва сименс нималигини таърифлаб беринг.
4. Солиштирма электр қаршилиқ нима, у қандай белгиланади ва қандай бирликларда ўлчанади?
5. Солиштирма ўтказувчанлик нима, у қандай белгиланади ва қандай бирликларда ўлчанади?
6. Симнинг температураси унинг электр қаршилигига таъсир қиладими, агар таъсир қилса, бу боғланиш қандай бўлади?
7. Амперметр ва вольтметр ёрдамида электр қаршилиқни ўлчаш аниқлигини қандай ошириш мумкин?
8. Электр қаршилиқни бошқа қандай асбоблар ёрдамида ўлчаш мумкин?

2-тажриба иши. ЎТКАЗГИЧЛАРНИ КЕТМА-КЕТ УЛАШ ВА АЙРИМ ЎТКАЗГИЧЛАРДАГИ КУЧЛАНИШ ТУШИШИНИ ТЕКШИРИШ

Ишнинг мақсади — ўтказгичларни кетма-кет улаш, айрим ўтказгичлардаги кучланиш тушишини Ом қонунига асосан ҳисоблаб ва вольтметр билан ўлчаб аниқлаш, Кирхгофнинг иккинчи қонунини текшириш; ўлчаш натижаларини ҳисоблаш натижалари билан солиштириш.

Назарий қисм. Барча ўтказгич ва электр энергия истеъмолчиларидан бир хил ток ўтадиган қилиб улаш кетма — кет улаш дейилади. Кетма-кет уланган занжирнинг қаршилиги - r (1-расм) айрим истеъмолчиларнинг - r_1 , r_2 , r_3 қаршиликлари йириндисига тенг, яъни

$$r = r_1 + r_2 + r_3.$$



1-расм. Кетма-кет уланган занжирнинг электр схемаси

Кетма-кет уланган барча истеъмолчиларда ток кучи бир хил. Ўзгармас ток электр занжирнинг ҳар бир қисмидаги кучланиш тушиши, Ом қонунига мувофиқ, шу қисмнинг қаршилигига пропорционал бўлади,

$$U_1 = Ir_1, \quad U_2 = Ir_2, \quad U_3 = Ir_3.$$

Кетма-кет уланган занжирга берилган умумий кучланиш, Кирхгофнинг иккинчи қонунига мувофиқ, шу занжирнинг айрим қисмларидаги кучланиш тушишининг йиғиндисига тенг, яъни

$$U = U_1 + U_2 + U_3.$$

Керакли жихозлар

5 А ли шчитавий магнитоэлектрик амперметр 1 та
 50 В ли шчитавий магнитоэлектр вольтметр 1 та
 150 В ли шчитавий магнитоэлектрик вольтметр 1 та
 10 Ом ли сим реостат 4 та
 115 В кучланишли ўзгармас ток манбаи 1 та

Ишни бажариш тартиби

1. Асбоблар ва кучланишни ўлчаш схемаси билан танишиш.
2. 1-расмда келтирилган схемани йиғиб, у тармоққа уланади ва ток кучининг қиймати ҳар хил бўлгандаги амперметрнинг кўрсатишларини жадвалга ёзиш.

Жадвал

Ом ва Кирхгоф қонунларини текшириш

Олинган қийматлар			Ҳисобланган қийматлар		
ток кучи, А	тармоқ кучланиши, В	айрим ўтказгичлардаги кучланиш, В	ўтказгичларнинг қаршилиги, Ом	умумий қаршилик, Ом	кучланиш тушиши, В

3. Вольтметр ёрдамида занжирнинг ҳар қайси қисмидаги ва кириш қисмларидаги кучланиш тушишини ўлчаш.
4. Ҳар қайси ўтказгичнинг қаршилиги ва занжирнинг умумий қаршилигини ўлчаш.
5. Занжирнинг қисмларидаги кучланиш тушишини ўлчаш.
6. Ўлчаш натижалари билан ҳисоблаш натижаларини солиштириб, занжир қисмларидаги кучланиш тушишининг йиғиндиси занжирга берилган кучланишга тенг эканлигига ишонч ҳосил қилиш.
7. Ҳисобот тузиш.

Ҳисоботнинг мазмуни

1. Ҳисоботнинг номи.
2. Электр ўлчаш асбоблари ва жиҳозларнинг асосий параметрлари.
3. Электр схема.
4. Ўлчаш ва ҳисоблаш натижалари ёзилган жадвал.
5. Занжирнинг умумий қаршилигини топиш формуласи.

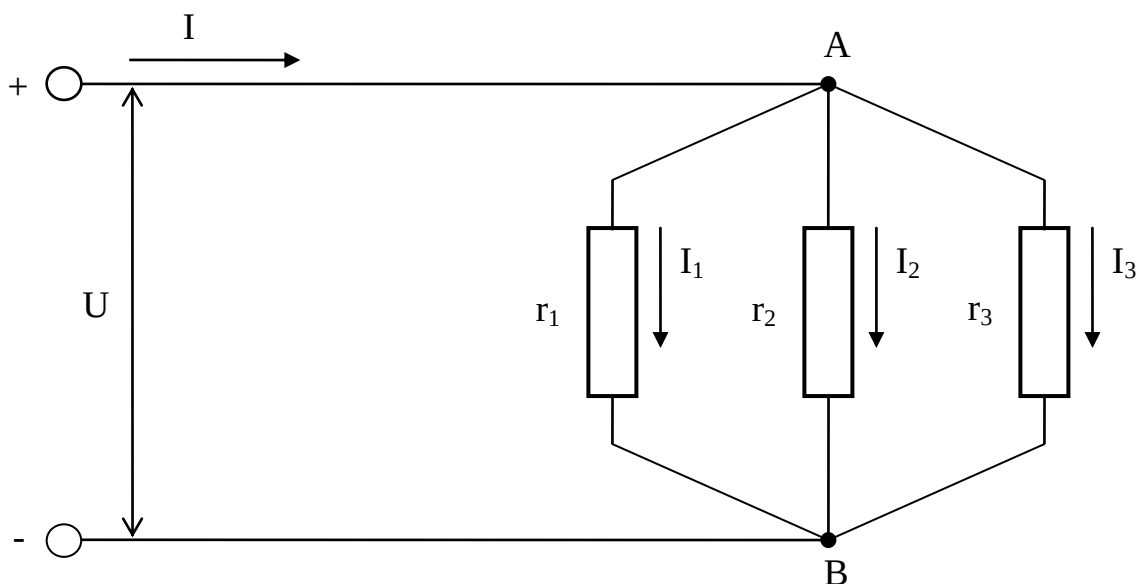
Назорат саволлари

1. Қаршилиги - r бўлган истеъмолчидан I – ток оқиб турган бўлса, ундаги кучланиш тушишини аниқланг.
2. Агар кетма-кет уланган занжирнинг айрим элементларидаги кучланиш тушиши маълум бўлса, унинг кириш қисмларидаги кучланиш нимага тенг?
3. Агар кетма-кет уланган занжирнинг айрим элементларидан ўтаётган ток кучи маълум бўлса, ундаги ток кучи нимага тенг?

3-тажриба иши. ЎТКАЗГИЧЛАРНИ ПАРАЛЛЕЛ УЛАШ ВА КИРХГОФНИНГ БИРИНЧИ ҚОНУНИНИ ТЕКШИРИШ

Ишнинг мақсади — ўтказгичларни параллел улаш, айрим ўтказгичлардаги ток кучини ва умумий ток кучини аниқлашда Кирхгоф биринчи қонунининг тўғрилигига ишонч ҳосил қилиш.

Назарий қисм. Барча ўтказгичларни бир жойга улаш параллел улаш дейилади (1-расм).



1-расм. Параллел уланган занжирнинг электр схемаси

Агар умумий қисмага иккитадан кўп ўтказгич уланган бўлса, бу қисма тугун дейилади. 1- расмдаги A ва B нуқталар тугун улаш ҳисобланади. Кирхгофнинг биринчи қонунида шундай дейилади: *электр занжирнинг берилган тугунига келаётган тоқларнинг йиғиндиси шу тугундан кетаётган тоқларнинг йиғиндисига тенг, яъни*

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

ёки электр занжир тугунидаги ток кучларининг алгебраик йиғиндиси нолга тенг, яъни

$$I - I_1 - I_2 - I_3 = 0 .$$

Барча истеъмолчилардаги кучланишлар, бир хил, чунки уларнинг учлари битта кучланишнинг ўзига уланган,

$$U = U_1 = U_2 = U_3 .$$

Тармоқлардаги ток кучи занжирнинг бир қисми учун Ом қонунидан фойдаланиб топилади:

$$I_1 = \frac{U}{r_1}; \quad I_2 = \frac{U}{r_2}; \quad I_3 = \frac{U}{r_3} .$$

Маълумки, қаршиликка тескари бўлган катталиқ ўтказувчанлик дейилади

$$\frac{1}{r} = g; \quad \frac{1}{r_1} = g_1; \quad \frac{1}{r_2} = g_2; \quad \frac{1}{r_3} = g_3 .$$

Кирхгофнинг биринчи қонунига кўра тармоқланмаган занжирдаги ток кучи қуйидагича бўлади:

$$I = \frac{U}{r_g} = \frac{U}{r_1} + \frac{U}{r_2} + \frac{U}{r_3} .$$

Бу тенгликнинг икки томонини U га бўлиб қуйидагини оламиз:

$$\frac{I}{U} = \frac{1}{r_g} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} ,$$

ёки

$$g = g_1 + g_2 + g_3 .$$

яъни, параллел уланган истеъмолчилардан тузилган занжирнинг умумий ўтказувчанлиги айрим истеъмолчилар ўтказувчанликларининг йиғиндисига тенг.

Агар барча истеъмолчиларнинг қаршиликлари бир хил, яъни

$$r_1=r_2=r_3=....=r_n$$

бўлса, у ҳолда

$$\frac{1}{r} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} + ... + \frac{1}{r_n} = \frac{n}{r_1}$$

бўлади, бу ерда n — қаршиликлар сони.

Параллел уланган барча истеъмолчиларнинг ўтказувчанликлари ўзаро тенг бўлганда бундай тармоқларнинг ўтказувчанлиги

$$g=ng_1,$$

қаршилиги эса

$$r = \frac{r_1}{n} .$$

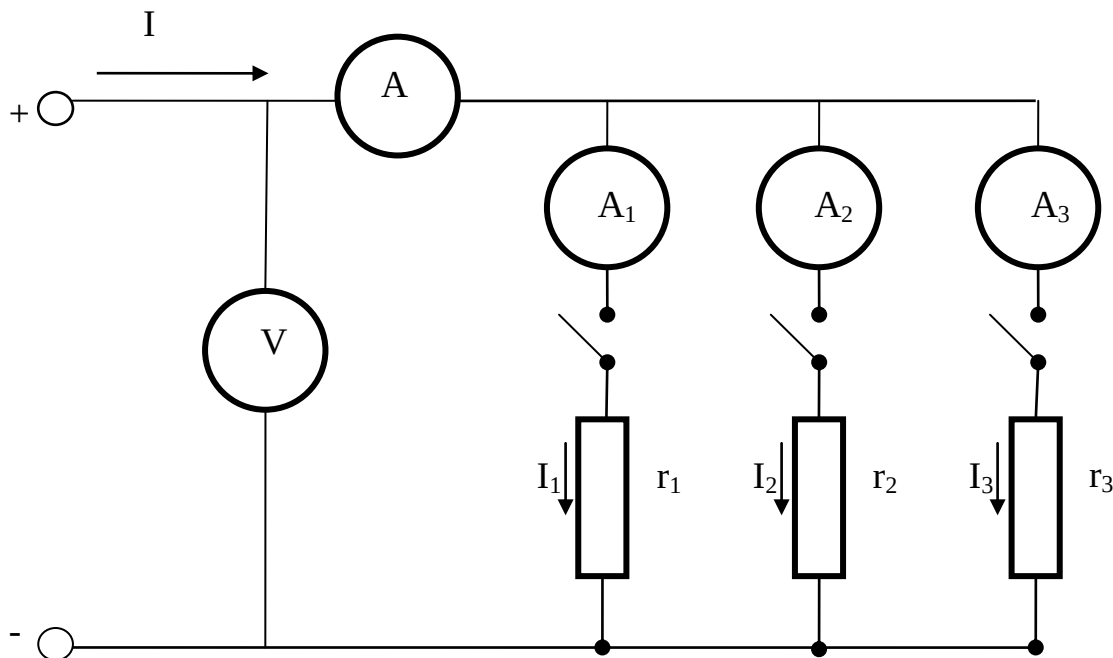
бўлади.

Керакли жиҳозлар

10 А ли ўзгармас ток амперметри 1 та
 5 А ли ўзгармас ток амперметри 3 та
 150 Б ли ўзгармас ток амперметри 1 та
 60 Ом, 3 А ли сим реостат 3 та
 40 А, 250 В ли икки қутбли улагич 1 та
 25 А ли икки қутбли улагич 3 та
 115 В кучланишли ўзгармас ток манбаи 1 та

Ишни бажариш тартиби

1. Ўлчаш схемаси ва асбоблар билан танишиш.
2. Схемани йиғиш (2-рasm), уни тармоққа улаш ҳар қайси қаршилиқ занжиридаги ток кучини ростлаш ва вольтметр ҳамда барча амперметрларнинг кўрсатишини жадвалга ёзиш.



2-рasm. Параллел уланган занжирнинг электр схемаси

3. Кирхгофнинг биринчи қонуни тўғри эканига ишонч ҳосил қилиш.
4. Ҳар бир истеъмолчининг ва бутун занжирнинг қаршилигини ҳамда ўтказувчанлигини ҳисоблаш ва натижаларини жадвалга ёзиш.
5. Ҳисобот тузиш.

Ҳисоботнинг мазмуни

1. Ҳисоботнинг номи.
2. Электр ўлчаш асбоблари ва жиҳозларининг параметрлари.

3. Электр схема (2-расмга қаранг).
4. Ўлчаш ва ҳисоблаш натижалари ёзилган жадвал.
5. Истеъмолчилар параллел уланган электр занжирнинг умумий қаршилигини топиш формуласи.
6. Истеъмолчилар параллел уланган ҳолда айрим истеъмолчининг ва бутун занжирнинг ўтказувчанлигини топиш формуласи.
7. Кирхгофнинг биринчи қонуни формуласи.

Жадвал

Кирхгофнинг биринчи қонунини текшириш

Ўлчангани					Ҳисоблангани							
$U, В$	$I_1, А$	$I_2, А$	$I_3, А$	$I, А$	$r_1, Ом$	$r_2, Ом$	$r_3, Ом$	$g_1, См$	$g_2, См$	$g_3, См$	$R, Ом$	$G, См$

Назорат саволлари

1. Агар занжирнинг айрим тармоғининг кучланиш тушиши U , қаршилиги эса r бўлса, шу тармоқдаги ток кучи нимага тенг?
2. Агар параллел уланган ҳар бир қаршилиқдаги ток кучи маълум бўлса, тармоқланмаган электр занжирдаги ток кучи нимага тенг?
3. Қаршиликлари ўзаро тенг бешта электр энергия истеъмолчилари параллел уланган электр занжирнинг умумий қаршилиги r нимага тенг?
4. Қаршиликлари ҳар хил бўлган, параллел уланган электр занжирнинг умумий қаршилиги қандай аниқланади?
5. Ҳар бирининг қаршилиги r га тенг бўлган, параллел уланган ўнта истеъмолчининг умумий ўтказувчанлиги нимага тенг?
6. Агар занжирдаги умумий ток кучи – I , бу занжирга параллел уланган резисторлар сони 4 та ва ҳар бир резисторнинг қаршилиги r маълум бўлса, ток шу резисторларда қандай тақсимланади?

4-тажриба иши. АККУМУЛЯТОРЛАРНИ КЕТМА-КЕТ, ПАРАЛЛЕЛ ВА АРАЛАШ УЛАШ

Ишнинг мақсади — аккумуляторларнинг ҳар хил типлари билан танишиш; аккумуляторлар батареяси тузишни ўрганиб олиш.

Назарий қисм. Аккумулятор электр токининг химиявий манбаи ҳисобланади ва у ток бериши учун олдин уни зарядлаш зарур. Электрохимиявий жараён натижасида аккумуляторда электр юритувчи куч (ЭЮК) вужудга келади. Агар аккумуляторга юклама реостати уланса, занжирда ЭЮК ли бутун занжир учун Ом қонунига асосан

$$I = \frac{E}{R + r_0}$$

га тенг ток кучи вужудга келади, бунда R — юклама реостатининг қаршилиги, Ом; r_0 — битта аккумуляторнинг ички қаршилиги, Ом; E — аккумуляторнинг электр юритувчи кучи, В.

Юклама реостати қаршилигидаги кучланиш

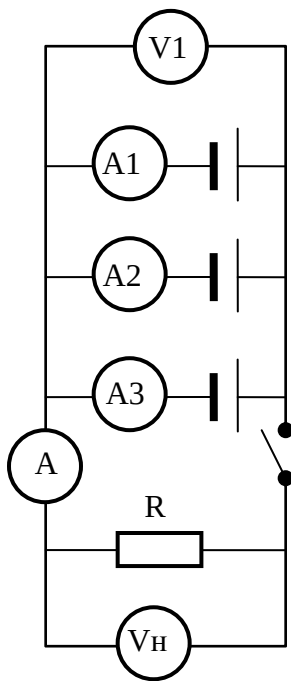
$$U = I R$$

аккумуляторнинг ЭЮК идан аккумулятордаги ички кучланиш тушиши деб аталадиган $I r_0$ катталиқча кичик бўлади. Шундай қилиб, аккумулятор қисмаларидаги кучланиш

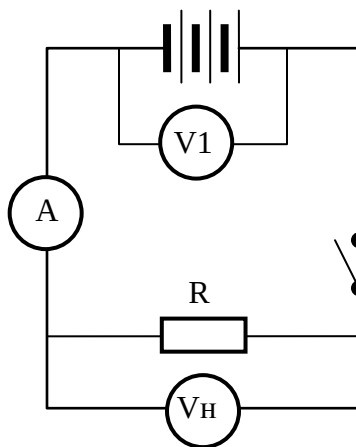
$$U = E - I r_0.$$

Аккумулятор сифими Q разряд токи билан разряд вақтининг кўпайтмасига тенг ва ампер-соат (А·соат) ҳисобида аниқланади.

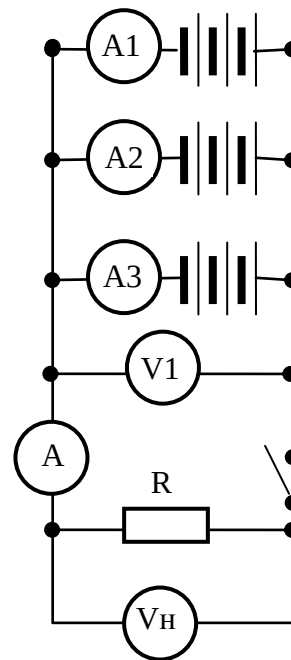
Агар юклама занжирида катта қийматли ток кучи (битта аккумуляторнинг разряд токидан катта) ҳосил қилиш зарур бўлса, аккумуляторлар параллел (1-расм, а) уланади, агар катта кучланиш (битта аккумуляторнинг кучланишидан катта) олиш зарур бўлса, улар кетма-кет (1-расм, б) уланади. Ток кучини ҳам, кучланишни ҳам ортириш зарур бўлган ҳолда эса аралаш (1-расм. в) уланади.



а)



б)



в)

1-расм. Аккумуляторларни параллел (а), кетма-кет (б) , ва аралаш (в) улашнинг электр схемаси:
 R – юклама қаршилиги

ЭЮК лари бир хил бўлган аккумуляторлар параллел уланганда бутун батареянинг электр юритувчи кучи битта аккумуляторнинг электр юритувчи кучига тенг бўлади, яъни

$$E = E_1 = E_2 = E_3 = \dots = E_m .$$

Параллел уланган m та бир хил аккумуляторлар блокидан ташкил топган аккумуляторлар батареясининг ички қаршилиги қуйидагича бўлади:

$$r = \frac{r_0}{m} .$$

n та бир хил аккумуляторлар кетма-кет уланганда батареянинг электр юритувчи кучи барча аккумуляторлар ЭЮК ларининг йиғиндисига тенг, яъни

$$E = E_1 + E_2 + E_3 + \dots + E_n = n E_1 .$$

n та элементдан иборат ана шундай батареянинг ички қаршилиги шу аккумуляторлар ички қаршиликлари йиғиндисга тенг, яъни

$$r = r_{01} + r_{02} + r_{03} + \dots + r_{0n} = nr_0 .$$

Бир хил аккумуляторлар аралаш уланганда бутун батареянинг электр юритувчи кучи:

$$E = n E_1 ,$$

батареянинг ички қаршилиги эса қуйидагича бўлади:

$$r = \frac{nr_0}{m} .$$

Керакли жиҳозлар

10 А ли ўзгармас ток амперметри	1 та
3 А ли ўзгармас ток амперметри	3 та
15 В ли ўзгармас ток вольтметри	2 та
2НКН-45 ишқорли аккумуляторлар	9 та
ЖН-25 темир-никелли аккумулятор	1 та
ЗСТЭ-64 кислотали аккумулятор	1 та
СК-1 ёки С-1 аккумулятори	1 та
10 А, 2,5 Ом ли сим реостат	1 та
25 А га мўлжалланган бир қутбли улагич	1 та
Аккумуляторларни зарядлаш учун ўзгармас ток манбаи — 127 ёки 220 В ли ўзагарувчан ток тўғрилагичи ВСА-5 (кучланиши 0—32 В, максимал ток кучи 12 А)	1 та

Ишни бажариш тартиби

1. Ўлчаш схемаси билан танишиш.
2. Схемани йиғиш (1-расм, а га қаранг) ва юклама улангандаги асбобларнинг кўрсатишини жадвалга ёзиб олиш.

3. Юклама реостатини узиш ва батареянинг ЭЮК ҳамда ҳар қайси аккумулятор ток кучи қийматини ёзиб олиш.

4. Аккумуляторларни параллел улашдаги аккумуляторлар батареясининг r ва ҳар қайси аккумуляторнинг r_0 ички қаршилигини қуйидаги формуладан ҳисоблаб топиш:

$$r = \frac{E - U}{I}; \quad r_0 = r \cdot m.$$

5. Схемани йиғиш (1-расм, б га қаранг) ва асбобларнинг юклама уланган ҳолдаги кўрсатишларини жадвалга ёзиб олиш.

Жадвал

Аккумуляторларни синаш

Уланиши	Ўлчангани														Ҳисоб-лангани	
	Юклама қаршилигили								Юклама қаршилигилисиз							
	U_1, B	U_2, B	U_3, B	U_H, B	I_1, A	I_2, A	I_3, A	I_H, A	E_1, B	E_2, B	E_3, B	I_1, A	I_2, A	I_3, A	r, OM	r_0, OM
Параллел																
Кетма-кет																
Аралаш																

6. Юклама реостатини узиш ва батарея ҳамда ҳар қайси аккумулятор ЭЮК лари қийматларини ёзиб олиш.

7. Аккумуляторларни кетма-кет улаганда батареянинг ва ҳар қайси аккумуляторнинг ички қаршилигини

$$r = \frac{E - U}{I}, \quad r = \frac{r}{n}$$

формуладан фойдаланиб ҳисоблаб топиш.

8. Схемами йиғиш (1-расм, в га қаранг), асбобларнинг юклама уланган ҳолдаги кўрсатишларини ёзиб олиш.

9. Юклама реостатини узиш ва асбобларнинг кўрсатишини ёзиб олиш.
10. Аккумуляторлар аралаш уланганда бутун батареянинг ички қаршилигини ҳисоблаш.
11. Ҳисобот тузиш.

Ҳисоботнинг мазмуни

1. Ҳисоботнинг номи.
2. Электр ўлчаш асбоблари ва жиҳозларининг параметрлари.
3. Аккумуляторларни улашнинг электр схемалари.
4. Ўлчанган ва ҳисобланган катталиклар ёзилган жадвал.
5. Аккумуляторлар батареясини кетма-кет, параллел ва аралаш улашда ЭЮК ни ҳисоблаш формулалари.
6. Аккумуляторнинг ички қаршилигини ҳисоблаш формулалари.
7. Аккумуляторлар батареясини кетма-кет, параллел ва аралаш улашда ички қаршилиқни ҳисоблаш формулалари.

Назорат саволлари

1. Аккумулятор нима ва сиз аккумуляторларнинг қандай типларини биласиз?
2. Аккумуляторнинг ЭЮК си нимага тенг?
3. Аккумуляторнинг сифимини қандай аниқлаш мумкин ва у қандай бирликларда ўлчанади?
4. Аккумуляторлардаги кучланиш унинг ЭЮК дан қандай катталиққа фарқ қилади?

5-тажриба иши. ЎЗГАРМАС ТОК ЗАНЖИРИДАГИ ИШ ВА ҚУВВАТНИ ЎЛЧАШ

Ишнинг мақсади — ўзгармас ток занжиридаги иш ва қувватни ўлчаш усуллари билан танишиш ва электр ўлчаш асбобларини занжирга тўғри улашни ўрганиш.

Назарий қисм. Қаршилиги r бўлган лампали реостат U кучланиш остида бўлиб, ундан I - ток оқиб турса, у ҳолда t - вақт ичида реостатда W - энергия ажралиб чиқади. Бу энергиянинг қиймати қуйидаги формула билан ҳисобланади:

$$W = IUt = \frac{U^2 t}{r} = I^2 r t.$$

Қувват — бу вақт бирлиги ичида бажарилган иш (энергия).

$$P = \frac{W}{t} = IU = \frac{U^2}{r} = I^2 r.$$

Иш бирлиги учун 1 жоул (Ж), қувват бирлиги учун эса 1 ватт (Вт) қабул қилинган; $1000 \text{ Вт} = 1 \text{ кВт}$. Қувват ваттметр билан ўлчанади. Ўзгармас токнинг қувватини ўлчаш учун вольтметр билан амперметр етарли. Электр токининг ишини ўлчаш учун электр энергия ҳисоблагичи ишлатилади. Жоул (ватт-секунд) энергиянинг жуда кичик бирлиги; амалда ҳисоблагич токнинг ишини жоулдан 3600000 марта катта бирликларда — киловатт-соатда ўлчайди.

Электр токининг қувватини вольтметр ва амперметр билан, вақтни эса секундомер билан ўлчаб, токнинг ишини топиш мумкин.

Керакли жихозлар

3 А ли ўзгармас ток амперметри	1 та
150 В ли ўзгармас ток вольтметри	1 та
110 В, 100 Вт ли чўғланма лампалар буралган патронлар	3 та
25 А, 250 В ли икки қутбли улагич	1 та
115 В кучланишли ўзгармас ток манбаи	1 та

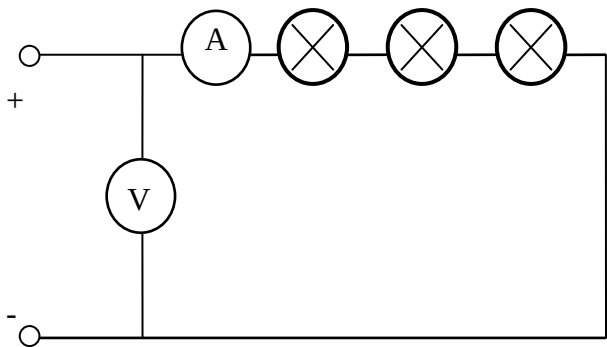
Ишни бажариш тартиби

1. Асбоблар ва ўлчаш схемалари (1-расм) билан танишиш.
2. Схемани (1-расм, *а*) йиғиш, уни тармоқда улаш ва асбобларнинг кўрсатишини жадвалга ёзиб олиш.
3. Қувватни ва энергияни (ишни) ҳисоблаб топиш.
4. Схемани (1-расм, *б*) йиғиш уни тармоққа улаш ва асбобларнинг кўрсатишини жадвалга ёзиб олиш.
5. Қувват ва энергияни ҳисоблаш.
6. Ҳисобот тузиш.

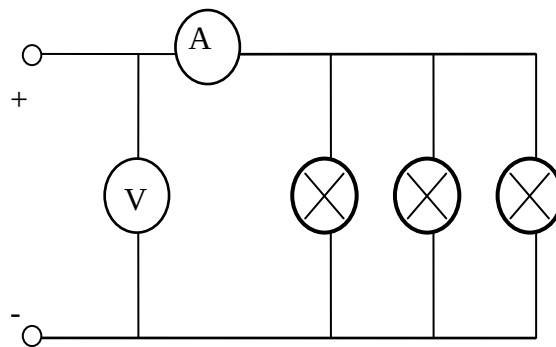
Жадвал

Ўзгармас электр ток занжиридаги қувват ва энергияни ўлчаш

Улаш хили	Ўлчангани			Ҳисоблаб топилгани		
	U, B	I, A	$r, Ом$	$P, Вт$	$t, сек$	$W, Ж$
Кема-кет Параллел						



а)



б)

1-расм. Истеъмолчилар ҳар хил уланганда ўзгармас ток занжиридаги қувватни ўлчаш:

а—кетма-кет, *б*—параллел

Ҳисоботнинг мазмуни

1. Ҳисоботнинг номи.
2. Электр ўлчаш асбобларининг параметрлари.
3. Иш ва қувватни ўлчаш электр схемалари.
4. Ўлчанган ва ҳисоблаб топилган катталиклар ёзилган жадвал.
5. Ўзгармас ток занжиридаги иш ва қувватни ҳисоблаш формулалари.

Назорат саволлари

1. Электр занжирдаги иш ва қувват нима ва улар қандай бирликларда ўлчанади?
2. Ўзгармас ток қуввати қандай асбоблар билан ўлчанади?
3. Электр энергия қандай асбоблар билан ва қандай бирликларда ўлчанади?

ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ

6 – тажриба иши. ТОКЛИ ЎТКАЗГИЧ ВА ҒАЛТАКНИНГ МАГНИТ МАЙДОНИНИ ЎРГАНИШ

Ишининг мақсади — ўтказгичдан ток ўтганда ўтказгич атрофида магнит майдон вужудга келиши билан танишиш; магнит куч чизиқларининг тўғри чизиқли ўтказгичдан ва ғалтақдан ўтаётган токнинг йўналишига боғлиқ равишда тарқалишини ва йўналишини ўрганиш.

Назарий қисм. Агар ўтказгичдан электр токи ўтиб турса, шу ўтказгич атрофида магнит майдон вужудга келади.

Бу ҳодиса 1820 йилда кашф этилган. Бу қонданинг тўғрилигига тажрибада ишонч ҳосил қилиш мумкин, бунинг учун ўзгармас ток манбаи, вертикал жойлаштирилган ўтказгич, улагич ва компас бўлиши керак. Улагични узганда ўтказгич яқинига келтирилган компас жануб – шимол йўналишида бурилади. Улагич уланганда ўтказгичдан ўзгармас ток ўта бошлайди, ўтказгич атрофида эса парма қондасига асосан, магнит майдон вужудга келади, бу компас стрелкаси вазиятининг ўзгаришидан билинади, компас стрелкаси ўтказгичнинг ўқиға перпендикуляр жойлашиб олади.

Агар улагич узилса, ўтказгичдаги ток ва унинг атрофидаги магнит майдон йўқолади, компас стрелкаси эса дастлабки вазиятга қайтади. Агар ўтказгичдаги токнинг йўналиши ўзгартирилса, компас стрелкасининг вазияти ҳам ўзгаради. Магнит куч чизиқлар ўтказгич атрофида концентрик жойлашади. Компасни токли ўтказгич атрофида силжитиб, магнит куч чизиқларининг йўналишини аниқлаш мумкин. Агар ўтказгични ғалтакка улаб, ундан ўзгармас ток ўтказилса, бу ғалтак шимолий ва жанубий қутбли катта магнит оқим ҳосил килади. Ғалтакдаги токнинг йўналиши ўзгартирилса, ғалтак учларидаги қутбийлик ҳам ўзгаради.

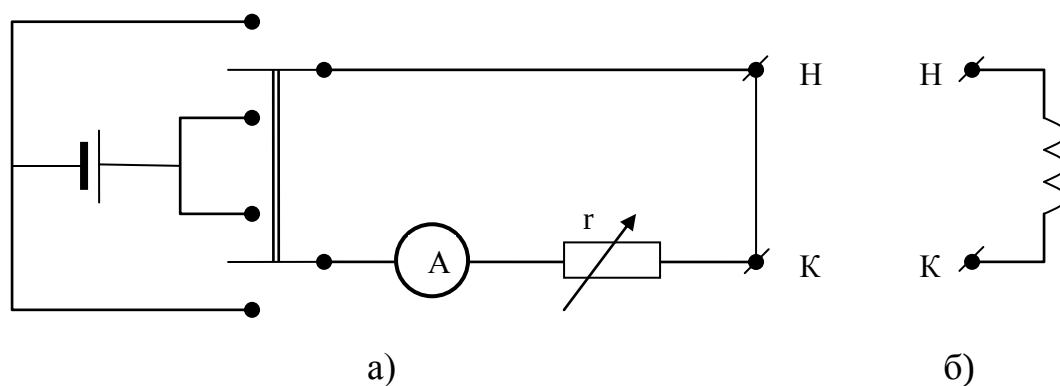
Магнит оқим катталигини магнит занжир учун Ом қонунига асосан аниқлаш мумкин;

$$\Phi = \frac{I\omega}{r_M},$$

бунда Φ — магнит оқими; вебер (Вб); $I\omega$ — магнитловчи куч (у ток кучи билан ғалтак ўрамлари сони кўпайтмасига тенг), А; r_M — магнитавий қаршилиқ (у атраф муҳитнинг магнит куч чизиқларини кўп ёки оз ўтказиш хоссаларини характерлайди), А/Вб.

Электр занжир учун Ом қонуни формуласига ўхшаган бу формула магнит оқим Φ , магнитловчи куч $I\omega$ ва магнит оқим тарқаладиган муҳитнинг хоссалари орасидаги асосий боғланишларни тушунишга имкон беради.

Агар ғалтак ичига пўлат ўзак жойлаштирилса, худди шундай ток кучида магнит оқим бир неча ўн баровар ортади. Пўлат ўзак ферромагнит материаллардан ясалади. Бу материалларнинг магнитавий қаршилиги кичик бўлади, шунинг учун улар кучли магнит майдон ҳосил қилади.



7-расм. Магнит куч чизиқларининг йўналишини аниқлаш схемалари:
 а — тўғри ўтказгич улаб, б — ғалтак улаб

Керакли жихозлар

5А ли ўзгармас ток амперметри 1 та
 10 В ли ўзгариас ток вольтметри 1 та
 10 Ом, 5А ли сим резистор 1 та
 5ЖН-45 аккумулятори 1 та

8 Ом ли индуктив ғалтак	1 та
25 А, 50 В ва икки йўналишли улагич	1 та
Пўлат ўзак	1 та

Ишни бажариш тартиби

1. Жихозлар, ўлчаш асбоблари ва уларни улаш схемалари билан танишиш.
2. Схемани йиғиш (1- расм. *а*). Ўтказгични аккумуляторга уламай, компас стрелкасининг вазиятини аниқлаб олиш. Электр занжирни беркитиб компас стрелкасининг вазиятини текшириш.
3. Улагич ёрдамида электр занжирдаги токнинг йўналишини ўзгартириб, занжирдан ток ўтиб турганда компас стрелкасининг вазиятини яна текшириш. Стрелканинг вазиятларини таққослаш. Ўтказгични *Н* ва *К* нуқталардан ажратиш.
4. Электр занжирнинг *Н* ва *К* қисмаларига ғалтак *L* ни улаб (1-расм, б) 2 - ва 3 – пунктларни такрорлаш.
5. Ҳисобот тузиш.

Ҳисоботнинг мазмуни

1. Ҳисоботнинг номи.
2. Электр ўлчаш асбоблари ва жихозларининг параметрлари.
3. Электр схемалар.
4. Хулосалар.

Назорат саволлари

1. Ўтказгичдаги ёки ғалтакдаги ток билан магнит оқим орасида қандай боғланиш бор?
2. Магнитловчи куч ва магнит оқим қандай бирликларда ўлчанади?
3. Ғалтакнинг қутбийлигини қандай ўзгартириш мумкин?

ЎЗГАРУВЧАН ТОК

7-тажриба иши. АКТИВ ВА ИНДУКТИВ ҚАРШИЛИКЛИ ЎЗГАРУВЧАН ТОК ЭЛЕКТР ЗАНЖИРИНИ ТЕКШИРИШ

Ишнинг мақсади — актив ва индуктив қаршиликлар кетма-кет уланган оддий ўзгарувчан ток электр занжирларида бўладиган жараёнлар билан танишиш. Умумий ток кучини, занжирнинг айрим қисмларидаги қувват ва кучланишни ўлчаш.

Назарий қисм. Агар резисторга (актив қаршиликка) синусоидал кучланиш уланса, резистордан фаза бўйича кучланишга мос синусоидал ток ўта бошлайди. Агар синусоидал кучланишга индуктив ғалтак уланса, ғалтакдан вектори кучланиш векторидан $\pi/2$ радиан (90°) орқада қолувчи синусоидал ток оқа бошлайди.

Актив ва индуктив қаршиликлар кетма-кет уланганда (1-расм) занжирдан ўтадиган умумий ток ўзгарувчан ток занжири учун Ом қонунига асосан қўйидаги формуладан фойдаланиб ҳисоблаб топилади:

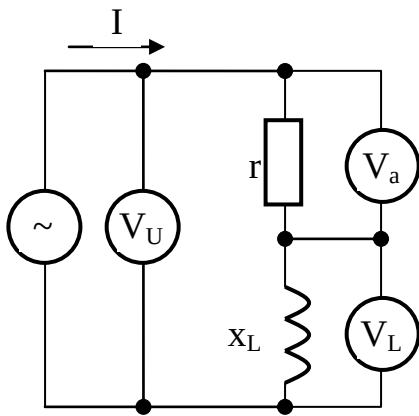
$$I = \frac{U}{z} = \frac{U}{r} = \frac{U_L}{x_L},$$

бунда I — ўзгарувчан токнинг таъсир қиймати, А; U — кучланишнинг таъсир қиймати, В; U_a —актив қаршилик r даги кучланиш, В; U_L — индуктив қаршилик x_L даги кучланиш, В; z — электр занжирнинг тўла қаршилиги, Ом; r — актив қаршилик, Ом; x_L —индуктив қаршилик, Ом.

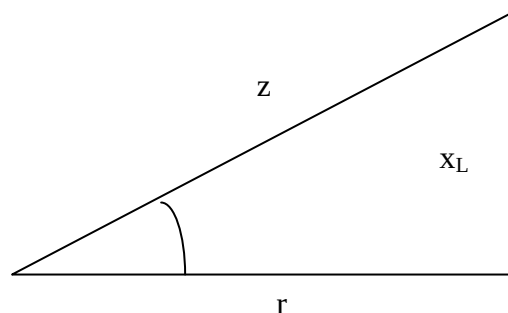
Кетма-кет уланган актив ва индуктив қаршиликли занжир учун Ом ҳисобидаги тўла электр қаршилик қўйидаги ифодадан топилади:

$$z = \sqrt{r^2 + x^2},$$

бунда r —актив қаршилик, Ом; x —индуктив қаршилик, Ом.



1- расм. Актив r ва ивдуктив x_L қаршиликлар кетма-кет уланган электр занжирнинг схемаси



2- расм. r билан x_L кетма-кет уланган электр занжирнинг қаршиликлар учбурчаги

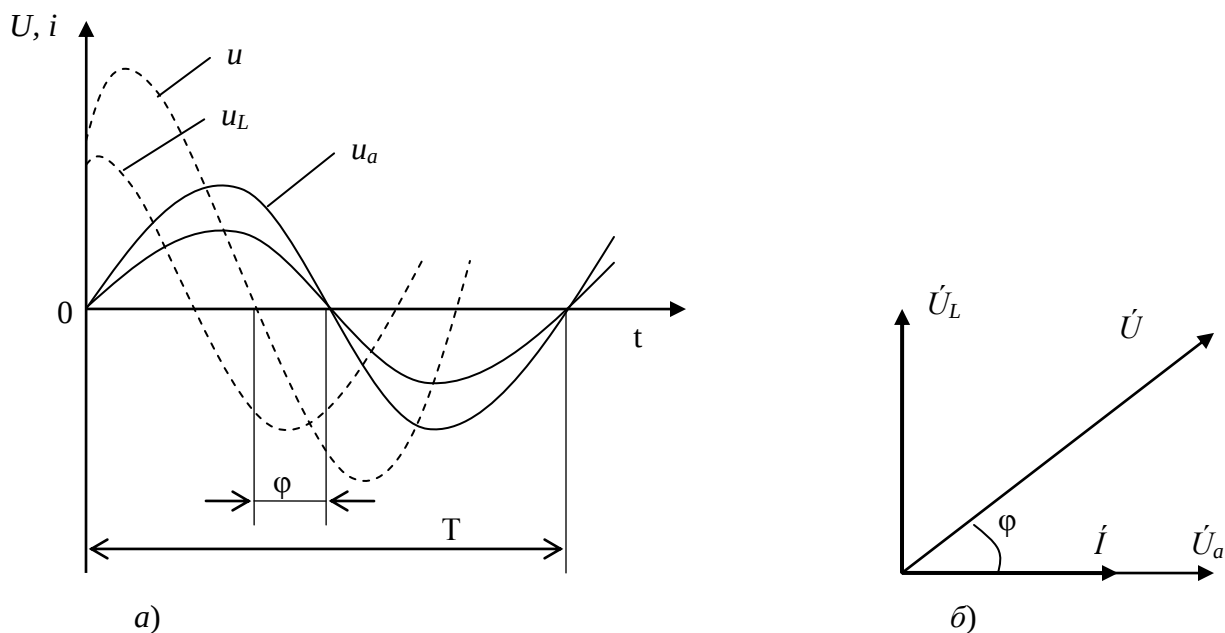
Электр занжирнинг тўла қаршилигини геометрик тўғри бурчакли учбурчак (2-расм) орқали топса ҳам бўлади, бунда иккита катет - актив r ва индуктив x қаршиликларни, гипотенуза эса занжирнинг тўла қаршилиги z ни ифодалайди. Бундай яшаш қаршиликлар учбурчаги дейилади.

Кетма-кет уланган актив ва индуктив қаршиликлардан ўтаётган ток вектори кучланиш векторидан φ бурчакка орқада қолади, бу бурчак актив ва индуктив қаршиликлар орасидаги муносабатга боғлиқ, уни қаршиликлар учбурчагидан, z гипотенуза билан r катет орасидаги бурчак сифатида аниқлаш мумкин.

Текшириляётган занжирга берилган умумий кучланишнинг u , ток кучининг i актив u_a , индуктив u_L , қаршиликлардаги кучланишнинг синусоидал ўзгарувчан оний қийматлари 3-расм, *а* да кўрсатилган. 3-расм, *б* да бу тўртта катталиқнинг вектори ($\dot{U}$, $\dot{I}$, $\dot{U}_a$ ва $\dot{U}_L$) кўрсатилган.

Агар текшириляётган занжирдаги ҳар қайси элементнинг қаршилиги занжирдан ўтаётган ток кучининг таъсир қийматига кўпайтирилса, шу элементларнинг ҳар биридаги таъсир этувчи кучланишнинг қиймати чиқади:

$$\dot{I}r = \dot{U}; \quad \dot{I}r = \dot{U}_a; \quad \dot{I}x_L = \dot{U}_L.$$



3-расм. 1-расмда кўрсатилган электр занжирдаги синусоидал ўзгарувчан токнинг кучланиши:

a—оний қийматларининг синусоидал эгри чизиқлари, *б*—вектор диаграммаси

Геометрик усулда, яъни қаршиликлар учбурчаги олиб, унинг ҳар қайси томонини ток кучига пропорционал бўлган бир хил катталиikka кўпайтириб ҳам шу натижани олиш мумкин. Иккита $rI = U_a$ ва $x_L I = U_L$, катетли янги учбурчак чизиб, кучланишлар учбурчаги (4-расм) деб аталадиган худди шунга ухшаш учбурчак ҳосил қиламиз.

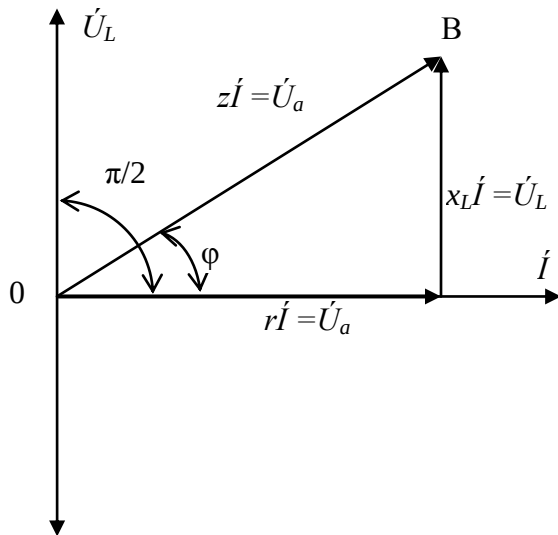
Бундаги ҳар бир векторни ток кучига кўпайтириб кучланишлар учбурчагидан қувватлар учбурчаги (5-расм) ни ҳосил қилишимиз мумкин.

Ток квадратини қаршилик r га ёки кучланишни ток кучига ва қувват коэффиценти ($\cos \varphi$) га кўпайтириб, актив қувватнинг қиймати топилади:

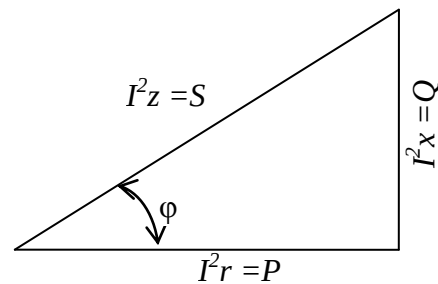
$$P = I^2 r = IU \cos \varphi.$$

Бу қувват коэффиценти тўла электр қувват ($S = UI$) нинг қанча қисми актив қувват P га айланишини кўрсатади, яъни

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}.$$



4-расм. 1-расмда кўрсатилган схемага тегишли кучланишлар учбурчаги ва вектор диаграммаси



5-расм. 1-расмда кўрсатилган схемага тегишли қувватлар учбурчаги

Синусоидал ток ва кучланишларда қувват коэффиценти кучланиш вектори билан ток вектори орасидаги фаза бўйича силжиш бурчаги (φ) га кўра аниқланади. Бу φ бурчакни қаршилиқлар, кучланишлар ва қувватлар учбурчагидан топиш мумкин. Шунингдек, электр занжирдаги қувват коэффиценти фазометр деб аталадиган асбоб билан ўлчаш ҳам мумкин. Бу асбоб шкаласига туширилган катталиқка қараб φ бурчакни ёки $\cos \varphi$ ни кўрсатади.

Агар электр энергия истеъмолчиларида (чўғланма электр лампаларда, электр қиздиргич плиткалар ва бошқаларда) магнит ва электр майдон (L ва C) бўлмаса, бундай занжирда қувват коэффиценти бирга тенг бўлади. Агар Электр занжирдан ўзгарувчан ток ўтганда, унда магнит ва электр майдонлар вужудга келадиган бўлса (L ёки C бўлса), қувват коэффиценти бирдан кичик бўлади. Қувват коэффиценти нолга тенг бўлганда электр

токи ҳеч қандай актив иш бажармайди, унинг актив қуввати нолга тенг бўлади, занжирдан ўтаётган электр токи эса фақат электр ёки магнит майдон ҳосил қилади.

Актив ва индуктив қаршиликли электр занжирда тўла ва актив қувватдан ташқари, реактив қувват ҳам бўлади. U Q билан белгиланади ва

$$Q = U I \sin \varphi = I^2 X$$

формула билан ҳисоблаб ҳамда график равишда, яъни қувватлар учбурчагидан Q катетни ўлчаб ёки электр занжирга уланадиган махсус электр ўлчаш асбоби — реактив қувват ваттметри билан ўлчаб аниқланади. Реактив қувват вольт-ампер-реактив (қисқача Вар) ҳисобида ўлчанади.

5-расмдан кўриниб турибдики тўла, актив ва реактив қувватлар орасида ҳам, тўла, актив ва индуктив қаршиликлар орасидаги сингари муносабат мавжуд, яъни

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

Тажриба ишини ўтказишда ўқувчилар электр ўлчаш асбобларининг кўрсатишига қараб олинган тажриба, экспериментал маълумотларни ҳисобий маълумотлар билан солиштириб кўришлари лозим

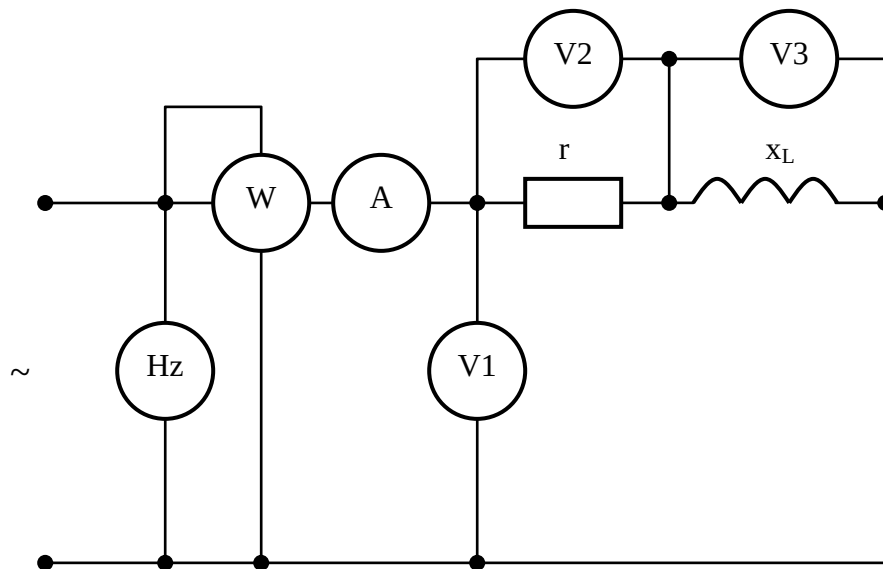
Керакли жихозлар

5 А ли ўзгарувчан ток амперметри	1 та
150 В ли ўзгарувчан ток вольтметри	3 та
127 В, 5 А ли бир фазали ваттметр	2 та
120 В, 45—50—55 Гц ли частотомер	1 та
30 Ом, 3 А ли резистор	2 та
Индуктиалик ғалтаги (кесимининг юзи 1,5—2,5 мм ³ бўлган мис сим, ўрамлари сони 3000, ички диаметра 100 мм)...	1 та
25 А, 250 В ли икки қутбли улагич	1 та

Частотаси 50 Гц бўлган 220 В кучланишли
бир фазали ўзгарувчан ток тармоғи.

Ишни бажариш тартиби

1. 6-расмда кўрсатилган схемани йиғиш. Уни тармоққа улаб, занжирдан ўтаётган ток кучи турлича бўлган ҳолларда актив ва индуктив қаршиликлардаги кучланишларни ўлчаш. Ўлчаш натижаларини жадвалга ёзиб олиш.
2. Ўлчаш натижалари асосида r , x_L ва L ни ҳисоблаш.
3. Ҳисоблаш натижаларига асосан r , x_L , z қаршиликлар учбурчагини чизиш ва φ бурчакни топиш.



6- расм. Актив ва индуктив қаршиликлар кетма-кет уланган электр занжирни текширишда электр ўлчаш асбобларини улаш схемаси

4. Занжирдаги ток турлича бўлган ҳолларда қувват коэффицентининг қийматини ҳисоблаш.
5. Тўла, актив ва реактив қувватларнинг қийматларини ҳисоблаш, қувватлар

учбурчагини яшаш.

6. Ҳисобот тузиш.

Жадвал

Актив ва индуктив қаршиликлар кетма-кет уланган занжирни текшириш

Тажриб а номери	Асбобларнинг кўрсатиши						Ҳисоблаш натижалари								
	$U_1, В$	$U_2, В$	$U_3, В$	$P, Вт$	$I, А$	$f, Гц$	$z, Ом$	$x_L, Ом$	$r, Ом$	$L, Г$	$\varphi, рад$	$\cos\varphi$	$S, В \cdot А$	$P, Вт$	$Q, вар$

Ҳисоботнинг мазмуни

1. Ҳисоботнинг номи.
2. Электр ўлчаш асбобларининг ва жиҳозларининг параметрлари.
3. Электр схема.
4. Катталикларнинг ўлчанган ва ҳисоблаб топилган қийматлари ёзилган жадвал.
5. Тўла, актив ва индуктив қаршиликларни тўла, актив ва реактив қувватларни, шунингдек, қувват коэффициентини ҳисоблаш формулалари.
6. Қаршиликлар ва қувватлар учбурчаги.

Назорат саволлари

1. Индуктив қаршилик нимага тенг ва у қандай бирликларда ўлчанади?
2. Агар индуктив L , ва актив қаршилик r дан ток ўтиб турса, улардаги кучланишнинг оний қийматлари нимага тенг бўлади?
3. Бурчак частота нимага тенг ва у қандай бирликларда ўлчанади?
4. Агар синусоидал ток ва кучланишнинг энг катта қийматлари маълум бўлса, уларнинг таъсир қиймати нимага тенг бўлади?
5. Ўзгарувчан ток бир фазали занжирнинг актив ва реактив қувватлари нима ва улар қандай бирликларда ўлчанади?

6. Ўзгарувчан ток бир фазали занжирининг тўла қуввати нимага тенг ва у қандай бурчаларда ўлчанади?
7. Қувват коэффициентини нима?

8-тажриба иши. БИР ФАЗАЛИ ЎЗГАРУВЧАН ТОК ЗАНЖИРИДАГИ ИШ ВА ҚУВВАТНИ ЎЛЧАШ

Ишнинг мақсади — электр энергияни ҳисоблаш ва бир фазали ўзгарувчан ток занжирида истеъмол қилинадиган қувватни ўлчаш учун ишлатиладиган асбоблар (ҳисоблагич ва ваттметр) билан, шунингдек, уларни улаш схемалари билан танишиш.

Назарий қисм. Бирор вақт оралиғида электр токи бажарадиган иш электр энергия дейилади. Электр энергия электр ҳисоблагич билан ўлчанади ва актив электр қувват, P нинг t вақтга кўпайтмаси сифатида аниқланади:

$$W = P t .$$

Энергия бирлиги қилиб жоуль (Ж) қабул қилинган.

1 Ж = 1 Вт х 1 сек. Жоуль жуда кичик бирлик шунинг учун амалда ундан 3600000 марта катта бирлик — 1 кВт х соат дан фойдаланилади. Бу ҳолда актив электр қувват P киловатт, вақт t эса соат ҳисобида олинади. 1 кВт х соат 367200 кгк·м га ёки 860 ккал га тенг.

Электр қувват электр токининг вақт бирлигида бажарган иши сифатида аниқланади ва унинг ўлчов бирлиги қилиб 1 Вт=1Ж/1 сек қабул қилинган. Бир фазали ўзгарувчан токда тўла электр қувват вольт-ампер (В·а) ҳисобида ўлчанади ва қуйидаги формула билан аниқланади:

$$S = U I ,$$

бунда U — таъсир этувчи кучланиш, В; I — таъсир этувчи ток кучи, А.

Бир фазали синусоидал ўзгарувчан токнинг актив электр қуввати ватт (Вт) ҳисобида ўлчанади ва қуйидаги формула билан аниқланади:

$$P=IU \cos\varphi = I^2 r .$$

Агар электр энергия истеъмолчилари магнит ёки электр майдон ҳосил қилса, масалан, электр двигателлар, пайвандлаш трансформатори сингари ва шунга ўхшаш бошқа қурилмалар, истеъмолчига актив қувватдан ташқари реактив қувват ҳам келади. Реактив қувват Q билан белгиланади, вольт-ампер-реактив (вар) ҳисобида ўлчанади ва қуйидаги формула билан аниқланади:

$$Q=IU \sin\varphi = I^2 x .$$

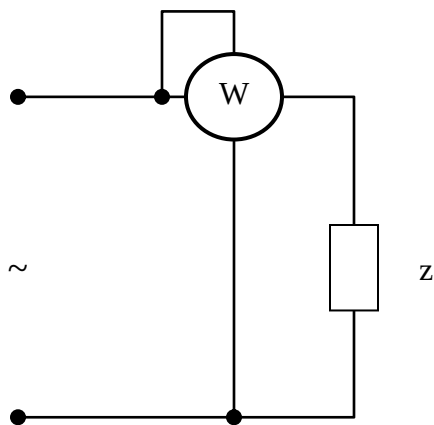
Агар электр энергия истеъмолчиларига келаётган актив ва реактив қувватлар маълум бўлса, электр занжирнинг тўла қувватини актив ва реактив қувватларнинг геометрик йиғиндиси сифатида аниқлаш мумкин, яъни

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

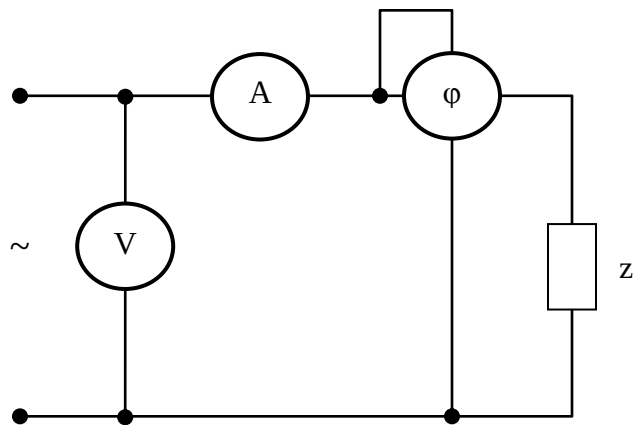
Тўла электр қувватни вольтметр ва амперметр ёрдамида ўлчаш мумкин. Бир фазали ўзгарувчан ток занжиридаги актив қувватни икки усулда: занжирга махсус электр ўлчаш асбоби—ваттметр (1-расм) ёки учта электр ўлчаш асбоби — вольтметр, амперметр ва фазометр (2-расм) улаб ўлчаш мумкин. Иккинчи ҳолда қувват учала асбобнинг кўрсатишларини ўзаро кўпайтириб ҳисоблаб топилади.

Ваттметрда иккита ғалтак бўлади: истеъмолчилар билан кетма-кет уланган ток ғалтаги, ундан ўлчанадиган жами ток ўтади (худди амперметр ғалтагидан ўтгани сингари) ва қўшимча қаршиликли кучланиш ғалтаги, бу ғалтак вольтметр каби уланади, яъни ваттметр учта катталикнинг: кучланиш U , ток кучи I ва қувват коэффициент $\cos\varphi$ ларининг кўпайтмасини кўрсатади. Ваттметрнинг қисмаларини ўлчанаётган занжирга улашда ваттметр чулғамларининг боши ва охирларини электр энергеясининг энергия

ишлаб чиқарувчи станциядан истеъмолчиларга бориш йўналишига мос қилиб бириктириш зарур. Ваттметрлар чулғамларининг бошлари (генератор қисмалари) юлдузча билан белгиланади. Агар бу тартиб бузилса, ваттметрнинг стрелкаси тескари томонга оғади.



1-расм. Бир фазали ваттметрни улаш схемаси



2 - расм. Бир фазали ўзгарувчан ток занжиридаги қувватни ўлчаш учун вольтметрни, амперметрни ва фазометрни улаш схемаси

Керакли жихозлар

5 А ли ўзгарувчан ток амперметри	1 та
150 В ли ўзгарувчан ток вольтметри	1 та
220 В, 5А ли бир фазали фазометр	1 та
220 В, 5А ли бир фазали ваттметр	1 та
220 В, 5А ли актив энергия ҳисоблагичи	1 та
250 Ом, 0,5 А ли потенциометр	1 та
30 Ом, 4А ли ростлаш реостати	1 та
Шипга ўрнатиладиган тўртта патронли панел..	1 та
220 В, 150 Вт ли чўғланма лампалар	4 та

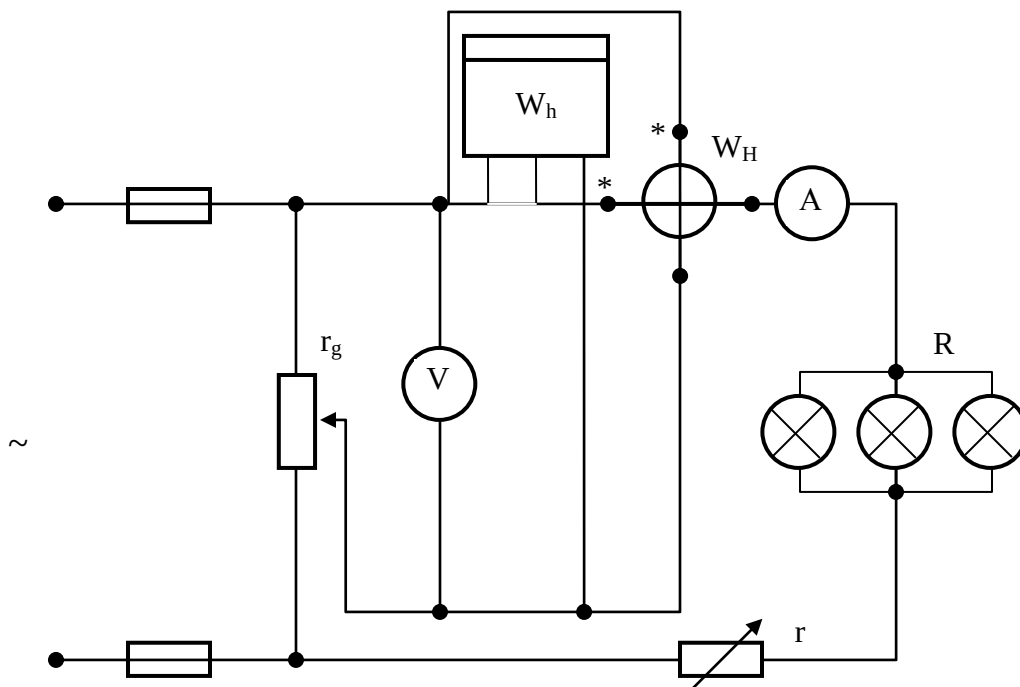
Ишни бажариш тартиби

1. Ҳисоблагич ва ваттметрнинг тузилиши ҳамда, уларни улаш схемалари билан танишиш.
2. Ўлчаш асбобларини 15-расмда кўрсатилган схемага мувофиқ улаш.
3. Қувват, ток кучи ва кучланишни ўлчаш (ҳисоблагичнинг кўрсатиши тажриба бошида ва 10 минут ўтгандан кейин ёзиб олинади. Юклама — соф актив — чуғланма лампа). Натижаларни жадвалга ёзиш. Ўлчаш ишларини ҳар хил миқдордаги лампалар улаб ўтказиш.
4. Индуктив ғалтак ва актив қаршилиқдан иборат юкламада синаш ишларини такрорлаш. Синаш натижаларини жадвалга ёзиш. Ўлчаш ишларини ток кучи ҳар хил бўлган ҳолларда ўтказиш.
5. 2 - расмда кўрсатилган, ўша юкламаларнинг ўзи уланган схемани йиғиш ва учта асбоб ёрдамида истеъмол қилинаётган қувватни текшириш.
6. Ҳисобот тузиш.

Жадвал

Бир фазали ток занжиридаги актив қувватни ва электр энергия сарфини ўлчаш

Юклама	t, сек	U, В	I, А	P, Вт	S=UI, ВА	Ҳисоблагичнинг кўрсаткичи			$\cos\varphi=P/S$
						W_1 , кВт соат	W_2 , кВт соат	$W=W_2-W_1$	
Актив Аралаш									



15-расм. Бир фазали ўзгарувчан ток занжиридаги қувватни ва энергияни ўлчаш учун, ҳамда электр ҳисоблагичларни текшириш учун асбобларни улаш схемаси:

r_g - кучланиш бўлгичнинг электр қаршилиги, W_h — текшириладиган ҳисоблагич. W_H — намунавий ваттметр, R — юклама қаршилиги (чўғланма электр лампалар), r — ростлаш реостати

Ҳисоботнинг мазмуни

1. Ҳисоботнинг номи.
2. Ўлчаш асбоблари ва жиҳозларининг параметрлари.
3. Қувват ва электр энергияни ўлчаш учун ҳисоблагич, ваттметр, амперметр ва вольтметрни улаш схемалари.
4. Бир фазали ўзгарувчан ток занжиридаги актив қувват ва электр энергиянинг ўлчаш натижалари ёзилган жадвал.
5. Қувватни ўлчаш учун учта электр ўлчаш асбоби (амперметр, вольтметр ва фазометр) ни улаш схемаси.
6. Хулосалар.

Назорат саволлари

1. Ўзгарувчан ток электр ўлчаш асбоблари ўзгармас ток асбобларидан нима билан фарқ қилади?
2. Электр ҳисоблагичнинг тузилиши қандай ва у нимага мўлжалланган?
3. Электр энергия қандай бирликларда ўлчанади?
4. Вольтметрнинг тузилиши қандай ва у нимага мўлжалланган?
5. Ўзгарувчан токнинг актив, тўла ва реактив қуввати нима ва улар қандай бирликларда ўлчанади?

9-тажриба иши. РЕЗИСТОР, ИНДУКТИВ ҒАЛТАГИ ВА КОНДЕНСАТОР КЕТМА-КЕТ УЛАНГАН ЎЗГАРУВЧАН ТОК ЗАНЖИРИ. КУЧЛАНИШЛАР РЕЗОНАНСИ

Ишнинг мақсади — ўзаро кетма-кет уланган резистор, индуктив ғалтак ва конденсатордан иборат ўзгарувчан ток тармоқланмаган занжир учун Ом қонунини текшириш; кучланишлар резонанси ва у содир бўладиган шароитлар билан танишиш.

Назарий қисм. Кетма-кет уланган резистор (актив қаршилик), ғалтак (индуктив қаршилик) ва конденсатор (сиғим қаршилик) орқали ўзгарувчан ток ўтганда, бу элементларнинг ҳар бирида кучланиш тушиши содир бўлади. Актив қаршиликдаги кучланиш фаза бўйича шу қаршиликдан ўтаётган ток билан мос бўлади ва қуйидаги формула билан аниқланади:

$$U_a = rI.$$

Индуктив қаршиликдаги кучланиш фаза бўйича токдан $\pi/2$ радианга илгарилаб кетади ва қуйидагига тенг:

$$U_l = x_L I,$$

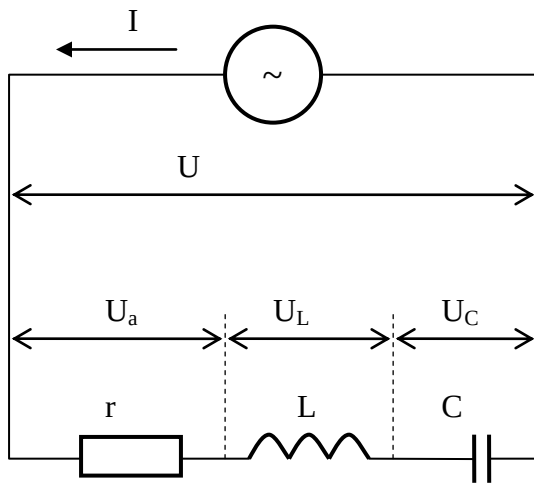
бунда $x_L = 2\pi fL = \omega L$ — ғалтакнинг реактив индуктив қаршилиги, Ом; f —ўзгарувчан ток частотаси, Гц (1 сек); L — индуктивлик, Г (генри); ω — синусоидал ўзгарувчан электр токининг бурчак частотаси, 1 сек.

Сиғим қаршиликдаги кучланиш токдан фаза бўйича $\pi/2$ га орқада қолади ва қуйидагига тенг:

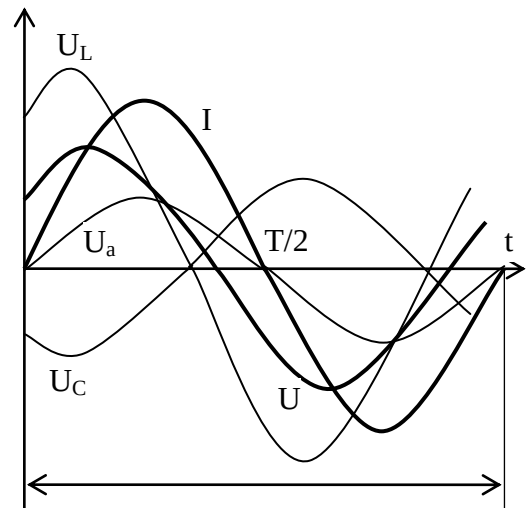
$$U_c = x_c I$$

бунда $x_c = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{\omega C}$ - конденсаторнинг реактив сиғим қаршилиги, Ом; C — конденсаторнинг сиғими, Ф.

Кучланиш ва токнинг 1-расмда кўрсатилган электр занжирга мос келадиган оний қийматлари 2- расмда келтирилган.



1- расм. Резистор r , индуктивлик ғалтаги L ва конденсатор C ни кетма- кет улаш схемаси



2-расм Кучланиш ва ток кучининг резистор, индуктив ғалтак ва конденсатор кетма-кет улангандаги оний қийматларнинг синусоидал эгри чизиклари

Занжирга киришдаги таъсир этувчи кучланишни ҳамда кучланиш ва ток векторлари орасидаги фазаларнинг силжиш бурчагини аниқлаш

учун вектор диаграмма (3-расм) дан фойдаланамиз. $x_L > x_C$ бўлган ҳолни кўриб чиқамиз (3-расм, *a*). Актив қаршилиқдаги кучланиш вектори U_a нинг йўналиши ток вектори I нинг йўналишига мос келади. Индуктив қаршилиқдаги кучланиш вектори U_L ток векторига (I) нисбатан соат стрелкаси ҳаракатига тескари томонга $\pi/2$ радиан бурчакка бурилган бўлиб, 90° га илгарилаб кетади. Конденсатордаги кучланиш вектори U_C ток векторига нисбатан, шунингдек, $\pi/2$ радиан бурчакка, лекин соат стрелкаси ҳаракати томонга бурилган ва у 3-расм, *a* да паст томонга қараб йўналган, шунинг учун унга индуктивликдаги кучланишнинг плус ишорасига қарама-қарши бўлган минус ишора қўйилади. Иккита кучланиш вектори U_L ва U_C бир-бирига қарши таъсир қилади ва агар бу иккита қаршилиқдаги кучланишлар вольтметр билан ўлчанса, уларнинг алгебраик йиғиндиси чиқади, яъни $U_L + (-U_C) = U_L - U_C$ бўлади, $x_L > x_C$ ва вектор $U_L > U_C$ бўлган учун бу икки векторнинг йиғиндиси мусбат бўлади ва юқори томонга йўналади. Энди вектор ($U_L - U_C$) билан вектор U_a ни ўзаро геометрик қўшамиз ва катетлари U_a ва ($U_L - U_C$) бўлган туғи бурчакли учбурчакнинг гипотенузаси U ни ҳосил қиламиз.

Берилган бутун занжирнинг кучланиш вектори U катталигини Пифагор теоремасидан фойдаланиб алгебраик ҳисоблаб топиш мумкин.

$$U = \sqrt{U_a^2 + (U_L - U_C)^2} .$$

Вектор диаграммада кўриниб турибдики, ток вектори I бутун электр занжирга келтирилган кучланиш вектори U дан фаза бўйича φ бурчакка (силжиш бурчаги) орқада қолади.

1-расмда кўрсатилган ўша занжирнинг $x_L < x_C$ бўлган ҳол учун вектор диаграммаси келтирилган.

Кетма-кет уланган z , x_L ва x_C дан ташкил топган электр занжирнинг тўла қаршилиги,

$$z = \sqrt{r^2 + (x_L - x_C)^2}$$

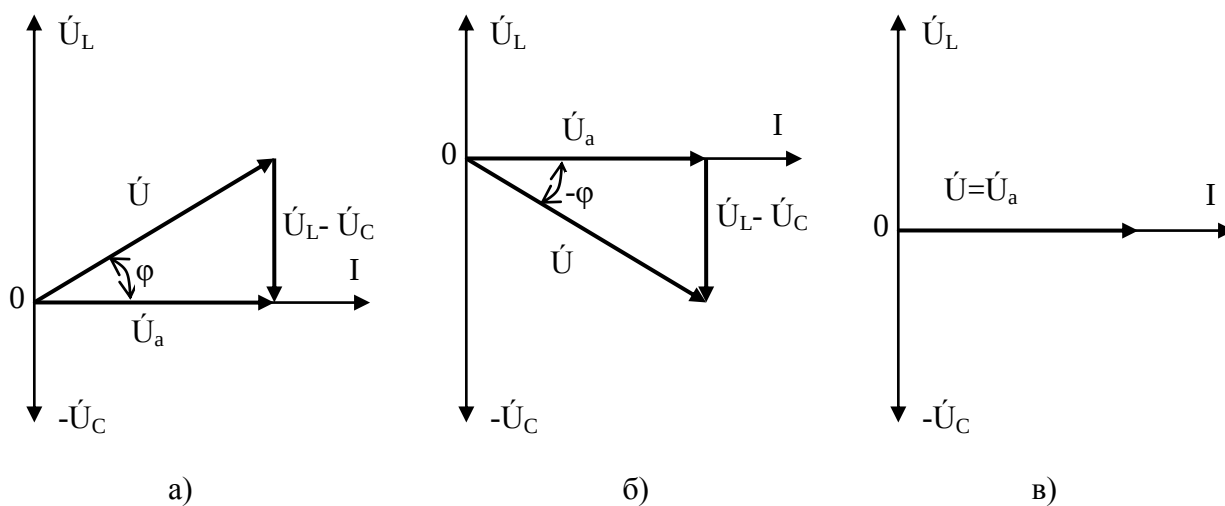
формула билан, ток кучи эса ўзгарувчан ток занжири учун Ом қонунига асосан ҳисоблаб топилади:

$$I = \frac{U}{z}.$$

Агар $x_L = x_c$ бўлса, у ҳолда $x_L — x_c$ айирма нолга айланади ва занжирнинг тўла қаршилиги z занжирнинг актив қаршилиги r га тенг бўлиб қолади. U_C ва U_L векторларнинг қийматлари тенг бўлади ва улар бир-бирини ўзаро компенсациялайди. U вектор U_A векторга қўшилиб кетади, яъни кириш кучланиши актив қаршилиқдаги кучланишга тенг бўлиб, фаза бўйича токка мос бўлади. Индуктив ва сиғимдаги кучланишлар эса катталиқ жиҳатидан бир-бирига тенг, лекин қарама-қарши фазаларда бўлади. Занжирнинг бундай ҳолати занжирнинг кетма-кет резонанси ёки кучланишлар резонанси дейилади. Занжирнинг реактив элементларидаги кучланишларнинг резонанс пайтидаги қийматларини топиш учун кириш кучланишини ҳамда актив ва реактив қаршилиқларни билиш кифоя.

$$U_C = x_c I = x_c \frac{U}{r} = \frac{1}{\omega C r} U,$$

$$U_L = x_L I = x_L \frac{U}{r} = \frac{\omega L}{r} U.$$



3-расм. Резистор, индуктив ғалтаги ва конденсатор кетма-кет уланган занжирдаги кучланишларнинг ва ток кучининг вектор диаграммалари:

a — $x_C < x_L$ бўлгандаги, $б$ — $x_C > x_L$ бўлгандаги, $в$ — $x_C = x_L$ бўлгандаги

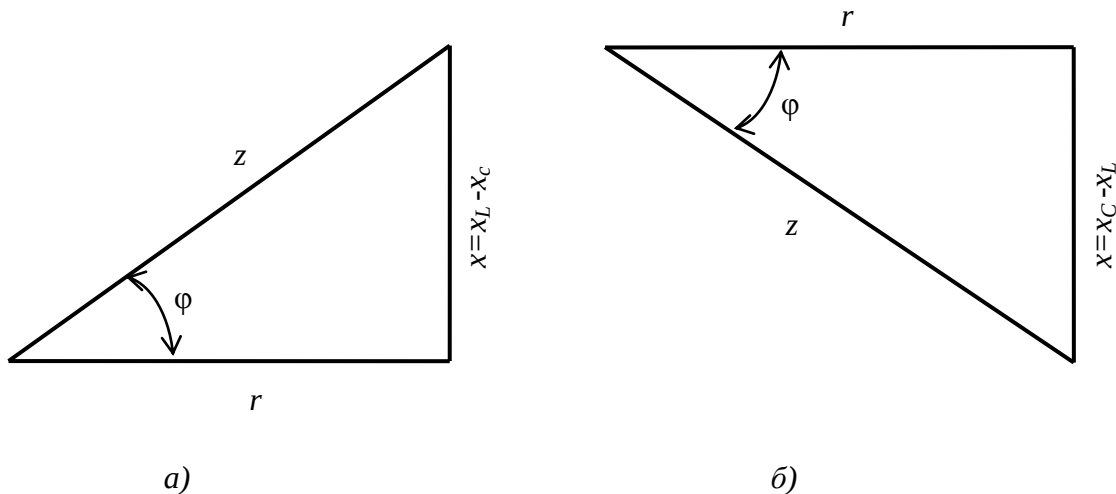
Резонанс пайтидаги кучланиш ва ток кучинк билган ҳолда занжирнинг актив ва реактив қаршиликларини аниқлаш ва қаршиликлар учбурчагини (4-расм) чизиш мумкин:

$$r = \frac{U_a}{I}; \quad x_c = \frac{U_c}{I}; \quad x_L = \frac{U_L}{I}.$$

Келтирилган формулалардан кўриниб турибдики, занжирнинг актив қаршилиги қанча кичик бўлса, реактив элементлардаги кучланиш шунча юқори бўлади; бу кучланиш бутун занжирга келтирилган кучланиш U га қараганда анча кўпайиб кетиши мумкин.

Кучланпшлар резонанси пайтида U_L ва U_C кучланишларнинг тенг бўлишидан занжирнинг резонанс частотаси f_0 ни аниқлаш мумкин. $x_L = x_c$ бўлгани учун

$$\omega L = \frac{1}{\omega C}; \quad \omega^2 = \frac{1}{LC}; \quad \omega = 2\pi f \frac{1}{\sqrt{LC}}; \quad f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}.$$



4-расм. Резистор, индуктив ғалтаги ва конденсатор кетма-кет уланган занжирнинг қаршиликлар учбурчаги:

a — $x_L > x_c$ бўлгандаги, $б$ — $x_L < x_c$ бўлгандаги

Қаралаётган электр занжирнинг актив қуввати

$$P = UI \cos \varphi = I^2 r .$$

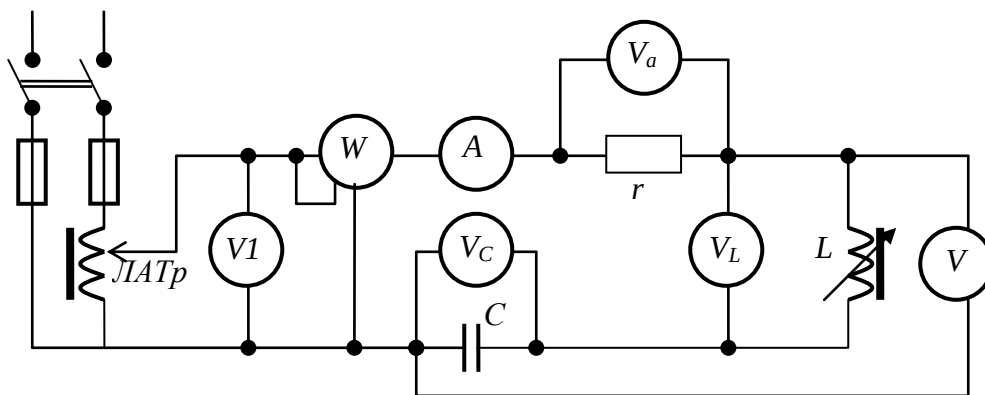
Занжирнинг реактив қуввати эса

$$Q = UI \sin \varphi = x I^2 = (x_L - x_C) I^2 = x_L I^2 - x_C I^2 = Q_L - Q_C .$$

Кучланишлар резонанси ($x_L = x_C$) вақтида занжирнинг актив қуввати нолга тенг бўлади.

Керакли жихозлар

5 А ли ўзгарувчан ток амперметри 1 та
 150 В ли ўзгарувчан ток вольтметри 5 та
 127 В, 5 А, 50 ги ли бир фазали ваттметр 1 та
 120 В ли ЛАТР-2 автотрансформатори 1 та
 Ўзгалувчан темир ўзакли, 5 А ли дроссель галтаги 1 та
 250 В, 60 А ли икки қутбли улагич 1 та
 Ўзгармас (80 мкф) сиғимли 400 В ли конденсатор 1 та
 30 Ом, 4А ли сим резистор 1 та
 Кесимининг юзи 2,5 мм³, узунлига 1,5 м бўлган кўп
 томирли улаш симлари 18 та
 137 В, 50 Гц ли ўзгарувчан ток манбаи.



5- расм. Кучланишлар резонансини текширишда ўлчаш асбобларини улаш схемаси

Ишни бажариш тартиби

1. Схемани йиғиш (5-расм), уни занжирга улаш ва асбобларнинг кўрсатишини жадвалга ёзиб олиш.
2. Ўлчаш натижалари асосида r , x_L , x_C , φ , S , P , Q , $\cos\varphi$ ва z ни ҳисоблаб топиш.
3. Қаршиликлар ва қувватлар учбурчагини чизиш.
4. Ҳисобот тузиш.

Жадвал

Резистор, индуктив ғалтак ва конденсатор кетма-кет уланган занжирни текшириш. Кучланишлар резонанси

Тажриба номери	Ўлчангани							Ҳисоблангани						
	I, A	U_1, B	U_a, B	U_L, B	U_{L+C}, B	U_C, B	P, Bm	$r, Ом$	$x_L, Ом$	$x_C, Ом$	$\cos\varphi$	$Q, Вар$	$S, B \cdot A$	$\varphi, рад$

Ҳисоботнинг мазмуни

1. Ҳисоботнинг номи.
2. Электр ўлчаш асбоблари ва жиҳозларининг параметрлари.
3. Электр схема.
4. Катталикларнинг ўлчаб ва ҳисоблаб топилган қийматлари ёзилган жадвал.
5. Актив, сиғим ва индуктив қаршиликларни, актив, реактив ва тўла қувватларни,
қувват коэффициентини ҳисоблаш формулалари.
6. Қаршиликлар ва қувватлар учбурчаги.

7. Қандай шароитда кучланишлар резонанси содир бўлишига таъриф беринг.

Назорат саволлари

1. Индуктивлик ва сиғимдаги кучланишларнинг векторларини тасвирланг.
2. Кетма-кет уланган r , L ва C дан иборат занжирнинг тўла қаршилиги нимага тенг?
3. Сиғим ва индуктив қаршиликларнинг ишоралари қандай бўлади?
4. Кучланишлар резонанси нима?
5. Занжирнинг индуктивлиги билан сиғими маълум бўлса, резонанс частотаси нимага тенг?
6. Кучланишлар резонанси вақтида ток фаза бўйича тармоқ кучланишга мос тушадими?
7. Қандай ҳолларда r , L ва C кетма-кет уланган электр занжирда ток вектори тармоқ кучланиши векторидан орқада қолади ва қандай ҳолларда илгарилаб кетади?
8. Кучланишлар резонанси вақтида қувват коэффиценти нимага тенг бўлади?
9. Кучланишлар резонанси қандай ҳавф туғдириши мумкин?

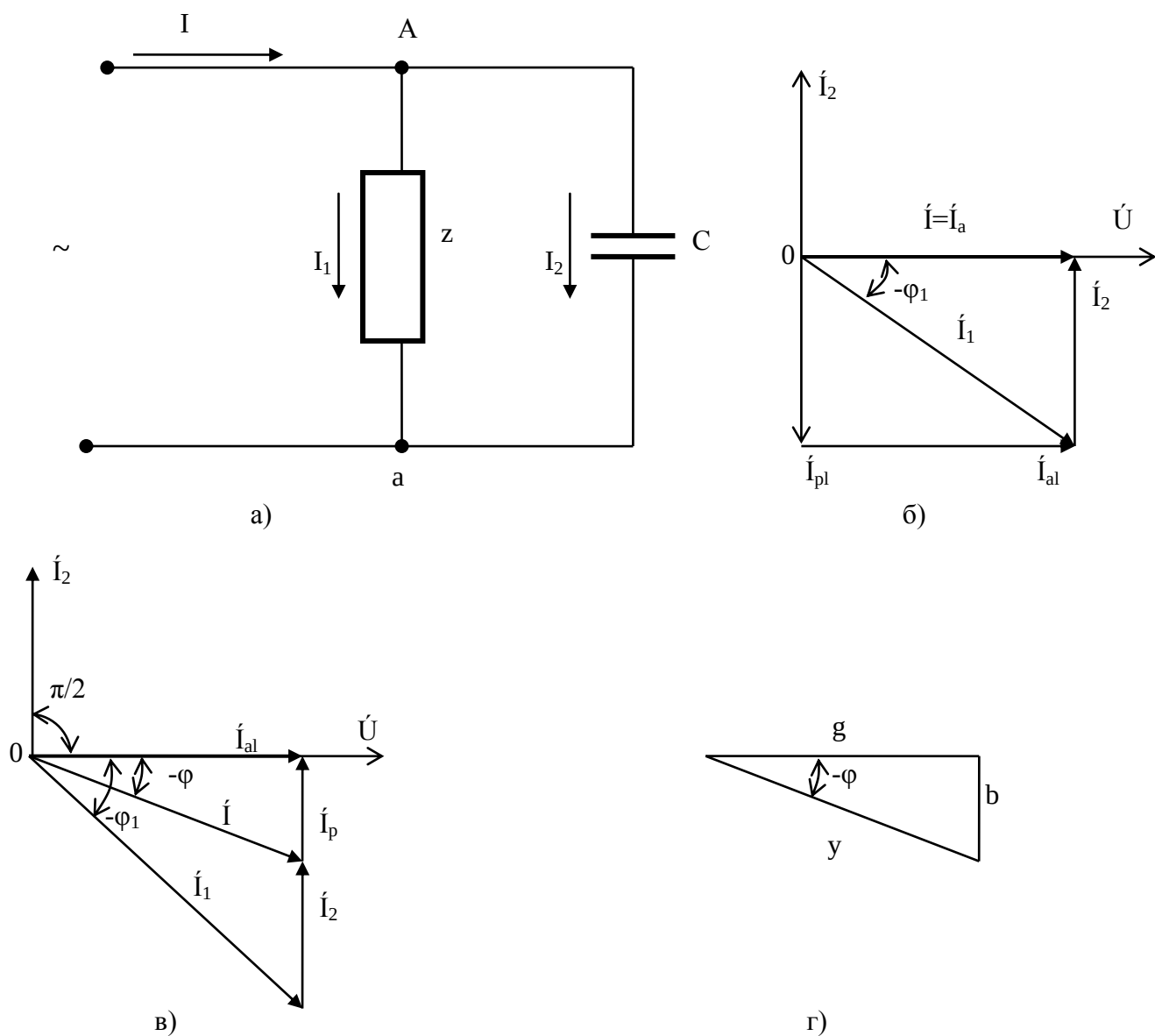
10 – тажриба иши. КОНДЕНСАТОР ВА ҒАЛТАК ПАРАЛЛЕЛ УЛАНГАН ЎЗГАРУВЧАН ТОК ЗАНЖИРИ. ТОКЛАР РЕЗОНАНСИ

Ишнинг мақсади — индуктив (ғалтак) ва сиғим (конденсатор) ни параллел улашнинг ўзига хос хусусиятлари, шунингдек, бундай занжирда тоklarнинг тақсимланиши ва ток резонанси билан танишиш.

Назарий қисм. Индуктив ғалтаги билан конденсатор параллел уланганда тармоқланган занжир ҳосил бўлади. (1-расм, *a*). Ғалтакдан ўтадиган ток қуйидаги формуладан аниқланади:

$$I_1 = \frac{U}{z} = \frac{U}{\sqrt{r^2 + x_L^2}},$$

бунда U — қаршилик z га келтирилгаи тармоқ кучланиши, B ; z — ғалтакнинг тўла қаршилиги, Ом; x_L — ғалтакнинг актив қаршилиги, Ом; x_L — ғалтакнинг индуктив қаршилиги, Ом.



1-расм. Индуктивлик ғалтаги билан конденсаторни параллел улаш:
 a —улаш схемаси, $б$ — тоқлар резонанси ($I_{p1} = I_2$) га тўғри келадиган вектор диаграммаси, $в$ — резонанс бўлмаган хол ($I_{p1} > I_2$) га тўғри келадиган

ректор диаграммаси, ε — $x_L < x_C$ бўлган ҳолга тўғри келадиган ўтказувчанликлар учбурчаги

Ток $\dot{I}_1$ вектори кучланиш $\dot{U}$ векторидан φ бурчакка орқада қолади (1-расм, б) ва уни иккита ташкил этувчи векторга ажратиш мумкин: актив ташкил этувчи $\dot{I}_{a1}$ ва реактив ташкил этувчи $\dot{I}_{p1}$. Булар бир-бирига перпендикуляр

$$\dot{I}_1 = \sqrt{\dot{I}_{a1}^2 + \dot{I}_{p1}^2} .$$

Ток кучининг актив ташкил этувчиси $\dot{I}_{a1}$ нинг вектори фаза бўйича кучланиш вектори билан мос, ток кучининг реактив ташкид этувчисининг вектори $\dot{I}_{p1}$ эса кучланиш векторидан $\pi/2$ радиан бурчакка орқада қолади.

Занжирнинг конденсатор уланган қисмидан ўтадиган ток кучи $\dot{I}_2$ эса қуйидаги формуладан аниқланади;

$$\dot{I}_2 = \frac{\dot{U}}{x_C} ,$$

бунда x_C — конденсаторнинг реактив сиғим қаршилиги, Ом.

Конденсаторли занжирдан ўтадиган ток унга қўйилган кучланишдан $\pi/2$ радиан бурчакка илгарилаб кетади (1-расм, б).

Тармоқдан A нуқтага кетадиган умумий ток кучи $\dot{I}$ (1-расм, а га қаранг) икки токнинг геометрик йиғиндисидан иборат

$$\dot{I} = \dot{I}_1 + \dot{I}_2 .$$

Умумий ток кучини ва унинг фазасини аниқлаш учун зарур геометрик ясаш 1-расм, в да кўрсатилган. Умумий ток вектори $\dot{I}$ қўйилган кучланишдан φ бурчакка орқада қолади.

Бу занжирда сиғим токи I_2 реактив ташкил этувчи ток I_{p1} дан кичик бўлади, шунинг учун умумий ток индуктив характерда бўлади, яъни фаза бўйича кучланишдан орқада қолади. Индуктив ток I_{p1} сиғим ток I_2 дан кичик бўлганда эди, умумий ток I сиғим характерда бўлиб, фаза бўйича кучланишдан илгарилаб кетган бўлар эди.

Элементлари параллел уланган актив ва реактив қаршиликли ўзгарувчан ток занжирини ҳисоблаш учун қаршиликлар ўрнига ўтказувчанликлардан фойдаланиш керак. Параллел улашда ўтказувчанликлар қўшилади. Ўзгармас ток занжиридан фарқли ўлароқ ўзгарувчан ток занжирида қаршиликларнинг тескари қийматларига тенг бўлган учта ўтказувчанлик бўлади: тўла ўтказувчанлик, $y = \frac{1}{z}$ деб белгиланади, актив ўтказувчанлик $g = \frac{r}{z^2}$ ва реактив ўтказувчанлик $b = \frac{x}{z^2}$. Булар ўтказувчанликлар учбурчаги тарзида тасвирланиши мумкин (1-расм, з).

Индуктив ва сиғим қаршиликлар параллел уланган электр занжирда реактив ўтказувчанликлар ўзаро тенг, яъни

$$b_L = b_C, \quad [b_L = \frac{I_{Pl}}{U}; b_C = \frac{I_2}{U}] .$$

Бўлганда конденсаторли тармоқдаги токнинг ғалтакдаги индуктив ташкил этувчисига тенг бўлиб, тоklar резонанси содир бўлади. Бу ҳолда тармоқланмаган занжирдаги умумий ток кучи актив ўтказувчанлик билан аниқланади:

$$I = Ug .$$

Умумий ток вектори эса тармоқ кучланишининг вектори билан мос тушади.

Агар ўзгарувчан ток занжирини тўла ва реактив ўтказувчанликлари маълум бўлса, унинг актив ўтказувчанлиги g ни 1-расм, з да келтирилган ўтказувчанликлар учбурчагидан фойдаланиб топиш мумкин:

$$g = \sqrt{y^2 - b^2} \quad \text{ёки} \quad g = \frac{r}{r^2 + x^2} = \frac{I_a}{U} .$$

Шуни назарда тутиш керакки, конденсаторлар ва ғалтак параллел уланган занжирдан ўтаётган ток тоklar резонанси вақтида

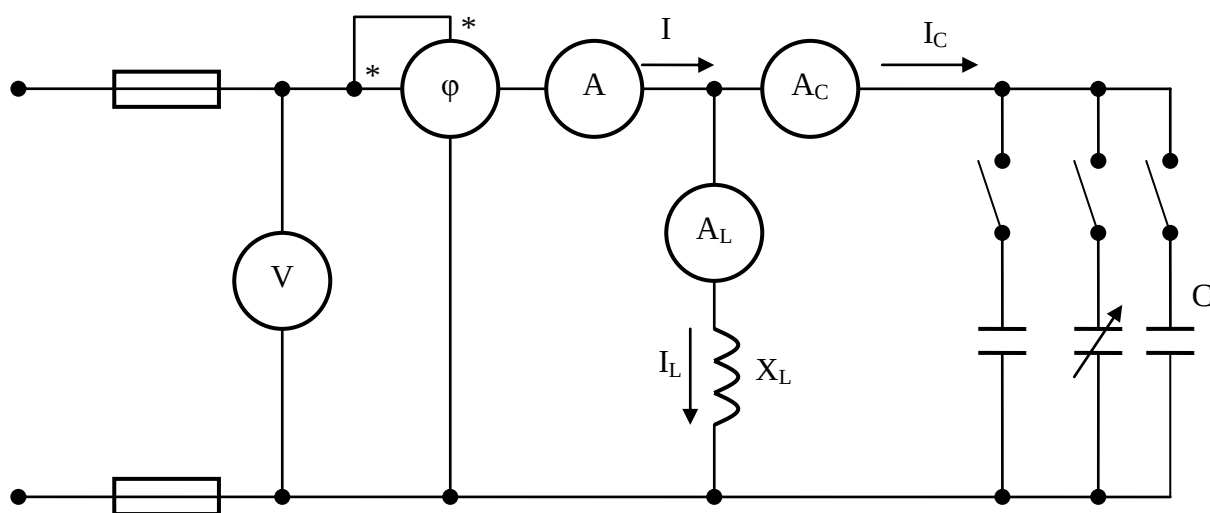
тармоқланмаган занжирдаги ток кучидан кўп марта катта бўлиши мумкин.

Керакли жиҳозлар

5 А ли ўзгарувчан ток амперметри 3 та
 150 В ли ўзгарувчан ток вольтметри 1 та
 220 В, 5А ли фазометр 1 та
 50 дан 100 чкФ гача ўзгарувчан сиғимли 400 В ли
 конденсатор 1 та
 20 мкФ, 400 В ли ўзгармас сиғимли конденсатор 2 та
 5 А ли дроссел ғалтаги 1 та
 60 А ли бир кутбلى улагич 3 та
 Кесимининг юзи $2,5 \text{ м}^2$, узунлиги 1,5 м бўлган
 кўп томирли улаш симлари 18 та
 220В, 50 Гц ли ўзгарувчан ток манбаи

Ишни бажариш тартиби

1. Схемани йиғиш (2-расм), уни кучланишга улаш ҳамда, асбобларнинг кўрсатишига қараб конденсатор батареясининг сиғими турлича бўлган ҳоллар учун ток кучини ва φ бурчакни ўлчаш. Ўлчаш натижаларини жадвалга ёзиш.



2 – расм. Токлар резонансини текширишда ўлчаш асбобларини улаш схемаси

Жадвал

Индуктив ва сиғим параллел уланган занжирни текшириш. Токлар резонанси

Тажриба номери	U, B	I, A	I_L, A	I_C, A	φ	$\cos\varphi$	Токлар резонанси качон бошланиши кўрсатилсин

2. Сиғимни $\varphi = 0$ бўлган қийматга етказиш. Резонанс пайтидаги ток қийматларини жадвалга ёзиш.
3. Вектор диаграмма чизиш.
4. Ҳисобот тузиш.

Ҳисоботнинг мазмуни

1. Ҳисоботнинг номи.
2. Электр ўлчаш асбобларининг ва жиҳозларининг параметрлари.
3. Электр ўлчаш асбобларини ва параллел уланган ғалтак билан конденсаторни улаш электр схемаси.
4. Ўлчаш натижалари ёзилган жадвал.
5. Кучланиш ва ток кучининг токлар резонанси вақтидаги вектор диаграммаси.
6. Синусоидал ўзгарувчан ток занжирининг битта индуктив қаршилик ва битта

сиғим уланган қисми учун Ом қонуни формуласи.

7. Токлар резонанси содир бўладиган шароит.

Назорат саволлари

1. Индуктив ва сиғим қаршиқлар нима ва улар қандай бирликларда ўлчанади?
2. φ бурчак нима ва у қандай қилиб ҳисоблаб топилади.
3. Ток кучи ва унинг ҳар қайси параллел тармоғидаги фазаси маълум бўлса, ўзгарувчан ток тармоғланмаган занжиридаги жами ток кучи қандай аниқланади?
4. Қандай ҳолларда ток вектори кучланиш векторига мос тушади, кучланиш векторидан орқада қолади ва ундан илгарилаб кетади?
5. Токлар резонанси нима?
6. Токлар резонансининг қандай ҳавфи бор?

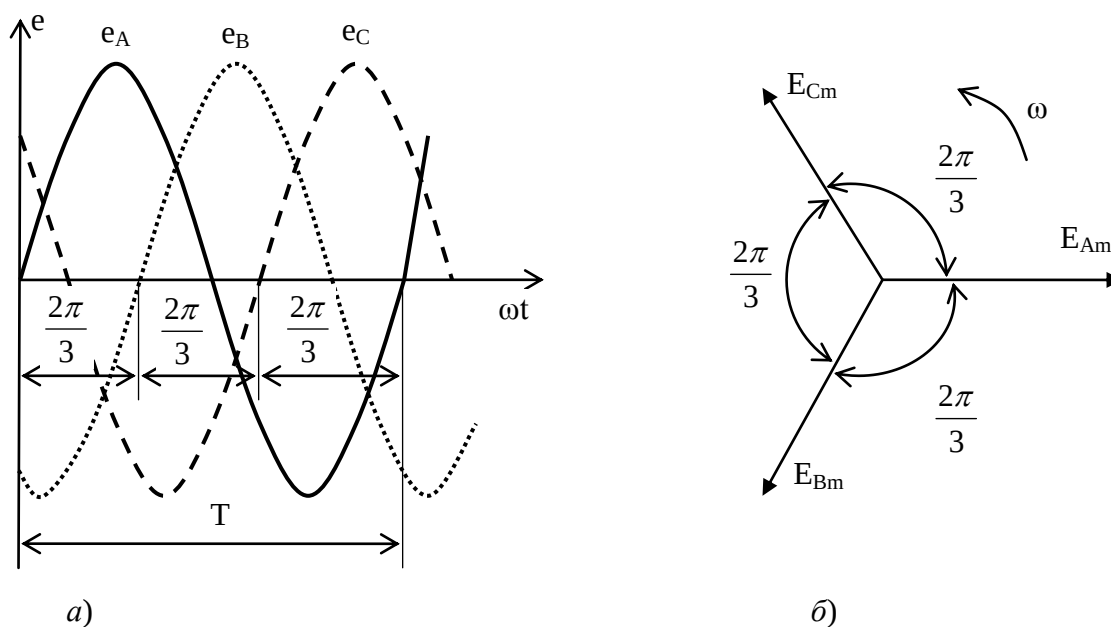
11- и ш. ЮЛДУЗ ВА УЧБУРЧАК ШАКЛИДА УЛАШДА УЧ ФАЗАЛИ ТОК ЗАНЖИРИДАГИ ФАЗА ВА ЛИНИЯ ТОКЛАРИ ҲАМДА КУЧЛАНИШЛАРИНИ ЎЛЧАШ

Ишнинг мақсади— ўзгарувчан токнинг уч фазали системалари билан ҳамда фаза ва линия токлари ва кучланишларини ўлчаш турлари билан танишиш; истеъмолчилар юлдуз ва учбурчак шаклида уланган ҳолда тоklar билан кучланишлар орасидаги асосий муносабатларни текшириш, уч фазали токнинг тўрт симли системасидаги нолинчи симнинг вазифасини аниқлаш.

Назарий қисм. Фаза бўйича бир-бирига нисбатан $2\pi/3$ радиан бурчакка (яъни $1/3$ даврга) силжиган учта бир хил синусоидал ЭЮК таъсир этадиган учта электр занжир мажмуи уч фазали система дейилади. 1-расм, *а* да уч фазали симметрик системадаги ЭЮК оний қийматиининг учта синусоидаси, 1- расм, *б* да эса шу ЭЮК ларнинг учта вектори кўрсатилган. Векторлар 1-расм, *б* дагидек жойлашган ҳолда вақтни

ҳисоблашни бошлаш пайтида ($I = 0$) A фазадаги ЭЮК нинг оний қиймати нолга тенг (1-расм, a даги қора чизикқа қаранг). B фазадаги ЭЮК нинг оний қиймати ўша пайтнинг ўзида унинг максимал қиймати E нинг $0,87$ қийматига тенг ($0,87 = \sqrt{\frac{3}{2}}$). Ўша пайтнинг ўзида C фазадаги кучланишнинг оний қиймати эса $+0,87E_m$ га тенг. Уч фазаги симметрик системада учала ЭЮК нинг оний қийматларининг алгебраик йиғиндиси исталган пайтда нолга тенг:

$$e_A + e_B + e_C = 0.$$



1-расм. Уч фазаги генераторнинг ЭЮК:

a — учала (A , B ва C) фазаларнинг ЭЮК лари оний қийматларнинг синусоидал эгри чизиклари, b —вектор диаграммаси

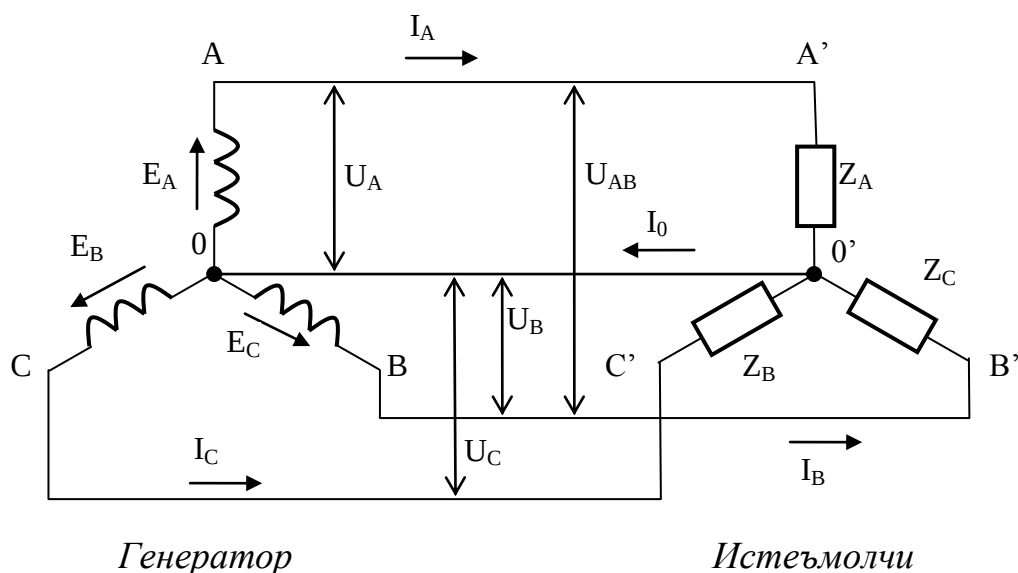
Юлдуз шаклида уланган уч фазаги системада (2-расм) учта сим бўлиши мумкин, лекин кўпинча тўртта сим бўлади: учта AA' , BB' ва CC' линия симлари, улардан I_A , I_B ва I_C линия тоқлари ўтади ва битта нолинчи ёки нейтрал сим, ундан исталган пайтда учала фазадаги тоқлар оний қийматларининг арифметик йиғиндисига тенг ток ўтиб туради. Учала фазадаги ток кучи тенг ва фаза бўйича бир-бирига нисбатан бир хил бурчакка силжиган ҳолда юклама симметрик бўлса, нол симда ток

булмайди, бунда уч фазали линия уч симли бўлиши мумкин. Бир фазали ток истеъмолчиларида юклamani симметрик қилиш қийин, шунинг учун уч фазали система тўртта сим (тўрт симли уч фазали система) ёрдамида юлдуз схемада уланади.

Тўрт симли, уч фазали, масалан, 380/220 В кучланишли система 380 В ли уч фазали энергия истеъмолчиларини ҳам, 380 В ёки 220 В ли бир фазали истеъмолчиларни ҳам бир вақтнинг ўзида тармоққа улашга имкон беради. Нолинчи сим фаза кучланишига ҳисоб қилинган истеъмолчиларда ҳар қайси фазада кучланишни бир хилда санашга имкон беради. Юлдуз шаклида уланганда $I_n = I_\phi$

$$U_n = \sqrt{3} \cdot U_\phi$$

бўлади.

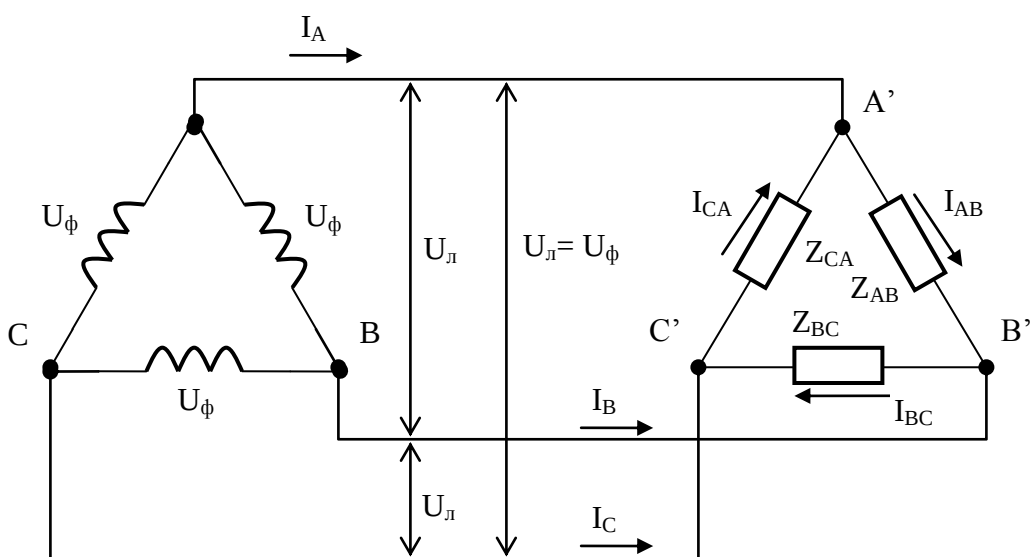


2-расм. Нолинчи симли тўрт симли система бўйича юлдуз шаклида уланган учта истеъмолчини уч фазали ўзгарувчан ток электр энергия манбаига улаш схемаси

Агар уч фазали системага қуввати ва характери турлича бўлган учта ток истеъмолчиси уланган бўлса, ҳар қайси фазада ва ҳар қайси линия симида фаза бўйича турлича силжиган ҳамда кучи ҳар хил бўлган ток ўта бошлайди, бунда нолинчи симдан ўтадиган ток учала фазадаги токларнинг геометрик йиғиндисига тенг бўлади. Бундай система носимметрик система дейилади. Бир фазали электр энергия

истеъмолчилари уч фазали системадан таъминладиган ҳолда электр энергия манбаларининг чулғамлари сингари учбурчак кўринишида уланиши мумкин.

3-расмда уч фазали генератор AB , BC ва CA чулғамларининг (учта бир фазали $A'B'$, $B'C'$, $C'A'$ истеъмолчилар билан) шундай уланиши кўрсатилган. Бу ҳолда линия кучланишлари фаза кучланишларига тенг, яъни $U_\phi = U_\Delta$ линия токлари эса юклама симметрик бўлганда учта фазанинг ҳар биридаги токдан $\sqrt{3}$ марта катта бўлади. Бундай улашда бир фазали истеъмолчиларнинг ҳаммаси линия кучланишининг номинал қийматига мўлжалланган бўлиши лозим.



3-расм. Учбурчак шаклида уланган учта истеъмолчини уч фазали электр энергия манбаига улаш схемаси

Керакли жиҳозлар

2 А ли ўзгарувчан ток амперметри	3 та
3 А ли ўзгарувчан ток амперметри	3 та
150 В ли ўзгарувчан ток вольтметри	1 та
Шипга урнатиладиган туртта патронли панел	3 та
220 В, 100 Вт ли чуғланма лампалар	9 та
127 В, 150 Вт ли чуғланма лампалар	9 та

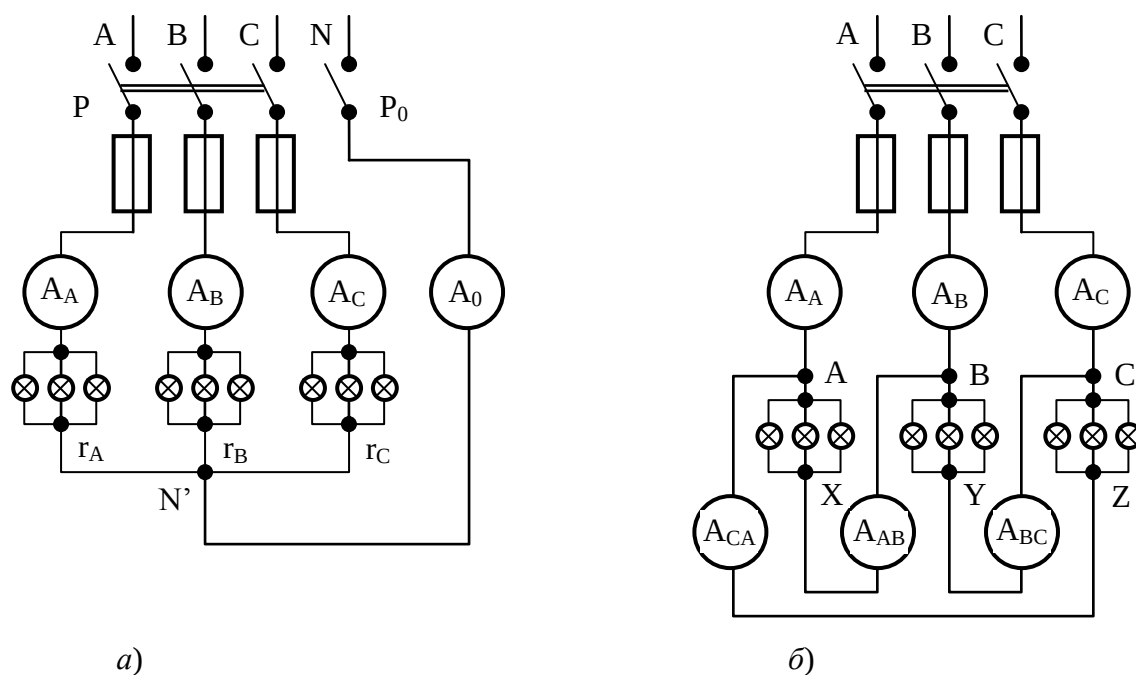
250 В, 60 А ли уч қутбли улагич 1 та
 250 В, 60 А ли бир қутбли улагич 1 та
 Кесимининг юзи $2,5 \text{ мм}^2$, узунлиги 1,5 м бўлган кўп
 томирли улаш симлари 15 та
 220/127 В ли нолинчи симли уч фэзали ўзгарувчан ток манбаи.

Ишни бажариш тартиби

1. Юлдуз шаклида (4-расм *а, б*) улаш схемасини йиғиш.
2. Бир хил қувватли учта истеъмолчи (ҳар қайси фазага ҳар бири 150 Вт, 127 В кучланишли учтадан лампа) улаш. Нолинчи симдаги бир қутбли улагич уланган бўлиши керак. Тўртта симнинг ҳаммасидаги токни ва ҳар қайси фазадаги кучланишни ўлчаш. Ўлчаш натижаларини жадвалга ёзиш. Линия ва фаза кучланишлари билан токлари орасидаги муносабатни текшириш.
3. Нолинчи симга P улагични улаб, аввалгидек ток ва кучланишларни ўлчаш.
4. Нолинчи симга P_0 улагич уланган ҳолда ҳар қайси фазада юклама ҳар хил бўлиши учун учала фазадаги юкломани ўзгартириш (электр лампаларнинг жами қуввата ҳар хил; A фазада 127 В, 150 Вт ли тўртта лампа; B фазада 150 Вт ли иккита лампа уланган; C фазага лампа уламанг) ҳар қайси фазадаги ва фазалараро кучланишлар билан токларни ўлчаш. Натижаларни 1-жадвалга ёзиб олиш.
5. Нолинчи симдаги улагични узиб, кучланиш ва токларни яна ўлчаш. Натижаларни 1-жадвалга ёзиб олиш.
6. Юклама симметрик ва носимметрик бўлган ҳолларда нолинчи симнинг уч фазали системанинг ишига таъсирини аниқлаш.
7. Юлдуз усулида уланган истеъмолчиларни синаш натижалари асосида ҳисобот тузиш.
8. Учбурчак усулида улаш схемаси (4- расм, *б*) ва йиғиш.
9. Ҳар бир фазага жами қувватлари бир хил бўлган лампалар улаш, учта фазанинг ҳаммасидаги ва учала линия симларидаги ток ва кучланишларни ўлчаш. Олинган натижаларини 2- жадвалга ёзиш.
10. Фазаларга носимметрик юклама улаш. Ўлчаш натижаларини 2- жадвалга ёзиш.

Юлдуз шаклида уланган электр энергия истеъмолчиларини синаш

Юклама режими	Юклама токи, А				Кучланишлар, В					
					Фаза кучланишлари			Линия кучланишлари		
	I_A	I_B	I_C	I_0	U_A	U_B	U_C	U_{AB}	U_{BC}	U_{CA}
Нолинчи сим уланган, юклама симметрик										
Нолинчи сим узилган, юклама симметрик										
Нолинчи сим уланган, юклама носимметр ик										
Нолинчи сим узилган, юклама носимметр ик										



4- расм. Уч фазали ток занжирини текшириш учун ўлчаш асбобларини улаш схемалари:

a —юлдуз шаклида улаш, *б*—учбурчак шаклида улаш

2- ж а д в а л

Учбурчак шаклида уланган электроэнергия истеъмолчиларини синаш.

Юклама режими	Юклама токлари, А						Кучланишлар, В		
	Линиядаги			Фазадаги					
	I_A	I_B	I_C	I_{AB}	I_{BC}	I_{CA}	U_{AB}	U_{BC}	U_{CA}
Симметрик юклама									
Носимметрик юклама									

11. Учбурчак шаклида улашдаги линия ва фаза кучланишларини ўлчайдиган вольтметрнинг кўрсатишларини симметрик ва носимметрик юкламалар билан таққослаш.

12. Истеъмолчилари учбурчак шаклида уланган схемани синаш натижалари асосида ҳисобот тузиш.

13. Юклама симметрик ҳамда носимметрик бўлган ҳоллардаги юлдуз ва учбурчак шаклида улаш схемаларини солиштириш.

Ҳисоботнинг мазмуни

1. Ҳисоботнинг номи.
2. Электр ўлчаш асбоблари ва жиҳозларининг параметрлари.
3. Электр энергия истеъмолчилари ва нолинчи нукта чиқариб, юлдуз шаклида уланган ҳолда ўлчаш асбобларини (тўртта амперметр ва битта вольтметрни) улаш схемаси.
4. Линия (фаза) ва нолинчи симдаги тоқларни, шунингдек, истеъмолчилар юлдуз усулида уланган линия ва фаза кучланишларини ўлчаш натижалари ёзилган 1- жадвал.
5. Юклама симметрик ва носимметрик бўлган юлдуз шаклида уланган электр энергия истеъмолчилари учун нолинчи симнинг аҳамияти ҳақида хулоса.
6. Электр энергия истеъмолчилари учбурчак шаклида (4- расм, *б га* қаранг) уланган ҳолда ўлчаш асбоблари (олтита амперметр ва битта вольтметр) ни улаш схемалари.
7. Юклама симметрик ва носимметрик бўлгандаги линия ва фаза тоқлари ҳамда кучланишларини ўлчаш натижалари ёзилган 2- жадвал.
8. Бутун иш юзасидан ёзилган хулосалар (бунда электр энергия истеъмолчиларини нолинчи нукта чиқариб ва тўртинчи—нолинчи симли қилиб ҳамда нолинчи нукта чиқармасдан юлдуз, шунингдек, учбурчак шаклида улашдаги схемалар қандай афзалликларга ва камчиликларга эга эканлиги кўрсатилади).

Назорат саволлари

1. Бир фазали электр энергия истеъмолчиларини қандай бириктириш юлдуз шаклида улаш дейилади?
2. Нолинчи нукта чиқариб юлдуз усулида уланганда линия кучланиши фаза кучланишидан неча марта катта бўлади?
3. Ҳар қайси фаза симидаги ток кучи маълум бўлса, нолинчи симдаги ток кучи қандай аниқланади?
4. Тўрт симли уч фазали системада нолинчи сим нима учун ишлатилади?

5. Қандай улаш учбурчак схемада улаш дейилади ва линия билан фаза кучланишлари орасида қандай муносабат мавжуд?
6. Учбурчак шаклида улашда линия токи фаза токидан неча марта катта бўлади?
7. Юклама симметрик ва носимметрик бўлган ҳолларда нолинчи сим узилса, нолинчи нуқта чиқариб юлдуз схемада уланган электр энергия истеъмолчининг қисмларидаги кучланиш қандай ўзгаради?

12- иш. УЧ ФАЗАЛИ ЎЗГАРУВЧАН ТОК ЗАНЖИРИДАГИ ҚУВВАТНИ ВА ҚУВВАТ КОЭФФИЦИЕНТИНИ ЎЛЧАШ

Ишнинг мақсади — ўлчаш методлари билан ва уч фазали ток занжиридаги актив қувватни ва қувват коэффицентини ўлчашга мўлжалланган асбоблар билан танишиш.

Назарий қисм. Уч фазали токнинг актив қувватини бир неча усулда ўлчаш мумкин. Агар учала фазанинг қуввати бир-бирига тенг бўлса, битта фазанинг қуввати P_ϕ ни ўлчаб олиб ваттметрнинг кўрсатишини учга кўпайтирилса, уч фазали занжирнинг қуввати чиқади;

$$P = 3 P_\phi = 3 U_\phi I_\phi \cos \varphi .$$

Нолинчи сим бўлмаганда уч фазали ток тармоғидаги тула қувватни иккита ваттметр билан ўлчаш мумкин, бунда у иккита ваттметр кўрсатишининг алгебраик йиғиндисидан иборат:

$$P = P_1 + P_2 .$$

Агар тўрт симли системада алоҳида фазаларнинг қувватлари бир хил бўлмаса, учта бир фазали ваттметрдан фойдаланилади, уч фазали системанинг умумий қувватини аниқлаш учун эса ваттметрларнинг кўрсаткичлари қўшилади:

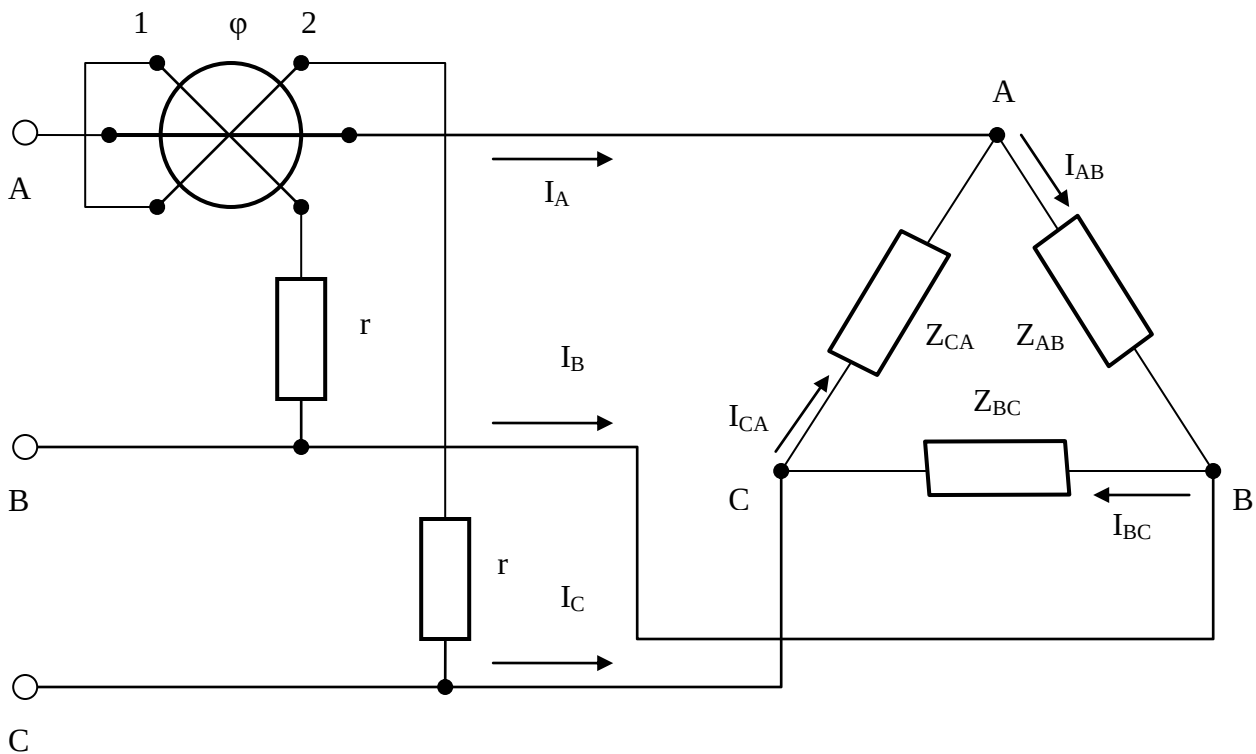
$$P = P_1 + P_2 + P_3 .$$

Саноат уч фазали ток махсус ваттметрлари ишлаб чиқармоқда, бундай ваттметр иккита ёки учта ваттметрнинг умумий қутига жойлашган ва битта стрелкага таъсир киладиган ҳаракатланувчи элементлари мажмуидан иборат.

Қувват коэффициенти $\cos\varphi$ ни ўлчаш учун уч фазали ўзгарувчан ток занжирида махсус асбоб - фазометрлар ишлатилади, булар ваттметрлар сингари кучланиш ва ток занжирига эга бўлиб, махсус схемалар асосида уланади (1-расм). Фазометр — $\cos\varphi$ ни ёки у бурчакни бевосита ўлчаш асбоби.

Қувват коэффициетини, шунингдек, уч фазали ваттметрнинг (P), амперметрнинг (I_ϕ) ва вольтметрнинг кўрсатишларига қараб ҳам ҳисоблаб топиш мумкин:

$$\cos\varphi = \frac{P}{3U_\phi I_\phi}.$$



1- расм. Нолинчи симсиз симетрик юкламали уч фазали ток занжирига фазометрларни улаш схемаси

Керакли жиҳозлар

5 А ли ўзгарувчан ток амперметри	3 та
150 В ли ўзгарувчан ток вольтметри	3 та
127 В, 5А ли бир фазали ўзгарувчан ток Д341/2 ваттметри	3 та
Индуктив ғалтаги	3 та
Шипга ўрнатиладиган тўртта патронли панел	5 та
127 В, 150 Вт ли чуғланма лампа	12 та
Қуввати 1,5 кВт бўлган 127/220 В, 960 айл/мин. ли 4А901.А электродвигатели	1 та
Кесимининг юзи $2,5 \text{ мм}^2$, узунлиги 1,5 м бўлган кўп томирли улаш симлари	18 та
127/220 В, 50 Гц ли ўзгарувчан ток манбаи.	

Ишни бажариш тартиби

1. Схемани йиғиш (2- расм, *а*), ҳар қайси фазада симметрик юклама ўрнатиш ва юклама симметрик бўлганда ваттметр билан қувватни ўлчаш ва ҳисоблаш натижаларини 1- жадвалга ёзиш.
2. 1-пунктдагидек симметрик юкламада (2-расм, *б*) схемани йиғиш (P_0 улагич ажратилган) ва қувватни ўлчаш. Ўлчаш ва ҳисоблаш натижаларини 2-жадвалга ёзиш ва 1- жадвалдаги аввал ўлчанган маълумотлар билан солиштириш.
3. Ҳар қайси фазадаги юкламаларни ҳар хил қилиб, P_0 улагич уланган ҳолда урта ваттметр ёрдамида қувватни ўлчаш. Ўлчаш натижаларини 2-жадвалга ёзиш, улагич уланган ва ажратилган ҳолларда ваттметрнинг кўрсатиши билан умумий қувватни солиштириш.
4. Ҳар қайси фазага қўшимча равишда биттадан амперметр улаб, иккита ваттметрли схемани йиғиш ва қувватни ўлчаш, ўлчаш ва ҳисоблаш натижаларини 3-жадвалга ёзиш
5. Икки элементли уч фазали битта ваттметрли схемани йиғиш ва юклама 4-пункт дагидек бўлган ҳолда қувватни ўлчаш. Ўлчаш натижаларини 4-жадвалга ёзиб, уларни 4-пунктдаги ўлчаш ва ҳисоблаш натижалари билан солиштириш (3- жадвалга қаранг).

Юлдуз усулида уланган юклама симметрик бўлганда уч фазали системадаги қувватни бир фазали ваттметр билан ўлчаш

Тажриба номери	Ўлчангани									Ҳисоблангани		
	Кучланиш, В						Ток, А			P_{ϕ}, Bm	$P=3P_{\phi}, Bm$	$\cos\phi$
	U_{AB}	U_{BC}	U_{CA}	U_{AO}	U_{BO}	U_{CO}	I_A	I_B	I_C			

6. Истеъмолчиларни учбурчак усулида улаш схемасини йиғиш (29-расм, в), ҳар қайси фазада бир хил юклама ўрнатиш, битта фазадаги қувватни ўлчаш ва битта ваттметр ёрдамида уч фазали системанинг қувватини ҳисоблаш. Ўлчаш ва ҳисоблаш натижаларини 5-жадвалга ёзиш.

7. Ҳисобот тузиш.

Ҳисоботнинг мазмуни

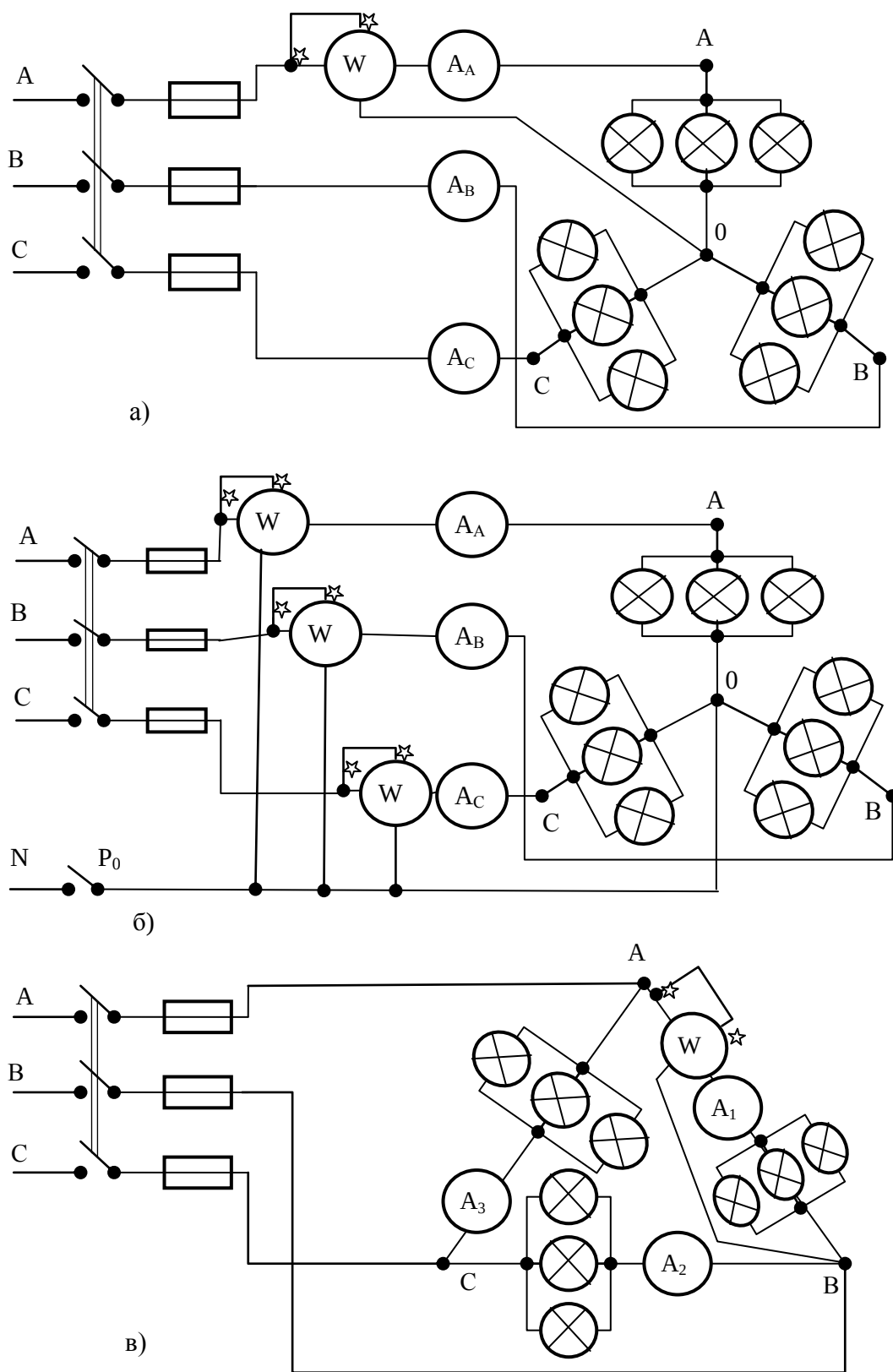
1. Ҳисоботнинг номи.

2. Электр ўлчаш асбоблари ва жиҳозларининг параметрлари.

3. Уч фазали токнинг симметрик юкламаси юлдуз шаклида улангандаги қувватини ўлчаш учун бир фазали ваттметрлик, учта амперметрлик ва вольтметрлик улаш схемаси (2- расм, а га қаранг); шу схема асосида қувватни ўлчаш ва ҳисоблаш натижалари ёзилган 1 - жадвал ва зарур формулалар.

4. Симметрик ва носимметрик юкламалари нолинчи нуқта чиқариб юлдуз схемада уланган ҳолларда тўрт симли уч фазали системадаги қувватни ўлчаш учун учта бир хил ваттметрлик, учта амперметрлик ва учта вольтметрлик улаш схемаси (2-расм, б га қаранг); ўлчаш ва ҳисоблаш натижалари ёзилган 2- жадвал ва зарур формулалар.

5. Нолинчи нуқта чиқариб ва уни нолинчи симга улаб юлдуз усулида бириктирилган юклама симметрик ва носимметрик бўлган ҳолларда битта бир фазали ваттметрлик схема бўйича ўлчаш натижаларини учта бир фазали ваттметрлик схема бўйича ўлчаш натижалари билан солиштириш.



2- расм. Уч фазали системада ток кучи, кучланиш ва қувватни ўлчаш учун асбобларни улаш схемалари

2- ж а д в а л

Юлдуз усулида уланган юклама симметрик ва носимметрик бўлганда уч фазали системадаги қувватни учта бир фазали ваттметр билан ўлчаш

Юклама режими	Кучланиш, В						Ток, А			Қувват, Вт				
	U_{AB}	U_{AC}	U_{BC}	U_{AO}	U_{BO}	U_{CO}	I_A	I_B	I_C	P_1	P_2	P_3	P	$\cos\varphi$
Симметрик, P_0 ажратилган														
Симметрик, P_0 уланган														
Носимметри к, P_0 ажратилган														
Носимметри к, P_0 уланган														

3-жадвал

Юлдуз шаклида уланган юкламали уч фазали системадаги қувватни иккита ваттметр билан ўлчаш

Тажириба номери	Кучланиш, В				Ток, А			Қувват, Вт			
	U_{AB}	U_{AO}	U_{BO}	U_{CO}	I_A	I_B	I_C	P_1	P_2	P	$\cos\varphi$

4- ж а д в а л

Юкламаси юлдуз шаклида уланган уч фазали системадаги қувватни икки элементли уч фазали ваттметр билан ўлчаш

Тажириба номери	Кучланиш, В			Ток, А			Р, Вт	$\cos\varphi$	Эслатма
	U_{AB}	U_{AC}	U_{BC}	I_A	I_B	I_C			

Учбурчак шаклида уланган симметрик юкламали уч фазали системадаги қувватни бир фазали ваттметр билан ўлчаш

Тажриба номери	Кучланиш, В			Ток, А			Қувват, Вт		$\cos\varphi$	Эслатма
	U_{AB}	U_{BC}	U_{CA}	I_1	I_2	I_3	P_Φ	$P=3P_\Phi$		

6. Юкламалар симметрик ва носимметрик бўлган ҳолларда нолинчи симнинг ҳар қайси фазадаги қувватга таъсири.

7. Истеъмолчилар нолинчи нуқта чиқармай юлдуз усулида уланган ҳолда уч фазали ток қувватини иккита бир фазали ваттметр билан ўлчаш учун электр ўлчаш асбобларини улаш схемаси. Ўлчаш ва ҳисоблаш натижалари ёзилган 3- жадвал ҳамда уч фазали занжирдаги қувватни берилган ана шу схема асосида ҳисоблаш формуласи.

8. Икки элементли уч фазали битта ваттметрни улаш схемаси. Ўлчаш ва ҳисоблаш натижалари ёзилган 4- жадвал.

9. Юклама ва кучланишлар бир хил бўлганда ваттметрларнинг кўрсатишларини 3- ва 4- жадваллар асосида солиштириш натижалари ҳақида хулосалар.

10. Учбурчак усулида уланган симметрик истеъмолчининг қувватини ваттметр билан ўлчаш учун электр ўлчаш асбобларини улаш схемаси (2-расм, б га қаранг). Ўлчаш ва ҳисоблаш натижалари ёзилган 5- жадвал ҳамда уч фазали занжирдаги қувватни берилган ана шу схемага кўра ҳисоблаш формуласи.

11. Иш ҳақида хулосалар.

Назорат саволлари

1. Уч фазали ток занжиридаги актив қувватни ўлчаш учун қандай асбоблар ишлатилади?

2. Ўзгарувчан ток частотаси ва қувват коэффицентини ўлчаш учун қандай асбоблар ишлатилади?

3. Уч фазали занжирда тўла ва актив қувват қандай аниқланади.
4. Икки элементли уч фазали ваттметр қандай тузилган?
5. Уч фазали системада юкламалар учала фазада ҳам симметрик бўлганда актив қувватни ўлчаш учун ваттметрларни улашнинг қандай схемалари қўлланилади.

ЭЛЕКТР ЎЛЧАШ АСБОБЛАРИ ВА ЭЛЕКТР ЎЛЧАШЛАР

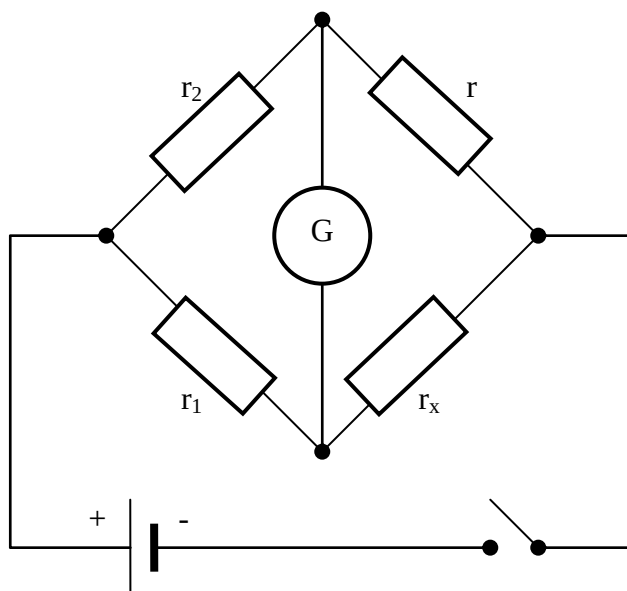
13-тажриба иши. ҚАРШИЛИКЛАР КЎПРИГИ БИЛАН ҚАРШИЛИКЛАРНИ ЎЛЧАШ

Ишнинг мақсади — универсал кўприкнинг тузилиши билан танишиш. Ўлчаш кўприги ёрдамида ўтказгичларнинг электр қаршиликларини ўлчаш усулларини ўрганиш.

Назарий қисм. Маълумки, қаршиликни вольтметр ва амперметр билан ўлчаш мумкин, бунда у Ом қонунига асосан ҳисоблаб топилади. Лекин бу усулнинг камчиликлари бор, хусусан, биринчидан, иккита асбобнинг хатоликлари таъсири туфайли ўлчаш аниқлиги пасаяди, иккинчидан ҳар хил қийматли қаршиликларни ўлчаш учун ўлчаш чегаралари турлича бўлган ўлчаш асбоблари талаб қилинади. Ўлчаш кўприги солиштириш асбоби ҳисобланади, унинг воситасида ўлчанадиган қаршилик намунавий қаршилик билан солиштирилади. Ўлчаш кўприги унинг елкаларини ҳосил қиладиган учта маълум қаршиликлар ва ноль индикатор (галванометр) деб аталадиган юқори даражада сезгир асбобдан тузилган. Кўприк омнинг юздан бир улушидан тортиб мегомгача ва ундан ҳам катта қаршиликларни ўлчашга имкон беради.

УМВ типигаги универсал кўприк кенг тарқалган, унинг ёрдамида 0,1 дан 100 000 Ом гача бўлган қаршиликларни ўлчаш мумкин (1-расм). r_1 ва r_2 елкаларнинг нисбати тўғри танланганда ва 1 дан 100000 Ом гача бўлган қаршиликлар учун кўприк тегишли кучланишлар билан таъминлаб турилганда ўлчаш хатоси ўлчанаётган катталиқнинг $\pm 0,5$

процентидан ортманди. Агар ўлчанадиган қаршилик 1 Ом дан кичик ёки 100 000 дан катта бўлса, ўлчаш хатоси $\pm 5\%$ дан ортмайди.



1-расм. УМВ типдаги универсал ўлчаш кўприги.

Кўприкнинг r елкаси ричагли қаршиликлар магазини кўринишида ишланган. Қаршиликлар магазини қаршиликлар ўзаро кетма-кет уланган тўртта гуруҳдан ташкил топган. Ундаги ҳар қайси гуруҳ алоҳида ричагли улагич билан бошқарилади. Қаршиликлар гуруҳи декадаси тўққизта бир хил 1, 10, 100 ва 1000 Ом дан қилиб аниқ мосланган қаршиликлардан иборат. Кўприкнинг r_2 елкалари ҳам битта ричагли улагич, билан бошқариладиган қаршиликлар гуруҳи кўринишида ишланган, ричагнинг ҳар бир ҳолатига елкаларнинг муайян $\frac{r_1}{r_2}$ нисбати мос келади. Бу нисбат улагич дастасининг белгиларига қараб ҳисобланади. Ўлчанадиган қаршиликнинг қиймати r_x , елкалар нисбати $\frac{r_1}{r_2}$ топилган қийматини r елканинг қаршилигига кўпайтириб аниқланади, яъни $r_x = \frac{r_1}{r_2} r$

Кўприкнинг энг фойдали (энг юқори аниқлик билан ўлчаш имконини берадиган) елкалар нисбати шунингдек, схемани таъминлайдиган манба кучланиши 1-жадвалда келтирилган.

1-жадвал

УМВ универсал кўпригининг елкалар нисбатини ва таъминлаш манбаи кучланишини танлаш

Ўлчанадиган r_x қаршиликнинг қиймати, Ом	Манба кучланиши, В	Кўприк елкаларининг нисбати $\frac{r_1}{r_2}$
0 дан 1гача	2	1;1000
1---»--- 10 ---»---	4	1:1000
10---»---100---»---	4	1:100
100---»---1000---»---	8	1:10
10000---»---100000---»---	20	10:1
100000---»---100000	20	100:1

Ўлчанадиган қаршилик кўприкнинг r_x қисмаларига, ўзгармас ток кучланиши манбаи эса «+» ва «—» қисмаларига уланади.

Керакли жиҳозлар

Ўзгармас ток универсал кўприги 1 та
 120 Ом ли сим резистор 1 та
 12 Ом ли сим резистор 1 та
 Синмас материалдан ясалган 1 Вт ли 1 дан 1000000 Ом
 гача бўлган резисторлар 10 та
 Кесимининг юзи $2,5 \text{ мм}^2$, узунлиги 1,5 м бўлган кўп
 томирли улаш симлари 6 та
 Ўзгармас ток манбаи (10 КН-22 м аккумуляторлар
 батареяси) 2 та

Ишни бажариш тартиби

1. Универсал кўприкка резистор улаш, резисторнинг қаршилигини ўлчаш ва 2- жадвалга ёзиш. Ўлчашларни учта ҳар хил резистор учун такрорлаш ва бу ўлчаш натижаларини ҳам 2-жадвалга ёзиш.

2-жадвал

Сим ва симмас материалларнинг омик қаршилигини ўлчаш

Ўлчаш усули	г, Ом	г, Ом	г, Ом	Ҳисоблаш	Ўлчаш
				г, Ом	г, Ом
Кетма-кет					
Параллел					

2. Қаршилиги ўлчанган резисторларни кетма-кет улаб, уларнинг умумий қаршилигини ўлчаш, ҳисоблаш ва ўлчаш натижаларини 3-жадвалга ёзиш.

3. Резисторларни параллел улаб уларнинг умумий қаршилигини ўлчаш, ҳисоблаш ва ўлчаш натижаларини 3-жадвалга ёзиш.

4. Ҳисобот тузиш.

3-жадвал

Сим ва симмас материалдан ясалган резисторнинг электр қаршилигини ўлчаш

Ўланиши	r_1 Ом	r_2 Ом	r_3 Ом	г ни ҳисоблаш, Ом	г ни ўлчаш, Ом	Эслатма
Кетма-кет						
Параллел						

Эслатма. Ҳар гал ўлчаида жадвалнинг “Эслатмалар” устунида кўприк елкаларининг нисбати билан берилган кучланишни кўрсатинг.

Ҳисоботнинг мазмуни

1. Ҳисоботнинг номи.
2. Актив қаршиликларни ўлчайдиган универсал кўприк ва жиҳозларнинг параметрлари. Резисторларнинг типи, маркаси ва аниқлик чегараларини кўрсатиш.
3. Универсал кўприкнинг схемаси ва кўприк елкаларининг нисбати.
4. Ўлчаш ва ҳисоблаш натижалари ёзилган 2- ва 5- жадваллар.
5. Электр қаршиликлар кетма-кет ва параллел уланганда ҳамда кўприк елкаларининг танланган нисбатида электр қаршилнкларнинг ўлчаш натижалари аниқлаш ҳақида хулосалар.

Назорат саволлари

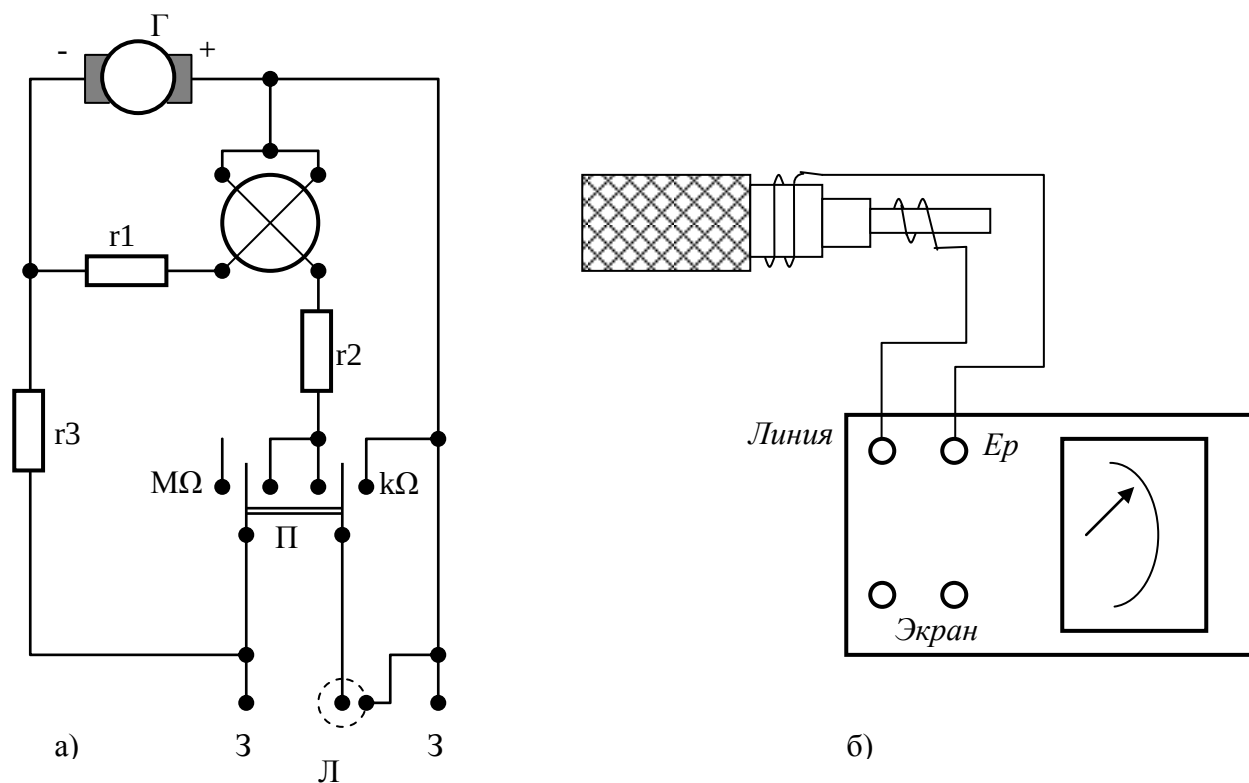
1. Ўзгармас ток ўтадиган электр эанжирнинг электр қаршилигини қандай усуллар билан ўлчаш мумкин?
2. Универсал ўлчаш кўпригининг қандай афзаллиги бор?
3. Универсал кўприк елкаларининг вазифаси нима?
4. Электр қаршилиқни универсал ўлчаш кўприги билан қандай аниқликда ўлчаш мумкин?
5. Улаш контактларининг қаршилиги кичик қаршиликларни ўлчаш аниқлигига қандай таъсир қилади?
6. Универсал кўприкнинг яроқлилиги ва унинг аниқлиги қандай текширилади?

14-тажриба иши. ЎТКАЗГИЧЛАР ИЗОЛЯЦИОН ҚАРШИЛИГИНИ МЕГОММЕТР БИЛАН ЎЛЧАШ.

Ишнинг мақсади — мегомметрнинг тузилиши билан танишиш ҳамда унинг ёрдамида ўтказгичлар ва электродвигателлар чулғамлари изоляциясининг қаршилигини ўлчашни ўрганиш.

Назарий қисм. Симларнинг изоляцияси яхши бўлса, бутун электр қурилма ишончли ва хавфсиз ишлайди, шунинг учун изоляциянинг қаршилигини мегомметр билан дамба-дам ўлчаб текшириб туриш зарур.

Изоляциянинг қаршилиги одатда ўнлаб ва юзлаб мегом бўлади. Мегомметр ўзгармас ток генератори ва ўлчаш асбобидан иборат. Симларнинг изоляцияси ўзгармас электр энергия манбаидан кучланиш келмай тўрганда текширилади. М-1101 мегомметрнинг схемаси 1-расм, *а* да кўрсатилган. Қаршиликни ўлчашда *Л* қисма линиянинг битта симига, *З* қисма эса бошқа симига ёки ерга уланади. *Л* мегомметрни улаш схемаси 1-расм, *б* да берилган. Изоляциянинг қаршилигини ўлчаш учун даста 120 айл/мин частота билан айлантрилади ва қаршиликнинг катталиги шкаладан олинади.



1-расм. Изоляциянинг қаршилигини ўлчаш: а) М-1101 мегомметрнинг электр схемаси, б) мегомметрни улаш схемаси

Керакли жихозлар

500 В ли Л1-1101 мегомметр 1 та
 Турли қувватли уч фазали ток электродвигатели 1 та
 Кесимининг юзи 215 мм², узунлиги 1,5 м дан бўлган
 кўп томирли улаш симлари 6та

Ишни бажариш тартиби

1. Мегомметрнинг тузилиши ва схемаси билан танишиш.
2. Уч фазали линия симлари орасидаги ва ҳар қайси фаза сими билан ер орасидаги изоляция қаршиликларини ўлчаш; бунда электр энергия истеъмолчилари узиб қўйилган бўлиши керак. Натижаларни 1-жадвалга ёзиш.

1-жадвал

Симлар изоляцияси қаршиликларини ўлчаш

Фаза - ер	$\Gamma_{\text{из}}, \text{М Ом}$	Фаза-фаза	$\Gamma_{\text{из}}, \text{М Ом}$
А – ер		А-В	
В – ер		В-С	
С - ер		С-А	

3. Уч фазали двигател статори барча чулғамлари изоляциясининг қаршилигини ўлчаш. Бунда чулғамлар узиб қўйилган бўлиши керак. Ўлчаш натижаларини 2-жадвалга ёзиш.
4. Ҳисобот тузиш.

2-жадвал

Уч фазали электродвигател чулғамлари қаршилиги изоляциясни ўлчаш

Фаза - ер	$\Gamma_{\text{из}}, \text{М Ом}$	Фаза-фаза	$\Gamma_{\text{из}}, \text{М Ом}$
С1 – корпус		А-В	
С2 – корпус		А-С	
С3 - корпус		С-А	

Ҳисоботнинг мазмуни

1. Ҳисоботнинг номи.
2. Мегомметр, электр линия ва двигателнинг параметрлари.
3. Ўлчаш натижалари ёзилган 1- ва 2- жадваллар.

4. Линия ва двигателнинг бундан кейин ҳам ишлатишга яроқлилиги хақида хулоса.

Назорат саволлари

1. Мегомметр қандай тузилган?
2. Изоляциянинг қаршилигини ўлчаш нима учун зарур?
3. Изоляциясининг қаршилиги қандай бўлганда линиялар ва электродаигателлар ишлатиш учун яроқсиз ҳисобланади?

15-тажриба иши. ҚАРШИЛИКЛАРНИ БИТТА ВОЛТМЕТР УСУЛИДА ЎЛЧАШ

Ишнинг мақсади — қаршиликларни энг кўп тарқалган, тесторларда ишлатиладиган битта вольтметр ёрдамида ўлчаш усули билан танишиш, сим ва изоляцияларнинг қаршилигини вольтметр билан ўлчашни ўрганиш.

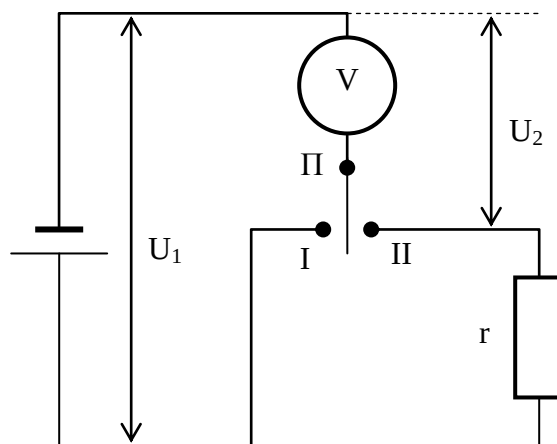
Назарий қисм. Агар вольтметрнинг қаршилиги r_B маълум бўлса, электр қаршиликни аниқ ўлчаш учун иккита асбоб вольтметр билан амперметр ўрнига фақат битта асбоб — вольтметр билан ўзгармас кучланиш манбаи - аккумуляторлар батареяси ёки гальваник элемент олиш мумкин. 1-расмда электр қаршилик r ни ўлчашга имкон берадиган схема кўрсатилган.

II улагич I ҳолатда кучланишни кўрсатади.

$$U_1 = I_1 r_B = \frac{U_1}{r_B} r_B .$$

II ҳолатда эса вольтметрни номаълум қаршилик r билан кетма-кет улайди, бунда вольтметр

$$U_2 = I_2 r_B = \frac{U_1 r_B}{r_B + r}$$



1-расм. Электр қаршиликни вольтметр орқали ўлчаш схемаси:
 П – улагич

кучланиш ортида бўлади. Вольтметрнинг иккита U_1 ва U_2 кўрсатишини билган ҳолда ўлчанадиган қаршиликнинг катталиги ҳисоблаб топилади:

$$r = r_B \left(\frac{U_1}{U_2} - 1 \right).$$

Шундай қилиб, қаршиликни ҳеч қандай ҳисоблашларсиз стрелканинг кўрсатишига қараб ўлчаш учун шкаласи омларда даражаланган битта ўлчаш механизми етарли. Бундай асбоб омметр деб ном олган. Ўлчашдан олдин «Установка нуля» («Нолга ўрнатиш») ростлаш резистори ёрдамида шчуплар қисқартириб қўйилган ҳолда асбобнинг стрелкасини нолга қўйиб олиш зарур, сўнгра эса шчупларни ўлчанадиган қаршиликка тегизиш ва қаршиликнинг қийматини шкаладан ҳисоблаб олиш керак.

Керакли жиҳозлар

30 В ли М 210 магнитоэлектрик вольтметр 1 та
 10ЖН-22 аккумуляторлар батареяси 1 та
 100. 500, 1000. 5000 ва 100000 Ом ли сим резисторлар 1 та
 Оммер (ёкн ТЛ - 4 тестери) 1 та

Икки йўналишли бир қутбли улагич 1 та
 Кесимининг юзи 1 мм^2 , узунлиги 1,5 м бўлган кўп
 томирли улаш симлари 8 та

Ишни бажариш тартиби

1. Схемани йиғиш (1-расм), вольтметр ёрдамида резисторнинг қаршилигини ўлчаш ва натижаларни жадвалга ёзиш.
2. Ўша резистор қаршилигининг катталигини омметр ёки тестер ёрдамида текшириш.
3. Ўлчаш натижаларини солиштириш.
4. Ҳисобот тузиш.

Жадвал

Вольтметр ва омметр ёрдамида электр қаршилиқни ўлчаш

Резисторнинг типи, параметрлари ва аниқлиги	U_1, B	U_2, B	$r_B, Ом$	Ҳисобланган $r, Ом$	Омметр билан ўлчанган $r, Ом$	Эслатма

Ҳисоботнинг мазмуни

1. Ҳисоботнинг номи.
2. Асбоблар ва жихозларнинг асосий параметрлари.
3. Асбобларни улаш схемаси.
4. Ўлчаш ва ҳисоблаш натижалари ёзилган жадвал.
5. Резисторнинг қаршилигини битта асбоб билан ўлчаш аниқлашни ва қулайлиги ҳақида хулоса.

Назорат саволлари

1. Қаршилиқни битта вольтметр ёрдамида ўлчаш усули электротехниканинг қандай қонунларига асосланган?

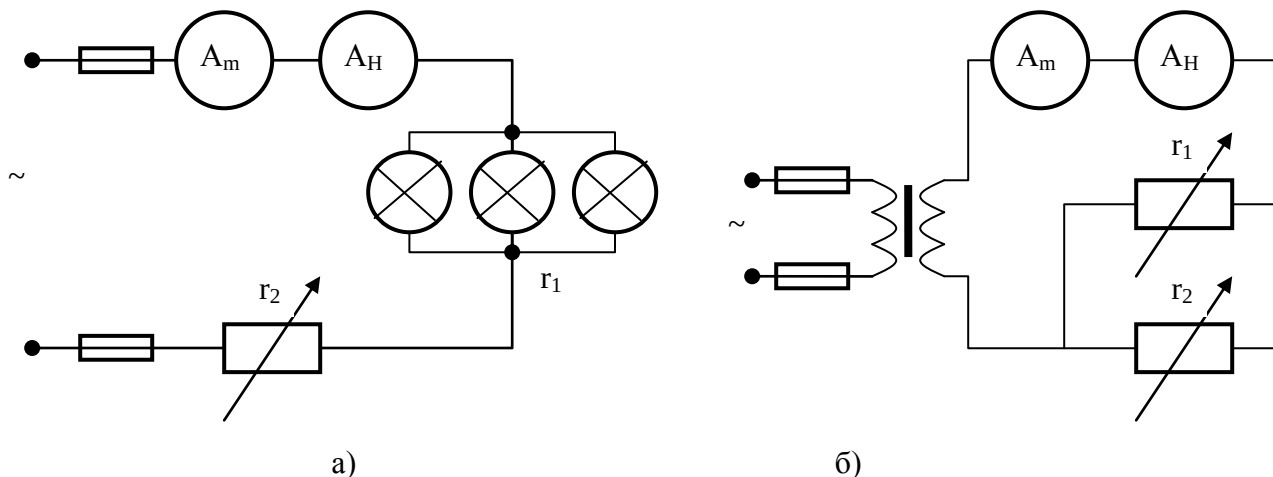
2. Ўлчаш аниқлигини ошириш учун қандай шартларга риоя қилиш керак?
3. Юқори даражада аниқлик билан ўлчаш учун қандай (қандай типдаги ва аниқлик классига) вольтметрни танлаш керак?

16-тажриба иши. ТЕХНИК ЭЛЕКТР ЎЛЧАШ АСБОБЛАРИНИ (АМПЕРМЕТР ВА ВОЛЬТМЕТРНИ) ТЕКШИРИШ

Ишнинг мақсади — техникавий электр ўлчаш асбобларини (амперметрни ва вольтметрни) назорат асбобларга қараб текшириш методларини ўрганиш; текшириладиган асбобларнинг хатоликларини аниқлаш; текшириладиган асбобларни уларнинг паспортларида кўрсатилган аниқлик классига мувофиқ яроқлилиги ҳақида хулоса чиқариш.

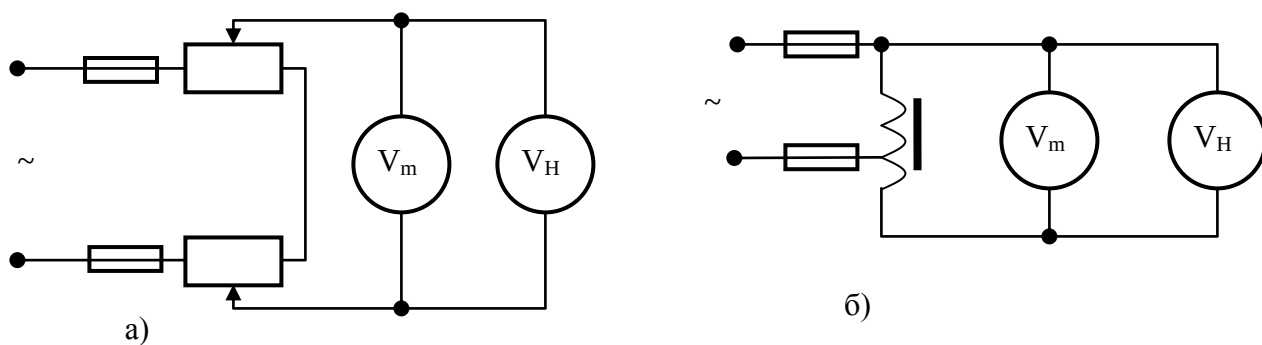
Назарий қисм. Электр ўлчаш асбобларини намунавий деб қабул қилинган аниқроқ асбобларга солиштириб текшириб туриш керак. A_m амперметрни текшириш учун унга A_n амперметрни кетма-кет улаш керак (1-расм, а ва б), бунда ўзгармас токни ўлчашга мўлжалланган асбоблар резисторлар орқали ўзгармас кучланиш манбаига (1-расм, а) уланади. Ўзгарувчан токни ўлчашга мўлжалланган асбобларни эса пасайтириш трансформатори орқали улаш (1-расм, б) тавсия этилади.

Текшириладиган V_m вольтметр намунавий V_n вольтметрга параллел уланади (2-расм, а), бунда иккита ҳар хил резистор кетма-кет улангани туфайли кучланишни анча равои ростлаш мумкин. Ўзгарувчан ток вольтметрларини текширишда автотрансформатордан фойдаланиш мумкин (2-расм, б). Электр ўлчаш асбобларини текширишда ростланадиган катталиқни фақат бир томонга — нолдан максимумгача, сўнгра эса орқага—максимумдан нолгача равои ўзгартириш зарур. Ростлаш қурилмалари ёрдамида текшириладиган асбобнинг стрелкаси галма-гал шкаланинг бутун, рақамланган бўлинмаларига қўйилади. Асбоб стрелкасининг бу кўрсатишлари даражалаш протоколига ёзилади. Унга ёнма-ён намунавий асбобнинг кўрсатиши ёзилади.



1- расм. Амперметрни текшириш схемалари:

а—битта ростлаш резистори билан, б—пасайтириш трансформатори ва иккита ростлаш резистори билан; A_m ва A_H —текишриладиган ва намунавий амперметрлар



2-расм. Вольтметрни текшириш схемалари:

а - потенциометр билан уланган иккита резистор ёрдамида, б - автотрансформатор ёрдамида; V_m ва V_H - текшириладиган ва намунавий вольтметрлар

Текширилаётган ва намунавий асбобларнинг кўрсатишлари орасидаги фарқ амперметр ёки вольтметрнинг абсолют хатолиги дейилади:

$$\Delta A = I - I_H; \quad \Delta U = U - U_H;$$

бунда I ва U—текширилаётган асбобларнинг кўрсатиши; I_n ва U_n —намунавий асбобларнинг кўрсатиши.

Келтирилган хатолик абсолют хатолик $\Delta A(\Delta U)$ нинг; асбобнинг номинал ўлчаш чегараси (стрелканинг асбоб шкаласидаги тўла оғиши) $A_{ном}$ га бўлган процент нисбати сифатида аниқланади, яъни

$$\gamma_{кел} = \frac{\Delta A}{A_{ном}} * 100\% .$$

Келтирилган хатоликнинг максимал қиймати синалаётган асбобнинг аниқлик классидан ортиб кетмаслиги, яъни аниқлик классси 1,5 бўлган асбоблар учун 1,5 аниқлик класи 2,5 бўлган асбоблар учун эса 2,5 дан ортиқ бўлмаслиги керак ва ҳ. к. (агар у аниқлик классидан ортиқ бўлса, асбоб таъмирлашни талаб қилади). Асбобнинг нормал иш шароитида аниқланган келтирилган хатолигига асосий хатолик дейилади.

Керакли жиҳозлар

Аниқлик классси 0,5 бўлган 0—5—10 А ли ДСТ / 7 астатик кучма амперметри.....1 та
 5 А ли ўзгарувчαι ток амперметри 1 та
 Аниқлик классси 0,5 бўлган 250 В ли электромагнит астатик кўчма АМВ вольтметра 1 та
 120/3 В ли пасайтирувчи трансформатор..... 1 та
 250 В, 60 А ли икки қутбли улагич..... 1 та
 5 А ли, қаршилиги ўзгарувчан—10 ва 2.5 Ом бўлган сим реостатлар 1 та
 Шипга ўрнатиладиган тўртта патронли панел..... 1 та
 220 В ли 50, 100, 150 па 200 Вт ли чўғланма лампалар..... 1 та
 ЛАТР-1 автотрансформатори 1 та
 Кесимининг юзи 2,5 мм², узунлиги 1,5м бўлган кўп томирли улаш симлари1 та
 220 В, 50 Гц ли ўзгарувчан ток манбаи.

Ишни бажариш тартиби

1. Амперметрни текшириш учун схемани йиғиш (1-расм, *a* га ёки *б* га қаранг), асбобларни улаб, уларнинг кўрсатишини аста-секин максимумгача кўтариш, уларни ток таъсирида 10—15 мин қиздириш, асбобларни ажратиб, стрелкаларни шкаланинг нолинчи белгисига келтириш.
2. Шкалаинг турли даражаланганлигини текшириш ва натижаларни 1-жадвалга ёзиш.

1-жадвал

Амперметрни текшириш протоколи

Тажриба номери	Амперметрларнинг кўрсатиши, А		Ҳисоблаш натижалари		Эслатма
	Заводда қўйилган номери, текширилаётган I_m	Заводда қўйилган номери, намунавий I_H	$\Delta I, A$	γ кел., %	

Эслатма. Текширилаётган нуқталар сони 6—8 тадан кам бўлмаслиги керак.

3. Амперметрнинг абсолют ва келтирилган хатоликларини ҳисоблаб топиш. уларни 1- жадвалга ёзиш ва текширилаётган асбобнинг яроқлилиги ҳақида хулоса чиқариш.
4. Вольтметрларни текшириш схемасини йиғиш (2- расм, *a* га ёки *б* га қаранг) ва 1- пунктдаги топшириқни бажариш.
5. Вольтметрни текшириш ва натижаларни 2- жадвалга ёзиш.

2-жадвал

Вольтметрни текшириш протоколи

Тажриба номери	Вольтметрнинг кўрсатиши		Ҳисоблаш натижалари		Эслатма
	Заводда қўйилган номери, текширилаётган V_m	Заводда қўйилган номери, намунавий V_H	$\Delta U, B$	γ кел., %	

6. Волтметрнинг абсолют ва келтирилган хатоликларини ҳисоблаб топиш, уларни 2-жадвалга ёзиш ва асбобнинг яроқлилиги ҳақида хулоса чиқариш.
7. Ҳисобот тузиш.

Ҳисоботнинг мазмуни

1. Ҳисоботнинг номи.
2. Электр ўлчаш асбоблари ва жиҳозларининг параметрлари.
3. Амперметрни текшириш схемаси.
4. Ўлчаш ва ҳисоблаш натижалари ёзилган 1- жадвал (эслатмада асбобни қанча вақт қиздириш зарурлиги ва амперметр шкаласидаги шартли белгиларни кўрсатинг).
5. Синалган амперметрнинг яроқлилиги ҳақида хулоса.
6. Волтметрни текшириш схемаси.
7. Ўлчаш ва ҳисоблаш натижалари ёзилган 2- жадвал (эслатмада асбобни қанча вақт қиздириш зарурлиги ва волтметр шкаласидаги шартли белгиларни кўрсатинг).
8. Синалган волтметрнинг яроқлилиги ҳақида хулоса.

Назорат саволлари

1. Амперметр волтметр қандай текширилади (ишга тайёргарлик ва уни ўтказиш тартиби)?
2. Асбобнинг абсолют ва асосий хатоликлари деб нимага айтилади?
3. Нима учун асбобни даражалашдан олдин уни бир оз қиздириш зарур?
4. Қандай белгиларига кўра асбоб яроқсиз деб ҳисобланади?

17-тажриба иши. ТЕМПЕРАТУРАНИ ЭЛЕКТР УСУЛЛАР БИЛАН ЎЛЧАШ

Ишнинг мақсади — ноэлектр катталикларни (бу тажриба ишида температурани) электр усулларда ўлчашни ўрганиш; бу усулларнинг афзалликлари ва камчиликларини аниқлаш.

Назарий қисм. Электр қаршилик термометрлари (1-расм, *a* ва *б*). Электр токи металл ўтказгичлари қизиганда уларнинг электр қаршилиги ортади. Ўтказгичнинг температураси 0 дан 200 °С гача чегарада ўзгарганда унинг қаршилиги билан температураси орасида қуйидага муносабат мавжуд:

$$r_{\kappa} = r_c (1 + \alpha T),$$

бунда T — T_{κ} қизиган ва T_c совуқ термометрлар температураларининг фарқи, °С; r_{κ} ва r_c — металл термометрнинг мос равишда қизиган (T_c) ва совуқ T_c ҳолатларидаги актив электр қаршиликлари, Ом; α — ўтказгичнинг температураси 1 °К кўтарилгандаги қаршилигининг ортиш температура коэффиценти (0 дан 100° гача платина учун $\alpha = 38/10000$, вольфрам учун $\alpha = 48/10000$, мис учун $\alpha = 43/10000$), 1/град.

Шундай қилиб, агар термометрнинг совуқ ҳолатдаги r_c ва қизиган ҳолатдаги r_{κ} қаршиликлари маълум бўлса, ана шу формуладан фойдаланиб, қизиган ўтказгичнинг температурасини ҳисоблаб топиш мумкин. Бундай ҳолда ўтказгичнинг температураси қаршилик термометри жойлаштирилган муҳитнинг температураси билан бир хил бўлади деб тахмин килинади ва

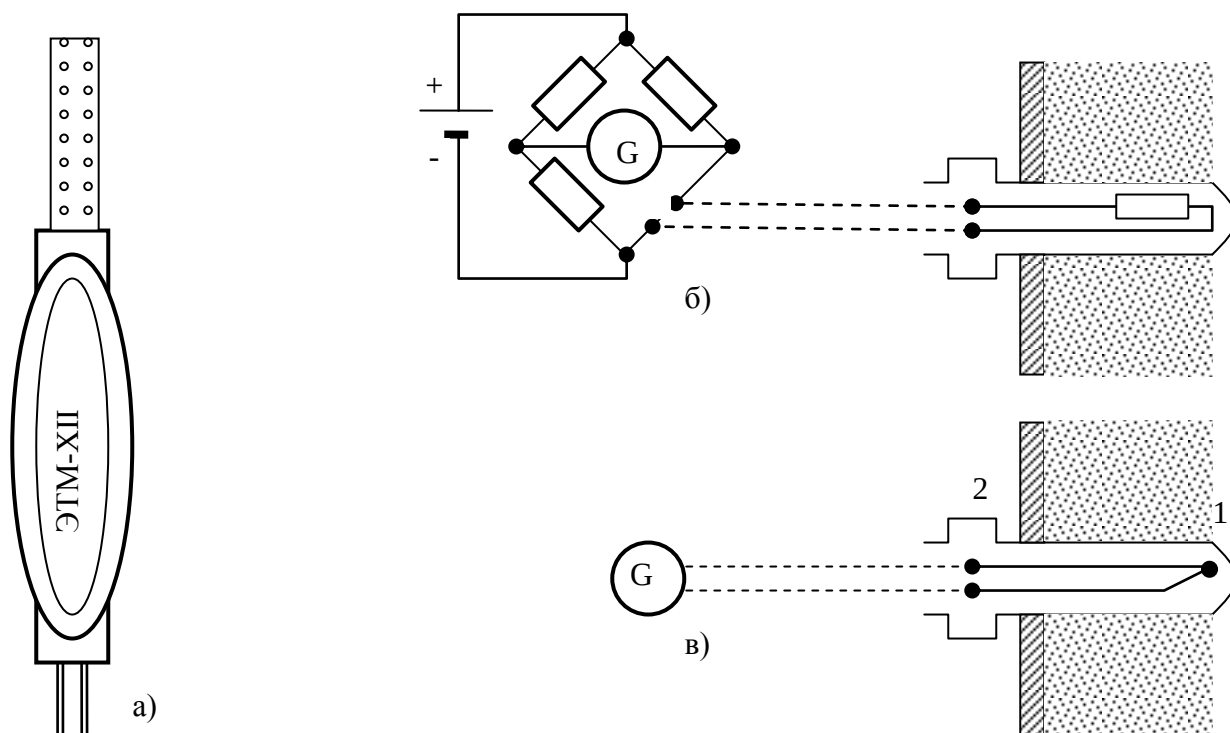
$$T_{\kappa} = T_c + T$$

формула билан ҳисоблаб топилади, бунда

$$T = \frac{r_{\kappa} - r_c}{r_c \alpha} = \frac{1}{\alpha} \left(\frac{r_{\kappa}}{r_c} - 1 \right).$$

Қаршилик термометрларида сезгир элемент сифатида соф металллар — платина ва мис ишлатилади. Платинали ЭТП-1, ЭТП-И1,

ЭТП-XXI қаршилик термометрлари 270 дан 800K ($0 \pm 500 \text{ }^{\circ}\text{C}$) гача мисли ЭТМ-Х, ЭТМ-Х1, ЭТМ-010 термометрлари эса 220 дан 425 K (-50 дан $+150 \text{ }^{\circ}\text{C}$) гача температураларни ўлчашга мўлжалланган.



1-расм. Электр усулларда температуранинг ўлчаш:

а—қаршилик термометрининг умумий кўриниши, б—қаршилик термометрини улаш схемаси, в—термопарани улаш схемаси; 1 — уланган жойи (қизиган ҳолатдаги), 2 — уланган жойи (совуқ ҳолатдаги)

Термисторлар. Температуранинг термисторлар (ярим ўтказгичлар) дан фойдаланиб ўлчашда шу нарсани назарда тутиш керакки, қизиганда уларнинг электр қаршиликлари кўп ҳолларда камайди. Термисторнинг қаршилигини ток кучи ниҳоятда кичик (бир неча миллиампер) бўлганда ўлчаш керак, чунки бунда унинг қуввати кичик бўлиб, ток таъсирида қизиши натижасида унинг температураси ўлчанаётган муҳитнинг температурасидан юқори бўлиб кетиши мумкин.

Термопаралар. Температуранинг ўлчаш учун термопарадан фойдаланганда унинг ЭЮКи кавшарланган совуқ ва қизиган

туташмаларининг температуралари фарқи ва термopapa ясалган материалга боғлиқлигини ҳисобга олиш керак.

Керакли жиҳозлар

20—120°C га мўлжалланган симоб термометри 2 та
 ЭТМ - XII қаршилик мис термометри 1 та
 ТХК-067 хромель-никелли термopapa 1 та
 УМВ универсал кўприги 1 та
 10⁻⁶ А га мўлжалланган гальванометр 1 та
 Кесимининг юзи 2,5 мм², узунлиги 1,5 м бўлган кўп
 томирли улаш симлари 1 та
 4НКН-45 аккумуляторлар батареяси 1 та

Ишни бажариш тартиби

1. Температуранинг ўлчаш схемасини йиғиш.
2. Электр термометрнинг шиша термометрлар билан текшириб туриладиган иккита ҳар хил температурада актив қаршилигини ўлчаш ва ўлчаш натижаларини 1-жадвалга ёзиш.
3. 1-жадвалга ёзиб олинган маълумотлар асосида қаршиликнинг температурага боғлиқлик графигини чизиш.
4. Шуларнинг ўзини термисторлар учун такрорлаш.

1-жадвал

Электр қаршилик термометри билан температуранинг ўлчаш.

Тажриба номери	Ўлчанганлиги			Ҳисобланганлиги		
	$T_c, ^\circ C$	$T_\kappa, ^\circ C$	$r_c, \text{Ом}$	$T = T_c, ^\circ C$	$T_\kappa = r_\kappa, \text{Ом}$	$r = \frac{1}{\alpha} \left(\frac{r}{r_c} - 1 \right) ^\circ C$

5. Термопаранинг қизиган ва қизмаган кавшарланган учларининг температурасини ва унинг ЭЮКини ўлчаш ва синаш натижаларини 2-жадвалга ёзиш.

6. 2- жадвалга ёзиб олинган маълумотлар асосида термопара ЭЮКининг термопаранинг қизмаган ва қизиган кавшарланган учлари орасидаги температуралар фарқига боғлиқлик графиги (термопарани даражалаш графиги) ни тузиш.

7. Ҳисобот тузиш.

2- ж а д в а л

Термопарани синаш натижалари.

Термопаранинг типи	Ўлчангани			Ҳисоблангани
	$T_c, ^\circ C$	E, B	$T_k, ^\circ C$	$T = T_k - T_c, ^\circ C$

Ҳисоботнинг мазмуни

1. Ҳисоботнинг номи.
2. Ўлчаш асбобларининг ва жиҳозларнинг параметрлари.
3. Қаршилиқ термометри билан температурани ўлчаш схемаси.
4. Ўлчаш ва ҳисоблаш натижалари ёзилган 1- жадвал.
5. Термометр қаршилигининг температурага боғлиқлик графиги (миллиметрли ёки катак қоғозга чизилади).
6. Термопара ёрдамида температурани ўлчаш схемаси.
7. Ўлчаш ва ҳисоблаш натижалари ёзилган 2- жадвал.
8. Термопарани даражалаш схемаси.
9. Температурани электр усулларда ўлчашнинг афзалликлари ва камчиликлари ҳақида хулосалар.

Назорат саволлари

1. Электр қаршилик термометрлар қандай материалдан ясалади ва уларнинг 273 K (20°C) температурадаги қаршилиги катталиги нимага тенг?
2. Қандай ҳолларда мис ва платина қаршилик термометрлари ишлатилади?
3. Қаршилик термометрларини улаш симларининг қаршилиги қандай бўлиши керак?
4. Электр қаршилик термометрларининг афзалликлари нимада?
5. Термопара қандай тузилган, у қандай материалдан тайёрланади ва у билан қандай температуралар ўлчанади?
6. Термопаранинг қиздирилмаган кавшарланган учининг температураси асбобнинг кўрсатишига қандай таъсир қилади?

ТРАНСФОРМАТОРЛАР

18-тажриба иши. БИР ФАЗАЛИ ТРАНСФОРМАТОРНИ СИНАШ

Ишнинг мақсади — икки чулғамли бир фазали трансформаторнинг тузилиши, вазифаси ва асосий характеристикалари билан танишиш; трансформаторнинг трансформация коэффицентини ўлчаш ҳамда салт ишлаш, қисқа туташуш ва ташқи характеристикаларини олиш.

Назарий қисм. Бир фазали трансформатор листавий трансформатор пўлатидан йиғилган магнит ўтказгич бўлиб, магнит ўтказгичга ўрамлари сони ω_1 ва ω_2 бўлган иккита чулғам жойлаштирилган (1-расм, *а*). Номинал кучланишларга қараб трансформаторлардаги чулғамларни юқори ва паст кучланиш чулғамларига ажратиш қабул қилинган. Бир фазали трансформатор бир фазали ўзгарувчан ток кучланишини шундай частотали бошқа кучланишга айлантириш учун хизмат қилади. 1-расм, *а* да асосий

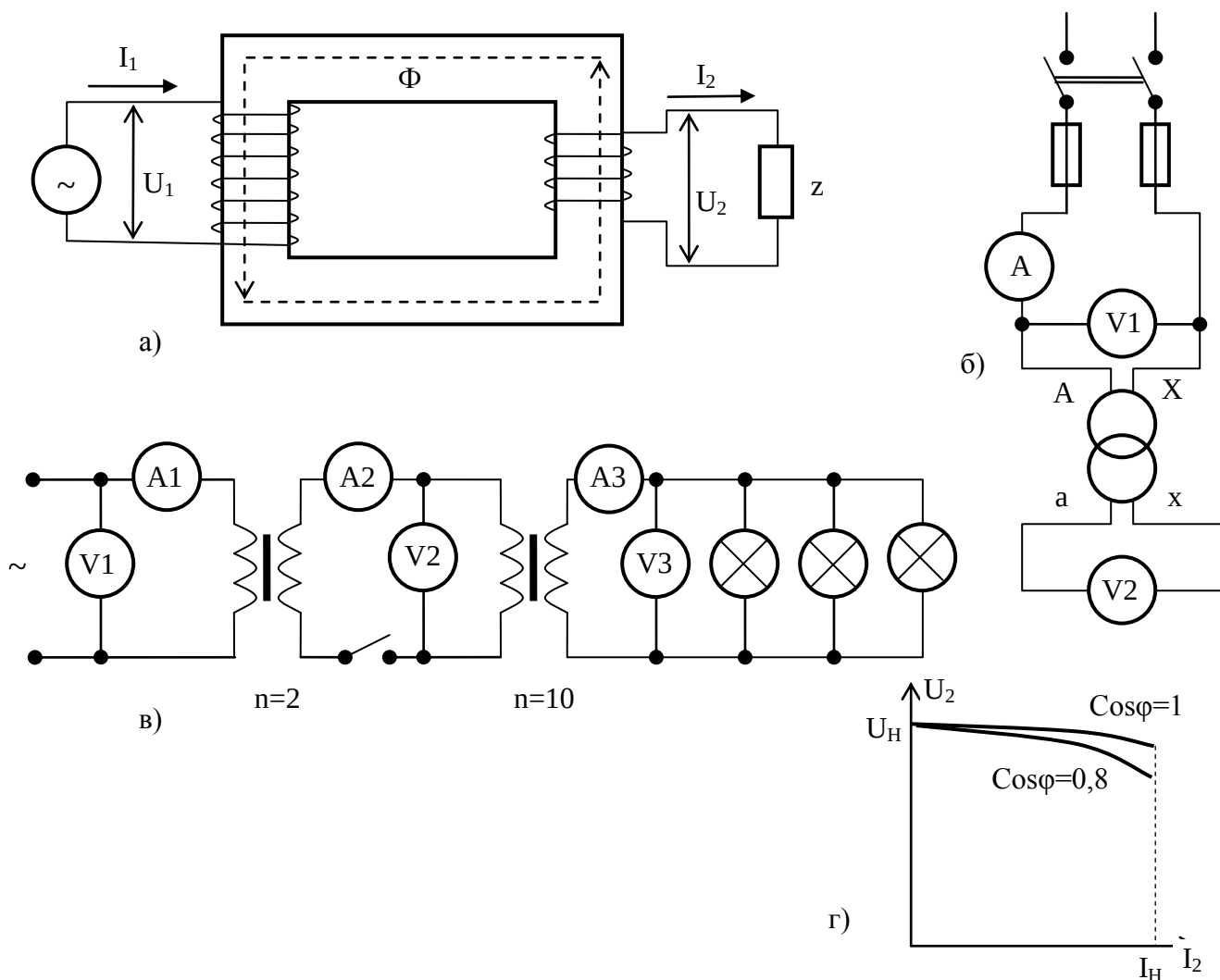
магнит оқим Φ ҳамда сочилиш магнит оқимлари Φ_{C1} ва Φ_{C2} кўрсатилган. Кучланиш бўйича трансформация коэффиценти n_e бирламчи чулғамнинг ўрамлари сони w_1 ни иккиламчи чулғамнинг ўрамлари сони w_2 дан (бирламчи чулғамнинг ЭЮК иккиламчи чулғамнинг ЭЮК идан) неча марта катталигини кўрсатади:

$$n_e = \frac{w_1}{w_2} = \frac{E_1}{E_2} \cong \frac{U_1}{U_2} .$$

Трансформация коэффиценти трансформаторларнинг салт ишлаш вақтида ўлчанган юқори кучланишнинг паст кучланишга нисбатидир (1-расм, б). Юқори кучланиш бирламчи чулғамининг боши A , охири X , паст кучланиш иккиламчи чулғамининг боши— a , охири x деб белгиланади.

Трансформатор салт ишлаганида у тармоқдан истеъмол қиладиган қувват пўлатда исроф бўлади (қайта магнитланиш ва ујорма тоқлардаги қувват исрофи). Салт ишлаш тоқининг, трансформатор истеъмол қиладиган қувватнинг ва қувват коэффицентиининг бирламчи чулғамга берилган кучланишга борғлиқлиги салт ишлаш характеристикаси дейилади. Салт ишлаш тажрибаси трансформатор пўлатининг ҳолатини аниқлашга имкон беради. Агар салт ишлаш вақтида қувват исрофи нормал исрофдан анча ортиқ бўлса, бундай трансформаторда магнит ўтказгич бузилган бўлади.

Қисқа туташув тажрибасини ўтказиш учун трансформаторнинг бирламчи чулғамига шундай пасайтирилган кучланиш бериладики, бу кучланиш таъсирида қисқа туташтирилган иккиламчи чулғамдан номинал тоқ ўтади. Бунда агар ваттметр қувват исрофининг номинал исрофдан ортиқлигини кўрсатса, трансформаторнинг чулғами бузилган бўлади. Истеъмол килинадиган тоқ, қувват ва қувват коэффицентиининг келтирилган кучланишга боғлиқлиги (иккиламчи чулғам қисқа туташтирилган ҳолда) қисқа туташув характеристикаси дейилади.



1 - расм. Икки чўлғамли бир фазали трансформатор:

а — ишлаш принципи, б ва в — мос равишда трансформациялаш коэффицентини аниқлаш учун ва юклама остида синашда асбобларни улаш схемалари; г — ташқи характеристикалари

Қисқа туташув тажрибаси натижасида трансформатор чулғамларидаги электр қувват исрофи аниқланади. Бу иш учун (1- расм, в) 220/12 В ли пасайтирувчи трансформатор мўлжалланган.

Трансформаторнинг ФИКи юқори бўлгани учун трансформаторлардан олинadиган қувват деярли унга бериладиган қувватча бўлади, шунинг учун ток кучланишга тескари пропорционал равишда ўзгаради, деб ҳисоблаш мумкин ва бир фазали трансформаторларнинг тўла қуввати

$$S_H = U_H I_H .$$

бунда U_H ва I_H — трансформатор иккиламчи чулғамининг номинал кучланиши (В) ва токи (А).

Юклама ортиши билан иккиламчи чулғам қисмаларидаги кучланиш пасаяди. Бирламчи U_1 кучланиш ва f частота ўзгармас бўлганда U_2 кучланишнинг I_2 юклама токига боғлиқлиги трансформаторнинг ташқи характеристикаси (1 - расм, 2) дейилади. Ташқи характеристиканинг оғмалиги қувват коэффициентига боғлиқ: индуктив юкламада қувват коэффициенти қанча кичик бўлса, юклама ортиши билан кучланиш шунча пасаяди.

Керакли жиҳозлар

5 А ли ўзгарувчан ток амперметри 2 та
 20 А ли ўзгарувчан ток амперметри 1 та
 250, 150 ва 30 В ли ўзгарувчан Ток вольтметри 2 та
 Қуввати 0,5 кВ·А бўлган 380/127 В ли бир фазали
 трансформатор 1 та
 Қуввати 300 В·А бўлган 220/12 В ли бир фазали
 пасайтирувчи трансформатор 1 та
 Шипга ўрнатиладиган тўртта патронли панел 1 та
 12 В, 50 Вт ли чўғланма лампалар 1 та
 40 А ли бир қутбли улагич 1 та
 Кесимининг юзи 2,5 мм³, узунлиги 1,5 м бўлган кўп
 томирли улаш симлари 14 та
 380 В кучланишли ва 50 Гц частотали ўзгарувчан ток манбаи.

Ишни бажариш тартиби

1. Бир фазали трансформаторнинг тузилиш ва ишлаш принципи билан танишиш.

2. Схема тузиш (1-расм, б га қаранг) ва трансформация коэффициентини ўлчаш учун асбобларни улаш, трансформация коэффициентини аниқлаш.

3. Салт ишлаш токини I_c ўлчаш, салт ишлаш характеристикасини олиш ва ўлчаш натижаларини 1 - жадвалга ёзиш.

1- ж а д в а л

Бир фазали трансформаторнинг салт ишлаш характеристикаси

U_1, B	I_c, A	P_c, Bm	E_2, B	Эслатмалар

4. Қисқа тутатиш характеристикасини олиш учун схема тузиш ва асбобларни улаш, характеристикани олиш ва натижаларни 2- жадвалга ёзиш.

5. Асбобларни улаш ва тармоқдан трансформаторга келаётган ҳамда истеъмолчиларга берилаётган тўла қувватни ўлчаш (1-расм, б га қаранг).

2- ж а д в а л

Бир фазали трансформаторнинг қисқа тутатиш характеристикаси

U_1, B	I_k, A	P_k, Bm	Эслатмалар

6. $I_2 = 0,5 I_H$; $I_2 = I_H$ ток учун учта нуқтага кўра трансформаторнинг ташқи характеристикасини (1-расм, с га қаранг) олиш ва натижаларни 3- жадвалга ёзиш.

7. Ҳисобот тузиш.

3- ж а д в а л

Бир фазали трансформаторнинг ташқи характеристикаси

$f, Гц$	U_2, B	I_2, A	U_3, B	I_3, A	$\cos\varphi$	Эслатмалар

Ҳисоботнинг мазмуни

1. Ҳисоботнинг номи.
2. Электр ўлчаш асбоблари, жиҳозлари ва жиҳозларининг параметрлари.
3. Трансформация коэффицентини аниқлаш ва салт ишлаш токини ўлчаш учун асбобларни улаш схемаси (1- расм, б га қаранг).
4. Трансформация коэффицент $n=...$, салт ишлаш токи $I_o =...$ А (кучланиш $U =...$ В, $f=...$ Гц бўлганда).
5. Ўлчаш натижалари ёзилган 1- жадвал ва салт ишлаш характеристикалари графиги.
6. Қисқа туташиш характеристикаларини олиш учун асбобларни улаш схемаси.
7. Ўлчаш натижалари ёзилган 2-жадвал ва қисқа туташиш характеристикаси графиги.
8. Ташқи характеристикани олиш учун асбобларни улаш схемаси (1- расм. в га қаранг).
9. Ўлчаш натижалари ёзилган 3-жадвал ва трансформатор ташқи характеристикасининг графиги.
10. Трансформаторнинг ишлатишга яроқлилиги ҳақида иш юзасидан хулосалар.

Назорат саволлари

1. Бир фазали куч трансформаторининг тузилиши ва ишлаш принципи қандай?
2. Трансформация коэффицентини нима ва у қандай аниқланади?
3. Трансформатор бирламчи ва иккиламчи чулғамларининг ўрамлари сони қандай аниқланади?
4. Нима учун юклама ортганда трансформаторнинг иккиламчи чулғамидаги кучланиш пасаяди?
5. Кучланиш катталиги трансформаторнинг салт ишлаш токига қандай таъсир қилади?
6. Трансформаторнинг ФИК нима ва у нимага боғлиқ?

7. Трансформатор салт ва юкламада ишлаганда ундаги қувват сарфлари қандай бўлади?
8. Трансформаторни унинг номинал қувватидан ортиқ ўта юклаш мумкинми, агар мумкин бўлса, қанча вақт мумкин?

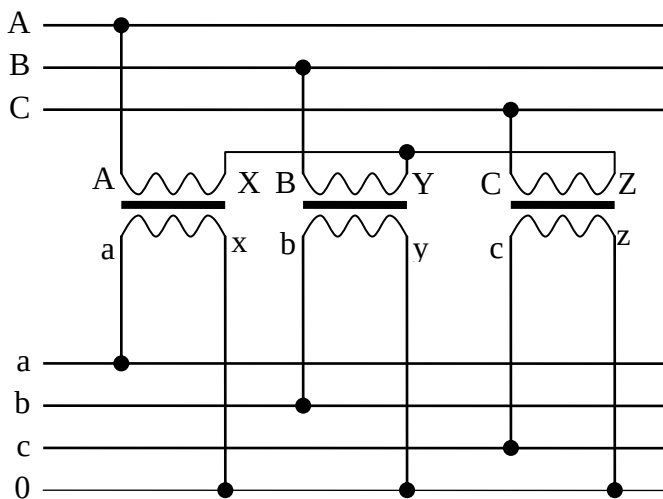
19- и ш. БИР ФАЗАЛИ ТРАНСФОРМАТОРНИ УЧ ФАЗАЛИ ТОК ТАРМОҒИГА УЛАШ

Ишнинг мақсади — бир фазали трансформаторни уч фазали ток тармоғига улаш схемалари билан танишиш ҳамда уларни юлдуз ва учбурчак усулларида улашнинг ўзига хос хусусиятларини билиб олиш; уч фазали трансформатор гуруҳининг қувватини аниқлашни ўрганиш.

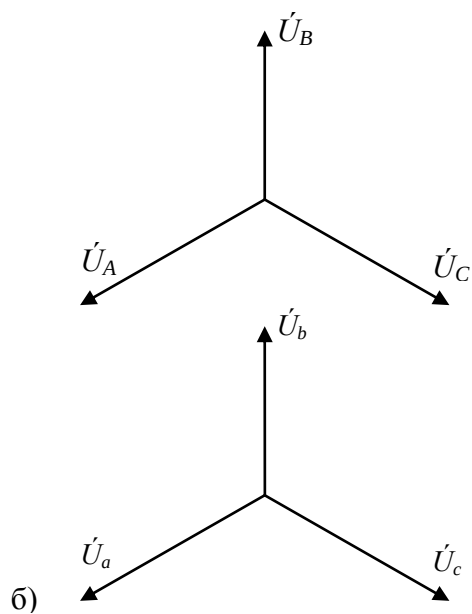
Назарий қисм. Агар икки чулғамли бир фазали учта бир хил куч трансформаторларининг бирламчи чулғамлари юлдуз усулида, уларнинг чиқишлари эса ўзгарувчан ток уч фазали системасига уланса, уч фазали трансформаторлар гуруҳи ҳосил бўлади. 1 - расм, а да бирламчи ва иккиламчи чулғамлари юлдуз усулида уланган учта бир фазали трансформаторни улаш схемаси, 1-расм, б да эса вектор диаграммалари кўрсатилган. Линия кучланишлари U_{AB} , U_{BC} ва U_{CA} фаза кучланишлари U_{AX} , U_{BY} ва U_{ZC} дан $\sqrt{3}$ марта (1,73 марта) катта. Иккиламчи чулғам кучланишлари ҳам шундай нисбатда. Келтирилган бу улаш схемаси 0 гуруҳга тегишли, чунки бирламчи ва иккиламчи чулғамларнинг линия ЭЮКлари орасидаги фаза бўйича силжиш нолга тенг. Бундай схеманинг шартли белгиси:

$Y/Y-0$.

Учта бир фазали трансформаторнинг чулғамларини учбурчак усулида (2-расм) ҳам улаш мумкин, бунда бирламчи чулғамлар юлдуз усулида, иккиламчи чулғамлар эса учбурчак усулида уланади, уланиш гуруҳи 11, чунки иккиламчи ЭЮК векторлари бирламчи ЭЮК векторларига нисбатан 330° ($11\pi/6$ радиан) бурчакка бурилган. Иккиламчи чулғамда линия кучланиши фаза кучланишига тенг. Бундай схеманинг шартли белгиси: $Y/\Delta - 11$. Чулғамлар бошқача уланиши ҳам мумкин.

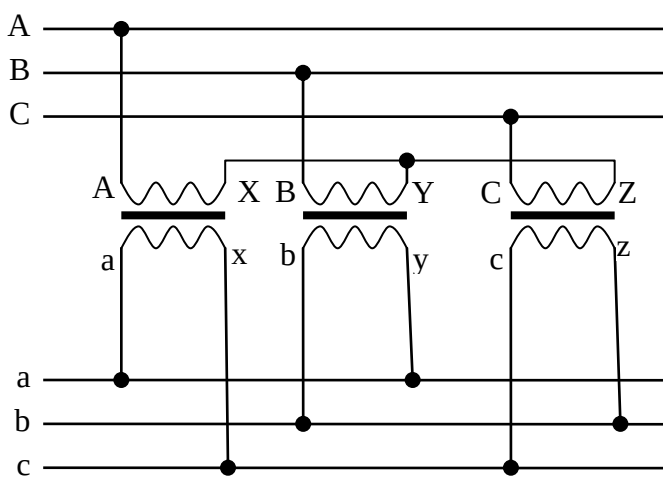


а)

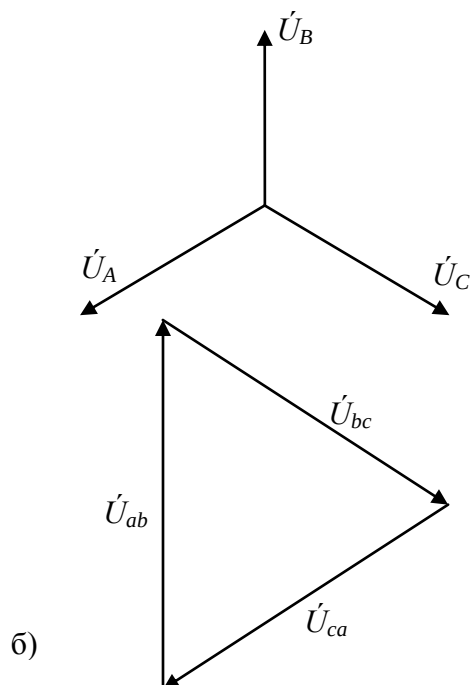


б)

1-рasm. Учта бир фазали куч трансформаторини уч фазали ток тармоғига, юлдуз—нолинчи нукта чиқарилган юлдуз схемада улаш:
а—улаш схемаси, б—вектор диаграммалари



а)



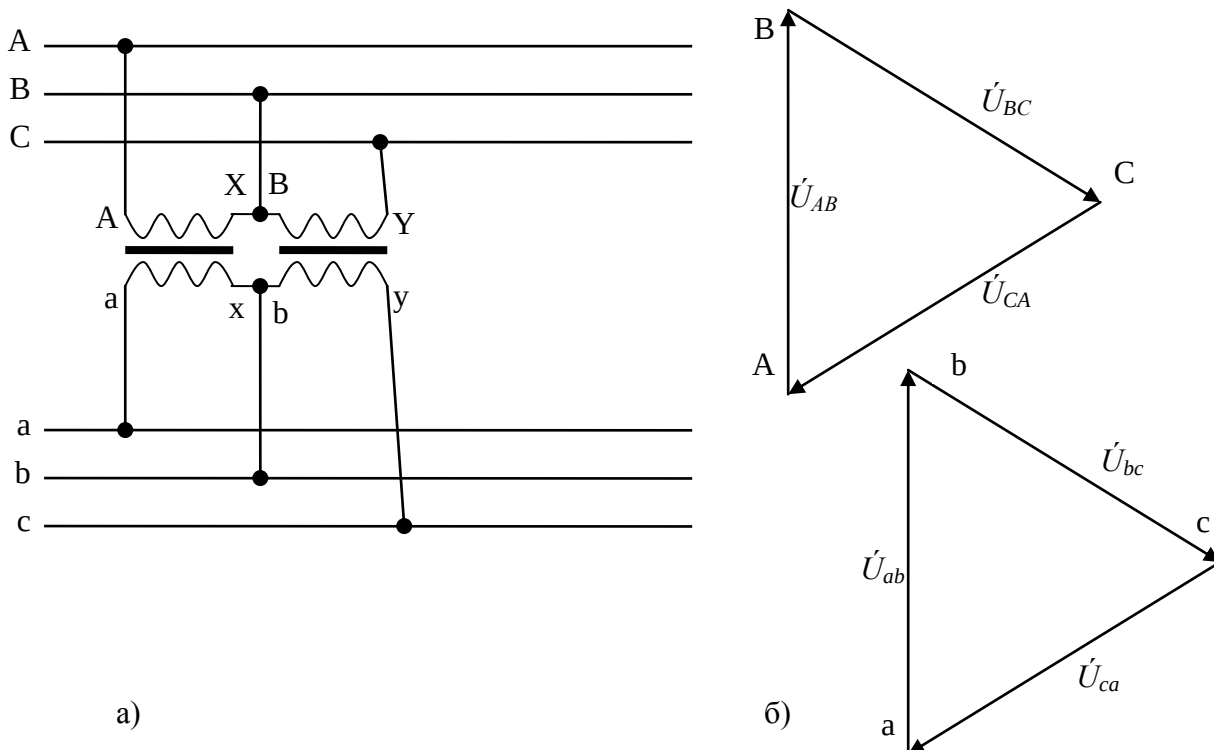
б)

2-рasm. Учта бир фазали куч трансформаторини уч фазали ток тармоғига юлдуз—учбурчак схемада улаш:
а—улаш схемаси, б—вектор диаграммалари

Бир хил қувватли учта бир фазали трансформатордан учала трансформатор қувватларининг йиғиндиси 3 тенг бўлган уч фазали ток қуввати олиш мумкин:

$$S = S_1 + S_2 + S_3 = 3S_1 = 3U_{\phi}I_{\phi},$$

бунда $S_1 = S_2 = S_3$ —ҳар қайси трансформаторнинг тўла қуввати, Вт; U_{ϕ} — фаза кучланиши, В; I_{ϕ} — фаза токи, А. Учта трансформаторнинг умумий қуввати бу трансформаторларнинг чулғамлари ҳар қандай схемада уланганда ҳам қувватлар йиғиндисига тенг. Агар иккита бир фазали трансформатор олиб, уларни уч фазали ток тармоғига 3-расмда кўрсатилган схемадагидек уласак, бу трансформаторларнинг иккиламчи томонида уч фазали симметрик система ҳосил бўлади. Бундай улаш очик учбурчак усулида улаш дейилади.



3-расм. Иккита бир фазали трансформаторни очик учбурчак усулида улаш:
а– схемаси, б – вектор диаграммалари

Керакли жиҳозлар

5 А ли ўзгарувчан ток амперметри 6 та
 1 А ли ўзгарувчан ток амперметри 3 та
 250 ва 150 В ли ўзгарувчан ток вольтметрлари 3 та
 220 В, 5 А ли бир фазали ваттметр 3 та
 220/110 В, 500 Вт, 50 Гц ли бир фазали трансформатор 3 та
 500 В, 25 А ли бир кутбл улагич 3 та
 500 В, 25 А ли уч кутбл улагич 1 та
 30 Ом, 5 А ли ростлаш сим резистори 6 та
 Кесимнинг юзи $2,5 \text{ мм}^2$, узунлиги 1,5 м бўлган кўп
 томирли улаш симлари 25 та
 380/220 В, 50 Гц ли қуввати 2 кВт бўлган уч фазали ток манбаи.

Ишни бажариш тартиби

1. Икки чулғамли бир фазали трансформаторнинг тузилиши билан танишиш.
2. Учта бир фазали трансформаторни улаш схемасини тузиш (1-расм, *a* га қаранг). Ҳар қайси трансформаторнинг бирламчи чулғамига биттадан амперметр, вольтметр ва ваттметр, иккиламчи чулғамига эса биттадан вольтметр ва биттадан амперметр улаш.
3. Трансформаторларни уч фазали тармоққа улаш, салт ҳамда юклама режимида ишлаганда улар истеъмол қиладиган қувватни ўлчаш. Асбобларнинг кўрсатишини 1-жадвалга ёзиш.

1-жадвал

Учта трансформаторни Y/Y-0 схемада улаш

Режим	Кучланиш, В			Ток, А			Қувват, Вт				Ток, А		
	U_{AX}	U_{BY}	U_{CZ}	I_A	I_B	I_C	P_A	P_B	P_C	ΣP	I_a	I_b	I_c
Салт ишлашда													
Юкламада													

4. Бир фазали трансформаторларни фақат иккиламчи чулғамининг уланиш схемасини ўзгартириб схемага кўра улаш (2-расм, *a* га қаранг).

2- ж а л в а л

Учта трансформаторни Y/Δ — 11 схемада улаш.

Режим	Кучланиш, В			Ток, А			Қувват, Вт				Ток, А		
	U_{AX}	U_{BY}	U_{CZ}	I_A	I_B	I_C	P_A	P_B	P_C	ΣP	I_a	I_b	I_c
Салт ишлашда													
Юкламада													

5. Трансформаторларни уч фазали тармоқда улаш ва салт ҳамда юкламада улар истеъмол қиладиган қувватни ўлчаш. Асбобларнинг кўрсатишини 2 - жадвалга ёзиш.

6. Иккита бир фазали трансформаторни уч фазали тармоқда очик учбурчак схемада улаш (3 - расмга қаранг) ва иккиламчи чулғамларнинг барча қисмаларидаги кучланишни ўлчаш.

7. Ҳисобот тузиш.

Назорат саволлари

1. Бир фазали трансформаторда нечта чулғам бўлади?
2. Учта бир фазали трансформаторнинг бирламчи ва иккиламчи чулғамларини қандай схемалар бўйича улаш мумкин?
3. Иккиламчи чулғамларни нолинчи нуқта чиқариб, юлдуз усулида улаш схемасининг афзаллиги нимада?
4. Чулғамлар юлдуз ва учбурчак усулида уланганда, линия кучланиш билан фаза кучланиши орасидаги муносабат қандай бўлади?
5. Гурухли трансформаторнинг уч фазали битта трансформаторга нисбатан қандай афзалликлари ва камчиликлари бор?
6. “0” ва “11” гуруҳ бўйича уланган трансформаторларнинг бирламчи ва иккиламчи чулғамларининг кучланиш векторлари орасидаги бурчак нимага тенг?

20 - тажриба иши. УЧ ФАЗАЛИ ТРАНСФОРМАТОР ИШИНИ ТЕКШИРИШ

Ишнинг мақсади — уч стерженли уч фазали трансформаторнинг тузилиши ва асосий характеристикалари билан танишиш, уни тармоққа улаш усуллари билиб олиш; кучланиш симметрик бўлганда учала фазадаги салт ишлаш токини ўлчаш; трансформаторга берилаётган қувватни ва иккиламчи кучланишни ўлчаш.

Назарий қисм . Листавий трансформатор пўлатдан йиғилган уч стерженли магнит ўтказгич ва олтига чулғам: учта юқори (уч фазали системанинг фазалари сонига қараб) ва учта паст кучланиш чулғамлари уч стерженли уч фазали трансформатор (1- расм, а) нинг асосий қисмлари ҳисобланади. Ҳар қайси стерженда иккита чулғам—бирламчи ва иккиламчи чулғамлар жойлашган. Икки чулғамли уч фазали куч трансформаторлари учун чулғамларни бириктиришнинг қуйидаги асосий схемалари ва гуруҳлари белгиланган; юлдуз—нолинчи нукта чиқарилган юлдуз, юлдуз—учбурчак, нолинчи нукта чиқарилган юлдуз—учбурчак ва учбурчак нолинчи нукта чиқарилган юлдуз.

Чулғамларни юлдуз—нолинчи нукта чиқарилган юлдуз усулида улаш схемасининг гуруҳи 0, яъни битта фазанинг бирламчи ва иккиламчи чулғамларни ЭЮКларининг векторлари орасидаги силжиш бурчаги нолга тенг, қолган схемалар эса 11 гуруҳга тегишли, яъни ўша фазанинг бирламчи ва иккиламчи чулғамлари ЭЮКларининг секторлари орасидаги силжиш бурчаги 330° га тенг.

Уч фазали трансформаторнинг номинал қуввати

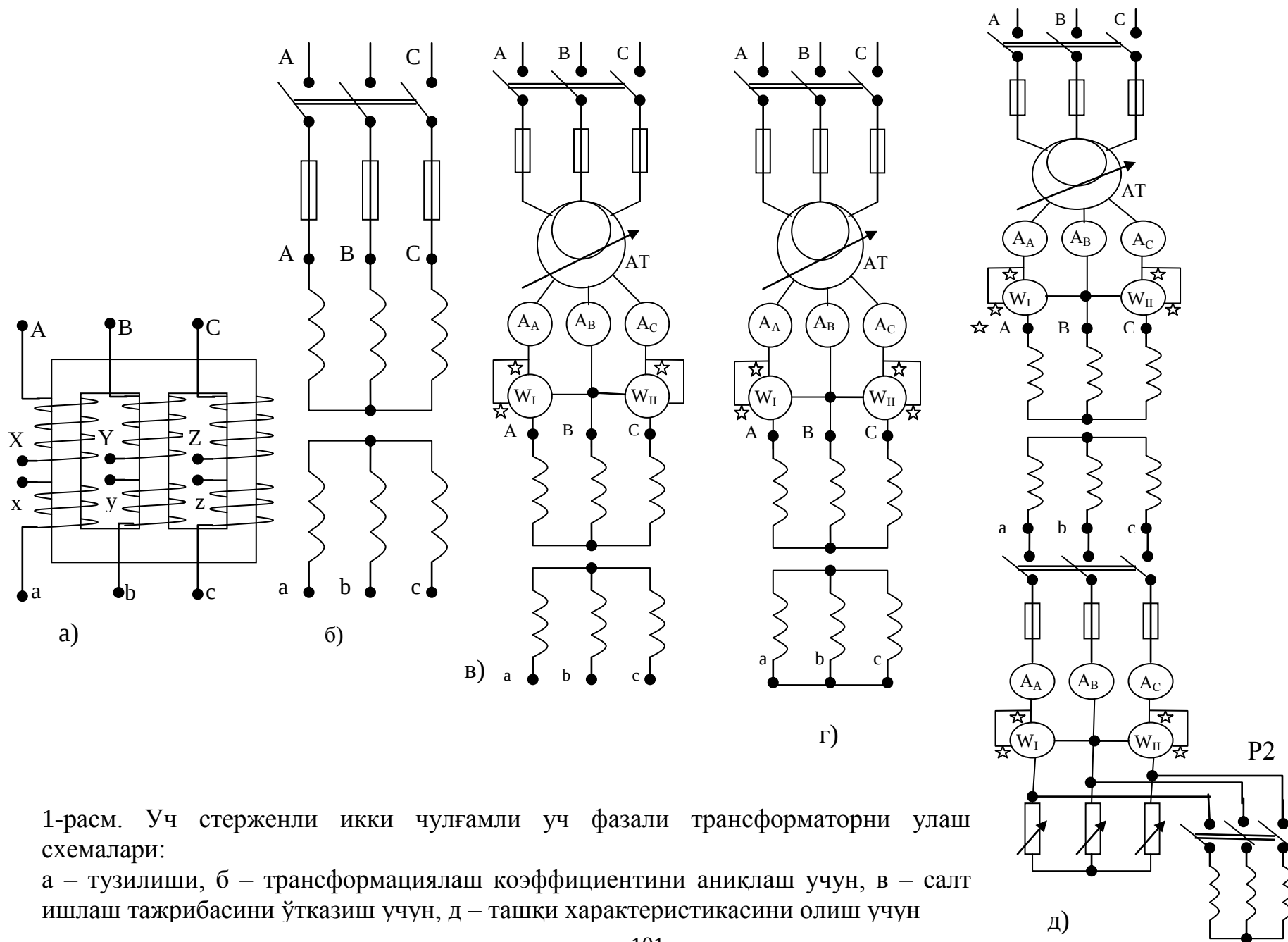
$$S = 3U_{\phi}I_{\phi} ,$$

актив қуввати эса

$$P_H = 3U_{\phi n} I_{\phi n} \cos \varphi$$

ёки

$$P_H = \sqrt{3} U_{лн} I_{лн} \cos \varphi .$$



Иккиламчи чулғами нолинчи нуқта чиқариб юлдуз схемасида уланган уч фазали трансформаторга электр энергиянинг икки хил кучланишга—линия кучланиши билан фаза кучланишига мўлжалланган истеъмолчиларни улаш мумкин; масалан, иккиламчи фаза кучланиши 127 В бўлган ва нолинчи нуқта чиқариб юлдуз схемада уланган уч фазали трансформаторга 127 ва 220 В га мўлжалланган чўғланма электр лампаларни мос равишда фаза кучланишига

(127 В га) ва линия кучланишига (220 В га) улаш мумкин. Уч фазали трансформатордан тўла фойдаланиш учун унинг барча фазаларини бир хил ток билан (симметрик) юклаш керак; шундагина исроф энг кам бўлади.

Бирламчи ва иккиламчи чулғамларнинг ЭЮК лари орасида фаза бўйича силжиш бўлади. Бу фаза бўйича силжиш шартли равишда трансформатор гуруҳи билан белгиланади. Параллел ишлаш учун уч фазали трансформаторларнинг бир хил гуруҳга тегишлиларинигина улаш мумкин.

Керакли жиҳозлар

20, 3 ва 1 А ли ўзгарувчан ток амперметри	3 та
250, 50 ва 30 В ли элактромагнит вольтметр	1 та
127 В, 5 А ли ваттметр	2 та
100 В, 20 А ли ваттметр	2 та
127 В, 5 А ли уч фазали ваттметр	2 та
220/36 В ли, қуввати 1 кВт бўлган уч стерженли уч фазали трансформатор	1 та
220 В кучланишга мўлжалланган, қуввати 1 кВт бўлган 0 дан 400 В гача бўлган индукцион ростлашни (буриш трансформатори)	1 та
20 А, 10 Ом ли сим реостат	3 та
Ўзаги суриладиган уч фазали индуктив ғалтак	3 та
250 В, 60 А ли уч кутбли улагич	2 та
150 В, 100 А ли уч кутбли улагич	1 та
Кесимининг юзи $2,5 \text{ мм}^2$, узунлиги 1,5 м бўлган кўп томирли улаш симлари	25 та
Кесимининг юзи 6 мм^2 , узунлиги 1,5 м бўлган кўп томирли улаш симлари	15 та

Қуввати 2 кВт бўлган 127/220 В ли уч фазали ток манбаи.

Ишни бажариш тартиби

1. Уч фазали трансформаторнинг тузилиши билан танишиш,
2. Трансформаторларни улаш схемасини тузиш (1- расм, б), бирламчи ва иккиламчи линия кучланишларини ўлчаш ва трансформация коэффициентини ҳисоблаш:

$$N_b = \frac{U_{\phi 1}}{U_{\phi 2}} \quad n_b = \frac{U_{\lambda 1}}{U_{\lambda 2}}.$$

3. Номинал частота ($f=50$ Гц) ва кучланишда салт ишлашда сарф бўладиган қувватни ва учала фазадаги салт ишлаш токини (1-расм, в) ўлчаш ва натижаларни 1-жадвалга ёзиш.

1-жадвал

Уч фазали трансформаторнинг салт ишлаш характеристикаси

Кучланиш, В						Ток, А				Қувват , Вт		
U_{AB}	U_{BC}	U_{CA}	U_{AO}	U_{BO}	U_{CO}	I_A	I_B	I_C	$I_{ypt.}$	P_A	P_B	ΣP_x

4. Келтирилган кучланишни индукцион ростлагич ёрдамида 0,3 дан 1,2 U_H гача ўзгартириб, салт ишлаш характеристикасини (1-расм. в) олиш. Асбобларнинг кўрсатишини 1-жадвалга ёзиш.
5. Қуйидаги формула билан салт ишлаш токини процентларда ҳисоблаш:

$$I_0 = \frac{I_A + I_B + I_C}{3I_H} 100\% = \frac{I_{ypt.o}}{I_H} 100\%.$$

6. Трансформаторнинг қисқа туташуш кучланишини ҳисоблаш ва бу кучланишни трансформаторга узатиш.

7. Схемани йиғиш (1-расм, *з*), номинал токда трансформатор қисқа туташгандаги қувват сарфини ўлчаш, кучланиш билан ток номинал бўлганда барча чулғамлардаги сарфларни ҳисоблаш ҳамда ўлчаш ва ҳисоблаш натижаларини 2-жадвалга ёзиш.

2- ж а д в а л

Уч фазали трансформаторнинг қисқа туташини тажрибаси

U_K, B	I_A, A	I_B, A	I_C, A	$I_{\text{ўрт.}}, A$	$P_I, B\Gamma$	$P_{II}, B\Gamma$	$\Sigma P, B\Gamma$	$\cos\varphi$

8. Трансформаторнинг иккиламчи чулғамларини қисқа туташтирувчи симни (перемичка) ажратиш ва иккиламчи чулғамнинг учларига актив қаршилиқ ёки чўғланма лампалар улаш (1-расм, *б*). Трансформаторни тармоқдан оладиган ва чўғланма лампаларга берадиган қувватини ўлчаш. Соф актив юкламада иккиламчи томондаги қувватни ҳисоблаш:

$$\Sigma P_2 = P_a + P_e + P_c = U_{a0} I_a + U_{b0} I_b + U_{c0} I_c .$$

3- ж а д в а л

Уч фазали трансформаторнинг ташқи характеристикаси

Юклама	Бирламчи чулғам						
	$\begin{matrix} U_1 \\ = \\ U_{AO}, B \end{matrix}$	I_A, A	I_B, A	I_C, A	P_I, Bm	P_{II}, Bm	$\Sigma P_1, Bm$
Актив							
Аралаш							
Юклама	Иккиламчи чулғам						
	$\begin{matrix} U_2 \\ = \\ U_{ab}, B \end{matrix}$	I_a, A	I_b, A	I_c, A	P_I, Bm	P_{II}, Bm	$\Sigma P_2, Bm$
Актив							
Аралаш							

бунда ΣP_2 - трансформаторни чўғланма лампаларга берадиган қуввати, Вт; P_a, P_b, P_c — мос равишда a, b, c фазаларнинг қувватлари, Вт; U_{a0} ва I_a , U_{b0} ва I_b , U_{c0} ва I_c

мос равишда a, b, c фазаларнинг кучланиш ва токлари.

9. Ўлчаш натижаларини 3- жадвалга ёзиш.

10. Трансформаторга чўғланма лампаларга параллел қилиб индуктив юклама улаш ва актив-индуктив юкламада ўлчашларни такрорлаш. Ўлчаш натижаларини 3-жадвалга ёзиш.

11. Ҳисобот тузиш.

Ҳисоботнинг мазмуни

1. Ҳисоботнинг номи.

2. Ўлчаш асбобларининг ва жиҳозларининг параметрлари.

3. Трансформация коэффицентини аниқлаш учун ўлчаш асбобларини улаш схемаси (1- расм, б га қаранг). Трансформация коэффицентини.

4. Салт ишлаш характеристикасини олиш учун асбоб ва жиҳозларни улаш схемаси (1- расм, в га қаранг), ўлчаш ва ҳисоблаш натижалари ёзилган 1 - жадвал (салт ишлаш токини процентларда ва салт ишлашдаги ҳамда номинал кучланишдаги қувват исрофини аниқлаш), 1 - жадвал маълумотларига асосан чизилган салт ишлаш характеристикаси графиги.

5. Қисқа туташув характеристикасини олиш учун асбоб ва жиҳозларни улаш схемаси (1- расм, г га қаранг), ўлчаш ва ҳисоблаш натижалари ёзилган 2- жадвал.

6. Трансформаторнинг юкламада ишлашини синаш учун асбоб ва жиҳозларни улаш схемаси (ташқи характеристикасини олиш), ўлчаш ва ҳисоблаш натижалари ёзилган 3-жадвал, 3-жадвал маълумотлари асосида чизилган ташқи характеристика графиги.

7. Иш юзасидан хулосалар.

Назорат саволлари

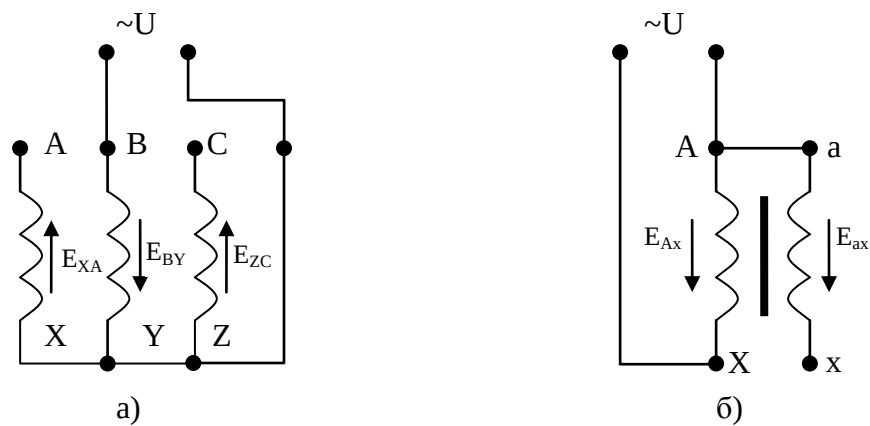
1. Уч фазали икки чулғамли трансформаторда нечта чулғам бор? .
2. Нима учун трансформаторнинг ўзаги юпқа электротехник пўлат листлардан ясалади?
3. Уч фазали куч трансформаторининг трансформация коэффициенти қандай аниқланади?
4. Уч фазали трансформатор қисмаларининг тўғри белгиланганлиги қандай текширилади?
5. Трансформаторнинг салт ишлаш токи катталиги процентларда қанчага тенг?
6. Нима учун трансформаторнинг чекка фазаларидаги салт ишлаш токлари ўрта фазадаги токдан катта бўлади?
7. Юкламада уч фазали трансформаторнинг қувват исрофи қандай бўлади ва бу исроф қандай аниқланади?
8. Уч фазали трансформаторнинг ФИК нима? У қандай аниқланади?
9. Қандай трансформатор кучайтирувчи ва қандайи пасайтирувчи трансформатор дейилади?
10. Трансформаторнинг ишга яроқлилигини (бузукмаслигини) қандай аниқлаш мумкин?

21-тажриба иши. ИККИТА УЧ ФАЗАЛИ ТРАНСФОРМАТОРНИ ПАРАЛЛЕЛ ИШЛАШГА УЛАШ

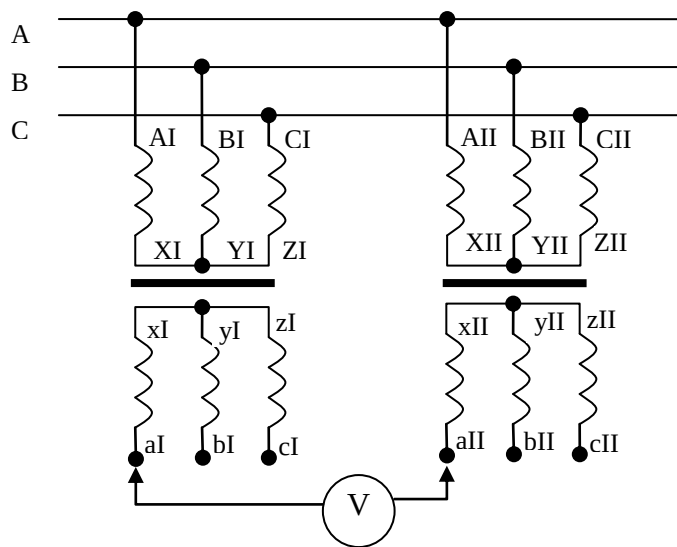
Ишнинг мақсади — уч фазали, уч стерженли трансформаторларни параллел ишлаши учун улашга йўл қўйиладиган шароитни ўрганиш; иккита уч фазали трансформаторнинг параллел ишлашини текшириш.

Назарий қисм. 1- расм, *a* да кўрсатилганидек трансформаторларнинг бирламчи ҳамда иккиламчи чулғамларини параллел улаб ишлатиш трансформаторларнинг параллел ишлаши дейилади. Трансформатор подстанцияларида вақт давомида юклама узлуксиз ўзгариб туради, бу электр энергия истеъмолчиларининг микдорига ва қувватига боғлиқ: кечаси у минимал, кундузи ёки

кечкурун эса максимал бўлади ва агар шундай юкламада битта трансформатор ўта юкланиб қолган бўлса, у ишдан чиқиши мумкин. Бунинг олдини олиш мақсадида унга параллел қилиб иккинчи трансформатор уланади, бунда юклама улар орасида тақсимланади. Трансформаторлар уларнинг фазалари сони бир хил, бирламчи ва иккиламчи чулғамларининг кучланишлари ва бинобарин, кучланиш бўйича трансформация коэффициентлари ҳам бир хил бўлганда (1); чулғамларининг уланиш гуруҳлари (2); қисқа туташуш кучланиши бир хил (фарқи кўпи билан $\pm 10\%$ бўлишига йўл қўйилади) (3); номинал қуввати 3:1 чегарадан чиқмайдиган (4) ҳолларда параллел ишлаши мумкин. Иккинчи ва учинчи шарт бузилса, параллел уланган трансформаторларнинг чулғамларида тенглаштирувчи тоқлар вужудга келади. Тўртинчи шарт бузилса, параллел уланган трансформаторлар ўртасида юклама уларнинг номинал қувватларига нисбатан пропорционал тақсимланмайди. Санаб ўтилган шартларга жавоб берадиган трансформаторларни параллел ишлашга улаш учун уларнинг қисмиларини тўғри маркаланганлигини паст кучланиш остида текшириб кўриш зарур. Бунинг учун уч фазали трансформаторнинг юқори кучланиш чулғами юлдуз усулида уланади (1-расм, *а* га қаранг), ВУ қисмаларига номинал фаза кучланишига нисбатан паст кучланишли бир фазали узга рувчан тоқ берилади, сўнгра трансформаторнинг қисмалари орасидаги $U_{ВУ}$, E_{AX} , E_{CZ} , E_{AC} , U_{AB} ва U_{BC} кучланиш ва ЭЮК лар вольтметр билан ўлчанади. В фазанинг уртадаги стерженидан тўла магнит оқим, *A* ва *C* фазалар трансформаторининг чекка стерженларидан эса унинг ярми утади ва ҳамма фазалардаги ўрамлар сони бир хил. Шунинг учун вольтметр, агар унинг қисмалари тўғри маркаланган бўлса, *AX* ва *CZ*, қисмалар орасидаги кучланишни, яъни ВУ чулғамга берилган кучланишнинг ярмига тенг бўлган кучланишнн кўрсатади. Кучланиш и $U_{AB} = U_{BC} = 1,5 U_{ВУ}$. Агар чулғамлар нотўғри маркаланган бўлса, вольтметрнинг кўрсатиши ЭЮК лар фарқи билан аниқланади, яъни $U_{AB} = 0,5 U_{ВУ}$ *A* фазанинг маркаланишини ўзгартиш керак. Паст кучланиш чулғамларининг маркаланиши ҳар қайси фаза учун 1- расм, *б* да курсатилган схема асосида кетма-кет текширилади.



1-расм. Икки чулғамли уч фазали трансформатор чулғамлари қисмаларининг тўғри маркаланганлигини текшириш:
a – юқори кучланиш, *б* – паст кучланиш



2-расм. Иккита уч фазали трансформаторни улаш гуруҳларининг бир хиллигини текшириш

Иккита уч фазали трансформаторнинг чулғамини бириктириш гуруҳларининг бир хиллиги бу трансформаторларнинг бир исмли қисмалари орасидаги кучланишни ўлчаб текширилади (2- расм). Агар юлдуз—нолинчи нукта

чиқарилган юлдуз усулида уланган иккита уч фазали трансформаторнинг бирламчи чулғамларини тармоққа улаб, нолинча нукталар эса бириктириб қўйилганда уларнинг бир хил исмли қисмалари орасидаги кучланиш нолга, ҳар хил исмли қисмалари орасидаги кучланишлар эса бир хил ва линия кучланишига тенг, яъни

$$U_{aI bII} = U_{aI cII} = U_{bI aII} = U_{bI cII} = U_{cI aII} = U_{cI bII} = \sqrt{3} U_{\Phi} .$$

бўлганда трансформаторлар битта гуруҳга тегишли бўлади.

Битта трансформаторнинг барча фаза кучланишлари бошқа трансформаторнинг ҳар бир фаза кучланишига тенг бўлиши керак. Агар бундай тенглик бўлмаса, трансформаторлар ҳар хил гуруҳга тегишли бўлади ва уларни параллел ишлашга улаш мумкин эмас, чунки бунда вужудга келадиган тенглаштирувчи ток қисқа туташини токидан катта, яъни номинал токдан кўп марта катта бўлади.

Керакли жиҳозлар

50 ва 10 А ли ўзгарувчан ток амперметрлари	3 та
20 ва 3 А ли ўзгарувчан ток амперметрлари	6 та
250 В ли ўзгарувчан ток вольтметри	2 та
100 В ли ўзгарувчан ток вольтметри	1 та
50 В ли ўзгарувчан ток вольтметри	2 та
Қуввати 1000 В·А бўлган 220/36 В ли уч фазали, стерженли трансформатор	2 та
2 Ом, 40 А ли сим резистор	6 та
250 В, 100 В ли уч қутбли улагич	2 та
220 В ли электромагнит ажраткичи уч қутбли	
АП-50 ўзгарувчан ток автомати	3 та
Кесимининг юзи 16 ва 10 мм ² , узунлиги 1,5 м бўлган кўп томирли улаш симлари	12 та

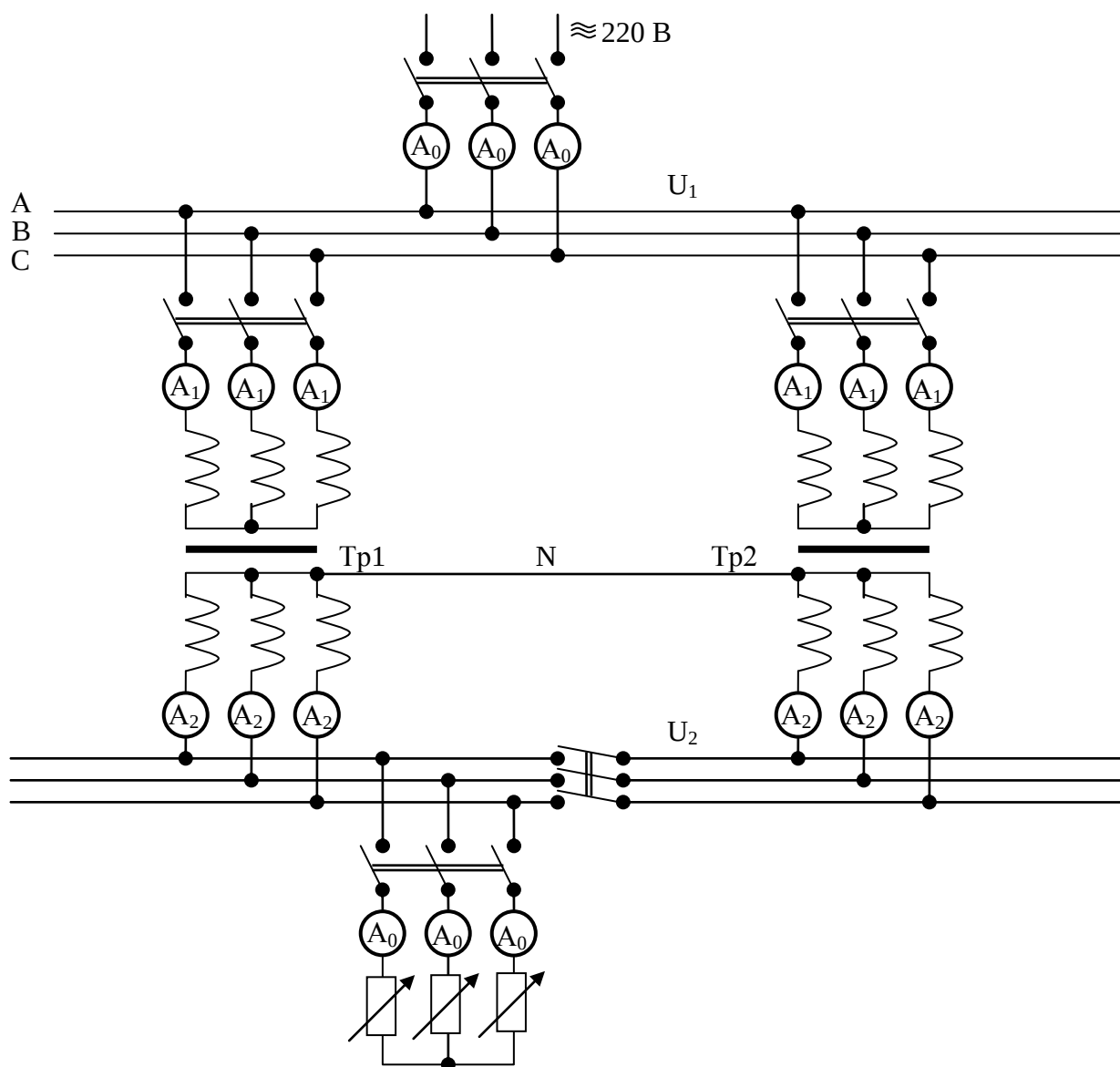
Кесимининг юзи $2,5 \text{ мм}^3$, узунлиги $1,5 \text{ м}$ бўлган кўп томирли улаш симлари 30 та 220 В , 50 Гц ли ва қувватн $3 \text{ кВ} \cdot \text{А}$ бўлган уч фазали ток манбаи.

Ишни бажариш тартиби

1. Уч фазали трансформаторнинг тузилиши билан ва уларнинг паспортидаги маълумотлар билан танишиш.
2. Ҳар қайси трансформаторнинг (бирламчи ва иккиламчи чулғамларининг) тўғри маркаланганлигини текшириш.
3. Трансформаторларнинг битта гуруҳга тегишлилигини текшириш.
4. Схемани йиғиш (3- расм), биринчи трансформаторни тармоққа улаш, унга битта трансформаторнинг тўла юкламасига тенг бўлган текис симметрик юклама улаш ва асбобларнинг кўрсатишини жадвалга ёзиш.
5. Иккинчи трансформаторни параллел ишлашга улаш ва юкламанинг трансформаторлар орасида тақсимланишини ёзиш.
6. Юкламани ажратиш ва иккиламчи чулғамлар орасидаги тенглаштирувчи токни ёзиш.
7. Ҳисобот тузиш.

Ҳисоботнинг мазмуни

1. Ҳисоботнинг номи.
2. Трансформатор, ўлчаш асбоблари ва жиҳозларининг параметрлари.
3. Трансформаторларнинг бирламчи ва иккиламчи чулғамлари қисмаларининг тўғри маркаланганлигини текшириш схемалари ва текшириш методининг тавсифи.
4. Трансформаторларни параллел ишлашга улаш шароити.
5. Трансформаторларни параллел ишлашга улаш схемаси.
6. Параллел ишлаётган трансформаторлар орасида юкламанинг тақсимланиш жадвали.
7. Хулосалар.



3-расм. Параллел ишлаётган уч фазали трансформаторларни синаш учун асбобларни улаш схемаси

Уч фазали трансформатор ишини текшириш

а) Алоҳида ишлаганда		
Бирламчи кучлиниш U_1, V		
Тр1 трансформаторнинг бирламчи токи, (A1)	Фазалар	A
		B
		C
Тр2 трансформаторнинг иккиламчи токи , (A2)	Фазалар	a
		b
		c
Иккиламчи кучланиш, U_2, V		
б) параллел ишланганда		
Бирламчи кучланиш U_1, V		
Тр1 ва Тр2 трансформаторларнинг умумий бирламчи токи,(A ₀)	Фазалар	A
		B
		C
Тр1 трансформаторнинг бирламчи токи, (A1)	Фазалар	A
		B
		C
Тр2 трансформаторнинг иккиламчи токи , (A1)	Фазалар	A
		B
		C
Иккиламчи кучланиш, U, V		
Тр1 трансформаторнинг иккиламчи токи, (A2)	Фазалар	a
		b
		c
Тр2 трансформаторнинг иккиламчи токи , (A2)	Фазалар	a
		b
		c
Тр1 ва Тр2 трансформаторларнинг умумий бирламчи токи, (A ₀)	Фазалар	a
		b
		c

Назорат саволлари

1. Трансформаторлар нима мақсадда параллел ишлашга улана, ва бунда қандай шартлар бажарилиши зарур?

2. Уч стерженли трансформаторларнинг бирламчи ва иккила чулғамлари қисмларининг тўғри маркаланганлиги қандай текширилади?
3. Агар қувватлари бир хил, лекин қисқа туташиниш кучланишларининг қийматлари ҳар хил бўлган иккита уч стерженли трансформатор параллел ишлашга уланса нима бўлади?
4. Агар чулғамларининг уланиши ҳар хил гуруҳга тегишли икки трансформаторни параллел ишлашга уланса нима бўлади?

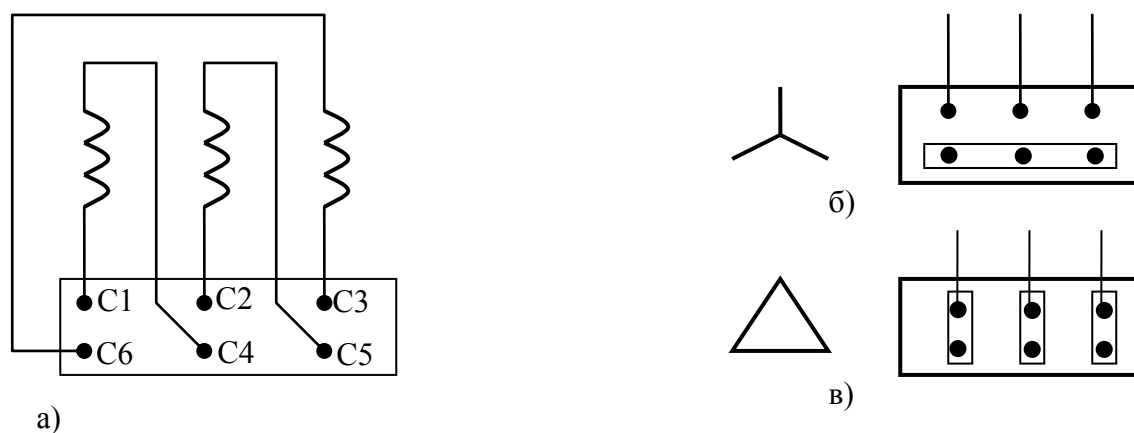
ЭЛЕКТР МАШИНАЛАР

22 – тажриба иши. УЧ ФАЗАЛИ АСИНХРОН ДВИГАТЕЛ ФАЗАЧУЛҒАМЛАРИНИНГ БОШИ ВА ОХИРИНИ АНИҚЛАШ

Ишнинг мақсади — уч фазали асинхрон электр двигател статори фаза чулғамларининг боши ва охирини топишни ва уларни тўғри улашни ўрганиш.

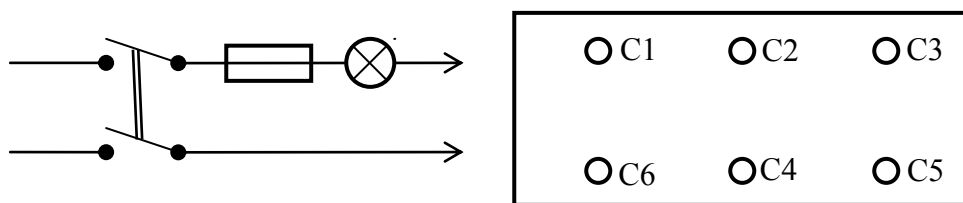
Назарий қисм. Уч фазали асинхрон электр двигател номинал айланиш частотада, агар унинг учала чулғами ҳам тўғри уланган бўлсагина ўз валида номинал қувват ҳосил килади. Уч фазали ток двигателининг чулғамлари юлдуз усулида тўғри уланганда ҳамма чулғамларнинг боши С1, С2 ва С3 тармоқ қисмаларига, охири С4, С5 ва С6 эса умумий нолинчи нуқтага уланади. Чулғамлардан бирортаси нотўғри, масалан, охири тармоққа, боши эса нолинчи нуқтага уланган бўлса, двигател нормал ишламайди. Учбурчак усулида тўғри уланганда фаза чулғамларининг ҳамма боши С1, С2 ва С3 тармоққа, охири эса бошқа фазаларнинг бошига уланади; биринчи фаза чулғамининг охири С4 иккинчи фаза чулғамининг боши С2 билан, С5 ни С3 билан, С6 ни эса С1 билан уланадн. Уч фазали Электр двигател статори чулғамларини улаш схемалари ва унинг чиқишларини белгилаш 1-расмда кўрсатилган.

Электр двигател чулғамларини тўғри улаш учун битта фазага тегишли чулғам чиқишларини топиш лозим, бунинг учун омметрдан ёки 2- расмда курсатилган схемадан фойдаланиш мумкин. *Л* лампанинг номинал кучланиши тармоқ кучланишига тенг бўлиши керак. Учала фаза чиқишларини аниқлаб, битта фазанинг битта чиқишни шартли равишда биринчи фаза чиқишлари боши *C1* ва охири *C4* деб белгиланади. Иккинчи фазанинг боши *C2* ва охири *C5* ни шундай ихтиёрий белгиланади. Чулғамларининг боши ва охири аниқлаш учун



1-расм. Уч фазали асинхрон двигател статор чулғамларини улаш ва уларнинг ўлчамларини белгилаш:

а — чиқарилган шчитга чулғамларни улаш схемаси, б ва в—чулғамларни юлдуз усулида ва учбурчак усулида улаш, г—шчитсиз чиқарилган чулғам учлари: *C1, C2, C3, C4, C5, C6*, —фаза чулғамларнинг боши ва охирилари

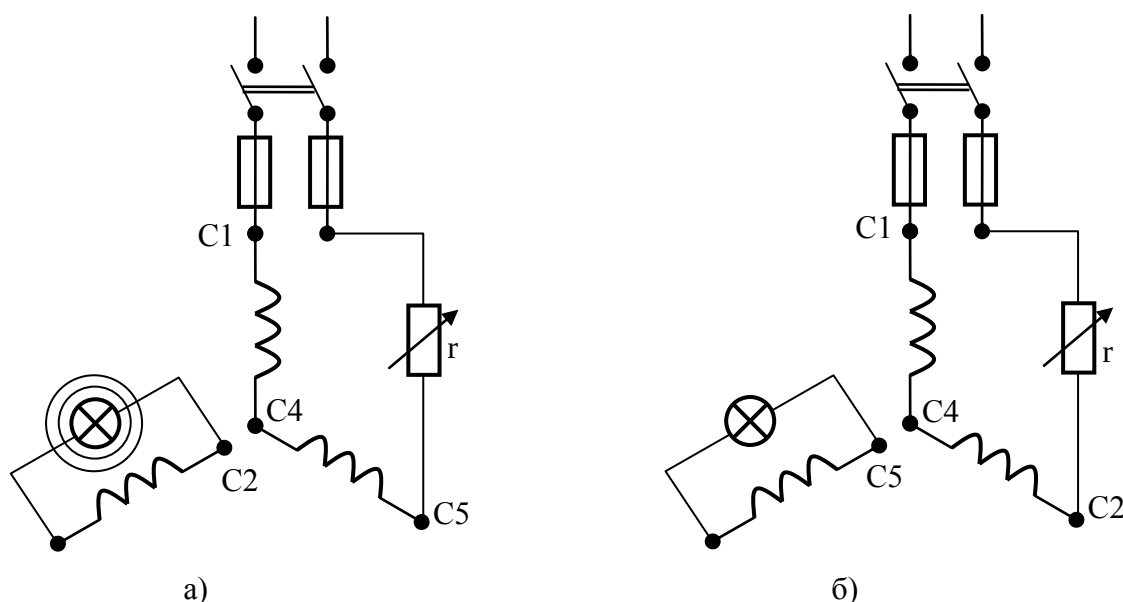


2- расм. Бир фазага тегишли уч фазали двигател статор чулғамларининг чиқишларни назорат лампа ёрдамида аниқлаш

чулғамнинг биринчи ва иккинчи фазалари кетма-кет уланади (3 - расм, а), яъни *C4* ни *C2* билан, биринчи фаза боши *C1* ни ва иккинчи фаза учи

С5 ни резистор r орқали тармоқда уланади. Учинчи фаза чиқишларига лампа ёки вольтметр уланади. Агар лампа ёнса, чиқишларини ихтиёрий белгилаш тўғри; агар ёнмаса (3- расм, б), иккинчи фаза чиқишлари нотўғри уланган бўлади, учларни белгилаш эса 3- расм, а га мос келади. Иккинчи фаза учларини белгилашнинг ўринларини алмаштириш, чулғамларини тармоққа қайта улаш ва 3- расм, а даги схема бўйича қайтадан текшириш керак. Шундан кейин биринчи ва учинчи фазалар С3 ва С4 кетма-кет уланади, охири С6 резистор орқали тармоққа, иккинчи фазага эса назорат лампа уланади. Белгилаш ва улаш тўғри бажарилган бўлса, назорат лампа ёнади.

Уч фазали двигател чулғамининг боши ва охирларини юқорида баён этилган усулда аниқлаш двигател чулғамидан ўзгарувчан ток ўтганда ўзгарувчан магнит майдони ҳосил қилишига асосланган. Агар двигател биринчи ва иккинчи фазаларининг чулғамлари тўғри уланган бўлса вужудга келадиган магнит оқими учинчи фаза ғалтагининг ўқи



3-расм. Уч фазали асинхрон двигател статор чулғамларининг боши ва охири аниқлаш учун улаш схемаси:

а - биринчи ва иккинчи фазалар чиқишларини белгилаш (C1—C4 ва C1-C6) тўғри — лампа ёнади, б — чиқишларни белгилаш нотўғри — лампа ёнмайди

бўйича йўналади, учинчи фаза чулғамида эса ЭЮК вужудга келади ва унга уланган назорат лампа ёнади. Агар кетма-кет уланган чулғамлардан бири (биринчи ёки иккинчи фаза чулғами) нотўғри уланган бўлса, ҳосил бўладиган магнит оқими учинчи фаза ғалтагининг ўқиға кўндаланг йўналган бўлади, натижада бу фаза чулғам ўрамларида ЭЮК ҳосил булмайди.

Керакли жиҳозлар

Олтита сим чиқарилган, ротори қисқа туташтирилган, қуввати 1,1 кВт 220/380 В кучланишли, айланиш тезлиги 1500 айл/мин бўлган уч фазали 4А80А электр двигатели1 та
 250 Ом ли резистор 1 та
 60 А, 250 В га мулжалланган икки кутбли ва уч кутбли улагич..... 2 та
 127 В 40 Вт га мулжалланган назорат лампа патрони ҳамда учида учлиги бўлган иккита сими билан..... 1 комплект
 150 В ли ўзгарувчан ток вольтметр..... 1 та
 5 А ли ўзгарувчан ток амперметри..... 1 та
 Кесимнинг юзи $1,5 \text{ мм}^3$, узунлиги 1,5 м бўлган
 кўп томирли улаш симлари..... 1 та
 127/220 В, 50 Гц ли, бар фазали ўзгарувчан ток манбаи.

Ишни бажариш тартиби

1. Қисқа туташтирилган уч фазали асинхрон двигателнинг тузилиши билан танишиш.
2. Битта фазага тегишли чулғам чиқишларини аниқлаш, уларга боши ва охири белгиланган биркалар ёпиштириш; биринчи фаза—С1 ва С4, иккинчи фаза—С2 ва С5, учинчи фаза—С3 ва С6.
3. Биринчи ва иккинчи фазаларни кетма-кет улаш ва уларни резистор орқали тармоқда улаш; учинчи фазага назорат лампа ёки вольтметр улаш ва иккинчи фаза чиқишининг тўғри белгиланганлигини аниқлаш.
4. Учинчи фаза боши ва охири аниқлаш.

5. Двигател чулғамини юлдуз усулида бириктириб улагичга улаш, салт ишга тушириш ва ҳар бир фазадаги салт юриш токини ўлчаш. Амперметр кўрсатишларин жадвалга ёзиш.
6. Фазалардан бирини алмаштириб улаш (битта чулғамни нотўғри улаш), двигателни тармоққа улаш ва ҳар бир фазадаги токни текшириш. Кўрсатишларни га ёзиш.
7. Ҳисобот тузиш.

Жадвал

Уч фазали қисқа туташтирилган асинхрон электр двигател статори чулғамларининг боши ва охирларини аниқлаш.

Чулғамлар	Улаш	Чиқишлар	Салт ишлаш токи, А
А фаза: C1-C4 В фаза: C2-C5 С фаза: C3-C6	3-расм, а даги схема бўйича (лампа ёнади)	Белгиланиши тўғри	
C1-C4 C2-C5 C3-C6	3-расм, б даги схема бўйича (лампа ёнмайди)	Белгиланиши нотўғри	

Ҳисоботнинг мазмуни

1. Ҳисоботнинг номи.
2. Электр двигател, асбоблар ва бошқа жиҳозлар параметрлари.
3. Статор чулғамларининг чиқишларини шчит қисмаларига улаш схемалари (1- расм, а га қаранг).
4. Ўлчаш натижалари ёзилган жадвал.
5. Хулосалар.

Назорат саволлари

1. Юлдуз ва учбурчак усулида улаш учун уч фазали двигател статор чулғамларини қандай улаш лозим?
2. Бир фазага тегишли чулғам учлари қандай аниқланади?

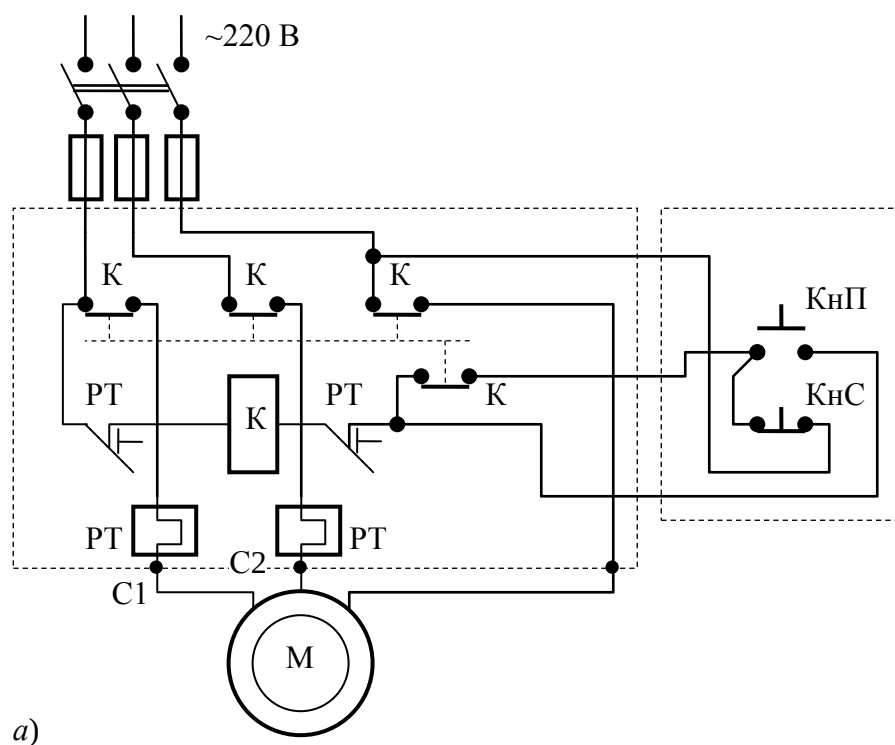
3. Уч фазали асинхрон двигател статори чулгамининг ҳар бир фазасининг боши ва охири қандай аниқланади?
4. Уч фазали асинхрон двигател чулғамлари тўғри ва нотўғри уланганда салт юриш фаза токлари қийматларида фарқ бўладими?

23 – тажриба иши. РОТОРИ ҚИСҚА ТУТАШТИРИЛГАН ВА ФАЗА РОТОРЛИ ҲАМДА РЕЗИСТОР БИЛАН ИШГА ТУШИРИЛАДИГАН УЧ ФАЗАЛИ АСИНХРОН ДВИГАТЕЛЛАРНИНГ СХЕМАЛАРИНИ ЙИҒИШ ВА ТАРМОҚҚА УЛАШ

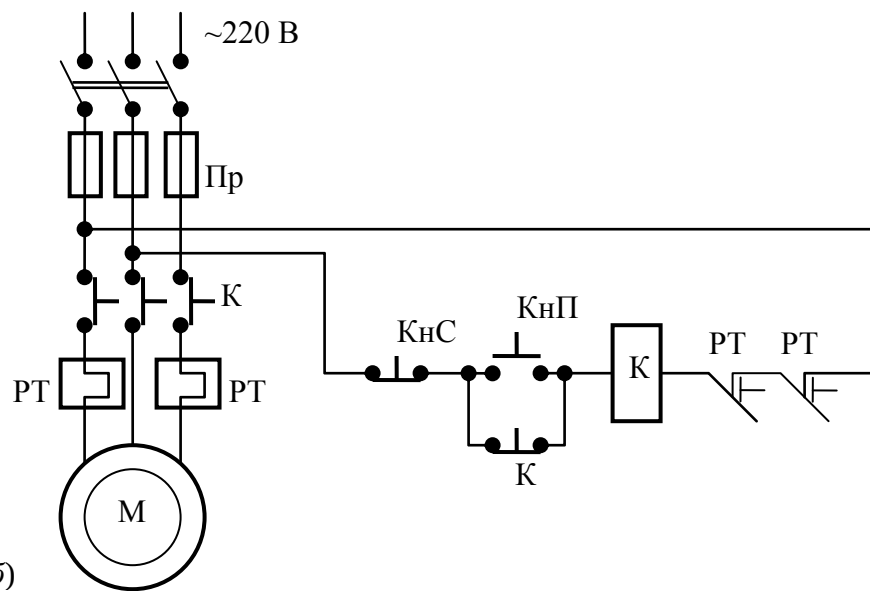
Ишнинг мақсади —уч фазали асинхрон двигателларнинг тармоққа уланиш схемалари билан; қисқа туташтирилган ва фаза резисторли ишга тушириш билан танишиш; ишга тушириш резисторларининг вазифасини аниқлаш; асинхрон двигателларнинг схемаларини йиғишни ва ишга тушириш усуллариини ўрганиш.

Назарий қисм - ротори қисқа туташтирилган асинхрон двигателни ишга тушириш учун чулғамни тармоққа улаш керак. Уч фазали двигателни ток билан таъминлайдиган тармоқ ҳам уч фазали бўлиши керак. Двигателни тармоққа улаш жиҳозлари сифатида уч фазали улагичлар, уч фазали автоматик ажратгичлар, магнит ишга туширгич ёки контакторлар ишлатилади. Уч фазали қисқа туташтирилган электр двигателнинг монтаж ва тузилиш схемаси 1 - расмда кўрсатилган.

Электр энергия двигател M га уч фазали, уч қутбли улагич P (ҳар бир фазага ўрнатилган Pr эрувчан сақлагич орқали), магнит юргизгич K ҳамда иссиқлик релеси RT нинг иситиш элементлари ёрдамида келтирилади. “Пуск” - $KnП$ -тугмасига босилганда магнит ишга туширгич - K ғалтагидан ток ўтиб, кўприкли куч контактлари маҳкамланган ўзакни тортади ва двигател юкламаси билан белгиланадиган айланиш частотасига эришади. Двигателни тармоқдан ажратиш учун “Стоп”- KnC кнонкасини босиш кифоя, бунда ишга тушириш ғалтагидаги ток занжири ажралади, унинг куч контактлар занжирни ажратади ва двигател тўхтади. Қисқа туташни двигател ағдарилганда ёки унинг иш органлари қисилиб қолганда эрувчан



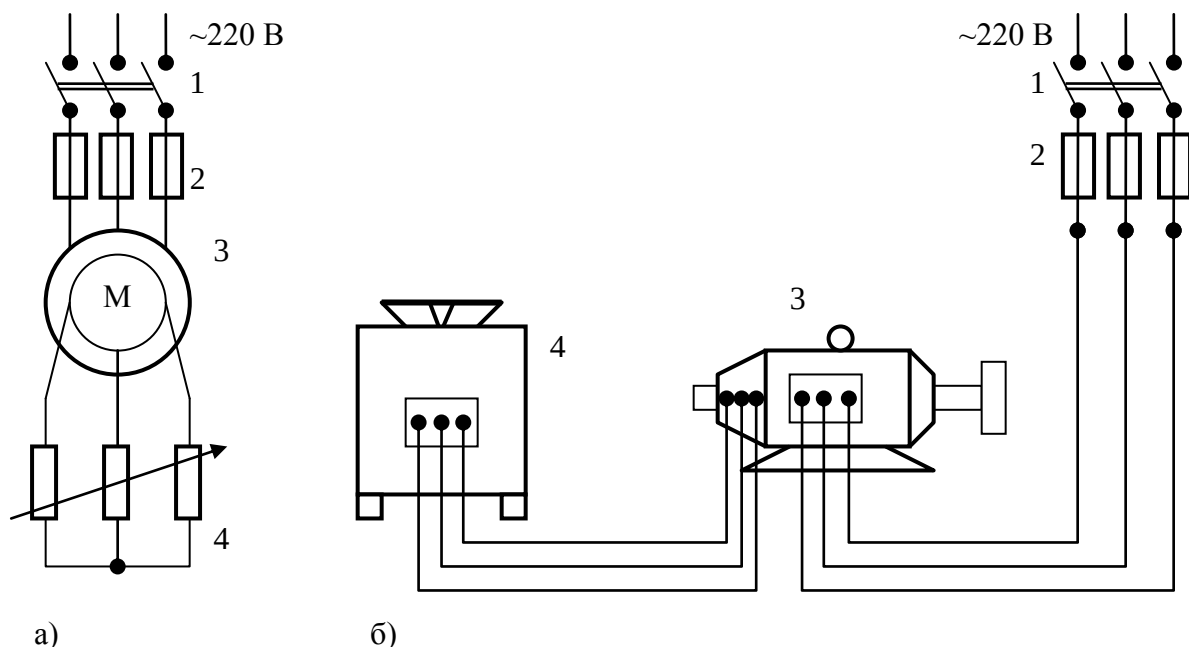
а)



б)

1-расм. Ротори қисқа туташтирилган асинхрон двигателни магнит ишга туширгич билан улаш схемаси:

а—монтаж схемаси, б—тузилиш схемаси



2- расм. Фаза роторли ва ишга тушириш резисторли асинхрон двигателни улаш схемаси:

а — тузилиш схемаси. б — монтаж схемаси; 1—уч кутубли рубальник, 2—эрувчан сақлагичлар, 3—электр двигател, 4 — ишга тушириш реостати

сақлагичлар куяди ва двигател тўхтайди. Двигател узок вақт ортиқча юкламада ишлаганда иссиқлик ҳимояси ишга тушади, у двигателни тармоқдан узади. Натижада двигател куйишдан сакланади.

Двигателнинг айланиш йўналишини ўзгартириш учун иккита фазанинг ўринларини алмаштириш, яъни тармоқдан двигателга келадиган иккита симни алмашлаб улаш кифоя. 2-расмда занжирига уч фазали ишга тушириш резистори 4 уланган фаза роторли уч фазали асинхрон двигателнинг уланиш схемалари кўрсатилган. Двигател тармоққа уч кутбли улагич 1 воситасида уланади. Бунда ишга тушириш резисторининг қаршилиги тўлиқ киритилган, бу эса якорнинг ишга тушириш-токини камайтириш ва шу билан бирга, двигателнинг юргизиб юбориш моментини ошириш имкониятини беради. Юргизиб юбориш айлантирувчи момент катталиги ишга тушириш резисторининг актив қаршилиги ҳамда электр двигател параметрларига боглиқ. Ротор чулғами занжиридаги резистор қаршилигини ўзгаритириш билан двигател валининг айланиш частоси ростланади.

Керакли жиҳозлар

5 А ли ўзгарувчан ток амперметри	3 та
1 А ли ўзгарувчан ток занжири	1 та
450 В ли ўзгарувчан ток вольтметри	1 та
220/380 В кучланишга мулжалланган қуввати 0,75 кВт айланиш частотаси 960 айл/мин бўлган ротори қисқа туташтирилган уч фазали 4А-80А асинхрон электр двигатели	1 та
220/380 В, қуввати 2,8 кВт, айланиш частотаси 1440 айл/мин бўлган фазавий роторли уч фазали АК-51-4 синхрон электр двигатели	1 та
500 В ли, уч фазали ПР-17,5 юргизиб юбориш резистори	1 та
60 А, 500 В ли уч қутбли улагич	2 та
5 А ли бир қутбли улагич	1 та
0,75 кВт қувватли двигател учун 380 В ли ғалтаги бўлган ўзгарувчан ток ПМЕ-022 магнит юргизиб юборгичи	1 та
Магнит юргизиб юборгични бошқариш учун икки тугмали станция	1 та
Тахометр	1 та
Кесимининг юзи 2,5 мм ² , узунлиги 1,5 м бўлган кўп томирли улаш симлари	20 та
Уч фазали ўзгарувчан ток манбаи, 380/220 В, 50 Гц 5 кВт.	

Ишни бажариш тартиби

1. Қисқа туташтирилган ва фазавий электр двигателлар билан танишиш, уларнинг паспорт маълумотларини ёзиб олиш.
2. Магнит юргизгич ҳамда унинг ишлаш принципи билан танишиш, ишни бажаришга мўлжалланган жиҳозларнинг техникавий маълумотларини ёзиб олиш.
3. Қисқа туташтирилган уч фазали асинхрон электр двигателни магнитавий юргизиб юборгич билан тармоққа уланиш схемасини йиғиш (1-расмга қаран) двигателни салт юргизиш, уни тўхтатиш.
4. Ротори фазавий чулғамли, уч фазали асинхрон двигателнинг тармоққа уланиш схемасини йиғиш (2-расмга қаранг), ротор чулғами занжирига резистор қаршилигини тўлиқ киритган ҳолда двигателни

салт ишлатиб юбориш ишга тушириш резистор қаршилигини аста-секин камайтириш. 2 А ли амперметр ёрдамида бир қутбли улагич билан унинг чулғамини қисқартирган ҳолда ўлчаш. Электр двигател валининг айланиш частотасини тахометр билан ўлчаш. Двигателни тармоқдан узиш.

5. Ротор ҳамда ишга тушириш резисторининг чулғами қаршиликларини ўлчаш ва уларнинг қийматларини ёзиш.

Ҳисоботнинг мазмуни

1. Ҳисоботнинг номи.
2. Электр двигателлар, электр ўлчаш асбоблари ҳамда бошқа керакли жиҳозларнинг параметрлари.
3. Уч фазали асинхрон (ротори қисқа туташтирилган ва фаза роторли) двигателларни тармоққа улаш схемаси.
4. Салт ишлаш тоқларини ўлчаш натижалари.
5. Двигател валининг айланиш йўналишини ўзгартириш.
6. Хулосалар.

Назорат саволлари

1. Ротори қисқа туташтирилган асинхрон двигателнинг ишга тушириш токи номинал токдан неча марта катта ва нима учун?
2. Магнит ишга туширгичнинг вазифаси нимадан иборат?
3. Фазавий роторли двигателнинг ротори қисқа туташтирилган двигателдан қандай белгиларига қараб фарқ қилиш мумкин?
4. Фазавий роторли двигателни тармоққа улашда ишга тушириш резистори нима мақсадда қўйилади?

24-тажриба иши. УЧ ФАЗАЛИ АСИНХРОН ЭЛЕКТР ДВИГАТЕЛ ЧУЛҒАМЛАРИНИ ЮЛДУЗ ШАКЛИДАН УЧБУРЧАК ШАКЛИГА ҚАЙТА УЛАШ СХЕМАСИНИ ЙИҒИШ, ҲАМДА ТАРМОҚҚА УЛАШ

Ишнинг мақсади — уч фазали ротори қисқа туташтирилган асинхрон двигателнинг чулғамини юлдуз шаклидан учбурчак шаклига қайта улаш ҳамда тармоққа улаш схемаси билан танишиш.

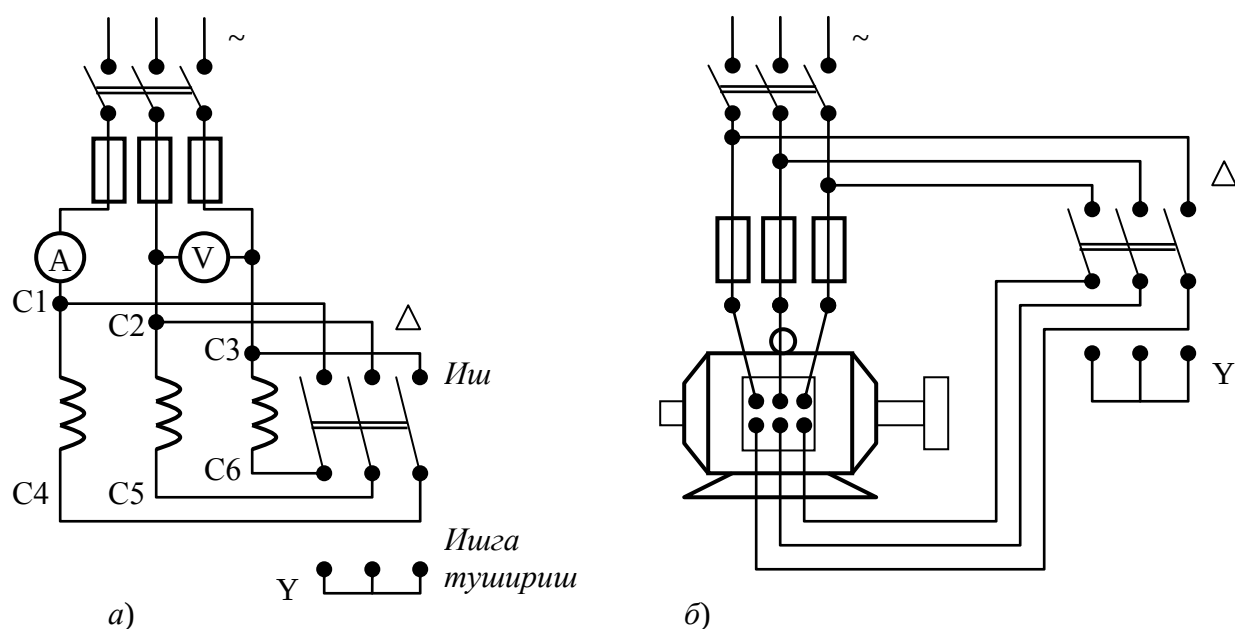
Назарий қисм. Ротори қисқа туташтирилган асинхрон двигателни ишга тушириш учун унинг чулғамларини кучланишли тармоққа улаш лозим. Ишга тушириш моментида ток кучи унинг номинал қийматидан 6—7 марта катта бўлади ва токнинг бундай сакраши куч трансформаторларида, таъминлаш симларида кучланиш исрофининг ортишига олиб келади, бу айниқса, двигател қуввати трансформатор қуввати билан ўлчанадиган даражада бўлганда сезиларли бўлади, шунингдек, трансформаторга ва битта таъминлаш симига уланган чўғланма лампалар ва бошқа электр двигателлар кучланишини пасайтиради.

Ишга тушириш токининг кучланиш даражасига таъсирини камайтириш учун симларнинг кесимини ҳамда трансформаторлар қувватини оширишга тўғри келади. Ишга тушириш токини камайтириш учун двигател чулғамлари юлдуз усулида уланади. Бу усулдан чулғамлари учбурчак усулида уланган электр двигателнинг мўлжалланган кучланиши тармоқ кучланишига тенг бўлгандагина фойдаланиш мумкин. Ишга тушириш моментида двигател чулғамлари юлдуз усулида уланади. Бу эса статор чулғамининг эквивалент қаршилигини 1,73 марта оширади ва шу билан бирга двигателнинг фаза чулғамларига келадиган кучланишни 1,73 марта $\sqrt{3}$ марта камайтиради, натижада тармоқдан олинадиган ишга тушириш токи 3 марта камаяди.

Двигателни ишга тушириш вақтида унинг чулғамларини учбурчак усулига нисбат юлдуз усулида улаганда ток кучи уч марта камайтишини шундай тушуниш мумкин, агар чулғамларини учбурчак усулида улаганда линия ток кучи ($I_{\text{л}} = \sqrt{3} I_{\text{ф}}$) ва юлдуз усулида улаганда эса ($I_{\text{л}} = I_{\text{ф}}$) бўлишидан тушунтириш мумкин. Бинобарин, чулғамларни

юлдуз усулида улаганда ҳар бир фазага келтирилган кучланиш 3 марта камаяди ($U_\phi = U_n/\sqrt{3}$), линия токи чулғамларни учбурчак усулида улаганга нисбатан уч марта камаяди. Бунда тармоқ кучланиши ўзгаришсиз қолади. Бу усулдан салт юргизишда ва кўпи билан 25% номинал юклама ишга туширишда фойдаланилади. Двигателнинг бурчак айланиш тезлиги (частотаси) номиналга яқинлашганда чулғамлар учбурчак усулига қайта уланади ва двигател қувватгача юкланиши мумкин.

Ҳозирги вақтда двигателни ишга тушириш вақтида чулғамларни юлдуз усулидан учбурчак усулида улашга алмашлаб улайдиган, қуввати 0,55 кВт ундан юқори бўлган, 380 В кучланишда чулғамлари учбурчак усулида уланган, тўртинчи ягона серияли электр двигателларни ишлаб чиқариш ўзлаштирилган. Двигател чулғамларини юлдуз усулида улашдан учбурчак усулида улашга ўтказишда (1- расм), шуни назарда тутиш керакки, кучланиш $\sqrt{3}$ марта камайганда ишга тушириш моменти 3 марта камаяди, бундай ҳолда двигателни тўла юкламада ишга тушириш ярамайди.



1-расм. Статор чулғамлари юлдуз шаклидан учбурчак шаклига алмаш уланадиган уч фазали асинхрон двигателни улаш схемаси:

а—тузилиш схемаси, б-монтаж схемаси

Керакли жиҳозлар

5 А ли ўзгарувчан ток амперметри1 та
450 В ли ўзгарувчан ток вольтметри1 та
380/660 В кучланишга мўлжалланган қуввати 0,75 кВт, айланиш частотаси 960 айл/мин бўлган, ротори қисқа туташтирилган, уч фазали 4А 80А электр двигатели1 та
60 А токка, 500 В кучланишга мўлжалланган, чулғамларни юлдуз усулидан учбурчак усулида улашга ўтказадиган уч кутбли пакетли улагич 1 та 60 А, 450 В ли уч кутбли улагич1 та
8 ва 12,5 А, 50 Гц ўзгарувчан токка мўлжалланган АК50 ёки АК63М автоматик уч кутбли ажратгич1 та
Кесимининг юзи $2,5 \text{ мм}^2$, узунлиги 1,5 м бўлган кўп томирли улаш симлари1 та
380/220 В, 50 Гц, 5 кВт ли уч фазали ўзгарувчан ток манбаи.

Ишни бажариш тартиби

1. Ротори қисқа туташтирилган Электр двигател билан танишиш, унинг паспорт маълумотларини ёзиб олиш.
2. Чулғамларни юлдуз усулидан учбурчак усулида улашга ўтказадиган автоматик ажратгич ҳамда улагич билан танишиш ва уларнинг схемасини тузиш.
3. Чулғамларни юлдуз усулидан учбурчак усулида улашга қайта уланадиган, ротори қисқа туташтирилган асинхрон двигателни тармоққа улаш схемасини йиғиш (1- расмга қаранг), юргизиш тоқларини ўлчаш, ўлчаш натижаларини жадвалга ёзиш.

Ҳисоботнинг мазмуни

1. Ҳисоботнинг номи.
2. Электр двигателларнинг параметрлари (типи, номинал қуввати, кучланиши, токи, уланиш схемаси, ток частотаси, ишлаш режими, айланиш частотаси, ФИК, $\cos\phi$, тайёрлаган завод ва унинг товар

белгиси, завод номери, ишлаб чиқарилган йили, двигателнинг массаси, ГОСТ), улчаш асбоблари ва бошқа жиҳозлар.

3. Чулғамлари юлдуз усулидан учбурчак усулида уланишга қайта уланадиган, ротори қисқа туташтирилган уч фазали асинхрон двигателни тармоққа улаш схемаси.

4. Синаш натижалари ёзилган жадвал.

5. Хулосалар.

Жадвал

Чулғамлари юлдуз усулидан учбурчак усулига қайта уланадиган ротори қисқа туташтирилган асинхрон двигателни ишга тушириш

U, В	Δ да ишга тушириш		Υ да ишга тушириш		Υ дан Δ га қайта тушириш	
	I, А	Давомийлиги, сек	I, А	Давомийлиги, сек	I, А	Давомийлиги, сек

Назорат саволлари

1. Электр двигателнинг ишга тушириш токини қандай усуллар билан камайтириш мумкин?
2. Автоматик ажратгичга двигателни ҳимоя қиладиган қандай жиҳозлар қўшиб ишланади?
3. Двигател чулғами юлдуз усулида уланганда нима учун юргизиш токи 3 марта камаяди?
4. Агар ротор занжирига тўғри танланган актив қаршилик қўшилган бўлса, фазавий роторли асинхрон двигателнинг ишга тушириш токи қандай катталиқда бўлиши мумкин?

25-тажриба иши. УЧ ФАЗАЛИ СИНХРОН ГЕНЕРАТОРНИ ТАРМОҚҚА УЛАШ ВА УНИНГ ҚИСМАЛАРИДАГИ КУЧЛАНИШНИ РОСТЛАШ

Ишнинг мақсади — электр машинали уйғотгичли синхрон генераторнинг тузилиши ва унинг асосий характеристикалари билан танишиш, салт юриш ва ташқи характеристикаларини олиш; генераторни тармоққа параллел ишлашга улаш.

Назарий қисм. Уч фазали ток синхрон генератор чулғамларида ЭЮК индукцияланадиган, якор ролини бажарадиган статор ҳамда чулғамида асосий уйготувчи магнит оқими ҳосил қиладиган индикатор деб аталадиган ротор бор, Статорнинг уч фазали чулғамига узатиладиган синусоидал ЭЮК бир-бирига нисбатан фаза бўйича $2\pi/3$ радиан бурчакка силжиган ва юклама уланганда тегишли иш токлари ҳосил бўлади. Ротор ғалтакларидан ўзгармас ток ўтадиган электромагнитдан иборатдир. Синхрон генераторларга ўзгармас ток кичикроқ ўзгармас ток генераторидан — синхрон генератор билан бир валга ўрнатилган уйғотгичдан ёки тўғрилагичдан келади. Статорининг ҳар бир фазаси чулғамларида ҳосил бўладиган ЭЮК электромагнит индукцияси қонунига асосан қуйидаги формуладан аниқланади:

$$E = 4,44 \omega k_{\text{айл.}} / \Phi.$$

бунда ω — статор бир фазасининг чулғамидаги ўрамлар сони; $k_{\text{айл.}}$ — чулғам коэффиценти; f — ўзгарувчан ток частотаси, Гц; Φ — уйғотиш чулғамида ҳосил бўладиган магнит оқим, Вб.

Ўзгарувчан ток синхрон двигателининг частотаси роторнинг айланиш тезлиги (частотаси) га борлик. Генераторнинг ЭЮКни ўзгартириш учун келтирилган формулага мувофиқ ротор чулғамидаги уйғотиш токига боғлиқ бўлган магнит оқими Φ ни ўзгартириш лозим.

Синхрон генераторнинг салт ишлаш характеристикаси деб, юклама бўлмаганда ҳамда айланиш тезлиги (частотаси) номинал бўлганда генератор ЭЮК нинг уйғотиш токи I_y га боғликлигига айтилади. Синхрон генераторнинг салт ишлаш характеристикасини олиш учун асбобларни улаш схемаси 1- расм, а да кўрсатилган.

Параллел уйғотишли ўзгармас ток двигатели салт ишлайдиган синхрон генераторни айлантиради. Айланиш частотаси ҳамма вақт номинал катталиқда сақланади. Биринчи ҳисоб уйғотиш чулғамида ток бўлмаганида—улагич P_y узиб қўйилганда бажарилади. Шундан кейин улагич P_y туташтирилади ва уйғотиш токи аста-секин орттирилади (уйғотиш занжиридаги ростлаш реостатининг қаршилиги ростлаб максимал, кейин аста-секин камайтирилади боради). Токнинг ортиши генератор қисмаларидаги кучланиш номинал кучланишдан 20% ортгунча давом этади. Шундан кейин ростлаш реостатининг қаршилиги аста-секин оширилади (уйғотиш токи I_y камайтирилади) ва уни максимумгача етказиб, улагич P_y узилади.

Салт юриш характеристикасини олишда уйғотиш токини ростлашга мўлжалланган уйғотиш занжиридаги реостатни, кучланишни оширишда фақат бир томонга, кучланишни камайтиришда қарама-қарши томонга суриш мумкин. Ўлчаш натижалари 1 - жадвалга ёзилади ва улар асосида салт юриш характеристикаси тузилади (1- расм, б).

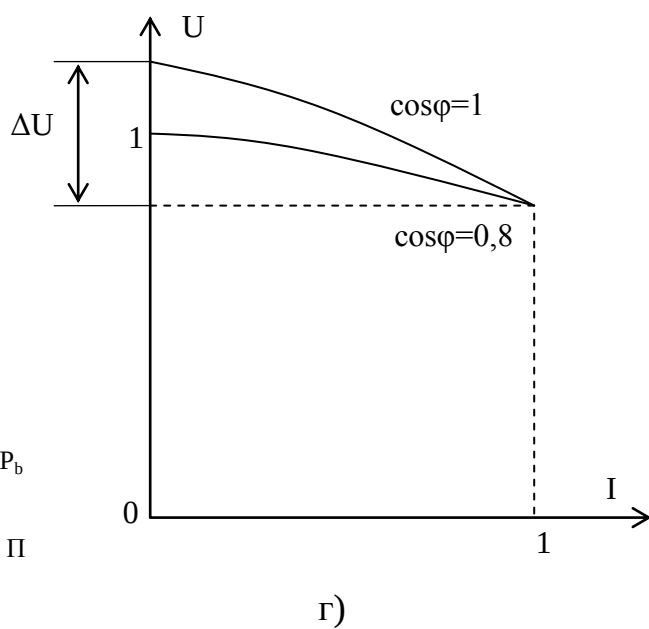
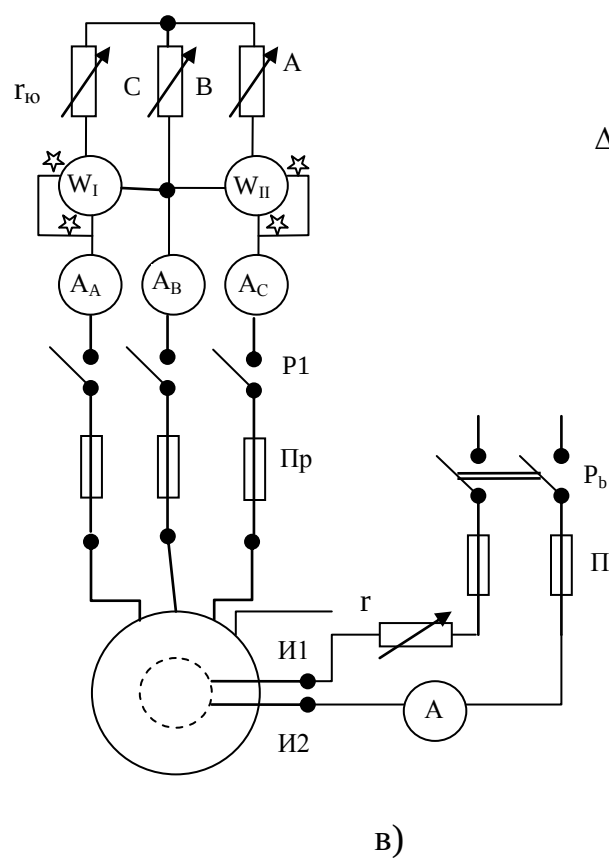
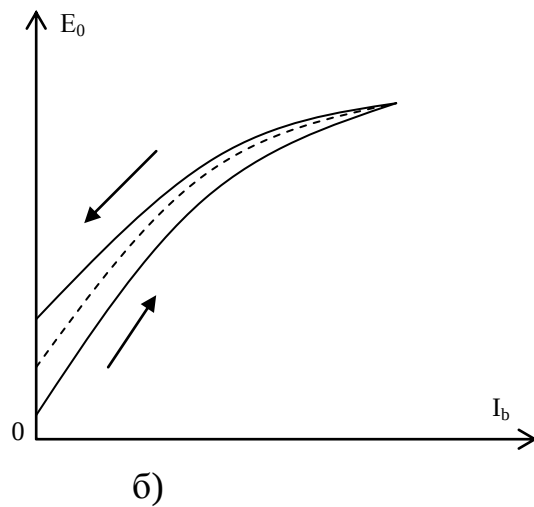
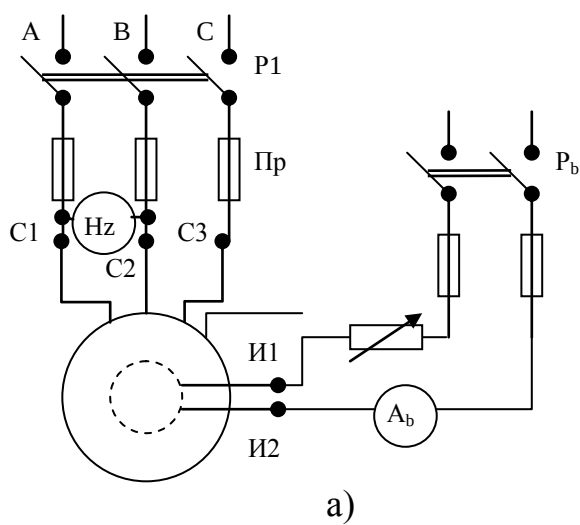
1-жадвал

Синхрон генераторнинг салт юриш характеристикаси

n , айл/мин	Ω , рад/сек	f , Гц	I_y , А	U_{AB} , В	Эслатма

Агар салт юриш характеристикаси тўғри олинган бўлса, графикда иккита тармоқ ҳосил бўлади: бири пасажувчи — пастга қараб тушади, иккинчиси кўтариловчи — юқорига кўтарилади. Салт юриш характеристикаси синхрон машина магнит занжири гистерезис сиртмоғининг бир бўлагини яққол кўрсатади.

Синхрон генераторга уланган юкламаларнинг ортиши билан генератор чиқишларида кучланиш камаяди. Ташқи характеристика олиш тажрибасини ўтказишда роторнинг айланиш тезлигини (частотасини), қувват коэффициентини $\cos\varphi$ ва уйғотиш токи I_y ни ўзгаришсиз сақлаш лозим. Юклама ортиши билан генератор чиқишларидаги кучланишнинг камайишини генератор юқори чулғамларидаги актив ва индуктив қаршилиқларида кучланишнинг



1-расм. Синхрон генераторни текшириш:

a ва *б* — салт ишлаш характеристикасини олиш учун схема; *в* ва *г* — ташқи характеристика схемаси

ички исрофи содир бўлиши, шунингдек, якорнинг магнит майдони роторнинг асосий магнит майдонини магнитсизлантириши (актив ва индуктив юкламаларда) билан тушунтириш мумкин. Агарда синхрон генераторга сиғим юкламаси уланса, генератор чиқишларидаги кучланиш орта боради.

Генератор чиқишларидаги кучланиш U нинг юклама токи I га боғлиқлиги генераторнинг ташқи характеристикаси дейилади. Бу характеристикани олиш учун 1- расм, в да кўрсатилган схемани йиғиш, кейин юкломани улаш керак. Генераторнинг айланиш тезлигини (частотасини) номинал ҳолатда сақлаш лозим. Уйғотиш занжирида ростлаш реостати ёрдамида шундай уйғотиш токи I_y ҳосил қилинадики, бу ток тўла юкламада генератор қисмаларидаги кучланишнинг номинал бўлишини таъминласин, шундан кейин генератор юкламаси аста-секин ошира борилади. Асбобларнинг кўрсатишлари 2-жадвалга ёзиб олинади.

2-жадвал

Синхрон генераторнинг ташқи характеристикаси.

Юклом a	$f, \text{Гц}$	$I_y, \text{А}$	Статор токи, А			$P, \text{Вт}$	$U, \text{В}$	$\cos \varphi$
			I_A	I_B	I_C			

Соф актив ($\cos\varphi=1$) ва актив ва индуктив юкламаларда иккита ташқи характеристикани олиш тавсия этилади. 2-жадвалдаги ўлчаш ва ҳисоблаш маълумотлари асосида генераторнинг ташқи характеристикалари тузилади (1-расм, з), бунда ΔU — ҳамма юкламалар олинганда генератор қисмаларидаги кучланишнинг ортиши.

Синхрон генераторни бошқа синхрон генератор билан параллел ишлашга ёки тармоқ билан параллел ишлашга улаш учун қуйидаги ишларни бажариш лозим:

- уланадиган генератор чиқишларидаги кучланиш ишлаётган генератор ёки тармоқ кучланишига тенг бўлиши лозим;
- уланадиган генератор частотаси тармоқ частотасига тенг келиши керак;

- уланадиган генератор ҳамма фазаларининг ЭЮК ишлаётган генератор ёки тармоқнинг тегишли фазаларидаги кучланишларга (фаза бўйича) қарама-қарши бўлиши керак;
- параллел ишлашга уланган генераторнинг — фазалари ишлаётган генератор фазаларидек тартибда жойлаштириш керак, яъни ишлаётган генераторнинг *A* фазасидан кейин *B* фаза, ундан кейин *C* фаза жойлашсин.

Параллел ишлашга улашдан олдин генератор бирламчи двигател ёрдамида айлантириб олинади, кейин уйғотиш токи уланади, вольтметр ва частотометр ёрдамида уланадиган генераторнинг ЭЮК ва частотаси тармоқ кучланиши ва частотасига тўғриланади. ЭЮК уйғотиш занжиридаги реостат билан, частота эса бирламчи двигател айланиш тезлигини (частотасини) ўзгартириш билан ростланади. Параллел ишлашга улашнинг учинчи ва тўртинчи шартлари синхроскоп ва нолинчи вольтметр ёрдамида бажарилади. Синхроскоп—синхрон генераторларни синхронлашга мўлжалланган, учинчи шартнинг бажарилишини текширадиган ва уланадиган генераторнинг айланиш тезлигини (частотасини) қайси томонга ўзгартириш кераклигини кўрсатадиган махсус асбоб. Нолинчи вольтметр генератор параллел ишлашга уланадиган моментни аниқ белгилаш имконини беради. Нолинчи вольтметр стрелкаси бу ҳолда нолда туриши керак.

Керакли жихозлар

10 А ли ўзгарувчан ток амперметри	1 та
5 А ли ўзгарувчан ток амперметри	4 та
250 В ли ўзгарувчан ток вольтметри	2 та
250 В ли ўзгарувчан ток “нолинчи” вольтметри	1 та
380 В, 5 А ли уч фазали шчитавий вольтметр	2 та
380 В, 50 Гц ли синхроскоп	1 та
500 В, 60 А ли икки ва уч кутбли улагичлар	биттадан
5А, 100 Ом ли ростлаш реостати	4 та
380/320 В, 2 кВА, 3000 айл/мин ли синхрон генератор	1 та
110 В. 2,5 кВт. 3000 айл/мин ли аралаш уйғотишли ўзгармас ток двигатели	1 та

5 А, 100 Ом ўзгармас ток двигатели учун ростлаш реостаги1 та
 4000÷6000 айл/мин гача ўлчай оладиган тахометр1 та
 220 В, 45÷55 Гц ли стрелкали шчитавий частотомер2 та
 Кўндаланг кесими 2,5 мм², узунлиги 1,5 м бўлган
 кўп толали улаш симлари20 та
 115 В, 3 кВт ўзгармас ток ва 380/220 В, 5 кВт
 ўзгарувчан уч фазали ток манбалари

Ишни бажариш тартиби

1. Синхрон генераторнинг тузилиши ва конструктив хусусиятлари билан танишиш.
2. Салт юриш характеристикасини олиш учун схемани йиғиш (1- расм, *а* га қаранг) ва характеристикани олиш, синаш натижаларини 7- жадвалга ёзиш ва у бўйича характеристика тузиш.
3. Ташқи характеристикалар олиш учун схемани йиғиш (1- расм, *в* га қаранг), характеристикани олиш, ўлчаш натижаларини 2- жадвалга ёзиш ва улар бўйича характеристикалар тузиш.
4. Синхрон генераторни тармоққа параллел ишлашга улаш.
5. Ҳисобот тузиш.

Ҳисоботнинг мазмуни

1. Ҳисоботнинг номи.
2. Синхрон генератор, асбоблар ва жиҳозларнинг асосий параметрлари.
3. Синхрон генераторнинг салт юриш характеристикасини олиш учун асбобларнинг уланиш схемаси, ўлчаш натижалари ёзилган 1- жадвал ҳамда 1-жадвал маълумотлари бўйича тузилган характеристика.
4. Ташқи характеристикалар олиш учун асбобларни улаш схемаси, ўлчаш натижалари ёзилган 2- жадвал ва 2-жадвал бўйича тузилган характеристикалар.
5. Синхрон генераторни параллел ишлашга улаш шартларини санаб бериш.
6. Хулосалар

Назорат саволлари

1. Синхрон генераторнинг асосий вазифаси нимадан иборат?
2. Мустақил юкламада ишлаётган синхрон генераторнинг қисмаларидаги кучланишни қандай ўзгартириш мумкин?
3. Генераторнинг айланиш тезлиги (частотаси) билан у ишлаб чиқарадиган ток частотаси орасида қандай боғланиш мавжуд?
4. Нима учун юклама ортиши билан синхрон генератор қисмаларидаги кучланиш камаяди?
5. Синхрон генераторнинг ташқи характеристикаси нима?
6. Юклама ўзгарганда ҳам генератор қисмаларидаги кучланиш ўзгармай қолиши учун синхрон генератор занжирларидаги нимани ўзгартириш керак?
7. Синхрон генераторни тармоқ билан параллел ишлашга улаш учун қандай амалларни бажариш лозим?

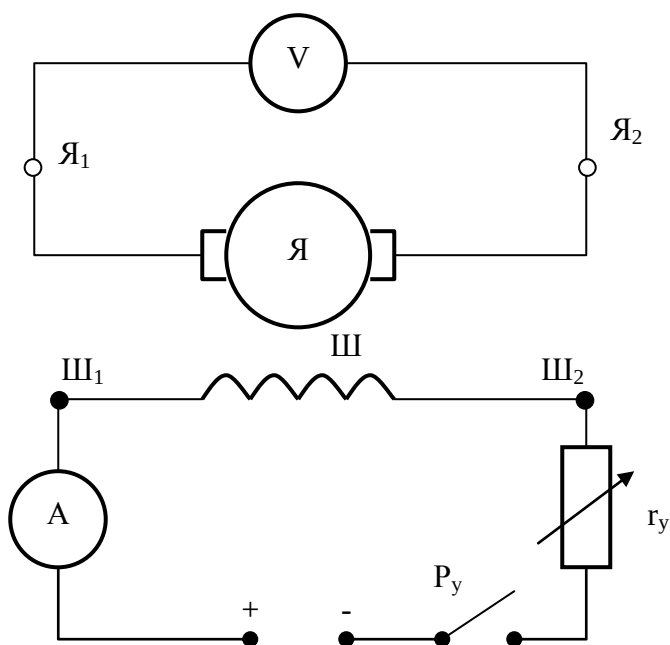
26-тажриба иши. ПАРАЛЛЕЛ УЙЎТИШЛИ ЎЗГАРМАС ТОК ГЕНЕРАТОРИНИ ТАРМОҚҚА УЛАШ ВА УНИНГ ҚИСМАЛАРИДАГИ КУЧЛАНИШНИ РОСТЛАШ

Ишнинг мақсади — параллел уйғотишли ўзгармас ток генераторининг тузилиши ва асосий характеристикалари билан танишиш; салт юриш ва ташқи характеристикаларни олиш.

Назарий қисм. Ўзгармас ток генератори механик айланма ҳаракатни (энергияни) электр энергияга айлантириб беради, у қўзғалмас қисм — ўзгармас ток электр магнитли машина асосидан, механик энергия келтириладиган ва унда ўзгарувчан ЭЮК индукцияланадиган айланидиган якордан ҳамда ўгарувчан ЭЮК ни ўзгармас ЭЮКга айлантириб берадиган чўткалари бўлган коллектордан иборат. Параллел уйғотишли генератор шуниси билан характерланадики, унинг уйғотиш чулғами асосий қисмаларига параллел, яъни якор чулғамига параллел уланган. Генератор қисмаларидаги кучланишни ростлаш учун уйғотиш токига боғлиқ бўлган машинанинг магнит оқимини ўзгартириш керак. Магнит оқими эса реостат ёрдамида ёки бирламчи двигател айланиш

тезлиги (частотаси) ни ошириб ёки камайтириб ўзгартирилади. Параллел уйғотиш генераторларни синашда салт юриш ва ташқи характеристикалар олинади.

Салт юриш характеристики — юклама токи бўлмаганда ($I=0$), яъни ташқи занжир узиқ ва ўзгармас номинал айланиш тезликда (частотасида) генератор ЭЮК E_0 нинг уйғотиш токи I_y га борлиқлигидир. Бу характеристикани олишда (1-расм) синаладиган генератор якоридан уйғотиш чулғамини узиб қўйиш ва уйғотиш токини бошқа ўзгармас ток манбаидан ўтказиш тавсия этилади. Натижада мустақил уйғотиш ҳосил бўлади. Салт юриш характеристикасини олиш учун генераторни ёрдамчи электр двигател воситасида юргизиб юбориш (2- расм) ва унинг айланиш тезлигини (частотасини) ўзгартирмасдан саклаб туриш лозим.



1-расм. Уйғотиш чулғами ташқи манбаига уланган параллел уйғотишли ўзгармас ток генераторининг салт ишлаш характеристикаларини олиш учун ўлчаш асбобларини улаш схемаси:

Я - генератор якори, Ш—генераторни уйғотиш чулғами, r_y —уйғотиш занжиридаги реостат, P_y - уйғотиш занжирадаги улагич

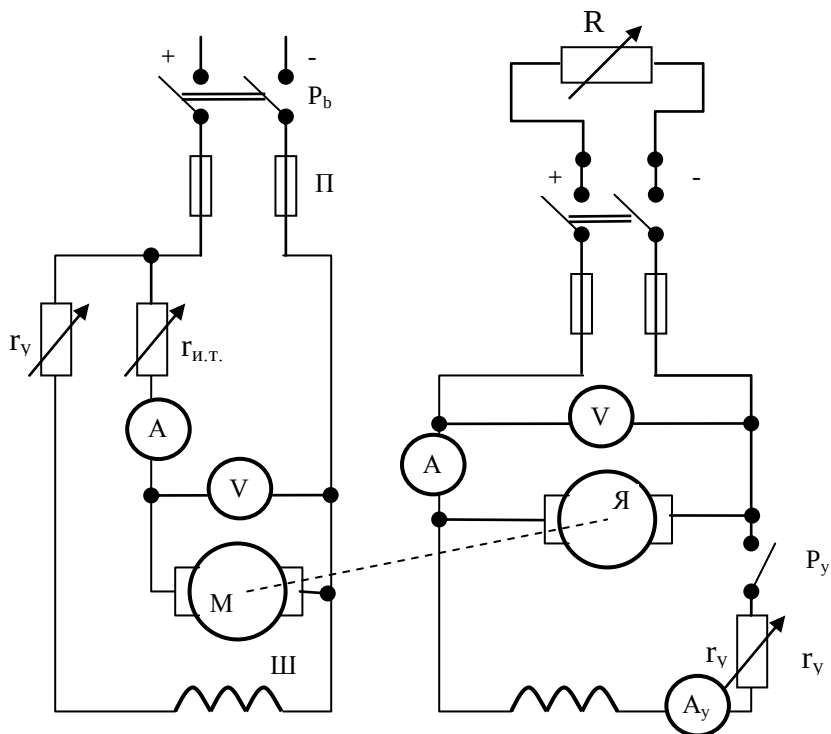
Салт юриш характеристикасини олишни улагич P_y ни ажратиб қўйиб, яъни генератор уйғотиш чулғамида электр токи бўлмаганда бошлаш лозим. Вольтметр якор чулғамидаги қолдиқ магнетизмнинг магнит оқими ҳосил қилган генератор ЭЮК ини кўрсатади:

$$E_0 = k\Omega\Phi,$$

бунда $k = pN/(2\pi a)$ — ўзгармас ток машинаси доимийси, p —жуфт кутблар сони; N —якор чулғами актив симлари (ўтказгичлари) сони; a — жуфт параллел тармоқлар сони, Ω —айланиш частотаси $2\pi n/60$ га тенг, 1/сек.

Шундан кейин P_y улагич уланади, генераторнинг уйғотиш чулғами занжиридаги r_y қаршилик аста-секин камайтиради борилади, натижада уйғотиш токи орта боради ва характеристиканинг кўтарилувчи тармоғи ҳосил қилинади. Генератор чиқишларидаги кучланишни $1,2 \cdot U_n$ га етказгандан кейин генератор реостатининг қаршилиги r_y оширилади, бунинг оқибатида салт юриш характеристикасининг пасаювчи тармоғи олинади. Генераторнинг айланиш частотаси (тезлиги) тахометр билан ўлчанади. Салт юриш характеристикасини олишда реостат сургичини фақат бир томонга суриш мумкин: характеристиканинг кўтарилувчи тармоғини олишда қаршилик r_y камайтиради, пасаювчи тармоғини олишда эса қаршилик ошира борилади.

Параллел уйғотишли генераторнинг ташқи характеристикаси — генератор қисмларидаги кучланиш U нинг, айланиш тезлиги (частотаси) Ω ва резистор қаршилиги ўзгармас бўлганда (2-расмга қаранг), юклама токи I га боғлиқлигидир. Салт юришда шундай уйғотиш токи ўрнатиладики, бунда генератор қисмларидаги кучлаиш U номинал кучланишга тенг бўлсин, шундан кейин улагич P воситасида юклама уланади ва аста-секин юклама токи I номиналгача I_n орттиради.



2- расм. Ўлчаш асбоблари, электр двигатели ва параллел уйғотишли ўзгармас ток генераторини улаш схемаси:

М—двигател, Я- генератор якори, Ш—параллел уйғотиш чулғами, $r_{и.т.}$ - ишга тушириш реостати, r_y —уйғотиш занжиридаги реостат, R—юклама қаршилиги, P_y —уйғотиш занжирадаги улагич

Керакли жихозлар

10 ва 2 А ли ўзгармас ток амперметри.....	2 та
150 В ли ўзгармас ток вольтметри	2 та
10 А ва 30 Ом ли юклама реостати	1 та
13 А, 8 Ом ли ишга тушириш реостати	1 та
2 А, 60 Ом ли уйғотиш реостати	2 та
110 В, 1 кВт, 1000 айл/мин параллел уйғотишли ўзгармас ток двигатели	1 та
115 В, 0,8 кВт ли параллел уйғотишли ўзгармас ток генератори ...	1 та
250 В, 60 А ли икки қутбли улагич	2 та

250 В, 30 А ли бир кутбלי улагич1 та
 0÷2000 айл/мин ёки 0÷300 рад/сек ли тахометр1 та
 Кесимнинг юзи $2,5 \text{ мм}^2$, узунлиги 1,5 м бўлган кўп томирли
 улаш симлари28 та
 115 В, 6 кВт ли ўзгармас ток манбаи.

1-жадвал

**Мустақил уйғотишли ўзгармас ток генераторининг салт юриш
 характеристикаси**

$I_y, \text{ A}$	$E_0, \text{ В}$	$n, \text{ айл/мин}$	$\Omega, \text{ 1/сек}$	$U_0 / U_H 100\%$	Эслатма

2-жадвал

**Параллел уйғотишли ўзгармас ток генераторининг ташқи
 характеристикаси**

$I, \text{ A}$	$I_y, \text{ A}$	$U, \text{ В}$	$n, \text{ айл/мин}$	$\Omega, \text{ 1/сек}$	$P=IU, \text{ Вт}$	Эслатма

Ишни бажариш тартиби

1. Параллел уйғотишли генераторларнинг тузилиши билан танишиш.
2. Параллел уйғотишли генераторнинг салт юриш характеристикасини олиш учун асбобларни улаш схемасини йиғиш (1- расмга қаранг). Характеристикани олиб, ўлчаш натижаларини 1-жадвалга ёзиш, улар бўйича характеристика тузиш.
3. Параллел уйғотишли генераторнинг ташқи характеристикасини олиш учун схема йиғиш (2- расмга қаранг), характеристика олиш, ўлчаш натижаларини 2- жадвалга ёзиш ва улар бўйича характеристика тузиш.
4. Ҳисобот тузиш.

Ҳисоботнинг мазмуни

1. Ҳисоботнинг номи.
2. Ўзгармас ток генератори, асбоблар ва жиҳозларнинг параметрлари.
3. Параллел уйғотишли ўзгармас ток генератори салт ишлаш характеристикасини олиш учун асбобларни улаш схемаси (1- расмга қаранг), ўлчаш натижалари ёзилган 1- жадвал ҳамда улар асосида тузилган характеристика.
4. Параллел уйғотишли генератор ташқи характеристикасини олиш учун асбобларни улаш схемаси (2- расмга қаранг), ўлчаш натижалари ёзилган 2- жадвал ҳамда улар бўйича тузилган характеристика.
5. Хулосалар.

Назорат саволлари

1. Ўзгармас ток генератори нима ва у қандай тузилган?
2. Ўзгармас ток генераторида ЭЮК қандай индукцияланади?
3. Ўзгармас ток генераторининг қисмаларидаги кучланишни қандай усуллар билан ростлаш мумкин?
4. Нима сабабдан параллел уйғотишли генератор чиқишларидаги кучланиш юклама ортиши билан пасаяди?
5. Ўзгармас ток генераторининг қандай белгиларига қараб ишлатишига яроқсиз эканлиги ҳақида хулоса чиқариш мумкин?

27- и ш. ПАРАЛЛЕЛ УЙЎТИШЛИ ЎЗГАРМАС ТОК ДВИГАТЕЛИНИ ТАРМОҚҚА УЛАШ ВА УНИНГ АЙЛАНИШ ТЕЗЛИГИНИ (ЧАСТОТАСИНИ) РОСТЛАШ

Ишнинг мақсади—параллел уйғотишли ўзгармас ток двигателини юргизишни, унинг айланиш тезлигини (частотасини) ростлашни ўрганиш, двигателларнинг иш характеристикалари билан танишиш.

Назарий қисм. Ўзгармас ток двигатели тармоқдан келтирилган электр энергияни унинг валидан олинадиган механик энергияга

айлантириб беради. Бу двигател машинанинг асосий магнит оқимини ҳосил киладиган ўзгармас ток электромагнитлари маҳкамланган станинадан ҳамда чулғамида ЭЮК вужудга келадиган якордан иборат. Двигател валида чўткалар орқали ўзгармас ток келтириладиган коллектор жойлашган.

Ўзгармас ток электр двигателини ишга тушириш учун унинг чулғамларини икки қутбли улагич P билан тармоққа уланади (1- расм). Параллел уйғотиш чулғамида максимал уйғотиш токи I_y ҳосил қилинади, натижада максимал магнит оқими Φ таъминланади. Бунинг учун параллел уйғотишли двигателларнинг уйғотиш чулғами занжирига уланган реостат r қаршилиги нолга тенг қилиб олинади.

Параллел уйғотишли двигател якори чулғамидаги ток Ом қонуни бўйича аниқланади:

$$I = \frac{U - E}{r_y + r_{u.m.}}; \quad (1)$$

бунда (I —тармоқ кучланиши, В; E — якорнинг айланиши вақтида унда ҳосил бўладиган карама-қарши электр юритувчи куч, В; r_y — якор чулғамининг электр қаршилиги, Ом; $r_{u.m.}$ — ишга тушириш реостатининг Электр қаршилиги, Ом.

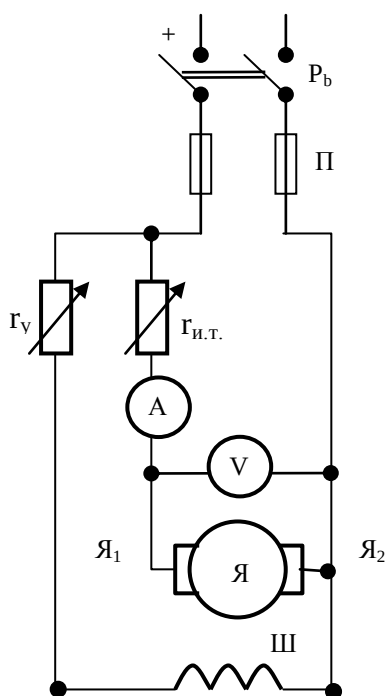
Электр двигателни ишга туширишда, якор қўзғалмасдан турганда $E=0$ бўлади, чунки $\Omega = 0$ ва

$$E = k\Omega\Phi. \quad (2)$$

Агар Электр двигател валининг айланиш тезлиги тахометр билан ўлчанган бўлса, унинг шкаласи системасига тўғри келмайдиган ўлчаш бирликларида (минутига айланиш сони билан) белгиланган бўлганда формула (2) ни қуйидагича ўзгартириш мумкин:

$$E = Cn\Phi, \quad (3)$$

Бунда $C = \frac{pN}{60a}$ айланиш тезлиги ўлчаш вақтида ўзгармас ток машинасининг доимийси, айл/мин; n —айланиш тезлиги (частотаси), айл/мин.



1-расм. Параллел уйғотишли ўзгармас ток двигателини улаш схемаси:

r — уйғотиш занжиридаги реостат, $r_{и.т.}$ — ишга тушириш реостати, $Я$ — якор чулғами, $Ш$ — параллел уйғотиш чулғами

Ишга тушириш реостатининг қаршилиги шундай танланадики, бунда ишга тушириш вақтида ток кучи двигател номинал токидан кўпи билан 1,5—2,5 марта ортиқ бўлсин.

Ишга тушириш жараёнида ишга тушириш реостатининг қаршилиги аста-секин камайтирилади. Ишга туширилганидан кейин двигателнинг айланиш тезлиги (частотаси) минимал бўлади. Уни ошириш учун уйғотиш токи I ни камайтириш лозим.

Двигателга бериладиган тармоқ кучланиши якор чулғамининг тескари ЭЮКи ҳамда якор занжирига уланган қаршиликдаги кучланиш тушиши йиғиндисига тенг бўлади;

$$U = E + I_{я} r_{я}, \quad (4)$$

бунда $I_{я}$ — якор занжиридаги ток кучи, А; $r_{я}$ — якор занжиридаги электр қаршилиқ, Ом.

E (2) ифода билан аниқланганлиги ҳамда (4) тенгламани ҳисобга олиб, двигателнинг тезлик характеристика тенгламасини ҳосил қилиш мумкин:

$$\Omega = \frac{E}{k\Phi} = \frac{U - I_{\text{я}} r_{\text{я}}}{k\Phi} \quad (5)$$

ёки формула (3) дан

$$n = \frac{U - I_{\text{я}} r_{\text{я}}}{C\Phi} ,$$

бунда Ω — двигател валининг айланиш тезлиги (частотаси), 1/сек; n — двигател валининг айланиш тезлиги (частотаси), айл/мин.

Бундан шундай хулоса чиқади, магнит оқими қанча кам бўлса, двигател якорининг айланиш тезлиги (частотаси) шунча катта бўлади.

Двигателни тўхтатиш учун юклама олинади, уйғотиш чулғамига параллел бўлган занжирдаги реостат қаршилиги r_{y} камайтирилади, бу эса уйғотиш токининг ортишига, магнит оқимининг камайишига ҳамда айланиш частотасининг (тезлигининг) пасайишига олиб келади, шундан кейин ишга тушириш реостати уланади ва улагич ёки автомат билан двигател тармоқдан ажратилади. Электр двигател айланиш йўналишини ўзгартириш учун параллел уйғотиш чулғамидаги ток йўналишини ўзгартирмай фақат якор чулғамидаги ток йўналишини ўзгартириш ёки якор чулғамидаги ток йўналишини ўзгартирмай фақат уйғотиш чулғамидаги ток йўналишини ўзгартириш мумкин. Одатда уйғотиш занжирини ажратиш вақтида жуда катта узиндукция ЭЮК ҳосил бўлганидан контактлардан учқун чиқади, якор чулғамидаги токнинг йўналиши ўзгаради.

Электр двигател ишлаётганида юклама P_2 ортиши билан двигател валидаги истеъмол қуввати P_1 айланиш тезлиги (частотаси) Ω , айлантирувчи момент M , якор токи $I_{\text{я}}$ ва фойдали иш коэффиценти (ФИК) ўзгаради. Двигател валидаги қувват ўзгариши билан бу катталикларнинг ўзгаришини ифодаловчи боғланишлар иш характеристикалари деб аталади. Шунинг эса сақлаш керакки, ФИК, P_2 ва P_1 қувват қуйидаги боғланишга эга:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}; \quad P_2 = M\Omega ,$$

бунда P_1 — Электр двигател истеъмол қиладиган қувват, Вт; P_2 — валдаги қувват, Вт; M — айланиш момента, Н·м; Ω — айланиш частотаси, 1/сек.

Электр двигателнинг асосий характеристикаси бўлиб, механик характеристика, яъни двигател валининг айланиш тезлиги (частотаси) n (айл/мин) ёки Ω (1/сек) нинг айлантирувчи момент катталиги M (Н·м) га боғлиқлигидир. Параллел уйғотишли двигателларнинг бундай боғлиқлиги қуйидаги кўринишда ифодаланади:

$$\Omega = \frac{U}{k\Phi} - M \frac{r}{(k\Phi)^2} , \quad (7)$$

бунда U — тармоқ кучланиши, В; k — двигател доимияси ($k = \frac{pN}{2\pi a}$); Φ — магнит оқими, Вб; M — айлантирувчи момент, Н·м; r — ишга тушириш реостати билан ростланадиган двигател якори занжиридаги жами қаршилик, Ом.

Агар айланиш тезлиги (частотаси) n системага кирмаган бирликларда — айл/мин, айлантирувчи момент эса M — кгК·м да ифодаланса, валдаги қувват киловаттларда қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$P_2 = \frac{Mn}{975} . \quad (8)$$

Двигател валининг айланиш тезлиги (частотаси) нинг айлантирувчи моментига боғлиқлиги ундан ҳам мураккаброқ формула билан аниқланади:

$$n = \frac{U}{C\Phi} - M \frac{r}{kC\Phi^2} , \quad (9)$$

бунда C — $pN/(60a)$ га тенг бўлган коэффициент, қолган катталиклар (7) формуладагининг ўзи.

Якор занжирининг қаршилиги турлича бўлганда бир қанча реостат механикавий характеристикалари ҳосил бўлиб, уларни олиш учун асбобларни 1- расмда кўрсатилган схема бўйича улаш лозим. Айланиш тезлиги (частотаси) тахометр билан ўлчанади. Тормоз ёрдамида ҳосил қилинадиган тормозлаш моменти тормозлаш кучи F (Н) ҳамда бу куч қўйиладиган елка l (м) ни ўлчаб аниқланади. Тормозлаш моментига тенг бўлган двигателнинг айлантирувчи моменти ўрнатилган режимда қуйидаги формула бўйича аниқланади;

$$M = Fl. \quad (10)$$

Керакли жиҳозлар

20 ва 3 А ли ўзгармас ток амперметри М3401 та
 150 В ли ўзгармас ток вольтметри М3401 та
 20 А, 100 Ом ли ишга тушириш реостати1 та
 20 А, 3 Ом ли ростлаш реостати1 та
 2 А, 20 Ом ли ростлаш реостати1 та
 110 В, 1 кВт, 1600 айл/мин ли параллел уйғотишли
 ўгармас ток электр двигатели1 та
 Лентали ёки динамометри бўлган электромагнит тормоз1 та
 Кесимининг юзи $2,5 \text{ мм}^2$, узунлиги 1,5 м бўлган кўп
 томирли улаш симлари12 та
 115 В, 4 кВт ли ўзгармас ток манбаи.

1-жадвал

Параллел уйғотишли ўзгармас ток двигателининг механик характеристикалари

Тартиб, №	U, В	I, А	P, Вт	n, айл/мин	Ω , 1/сек	F, Н	l, м	M, Н м	P, Вт	η , %	Эслатма

Ишни бажариш тартиби

1. Параллел уйғотишли ўзгармас ток двигателларининг инструкциялари ва схемалари билан танишиш.
2. Схемани йиғиш (1- расмга қаранг).
3. Параллел уйғотишли двигателни ишга тушириш ва салт юришда уйғотиш чулғами занжирига уланган реостат ёрдамида унинг айланиш тезлиги (частотаси) ни ростлаш. Айланиш тезлиги (частотаси) нинг энг катта ва энг кичик қийматларини ёзиш.
4. Параллел уйғотишли двигателни юклаш ва двигател якори занжирига уланган ростлаш реостати ёрдамида унинг айланиш тезлиги (частотаси) ни ростлаш.
5. Двигателни тўхтатиш.
6. Двигател айланиш йўналишини ўзгартириш.
7. Двигателни ишга тушириш ва салт юришда номинал айланиш тезлигини (частотасини) ўргатиш ва механик характеристикалар олиш, ўлчаш натижаларини жадвалга ёзиш ва улар бўйича характеристикалар тузиш.
8. Ҳисобот тузиш.

Ҳисоботнинг мазмуни

1. Ҳисоботнинг номи
2. Ўзгармас ток двигатели, асбоблар ва жиҳозларнинг параметрлари.
3. Параллел уйғотишли ўзгармас ток двигателини ўлчаш схемаси (1- расм, а га қаранг).
4. Параллел уйғотишли двигателнинг синаш натижалари ёзилган 1- жадвал.
5. Параллел уйғотишли ўзгармас ток двигателларининг механик характеристикалари.
6. Хулосалар.

Назорат саволлари

1. Ўзгармас ток двигатели нима ва у қандай ишга туширилади?

2. Ўзгармас ток электр двигателининг айланиш йўналишини қандай ўзгартириш мумкин?
3. Ўзгармас ток двигателининг айланиш тезлиги (частотаси) қандай ростланади?

ЯРИМ ЎТКАЗГИЧЛИ АСБОБЛАР

28- тажриба иши. ЯРИМ ЎТКАЗГИЧЛИ ДИОДНИ ТЕКШИРИШ ВА ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИНИ ОЛИШ

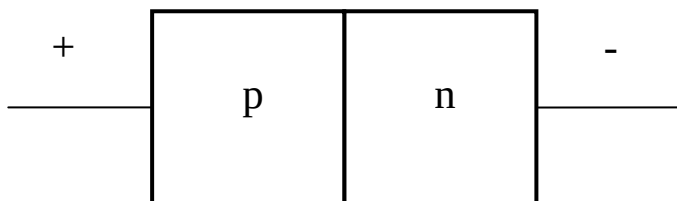
Ишнинг мақсади — ярим ўтказгичли диод билан танишиш, унинг хусусиятларини текшириш, вольт-ампер характеристикасини олиш ва уни анализ қилиш.

Назарий қисм. Ярим ўтказгичлар ўзининг солиштирма электр қаршилиги жиҳатидан ўтказгич ва диэлектриклар орасидаги ҳолатни эгаллайди. Ярим ўтказгичларда электр элтувчи бўлиб эркин электронлардан ташқари тешиклар хизмат қилади. Бу электронлар ажралиб чиққанидан кейин кристаллик панжарасида ҳосил бўлган бўш жойдир. Бундай бўш жойларга қўшни атомдаги электрон ўтади, унинг ўрнида эса тешик ҳосил бўлади. Шундай қилиб, тешиклар бир атомдан иккинчи атомга ўта бориши мумкин, бу эса мусбат заряднинг тешик йўналишида ҳаракатланишини билдиради.

Химиявий соф ярим ўтказгичда эркин электронлар ва тешиклар сони жуда кам бўлади, шу сабабдан бундай ярим ўтказгич электр токини яхши ўтказмайди. Ярим ўтказгичнинг ўтказувчанлигини ошириш учун унга жуда оз ($10^{-7} \div 10^{-8}$ тартибда), бироқ қатъий аниқ миқдорда аралашма қўшилади, бу эса ярим ўтказгичга маълум характер — электрон ёки тешикли ўтказувчанлик беради, яъни ярим ўтказгичда ток ташувчилар — электронлар ёки тешиклар вужудга келади. Агар соф тўрт валентли германий кристалига беш валентли элемент, масалан сурьма киритилса, у ҳолда унда ортиқча эркин электронлар ҳосил булад, агар соф германий кристалига уч валентли элемент, масалан, индий киритилса, энди ортиқча тешиклар вужудга

келади. Ярим ўтказгичда ортикча электронлар ҳосил қиладиган аралашма донор деб, электрон ўтказувчанликка эга бўлган ярим ўтказгич эса n - типдаги ярим ўтказгич деб аталади. Ярим ўтказгичда ортикча тешиклар ҳосил қиладиган аралашма элементи акцептор (p - типдаги ўтказувчанлик) деб аталади.

Турлича ўтказувчанликка эга бўлган икки кристаллни кавшарласак, “вентил” хусусиятли, яъни электр токини бир йўналишда жуда яхши ўтказадиган, тескари йўналишда эса ёмон ўтказадиган ярим ўтказгичли p — n ўтиш ҳосил бўлади. Худди шундан унинг номи ярим ўтказгичли диод ёки ярим ўтказгичли вентил деб аталиши келиб чиқади. Агар p — n - ўтишга қутблилиги 1-расмда кўрсатилган потенциаллар фарқини қўйганимизда n зонадаги электронлар электр майдон таъсирида p зонага ўтишга интилади, p зонадаги тешиклар эса шу электр майдон таъсирида n зонага ўтишга интилади.

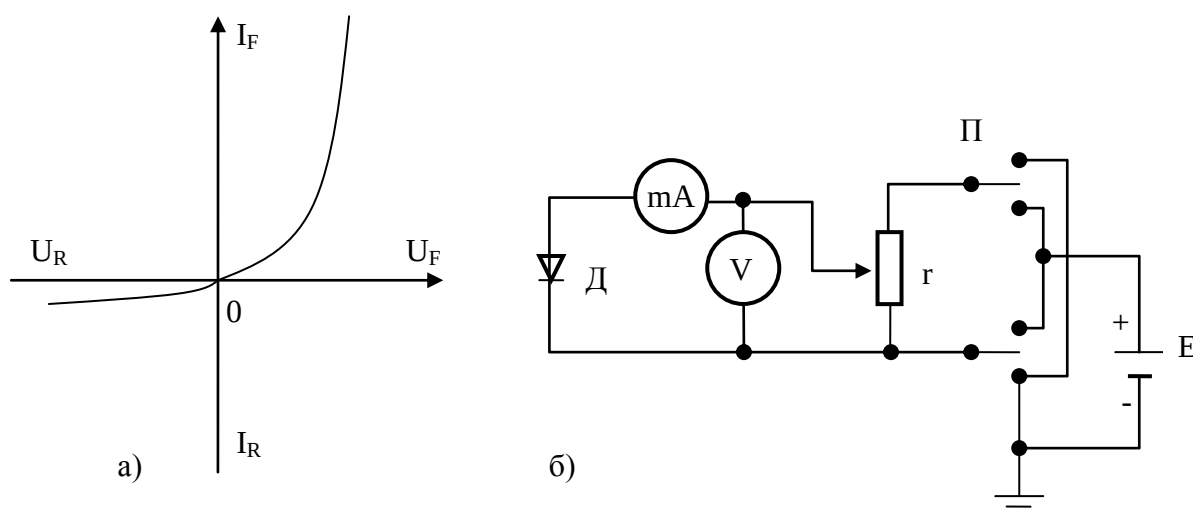


1-расм. Ярим ўтказгичли диод схемаси

Ўтиш зонасидаги тешик ва электронлар нейтраллашади ёки одатда рекомбинацияланади. Бундай турли ишорали заряд ташувчиларнинг қарама-қарши ҳаракатланиши p — n - ўтиш орқали ўтган электр токи деб аталади. Тескари қутбликда тешик ва электронлар ўтиш орқали ҳаракатланади бу орқали заряд ташувчилар ҳаракатланмайди, шу сабабли ўтиш орқали электр токи ҳам окмайди. Диоднинг ўтказмайдиган йўналишида ҳосил бўладиган кичик токни асосий ташувчилар тешиклари бўлмаган (электрон ярим ўтказгичдаги оз микдордаги тешиклар) ҳамда тешикли ярим ўтказгичдаги эркин электронлар вужудга келтиради. Ярим ўтказгичли диод электр токини бир йўналишда — тўғри йуналишдагина яхши ўтказади. Кучланиш

манбаи қарама-қарши қутблилиги билан уланган бўлса, тескари йўналишда анча кичик ток ўтади. Шунга кўра: тўғри ток ва тўғри кучланиш (диод очик ва ток ўтказди) ҳамда тескари ток тескари кучланиш (диод берк ва амалда ток ўтказмайди) тушунчаси киритилган.

Ярим ўтказгичли диоднинг асосий характеристикаси волт-ампер характеристикаси, яъни токнинг диодга қўйилган кучланишга боғлиқлигидир (2- расм. *а*). Волт-ампер характеристикаси 2- расм, *б* да кўрсатилган схема бўйича олинади. Ярим ўтказгичли диоднинг асосий параметрлари тўғри қаршилик ҳамда максимал йўл қўйиладиган тўғри токдир.



2-расм. Ярим ўтказгичли диодни текшириш:

а – волт-ампер характеристикаси, *б* – асбобларни улаш схемаси: Д – ярим ўтказгичли диод, П – қайта улагич (переключател), Е – аккумуляторлар батареяси, U_F – тўғри кучланиш, I_F – тўғри ток, U_R – тескари кучланиш, I_R – тескари ток, r – потенциометр

Керакли жихозлар

АВО-5М1 амперволтметр 1 та
3 В ли шчитавий магнитоэлектр вольтметр 1 та

150 МВли шчитавий магнитоэлектр милливольтметр 1 та
 Ярим ўтказгичли диод (кремнийли МД-226)1 та
 10 Ом ли потенциометр1 та
 10 А га мўлжалланган учта ҳолатли қутб улагичи 1 та
 Кўндаланг кесимининг юзи 1 мм^2 , узунлиги 0,8 м
 бўлган кўп томирли улаш симлари 10 та
 УИП-1 универсал таъминлаш манбаи 1 та

Ишни бажариш тартиби

1. Схемани йиғиш (2- расм, б га қаранг).
2. Улагични пастки ҳолатга ўрнатиш (потенциометр дастагини олдиндан пастки энг чекка ҳолатга ўрнатиб қўйиш).
3. Потенциометр билан кучланишнинг нолдан бошлаб турли қийматларини (6 — 8 нуқтада) ўрнаштиш, бунда ток кучи 250—300 мА чегарасида бўлади ва асбоб кўрсатишлари жадвалга ёзиб олиш.
4. Улагични юқори ҳолатга ўрнатиш потенциометр дастагини олдиндан пастки чекка ҳолатга ўрнатиш).
5. Потенциометр билан нолдан 6В гача бўлган 3 — 4 та нуқтани ўрнатиш.
6. Жадвал маълумотлари бўйича $I_F = f(U_F)$ боғланиш графикларини чизиш.
7. Жадвал маълумотлари бўйича қаршиликларни ҳисоблаш;

$$250 \text{ мА} \leq I_F \leq 300 \text{ мА} \text{ бўлганда } R_F = \frac{U_F}{I_F}; U_R = 6\text{В} \text{ бўлганда } R_R = \frac{U_R}{I_R}.$$

Жадвал

Ярим ўтказгичли диоднинг волт-ампер характеристикаси

Тажриба номери	$I_F, \text{мА}$	$U_F, \text{В}$	$I_R, \text{мА}$	$U_R, \text{В}$	$R_F, \text{Ом}$	$R_R, \text{Ом}$

Ҳисоботнинг мазмуни

1. Ҳисоботнинг номи.
2. Электр ўлчаш асбоблари ва жиҳозларининг параметрлари.
3. Ўлчаш схемаси.
4. Ўлчанган ва ҳисоблаб топилган катталиклар ёзилган жадвал.
5. $I_F = f(U_F)$ ва $I_R = f(U_R)$ боғланиш графиклари.

Назорат саволлари

1. Ярим ўтказгичли диод қандай принцип бўйича ишлайди?
2. Нима учун ярим ўтказгичли диодда электр токи ҳосил қилиш учун потенциаллар фарқи (п-зона га минус, р- зонага плюс) улаш лозим?
3. Диодининг тўғри ва тескари кучланиши деб нимага айтилади?
4. Тўғри кучланиш ўзгарганда диод орқали ўтадиган ток қандай ўзгаради?
5. Қўйилган кучланиш қутби ўзгарганда ярим ўтказгичли диод қаршилиги қандай ўзгаради?

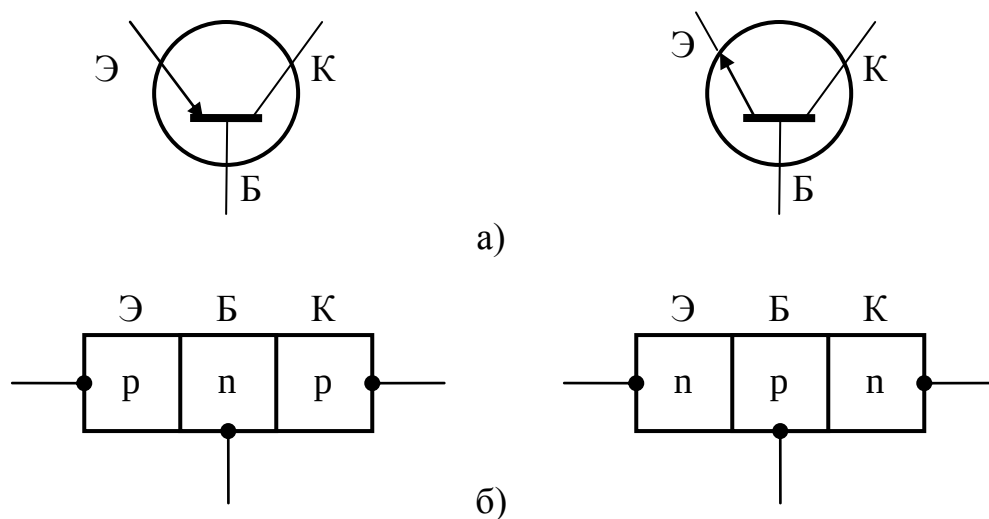
29 - и ш. ТРАНЗИСТОРНИ ТЕКШИРИШ ВА ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИНИ ОЛИШ

Ишнинг мақсади — транзистор (ярим ўтказгичли триод) билан танишиш, унинг асосий хусусиятларини текшириш ва асосий характеристикаларини олиш.

Назарий қисм. Транзистор (ярим ўтказгичли триод) да бирига қарама-қарши йўналган иккита $p-n$ ўтишлар бор. Ўтиш йўналишига қараб ҳар бир ўтишда икки типдаги триод; $p-n-p$ ёки $n-p-n$ бўлади

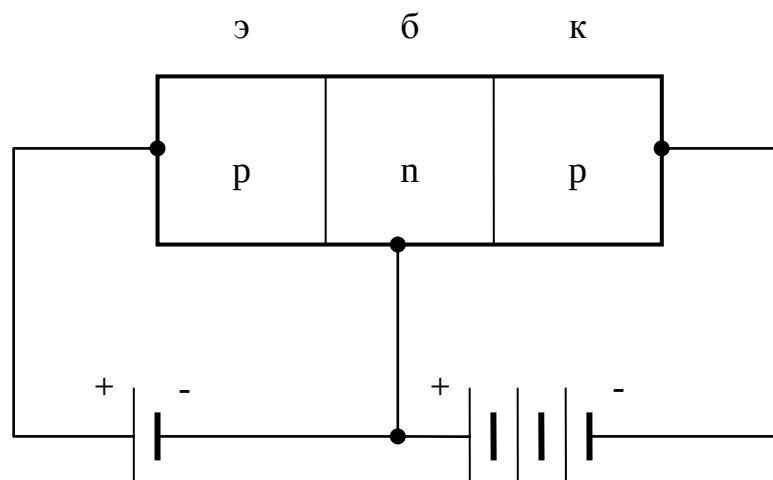
(1- расм). Транзистор зоналари куйидагича белгиланади: Э — эмиттер, Б - база, К — коллектор. Транзистор мос равишда иккита—эмиттер ва коллектор ўтишига эга. $p-n-p$ типдаги триодлар кўпроқ тарқалган.

Агар эмиттерли ўтишга 2-расмда кўрсатилганидек ўтказиш (тўғри) йўналишда кучланиш берилганида, у очик ҳолатда бўлади. Эмиттер зонасидаги заряд ташувчилар (берилган ҳол учун тешиклар) электр майдон таъсири остида эмиттерли ўтиш орқали база зонасига томон ҳаракатланади. Агар кучланиш коллекторли ўтишга ўтмайдиган (тескари) йўналишда уланган бўлса, базавий зонадаги электронлар коллекторли ўтишдан ўта олмайди, чунки ўтиш зонасидаги кучли электр майдон уларни тескари томонга ҳаракатланишига мажбур қилади. Худди шу сабабга кўра, коллектор зонасидаги тешиклар базавий зонага ўта олмайди. Бироқ эмиттер зонасидан базавий зонага ўтган тешиклар, худди шу электр майдон таъсири остида интенсив равишда коллектор зонаси томонга ҳаракатланади.



1- расм. Транзисторларнинг типи:

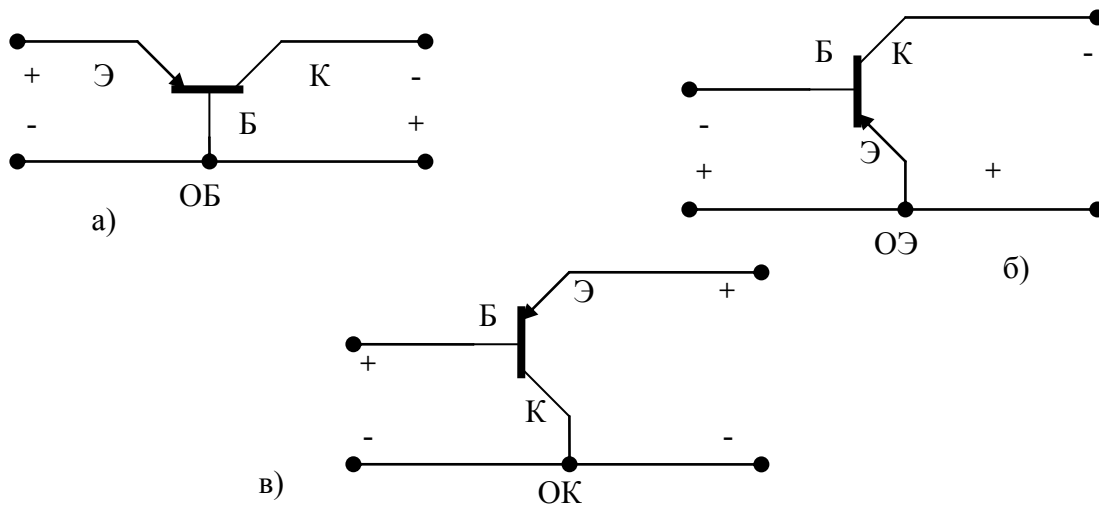
а — схемалардаги шартли график белгилар, б — структура схемалари, Э — эмиттер зонаси, Б — база зонаси, К—коллектор зонаси



2-расм. Умумий базали $p-n-p$ – типдаги транзистор ва таъминлаш манбаларини улаш схемаси

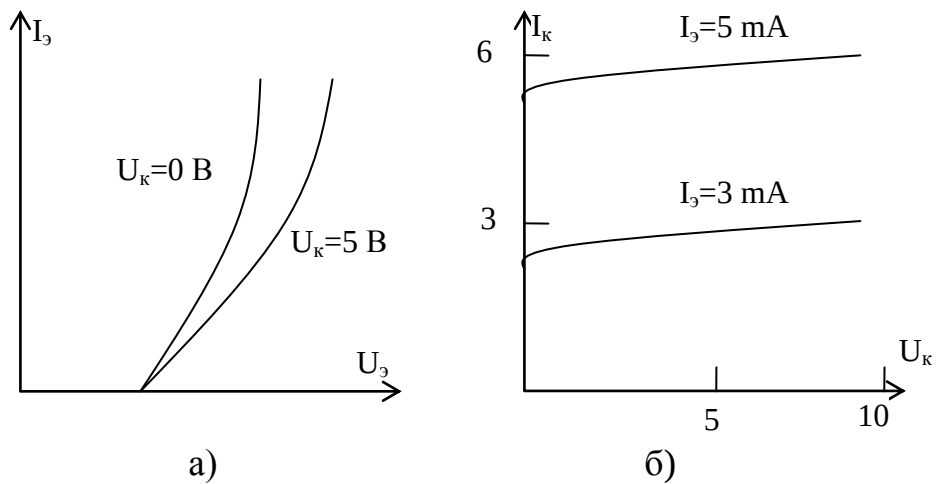
Базавий зона кенглиги иложи борица кичик қилинади, сабаб тешиклар эмиттер зонадан ўтганида база зонасида электронлар билан рекомбинацияланиб (нейтралланиб) улгурмаслиги лозим. Тешикларнинг озгина қисмигина, база зонасида ундаги электронлар билан рекомбинацияланади. Тешикларнинг асосий миқдори база зонаси орқали коллектор, зонасига ўтади. Эмиттер ва коллектор ўтишлар орқали ҳаракатланадиган тешиклар мос равишда эмиттер ва коллектор тоқларини ҳосил қилади. Эмиттер тоқининг коллектор тоқига бўлган нисбати триоднинг ток бўйича кучайтириш коэффициентини $\alpha = \Delta I_k / \Delta I_{\text{э}}$ деб аталади. Транзистор учта схема бўйича уланади: умумий базали ОБ (3- расм, а), умумий эмиттерли ОЭ (3-расм, б) ва умумий коллекторли ОК (3- расм, в). Бу ишда биринчи схемани текшириш кўзда тутилган.

Умумий базали схемада уланган транзисторнинг асосий характеристикаларига коллектор кучланиши ўзгармас бўлганида эмиттер тоқининг кучланишга боғлиқлигини ифодаловчи кириш характеристикаси (4-расм, а) - ҳамда эмиттер тоқи ўзгармас бўлганида коллектор тоқининг кучланишга боғлиқлигини кўрсатадиган чиқиш характеристикаси киради (4-расм, б). Бу характеристикалар 5- расмда кўрсатилган схема бўйича олинади.



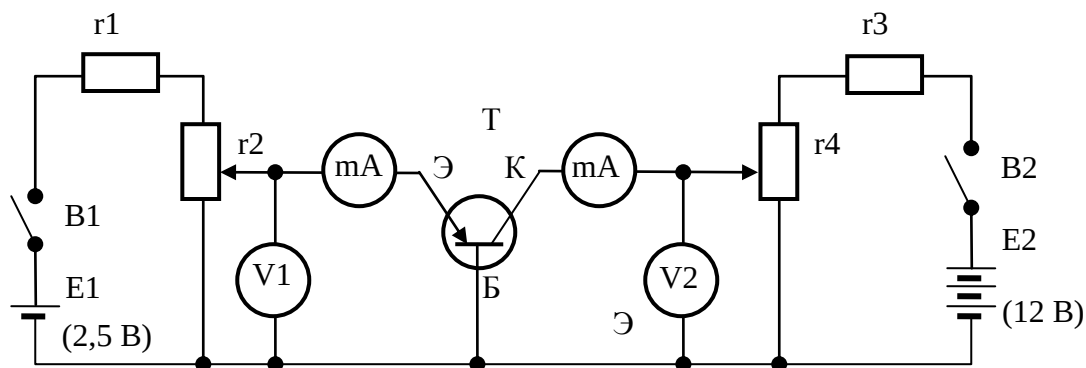
3-расм. Транзисторларни улаш схемаси:

а – умумий базали, б – умумий эмиттерли, в – умумий коллекторли



4-расм. Умумий базали транзисторнинг статик характеристикалари:

а—кириш характеристикаси, б—чиқиш характеристикаси



5-расм. Транзисторни текшириш схемаси:

T-транзистор. B1 ва B2 —ажратгичлар, E1 ва E2 —аккумуляторлар батареяси, r1 ва r2—резисторлар, r2 ва r4—потенциометрлар, V1 ва V2—вольтметрлар, mA—миллиамперметрлар

Керакли жиҳозлар

КТ 361 ёки МП41 транзистори	1та
30 ва 1 В ли ўзгармас ток вольтметри.....	1та
10 мА ли ўзгармас ток миллиамперметри.....	2та
240 Ом $\pm 10\%$ ли МТ-0,5 резистори.....	2 та
1 кОм, 30 мА ли потенциометр	2 та
5 А ли ажратгич.....	2 та
2НКН-45 аккумулятори ёки 2,5 В ли қуруқ батарея	1 та
5НКН-45 аккумулятори.....	2 та
Кесимининг юзи 1 мм ² , узунлиги 1 м бўлган улаш симлари.....	20 та

Ишни бажариш тартиби

Кириш характеристикаси коллектор кучланишининг иккита фиксацияланган қийматларида $U_{к1} = 0$, $U_{к2}=10$ В қуйидаги тартибда олинади:

1. Уланадиган элементларнинг қутблилигина текшириб (5- расмга қаранг) схемани йиғиш.

2. $B2$ ажратгични улаш ва потенциометр билан коллекторда биринчи фиксацияланган кучланишни ўрнатиш (иш жараёнида бу кучланиш қатъий ўзгартирмай сақланиши керак).

3. Ажратгич $B1$ билан эмиттер занжири уланади, потенциометр $r2$ билан эмиттерда кучланишнинг турли қийматларини (5—6 нуктда) 0 дан $+0,2\text{В}$ гача ўрнатиш ва эмиттердаги кучланишнинг ҳар бир қийматидаги ҳамма асбоб кўрсатишларини жадвалга ёзиш.

4. Потенциометр $r4$ билан коллекторда бошқа фиксацияланган кучланиш ўрнатиш ва уни ўзгаришсиз сақлаган ҳолда 3-пунктда кўрсатилган амалларини такрорлаш.

5. Жадвал маълумотлари бўйича $U_{к1}=0$; $U_{к2} = 10 \text{ В}$ бўлганда $I_э=f(U_э)$ эгрилик боғланишларини чизиш.

Чиқиш характеристикаси эмиттер токининг 3 ва 6 мА фиксацияланган иккита қийматида олинади.

1. Схемани йиғиш (5- расмга қаранг).

2. Ажратгич $B2$ билан транзисторнинг коллектор занжирини, ажратгич $B1$ билан эмиттер занжирини улаш ва потенциометр $r2$ билан эмиттер токининг биринчи фиксацияланган қийматини (иш жараёнида эмиттер токи ўзгартирмай сақланади) ўрнатиш.

3. Потенциометр $r4$ билан коллекторда турли кучланиш қийматларини (5—6 нуктага) ўрнатиш ва кучланишнинг, ҳамма қийматларида асбоб кўрсатишларини жадвалга ёзиб олиш.

4. Эмиттер токини иккинчи фиксацияланган қийматга ўрнатиш ва уни қатъий ўзгаришсиз сақланган ҳолда 3- пунктда кўрсатилган амалларни бажариш.

5. Жадвал маълумотларига кўра $I_{э1}=3 \text{ мА}$ ва $I_{э2}=6 \text{ мА}$ бўлганида $I_к=f(U_к)$ боғланишлар графикларини чизиш.

6. Ҳисобот тузиш.

Жадвал

Транзистор характеристикалари.

Характеристика	Тартиб номери	$U_э$, В	$I_э$, А	$U_к$, В	$I_к$, А
Кириш	1 2				

	3				
Чиқиш	1				
	2				
	3				

Ҳисоботнинг мазмуни

1. Ҳисоботнинг номи.
2. Ўлчаш асбоблари ва жиҳозларининг параметрлари.
3. Электр схема.
4. Ўлчанган катталиклар ёзилган жадвал.
5. Боғланиш графиклари: $U_K = const$ да $I_{\text{э}} = f(U_{\text{э}})$, $I_{\text{э}} = const$ да $I_K = f(U_K)$.

Назорат саволлари

1. Транзисторларнинг қандай типларини биласиз?
2. Транзисторнинг ток бўйича кучайтириш коэффиценти α нимани билдиради?
3. Транзисторлар қаерларда ишлатилади?

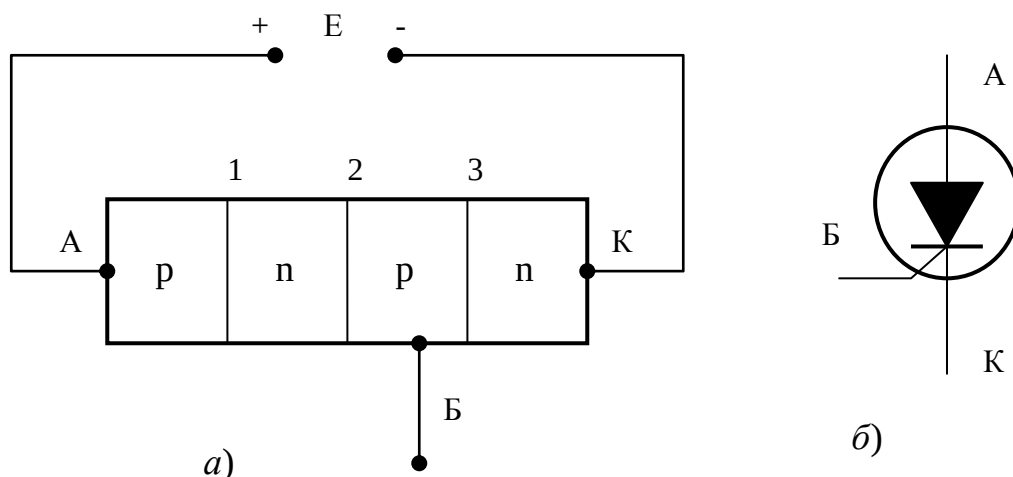
30 – тажриба иши. ТИРИСТОРНИ ТЕКШИРИШ ВА ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИНИ ОЛИШ

Ишнинг мақсади—тиристорнинг ишлаши, унинг асосий параметрлари ва характеристикалари билан танишиш.

Назарий қисм. Тиристор деб бир-бирига қарама-қарши йўналган учта $p-n$ - ўтиши бўлган ярим ўтказгичли асбобга айтилади (1-расм, a). Агарда тиристорга 1-расм, a да кўрсатилганидек E кучланиш уланса, ўтишлар 1 ва 3 га тўғри кучланиш, ўтиш 2 га эса тескари кучланиш берилган бўлади. E кучланиш кичик бўлганида ўтишлар 1 ва 3 дан ўтадиган тоқлар кичик ва ўтиш 2 берк бўлади. Агар E кучланиш оширилса ёки ўтиш 3 га (бошқариш электроди—катодга) ташқи манбадан қўшимча мусбат кучланиш берилса, ўтиш 3 очилади.

Электронлар n -зонадан ўтиш 3 ва ўтиш 2 орқали ўтади ва ўтишлар 1 ва 2 орасидаги n -зонада тўпланади, қисман эса ўтиш 1 орқали анодга ўтади. Тешиклар ҳам худди шундай p - зонадан ўтиш 1 ва ўтиш 2 дан ўтади ва қисман ўтиш 3 орқали катодга ўтиб, ўтиш 2 ва 3 лар орасидаги p - зонада тўпланади. Шундай қилиб, ўтишлар 1 ва 2 тўлиқ тўйинишга қадар янада кучли очилади ва кўчки тарзидаги жараён бошланади, бундан кейин тиристорни бошқариб бўлмайди.

Тиристорнинг асосий характеристикаси вольт-ампер характеристикасидир (2- расм). Бошқариш токи бўлмаганида ($I_g = 0$) тиристорни очиш учун унга улаш кучланиши U_y ни, бериш лозим. Бошқариш токи бўлганида тиристор аноднинг кичик кучланишида ҳам очилади. Тиристор очиладиган анод токи улаш токи I_y деб аталади. Тиристорни беркитиш учун анод токи тутиб туриш токидан - I_{mm} кичик бўлиши лозим.

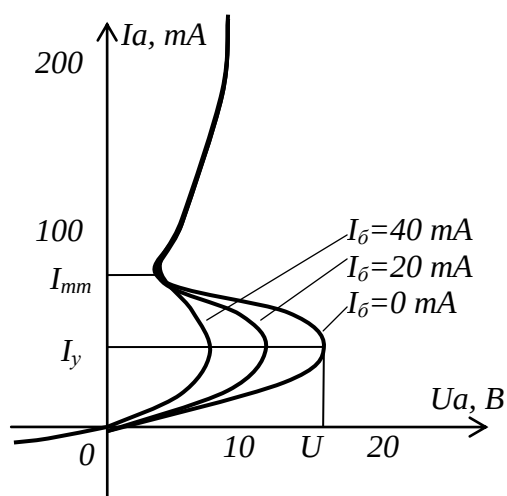


1- расм. Диодли тиристор (бошқариладиган диод):

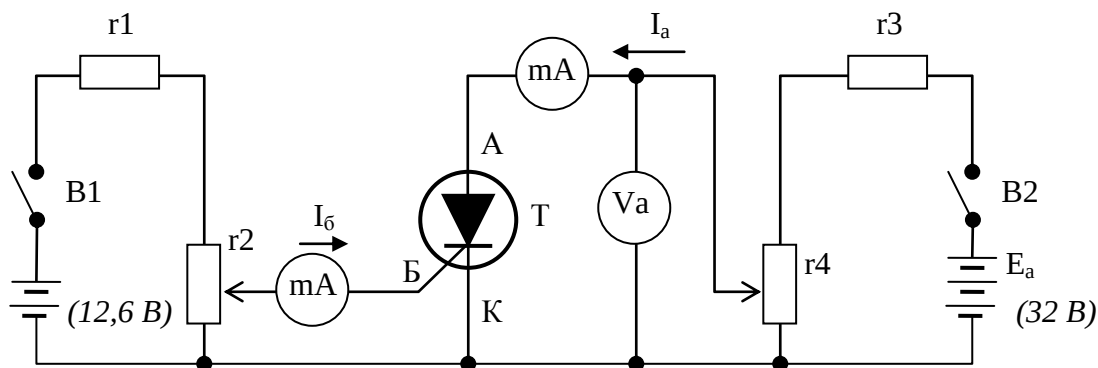
a — структура схемаси, *б* — p соҳасидан чиқарилган бошқаришли тиристорнинг шартли график белгиси; *A*—анод, *K*—катод, *B*—бошқариш электроди (рақамлар билан ўтишлар номери кўрсатилган)

Тиристор 3-расмда кўрсатилган схема бўйича текширилади ва унинг вольт-ампер характеристикаси олинади.

Тристорлар автоматиканинг турли қурилмаларида (масалан, электр юритманинг ростлаш схемаларида, ўзгарувчан ток кучланиш стабилизаторларида ва бошқаларда) кенг қўлланилади.



2-расм. Тиристорнинг вольт-ампер характеристики



3-расм. Тиристорни текшириш схемаси:

mA – миллиамперметрлар, V_a – вольтметр, E_δ ва E_a – бошқариладиган электрод ва анодни таъминлаш батареялари, $r1$ ва $r3$ – резисторлар, $r2$ ва $r3$ – потенциометрлар, $B1$ ва $B2$ – ажратгичлар

Керакли жиҳозлар

КУ201 А тиристори	1 та
30 В ли вольтметр	1 та
1 А ли амперметр	1 та
20 мА ли миллиамперметр	1 та
5НКН-45 таъминлаш батареяси	7 та
100 Ом, 10 Вт ли резистор (r1)	1 та
1000 Ом, 0,5 А ли потенциометр (r 2)	1 та
20 Ом, 2 А ли резистор (r 3)	1 та
200 Ом, 2 А ли потенциометр (r 4)	1 та
100 В, 10 А ли бир қутбли ажратгичлар	2 та
Кесимининг юзи 1 мм^2 , узунлиги 1 м бўлган улаш симлари	20 та

Ишни бажариш тартиби

Тиристорни текшириш учун бошқариш токининг $I_{\text{б1}} = 0$, $I_{\text{б2}} = 40$ мА, $I_{\text{б3}} = 100$ мА учта фиксацияланган қийматларида вольт-ампер характеристикалари қуйидаги тартибда олинади:

1. Схемани йиғиш (3-расмга қаранг) ва таъминлаш элементлари ва батареяларининг тўғри уланганлигини текшириш.
2. Ажратгич В1 ни улаш ва потенциометр r2 билан бошқариш токи $I_{\text{б1}}$ нинг биринчи фиксацияланган қийматини ўрнатиш.
3. Ажратгич В2 билан анод занжирини улаш ва потенциометр билан анод токининг 0 дан 1 А гача бўлган турли қийматларини (10 — 12 нукта) ўрнатиш.
4. Анод токининг ҳар бир қийматида асбоблар кўрсатишларини жадвалга ёзиб олиш.

Жадвал

Тиристорнинг вольт-ампер характеристикалари

Тартиб номери	$I_{\text{б}}$, мА	$I_{\text{а}}$, А	$U_{\text{а}}$, В	Эслатма
---------------	---------------------	--------------------	--------------------	---------

1				
2				
3				

5. Потенциометр r_2 билан бошқариш токининг бошқариш қийматларини ўрнатиш ва қатъий ўзгаришсиз сақлаб туриш ҳамда 3-ва 4-пунктлар бўйича амалларни такрорлаш.

6. Жадвал маълумотлари бўйича $I_{\beta 1} = 0$, $I_{\beta 2} = 40$ мА ва $I_{\beta 3} = 100$ мА бўлганда $I_a = f(U_a)$ боғланиш графигини чизиш ва шу график бўйича тиристорнинг улаш кучланиши, токи ва тутиб туриш токини аниқлаш.

Ҳисоботнинг мазмуни

1. Ҳисоботнинг номи.
2. Электр ўлчаш асбоблари ва жиҳозларининг параметрлари.
3. Ўлчаш схемаси.
4. Ўлчанган катталиклар ёзилган жадвал.
5. Боғланиш графиклари $I_a = f(U_a)$
6. График бўйича топилган улаш токи ва кучланишининг ҳамда тутиб туриш токининг катталиклари.

Назорат саволлари

1. Тиристор транзистордан нимаси билан фарқ қилади?
2. Тиристорни очиш учун нима қилиш лозим?
3. Очилганда тиристорда қандай жараён содир бўлади?
4. Тиристорнинг асосий характеристикалари ва параметрлари нима?
5. Волт-ампер характеристикаси бошқариш токига қандай боғланган?

31 – тажриба иши. ЯРИМ ЎТКАЗГИЧЛИ СТАБИЛИТРОННИ ТЕКШИРИШ

Ишнинг мақсади — ярим ўтказгичли стабилитроннинг тузилиши ва ишлаш принципи билан танишиш, унинг хусусиятларини текшириш; вольт-ампер характеристикасини олиш ва стабилитроннинг динамик қаршилигини аниқлаш.

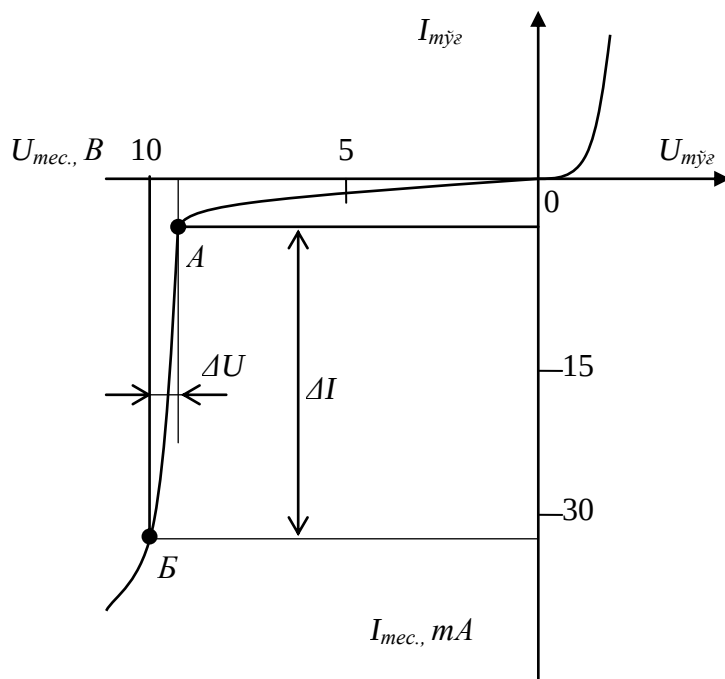
Назарий қисм. Ярим ўтказгичли стабилитрон деб, вольт-ампер характеристикасининг тескари тармоғидаги тешиб ўтиш соҳасида ишлайдиган ярим ўтказгичли диодга айтилади. 1-расмда кремнийли стабилитрон Д810 нинг вольт-ампер характеристикаси курсатилган. 10 В гача бўлган тескари кучланишда тескари ток унчалик катта эмас ва диоднинг n ва p зоналаридаги асосий ҳисобланмаган эркин элтувчиларнинг озгина миқдори билангина аниқланади. Тескари кучланиш 10 В дан ортиши билан диодни тешиб ўтиш ҳисобига ток кескин ортади. Иссиқлик тешиб ўтиши кўпроқ учрайдиган ясси тўғрилагичли диодлардан фарқли равишда стабилитронда тешиб ўтиш майдоний ёки кўчки тарзида бўлади. Майдоний тешиб ўтиш иккала зонадаги боғланган электронларнинг электр майдонининг ортиши натижасида эркин бўлиб қолганида юз беради, кўчки тарзидаги тешиб ўтиш эса майдон потенциали етарлича бўлганда ток ташувчиларнинг кўпайиши ҳисобига вужудга келади. ΔI ток кескин ўзгарадиган зонада тескари кучланиш жуда кам ўзгаради (1-расм, А ва Б нуқталар). Бу соҳада тескари кучланиш ўзгаришининг ток ўзгаришига боғлиқлигини стабилитроннинг динамик қаршилиги деб аталади

$$R_D = \frac{\Delta U}{\Delta I} .$$

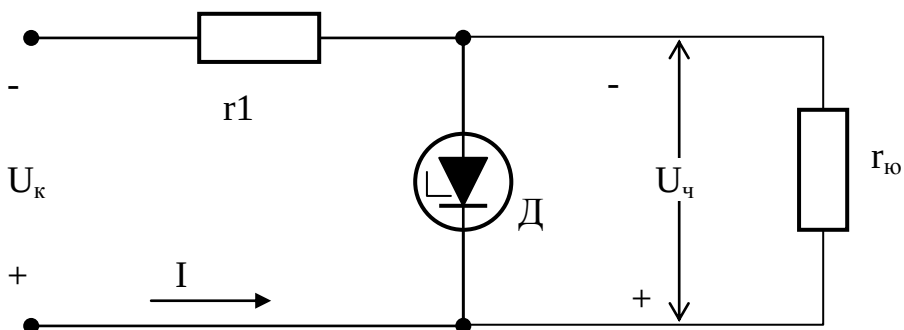
Динамик қаршилиқ R_D стабилитроннинг асосий параметри ҳисобланади ва кучланиш $U_{\text{тес}}$ нинг ток $I_{\text{тес}}$ ўзгаргандаги стабилизациялаш даражасини кўрсатади.

Стабилитроннинг кучланишни ўзгаришсиз сақлаб туриш хусусиятидан кучланиш стабилизаторларида фойдаланилади. 2-расмда электротехникада кенг қўлланиладиган кремнийли стабилитрондан иборат ўзгармас ток кучланиш стабилизаторининг параметрик схемаси кўрсатилган. Кириш кучланиши $U_{\text{кир}}$ ўзгарганда чиқиш кучланиши деярли ўзгармайди, чунки тескари ток $I_{\text{тес}}$ вольт-ампер

характеристикадаги A ва B нукталар билан белгиланган қийматлар чегарасидан четга чиқмайди (1-расмга қаранг). Резистор $r1$ орқали ўтадиган ток асосан қуйидаги ифодадан аниқланади:



1-расм. Кремнийли $D810$ стабилитронининг вольт-ампер характеристикаси



2- расм. Ярим ўтказгичли стабилитрондан тузилгап ўзгармас ток кучланиши стабилизаторининг параметрик схемаси:

D – ярим ўтказгичли стабилитрон, r_1 – резистор, $r_{ю}$ – юклама резистори

$$I = \frac{U_{кир} - U_{чик}}{r_1}.$$

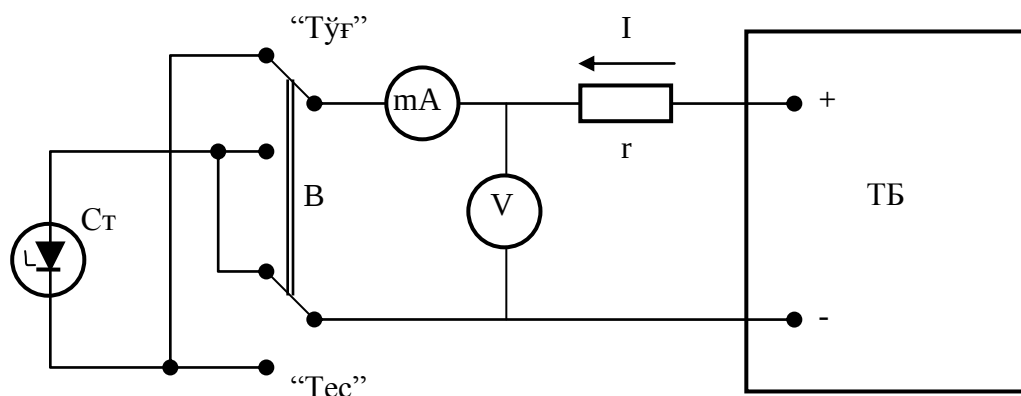
Кириш кучланиши $\Delta U_{кир}$ катталиққа ўзгарганида резистор орқали ўтадиган ток $\Delta U_{кир} / r_1$ катталиққа ўзгаради, чиқиш кучланиши $\Delta U_{чик}$ эса $\Delta U_{чик} R_D / r_1$ га ўзгаради.

Шундай қилиб, кучланишлар нисбати

$$\frac{\Delta U_{кир}}{\Delta U_{чик}} = \frac{r_1}{R_D}$$

бўлади ва схеманинг стабилизациялаш коэффициенти деб аталади. Стабилитроннинг динамик қаршилиғи R_D қанча кичик бўлса, стабилизациялаш коэффициенти шунча ката бўлади.

Стабилитрон 3- расмда кўрсатилган схема бўйича текширилади.



3- расм. Ярим ўтказгичли стабилитронни текшириш схемаси:

D – ярим ўтказгичли стабилитрон, mA – миллиамперметр, V – вольтметр, $TБ$ – таъминлаш блоқи, r – резистор, B – қайта улагич

Керакли жиҳозлар

0÷30 мА ли М366 ўзгармас ток миллиамперметри1 та
 15 В ли М366 ўзгармас ток вольтметри1 та
 30 В, 30 мА ли таъминлаш блоки1 та
 1 кОм, 1 Вт ли резистор1 та
 Д810 кремнийли стабилитрон1 та
 Икки ҳолатга ўрнатиладиган икки қутбли қайта улагич.....1 та
 Кесимининг юзи $0,75 \text{ мм}^2$, узунлиги 1 м бўлган
 улаш симлари10 та

Ишни бажариш тартиби

1. Схемани йиғиш (3-расмга қаранг).
2. Улагич B ни “Тўғ” тўғри ҳолатга ўрнатиш.
3. Таъминлаш блоки ТБ орқали стабилитронда турли кучланишлар (6—8 нукта) ни ўрнатиш ва кучланишнинг ҳар бир қийматидаги асбоб кўрсатишларини жадвалга ёзиб олиш.

Жадвал

Ярим ўтказгичли стабилитроннинг вольт-ампер характеристикаси

Қайта улагич B ҳолати	$U_{m\ddot{u}g}, B$	$I_{m\ddot{u}g}, mA$	U_{mec}, B	I_{mec}, mA	R_d, Om
“Тўғ” (тўғри ток)					
“Тес” (тескари ток)					

4. Улагич B ни “Тес” (тескари) ҳолатга ўрнатиш ва 3- пунктдаги амалларни такрорлаш.
5. Жадвал маълумотлари бўйича стабилитроннинг вольт-ампер характеристикасини чизиш.
6. Тескари кучланиш кам ўзгарадиган участкадаги стабилитрон динамик қаршилигини аниқлаш.

Ҳисоботнинг мазмуни

1. Ҳисоботнинг номи.
2. Электр ўлчаш асбоблари ва жиҳозларининг параметрлари.
3. Стабилитронни текшириш схемаси.
4. Ўлчанган катталиклар ёзилган жадвал.
5. Ўлчаш натижалари бўйича тузилган вольт-ампер характеристикаси.
6. Стабилитроннинг динамик қаршилигини ҳисоблаб топиш.
7. Хулосалар.

Назорат саволлари

1. Ярим ўтказгичли стабилитрон ярим ўтказгичли диоддан ишлаш принципи бўйича қандай фарқ қилади?
2. Ярим ўтказгичли стабилитроннинг вольт-ампер характеристикасида қандай ўзига хос хусусият бор?
3. Стабилитроннинг динамик қаршилиги қандай аниқланади?
4. Ўзгармас ток кучланиши стабилизатори схемасига ярим ўтказгичли стабилитронни қандай улаш керак?
5. Стабилитронлардан қайси бири яхши стабиллаиди, динамик қаршилиги кичик бўлганими ёки катта бўлганими?

ЭЛЕКТРОН ЖИҲОЗЛАР

32 - и ш. БИР ЯРИМ ДАВРЛИ ВА ИККИ ЯРИМ ДАВРЛИ ТЎҒРИЛАГИЧЛАРНИ ТЕКШИРИШ

Ишнинг мақсади - ўзгарувчан токни тўғрилашнинг турли схемалари билан танишиш ва ярим ўтказгичли венти́лларнинг хусусиятларини текшириш.

Назарий қисм. Ўзгарувчан ток тўғрилагичлари ёрдамида ўзгарувчан токни ўзгартириш, яъни тўғрилаш мумкин. Ўзгарувчан токни тўғрилашнинг бир неча хил схемалари мавжуд, ишлаш вақтида

улардан уч хилини ўрганиш кўзда тутилган, бир фазали бир ярим даврли, бир фазали икки ярим даврли ҳамда уч фазали икки ярим даврли.

Тўғрилашнинг бир ярим даврли бир фазали схемаси бир вентилли энг оддий схема ҳисобланади (1-расм, *а*). Юкламанинг r актив қаршилиги орқали ўтадиган тўғриланган ток эгри чизиғининг шакли 1-расм, *б* да кўрсатилган.

Ярим ўтказгичли вентил ўзидан ўзгарувчан токнинг фақат битта ярим тўлқинини ўтказди, бу эса вентилнинг вольт-ампер характеристикаси билан тушунтирилди: p -ўтказувчан қатламларга мусбат потенциал берилганида тўғрилагич орқали ток эркин ўтади. Потенциал ўзгарганда манфий потенциалда кучланишнинг худди шундай қийматида ток кучи бир неча марта кичиклашади, чунки бу йўналишда унинг қаршилиги бир неча марта ортади.

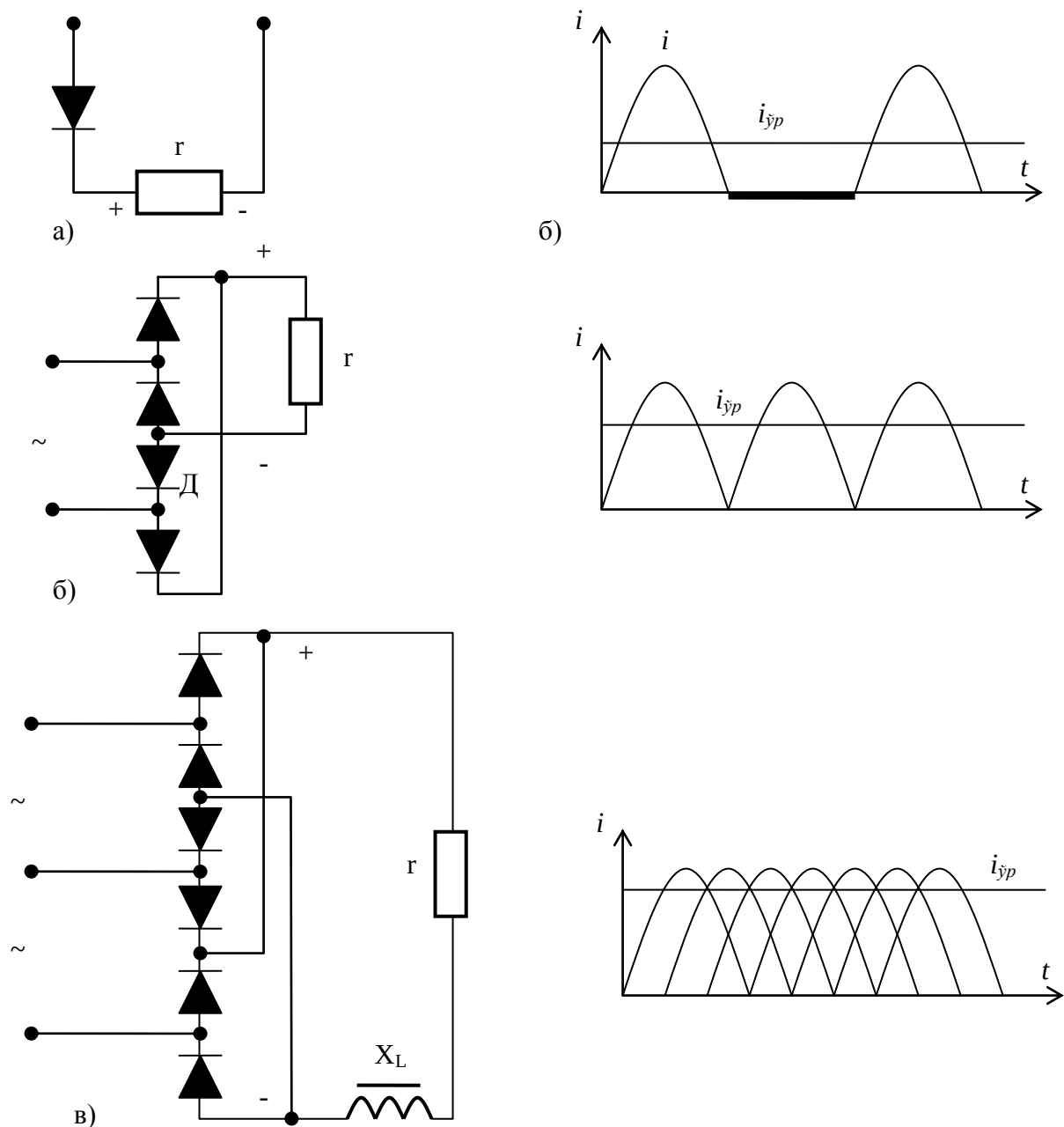
1-расм, *б* дан кўриниб турибдики, тўғриланган ток эгри чизиғининг шакли ўзгармас ток эгри чизиғининг шаклидан кескин фарқ қилади. Шунинг учун бир фазали ўзгарувчан токни бир ярим даврли тўғрилаш схемаси нисбитан кам ишлатилади.

Бир фазали ўзгарувчан токни тўғрилашнинг икки ярим даврли бир фазали кўприк схемаси тўртта вентилга (диод) эга (1-расм, *в*). Бу ҳолда ўзгарувчан токнинг ҳар бир ярим тўлқини тўғриланади ва тўғриланган токнинг шакли ўзгармас токка яқинлашиб боради. Тўғрилашнинг икки ярим даврли кўприк схемаси 1-расм, *г* да кўрсатилган бу ток кетма-кет иккита вентилдан ўтади, натижада тўғрилагичдаги исрофлар ортади ва тўғрилаш қурилмасининг ФИК анча камаяди. Бу схема аккумуляторларни зарядлаш ва ўлчаш техникасида кенг қўлланилади.

Тўғрилашнинг икки ярим даврли уч фазали кўприк схемаси уч фазали ўзгарувчан токни ўзгармас токка тўғрилаб беришда энг яхши схема ҳисобланади. Бу схемани совет олими проф. А. Н. Ларионов таклиф этган (1-расм, *д*). 1-расм, *е* дан кўриниб турибдики, тўғриланган ток эгри чизиғи шакли жиҳатидан текисланиб боради. Тўғриланган токни янада текислаш ва пульсланишини камайтириш учун кўпинча тўғриланган токни истеъмол қиладиган юкламага кетма-кет қилиб дроссел ва филтрлар, юкламага параллел қилиб конденсаторлар уланади.

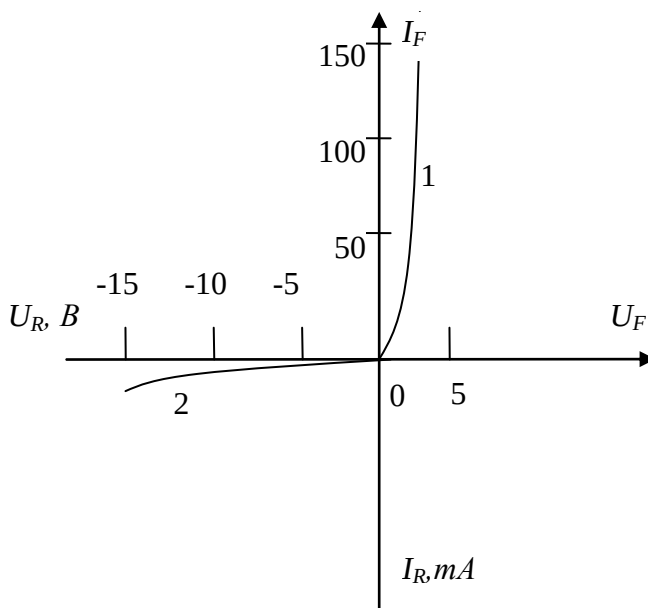
Бу схемадан катта қувватларда: катта тўғриланган ток талаб қилинадиган аккумуляторларни зарядлаш ва бошқа технологик мақсадларда кенг қўлланилади.

Токни тўғрилаш учун симобли, газли, ион-электронли тўғрилагичлар, тиратронлар, вакуумли тўғрилагичлар — электрон



1-расм. Ўзгарувчан токни тўғрилаш ва тўғриланган ток оний қийматларининг эгрилик шакли:

a ва $ш$ – бир фазали бир даврли схема ва эгри чизикнинг шакли, $в$ ва $г$ – бир фазали икки ярим даврли кўприк схема ва эгри чизик шакли, $д$ ва $е$ – уч фазали икки ярим даврли кўприк схема ва эгри чизик шакли, $Д$ – тўғрилагич (диодлардан ташкил топган), r – нагруканинг актив қаршилиги, X_L – ферромагнит ўзакли дроссел, i – тўғриланган токнинг қиймати, $i_{ўр}$ – тўғриланган токнинг ўртача қиймати



2-расм. Ярим ўтказгичли вентилнинг (диод) вольт-ампер характеристикаси:
1- тўғри ток, 2 – тескари ток

лампалар ва қаттиқ ярим ўтказгичли вентиллар мис (I)- оксидли, селенли, германийли ва кремнийли вентиллардан (диод) фойданилади.

Ҳозирги вақтда ярим ўтказгичли вентиллар кенг қўлланилмоқда, унинг асосий характеристикаси, вольт-ампер характеристикаси ҳисобланади (2-расм). Агар вентил токни фақат бир йўналишда ўтказиб, бошқа йўналишда бутунлай ўтказмаса, ишга ярокли ҳисобланади. Агар вентилнинг қаршилиги ўзгармас ток ўтганида икки йўналишда ҳам бир хил бўлса, демак, у тешилган ва ишлатиш учун яроқсиз, чунки ўзгарувчан ток ундан тўғри ва тескари йўналишда ҳам бир хил ўтади. Ярим ўтказгичли вентиллар $60\text{—}65^{\circ}\text{C}$ дан юкори бўлмаган температурада яхши ишлайди, шунга кўра уларни совутиш учун радиаторли қилиб тайёрланади. Вентиллар намга жуда таъсирчан

бўлганлиги учун уларнинг усти химоя лаки ёки сув юқтирмайдиган модда билан қопланади.

Керакли жиҳозлар

5 А ли ўзгарувчан ток амперметри 3 та
0÷5 А ли ўзгармас ток амперметри 2 та
0÷500 мА ли шчитавий магнитоэлектр миллиамперметр 1 та
0÷3В, 0÷15 В, 0÷30 В уч хил ўлчаш чегарали
ўзгармас ток вальтметри 2 та
10НКН-45 ва 4НКН-45 аккумуляторли батареяси 1 та
МД226 ярим ўтказгичли диод ($U_{\text{тес}} = 400 \text{ В}$) 2 та
10 Ом, 2,5 А га мўлжалланган симли потенциометр 1 та
Квадрат шайбали АВС -100 икки елкали селенли
тўғрилагич 4 та
Квадрат шайбали уч фазали кўприк схемали АВС-100
селенли тўғрилагич 3 комп.
40 А ли бир қутбли улагич 1 та
Электрон осциллограф 1 та
Кесимининг юзи $2,5 \text{ мм}^2$, узунлиги 1,5 м бўлган кўп
томирли улаш симлари 12 та
Кучланиши 220 В, қуввати 2 кВт, частотаси 50 Гц
бўлган уч фазали ўзгарувчан ток манбаи.

Ишни бажариш тартиби

1. Керакли жиҳозлар билан танишиш.
2. Битта ярим ўтказгичли вентил схемасини йиғиш ва асбобларни улаш (3-расм, а).
3. Тўғри ва тескари тоқларда битта шайбанинг вольт-ампер характеристикасини олиш (кучланиш 12 В дан ортмайди). Ўлчаш натижалари 1-жадвалга ёзилади ва улар бўйича битта шайбанинг вольт-ампер характеристикасини яшаш.

4. Тўғрилагичнинг икки ярим даврли бир фазали кўприк схемасини йиғиш (3-расм, б) ва осциллограф экранидан тўғриланган ток шаклини чизиш.

1-жадвал

Ярим ўтказгичли вентилнинг битта шайбасининг волт-ампер характеристикаси.

Тажриба номери	Ўлчанган			Ҳисобланган	Эслатма
	U_1 , В	I_1 , мА	I_2 , А	r , Ом	
					Тўғри ток
					Тескари ток

Тўғрилагич юклама остида бўлганидаги асбоблар кўрсатишларини 2-жадвалга ёзиш.

2-жадвал

Тажриба номери	Тармоқ		Тўғриланган ток			Эслатма
	U_1 , В	I_1 , мА	U_2 , мА	I_2 , А	$P = U_2 I_2$, Вт	

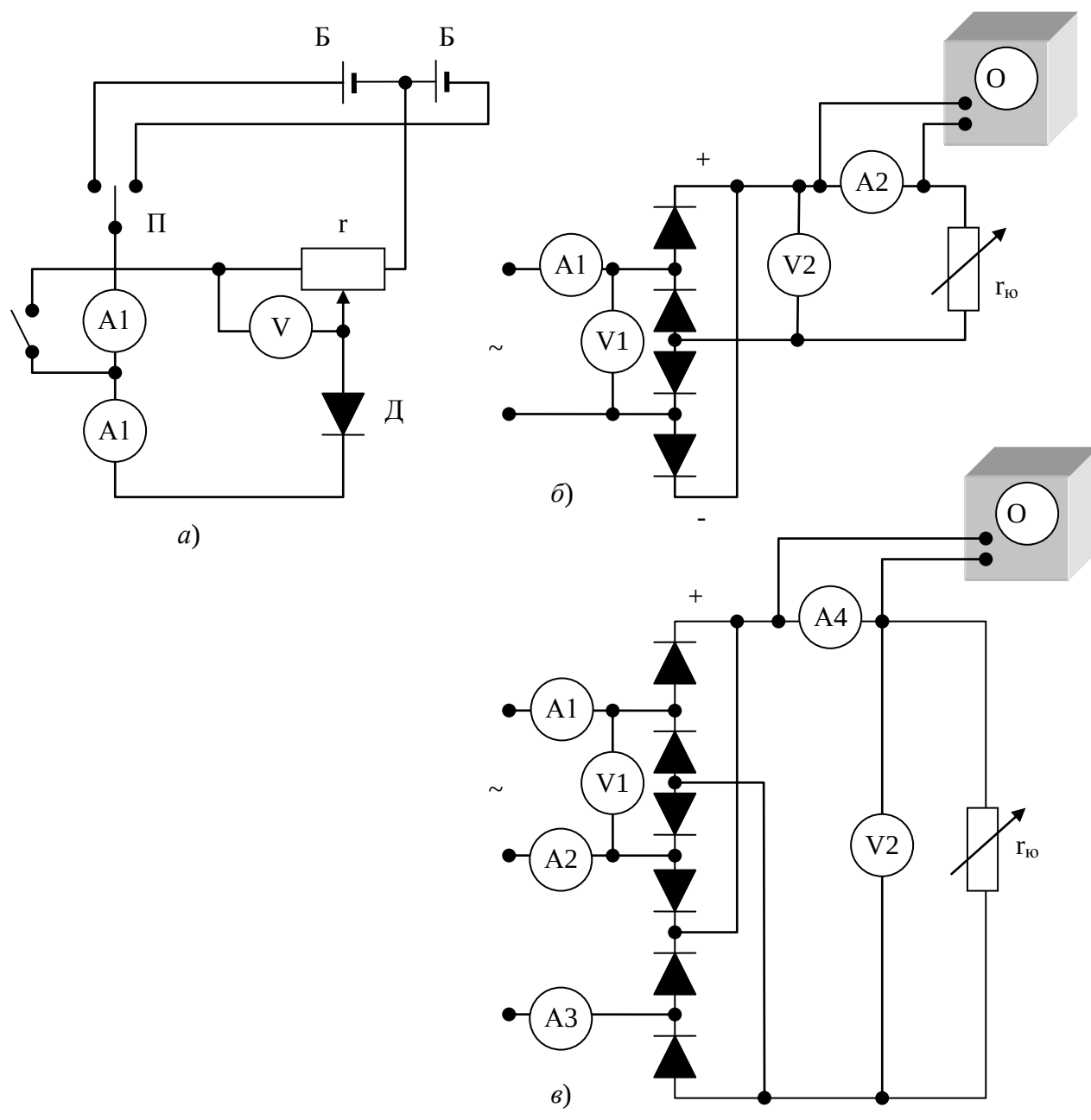
5. Тўғрилагичнинг икки ярим даврли уч фазали кўприк схемасини йиғиш (3- расм, в), тўғрилагичга юклама улаш, асбоблар кўрсатишларини 3-жадвалга ёзиш ва осциллограф экранидан тўғриланган токнинг шаклини калка қоғозга чизиб олиш.

3- жадвал

Икки ярим даврли уч фазали кўприксимон ярим ўтказгичли тўғрилагични текшириш.

Тажриба номери	Тармоқ токи				Тўғриланган ток			Эслатма
	U_1 , В	I_1 , мА	I_2 , мА	I_3 , А	U_2 , мА	I_4 , А	$P = U_2 I_4$, Вт	
								Дросселсиз
								Дросселли

6. Тўғриланган ток занжирига дросселни улаш ва ўлчашларни такрорлаш. Асбоблар кўрсатишларини 3-жадвалга ёзиш.



3- расм. Асбобларни текшириш учун улаш схемалари:

а—тўғрилагичнинг бир элементини, б—бир фазали икки ярим даврли кўприкли тўғрилагични, в - уч фазали икки ярим даврли кўприкли тўғрилагични, $r_{ю}$ - юклама резистори. О - электрон осциллограф, Д — МД226 диоди

7. Ҳисобот тузиш ва тўғрилашнинг турли схемаларини текшириш натижалари ҳамда турли схемалар билан тўғирлаш сифати ҳақида хулосалар.

Ҳисоботнинг мазмуни

1. Ҳисоботнинг номи.
2. Вентиллар, электр ўлчаш асбоблари ва жиҳозларининг параметрлари.
3. Битта вентилни текшириш вақтида асбобларни улаш схемаси (3-расм), текшириш натижалари ёзилган 1-жадвал ҳамда вентил бир шайбасининг 1- жадвал бўйича чизилган вольт-ампер характеристикаси.
4. Бир фазали кўприкли тўғрилагичнинг уланиш схемаси (3-расм, б), текшириш натижалари ёзилган 2- жадвал ҳамда тўғрилагичнинг 2-жадвал бўйича чизилган вольтампер характеристикаси.
5. Уч фазали, кўприкли тўғрилагичнинг уланиш схемаси (3-расм, в), текшириш натижалари ёзилган 3-жадвал ҳамда, унинг 3- жадвал бўйича чизилган вольт-ампер характеристикаси.
6. Хулосалар.

Назорат саволлари

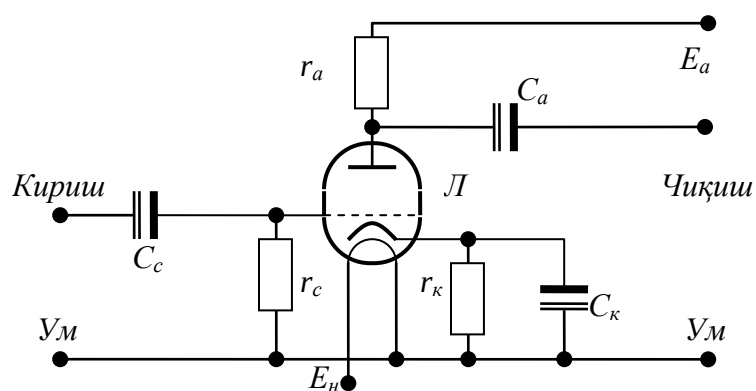
1. Ярим ўтказгичли тўғрилагич нима ва у нима учун ўзгарувчан токни тўғрилайди?
2. Сиз қандай типдаги тўғрилагичларни биласиз?
3. Тўғрилаш шайбалари қандай схемалар бўйича уланади?
4. Селенли тўғрилагичнинг битта шайбасига қандай максимал кучланиш бериш мумкин?
5. Текшириб кўрилган тўғрилагичлардан қайси бири энг яхши тўғрилаш хусусиятига эга?

33-тажриба иши. ПАСТ ЧАСТОТАЛИ РЕЗИСТОРЛИ КУЧАЙТИРГИЧНИ ТЕКШИРИШ

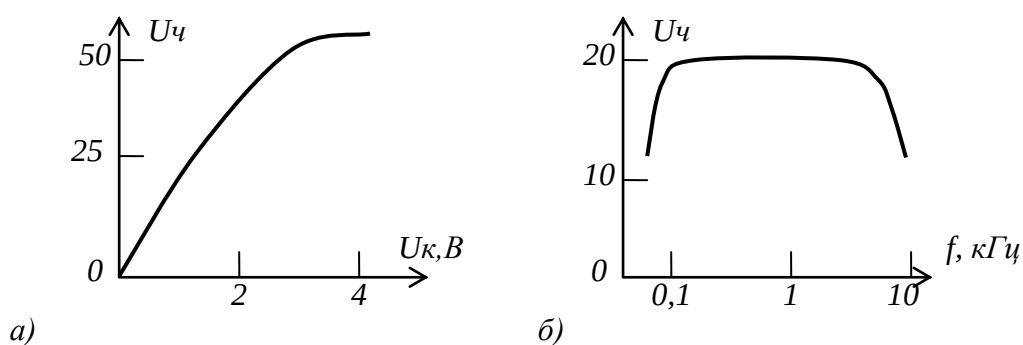
Ишнинг мақсади—резисторлардаги паст частотали кучайтиргичларнинг схемаси ва иши билан танишиш ҳамда унинг характеристикаларини ва асосий параметрларини (кучайтириш коэффиценти, ўтказиш полосаси ва максимал чиқиш қувватини) аниқлаш.

Назарий қисм. Триод, тетрод ёки пентодларда кучайтириш коэффицентининг мавжудлиги улардан кучланиш ёки ток кучайтиргичлари ҳосил қилиш имконини беради, улар кучсиз электр сигналларини ижро қурилмалари (карнай, кинескоп, реле, электр двигател ва бошқалар) нинг ишлаши учун етарли даражада кучайтириб беради.

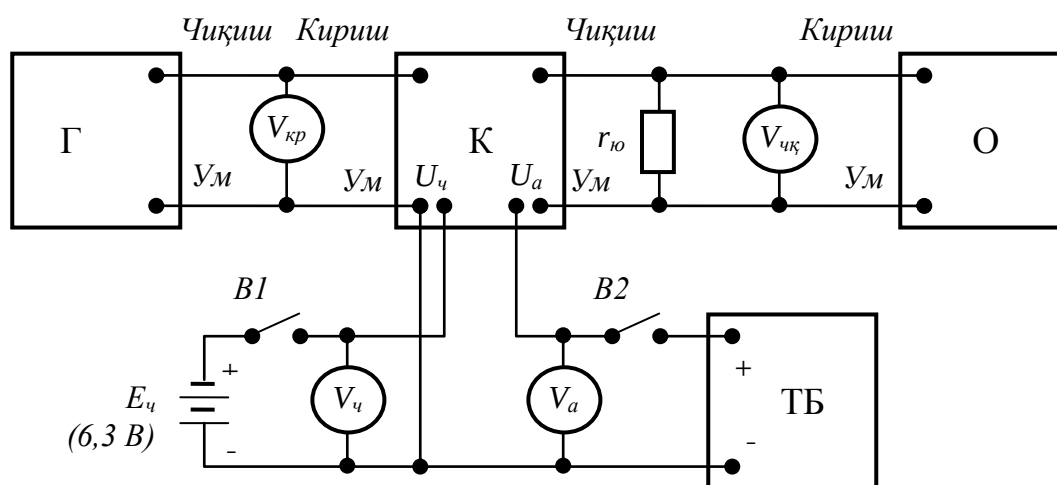
Резисторлардаги паст частота кучланиши кучайтиргичларнинг схемаси 1-расмда келтирилган. Агар кучайтиргич киришига паст частота кучланиши берилса, унинг чиқишида бу частота кучланиши анча катта қийматга эришади. Кучайтиргич чиқиш кучланишининг кириш кучланишига бўлган нисбати кучланиш бўйича кучайтириш коэффиценти бўлиб, кучайтиргичнинг асосий параметри ҳисобланади. Чиқиш кучланишининг кириш кучланишига боғлиқлиги кучайтиргичнинг амплитуда характеристикаси деб аталади (2-расм, а).



1-расм. Резисторлардан тузилган паст частотали кучайтиргич схемаси:
Л – триод, r_c , r_k , r_a – резисторлар, C_c , C_κ , C_a – конденсаторлар



2- расм. Паст частотали кучайтиргичнинг асосий характеристикалари:
а – амплитуда характеристикаси, б – частота характеристикаси.



2-расм. Паст частотали кучайтиргични текшириш схемаси:

Γ – товуш частоталарининг генератори, K – паст частота кучайтиргичи, $r_{ю}$ – юклама, $V_{кр}$, $V_{чк}$ – ўзгарувчан ток вольтметри, $V_{ч}$, $V_{а}$ – ўзгармас ток вольтметрлари, $E_{ч}$ – чўғланиш батареяси, $TБ$ – анодни таъминлаш блоки, O – осциллограф, $B1$, $B2$ – ажраткичлар

Кучайтириш коэффициентининг кириш кучланиши частотасига боғлиқлигини аниқлаш учун частота характеристикаси олинади (2-расм, б). Бу иккала характеристика ҳам кучайтиргичнинг асосий характеристикаси бўлиб, унинг асосий параметрларини: кучайтириш коэффициенти, максимал чиқиш қуввати ва ўтказиш полосасини аниқлаш имконини беради. Бу характеристикалар 3-расмда кўрсатилган схема бўйича олинади.

Керакли жиҳозлар

Овоз частоталари генератори ГЗ-34	1 та
300 В гача паст частотали кириш ва чиқиш кучланишларини ўлчаш учун ўзгарувчан ток вольтметри ВЗ-2А	2 та
300 ва 10В ли ўзгарас ток вольтметри	1 тадан
Паст частота осциллографи С1 — 117.....	1 та
Чўғланиш батареяси 5НКН - 45	1 та
250 В, 1 А ли анодни таъминлаш блоки	1 та
100 кОм, 1 Вт ли резистор	1 та
Ажраткичлар	2 та
Кесимининг юзи $0,75 \text{ мм}^3$, узунлиги 1,5 м бўлган улаш сими	15 та
Паст частота кучайтиргичларига қуйидагилар киради:	
триод 6С1П	1 та
резистор (r_c) 0,5 Мом, 0,5 Вт	1 та
резистор (r_a) 25 кОм, 2 Вт	1 та
резистор (r_k) 1,2 кОм, 0,5 Вт	1 та
конденсатор (C_c , C_a) 0,015 мкФ, 500 В	2 та
электролитик конденсатор (C_k) 10 мкф, 30 В	1 та

Эслатма. Кучайтиргич олдиндан йиғиб қўйилган бўлиши керак.

Ишни бажариш тартиби

Частота характеристикаси фиксацияланган кириш кучланиши $U_{\text{кир}}=1\text{В}$ бўлганда қуйидаги тартибда олинади:

1. Паст частота кучайтиргични синаш схемасини тузиш ва анодни таъминлаш занжиридаги ($+ E_a$) улашларнинг тўғрилигини синчиклаб текшириш.

2. Ажратгич $B1$ билан кучайтириш лампасининг чўғланиш занжирини улаш ва уни 1 мин давомида қиздириш.

3. $TБ$ таъминлаш блокада (анодни) таъминлаш кучланиши 250В ни ўрнатиш, ажратгич $B2$ ни уланган ҳолатга ўтказиш, вольтметр V_a даги кучланишни назорат қилиш.

4. Генератор G да 1 В ли паст частотали кучланишни ўрнатиш ва шундай сақлаб туриш (вольтметр $V_{кр}$ билан назорат қилиб туриш).

5. Генератор G да турли частоталарни (20 дан 20000 Гц гача, $15—20$ нуктани) белгилаш ва ҳар бир частотадаги асбоб кўрсатишларини жадвалга ёзиб олиш, шу кўрсатишлар бўйича кучайтиргич чиқиш кучланишининг частотага боғлиқлик $U_{чк} = \varphi(f)$ графигини чизиш.

6. Олинган график бўйича 100 , 1000 ва 10000 Гц частоталарда кучайтириш коэффициентини ҳамда кучайтиргичнинг ўтказиш полосасини аниқлаш.

Амплитуда характеристикаси 1000 Гц частотада қуйидаги тартибда олинади:

1. Ажраткич $B1$ билан кучайтириш лампасининг чўғланиш занжирини улаш ва уни 1 мин давомида қиздириш.

Жадвал

Резисторлардаги паст частота кучайтиргичнинг характеристикалари

Характеристика	Тартиб номери	$U_{кр}, \text{В}$	$f, \text{Гц}$	$U_{ч}, \text{В}$	$U_a, \text{В}$	$U_{чк}, \text{В}$	Чиқиш кучланишининг шакли
Частота							

характеристикаси							
Амплитуда характеристикаси							

2. Таъминлаш блоки ТБ да анодни таъминлаш кучланиши 250 В ўрнатиш, ажратгич В2 ни уланган ҳолатга келтириш ва кучланишни вольтметр V_a бўйича контрол қилиш.

3. Генератор Г да 1000 Гц частотани ўрнатиш.

4. Генератор Г да турли (0,1 дан 10 В гача 12-15 нуқтада) кучланиш қийматларини ўрнатиш (уларни $V_{кр}$ вольтметри билан назорат қилиш), кучланишнинг ҳар бир қийматида $U_{кр}$ асбоб кўрсаткичларини жадвалга ёзиб олиш, осциллографдаги кучланиш шаклининг оғиши кузатиладиган кучланишни аниқлаш. Жадвал маълумотлари бўйича боғланиш графиги $U_{чк} = \varphi(U_{кр})$ чизиш.

5. Олинган график бўйича чизиғий боғланиш чегарасини ва чиқиш кучланишининг шаклида сезиларли оғиш бўлмаганда нагрузкадаги максимал чиқиш қувватини аниқлаш.

Ҳисоботнинг мазмуни

1. Ҳисоботнинг номи.
2. Асбоблар, жиҳозлар ва аппаратлар параметрлари.
3. Кучайтириш схемаси ва уни текшириш.
4. Синаш натижалари ёзилган жадвал.
5. $U_{чк} = \varphi(f)$ ва $U_{чк} = \varphi(U_{кр})$ боғланишларнинг графиклари ҳамда кучайтиргич параметрларининг ҳисобланган қийматлари.
6. Хулосалар.

Назорат саволлари

1. Паст частотали кучайтиргич нима ва уни қандай электрон асбоблардан йиғиш мумкин?
2. Паст частотали кучайтиргичининг асосий параметрларига нималар киради ва улар қандай аниқланади?

3. Резисторлардан тузилган паст частотали кучайтиргичларининг частота характеристикасининг пастки ва юқориги чегараси нима билан фарқ қилади?
4. Катта кириш кучланишларида чиқиш кучланишининг шакли нима сабабдан оғади?

34-тажриба иши. ТРАНЗИСТОРЛИ ПАСТ ЧАСТОТАЛИ КУЧАЙТИРГИЧНИ ТЕКШИРИШ

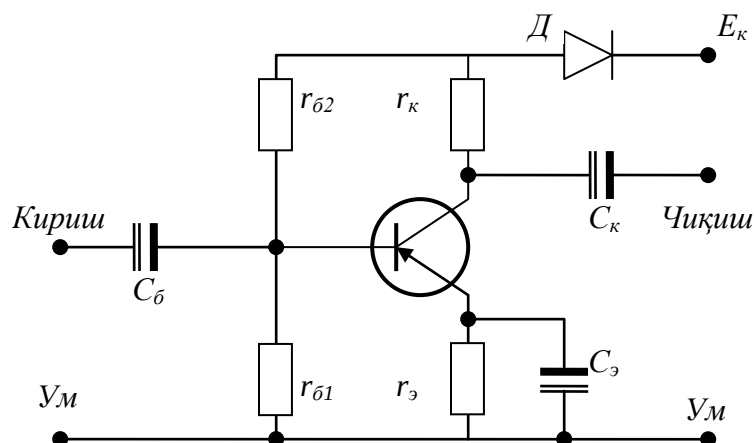
Ишнинг мақсади – транзисторли паст частотали кучайтиргич ва унинг ишлаши билан танишиш, унинг асосий параметрларини текшириш ва характеристикасини олиш.

Назарий қисм. Агар транзисторли паст частотали кучайтиргичда электрон лампа ўрнида транзистор қўлланилган бўлса, бундай кучайтиргич транзисторли дейилади. Чўғланиш занжирининг бўлмаганлиги сабабли у лампали кучайтиргичларга нисбатан тежамли ва узоққа чидамли бўлади. Транзисторли кучайтиргичнинг габарити ва массаси электрон лампали кучайтиргичларга нисбатан анча кичик. Транзисторли кучайтиргичнинг бу муҳим афзалликлари жиҳознинг параметрларини ва ишлаш характеристикаларини сезиларли даражада яхшилаш имконини беради. Масалан, транзисторли радионинг тегишли синфидаги электрон лампали радиога нисбатан массаси 2-3 марта, электрэнергия истеъмол қилиши эса 3-10 марта кам, чидамлилиги эса 20-50 марта ортиқ. Ўлчаш техникаси, автоматика ва телемеханика, шунингдек, маълумотларни қайта ишлаш ва узатиш жиҳозларида кўрсатилган характеристикалардаги фарқ яққол сезилади.

Транзисторли паст частотали кучайтиргичнинг энг кўп тарқалган схемаси 1-расмда келтирилган. Транзистор Т умумий эмиттерли схема бўйича уланган, бу эса кучланиш бўйича энг катта кучайтириш коэффициентини таъминлайди. Транзисторли кучайтиргичнинг яна бир

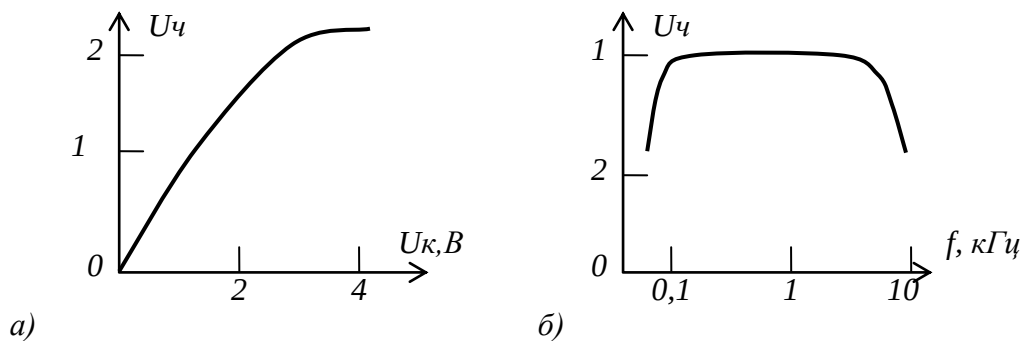
қимматли хусусиятларидан бири таъминлаш кучланишининг унча юқори эмаслигидир (берилган схемада электрон лампали кучайтиргичдаги 250 В анод кучланиши ўрнига 12,6 В талаб қилинади). Транзисторли кучайтиргичларнинг ҳам асосий характеристикалари, электрон лампали кучайтиргичлардаги каби, частота ва амплитуда характеристикалари ҳисобланади. (2-расм).

Транзисторли кучайтиргич 3-расмда келтирилган схема бўйича текширилади. Кучайтиргичнинг киришига товуш частотаси ташқи генератори Г дан паст частота кучланиши берилади. Кириш ва чиқиш кучланишлари ўзгарувчан ток вольтметрлари $V_{кр}$ ва $V_{чк}$ билан ўлчанади, чиқиш кучланишининг шакли осциллограф экранидан кузатилади.

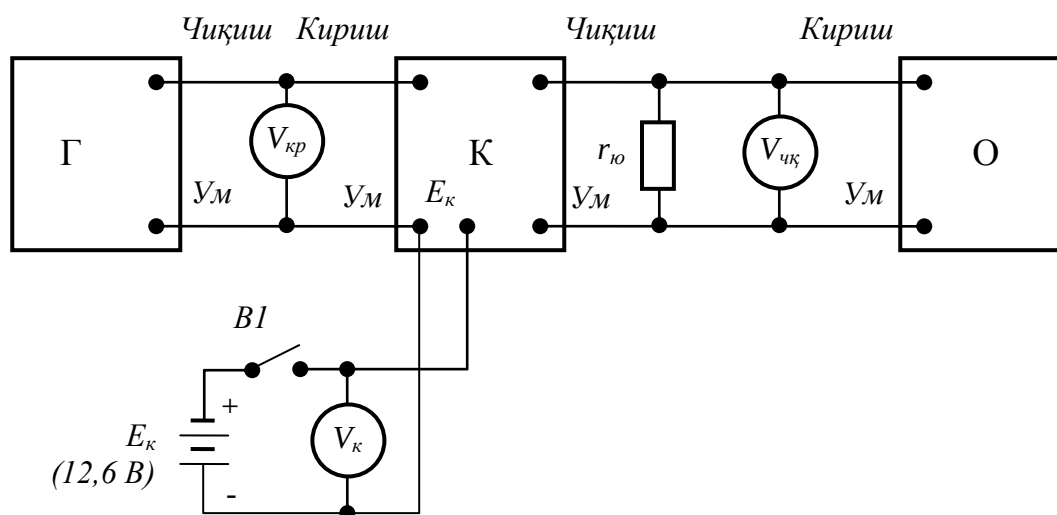


1-расм. Транзисторли паст частотали кучайтиргичнинг схемаси:

T – транзистор, $r_{б1}$, $r_{б2}$, $r_{э}$, $r_{к}$ – резисторлар, $C_{б}$, $C_{э}$, $C_{к}$ – конденсаторлар, D – диод



2-расм. Транзисторли паст частотали кучайтиргичнинг асосий характеристикалари: а – амплитуда характеристикаси, б – частота характеристикаси



3-расм. Паст частотали транзисторли кучайтиргични текшириш схемаси: Γ – товуш частоталарининг генератори, K – паст частота кучайтиргичи, $r_{ю}$ – юклама, $V_{кп}$, $V_{чк}$ – ўзгарувчан ток вольтметри, V_k – ўзгармас ток вольтметрлари, E_k – таъминлаш батареяси, O – осциллограф, $B1$ – ажратгичлар

Керакли жихозлар

Овоз частоталари генератори ГЗ-341 та
 300 В гача паст частотали кириш ва чиқиш
 кучланишларини ўлчаш учун ўзгарувчан
 ток вольтметри В7-2А ёки Ф564

электрон ўзгарувчан ток вольтметри	2 та
15 В ли ўзгармас ток вольтметри	1 та
Паст частота осциллографи С1 — 117.....	1 та
Таъминлаш батареяси 5НКН - 45	2 та
5,1 кОм, 1 Вт ли резистор	1 та
Ажратгичлар	1 та
Кесимининг юзи $0,75 \text{ мм}^3$, узунлиги 1,5 м бўлган улаш сими	15 та
Паст частота кучайтиргичларига қуйидагилар киради:	
Транзистор КТ 361 ёки МП 41.....	1 та
резистор ($r_{б1}$, r_k) 1 кОм, 1 Вт	2 та
резистор ($r_{б2}$) 8,2 кОм, 0,5 Вт	1 та
резистор (r_3) 200 Ом, 0,5 Вт	1 та
конденсатор ($C_б$, C_k) 1 мкФ, 20 В	2 та
конденсатор (C_3) 10 мкф, 20 В	1 та
ярим ўтказгичли диод Д9.....	1 та

Эслатма. Кучайтиргич олдиндан йиғиб қўйилган бўлиши керак.

Ишни бажариш тартиби

Частота характеристикаси ўрнатилган кириш кучланиши $U_{кр}=0,1 \text{ В}$ да қуйидаги тартибда олинад:

1. Паст частотали транзисторли кучайтиргичнинг текшириш схемасини йиғиш, таъминлаш батареяларининг тўғри уланганлигини текшириш.

2. Ажратгич В1 билан кучайтиргични таъминлаш занжирини улаш. Генератор Г да 0,1 В га тенг бўлган паст частотали кучланишни ўрнатиш ва уни сақлаб туриш ($V_{кр}$ вольтметри билан назорат қилиб туриш).

3. Генератор Г да турли частоталарни (20 дан 20000 Гц гача 15-20 нуктани) ўрнатиш, асбоблар кўрсатишларини жадвалга ёзиб олиш ва жадвал маълумотлари бўйича кучайтиргичнинг чиқиш кучланишини частотага боғлиқлик графигини яшаш.

Паст частотали транзисторли кучайтиргичнинг характеристикалари

Характеристика	Тартиб номери	$U_{кр}, В$	$f, Гц$	$U_{к}, В$	$U_{чк}, В$	Чиқиш кучланишининг шакли
Частота характеристикаси	1					
	2					
	3					
Амплитуда характеристикаси	1					
	2					
	3					

4. Олинган график бўйича 100, 1000 ва 10000 Гц частоталардаги кучайтириш коэффициентини ҳамда кучайтиргичнинг ўтказиш полосасини аниқлаш.

Амплитуда характеристикаси 1000 Гц частотада қуйидаги тартибда олинад:

1. Ажратгич В1 билан кучайтиргичнинг таъминлаш занжирини улаш. Генератор Г да 1000 Гц частотани ўрнатиш.

2. Генератор Г да паст частотали турли кучланишларни ўрнатиш: 0,01 дан 0,1 В гача 12-15 нукта (улар вольтметр V_k билан назорат қилинад), кириш кучланишининг ҳар бир қийматидаги асбоб кўрсатишларини жадвалга ёзиб олиш, кучланишнинг шакли осциллографдан визуал кузатилади, шакл оғандаги кучланишларни белгилаш ва ёзиб олиш. Жадвал маълумотлари бўйича $U_{кр} = \varphi(U_{чк})$ боғлиқлик графигини тузиш.

3. Олинган график бўйича чизиғий боғланиш чегарасини ва юкламадан чиқиш кучланишида сезиларли оғиш бўлмаганидаги максимал чиқиш қувватини аниқлаш.

Ҳисоботнинг мазмуни

1. Ҳисоботнинг номи.
2. Асбоблар ва жиҳозлар параметрлари.
3. Кучайтиргич схемалари ва уларни текшириш.

4. Текшириш натижалари ёзилган жадвал.

5. $U_{чк} = \varphi(f)$ ва $U_{чк} = \varphi(U_{кр})$ боғланиш графиклари ва кучайтиргичнинг ҳисобланган параметр қийматлари.

Назорат саволлари

1. Транзисторли кучайтиргичда электрон лампа ўрнига қандай элемент фойдаланилади?

2. Транзисторли паст частотали кучайтиргичларнинг қандай асосий параметрлари бор?

3. Транзисторли паст частотали кучайтиргич электрон лампали кучайтиргичларга нисбатан қандай афзалликларга эга?

4. Паст частотали кучайтиргичнинг частота характеристикасини кенгайтириш учун нима қилиш керак?

5. Транзисторли паст частотали кучайтиргичнинг частота характеристикасининг юқори чегараси қандай аниқланади?

6. Транзисторли паст частотали кучайтиргич амплитуда характеристикаси чизигий қисмининг чегараси қандай аниқланади?

35 – тажриба иши. ЎЗ - ЎЗИДАН УЙҒОНУВЧИ ЭЛЕКТРОН ГЕНЕРАТОРЛАРНИ ТЕКШИРИШ

Ишнинг мақсади — ўз-ўзидан уйғонувчи электрон генераторнинг тузилиши ва ишлаш принципи билан танишиш; уни синаш, асосий параметрларини аниқлаш, генерация юз берадиган тескари боғланиш коэффициентини аниқлаш.

Назарий қисм. Агар кучайтиргичнинг чиқиши билан кириши туташтирилса, сўнмайдиган электр тебранишлар учун шароит яратилиши мумкин. Бундай боғланиш тескари алоқа деб аталади. 1-расмда тескари алоқали паст частота кучайтиргичининг схемаси кўрсатилган. Агар тескари алоқа кучланиши $U_{т.а}$ кириш кучланиши $U_{кр}$ га фаза бўйича қарама - қарши бўлса, бундай алоқа манфий алоқа деб аталади. Манфий тескари алоқани киритиш кучайтиргичнинг ишлаш

тўрғунлигини ошириши ва унинг частота характеристикасини яхшилаши мумкин, бу эса паст частота кучайтиргичларида (масалан, радио эшиттириш ва телевизион истеъмолчиларда, автоматика ва телемеханика жиҳозларида) кенг қўлланилади.

Агар тескари алоқа кучланиши $U_{т.а}$ кириш кучланиши $U_{кр}$ билан фаза бўйича мос келса, бундай тескари алоқа мусбат боғланиш (алоқа) деб аталади. Мусбат тескари алоқа кучланиши кириш кучланишидан катта бўлса, унинг киришига ташқи генератор уланганми, уланмаганми, бари-бир кучайтиргич сўнмас электр тебранишлар генератори бўлиб қолади. Бундай кучайтиргич уланганида унда ток ва кучланиш сакрашлари ҳамда шовқинлар туфайли сўнмас электр тебранишлар ҳосил бўлади. Бундай жараён кучайтиргичнинг ўз-ўзидан уйғониши деб аталади, кучайтиргичнинг ўзи эса ўз-ўзидан уйғонувчи генератор деб аталади. Бундай генераторлар радиопередатчикларда, супергетеродинли истеъмолчиларда ва телевизорларда, автоматика ва телемеханика жиҳозларида қўлланилади.

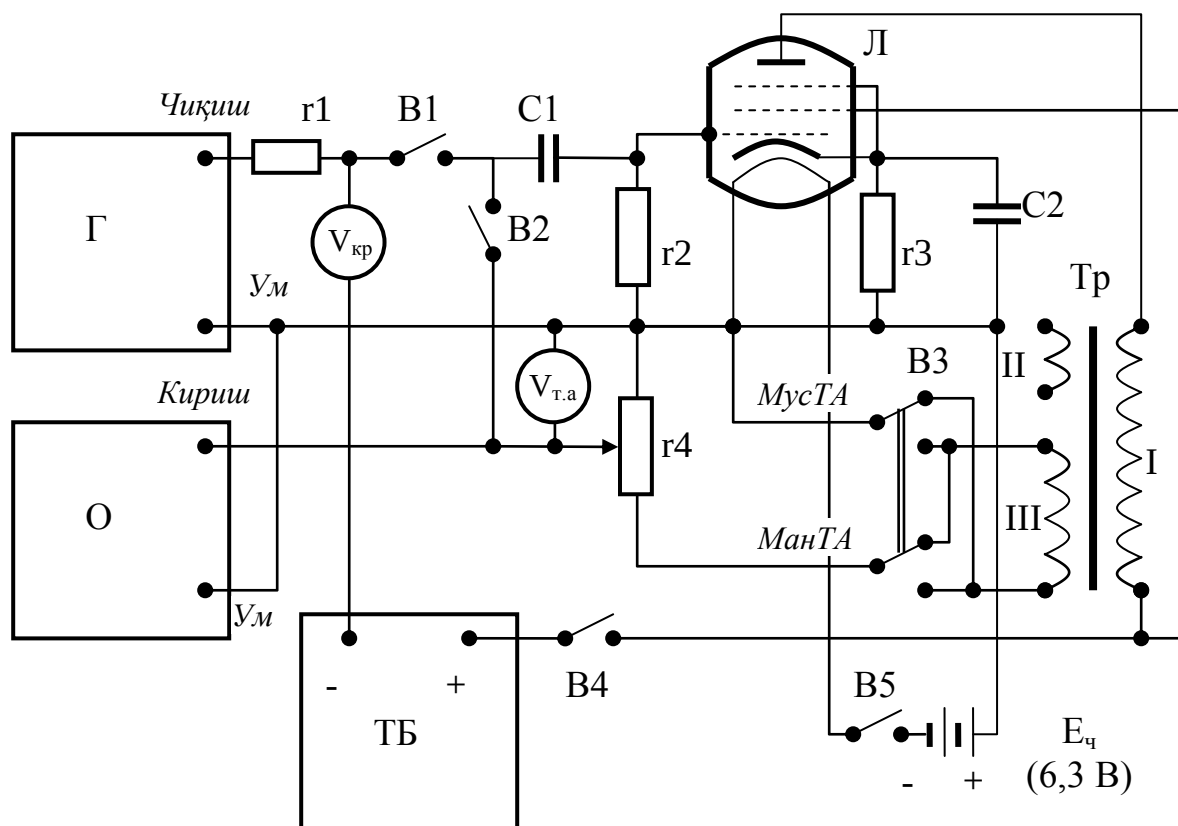
Ўз-ўзидан уйғонувчи генераторлар 1-расмда кўрсатилган схема бўйича текширилади. В3 қайта улагичининг борлиги тескари алоқа ишорасининг кучайтиргич (генератор) ишига таъсирга баҳо бериш имконини беради. Тескари алоқа катталиги потенциометр r_4 билан ростланади, бу эса тескари алоқа кучланишини ва кириш кучланишини шундай нисбатда (тескари алоқа коэффициенти) фиксациялаш имконини берадики, бунда кучайтиргич ўз-ўзидан уйғонади.

Керакли жиҳозлар

Товуш частотаси генератор ГЗ-341 та
 Кириш кучланиши ва тескари алоқа кучланишини ўлчаш учун лампали ВЗ-2А,
 В7-2А ёки электрон Ф564 ўзгарувчан ток вольтметри2 та
 Паст частотали осциллограф С1-117.....1 та
 Чуғланиш батареяси 5 НКН – 451 та
 150 В, 0,1 А анод занжирини таъминлаш блоки1 та
 Резистор (r_I) 10 кОм, 1 Вт1 та
 Кесимининг юзи 0,75—1 мм², узунлиги 1,5 м бўлган

улаш симлари	15 та
Генераторга қуйидагилар киради:	
пентод 6П14П (электрон лампа).....	1 та
паст частота чиқиш трансформатори 1,5÷3 Вт, I - 2000÷3000 ўрамли, III - 5000÷7000 ўрамли (масалан, “Балтика М-254”, “Беларусь 4”, “Минск-М” радио истеъмолчиларидан)	1 та
резистор (r2) 0,5 Мом, 1 Вт	1 та
резистор (r3) 160 Ом, 1 Вт	1 та
потенциометр (r4) 1 кОм, 2 Вт	1 та
конденсатор (C1) 0,1 миф, 200 В	2 та
электrolитик конденсатор (C2) 10 мкф, 20 В	1 та
бир қутбли ажратгичлар	4 та
қайта улагич 2П2Н	1 та

Э с л а т м а. Генератор схемаси олдиндан йиғилган бўлиши керак.



1- расм. Ўз-ўзидан уйғонувчи электрон генераторни текшириш схемаси:

Γ – товуш частоталарининг ташқи генератори, O – осциллограф, $TБ$ – таъминлаш блоки, $E_ч$ – чўғланиш батареяси, $V_{кр}$ – ўзгарувчан ток вольтметри, $V_{т.а}$ – тескари алоқа кучланиши вольтметри, $r1- r3$ – резисторлар, $r4$ – потенциометр, $B1, B2, B4$ ва $B5$ – бир қутбли ажратгичлар, $B3$ – икки йўналишли, икки қутбли қайта улагич, L – электрон лампа (6П14П)

Ишни бажариш тартиби

1. Генераторни текшириш схемасини йиғиш (1-расмга қаранг).
2. Ташқи генератор Γ ни ва осциллографга улаш ва уларни 15 мин қиздириш.
3. Ажратгич $B5$ ни уланган ҳолатга ўрнатиш ва лампа L ни 3 мин қиздириш.
4. Ташқи генератор Γ да 1000 Гц частота ўрнатиш.
5. Таъминлаш блокада $TБ1$ да 150 В кучланишни ўрнатиш, ажратгич $B4$ билан схемани (анод билан) таъминлаш.
6. Улагич $B3$ ни «МанТА» (манфий тескари алоқа) ҳолатига ўрнатиш.
7. Ажратгич $B1$ билан схема киришига ташқи генератор Γ нинг кучланишини улаш ва бу кучланишни 1 В га ўрнатиш ($V_{кр}$ вольтметр билан назорат қилиш). Ажратгич $B2$ бунда узук бўлади.
8. Потенциометр $r4$ ни 1 В тескари алоқа кучланишига ўрнатиш (вольтметр $V_{т.а}$ билан назорат қилинади).
9. Ажратгич $B2$ ни улаш ва жадвалга вольтметр $V_{т.а}$ кўрсатишларини ёзиб олиш.
10. Ажратгич $B1$ ни ажратиш ва жадвалга асбоблар кўрсатишларини ёзиб олиш. Электр тебранишларнинг йўқлигига ишонч ҳосил қилиш.

Жадвал

Тескари алоқали электрон генератор схемасини текшириш натижалари

Тескари алоқа характери	Тартиб номери	$U_{кр}$, В	$U_{т.а}$, В	Осциллограф кузатилган тебранишлар шакли	экранида электр
Манфий (манфий тескари алоқа - МанТА)	1 2 3				
Мусбат (мусбат тескари алоқа - МусТА)	1 2 3				

11. Улагич $B3$ ни «МусТА» (мусбат тескари алоқа) ҳолатига ўрнатиш, ажратгич $B2$ ни эса ажратиш.

12. Ажратгич $B1$ ни улаш. Схема киришига $1В$ кучланишни ўрнатиш ($V_{кр}$ вольтметр билан назорат қилинади).

13. Потенциометр $r4$ билан $0,5 В$ тескари алоқа кучланишини ўрнатиш ($V_{т.а}$ вольтметри билан назорат қилинади).

14. Ажратгич $B2$ ни улаш ва вольтметр кўрсатишларини жадвалга ёзиб олиш.

15. Ажратгич $B1$ ни узиш ва жадвалга асбоб кўрсатишларини ёзиб олиш. Осциллограф ёрдамида электр тебранишларнинг сўнишига ишонч ҳосил қилиш.

16. Потенциометр $r 4$ нинг дастасини тескари алоқа кучланиши ортадиган томонга оҳиста ($7 -$ пунктни бажаришдаги ҳолати) сўнмайдиган тебранишлар ҳосил бўлгунгача айлантириш. Тебранишлар борлиги осциллограф экранидан кузатилади. Бу тебранишларнинг шаклини чизиш.

17. Ажратгич $B2$ ни ажратиш, ажратгич $B1$ ни улаш. Вольтметр $V_{т.а}$ кўрсатишларини жадвалга ёзиш. Унинг кўрсатишларини $V_{чқ}$ вольтметр кўрсатишлари билан солиштириш.

18. Потенциометр $r4$ билан тескари алоқа максимал кучланишини ўрнатиш.

19. Ажратгич $B1$ ни ажратиш, ажратгич $B2$ ни улаш. Вольтметр кўрсатишларини жадвалга ёзиб олиш. Электр тебранишларнинг осциллограф экранидан кузатилган шаклини чизиб олиш.

20. 16 - пунктни бажаришда ёзиб олинган жадвал маълумотлари бўйича алоқа коэффицентини ҳисоблаб чиқиш:

$$k_{m.a} = V_{m.a} / V_{куп} .$$

Ҳисоботнинг мазмуни

1. Ҳисоботнинг номи.
2. Электр ўлчаш асбоблари, жиҳозлар ва жиҳозларнинг параметрлари.
3. Генераторни текшириш схемаси.
4. Ўлчанган катталиклар ва электр тебранишларнинг шакли чизилган жадвал.
5. Схепада сўнмас электр тебранишлар ҳосил бўладиган шароитда тескари алоқа коэффицентини ҳисоблаш.

Назорат саволлари

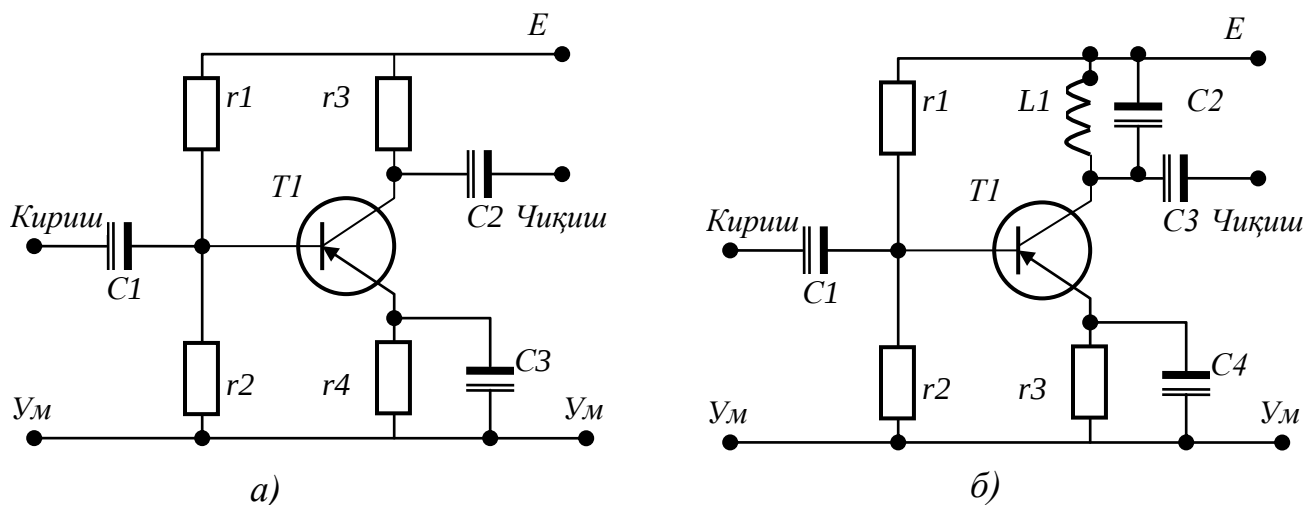
1. Тескари алоқа нима ва уни кучайтиргичга киритиш нимага олиб келади.
2. Тескари алоқа коэффицентини бирдан катта бўлган мусбат тескари алоқа мавжудлигида кучайтиргичда нима рўй беради?
3. Тескари алоқа катталиги ўзгарганда генератор кучланишининг шакл қандай ўзгаради?
4. Электр тебранишлар генератори қандай элементлардан тузилади?
5. Генераторда ўз-ўзидан уйғониш нима ҳисобига содир бўлади?

36 – тажриба иши. ЮҚОРИ ЧАСТОТАЛИ КУЧАЙТИРГИЧЛАРНИ ТЕКШИРИШ

Ишнинг мақсади — юқори частотали кучайтиргичнинг тузилиши ва иши билан танишиш; уни текшириш ва асосий характеристикаларини олиш.

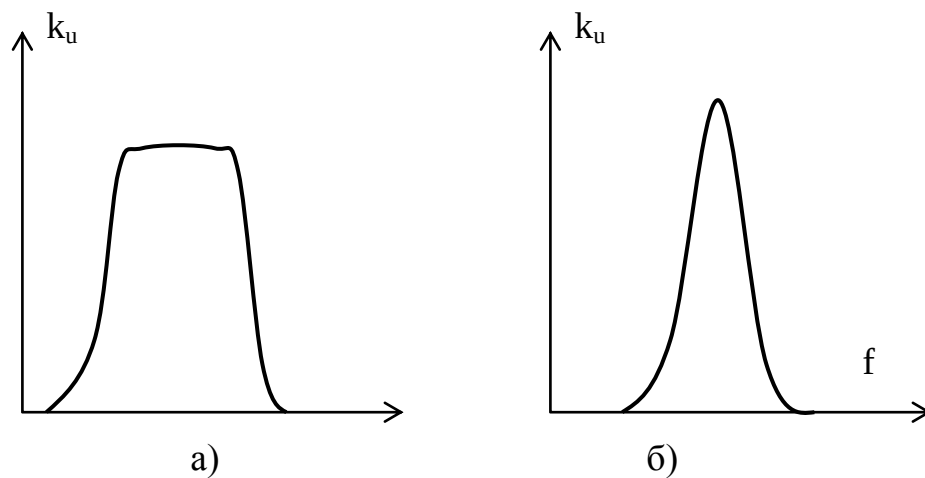
Транзистор $T1$ сифатида юқори частотали транзистор (масалан, П403, КТ361) дан фойдаланиш мумкин. Аперидик ЮЧК частоталарни ўтказиш полосасининг кенглиги (2-расм, а), резонансли ЮЧК эса тор ўтказиш полосасига эгаллиги (2- расм, б) керакли радиостанция сигналини яхши ажратиб олиш имконини беради.

ЮЧК 3- расмда кўрсатилган схема бўйича асосий характеристикалар олиб текширилади: ЮЧК нинг асосий параметрлари аниқланадиган амплитуда (4- расм) ва частота (2-расм, а ва б га қаранг) характеристикаси; кучайтириш коэффиценти $k_u = U_{чк}/U_{кр}$ ўтказиш полосаси $\Delta f = f_{\max} - f_{\min}$, $f_{\max}$ ва $f_{\min}$ – нисбий бирликларга нисбатан частота характеристикаси 0,7 қийматни эгаллайдиган чегаравий частоталар.



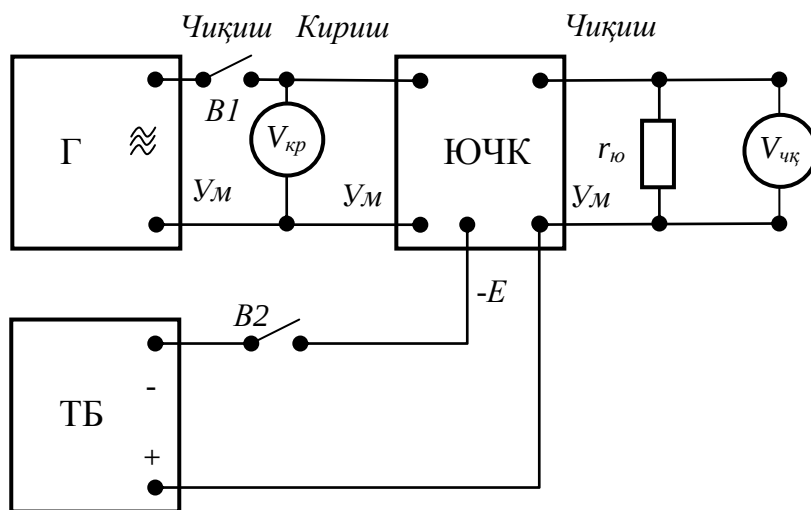
1-расм. ЮЧК схемалари:

а — аперидик, б — резонансли



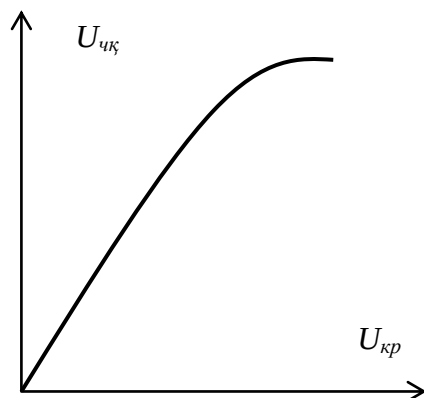
2- расм. ЮЧК частота характеристикалари:

а — аperiодик, б—резонансли, k_u — кучайтириш коэффициентлари



3 - расм. ЮЧК нинг (УВЧ) вв текшириш схемаси:

Г—юқори частоталар ганератори, V_{kp} , V_{chk} — юқори частота волтметрлари, ТБ — кучайтиргични таъминлаш блоки, $r_{ю}$ — юклама резистори, B1 ва B2 — ажратгичлар



4-расм. ЮЧК нинг амплитуда характеристикаси

Керакли жиҳозлар

ГЗ - 33 ёки ГСС-6 (Г) типидagi юқори частотали генератор	1 та
ВЗ- 2А типидagi (V_1 ва V_2 ,) лампавий вольтметр	2 та
30 В, 2А га мулжалланган ВСП - 30 типидagi таъминлаш манбаи (ТМ)	2 та
МТ-1-10 кОм $\pm$ % юклама резистори	1 та
Юқори частотали кучайтиргичга (1-расм, б даги схема бўйича) қуйидагилар киради:	
транзистор П403	1 та
резисторлар (r_1) МТ - 0,5 - 12 кОм $\pm$ 10%	1 та
(r_2) МТ-0,5 — 1 кОм $\pm$ 10 %	1 та
(r_3) МТ-0,5—100 Ом $\pm$ 10%	1 та
конденсаторлар (C_1 , C_3 ва C_4) КМ5-Н3О + 0.01 мкФ	3 та
(C_2) КМ4-М750.240 ПФ	1 та
индуктив (L) 50 мкГ	2 та
ажратгичлар	2 та
Кесимининг юзи $0,35 \text{ мм}^2$, узунлиги 1 м бўлган қўп томирли улаш симлари	12 та

Эслатма. ЮЧК схемаси лабораторияда аввалдан йиғиб қўйилиши керак

Ишни бажариш тартиби

Частота характеристикаси қуйидаги тартибда олинади:

1. Схема тузиш (3-расмга қаранг).
2. Таъминлаш блоки ТБ да таъминлаш кучланиши $E_{таъм} = 5В$ ни ўрнатиш.
3. Генератор G да 100 кГц частотада 10 мВ чиқиш кучланишини ўрнатиш.
4. $B1$ ва $B2$ ажратгичларни улаш.
5. Генератор G частотасини ошира бориб, частоталарнинг турли қийматларини (10 — 12 нуқтани) ўрнатиш, бунда ЮЧК нинг чиқиш кучланиши 100 мВ га тенг ёки ундан юқори бўлсин, генератор G нинг чиқиш кучланиши қатъий ўзгармас ҳолатда сақланиши лозим, частотанинг ҳар бир қийматидаги асбоб кўрсатишларини жадвалга ёзиш, бу кўрсатишлар бўйича $U_{чк} = \varphi(f)$ боғланиш графигини тузиш.
6. Олинган график бўйича кучайтиргичнинг ўтказиб юбориш полосасини ва кучайтиргичнинг кучайтириши максимал бўлгандаги резонанс частотасини аниқлаш.

Жадвал

ЮЧК нинг асосий характеристикалари

Характеристика	Тартиб номери	$f, \text{кГц}$	$E_{таъм}, В$	$V_1, \text{мВ}$	$V_2, \text{мВ}$	Эслатма
Частота характеристикаси	1					
	2					
	3					
Амплитуда характеристикаси	1					
	2					
	3					

Амплитуда ҳарктеристикаси қуйидагича олинади:

1. Генератор G да кучайтиргичнинг резонанс частотаси f_0 ни (кучайтиргичнинг частота характеристикасини олишда ўлчанган) ва 1 мВ чиқиш кучланишини ўрнатиш.

2. Генератор G да 1 мВ дан бошлаб 1 В гача чиқиш кучланишларининг қийматларини (8—10 нуқтада) ўрнатиш, чиқиш кучланишининг ҳар бир қийматида (генератор G нинг) асбоб кўрсатишларини жадвалга ёзиб олиш, улар бўйича $U_{\text{чк}} = f(U_{\text{кр}})$ боғланиши графигини чизиш.
3. Олинган графикнинг чизиғий участкасида ЮЧК нинг чиқиш кучланиши $U_{\text{чк}}$ нинг максимал қийматини аниқлаш.

Ҳисоботнинг мазмуни

1. Ҳисоботнинг номи.
2. Электр ўлчаш асбоблари ва жиҳозларининг параметрлари.
3. Частота ва амплитуда характеристикаларини текшириш учун йирғилган электр схемалар.
4. Ўлчаш натижалари ёзилган жадвал.
5. Частота ва амплитуда характеристикаларининг графиклари.
6. Хулосалар.

Назорат саволлари

1. Юқори частотали кучайтиргич нима ва у қандай кучайтириш элементларидан йиғилиши мумкин?
2. Юқори частотали кучайтиргичларнинг қандай схемалари мавжуд?
3. Аперидик ва резонанс ЮЧК частота характеристикалари орасида қандай асосий фарқ бор?
4. Аперидик ЮЧК юқори частота чегараси нима билан аниқланади ва уни қандай қилиб ошириш мумкин?
5. Резонанс ЮЧК нинг ўтказиб юбориш полосаси қандай аниқланади? Уни ниманинг ҳисобига ўзгартириш мумкин?

АДАБИЁТЛАР

1. Каримов А.С., Мирхайдаров М.М., Блейхман С.Г., Папов В.А. электротехника ва электроника асослари (масалалар тўплами ва лаборатория ишлари). Т., “Ўқитувчи”, 1989.
2. Каримов А.С., Мирхайдаров М.М. ва бошқалар. Электротехника ва электроника асослари. Т., “Ўқитувчи”, 1995.
3. Ахроров Н. Ўлчовшунолик асослари ва электр ўлчашлардан амалий ишлар. Т., “Ўзбекистон”, 1994
4. Зорохович А.Е., Калинин В.К. Электротехника с основами промышленной электроники. М., «Высшая школа», 1975.
5. Китаев В.Е., Шляпнотх Л.С. Электротехника ва саноат электроникаси асослари. Т., «Ўқитувчи», 1975.
6. Касаткин А.С. Основы электротехники. М., «Высшая школа», 1986
7. Касаткин А.С. Электротехника. М., «Высшая школа», 1975
8. Основы метрологии и электрические измерения. Под. ред. Е.М.Душина. Л., “Энергоатомиздат”, 1987.
9. Алиев Т.М., Тер-Хачатуров А.А. Измерительная техника. М., “Высшая школа”, 1991
10. Кацман М.М. Электрические машины. М., “Высшая школа”, 1990

11. Жеребцов И.П. Основы электротехники. Л., «Энергоатомиздат», 1985
12. Данилов И.А., Иванов П.М. Дидактические материалы по общей электротехнике с основами электроники. М., «Высшая школа», 1987
13. Глебович А.А. Электротехника ва саноат электротехникаси асосларидан лаборатория ишлари. Т. “Ўқитувчи”, 1978.
14. Кацман М.М. Руководство к лабораторным работ по электрическим машинам и электроприводу. М., “Высшая школа”, 1989.

МУНДАРИЖА

Кириш	3
Тажриба ишларини бажаришдаги умумий қоидалар	5
Тажриба ишларини бажаришда хавфсизлик техникаси	6
Ўзгармас ток	
1 – тажриба иши. Амперметр ва вольтметр ёрдамида электр занжирнинг қаршилигини аниқлаш	7
2 – тажриба иши. Ўтказгичларни кетма-кет улаш ва айрим ўтказгичлардаги кучланиш тушишини текшириш	11
3 – тажриба иши. Ўтказгичларни параллел улаш ва Кирхгофнинг биринчи қонунини текшириш	14
4 – тажриба иши. Аккумуляторларни кетма-кет, параллел ва аралаш улаш	19
5 – тажриба иши. Ўзгармас ток занжиридаги иш ва қувватни ўлчаш	24
Электромагнетизм	
6 – тажриба иши. Токли ўтказгич ва ғалтакнинг магнит майдонини ўрганиш	26
Ўзгарувчан ток	
7 – тажриба иши. Актив ва индуктив қаршиликли	

ўзгарувчан ток электр занжирини текшириш	30
8 – тажриба иши. Бир фазали ўзгарувчан ток занжиридаги иш ва қувватни ўлчаш	36
9 – тажриба иши. Резистор, индуктив ғалтак ва конденсатор кетма-кет уланган ўзгарувчан ток занжири. Кучланишлар резонанси.	42
10 – тажриба иши. Конденсатор ва индуктив ғалтак параллел уланган ўзгарувчан ток занжири. Токлар резонанси.	49
11 – тажриба иши. Юлдуз ва учбурчак шаклида улашда уч фазали ток занжиридаги фаза ва линия токлари ҳамда кучланишларини ўлчаш	55
12 – тажриба иши. Уч фазали ўзгарувчан ток занжиридаги қувватни ва қувват коэффицентини ўлчаш	63
Электр ўлчаш асбоблари ва электр ўлчашлар	
13 – тажриба иши. Қаршиликлар кўприги билан қаршиликларни ўлчаш	70
14 – тажриба иши. Ўтказгичлар изоляциясининг қаршилигини мегомметр билан ўлчаш	74
15 – тажриба иши. Қаршиликларни битта вольтметр усулида ўлчаш	77
16 – тажриба иши. Техник ўлчаш асбобларини (амперметр ва вольтметр) текшириш	80
17 – тажриба иши. Температурани электр усуллар билан ўлчаш	85
Трансформаторлар	
18 – тажриба иши. Бир фазали трансформаторни синаш	89
19 – тажриба иши. Бир фазали трансформаторни уч фазали ток тармоғига улаш	95
20 – тажриба иши. Уч фазали трансформатор ишини текшириш	100
21 – тажриба иши. Иккита уч фазали трансформаторни параллел ишлашга улаш	106
Электр машиналар	
22 – тажриба иши. Уч фазали асинхрон двигател фаза	

чулғамларининг боши ва охири аниқлаш	113
23 – тажриба иши. Ротори қисқа туташтирилган ва фаза роторли ҳамда резистор билан ишга тушириладиган уч фазали асинхрон двигателларнинг схемаларини йиғиш ва тармоққа улаш	118
24 – тажриба иши. Уч фазали асинхрон электр двигател чулғамларини юлдуз усулидан учбурчак усулига қайта улаш схемасини йиғиш ҳамда тармоққа улаш	123
25 – тажриба иши. Уч фазали синхрон генераторни тармоққа улаш ва унинг қисмаларидаги кучланишни ростлаш	127
26 – тажриба иши. Параллел уйғотишли ўзгармас ток генераторини тармоққа улаш ва унинг қисмаларидаги кучланишни ростлаш	133
27 – тажриба иши. Параллел уйғотишли ўзгармас ток двигателини тармоққа улаш ва унинг айланиш тезлигини (частотасини) ростлаш	138
Ярим ўтказгичли асбоблар	
28 – тажриба иши. Ярим ўтказгичли диодни текшириш ва характеристикаларини олиш	145
29 – тажриба иши. Транзисторни текшириш ва характеристикаларини олиш	149
30 – тажриба иши. Тиристорни текшириш ва характеристикаларини олиш	155
31 – тажриба иши. Ярим ўтказгичли стабилитронни текшириш	159
Электрон жиҳозлар	
32 – тажриба иши. Бир ярим даврли ва икки ярим даврли тўғрилагичларни текшириш	164
33 – тажриба иши. Паст частотали резисторли кучайтиргични текшириш	172
34 – тажриба иши. Транзисторли паст частотали кучайтиргични текшириш	177
35 – тажриба иши. Ўз - ўзидан уйғонувчи электрон генераторларни текшириш	182

36 – тажриба иши. Юқори частотали кучайтиргичларни текшириш	187
Адабиётлар	193

И. Ҳ. Ҳазратов, М. И. Махмудов

**Электротехника ва саноат электроникаси асослари.
Касб ҳунар коллежлари учун тажриба ишлари**

*Ўзб. Рес. О ва ЎМТВ томонидан 3520410 – Электротехник қурилмалар
тайёрлов йўналишии ўқувчилари учун ўқув қўлланма сифатида тавсия
этилган*

(Гувоҳнома №0361. 2006 й.)

Тошкент – “Фан ва технологиялар маркази” - 2007

Босишга _____ да рухсат этилди. Бичими 60 х 84 1/16
“Таумс” гарнитурида ofes босма усулида босилди. Шартли б.т. 12,25
Нашр т. 12,37 жами 1000 нусха _____ рақамли буюртмада
саҳифаланиб чоп этилди.

Тошкент, Олмазор кўчаси 171.