

ЎЗБЕКИСТОН ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ТЕРМИЗ
ФИЛИАЛИ**

**ТРАНСПОРТ ТИЗИМЛАРИ ВА ТЕХНОЛОГИК МАШИНАЛАР
КАФЕДРАСИ**

Б.Х.ХУШБОҚОВ, М.Р.ШАЙМАНОВ

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА ВА ЭЛЕКТРОНИКА

5310600—Ер усти транспорт тизимлари ва уларнинг эксплуатацияси
(транспорт турлари бўйича);

5320300—Технологик машиналар ва жихозлар (тармоқлар бўйича);

5320900—Енгил саноат буюмлари конструкциясини ишлаш ва технологияси
(ишлаб чиқариш турлари бўйича);

5630100—Экология ва атроф-муҳит муҳофазаси (тармоқлар ва соҳалар бўйича)

**таълим йўналишларидаги 2-босқич талабалари учун лаборатория
машғулотларини бажаришга доир
УСЛУБИЙ ҚЎЛЛАНМА**

ТЕРМИЗ-2019

UDK 621.39

Электротехника ва электроника. Услубий қўлланма. Хушбоқов Б.Х., Шайманов М.Р. ТДТУ Термиз филиали, Термиз: 2019, 78 – бет.

“Электротехника ва электроника” фанидан лаборатория машғулотларини бажариш учун мўлжалланган ушбу услубий қўлланма 5310600–Ер усти транспорт тизимлари ва уларнинг эксплуатацияси (транспорт турлари бўйича); 5320300–Технологик машиналар ва жихозлар (тармоқлар бўйича); 5320900–Енгил саноат буюмлари конструкциясини ишлаш ва технологияси (ишлаб чиқариш турлари бўйича); 5630100–Экология ва атроф-муҳит муҳофазаси (тармоқлар ва соҳалар бўйича) таълим йўналишлари талабалари фанни чуқурроқ ўзлаштиришларига ёрдам бериш учун хизмат қилади.

Услубий қўлланма филиал Ўқув-услубий Кенгаши томонидан нашрга тавсия этилган.

Такризчилар: З.Р.Худойкулов – Термиз давлат университети доценти, т.ф.н.
Н.М.Атоев – “Умумкасбий фанлар” кафедраси мудири, т.ф.н.

КИРИШ

“Электротехника ва электроника” фани лаборатория машғулоти соати 36 соатни ташкил этади. Биринчи машғулоти техника хавфсизлиги талаблари бўйича бўлиб, бу дарсда талабаларга етказилиши лозим бўлган асосий тушунчалар ва техника хавфсизлиги талаблари, шунингдек техника хавфсизлиги йўриқномасини ўтказиш қайдномаси илова қилинган. Жами 36 соат дарс давомида талабалар 9 та лаборатория ишини амалда бажаради. Ҳар бир дарсда (2 соат) биттадан лаборатория иши бажарилади.

Битта дарсда бутун гуруҳ битта лаборатория ишини кичик гуруҳларга бўлинган ҳолда бажаради. Ҳар бир кичик гуруҳ билан лаборатория ишининг схемаси қайтадан йиғилади ва бу талабаларнинг электр схемаларини йиғиш, ўлчов қурилмаларини схемага улаш ва улардан фойдаланиш каби амалий ишларни бажариш кўникмаларини ҳосил қилишида муҳим роль ўйнайди.

Лаборатория ишлари мавзуларининг кетма-кетлиги маъруза машғулоти мавзулари билан мослаштирилган, бу ўз навбатида маъруза ва лаборатория машғулоти уйғунлигини таъминлайди.

Лаборатория ишларининг мавзуларини танлаш, ишларни бажариш ва ҳисоб ишларида кўпроқ ишлаб чиқариш, ҳусусан кимё саноати учун характерли бўлган физик катталикларни ўрганишга кўпроқ эътибор қаратилган.

Лаборатория ишларининг электр схемалари максимал соддалаштирилган ва оддий занжирлар асосида кўпроқ амалий аҳамиятга эга катталикларни ўрганишга асосий эътибор қаратилган. Бундан ташқари лаборатория ишларининг назарий қисмлари ҳам максимал даражада содда ва қисқа тарзда келтирилиб, схемаларнинг амалий-техник жихатларига кўпроқ эътибор қаратилган.

Электротехника ва электроника лабораториясида ишлаш қоидалари

“Электротехника ва электроника” фанидан лаборатория ишларини бажариш бевосита электр энергияси билан боғлиқ. Тажриба ишларини бажаришда 12 В дан 50В гача бўлган ўзгармас ток ва 37.5 В дан 220 В гача бўлган ўзгарувчан ток ишлатилади. Бу кучланишлар билан ишлашда ўзига ҳос техника хавфсизлиги талаблари мавжуд бўлиб талаба энг аввало ана шу талабларни билиши ва унга амал қилиши шарт. Техника хавфсизлиги талабларини билмаган талаба тажриба ишини бажаришга ва умуман лаборатория хонасида ишлашга қўйилмайди.

Қуйида электр токининг инсон организмига таъсири ҳақида асосий электротехник тушунчалар баён этилади. Шунингдек талабаларни лаборатория хонасида хавфсиз ишлаши ва тажриба ишларини бажариши учун амал қилиниши лозим бўлган техник, ташкилий ва интизом талаблар келтирилган.

Ҳар бир тажриба ишини бажаришдан олдин машғулоти раҳбари ушбу техника хавфсизлиги талабларини талабаларга етказиши зарур.

1. Электр токининг инсон организмига таъсири

Электр токи инсон организмига кучли таъсир этади. Бунда энг аввало марказий асаб тизими жароҳат олади. Организмнинг электр токидан жароҳатланиш даражаси токнинг частотаси, ток кучи ва кучланишга, токнинг инсон организми орқали ўтиш йўлига, организмнинг (тананинг, инсон асаб ҳолатининг ва б.) ҳолатига боғлиқ.

Ток кучининг катталигига қараб унинг инсон организмига таъсирини қуйидагича чەгаравий ҳолатларга бўлиб чиқиш мумкин:

А) 25 мА гача (0.025А) ва ундан катта ток организмда мушакларни тортилишига олиб келади, бунда инсон ўзи мустақил равишда мушакларини бошқара олмайди (мушаклар ичкарига қараб тортилади, яъни қўл ва оёқ панжалари тугилиб қолади);

Б) 100мА (0.01 А) токда нафас олиш органлари ишдан чиқади ва юрак параличи юз беради.

В) 50 мА ва ундан катта ток инсон ҳаёти учун хавфли саналади.

Юқоридан кўринадики, электр токининг инсон ҳаётига таъсири инсон организмдан ўтаётган ток кучига боғлиқ. Бу ток кучи эса инсон танаси қаршилиги билан аниқланади. Тана қаршилиги қанча катта бўлса ток таъсири шунча кам бўлади. Демак электр токидан жароҳатланмаслик учун тана қаршилигини камайтирувчи сабабларга йўл қўймаслик керак. Умумий ҳолатда инсон танасининг қаршилиги 800 Омдан 100000 Омгача оралиқда ўзгаради. Бундан кўриниб турибдики, манбанинг берилган муайян, масалан 220 В кучланишида инсонга электр токи таъсир қилса унинг организмдан ўтиши мумкин бўлган ток:

$$220 \text{ В} / 800 \text{ Ом} = 0.275 \text{ А} = 275 \text{ мА} \text{ дан}$$

$220 \text{ В} / 20\,000 \text{ Ом} = 0.011 = 11 \text{ мА}$ гача оралиқда ўзгаради. Ўртача 0.143 А (143 мА). Кўриниб турибдики бу ток инсон ҳаёти учун ўта хавфлидир.

Бундан ташқари, электр токининг таъсири, ток тананинг қайси соҳасидан ўтишига ҳам боғлиқ бўлади. Масалан, электр токининг юрак ва бош мия соҳасига яқин жойдан таъсир қилиши жуда хавфли ҳисобланади.

Энди қайси ҳолларда инсон танаси қаршилиги камайтишини кўриб чиқамиз.

Спиртли ичимлик истеъмол қилган организмнинг қаршилиги кескин камайтиши тажрибада аниқланган, бундан ташқари организмнинг ташқи жароҳат олган қисмларида қаршилик кескин камаяди. Чунки инсон танасининг ташқи териси энг катта қаршиликка эга бўлиб, бу тери ости қисмининг қаршилиги кичик. Шунинг учун терининг жароҳатланадиган жойида 12 В кучланиш ҳам хавфли бўлиши мумкин. Буни биз амалиётда кўп учратамиз, масалан оддий 1.5 В кучланишли батареяларни токи бор йўқлигини тилга теккизиб текширилади, албатта бу нотўғри, лекин шу 1.5 В кучланиш ҳам тил соҳасида кескин ўзгариш ҳосил қилади.

Демак жароҳатланган тана электр токи учун ўта хавфли ҳисобланади. Шунинг учун тажриба ишларини бажариш жараёнида талабаларнинг қўлларида очиқ жароҳатлари бўлмаслиги керак.

Талабалар тажриба ишларини бажаришга киришишдан аввал ушбу хавфсизлик талаблари билан танишганлиги ва унга риоя қилиши ҳақида тегишли қайдномага шахсан имзо чекишлари лозим.

2. Лаборатория ишларини бажаришда техника хавфсизлиги қоидалари

Тажриба машғулоти раҳбари учун

Тажриба ишини бажариш учун машғулоти раҳбари томонидан белгиланган тажриба ишининг схемаси йиғилади. Бунда схемада кўрсатилгандан ташқари қўшимча элементлар ва симлар ишлатиш таъқиқланади. Уловчи симларнинг изоляция қатламларида очиқ жойлари бўлмаслиги керак. Тажриба ишини бажариш учун барча қурилма ва жихозлар соз бўлиши лозим.

Тажриба машғулотларини бешикаст ва самарали ўтказиш мақсадида дарс раҳбари тажриба дарсларини ташкил қилиш ва уни ўтказиш жараёнида қуйидаги талабларга амал қилиши зарур:

- техника хавфсизлиги билан танишмаган ва тегишли қайдномага имзо чекмаган талабаларни тажриба ишини бажаришига йўл қўймаслик;
- тажриба хонасида талабаларни назоратсиз қолдирмаслик;
- тажриба ишини бажаришда носоз қурилмалар ва ўтказгич симлардан фойдаланмаслик;
- тажриба схемаларини текширмасдан электр тармоғига уламаслик;
- электр шитларига талабаларни йўлатмаслик;
- электр шитларини очиқ ҳолда қолдирмаслик, тажриба иши тугагач шахсан шитни ўчириш ва уни қулфлаш.

Талабалар учун

Талабалар тажриба иши давомида ўз хавфсизликларини таъминлаши ва тажриба ишларини ўз вақтида самарали ўтказишлари учун қуйидаги электр техника хавфсизлиги талабларини бажаришлари шарт:

- тажриба хонасида электр қурилмалари, симлари ва шитларга тегмаслик;
- дарс раҳбари рухсатисиз тажриба иши столларига ўтирмаслик ва электр жихозларга тегмаслик;
- машғулоти раҳбарининг рухсатисиз тажриба иши схемасини электр токига уламаслик;
- тажриба ишини бажаришда схемада берилган қурилма ва электр жихозларидан ташқари қўшимча воситаларни ишлатмаслик;
- ҳўл оёқ кийим ва қўллар билан тажриба ишларини бажармаслик.

**УНУТМАНГ, ЮҚОРИДА КЕЛТИРИЛГАН ХАВФСИЗЛИК
ТАЛАБЛАРИНИ БАЖАРИШ СИЗНИНГ ШАХСИЙ
ХАВФСИЗЛИГИНГИЗ ГАРОВИДИР.**

1 ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

Ўзгармас ток электр занжирини текшириш

Кириш

Кундалик турмушимизда биз ўзгармас электр токидан кенг фойдаланамиз. Масалан, электр соатлар, қўл телефонлари, автомашина ва бошқа қатор қурилмалар ўзгармас ток манбаидан, яъни батареялар ёки аккумуляторлар токидан фойдаланиб ишлайди. Амалиётда ўзгармас ток манбаининг қайта тикланувчи (зарядланадиган) турлари аккумулятор, қайта тикланмайдиган (зарядланмайдиган) турлари батарея деб юритилади. Батарея ва аккумуляторларда электр энергияси ҳосил қилиш турли хил моддаларда химиявий реакциялар натижасида ионланиш ҳосил бўлишига асосланади.

Бугунги кунда саноатда аккумулятор ва батареялар ишлаб чиқариш жуда яхши йўлга қўйилган ва уларнинг қўллаб турлари ишлаб чиқарилмоқда. Масалан, маиший шароитда кенг ишлатилувчи 1.5 В кучланишли А, АА, ААА типдаги батарея ва аккумуляторлар, тугмасимон митти батареялар, махсус электролит қуйилган 12, 24 вольт кучланишли автомобил аккумуляторлари, қуёш электростанцияларида энергия йиғувчи катта қувватли махсус аккумуляторлар ва ҳоказо. Бундан ташқари қўпгина қурилмаларда бевосита ўзгармас ток ишлаб чиқарувчи генераторлар ҳам қўлланилади (масалан, автомобилларнинг ток генераторлари) ва улар шу қурилманинг электр энергия билан ишловчи қисмларини ўзгармас ток билан таъминлайди. Кўрсатиб ўтилган аккумуляторлар ва генераторлар электр қурилмаларида ток манбаи сифатида ишлатилиб, унга истеъмолчилар турли (кетма-кет, параллел ва аралаш) усулларда уланади.

Истеъмолчиларни ток манбаига улаш учун электр токини яхши ўтказувчи металллардан ясалган симлардан фойдаланилади. Одатда электр симлари мис, алюмин ва пўлатнинг турли маркаларидан ясалади.

I. Қисқача назарий тушунчалар.

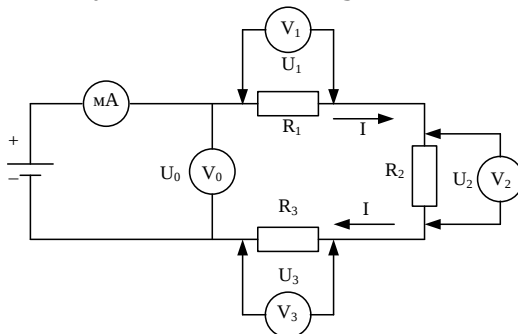
Зарядланган заррачаларнинг тартибли ҳаракати электр токи деб айтилади. Электр токи ўзгарувчан ва ўзгармас электр тоқларига бўлинади. Йўналиши ва сон қиймати вақт давомида ўзгармайдиган ток ўзгармас электр токи деб аталади.

Ўзгармас электр токи билан ишловчи электр занжирлари ўзгармас ток занжири деб айтилади. Бу занжир ток манбаси ва истеъмолчидан иборат бўлади. Электр токининг манбаи ва истеъмолчи симлар билан бирлаштирилади. Электр занжирида истеъмолчидан ташқари қўшимча ёрдамчи элементлар ҳам бўлиши мумкин, булар калитлар (включатель) ва ўлчов қурилмаларидир.

Электр занжири таркибига кирувчи ва маълум бир функцияни бажарувчи қурилмалар электр занжирининг асосий элементлари дейилади. Электр занжирига уланган ўлчов қурилмалари занжирнинг ёрдамчи элементлари деб аталади. Энг содда электр занжири истеъмолчилари кетма-кет уланган занжирдир (1-расм). Бунда манбанинг U_0 кучланиши (V вольтметрнинг кўрсатиши) айрим истеъмолчилардаги (R_1 , R_2 , R_3 қаршиликлардаги)

кучланишлар тушувларининг йиғиндисига тенг (Кирхгофнинг иккинчи қонуни);

$$U_0 = U_1 + U_2 + U_3 . \quad (1)$$



1.1 - расм. Истеъмолчилари кетма-кет уланган ўзгармас ток занжири. Занжирдан ўтаётган ток кучи эса Ом қонунига кўра

$$I_0 = \frac{U}{R_{\text{ум}}} , \quad (2)$$

бу ерда $R_{\text{ум}}$ - занжирнинг тўла қаршилиги. Истеъмолчилари кетма-кет уланган занжирда умумий қаршилик айрим қаршиликларнинг йиғиндисига тенг:

$$R_{\text{ум}} = R_1 + R_2 + R_3 . \quad (3)$$

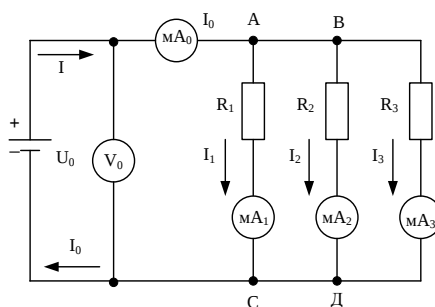
Занжирнинг умумий қаршилиги эквивалент қаршилик деб ҳам юритилади. Кетма-кет уланган занжирда тармоқланган қисмлар бўлмаганлиги учун занжирдан ўтаётган умумий ток кучи (мА миллиамперметрнинг кўрсатиши) R_1, R_2, R_3 айрим қаршиликлардан ўтаётган токка тенг:

$$I_0 = I_1 = I_2 = I_3 . \quad (4)$$

Истеъмолчиларни кетма-кет улашнинг асосий камчилиги шундаки, битта истеъмолчи ишдан чиқса занжир узилади. Бундай уланиш кўпроқ манбанинг кучланиши истеъмолчилар номинал кучланишидан катта бўлган холларда ишлатилади.

Барча истеъмолчилари кетма-кет уланган электр занжирлари амалда камдан-кам ишлатилади. Кўпроқ, истеъмолчилари манбага параллел уланган электр занжирлари кенг тарқалган. Бундай улашнинг афзаллиги шундаки, айрим истемолчининг ишлаши бошқа истеъмолчига боғлиқ эмас.

Истеъмолчилари ток манбаига параллел уланган занжир 2 - расмда кўсатилган. U_0 ўзгармас кучланишли манбага R_1, R_2 ва R_3 қаршиликлар параллел уланган.



1.2- расм. Истеъмолчилари параллел уланган ўзгармас ток занжири

Бундай занжир тармоқланган электр занжири деб аталади. Занжирнинг тармоқланиш нуқталари А, В, С, Д тугунлар деб аталади. Занжирнинг тармоқланмаган қисмидан ўтаётган I_0 ток кучи (mA_0 амперметрнинг кўрсатиши) А ва В тугунларга келиб I_1 , I_2 ва I_3 тармоқ тоқларига бўлиниб кетади. Кирхгофнинг биринчи қонунига кўра тугундаги тоқларнинг алгебраик йиғиндиси нолга тенг, яъни тугунга келаётган тоқларнинг йиғиндиси тугундан чиқаётган тоқларнинг йиғиндисига тенг, демак:

$$I_0 = I_1 + I_2 + I_3. \quad (5)$$

С ва Д тугунларда I_1 , I_2 ва I_3 тармоқ тоқлари (mA_1 , mA_2 ва mA_3 амперметрларнинг кўрсатишлари) яна йиғилиб I_0 токни ҳосил қилади.

Тармоқланган электр занжири учун R_1 , R_2 ва R_3 қаршиликлардаги кучланишлар, яъни тармоқ кучланишлари тенг бўлиб, у, манбанинг кучланиши U_0 га тенг.

$$U_0 = U_1 = U_2 = U_3. \quad (6)$$

Занжирнинг умумий (тўла) $R_{\text{ум}}$ қаршилиги:

$$\frac{1}{R_{\text{ум}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}. \quad (7)$$

II. Ишни бажаришдан мақсад.

Тажриба ишини бажаришдан мақсад, ўзгармас ток манбаига истеъмолчиларни кетма-кет ва параллел уланганда занжирдаги ток кучи ва кучланишларнинг тақсимотини ўрганиш, шунингдек Ом ва Кирхгоф қонунларини тажрибада текшириб кўриш.

III. Ишни бажариш тартиби.

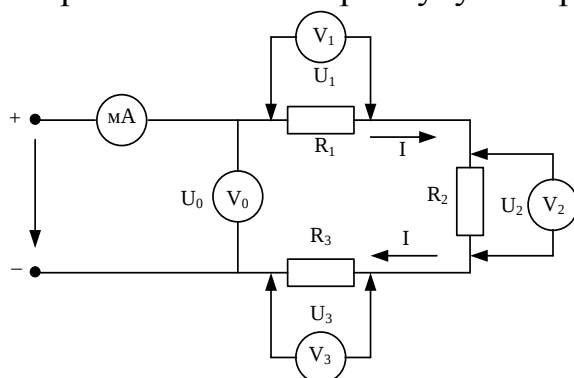
Лаборатория иши иккита машғулотдан иборат. Истеъмолчилари кетма-кет уланган занжирни ўрганиш ва истеъмолчилари параллел уланган занжирни ўрганиш.

Лаборатория ишини бажаришдан аввал техника хавфсизлиги талаблари билан танишиб чиқиш талаб қилинади. Сўнг 1.3 ва 1.4-расмда кўрсатилган схемалар асосида лаборатория ишини бажариб, тегишли ҳисоблашлар амалга оширилади.

Лаборатория ишини топшириш учун ўлчашлар ва барча ҳисоблар бажарилгандан сўнг назорат саволларига жавоб берилади ва хулоса қисм ёзилади.

1- машғулот. Истеъмолчилари кетма-кет уланган занжир.

Тажриба ишини бажариш учун 3 – расмда келтирилган схема йиғилади.



1.3 - расм. 1-

машғулотнинг схемаси:

mA - ўзгармас ток

миллаамперметри, mA ; R_1 ,

R_2 ва R_3 ўзгармас

қаршиликлар;

V_0 ва V — ўзгармас ток

вольтметрлари.

Схемани йиғиб бўлгач, уни машғулот раҳбарига кўрсатинг. Схеманинг тўғри йиғилганига ишонч ҳосил қилгач, унинг киришига 5-10 В атрофида U_0 кучланиш беринг. Схемага берилган U_0 кучланишни V_0 вольтметр ёрдамида, занжирдаги I ток кучини mA миллиамперметр ёрдамида ўлчаб, ёзиб олинг. Айрим истеъмолчилардаги U_1 , U_2 , U_3 кучланишларни V вольтметр ёрдамида ўлчанг. Ўлчаш натижаларини 1-жадвалга ёзинг.

U_0 (В)	I (А)	U_1 (В)	U_2 (В)	U_3 (В)

IV. Ҳисоблашлар.

Олинган ўлчаш натижалари асосида қуйидаги ҳисоблашларни бажаринг:

1. Занжирдаги умумий кучланиш: $U_{ум} = U_1 + U_2 + U_3$.

2. Занжирнинг умумий қаршилиги: $R_{ум} = \frac{U}{I}$.

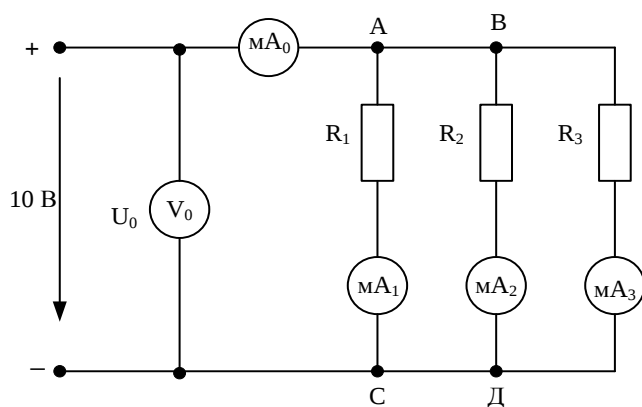
3. Айрим истеъмолчилар қаршиликлари $R_1=U_1/I$; $R_2=U_2/I$; $R_3=U_3/I$.

4. Занжирнинг ҳисобланган қаршилиги: $R'_{ум} = R_1 + R_2 + R_3$.

5. Занжирнинг кириш кучланиши U_0 ва умумий кучланиш $U_{ум}$ ни солиштиринг, фарқни тушунтиринг. Шунингдек $R_{ум}$ ва $R'_{ум}$ қаршиликларни ҳам солиштиринг ва фарқни тушунтиринг.

2 - машғулот. Истеъмолчилари паралел уланган занжир.

Таҷриба ишини бажариш учун 4- расмда келтирилган схемани йиғинг.



1.4 – расм. 2 -

машғулотнинг схемаси.

V – ўзгармас ток вольтметри 50 В;

mA_0 - ўзгармас ток

миллиамперметри 1А;

mA_1 , mA_2 , mA_3 - ўзгармас ток

миллиамперметрлари 300 мА; R_1 ,

R_2 , R_3 – ПЭВ-

7,5 типдаги, қаршилиги 200 Омдан

бўлган резисторлар.

Схемани йиғиб бўлгач уни машғулот раҳбарига кўрсатинг. Схеманинг тўғри йиғилганига ишонч ҳосил қилгач, унинг киришига 5-10 В атрофида U_0 кучланиш беринг. Схемага берилган U кучланишни V вольтметр ёрдамида, занжирдаги I_0 ток кучини mA_0 миллиамперметр ёрдамида ўлчаб, ёзиб олинг. Занжирнинг тармоқланган қисмидаги (R_1 , R_2 , R_3 қаршиликлардаги) токларни mA_1 , mA_2 , mA_3 миллиамперметрлар ёрдамида ўлчаб ёзиб олинг. Ўлчаш натижаларини 2-жадвалга ёзинг.

2- жадвал

U (В)	I_0 (А)	I_1 (А)	I_2 (А)	I_3 (А)

Ҳисоблашлар

Олинган ўлчаш натижалари асосида қуйидаги ҳисоблашларни бажаринг:

1. Занжирдаги умумий ток кучи $I_{\text{ум}} = I_1 + I_2 + I_3$. Бу токни mA_0 миллиамперметрнинг кўрсатиши билан солиштиринг.
2. Занжирнинг умумий қаршилигини топиш $R_{\text{ум}} = U / I_0$
3. Истеъмолчилар қаршиликлари $R_1 = U / I_1$; $R_2 = U / I_2$; $R_3 = U / I_3$.
4. Занжирнинг умумий қаршилиги $1/R_{\text{ум}} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$.
5. Тармоқларнинг ўтказувчанликлари $g_1 = I_1 / U$; $g_2 = I_2 / U$; $g_3 = I_3 / U$.
6. Занжирнинг тармоқланмаган қисмидаги токни ҳисоблаш
$$I = U (g_1 + g_2 + g_3).$$

7. Занжирнинг тармоқланмаган қисмидаги ток кучи (mA_0 миллиамперметрнинг кўрсатиши) билан 1, 6 пунктлар бўйича топилган токларни солиштиринг. Хосил бўлган фарқни тушунтиринг.

V. Назорат саволлари:

1. Қандай ҳолларда истеъмолчилар кетма-кет ёки параллел уланади?
2. Истеъмолчиларни кетма-кет ва параллел улашнинг афзаллик ва камчилик томонлари.
3. Занжирдаги умумий ток кучи $I_{\text{ум}}$ билан mA_0 миллиамперметрнинг кўрсатиши орасидаги фарқни тушунтиринг.
3. Нима учун занжирда вольтметр параллел амперметр кетма-кет уланган? Аксинча уланса нима бўлади?

VI. Хулоса

Тажриба ишини бажариш ва натижаларни ҳисоблаш жараёнида олинган хулосаларингизни ёзинг.

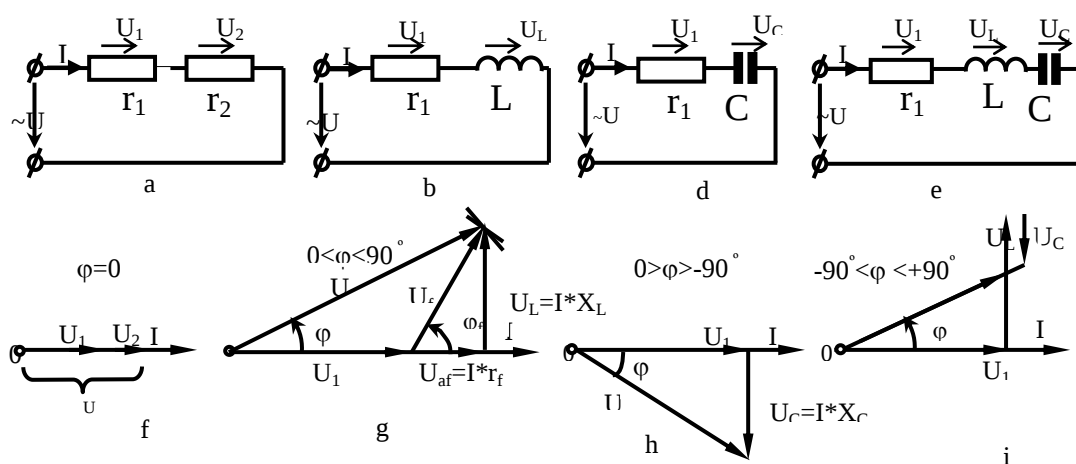
Тажриба ишини янада мукаммаллаштириш, унинг тушунарли бўлиши ва амалий аҳамиятини ошириш учун яна нималарга эътибор бериш керак.

№ 2 ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

РЕЗСТОРАКТИВ, ИНДУКТИВ ҒАЛТАК ВА КОНДЕНСАТОР ЭЛЕМЕНТЛАРИ КЕТМА-КЕТ, ПАРАЛЛЕЛ ВА АРАЛАШ УЛАНГАН БИР ФАЗАЛИ СИНУСОИДАЛ ЎЗГАРУВЧАН ТОК ЭЛЕКТР ЗАНЖИРЛАРИНИ ТЕКШИРИШ

(кетма-кет занжир)

И. Ишни бажаришдан мақсад: 1. Синусоидал ўзгарувчан ток занжирида актив қаршилик R , индуктивлик L ва сиғим C элементларини кетма-кет улаганда занжирга берилган кучланишнинг тақсимланишини амалда текшириш. 2. Синусоидал ўзгарувчан ток занжири учун Ом ва Кирхгофнинг қонунларини татбиқ этишни ўрганиш. 3. Ўлчадан олинган маълумотлар бўйича кетма-кет уланган занжир учун ток ва кучланишларнинг вектор диаграммасини қуришни ўрганиш. 4. Занжирнинг актив - R , реактив (индуктив - X_L , сиғим - X_C) ва тўла - Z қаршиликларини, шунингдек, занжирнинг кириш томонидаги ва қисмларидаги ток ва кучланишлар орасидаги фаза силжиш бурчагини аниқлашни ўрганиш. 5. Занжирнинг параметрларига қараб ток ва кучланиш турли фазалар силжиш бурчагига эга бўлишини осциллограф ёрдамида кўриб, ишонч ҳосил қилиш.



2.1-rasm

Ишга оид назарий тушунчалар

Ҳар қандай ўзгарувчан ток занжири R , L ва C элементларининг кетма-кет, параллел ва аралаш уланган турлича схемаларидан иборат бўлиши мумкин. Занжирдаги актив қаршиликда (R) истеъмол қилинаётган электр энергияси иссиқлик (ёки ёруғлик) энергиясига, яъни фойдали ишга сарф бўлади. Индуктивлик (L) занжирда магнит майдонини, сиғим (C) эса электр майдонини ҳосил бўлишини ифодаб беради.

Мазкур тажриба ишида истеъмолчиларни ўзгарувчан ток занжирида кетма-кет улашнинг қуйидаги ҳоллари ўрганилади:

- а) иккита актив қаршилик R_1 ва R_2 кетма-кет уланган занжир (2.1-расм, а);
- б) актив қаршилик R_1 ва индуктивлик L кетма-кет уланган занжир (2.1-расм, б);
- д) актив қаршилик R_1 ва конденсатор C кетма-кет уланган занжир (2.1-расм, д);

е) умумий ҳол – R, L, C элементлар кетма-кет уланган занжир (2.1-расм, е).

2.1-расм, е да кўрсатилган ўзгарувчан ток занжири учун Ом қонуни қуйидагича ифодаланади

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

бу ерда: I ва U занжирдаги ток ва кучланишнинг таъсир этувчи қиймати, z- занжирнинг тўла қаршилиги, Ом, R-актив қаршилик, Ом; x_L -индуктив қаршилик, Ом; x_C -сиғим қаршилик, Ом;

$$x_L = \omega L; \quad x_C = \frac{1}{\omega C};$$

бу ерда: L- индуктивлик, Гн, C - сиғим, Ф, $\omega = 2\pi f$ – ўзгарувчан ток бурчак частотаси, рад·с⁻¹, f – ўзгарувчан ток частотаси, Гц.

Ўзгарувчан ток занжирларидаги жараёнларни тадқиқ қилишда вектор диаграммалардан фойдаланишга тўғри келади. Уларни куришда қуйидагиларга риоя қилиш керак:

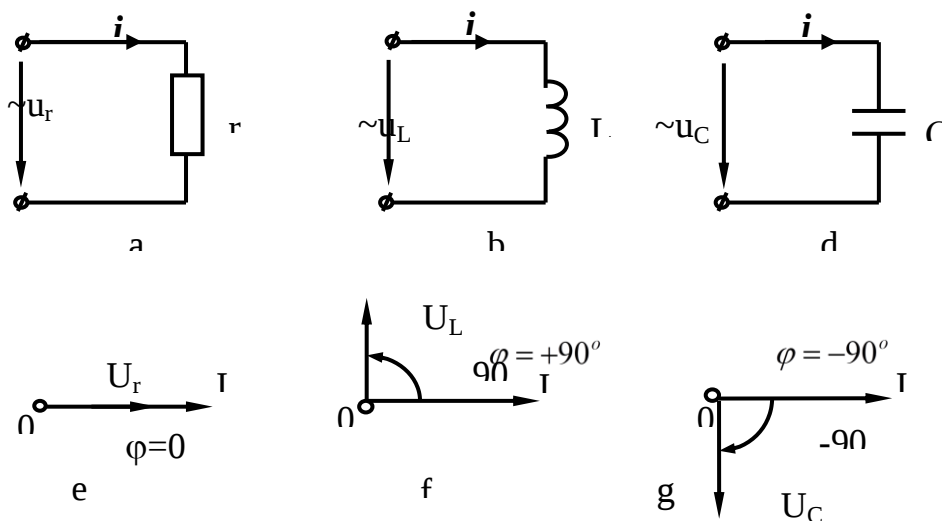
а) занжир актив қаршиликдан иборат бўлганда ток ва кучланиш векторининг йўналишлари мос бўлиб, улар орасидаги фазалар силжиш бурчаги $\varphi=0^\circ$ (2.1-расм, а, ф ва 2.2-расм, а, е);

б) индуктивликдаги кучланиш фаза бўйича токдан 90° га олдин келади (2.1-расм, б, ф); $\varphi = +\frac{\pi}{2}$

д) сиғимда эса кучланиш токдан фаза бўйича 90° га орқада қолади (2.1-расм, д, г). $\varphi = -\frac{\pi}{2}$.

б ва д пунктлардаги мулоҳазалар (шартлар) соф индуктив ғалтак ($r_L=0$) ва сиғим ($R_C=0$) учун қабул қилинган бўлиб, ўзгарувчан ток занжирларидаги жараёнларни осон тушунтиришга ёрдам беради.

Реал индуктив ғалтак ва сиғимда ток билан кучланиш орасидаги фаза силжиш бурчаклари вектор диаграммадаги каби, индуктивликда $0<\varphi<90^\circ$, сиғимда эса $-90^\circ<\varphi<0$ бўлади.



4.2-rasm

Агар n -та элемент ўзгарувчан ток занжирида кетма-кет уланган бўлса, у ҳолда Кирхгофнинг II-қонунига асосан кучланишларнинг оний қийматига нисбатан қуйидаги тенгламани ёзамиз:

$$u = u_1 + u_2 + u_3 + \dots u_n$$

Бу тенгламадаги кучланишлар синусоидал бўладиган бўлса, у ҳолда тенглама вектор шаклида қуйидагича ёзилади:

$$\vec{U} = \vec{U}_1 + \vec{U}_2 + \vec{U}_3 + \dots + \vec{U}_n.$$

Демак ўзгарувчан ток занжирида занжирга берилган кучланиш занжир элементлари қисмларидаги кучланишларнинг таъсир этувчи қийматларининг вектор йиғиндисига тенг бўлади,

$$\overline{U} = \overline{U}_1 + \overline{U}_2 + \overline{U}_3 + \dots + \overline{U}_n + \dots$$

Кирхгоф иккинчи қонунининг ўзгарувчан ток занжири учун татбиқ этилиш хусусияти шу билан фарқ қилади. Занжир фақат актив қаршилиқдан иборат бўлганда Кирхгофнинг иккинчи қонуни худди ўзгармас ток занжиридаги каби татбиқ этилади.

Истеъмолчилари кетма-кет бириктирилган ўзгарувчан ток занжирида ток билан умумий кучланиш орасида фазалар силжиш бурчаги $\varphi = \psi_U - \psi_i$ мавжуд, яъни

$$i = I_m \sin \omega t, \quad u = U_m \sin(\omega t \pm \varphi).$$

Занжир индуктив ёки актив индуктив характерга эга бўлса, φ бурчак мусбат, агар сиғим ёки актив – сиғим характерга эга бўлса, манфийдир.

Ўзгарувчан ток занжирининг давр ичидаги оний қувватининг ўртача қиймати актив қувват дейилиб, у қуйидагича аниқланади:

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T p dt = \frac{1}{T} \int_0^T u i dt = UI \cos \varphi.$$

Демак, ўзгарувчан ток занжирида актив қувват, ўзгармас ток занжиридагига ўхшаш, фақат IU кўпайтмага боғлиқ бўлмай, қувват коэффиценти $\cos \varphi$ га ҳам боғлиқдир.

Актив қувват ваттларда (Вт), киловаттларда (кВт) ва мэгаваттларда (МВт) ўлчанади.

$U \cdot I = S$ кўпайтма занжирнинг тўла қуввати дейилиб, вольт-амперларда (ВА), киловольт-амперларда (кВА) ўлчанади.

$$P = UI \cdot \cos \varphi = S \cos \varphi,$$

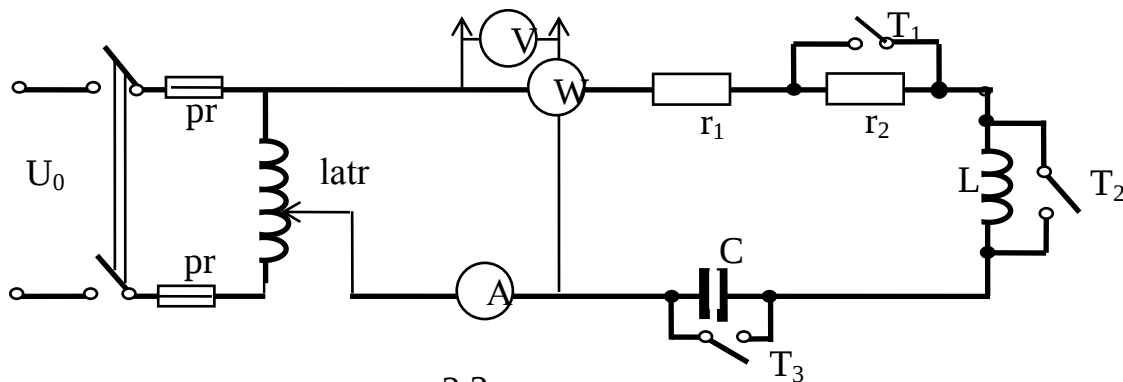
бу ерда $\cos \varphi$ занжирнинг қувват коэффиценти бўлиб, у истеъмол қилинаётган тўла қувватнинг қандай қисми фойдали ишга сарф бўлаётганини кўрсатади.

Қувват $Q = UI \sin \varphi = S \cdot \sin \varphi$ занжирнинг реактив қуввати бўлиб, Вольт-Ампер реактив, килоВольт-Ампер реактивларда ўлчанади ва қисқача ВАр, кВАр тарзида ёзилади.

Ишни бажариш тартиби

1. Лаборатория стенди билан танишиб бўлгандан сўнг 2.3-расмдаги электр схемани йиғиб, уни лаборатория автотрансформатори (ЛАТР) ёрдамида бир фазали ўзгарувчан ток тармоғига уланади. ЛАТР нинг чиқиш қисмаларидаги кучланишнинг қиймати ўқитувчи томонидан белгиланади.

2. T_2 ва T_3 тумблерларни улаб, r_1 ва r_2 резисторлардан иборат кетма-кет занжир ҳосил қилинади. Ваттметр параллел чўлғамининг ва V_2 вольтметрнинг қисмалари уланган шчуплар ёрдамида занжирнинг ҳар бир қисмидаги ва бутун занжирдаги актив қувватни ва кучланишларнинг тушувларини ўлчаб, натижалари 2.1-жадвалнинг актив юклама қаторига ёзилади.



2.3-rasm.

3. Тумблер T_1 ни улаб, тумблер T_2 узилади. Натижада резистор r_1 дан ва индуктив ғалтак L дан иборат актив-индуктив характерли кетма-кет занжир ҳосил бўлади. 2-банддаги каби ўлчашларни бажариб, натижалари 2.1-жадвалнинг актив-индуктив юклама қаторига ёзилади.

4. Тумблер T_2 ни улаб, тумблер T_3 узилади. Натижада резистор r_1 ва сиғим C дан иборат актив-сиғим характерли кетма-кет занжир ҳосил бўлади. 2-банддаги каби ўлчашларни бажариб, натижалари 2.1-жадвалнинг актив-сиғим юклама қаторига ёзилади.

5. Тумблер T_2 ни ажратиб, резистор r_1 , индуктив ғалтак L ва сиғим C дан иборат кетма-кет уланган занжир ҳосил қилинади. 2-банддаги каби ўлчашлар бажарилиб, натижаларини 2.1-жадвалдаги юкламанинг умумий қаторига ёзиш керак.

6. 2-банддаги ўлчашлар бажарилганда занжир қисмаларидаги кучланишлар тушувлари U_1 ва U_2 ларнинг алгебраик йиғиндиси тармоқ кучланиши U га тенг эканлигига; 3, 4 ва 5 пунктларда эса U_1 , U_L ва U_C кучланишлар тушувларининг алгебраик йиғиндиси тармоқ кучланиши U дан катта бўлишига ишонч ҳосил қилинади.

7. 3, 4 ва 5-бандларда осциллограф ёрдамида ҳар бир юклама турининг осциллограммасини экрандан калкага кўчириб, занжирдаги ток билан кучланиш орасида фаза силжиш бурчагининг борлигига ва 2-бандда эса шу фаза силжиш бурчаги нолга тенг эканлигига ишонч ҳосил қилинади.

8. Ўлчашдан олинган маълумотлар бўйича ҳар бир юклама тури учун масштабда ток ва кучланишларнинг вектор диаграммаси қурилади ва улар билан ёнма-ён тегишли осциллограммалари кўрсатилади.

9. 2.1-жадвалдаги барча ҳисоблашларни бажаргандан сўнг занжирнинг параметрларини аниқлашга ўтилади.

2.1-жадвал

Истеъмолчи характери (тури)		Ўлчашлар			Ҳисоблашлар							
		I	U	P	cosφ		Z	r	X _L	X _C	L	C
		A	B	Bт	диаг	Хис- об	Ω	Ω	Ω	Ω	Гн	МкФ
Актив	резистор r ₁											
	резистор r ₂											
	бутун занжир											
Актив индуктив	резистор r ₁											
	Индуктив галтак Lк											
	бутун занжир											
Актив ситим	резистор r ₁											
	Конден- сатор С											
	Бутун занжир											
Умумий	резистор r ₁											
	индуктив галтак L											
	конденса- тор С											
	бутун занжир											

10. Ўзгарувчан ток занжирида Ом қонуни ва Кирхгоф қонунларини татбиқ этилиш хусусиятлари, шунингдек, ток ва кучланиш орасидаги фаза силжиш бурчагига занжир параметрларининг таъсири ҳақида хулоса берилади.

Ҳисобот тузиш тартиби

1. Ток ва кучланишларнинг вектор диаграммаларини қуриш

Аввал ток ва кучланишларнинг масштабини ($m_I=A\text{мм}$, $m_U\text{мм}$) танлаб олиш керак.

Кетма-кет занжирларда ток занжирнинг барча элементлари учун бир хил қийматга эга бўлгани учун, уни бош вектор тарзида олиш маъқул ҳисобланади.

а) **Юклама актив қаршилиқдан иборат бўлганда.** Ихтиёрий 0 нуқтадан ток вектори I ни горизонтал қўйиб (2.1-расм, ф) яна шу нуқтадан ток векторининг йўналиши бўйича r_1 резистордаги кучланиш тушуви вектори $\bar{U}_1$ ни

қўямиз, унинг охиридан r_2 резистордаги кучланиш тушуви вектори $\bar{U}_2$ ни қўямиз. Бу векторларнинг йиғиндиси тармоқ кучланишининг вектори $\bar{U}$ га тенг.

б) **Юклама актив қаршилик ва индуктивликдан иборат бўлганда.** Ихтиёрий 0 нуқтадан ток вектори I ни горизонтал қўйиб (2.1-расм, г) яна шу нуқтадан ток векторининг йўналиши бўйича r_1 резистордаги кучланиш тушуви $\bar{U}$ ни қўямиз. Мазкур занжир учун Кирхгофнинг иккинчи қонунига қўра унга берилган кучланиш:

$$\bar{U} = \bar{I} \cdot r_1 + \bar{I} z_F = \bar{U}_1 + \bar{U}_F,$$

бу ерда z_F – индуктив ғалтакнинг тўла қаршилиги, Ом, $\bar{U}_F$ – индуктив ғалтакдаги кучланиш тушуви, В.

Сўнгра $\bar{U}_1$ векторнинг охиридан соат стрелкаси ҳаракатига тескари йўналишда индуктив ғалтакдаги кучланиш вектори $\bar{U}_F$ га тенг радиус билан ёй чизиб, 0 нуқтадан эса бутун занжир кучланишининг вектори $\bar{U}$ га тенг радиус билан ёй чизилади. Ёйларнинг кесишган нуқтасини 0 нуқта ва $\bar{U}_1$ векторининг охири билан бирлаштириб, вектор диаграммани ҳосил қиламиз. Ғалтакдаги кучланиш $\bar{U}_F$ ни актив $\bar{U}_{aF} = I \cdot r_F$ ва индуктив $U_L = I \cdot x_L$ ташкил этувчиларга ажратиш мумкин.

д) Юклама актив қаршилик ва сиғимдан иборат бўлганда кучланиш векторлари $\bar{U}$ ва $\bar{U}_C$ бош вектор I га нисбатан соат стрелкасининг ҳаракат йўналишида чизилади. Конденсаторнинг актив қаршилиги r_C жуда кичик бўлганидан ундаги кучланишнинг тушуви $U_{ac} = I \cdot r_C$ ҳисобга олинмайди. Шунинг учун кучланиш вектори U_C ток векторидан ($\bar{U}_r$ нинг охиридан) фаза бўйича 90° га орқада қолувчан бурчак остида қўйилади (2.1-расм, х).

е) Юклама актив қаршилик, индуктивлик ва сиғимдан иборат бўлгандаги умумий ҳол учун вектор диаграмма (2.1-расм, и) қуриш талабаларнинг ўзларига топширилади.

2. Схеманинг параметрларини аниқлаш

а) занжирнинг қувват коэффициентини электр ўлчов асбобларининг кўрсатиши бўйича қуйидаги формуладан аниқланади:

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

Вектор диаграммадан эса тегишли ток ва кучланиш векторлари орасидаги бурчакни ўлчаб, унинг қийматини тригонометрик жадвалдан топгандан сўнг, қувват коэффициенти $\cos \varphi$ ни аниқлаш мумкин ёки тегишли тўғри бурчакли учбурчакнинг катет ва гипотенузасини мм да ўлчаб, уларнинг нисбатини олиш мумкин. Иккинчи усул аниқроқ ҳисобланади. $\cos \varphi$ нинг вектор диаграммадан аниқланган қиймати 2.1-жадвалга ёзилади;

б) занжирнинг исталган қисмининг тўла қаршилиги Ом қонунидан аниқланади:

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

д) бутун занжирнинг актив қувватидан занжирнинг актив қаршилиги r ни аниқлаш мумкин:

$$P = I^2 \cdot r, \text{ бундан } r = \frac{P}{I^2}.$$

Занжирнинг айрим қисмларининг актив қаршилиги резистор, ғалтак ёки конденсаторнинг тегишли актив қувватларини юқоридаги ифодага қўйиш билан топилади;

е) ғалтакнинг индуктивлиги L ни аниқлаш учун аввал унинг индуктив қаршилиги x_L топилади:

$$x_L = \omega L = \sqrt{z_F^2 - r_F^2},$$

бу ерда r_F – ғалтакнинг тўла қаршилиги, $z_F = \frac{U_F}{I}$;

$$r_F - \text{ғалтакнинг актив қаршилиги, } r_F = \frac{P_F}{I^2}.$$

Занжирнинг индуктивлиги:

$$L = \frac{x_L}{\omega} = \frac{x_L}{2 \cdot \pi \cdot f}, H;$$

ф) конденсаторнинг сиғими C ни аниқлаш учун аввал унинг сиғим қаршилиги x_c аниқланади:

$$x_c = \frac{1}{\omega C} = \sqrt{z_k^2 - r_k^2}.$$

Конденсаторнинг сиғими

$$C = \frac{1}{x_c \cdot \omega} = \frac{1}{x_c \cdot 2\pi f}, F \text{ (farada)}$$

ёки

$$C = \frac{1 \cdot 10^6}{x_c \cdot 2\pi f}, mkF$$

Назорат саволлари

1. Ом қонуни ва Кирхгофнинг қонунларини ўзгарувчан ва ўзгармас ток занжирларига қўлланишдаги хусусиятлари нималардан иборат?

2. Юкламанинг қуйидагича уланган ҳоллари учун ток ва кучланишнинг вектор диаграммасини қандай қуриш мумкин?

а) иккита резистор кетма-кет уланганда;

б) резистор ва ғалтак кетма-кет уланганда;

д) резистор ва конденсатор кетма-кет уланганда;

е) резистор, ғалтак ва конденсатор кетма-кет уланганда;

3. Нима учун ғалтакдаги кучланиш U_Φ ва U_L , шунингдек конденсатордаги кучланиш U_k ва U_c ўзаро тенг эмас?

4. Занжирнинг актив, индуктив, сиғим ва тўла қаршиликлари қандай аниқланади?

5. Ғалтакнинг индуктивлиги L ва конденсаторнинг сиғими C қандай аниқланади?

6. Бутун занжирнинг ва занжир айрим қисмларининг қувват коэффициентлари $\cos\varphi$ қандай аниқланади?

ПАРАЛЛЕЛ ЗАНЖИР

1. **Ишни бажаришдан мақсад:** 1. Синусоидал ўзгарувчан токнинг параллел занжирлари учун Ом қонуни ва Кирхгофнинг биринчи қонунини татбиқ этиш хусусиятларини ўрганиш. 2. Ўзгарувчан ток занжирида актив ўтказувчанлик g бўлган резистор r , индуктивлик L ва сиғим C ни турлича схемаларда параллел улаганда занжирдаги умумий токнинг қандай тақсимланишини амалда текшириш. 3. Ўлчашлардан олинган маълумотлар бўйича параллел занжир учун кучланиш ва токларнинг вектор диаграммасини қуришни ўрганиш. 4. Занжирнинг актив g , реактив (индуктив - L , сиғим - C) ва тўла ўтказувчанликларини ҳамда қувват коэффициенти $\cos\varphi$ ни аниқлашни ўрганиш.

Ишга оид назарий тушунчалар

Маълумки, параллел уланган занжирнинг элементлари бир хил қийматдаги кучланиш таъсирида бўлади.

Мазкур лаборатория ишида истеъмолчиларини ўзгарувчан ток занжирига параллел улашнинг қуйидаги ҳоллари ўрганилади.

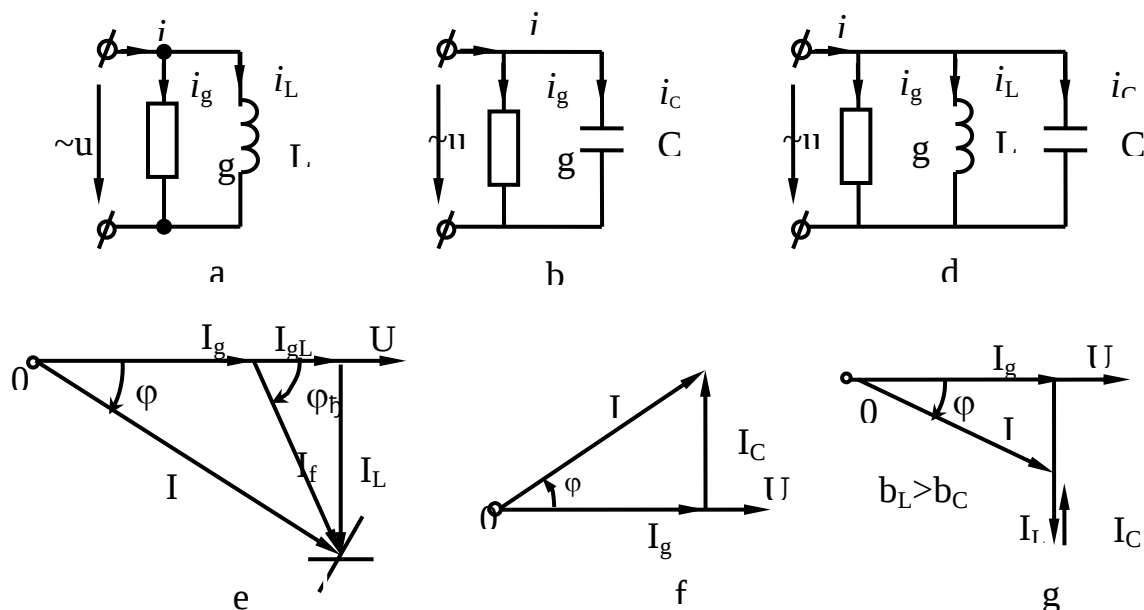
а) актив ўтказувчанлик g билан индуктив ғалтак L ни параллел улаш (2.1-расм, а);

б) актив ўтказувчанлик g билан конденсатор C ни параллел улаш (2.1-расм, б);

д) умумий ҳолда эса g , L ва C элементларни параллел улашдир (2.1-расм, в).

Параллел занжирнинг ҳар бир шохобчасидаги ток Ом қонунига биноан қуйидаги тартибда аниқланади:

а) актив ўтказувчанлик шохобчасидаги ток $I_g = g \cdot U$,



2.4-rasm

бу ерда: I_r – актив ўтказувчанликли резистор р орқали ўтувчи ток, А; U – тармоқнинг кучланиши, В; g – резисторнинг ўтказувчанлиги, $\frac{1}{\Omega}$.

б) индуктив ғалтакли шохобчадаги ток

$$I_F = b_L \cdot U,$$

бу ерда I_F – индуктив ғалтак орқали ўтувчи ток, А; L – индуктив ғалтакнинг ўтказувчанлиги $\left(\frac{1}{\Omega}\right)$:

$$b_L = \frac{1}{\omega L} = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot L},$$

ω – ўзгарувчан токнинг бурчак частотаси; f – ўзгарувчан токнинг частотаси, Гц; L – ғалтакнинг индуктивлиги, Гн.

д) конденсаторли шохобчадаги ток

$$I_C = b_C \cdot U,$$

бу ерда I_C – конденсаторли занжирдан ўтувчи ток, А; b_C – конденсаторнинг сиғим ўтказувчанлиги, $\left(\frac{1}{\Omega}\right)$: $b_C = \omega \cdot C = 2\pi \cdot f \cdot C$.

C – конденсаторнинг сиғими, Ф.

Ўзгарувчан токни ҳисоблаш назариясига биноан манбадан истеъмол қилинаётган умумий ток:

$$I = \sqrt{I_g^2 + (I_L - I_C)^2}$$

ёки
$$I = U \cdot \sqrt{g^2 + (b_L - b_C)^2} = U \cdot \sqrt{g^2 + b^2} = U \cdot y,$$

бу ерда I – занжирнинг тармоқланмаган қисмидаги ток, А; b – занжирнинг реактив ўтказувчанлиги, $\frac{1}{\Omega}$; z – занжирнинг тўла ўтказувчанлиги, $\frac{1}{\Omega}$. Барча ўтказувчанликларнинг ўлчов бирлиги $\frac{1}{\Omega}$ ёки сименс (қисқача См) деб белгиланади.

Кирхгофнинг биринчи қонунига кўра ўзгарувчан ток занжирида тармоқланиш нуқтасидаги тоқларнинг геометрик йиғиндиси нолга тенг, яъни:

$$\bar{I} = \bar{I}_g + \bar{I}_L \text{ ёки } \bar{I} - \bar{I}_g - \bar{I}_L = 0 \text{ (4.1-расм, а);}$$

$$\bar{I} = \bar{I}_g + \bar{I}_C \text{ ёки } \bar{I} - \bar{I}_g - \bar{I}_C = 0 \text{ (4.1-расм, б);}$$

$$\bar{I} = \bar{I}_g + \bar{I}_L + \bar{I}_C \text{ ёки } \bar{I} - \bar{I}_g - \bar{I}_L - \bar{I}_C = 0 \text{ (4.1-расм, д).}$$

Ўзгарувчан ток занжирида истеъмол қилинаётган актив қувват

$$P = UI \cos \varphi,$$

бу ерда $\cos \varphi$ – занжирнинг қувват коэффиценти; φ – занжирнинг тармоқланмаган қисмидаги ток билан кучланиш векторлари орасидаги фаза силжиш бурчаги.

Параллел шохобчаларда истеъмол қилинаётган актив қувватлар

$$P_g = U \cdot I_g \quad (\cos \varphi_g = 1);$$

$$P_{g'} = U \cdot I_C \cdot \cos \varphi_f;$$

$$P_C = U \cdot I_C \cdot \cos \varphi_C,$$

бу ерда: P_g – актив ўтказувчанли резистор истеъмол қилаётган қувват, Вт; P_{ϕ} , P_C – тегишлича индуктив ғалтак ва конденсатор истеъмол қилаётган актив қувват, Вт; $\cos \varphi_f$, $\cos \varphi_C$ – тегишлича ғалтакли ва конденсаторли шохобчаларнинг қувват коэффициентлари.

Бутун занжирнинг актив қуввати параллел шохобчалар актив қувватларининг алгебраик йиғиндисидан иборат, яъни:

$$P = P_g + P_{g'} + P_C.$$

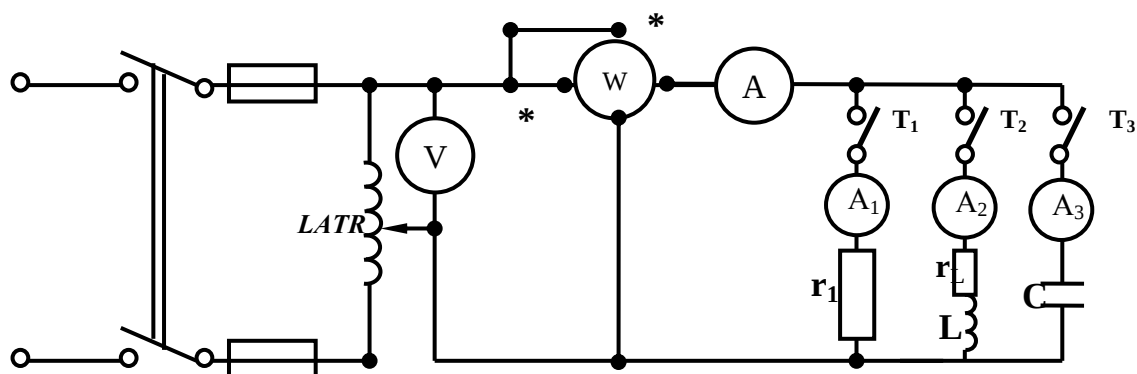
Ишни бажариш тартиби

1. Лаборатория стенди билан танишиб бўлгандан сўнг 2.2-расмдаги электр схемани йиғиб, уни автотрансформатор (ЛАТР) ёрдамида бир фазали ток тармоғига уланади. ЛАТР нинг чиқиш қисмаларидаги кучланишнинг қиймати ўқитувчи томонидан белгиланади.

2. T_1 ва T_2 тумблерларни улаб, резистор r ва индуктив ғалтак L дан иборат параллел занжир ҳосил қилинади. Ваттметр ёрдамида бутун занжирнинг актив қувватини, A , A_1 ва A_2 амперметрлар ёрдамида эса занжирнинг тармоқланмаган қисмидаги ва шохобчаларидаги тоқларни ўлчаб, олинган маълумотлар 2.1-жадвалнинг актив-индуктив юклама қаторига ёзилади.

3. Тумблер T_2 ни узиб, тумблер T_3 уланади. Натижада резистор r ва конденсатор C дан иборат актив-сиғим характерли параллел занжир ҳосил бўлади. 2-пунктдаги каби ўлчашларни бажариб, натижаларини 2.1-жадвалнинг актив-сиғим юклама қаторига ёзилади.

4. Тумблер T_2 ни улаб, резистор r , индуктив ғалтак L ва конденсатор C дан иборат параллел занжир ҳосил қилинади. 2-пунктдаги каби ўлчашларни бажариб, натижаларни 2.1-жадвалдаги юкламанинг умумий тури қаторига ёзилади.



2.2-расм

5. 2, 3 ва 4-бандлардаги ўлчашлар бажарилгандан кейин занжирларнинг шохобчаларидаги I_r , I_L ва I_C тоklarнинг алгебраик йиғиндиси умумий ток I дан катта бўлишига ишонч ҳосил қилинади.

6. Ўлчашдан олинган маълумотлар бўйича ҳар бир юклама тури учун масштабда кучланиш ва тоklarнинг вектор диаграммалари қурилади.

2.1-жадвалдаги барча ҳисоблашларни бажаргандан сўнг занжирнинг параметрларини аниқлашга ўтилади. Элементлари параллел уланган ўзгарувчан ток занжири учун Ом қонуни ва Кирхгофнинг биринчи қонунини татбиқ этиш ҳақида хулоса берилсин.

Ҳисобот тузиш тартиби

1. Кучланиш ва тоklarнинг вектор диаграммаларини қуриш.

Аввал ток ва кучланишнинг масштабини ($m_I=A/\text{мм}$ ва $m_U=V/\text{мм}$) танлаб олиш керак.

Кучланиш параллел занжирларда занжирнинг барча шохобчалари учун бир хил қийматга эга бўлгани учун уни бош вектор тарзида олиш маъқул ҳисобланади.

2.1-жадвал

Юклама тури		Ўлчашлар						Ҳисоблашлар							
		U	I	I_1	I_2	I_3	P	$\cos\varphi$			g	b_L	b_C	L	C
		V	A	A	A	A	Вт	Диаг	ҳисоб	C	C	C	C	Гн	МкФ
Актив индуктив	резистор		-	-	-	-					-	-	-	-	-
	Индуктив		-	-	-	-					-	-	-	-	-
	Ҳалтак бутун занжир			-	-	-							-		-
Актив сифим	резистор		-	-	-	-					-	-	-	-	-
	конденсатор		-	-	-	-					-	-	-	-	-
	бутун занжир			-	-	-						-		-	
Умумий ҳол	резистор		-	-	-	-					-	-	-	-	-
	Индуктив		-	-	-	-					-	-	-	-	-
	Ҳалтак		-	-	-	-					-	-	-	-	-
	Конденсатор			-	-	-								-	
	бутун занжир			-	-	-									

а) юклама актив-индуктив характерга эга бўлганда. Ихтиёрий 0 нуқтадан (2.1-расм, г) кучланиш U нинг векторини горизонтал йўналишда

чизамиз. Яна шу нуктадан кучланиш векторининг йўналиши бўйича резисторли шохобча орқали ўтувчи ток I_r нинг векторини чизамиз.

Кирхгофнинг биринчи қонунига биноан занжирдаги умумий ток

$$\bar{I} = \bar{I}_g + \bar{I}_g.$$

Бу ифоданинг вектор диаграммасини куриш учун ток вектори I_r нинг охиридан соат стрелкасининг ҳаракати йўналишида (чунки индуктив ток кучланишдан фаза бўйича орқада қолади) $I_2 = I_r$ токи векторига тенг радиус билан ёй чизилади.

Сўнгра 0 нуктадан умумий ток I нинг векторига тенг радиус билан ёй чизилади. Ёйларнинг кесишган нуктасини I_r токи векторининг охири ҳамда 0 нукта билан бирлаштириб, вектор диаграммани ҳосил қиламиз. Ғалтакдан ўтаётган ток I_r ни актив ток $I_{r\phi}$ ва индуктив ток I_L дан иборат ташкил этувчиларга ажратиш мумкин;

б) юклама актив-сиғим характерга эга бўлганда ток векторлари I ва I_c соат стрелкасининг ҳаракати йўналишига тескари йўналишда чизилади. Конденсаторнинг актив ўтказувчанлиги жуда кичик бўлганидан уни ҳисобга олинмайди. У ҳолда сиғим характердаги ток вектори (I_c - I_3) кучланиш векторидан фаза бўйича 90° га ўзувчан йўналишда қўйилади (2.1-расм, ф);

д) юклама актив резистор, индуктив ғалтак ва конденсатордан иборат бўлгандаги умумий ҳол учун вектор диаграммани (2.1-расм,) куриш ўқувчиларнинг ўзларига топширилади;

е) қувват коэффициентини аниқлаш. Бутун занжирнинг қувват коэффициенти қуйидаги формула билан аниқланади:

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

Параллел шохобчалар учун ҳам қувват коэффициенти ана шу формула билан аниқланади, аммо қувват ва токнинг ҳар бир шохобча учун тегишли қийматлари олинади.

Вектор диаграммадан занжирнинг қувват коэффициентини аниқлаш учун тегишли бурчакларни ўлчаб, тригонометрик жадвалдан $\cos\varphi$ нинг қиймати аниқланади. Шунингдек, вектор диаграммадан тегишли тўғри бурчакли учбурчакнинг катет ва гипотенузаларини ўлчаб, уларнинг нисбатини олиш мумкин. Кейинги усул аниқроқ натижа беради;

д) занжирнинг ўтказувчанликларини аниқлаш:

1. Занжирнинг тўла ўтказувчанлиги $y = \frac{I}{U}, \text{ Sm.}$

2. Занжирнинг актив ўтказувчанлиги $g = \frac{I_g}{U}, \text{ Sm} \quad (I_g = I_1).$

3. Занжирнинг индуктив ўтказувчанлиги $b_L = \frac{I_L}{U}, \text{ Sm} \quad (I_L \approx I_2).$

4. Занжирнинг сиғим ўтказувчанлиги $b_C = \frac{I_C}{U}, \text{ Sm} \quad (I_C \approx I_3).$

Назорат саволлари

1. Кирхгофнинг биринчи қонунини ўзгарувчан ток занжирларига татбиқ этиш хусусиятлари нималардан иборат?
2. Ўзгарувчан ток занжири учун Ом қонуни қандай татбиқ этилади?
3. Юкламанинг қуйидагича уланган ҳоллари учун кучланиш ва тоқларнинг вектор диаграммасини қандай қуриш мумкин:
 - а) резистор ва индуктив ғалтак параллел уланганда;
 - б) резистор ва конденсатор параллел уланганда;
 - д) резистор, индуктив ғалтак ва конденсатор параллел уланганда.
4. Бутун занжирнинг, ғалтакнинг ва конденсаторнинг параметрлари қандай аниқланади?
5. Бутун занжирнинг ва занжир шохобчаларининг қувват коэффициентлари қандай аниқланади?
6. Фаза силжиш бурчаги деб нимага айтилади?

3 - лаборатория иши

СИНУСОИДАЛ ЎЗГАРУВЧАН ТОК ЗАНЖИРЛАРИДА РЕЗОНАНС ХОДИСАЛАРИНИ ТЕКШИРИШ

I. Ишни бажаришдан мақсад: 1. Актив, индуктив ва сиғим қаршиликлари кетма-кет уланган занжирда кучланишлар резонанси ҳодисасини экспериментал текшириш. 2. Занжирнинг кетма-кет тебраниш (резонанс) контурини резонансга қадар, резонанс пайтида ва резонансдан кейинги бўлган параметрларини аниқлаш ва ўзига хос хусусиятларини, иш режимини ўрганиш. 3. Тажрибадан олинган маълумотларни назарий ҳисоблар билан таққослаш.

II. Ишга оид назарий тушунчалар

Индуктивлик ва сиғим элементлари бўлган электр занжирларида кузатиладиган резонанс ҳодисаларининг табиати механикадаги, молекуляр физикадаги, оптикадаги ва бошқа соҳалардаги резонансларнинг табиатига ўхшашдир. Барча ҳолларда резонанс тебраниш контурига (системасига) ташқаридан берилган даврий таъсир (ташқи куч) туфайли содир бўлади. Ўз параметрларига кўра ҳар бир тебраниш системаси ўзларининг хусусий тебранишлар частотаси ω_0 га эга. Системада тўпланган энергия ўз ҳолатини тўла циклда шу частота тезлигида ўзгартириб туради. Ички энергия сарфи бўлмаган (идеал) ҳар қандай тебраниш системасини ω_0 частота билан тебратиб юборилса, у бу ҳолатни керагича узоқ вақт сақлаб тура олади. Ички энергия сарфи бўлган тебраниш системасида эса тўпланган энергия аста-секин нолгача камая боради ва системадаги тебранишлар ҳам сўнади. Агар системада бўлаётган ҳар циклдаги энергия сарфини ўша ω_0 частотада циклик равишда ташқи энергия манбаидан тўлдириб тура олсак, у ҳолда системада энергия миқдори ўзгармасдан қолиб, тебраниш чексиз узоқ давом этади. Бу резонанс ҳодисасининг намоён бўлишидир. Бошқача айтганда, резонанс тебраниш системасининг хусусий тебранишлар частотаси ω_0 ни ташқи кучнинг (энергия манбаининг) мажбурий частотаси ω билан мос тушиш ҳодисасидир.

Электр занжирларда тебраниш системаси тарзида индуктив ғалтак L ва сиғим C дан ташкил топган тебраниш контури (3.1-расм,а) қаралади. Конденсаторнинг қопламаларида бошланғич заряд q_0 бўлганда, конденсаторнинг электр майдон энергияси

$$W_{\text{э}} = \frac{q_0^2}{2C} = \frac{CU_0^2}{2}$$

га тенг бўлиб, у ғалтакнинг худди шу миқдордаги магнит майдон энергияси

$$W_{\text{м}} = \frac{\psi_0^2}{2L} = \frac{LI_0^2}{2}$$

билан циклик равишда ўрин алмашиб туради ва ушбу ўзгаришлар натижасида контурда $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ бурчак частотали даврий тебранишлар ҳосил бўлади.

(Бу ерда U_0 – контурдаги конденсатор токи $i=0$ бўлгандаги кучланиш, ψ_0 – ғалтакдаги ток максимум, яъни $i=I_0$ бўлгандаги илашган магнит оқими).

Истаган пайтда L ва C реактив элементлардаги кучланишлар оний қийматларининг йиғиндиси доимо нолга тенг, яъни

$$u_L + u_C = 0, \quad (1)$$

ёки

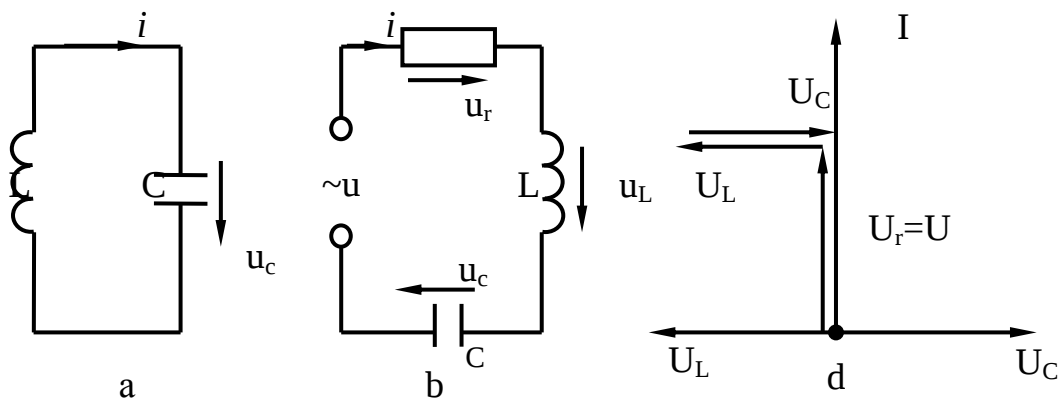
$$L \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} \int i dt = 0.$$

Энергия сарфи мавжуд бўлган электр тебраниш контурининг схемасида актив қаршилик ёки актив ўтказувчанлик бўлиб, занжир элементлари уч хил кўринишда, яъни кетма-кет, параллел ва аралаш схемада уланиши мумкин. Қуйида r , L ва C элементлар кетма-кет уланган (3.1-расм,б) занжирдаги кучланишлар резонанси ҳодисаси кўрилади. Занжирда резонанс ҳодисаси содир бўлиши учун реактив элементларнинг қаршиликлари $x_L = x_C$ ёки $\omega L = \frac{1}{\omega C}$

бўлиши керак. Бунга $\omega = \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ да еришиш мумкин. Агар кетма-кет тебраниш контурини синусоидал кучланиш $u = U_m \sin \omega t$ манбага уласак, ундан резонанс пайтида оқиб ўтадиган ток

$$I = \frac{U}{z} = \frac{U}{\sqrt{r^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}} = \frac{U}{\sqrt{r^2 + (x_L - x_C)^2}} = \frac{U}{r}. \quad (2) \quad \text{га тенгдир}$$

Демак, резонанс пайтида занжирнинг қаршилиги минимал бўлиб, ток ўзининг максимал қийматига эришади. Бу кучланишлар резонанси ҳодисасининг ўзига хос хусусияти ҳисобланади.



4.1-rasm

Тенглама (1) га биноан кучланишлар резонанси пайтида L ва C реактив элементлардаги кучланишларнинг алгебраик (ёки вектор) йиғиндилари нолга тенг, яъни

$$\bar{U}_L + \bar{U}_C = 0 \quad \text{ёки} \quad \bar{I}x_L + \bar{I}x_C = 0.$$

Занжирнинг резонанс пайтидаги ток ва кучланишларнинг вектор диаграммаси 4.1-расм, д да кўрсатилган. Вектор диаграммадан кўринадики, реактив элементлардаги кучланишлар ўзаро тенг ($U_L = U_C$), аммо қарама-қарши

фазада бўлган резонанс (реактив) кучланишлари U_L ва U_C бир-бирларини тўла компенсация қилади. Бу пайтда занжирга берилган кучланиш U актив қаршиликдаги кучланишнинг пасажуви U_p га тенг ва тўла занжир учун ҳисобланган фаза силжиш бурчаги $\phi = 0$ бўлади. Тебраниш контури манба учун худди актив юклама ҳисобланади. Реактив кучланишлар U_L ва U_C нинг таъсир этувчи қийматлари умумий кучланиш U нинг қийматига нисбатан катта ёки кичик бўлиши тебраниш контурининг тўлқин қаршилиги ρ га боғлиқ:

$$\rho = x_L = x_C = \omega_0 L = \frac{1}{\omega_0 C} = \sqrt{\frac{L}{C}}, \quad \Omega.$$

Аниқроқ айтганда актив қаршилик r га нисбатан унинг неча марта катта ёки кичиклигига боғлиқ. Бу ерда $Q = \frac{\rho}{r}$ - тебраниш контурининг асслиги дейилади. Тескари нисбат

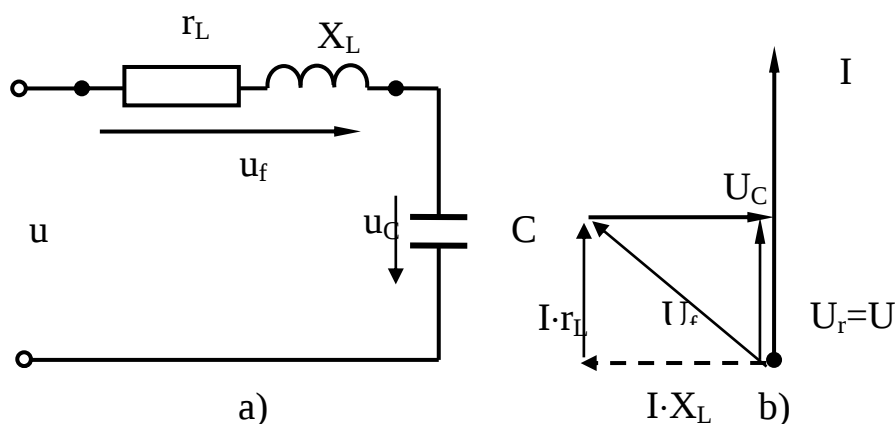
$$d = \frac{r}{\rho} = \frac{1}{Q}$$

эса тебраниш контурининг сўниши дейилади.

Занжирда кучланишлар резонанси қуйидаги усуллар билан ҳосил қилиниши мумкин:

1. Занжирнинг параметрлари L ва C , яъни частота $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ ўзгармас

бўлганда, манбанинг частотасини бир текис ўзгартириш билан $\omega = \omega_0$ тенглик амалга оширилади.



3.2-rasm.

2. Манбанинг частотаси ω ўзгармас бўлганда, L ва C параметрлардан биронтасини (ёки иккаласини бир вақтда) бир текис ўзгартириш билан $\omega_0 = \omega$ тенгликка эришилади.

Ҳақиқий кетма-кет тебраниш контурларида актив қаршилик занжирнинг айрим бўлаги (қисми) бўлмасдан, балки индуктив ғалтакнинг тўла қаршилиги x_L нинг актив ташкил этувчиси r_4 тарзида киради (3.2-рasm, а).

Занжирда резонанс қарор топганлигини резонанс шарти ($x_L = x_C$) бажарилиб, токнинг максимумга еришганлигидан билиш мумкин, яъни

$I = I_m = \frac{U}{r_4}$, 3.2-расм,б даги резонанс режими учун қурилган вектор диаграммадан кўринадикки, резонанс пайтида ғалтакдаги кучланиш U_F конденсатордаги кучланиш U_C дан бирмунча катта, бу қуйидаги ифодадан ҳам кўриниб турибди, яъни

$$U_F = I \cdot z_L = I \cdot \sqrt{r^2 + x_L^2}.$$

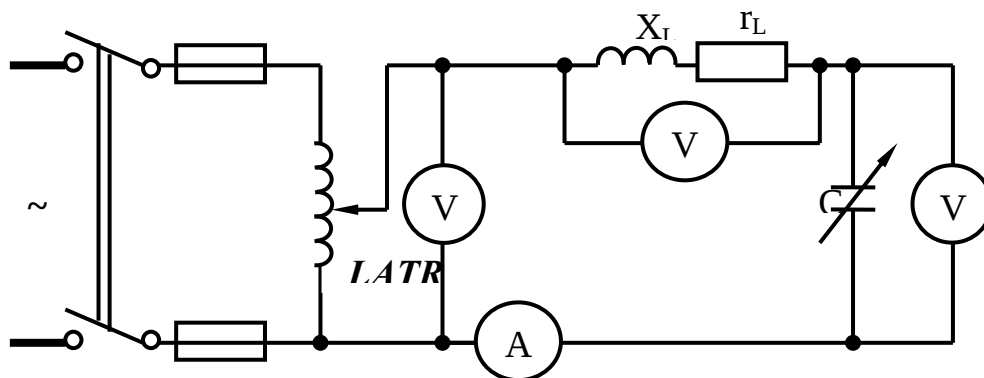
Кучланишлар резонансида занжирга берилган кучланиш нисбатан кичик бўлса ҳам, реактив элементлардаги резонанс кучланишлари бирмунча ортиши мумкин бўлгани учун кучланишлар резонанси деб аталади. Кучланишлар резонансидан фойдали ходиса тарзида радиотехникада, телевидениеда ва алоқа техникасида фойдаланилади.

ИИИ. Ишни бажариш тартиби

1. Стендда 3.3-расмдаги электр схемани йиғиб, аввалдан автотрансформатор (ЛАТР) дастагининг ҳолати 0 қўйилади.

2. Схемани электр тармоғига улаб, ЛАТР ёрдамида берилган кучланишни бир текис ўзгартириб, унинг чиқиш томонида $U=30 \dots 50$ В кучланишни ўрнатиш керак. Турли номинал қийматдаги конденсаторларни улаш ёки ажратиш билан сиғим C ни ростлаб, занжирда токнинг максимал қийматига еришилади. Сиғимнинг $C_{рез}$ га тўғри келган умумий қийматини дафтарга ёзиб қўйинг.

3. Конденсаторларни тўла ажратиб, кучланиш U нинг конденсаторлар қисмасидаги кучланиш U_2 га тенг эканлигига, шунингдек, ток I ва кучланиш U_1 нинг нолга тенглигига ишонч ҳосил қилинг. Бу маълумотларни 3.1-жадвалнинг биринчи қаторига ёзинг. Конденсаторнинг сиғимини нолдан $C_{рез}$ миқдоргача поғонали ўзгартириш билан резонанс нуқтасига қадар ва ундан кейин ($C > C_{рез}$ бўлганда) 5-6 та тажриба нуқталарни олиб, маълумотларни 3.1-жадвалга ёзинг.



3.3-rasm.

4. 3.1-жадвалдан контурнинг резонансга қадар, резонанс пайтига ва ундан кейинги иш режимларига мос ток ва кучланишларнинг қийматларини топиб, масштабда вектор диаграмма қуринг.

5. Ўлчаш натижалари ва 4-банддаги геометрик қуришлар бўйича қаршиликларни, фаза силжиш бурчаги φ ни ва бутун занжирнинг қувват коэффиценти $\cos\varphi$ ни ҳисоблашни бажаринг (3.1-жадвал).

6. Резонанс режими учун контурнинг асиллиги Q ва сўниш коэффиценти d ни аниқланг.

7. Умумий графикда (масштаб билан) қуйидаги

$$U_1 = f(C); \quad U_2 = f(C); \quad I = f(C)$$

ва $\varphi = f(C)$ боғланишларнинг эгри чизиқларини қуринг.

8. Иш бўйича тегишли хулосаларни беринг.

3.1-жадвал

Т/ р	ЎЛЧАШЛАР					ҲИСОБЛАШЛАР								
	С	У	U_1	U_2	И	З	Z_L	P_L	X_L	X_C	ρ	φ	$\cos\varphi$	ω_0
	мкФ	В	В	В	А	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	град	-	c^{-1}

Назорат саволлари

1. Умуман резонанс деб нимага айтилади ва хусусан электр занжирлардаги резонанс нима?
2. Элементлари r , L , C кетма-кет уланган занжирда резонанс пайдо бўлишининг шarti қандай? Нима учун бу резонанс кучланишлар резонанси деб аталади?
3. Кучланишлар резонансини ҳосил қилишнинг қандай усуллари мавжуд ва улардан қайси бири ушбу ишда қўлланилган?
4. Тебраниш контурининг тўлқин қаршилиги, асиллик коэффиценти ва сўниш коэффиценти нима? Бу катталиклар резонанснинг физик табиатига қандай таъсир кўрсатади?
5. Агар занжирга берилган кучланиш модули бўйича бир қанча ўзгарса (орца ёки камайса) резонанс эффекти бузиладими?
6. Конденсаторларнинг сиғими ўзгарса, бутун занжирнинг манбадан истеъмол қилаётган актив қуввати ўзгарадими? Агар ўзгарса қандай миқдорга ўзгаради?
7. Резонанс пайтида кучланиш U_F ёки (U_1) ва U_C ёки (U_2) нинг тенг бўлмаслиги қандай тушунтирилади?
8. Нима учун резонанс пайтида занжирдаги ток максимал қийматга эга бўлади? Кучланишлар резонансининг амалий аҳамияти қандай? Мисоллар келтиринг.

№ 4 лаборатория иши

УЧ ФАЗАЛИ ЎЗГАРУВЧАН ТОК ЭЛЕКТР ЗАНЖИРИГА ИСТЕЪМОЛЧИЛАРИНИ “ЮЛДУЗ” ВА “УЧБУРЧАК” УСУЛЛАРДА УЛАШ Кириш

Амалиётда ўзгармас токка нисбатан ўзгарувчан токдан фойдаланиш кўпгина қулайликларга эга. Масалан ўзгарувчан токни узок масофаларга нисбатан кам исроф билан узатиш мумкин, ўзгарувчан токни трансформациялаш осон ва х.к. Лекин бир фазали ўзгарувчан токдан фойдаланишнинг ҳам имкониятлари чекланган ва қатор камчиликларга эга, масалан бир фазали токни истеъмолчиларга узатишда линияларни қуриш учун сарфланадиган метал сарфи кўп, бундан ташқари бир фазали ўзгарувчан токда айланувчи магнит майдони ҳосил қилиб бўлмайди. Уч фазали токдан фойдалансак бу камчиликлар барҳам топади. Шунингдек уч фазали ток яна қуйидаги афзалликларга эга:

- электр энергиясини уч фазали ток системаси ёрдамида узок масофаларга узатиш уни фазалар сони бошқача бўлган холга қараганда иқтисодий жиҳатдан (25% гача) тежамли ҳисобланади;

- уч фазали токда ишловчи двигатель ва трансформаторларнинг тузилиши оддий, ишлатишга қулай бўлиб, ишончилиги ҳамда тежамлилиги нисбатан юқоридир;

- уч фазали системада бир йўла иккита ишчи кучланиш, яъни фаза кучланиш U_ϕ ва линия кучланиши U_L ҳосил қилиш мумкин;

- агар уч фазали ЭЮК (ёки кучланиш) системасига симметрик нагрузка уланган бўлса, унинг оний қуввати ҳар қандай вақт учун ўзгармас бўлади.

Юқорида келтирилган афзалликлари туфайли уч фазали электр токи ишлаб чиқариш, уни истеъмолчиларга узатиш ва ундан (айниқса саноатда) фойдаланиш иқтисодий жиҳатдан самаралидир. Шунинг учун ҳам бугунги кунда ер юзининг барча мамлакатларида уч фазали ток ишлаб чиқарилади.

I.Қисқача назарий тушунчалар

Уч фазади ЭЮК уч фазали синхрон генераторда ҳосил қилинади. Уч фазали ток ишлаб чиқаришга 1891 йилда рус инженери Доливо-Добровольский асос солган ва биринчи бўлиб уч фазали токдан амалда фойдаланишни йўлга қўйган.

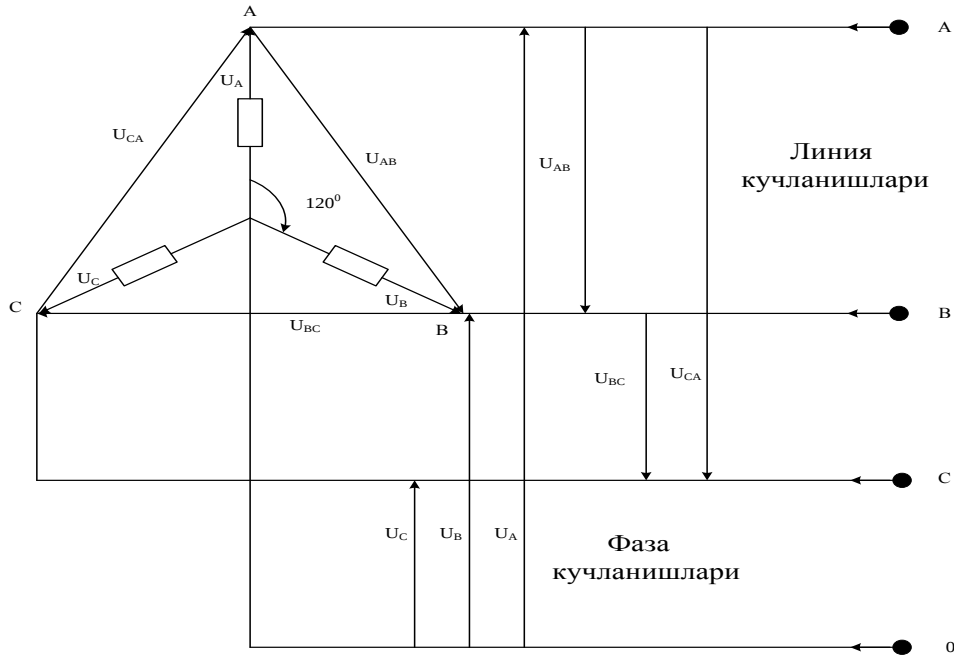
Уч фазали ток деб частоталари ва амплитудалари бир хил, фазалари бўйича ўзаро 120° бурчакка силжиган учта ўзгарувчан ток системасига айтилади. Уч фазали ток ишлаб чиқарувчи генератор кўзгалмас статор ва унинг ичида айланувчи ротордан иборат. Статорда учта фаза чулғамлари ўзаро 120° бурчак остида жойлашган бўлади. Айланувчи роторнинг магнит майдони статор чулғамларини кесиб ўтганда ҳар бир чулғамнинг учларида ўзгарувчан э.ю.к. ҳосил бўлади. Чулғамлар бир-бирига нисбатан 120 градус бурчак остида жойлашганлиги учун бу чулғамлардаги синусоидал э.ю.к. лар ҳам вақт бўйича бир бирига нисбатан даврнинг учдан бирига силжиган бўлади. Фазаларни А, В, С деб белгиласак ҳосил бўлган э.ю.к. ларнинг аналитик ифодаси:

$$E_A = E_m \sin \omega t,$$

$$E_B = E_m \sin (\omega t + 120)$$

$$E_C = E_m \sin (\omega t + 240),$$

Ушбу кучланишларни учлари бир нуқтага бирлашган учта ўзаро 120 градус бурчак остида жойлашган векторлар кўринишда ифодалаймиз (4.1 расм).



Чулгамлари юлдузсимон уланган уч фазали ток системаси.

Агар фазалардаги кучланишларнинг амплитудалари тенг бўлса

$$E_A + E_B + E_C = 0$$

бу уч фазали токнинг асосий хусусияти бўлиб, фазаларни ўзаро бирлаштириб ноль сим ҳосил қилиш имкониятини беради.

4.1.расмда уч фазали тўрт симли линияга истеъмолчиларнинг юлдуз шаклда уланиши кўрсатилган. Расмдан кўринадики бу системада 6 хил кучланиш мавжуд. Булар фаза кучланишлари деб аталувчи U_A , U_B , U_C (фазалар билан нол сим орасидаги) кучланишлар ва линия кучланишлари деб аталувчи U_{AB} , U_{AC} , U_{BC} (учта фазаларнинг орасидаги) кучланишлар. Фаза кучланишлари қисқача U_ϕ , линия кучланиши U_L деб белгиланади. Симметрик система учун

$$U_\phi = U_A = U_B = U_C$$

$$U_L = U_{AB} = U_{AC} = U_{BC}$$

расмдан кўриниб турибдики линия кучланишлари фаза кучланишларидан катта. Улар орасидаги муносабатни АОВ учбурчакка нисбатан (худди шундай ВОС ва СОА учбурчакларга нисбатан ҳам) косинуслар теоремасини қўлласак

$$U_L = \sqrt{3} U_\phi$$

Демак фазалардаги кучланишлар $U_\phi = 220$ В бўлса, линиядаги кучланишлар $U_L = 380$ В бўлади. Шундай қилиб уч фазали системада

истеъмолчилар юлдуз шаклда уланган бўлса икки хил кучланиш хосил бўлади. Бундай уч фазали тўрт симли линия 220/380 линия деб айтилади.

Ишни бажаришдан мақсад

Лаборатория ишини бажаришдан мақсад уч фазали системага истеъмолчиларни учбурчак ва юлдуз усулларида улашни, система симметрик ва носимметрик бўлган холларда нол симдаги токни аниқлашдан, (4.4) ва (4.5) муносабатларни амалда текширишдан, ҳамда нол симнинг аҳамиятини ўрганишдан иборат.

Ишни бажариш тартиби

Лаборатория ишини бажариш учун уч фазали ўзгарувчан ток системасига тегишли назарий тушунчаларни ўрганиб чиқинг, бунда қуйидаги саволларга эътибор беринг:

уч фазали токда истеъмолчиларни юлдуз ва учбурчак усулларида улаш схемалари;

юлдуз ва учбурчак шаклида уланган схемалар учун фаза ва линия кучланишлари, ҳамда фаза ва линия токларининг ўзаро муносабатлари;

юлдуз шаклида уланган схемада фазалардаги юкламалар таксимотининг нолинчи ўтказгичдан ўтаётган токка таъсири ва нол симнинг вазифаси

1- машқ. Юлдуз усулида улаш.

1- машқни бажариш учун расмда кўрсатилган схема йиғилади. Ҳар бир фазада учтадан актив истеъмолчи (кам қувватли, чуғланма толали лампалар) бўлиб, улар ўзаро юлдуз усулида уланган.

Схемани йиғиб бўлгач уни текшириб чиқинг, сўнгра машғулот раҳбарига кўрсатинг. Машғулот раҳбарининг назорати остида схема киришини 37.5 В кучланишли уч фазали тармоққа уланг. Ўлчашларни қуйидаги тартибда бажаринг:

1. Симметрик юкламали режим.

Симметрик юкламали режимда фазалардаги қаршилиқлар тенг бўлади.

Бунинг учун V_1 , V_2 , калитларни уланг (барча L_1 , L_2 L_9 лампаларнинг қуввати бир хил бўлиши керак).

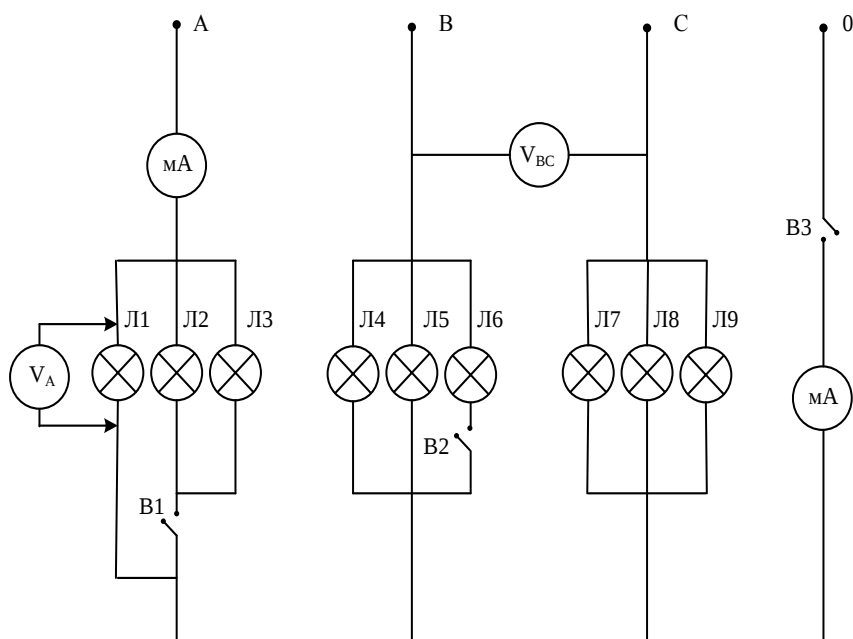
- вольтметр ёрдамида фаза ва линия кучланишларни ўлчаб натижаларни ёзиб олинг

- А фазага уланган миллиамперметрнинг кўрсатишини ёзиб олинг;

- ноль симдаги миллиамперметрнинг кўрсатишини ёзиб олинг.

2. Носимметрик юкламали режим.

Симметрик юкламали режимида бажарилган барча ўлчашларни носимметрик режим учун ҳам бажаринг. Системани носимметрик қилиш учун V_1 , V_2 калитларни узиб қўйинг. Носимметрик режимда ноль ўтказгичдан ўтаётган ток нолдан фарк килади.



Юлдуз усулида уланган уч фазали система. Л1, Л2,...Л9-актив юкламалар (лампарлар), В1, В2, В3 – калитлар, А, В, С, О – аминлаш тармоғи фазаларининг ва нол симнинг клеммалари, мА–миллиамперметр, V-вольтметр.

2- машқ. Учбурчак усулида улаш.

Лаборатория ишини бажариш учун расмда кўрсатилган схема йиғилади. Схемада ҳар бир фазада ўзаро паралел уланган учтадан актив истеъмолчи (кам қувватли, чуғланма толали лампарлар) бўлиб, улар фазаларга учбурчак усулида уланган.

Схемани йиғиб бўлгач уни текшириб чиқинг, сўнгра машғулот раҳбарига кўрсатинг. Машғулот раҳбарининг назорати остида схема киришини 37.5 В кучланишли уч фазали тармоқка уланг ва қуйидаги тартибда ўлчашларни бажаринг.

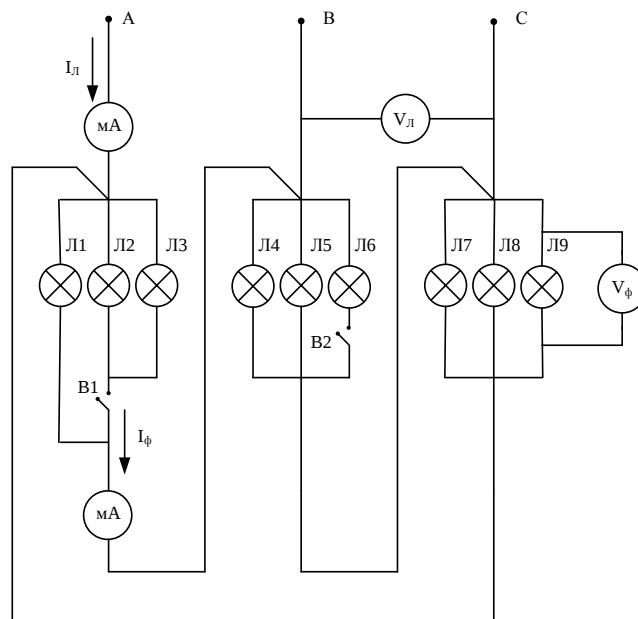
Симметрик нагрузка режими:

В1, В2, калитларни уланган. V_{ϕ} вольтметр ёрдамида фазалардаги кучланишларни, V_L вольтметр ёрдамида линиядаги кучланишларни ўлчаб натижаларни ёзиб олинг.

- миллиамперметрлар ёрдамида I_{ϕ} - фаза токини ва I_L - линия токини ўлчаб ёзиб олинг.

Носимметрик нагрузка режими:

Носимметрик юклама режими ҳосил қилиш учун В1, В2 калитларни узиб қўйинг ва симметрик режимдаги ўлчашларни такроран бажаринг.



Уч фазали системага истеъмолчиларни учбурчак усулида улаш.
 Л1, Л2,... Л9 - актив юкламалар (лампарлар); В1, В2 – калитлар; А, В, С –
 таминлаш тармоғи фазаларининг клеммалари; мА – миллиамперметр; V -
 вольтметр.

Ҳисоблашлар

1. Ўлчов натижалари асосида юлдуз усулида уланган симметрик система учун $U_{\text{линия}} = \sqrt{3} U_{\text{фаза}}$; $I_{\text{линия}} = I_{\text{фаза}}$ муносабатлар ўринли эканлигини тажриба натижалари асосида кўрсатинг

2. Ўлчов натижалари асосида учбурчак усулида уланган система учун система симметрик бўлганда

$$U_{\text{линия}} = U_{\text{фаза}} ; \quad I_{\text{линия}} = \sqrt{3} I_{\text{фаза}}$$

муносабатлар ўринли эканлигини тажриба натижалари асосида кўрсатинг.

2. Носимметрик система учун фаза ва линиядаги ток кучи ва кучланишларни муносабатларини текширинг.

Назорат саволлари ва топшириқлар

1. Нима учун носимметрик ситемада фазалардаги кучланишлар тақсимооти бузилади?

2. Уч фазали системада ноль симнинг аҳамияти нимадан иборат?

3. Истеъмолчилар юлдуз уланган носимметрик система учун вектор диаграмма курунг ва график усулда нол симдаги токни топинг.

Хулоса

Лаборатория ишида ўтказилган тажрибалардан олинган хулосаларингизни ёзинг.

Уч фазали системада фазалардаги юкламаларни тенг сақлаб туришнинг иқтисодий аҳамияти нимада. Бунга мисоллар келтиринг.

5-ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

БИР ФАЗАЛИ ТРАНСФОРМАТОРНИ ҚИСҚА ТУТАШУВ РЕЖИМИДА ТЕКШИРИШ

Ишдан мақсад:

Салт ишлаш, қисқа туташуш тажрибаларини ўтказиш ва олинган натижалар бўйича трансформаторнинг асосий катталикларини текшириш.

Ишни бажариш тартиби:

1. Трансформатор билан танишинг ва паспорт маълумотларини ёзиб олинг.
2. Салт ишлаш тажрибасини ўтказинг.
3. Қисқа туташуш тажрибасини ўтказинг.
4. Юклама тажрибасини ўтказинг.
5. $U_1 = \text{const}$; $\cos \varphi = \text{const}$ бўлганда ташқи характеристикани олинг.

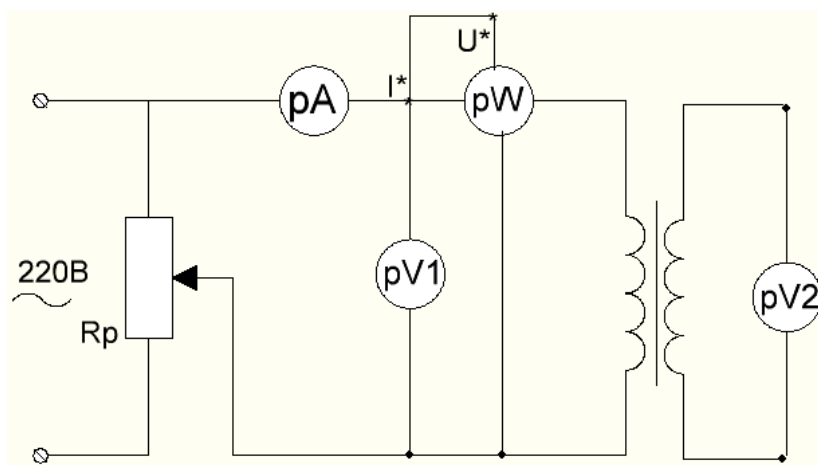
Тажриба маълумотларига асосан:

1. Салт ишлаш характеристикасини қулинг.
2. Салт ишлаш токи (I_C) қийматини актив (I_A) ва реактив (I_P) ташкил этувчиларини аниқланг.
3. Салт ишлаш катталикларини аниқланг (Z_C , R_C ва X_C).
4. Тўйиниш токининг номинал токи (I_H) га нисбатини аниқланг.
5. Қисқа туташуш характеристикасини қулинг. $I_K = f(U_K)$, $P_K = f(U_K)$ ва $\cos \varphi_K = f(U_K)$
6. Қисқа туташуш кучланиши (U_K) ва унинг актив (U_{KA}) ва реактив (U_{KP}) ташкил этувчиларини аниқланг.
7. Қисқа туташуш катталикларини аниқланг (Z_K , R_K ва X_K).

3- бандни бажариш: Салт ишлаш тажрибасини ўтказиш. 1-расмда кўрсатилган схемани йиғинг. Автотрансформатор R_P ёрдамида бирламчи чулғамдаги кучланишни $U_1 = 1.2U_H$ га тўғриланг. Бу биринчи нуқтани 1-жадвалга ёзинг. Аста-секин U_1 кучланишни мумкин бўлган қийматгача камайтириб яна 4-5 та нуқта олинг. Олинган маълумотларни 1-жадвалга ёзинг.

1- жадвал

Т/б	Ўлчанган				Ҳисобланган						
№	U_{1C}	U_{2C}	I_{1C}	P_C	I_{1C}/I_H	$\cos \varphi_C$	I_{CA}	I_{CP}	Z_C	R_C	X_C
	В	В	А	Вт	А	-	А	А	Ом	Ом	Ом
1											
2											
3											
4											
5											

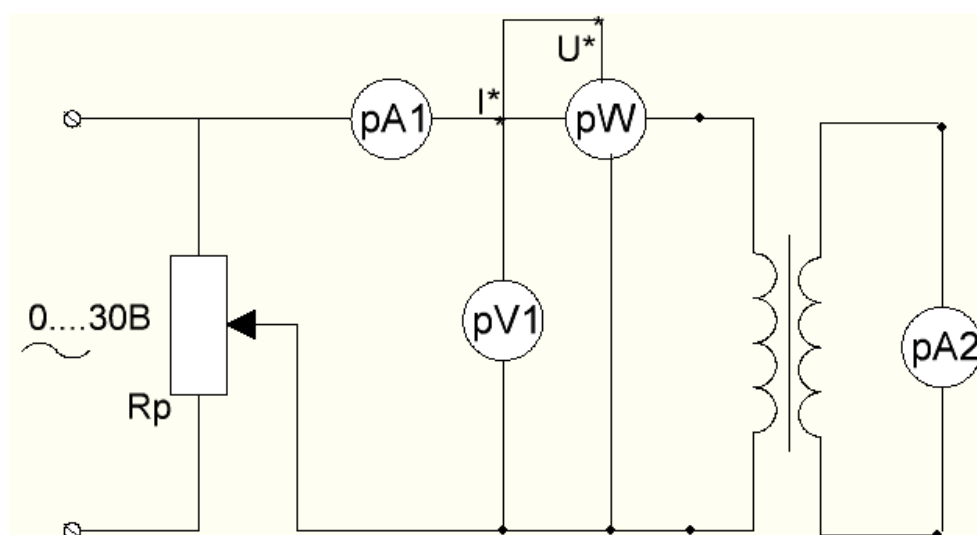


1-расм. Трансформаторнинг салт ишлаш режимидаги электр схемаси

4-бандни бажариш: Қисқа туташни тажрибасини бажариш. 2-расмда кўрсатилган электр схемани йиғинг. Иккиламчи чулғам токи $I_{2K}=1,2 I_{1K}$ га етгунча автотрансформатор R_p ёрдамида U_{1K} кучланишни тўғирланг. Биринчи нуқтани 2- жадвалга ёзинг. Аста-секин U_{1K} кучланишни камайтира бориб яна 4-5 нуқта олинг ва 2-жадвалга ёзинг.

2- жадвал

т/б	Ўлчанган				Ҳисобланган						
№	U_{1K}	I_{1K}	I_{2K}	P_K	$\cos\varphi_K$	U_K	U_{KA}	U_{KP}	Z_K	R_K	X_K
	В	А	А	В	-	%	%	%	Ом	Ом	Ом
1											
2											
3											
4											
5											

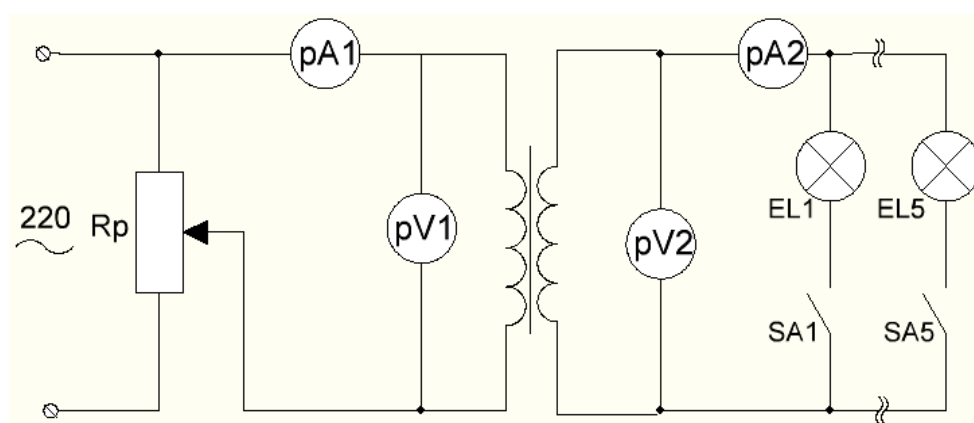


2-расм. Трансформаторнинг қисқа туташ режимида ишлаш схемаси

5-бандни бажариш: Ташиқи характеристикани олиш. $U_1 = \text{const}$ ва $\cos \varphi = \text{const}$ бўлганда $U_2 = f(I_2)$. 3- расмда кўрсатилган электр схемани йиғинг. S қўшгич ўчирилган ҳолда, R_p ёрдамида U_{1H} номинал кучланишга тўғриланг. Биринчи нуқтани 3-жадвалга ёзинг. Аста-секин S_1, S_2, S_3, S_4 ва S_5 ни қўшиб, (трансформаторга юклаб) яна 4-5 та нуқта олинг ва жадвалга ёзинг.

3-жадвал

т/б	U_1	U_2	I_2
№	B	B	A
1			
2			
3			
4			
5			



3-расм. Трансформаторнинг юкламада ишлаш схемаси

Ҳисоблаш учун формулалар

1-жадвални тўлдириш учун

$$\cos \varphi_C = \frac{P_C}{U_{1C} \cdot I_{1C}} \quad I_{CA} = I_{1C} \cos \varphi_C \quad Z_C = \frac{U_{1C}}{I_{1C}}$$

$$I_{CP} = I_{1C} \sin \varphi_C \quad R_C = Z_C \cos \varphi_C \quad X_C = Z_C \sin \varphi_C$$

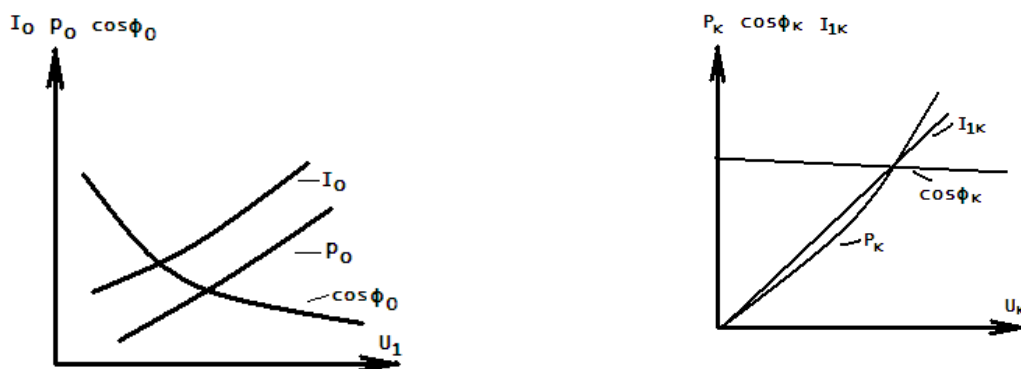
2-жадвални тўлдириш учун

$$U_K = \frac{U_{1K}}{U_{1H}} 100\% \quad U_{KA} = \frac{I_{1H} \cdot R_K}{U_{1H}} \quad U_{KP} = \frac{I_{1H} \cdot X_K}{U_{1H}}$$

$$Z_K = \frac{U_{1K}}{I_{1K}} \quad R_K = Z_K \cos \varphi_K \quad X_K = Z_K \sin \varphi_K$$

Назорат саволлари ва топшириқлар

1. Трансформаторнинг тузилиши ва ишлаш тарзи қандай?
2. Кучланишнинг трансформация коэффициентини нима? Фаза ва тармоқ трансформация коэффициентлари бир-биридан қандай фарқ қилади?
3. Ҳисоблаш йўли билан фаза ва тармоқ трансформация коэффициентлари қандай аниқланади?
4. Трансформатор салт ишлаш характеристикасининг маъноси нимада?
5. Бирламчи чулғамга бериладиган кучланиш оширилганда қувват коэффициентига қандай таъсир қилади?
6. Нима учун қисқа туташуш кучланиши $U_{1К}$ минимал кучланишдан $U_{1Н}$ анча кичкина бўлса ҳам, қисқа туташушни тажрибасидан бирламчи чулғамдаги ток ўзининг номинал қийматига эришади?
7. Трансформатор салт ишлаганда қайси қисмларда энергия сарфи кўп бўлади?
8. Қисқа туташуш вақтида трансформаторнинг қайси қисмларида энергия сарф бўлади? Уларнинг қайси бири катта қисмини ташкил қилади?
9. Класстер усулидан фойдаланиб трансформатор сўзини шажарасини тузиб чиқинг.



4. расм. Трансформаторнинг салт юриши ва қисқа туташуш характеристикалари

ТРАНСФОРМАТОРЛАРНИ ПАРАЛЛЕЛ ИШЛАШНИНГ ЮКЛАМА РЕЖИМИДА ТЕКШИРИШ

Ишдан мақсад:

Трансформаторни улаш гуруҳи, параллел ишга тушириш шартлари ва уларда юкламаларнинг тақсимланиши тўғрисидаги назарий маълумотларни тажриба асосида тасдиқлаш.

Ишни бажариш тартиби:

1. Юқори кучланиш (ЮК) ва паст кучланиш (ПК) чулғамларини аниқланг.
2. Трансформаторларнинг трансформация коэффициентларини аниқланг.
3. Трансформаторларнинг қисқа туташуш кучланишларини аниқланг.
4. Қуйидаги кўрсатилган улаш гуруҳларини йиғинг ва текширинг:

Y/Y- 12, Y/Y- 6, Y/ Δ -11 ва Y/ Δ - 5

5. Қуйидаги ҳоллар учун иккита уч фазали трансформаторларни параллел ишга туширинг:

а) $K_1 = K_2$ ва $U_{K1} = U_{K2}$

б) $K_1 = K_2$ ва $U_{K1} \neq U_{K2}$

Тажриба маълумотлари асосида:

Ҳар бир трансформатор токининг умумий ток билан боғланиш эгри чизиғини кўрсатинг.

1-бандни бажариш: 1-расмда кўрсатилган схемани йиғинг. Бир хил номдаги юқори ва паст кучланиш чулғамларини бир-бирига уланг (масалан А-а). QF ни кўшинг. Тармоқ кучланишларини U_{AB} ва U_{ab} 1- жадвалга ёзинг. Кейин U_{bB} , U_{bC} , U_{cB} ва U_{cC} кучланишларни ўлчанг ва жадвалга ёзинг. 1-жадвал маълумотларига асосан масштаб бўйича кучланишнинг вектор диаграммасини қуринг. (U_{AB} , U_{ab}) ва диаграммада бир хил номдаги нуқталарни жойлаштиринг (2- расмга қаранг).

Агар диаграмма бўйича топилган кучланишлар U_{bB} , U_{bC} , U_{cB} ва U_{cC} ўлчаш маълумотлари билан устма-уст тушса, бу трансформатор чулғамлари уланиш схемаси ва уланиш гуруҳи тўғрилигини кўрсатади.

Шунга ўхшаш Y/Y-6; Y/ Δ -11 ёки (Y/ Δ -5) гуруҳлар учун ҳам ўтказинг.

1 жадвал

Гуруҳ	U_{AB}	$U_{a\bar{a}}$	U_{bB}		U_{bC}		U_{cB}		U_{cC}	
			Хис об	Таж риба	Хис об	Таж риба	Хис об	Таж риба	Хис об	Таж риба
Y/Y- 12										
Y/Y-6										
Y / Δ - 11										

2-бандни бажариш: Уч фазали трансформаторларнинг параллел ишлаши.

а) 2 расмда кўрсатилган электр схемани йиғинг. QS_1 ва QS_2 узгичлар ўчирилган олда автоматик ўчиргич QF ни ўчиринг. PV вольтметр ёрдамида бир хил номланган тармоқлар C_1 - C_2 ва b_1 - b_2 орасидаги кучланишни ўлчанг. Агар вольтметр кўрсатгичи нолга тенг бўлса, трансформаторнинг фазалари тўғри уланган бўлади. Агар PV кўрсатгичи нолга тенг бўлмаса, QF ни ўчириб икки фаза ўрнини алмаштиринг (масалан C_1 ва b_1) ва боғловчи (a_1 - a_{II})ни олиб қўйинг.

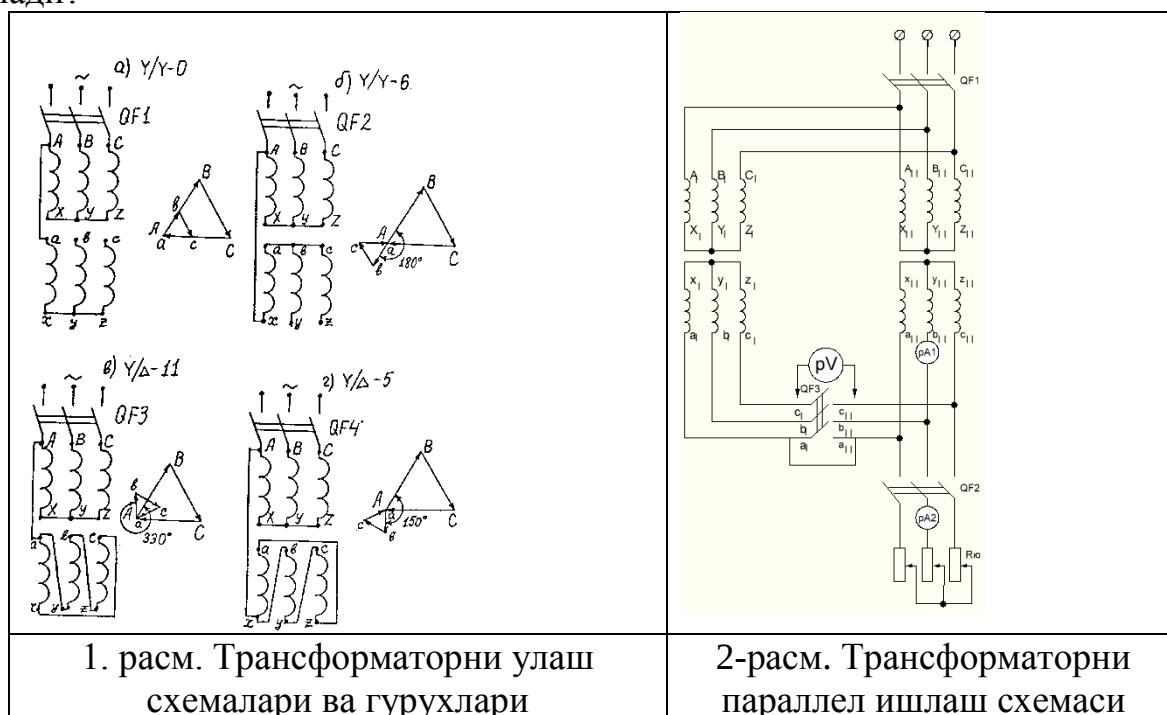
QF, QS_1 , QS_2 ларни қўшиб трансформаторни аста-секин юклаб (R_H) ҳар бири учун $I=1,2 I_H$ етказинг. 5-6 та нуқта олинг ва 2-жадвалга ёзинг.

№	I_1	I_2	I_3
Т/б	А	А	А
1			
2			
3			
4			
5			

б) Трансформаторлардан бирига паст кучланиш чулғамига кетма-кет уч фазали дроссель уланг. $U_{k1} \neq U_{k2}$ шартини бажарганингиздан тажрибани а) бўлимдагидек давом эттиринг. Тажриба натижаларини 2-жадвалга ёзинг.

Назорат саволлари ва топшириқлар

1. Трансформаторларнинг параллел ишлаши нима учун керак?
2. Трансформаторларни параллел ишлаш шартлари нималардан иборат?
3. Улаш гуруҳлари ҳар хил бўлган трансформаторларни параллел улаш мумкинми? Нима учун?
4. Қисқа туташиниш кучланишлари бир хил бўлмаган қолган шартлари бажарилган параллел ишлаётган трансформаторларнинг юк тоқлари қандай тақсимланади?
5. Агар текширалаётган трансформаторларнинг иккиламчи чулғамига уч фазали дроссель уланганда унинг қисқа туташиниш кучланиши қандай ўзгаради?
6. Уланиш гуруҳларини текширишда нима сабабдан А-а нуқта уланади?
7. Параллел ишга туширилаётган трансформаторларнинг трансформация коэффиценти ва қисқа туташиниш кучланиши номиналга нисбатан қанча фарқ қилади?



6-ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

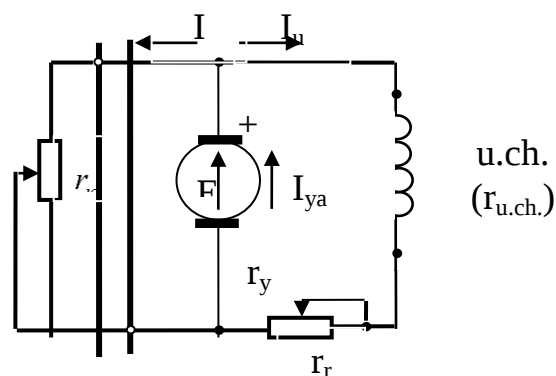
ЎЗГАРМАС ТОК ГЕНЕРАТОРИНИ ТЕКШИРИШ

I. Ишни бажаришдан мақсад: 1. Параллел уйғотишли ўзгармас ток генераторининг тузилиши ва ишлаш принципи билан танишиш. 2. Генераторнинг паспортида берилган маълумотлар билан танишиш ва асосийларини дафтарга ёзиш. 3. Генераторни бошқаришни ўрганиш, унинг асосий тавсифларини олиш ва куриш.

II. Ишга оид назарий тушунчалар

Ўзгармас ток генератори айланма ҳаракатининг механик энергиясини электр энергиясига ўзгартириб беради. У учта асосий қисмдан: машинанинг қўзғалмас ўзгармас ток электромагнители, механик энергия таъсирида ўзгарувчан ЭЮК ни ҳосил қилувчи якор ва ўзгарувчан ЭЮК ни ўзгармас ЭЮК га айлантириб берувчи чўткали коллектордан иборат. Бу лаборатория ишида генератор якорини айлантирувчи механик энергия манбаи сифатида қисқа туташтирилган роторли уч фазали асинхрон двигател хизмат қилади. Генераторнинг уйғотиш чўлғами якорга параллел уланган бўлади. Генераторнинг номи шундан келиб чиққан (6.1-расм). Баъзан шунтли генератор деб ҳам аталади. Уйғотиш чўлғами эса шунтли уйғотиш чўлғами (у.ч.) дейилади.

Якор айланганида чулғамларнинг ўрамлари машинанинг пўлат ўзагида магнитланишдан қолган озгина қолдиқ $\Phi_{\text{кол}}$ магнит оқимини кесиб ўтиб, якор чулғамида озроқ бошланғич ўзгарувчан ЭЮК E_k индукциялайди. Ўзгарувчан ЭЮК коллектор ёрдамида механик равишда тўғриланиб, графит чўткалар орқали ўзгармас йўналишга эга бўлади.



6.1-rasm

Якорда индукцияланган ЭЮК

$$E_q = c \cdot n \cdot \Phi_{q0l}$$

Бу ЭЮК таъсирдан уйғотиш чулғамида ҳосил бўлган ток I_k қўшимча $\Phi_{\text{қўш}}$ магнит оқимини ҳосил қилади. Агар бу оқим қолдиқ магнит оқими билан йўналиши мос бўлса (мос уланиш) машинанинг пўлат ўзагида магнит оқими ортиб, генератор уйғонади (магнитланади). Магнит оқимларининг йўналиши

қарама-қарши бўлса, машина уйғонмайди. Бунинг учун уйғотиш чулғамининг якорга уланадиган қисмаларининг ўрнини алмаштириш керак.

Якор чулғамларида индукцияланган ЭЮК

$$E = c_E \cdot n \cdot \Phi,$$

бу ерда c_E – машинанинг конструктив доимийси; n – генератор якорининг айланиш тезлиги, айл/мин; $\hat{\Phi}$ – якор чулғами кесиб ўтадиган битта кутбнинг магнит оқими.

Якор қисмаларида ҳосил бўлган кучланиш

$$U = E - I_{ya} r_{ya},$$

бу ерда $I_{я}$ – якор чулғамидан ўтаётган ток; $r_{я}$ – якор занжирининг қаршилиги.

Генератор якорининг айланиш тезлиги ўзгармас ($n=\text{const}$) миқдор бўлганидан якорда индукцияланган ЭЮК ни бошқариш фақат магнит оқими $\hat{\Phi}$ га боғлиқдир. Уни уйғотиш занжиридаги r_p ростлаш реостати ёрдамида уйғотиш токининг кучини ўзгартириш билан бажарилади. Ҳақиқатан ҳам магнит оқими билан уйғотиш токининг орасида қуйидаги боғланиш мавжуд:

$$\Phi = \frac{I_u \cdot w_u}{r_m},$$

бу ерда $\hat{\Phi}$ – битта кутбдаги уйғотиш чулғамидан ўтган ток ҳосил қилган магнит оқими; I_y – уйғотиш чулғамидан ўтаётган ток; w_y – уйғотиш чулғамининг ўрамлар сони; r_m – муҳитнинг магнит қаршилиги.

Генератор ишга тушириляётганда ростлаш реостатининг қаршилиги занжирга максимал уланади. Сўнгра ростлаш реостатининг қаршилигини, генератор қисмаларида $U_{\text{ном}}$ номинал кучланишдан бир оз кўпроқ бўлган салт ишлаш кучланиши U_0 ҳосил бўлгунча камайтирилади.

Генератор салт ишлаганда юклама токи $I_{\text{йу}}=0$ бўлиб якор қисмаларидаги кучланиш $U \approx E$ деб олинади. Электр машиналарининг хоссаларини уларнинг характеристикалари ёрдамида осон тушунилади. Бу характеристикалар машинага оид барча катталиклар ўзгармай туриб, фақат икки асосий параметри ўзгарганда улар орасидаги боғланишни ифода этувчи эгри чизикдан иборат. Генератор учун якорнинг айланиш сони амалда ўзгармас бўлиб (барча турбиналар тезлик ростлагичлар билан жиҳозланган) ўзгарувчан катталиклар эса якор учидаги кучланиш якор токи ва уйғотиш токи ҳисобланади.

Параллель уйғотишли ўзгармас ток генераторини текширганда унинг учта асосий характеристикаси олинади.

1. *Салт ишлаш характеристикаси* – генераторнинг айланиш тезлиги ўзгармас бўлиб, унинг қисмларидаги кучланиш U нинг уйғотиш токи I_y га боғлиқлигини ифодаловчи эгри чизик, яъни:

$$I=0; U_0 \approx E = \phi(I_y); n=\text{const}.$$

Одатда, якор чулғамида уйғотиш токидан ҳосил бўлган кучланишнинг пасаяви ҳисобга олинмайди. Чунки уйғотиш токи номинал токнинг жуда кичик улушини ташкил этади, яъни $I_y = (0,02 \div 0,05) I_{\text{ном}}$.

Салт ишлаш характеристикаси генераторнинг ўз-ўзидан уйғотиш жараёнида олинади. Бу характеристика машинанинг магнит хусусиятларини аниқлашга ёрдам беради.

2. *Ташқи характеристика* – уйғотиш занжиридаги ростлаш реостатининг қаршилиги ва якорнинг айланиш тезлиги доимий бўлганида генератор қисмаларидаги кучланишнинг юклама токи билан қандай боғланганлигини кўрсатувчи эгри чизик, яъни: $n=\text{const}$ ва $P_p=\text{const}$ бўлганда $U=\phi(I)$. Истеъмолчи токи $I=U/R_H$ бўлиб, $I_a=I+I_y$.

Ташқи характеристика ростланмайдиган генераторнинг электр хусусиятларини аниқлашга ёрдам беради. Юклама токининг пайдо бўлиши якор қисмаларидаги кучланишни пасайтиради.

Генераторнинг электр мувозанат ҳолатига мувофиқ якор қисмаларидаги кучланиш $U=E-I_a \cdot R_a \approx E-I \cdot R_a$

Истеъмолчи токи I нинг орта бориши билан якор чулғамларидаги ички кучланишнинг пасаюви тобора кўпайиб, генератор қисмаларидаги кучланишнинг пасайишига сабаб бўлади. Ўз навбатида уйғотиш занжирининг ўзгармас қаршилигида кучланишнинг пасайиши уйғотиш токининг ҳам пасайишига сабаб бўлади.

$$I_y = U / (R_{y.ч.} + R_r)$$

бу ерда $R_{y.ч.}$ уйғотиш чулғамининг қаршилиги.

Натижада магнит оқими $\hat{O}$ ва ЭЮК E камайиб, кучланишнинг бундан кейинги пасаюви ҳосил бўлади. $\Delta U\% = (U_0 - U_{\text{ном}}) / U_{\text{ном}} \cdot 100\%$ кучланишнинг номинал пасаюви ҳисобланиб, 10 % дан 15% гача бўлади. Шундай қилиб ташқи характеристика юклама ўзгарганида генератор кучланишининг барқарорлигини кўрсатади.

3. *Ростлаш характеристикаси* – генератор қисмларидаги кучланиш ва якорнинг айланиш тезлиги доимий бўлганида уйғотиш токининг истеъмолчи токи билан қандай боғланганлигини кўрсатувчи эгри чизик, яъни $n=\text{const}$ ва $U_0=\text{const}$ бўлганда $I_y=f(I)$.

Электр энергияси истеъмолчилари (электродвигателлар, лампалар ва бошқалар) яхши ишлаши учун, манбадан олинadиган кучланиш, юклама ўзгариши билан ўзгармасдан, номиналига тенг бўлиши керак. Шунтли генераторда юклама ўзгариши билан кучланишни бир хил сақлаш имконияти бор. Шунинг учун уйғотиш занжиридаги ростлаш реостати p_r ёрдамида уйғотиш токи I_y ни шу билан бирга магнит оқими Φ ни ва ЭЮК E ни ўзгартириб кучланишни $U=\text{const}$ ушлаб турилади. Барча генераторлар кучланиш ростлагичи билан жиҳозланади.

Шундай қилиб, ростлаш характеристикаси турли қийматли юкламаларда генераторнинг қисмаларидаги кучланишни бир хил (ўзгармас) ушлаб туриш учун уйғотиш токини қанча ўзгартириш кераклигини кўрсатади.

Ўзгармас ток генераторлари саноат қурилмалари (электролиз ва галваник қурилмалар) га паст кучланишли ўзгармас ток берадиган манбалар ҳисобланиб, синхрон генераторнинг уйғотгичи сифатида ҳам фойдаланилади. Айниқса

махсус ўзгармас ток генераторлари (пайвандловчи, пойездларни ёритиш учун ишлатиладиган генераторлар, ўзгармас ток кучайтиргичлари, аккумуляторларни зарядлаш учун генераторлар) кўп тарқалган.

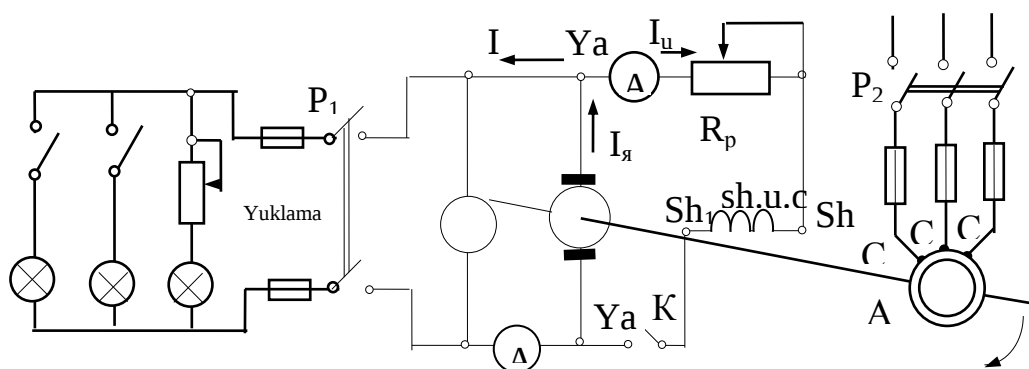
Ҳозирги вақтда Ҳамдўстлик мамлакатларида умумсаноат аҳамиятига эга бўлган ўзгармас ток машиналарининг ягона II серияси ишлаб чиқарилган. Бу машиналарнинг қуввати 0,3 кВт дан 2800 кВт гача бўлиб, айланиш тезлиги 24 айл/мин дан 3000 айл/мин. гача бўлган диапазонни ташкил этади.

III. Ишни бажариш тартиби

1. Ўзгармас ток машинасининг тузилиши ва қисмларга ажратилган намунаси билан танишиш.

2. Стенд билан танишиб ва машинанинг схемага кирадиган барча қисмларини аниқлаб (якорнинг қисмлари, уйғотиш чулғами, реостатлар, ўлчов асбоблари ва б.), паспортида берилган маълумот билан бирга дафтарга ёзинг.

3. 6.2-расмдаги электр схемани йиғинг.



6.2-расм

4. Асинхрон двигателни манбага улаб, генератор ишлашини текширинг. Ростлаш реостатининг қаршилигини занжирга улаб, вольтметрнинг кўрсатишини кузатинг. Якорда қолдиқ магнитланиш оқими $\Phi_{\text{кол}}$ ҳисобига озгина ЭЮК E_k индукцияланади. Агар схема тўғри йиғилган бўлса, ростлаш реостатининг қаршилиги R_p ни бир текис камайтира борганимизда вольтметрнинг кўрсатиши орта боради, яъни машина уйғонади (магнитланади).

Агар вольтметрнинг кўрсатиши камая борса, у ҳолда уйғотиш токи ҳосил қилган магнит оқими қолдиқ магнит оқимиға қарама-қарши йўналган бўлиб, машина уйғонмайди (магнитланмайди). У ҳолда генераторни тўхтатиб, уйғотиш токининг йўналишини ўзгартириш керак. Бунинг учун уйғотиш чулғамининг якорга уланадиган қисмаларининг ўрнини алмаштириш кифоя.

Генераторда индукцияланган ЭЮК нинг катталиги (1,1...1,25) $U_{\text{ном}}$ гача бўла олишига ишонч ҳосил қилиб, ростлаш реостатининг қаршилигини максимумгача орттиринг, шундан сўнг якорда индукцияланган ЭЮК минимумгача камаяди.

6.1-жадвал

I_y, A								
$U \rightarrow, B$								
$U \leftarrow, B$								

6.2-жадвал

I, A								
$U \rightarrow, B$								
I_y, A								

6.3-жадвал

I, A								
I_y, A								

5. Генераторнинг салт ишлаш характеристикасини олиш учун уйғотиш токини нолдан бир текис орттириб, генератор қисмаларидаги кучланишни (1,2...1,25) $U_{ном}$ бўлгунга қадар ошириб, уйғотиш токининг аввалдан белгиланган 8...10 та характерли нуқталарига оид кучланиш қийматларини ёзиб олишликни тўғри (ўсувчи) ва тескари (камаювчи) йўналишда бажариш керак. Уйғотиш токининг нол қийматига уйғотиш занжиридаги калит K нинг ажратилган (узилган) ҳолати олинади. Ўлчаш натижалари жадвалга ёзилади.

6. Генераторнинг ташқи характеристикасини олиш учун генераторни юкламасдан туриб, уни аввал салт ишлаш режимида (1,05 ... 1,2) $U_{ном}$ кучланишгача уйғотиб олиш керак. Шу пайтдаги уйғотиш токининг қийматини ёзиб қўйинг. Ажратгич Π_1 улаб юклаш токини 0 дан то $I = (1,1 \dots 1,2) I_{ном}$ қийматгача ўзгартириб, 6...8 та характерли нуқталар учун генератор қисмаларидаги кучланишни ва уйғотиш токининг ўзгаришини ёзиб олинг.

Ўлчашдан олинган маълумотларни 6.2-жадвалга ёзинг. Кучланишнинг номинал пасаювини ҳисобланг.

7. Ростлаш характеристикасини олиш учун генераторга истеъмолчи (юклама) улаб, ростлаш реостати R_p ёрдамида генератор қисмаларида номинал кучланиш ҳосил қилинади. Ажратгич P ни улаб, юклама токини 6- пунктда айтилганидек ўзгартириш керак. Уйғотиш реостатида ростлаш реостатининг R_p қаршилигини ўзгартириш билан генератор қисмаларидаги кучланишнинг $U = \text{const}$ бўлишига еришилади. Ўлчашдан олинган маълумотлар 6.3-жадвалга ёзилади.

8. Генераторнинг барча характеристикалари масштабда қурилади.

9. Иш бўйича хулоса берилади:

а) ҳар бир характеристиканинг хусусийлиги қандай физик жараёнлар билан тушунтирилиши ҳақида;

б) ташқи характеристикасини олишда уйғотиш токининг ўзгариши сабаби тўғрисида.

Назорат саволлари

1. Шунтли генераторнинг тузилиши ва ишлаш принципни баён қилинг.

2. Ўзгармас токнинг олиниш жараёнини тушунтириб беринг.

Коллекторнинг аҳамияти нимадан иборат?

3. Генератор қисмаларидаги кучланиш унинг ЭЮК дан нима билан фарқ қилади?

4. Ўзгармас ток генераторининг ўз-ўзидан уйғотиш принципини тушунтириб беринг.

5. Нима учун мустақил уйғотишли генераторларда ташқи характеристика олинганда уйғотиш токи ўзгармайди, мазкур ишда эса камаяди?

6. Ўзгармас ток генераторини қандай характеристикаларини биласиз?

7. Ўзгармас ток генераторларининг турларини санаб кўрсатинг. Уларнинг принципиал схемаларини чизинг.

7 - ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ ЎЗГАРМАС ТОК ДВИГАТЕЛИНИ ТЕКШИРИШ

I. ИШНИ БАЖАРИШДАН МАҚСАД

1. Параллел уйғотишли ўзгармас ток двигателининг тузилиши ва ишлаш принципи билан танишиш ва схемасини ўрганиш.

2. Двигателни электр тармоғига улашни ўрганиш.

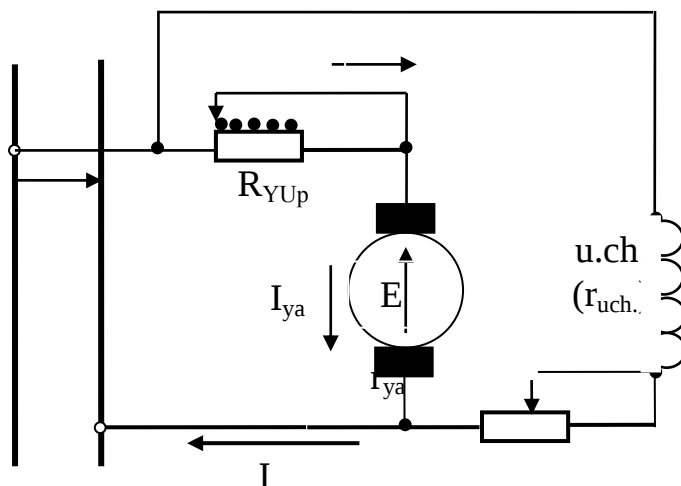
3. Двигателни юргизиш, реверслаш ва тезлигини бошқаришни ўрганиш.

4. Двигателнинг асосий характеристикаларини олишни ўрганиш ва бундаги физик жараёнларни тушуниб олиш.

I. Ишга оид назарий тушунчалар

Ўзгармас ток электр машиналари бошқа электр машиналари каби қайтувчанлик хусусиятига эга бўлиб, ҳам генератор, ҳам двигател режимларида ишлай олади. Шунинг учун двигателнинг тузилиши ўзгармас ток генераторининг тузилишидан фарқ қилмайди. Генераторга ўхшаш двигателлар ҳам уйғотиш чулғамининг якорга уланиш схемаси бўйича фарқ қилади.

Ўзгармас ток двигателларининг махсус хусусиятлари (айланиш тезлигининг кенг доирада $1 \div 10$ нисбатда бошқарилиши ва махсус механик характеристикаларни олиш мумкинлиги катта аҳамиятга эга бўлган жойларда кенг қўлланади. Булар прокат станларида ва кемаларда (ешкак винтларини ҳаракатга келтириш учун) ишлатиладиган ўзгармас ток двигателларидир.



7.1-rasm

Ягона Р серияли ўзгармас ток двигателларининг қуввати 0,2 кВт дан 6800 кВт гача, айланиш тезлиги 24 айл\мин дан 3000 айл\мин гача бўлади.

Мазкур лаборатория ишида параллел уйғотишли (шунтли) двигател текширилади. Двигател режимида якор чулғамига манбадан $I \approx I_{\text{я}}$ ток берилади. Якор токининг уйғотиш токи $I_{\text{у}}$ ҳосил қилган магнит оқими Φ билан ўзаро таъсиридан электромагнит момент $M = p \Phi I_{\text{я}}$ ҳосил бўлади ва якор айлана бошлайди. Якор чулғамларини магнит оқимининг куч чизиқлари кесиб ўтиши натижасида унда ЭЮК индукцияланади, унинг миқдори:

$$E_T = c_n \Phi.$$

Аммо бу ЭЮК генератордагидан фарқли равишда ташқи кучланишга қарама-қарши йўналгани учун $A_{\text{о}}$ тескари ЭЮК дейилади. Кирхгофнинг иккинчи қонунига биноан двигателнинг электр мувозанат тенгламаси:

$$U - E_T = I_{\text{я}} \cdot R_{\text{я}} \quad \text{ёки} \quad U = E_T + I_{\text{я}} \cdot R_{\text{я}}.$$

У ҳолда двигателнинг якор чулғамидан ўтаётган ток

$$I_{\text{яа}} = \frac{U - E_T}{r_{\text{яа}}}$$

Бу ерда U - манба кучланиши, B ; E_T – якор чулғамидаги тескари ЭЮК, B ; $r_{\text{яа}}$ - якор чулғамининг қаршилиги, Ом.

Ўзгармас ток двигателини юргизиш учун якор ва уйғотиш чулғамларига манбадан бевосита кучланиш бериш билан амалга оширилади. Аммо двигателни бошланғич юргизишда якорнинг айланиш тезлиги $n=0$ бўлгани учун, тескари ЭЮК $E_T=0$ бўлади. У ҳолда якор занжиридаги ток:

$$I_{\text{яа}} = \frac{U - 0}{r_{\text{яа}}}$$

Якор чулғамининг қаршилиги ўта кичик бўлгани учун якор занжиридан ўтадиган ток $I_{\text{я}} = (18 \dots 20) I_{\text{ном}}$ ни ташкил етади. Бундай катта ток (қисқа туташув токи) якор чулғамларини куйдириб юбориши мумкин. Ана шундай катта токни чеклаш мақсадида якор чулғами билан кетма-кет реостат уланади. Уни юргизиш реостати (ю.р.) дейилади (7.1-расм). Бу ҳолда якордаги токи:

$$I_{\text{яа}} = \frac{U}{r_{\text{яа}} + R_{\text{юр}}}$$

Юргизиш реостатининг қаршилиги, юргизиш токи номинал токнинг 1,5 ... 2 қисмига тенг бўладиган қилиб танланади.

Юргизиш токини сунъий камайитириш айлантирувчи моментнинг камайишига сабаб бўлади. Юргизиш моментининг миқдорини йетарлича сақлаш учун двигателни максимал магнит оқимида юргизиш керак. Бунинг учун уйғотиш занжиридаги ростлаш реостатининг қаршилигини r_p минимал ҳолатга қўйилади.

Якор айлана бошлаганда унинг чулғамларида тескари ЭЮК ҳосил бўлади. Бунда якор токи :

$$I_{\text{яа}} = \frac{U - E_T}{r_{\text{яа}} + r_{\text{yu.m.}}},$$

бу вақтда двигателнинг тезлиги орта борган сари тескари ЭЮК ҳам орта боради. Шу билан бир вақтда юргизиш реостатининг қаршилигини $M_{дв} = M_k$ бўлганга қадар бир текис камайтира бориш керак. Бу вақтда якор занжиридан қаршилик моменти (M_k) га мос ток ўта бошлайди:

$$I_{ya} = \frac{U - E_T}{r_{ya}}.$$

Номинал юкламада тескари ЭЮК тармоқдан берилаётган кучланишнинг 90...96% ини ташкил этади. Мазкур лаборатория ишида қаршилик моменти M_k тарзида реостатли юкламага уланган мустақил уйғотишли ўзгармас ток генератори хизмат қилади.

Двигателнинг айланиш тезлиги формуласини якор токининг ифодасидан олиш мумкин. Бунда $E = c \cdot n \cdot \Phi$ эканлигини ҳисобга олиш керак:

$$n = \frac{U - I_{ya} \cdot r_{ya}}{c \cdot \Phi}.$$

Ифодадан кўринадики, шунтли двигателнинг тезлигини унга берилаётган кучланишни ёки якор занжирининг қаршилигини, айниқса магнит оқимини, яъни уйғотиш токини ўзгартириш йўли билан кенг чэғарада бошқариш мумкин.

Қуввати 5 кВт дан 100 кВт гача бўлган двигателларнинг салт ишлашдан номинал юкламагача юклагандаги тезлигининг номинал ўзгариши қуйидагича аниқланади:

$$\Delta Y_{u_n} \% = \frac{n_0 - n_H}{n_0} \cdot 100 = 10 \div 25\% \quad \text{ни ташкил этади, демак, параллел}$$

уйғотишли двигателнинг тезлиги жуда оз ўзгарар экан.

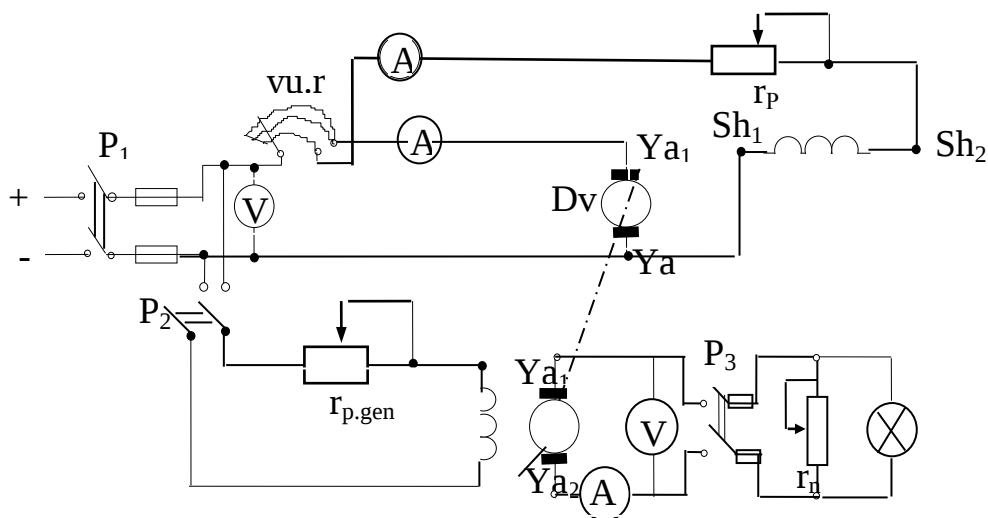
Двигателнинг айланиш йўналишини ўзгартириш учун якорга ёки уйғотиш чулғамларига келаётган токлардан биронтасининг йўналишини ўзгартириш кифоя. Бу билан кутбларнинг ишораси ўзгаради.

Двигателнинг хусусиятларини батафсил билиш учун унинг қуйидаги характеристикаларини олиш керак.

1. Салт ишлаш характеристикаси – двигател қисмларидаги кучланиш ўзгармаганда ва ўқдаги фойдали қувват $P_2 = 0$ бўлганда якор айланиш тезлигининг уйғотиш токига боғлиқлигини ифодаловчи эгри чизик, яъни $U = U_{ном} = \text{const}$; $P_2 = 0$ бўлганда, $n = f(I_y)$ бўлади.

Бундай характеристика двигателнинг айланиш тезлиги қандай ўзгаришини кўрсатади.

Двигателни юргизишдан аввал уйғотиш занжирининг ишончилигига алоҳида еътибор бериш керак. Агар двигател ишлаётганда уйғотиш занжирида узилиш содир бўлса, уйғотиш токи $I_y = 0$ бўлади. У билан боғлиқ бўлган магнит оқими ва тескари ЭЮК ҳам нолга тенглашиб, якор токи кескин ортади. Уйғотиш занжирининг индуктивлиги катта бўлгани туфайли, бу тўсатдан содир бўлмай бирор вақт давом этади. У якор токининг ортиши магнит оқими Φ нинг камайишидан тезроқ бўлади. Шунинг учун аввал двигателнинг айлантйрувчи моменти $M = k \cdot \Phi \cdot I_a$ ортади ва натижада двигателнинг айланиш тезлиги номиналидан бир неча марта ортиб кетади. Бу хавфли ҳисобланади.



7.2-rasm

2. Ташқи (тезлик) характеристикаси – уйғотиш токи ва кучланиш ўзгармас бўлганда, двигател айланиш тезлигининг якор токига боғлиқлигини кўрсатувчи эгри чизик, яъни $I_y = \text{const}$ ва $U = U_x = \text{const}$ бўлганда $n = \phi(I_a)$ бўлади.

Юклама двигател билан бир ўққа маҳкамланган мустақил уйғотишли генератор ёрдамида ҳосил қилинади (7.2-рasm). Юкламани улаш учун аввал ажраткич Π_2 ни улаб, сўнгра ажраткич Π_3 ни улаш керак. Генераторнинг уйғотиш занжиридаги $r_{p, \text{ген}}$ қаршилигини ўзгартирганимизда генераторнинг юкламасини ва шунинг билан двигател юкламасини ўзгартирган бўламиз. Двигател юкламасини ўзгартириш учун истеъмолчи қаршилиги r_n ни ўзгартирса ҳам бўлади. Юклама ортиши билан якор токи ҳам ортиб, двигателнинг тезлиги камая боради. Якор токи ортиши натижасида якор реакцияси кучайиб магнит оқими бир оз камаяди ва шу туфайли двигател айланиш тезлигининг ўзгариши жуда кам бўлади. Бундай характеристикани тезлик характеристикаси ҳам дейилади. Юклама ўзгариши билан тезлиги кам ўзгарадиган двигателларнинг ташқи характеристикасини "қаттиқ" дейилади. Бу шунтли двигателларнинг ўзига хос хусусияти ҳисобланади.

3. Ростлаш характеристикаси – айланиш тезлиги ва кучланиши ўзгармас бўлганда двигател уйғотиш токининг якор токига боғлиқлигини ифодаловчи эгри чизик, яъни $n = \text{const}$, $U = U_{\text{ном}} = \text{const}$ бўлганда $I_y = \phi(I_a)$ бўлади. Бу характеристика, двигателни салт ишлашдан ток номинал юкламагача юклаганда унинг айланиш тезлигининг ўзгармаслиги учун уйғотиш токини қандай ўзгартириб туриш кераклигини кўрсатади.

III. Ишни бажариш тартиби

1. Ўзгармас ток машинасининг тузилиши ва қисмларга ажратилган намунаси билан танишилади.

2. Стенд билан танишиб, машинанинг схемага кирадиган барча қисмларини аниқлаб (якорнинг қисмлари, уйғотиш чулғами, реостатлар, ўлчов

асбоблари ва б.) ва паспортида берилган маълумотлар билан бирга дафтарга ёзилади.

3. 7.2-расмдаги электр схема йиғилади.

4. Двигателни манбага улаб, айланиш йўналиши белгиланади:

- а) $P_{юр}$ юргизиш реостатининг (ю.р.) ҳолати текширилади (қаршилик занжирга тўла уланган бўлиши керак);
- б) кўзғатиш занжиридаги p_r реостатининг ҳолати текширилади (қаршилик $p_r = 0$ бўлиши керак);
- д) ажратгич P_1 ни улаб двигателга кучланиш берилади.
- е) аста-секин, 6-8 секунд давомида юргизиш реостатининг қаршилиги нол қийматгача камайтирилади.

5. Салт ишлаш характеристикаси олинади. Уйғотиш токининг ўқитувчи томонидан кўрсатилган қийматлари чегарасида уйғотиш токининг ортиши билан двигател айланиш тезлигининг камайишига ишонч ҳосил қилинади ва 6...8 та характерли нуқталар учун олинган ўлчаш маълумотларини 7.1-жадвалга ёзилади.

7.1-жадвал

I_y А							
n айл/мин							

6. Ташқи характеристика олинади. Бунда двигателни салт ишлашдан то номинал юкламагача юклаганда унинг тезлигининг камайишига ва бу камайишнинг озлигига ишонч ҳосил қилинади ва 6...8 та ихтиёрий танланган нуқталар учун олинган ўлчаш натижалари 7.2-жадвалга ёзилади.

7.2-жадвал

I_y А							
n айл/мин							

7. Ростлаш характеристикаси олинади. Юклама токининг аввалги қийматларида двигател тезлигининг ўзгармаслиги учун (бу миқдор ўқитувчи томонидан кўрсатилади) I_y уйғотиш токини ва u билан боғлиқ магнит оқими Φ ни камайтириш кераклигига ишонч ҳосил қилинади ва 6...8 та ихтиёрий танланган нуқталар учун олинган ўлчаш натижалари 7.3-жадвалга ёзилади.

7.3-жадвал

I_y А							
I_K А							

8. Двигателнинг айланиш йўналиши ўзгартирилади (реверслаш). Бунинг учун якор чулғамининг ёки уйғотиш чулғамининг схемага уланган қисмларининг ўрнини алмаштириб, ҳақиқатан, якорнинг тескари томонга айланаётганлигига ишонч ҳосил қилинади.

9. Олинган ўлчаш натижалари бўйича двигателнинг салт ишлаш, ташқи ва ростлаш характеристикалари қурилади.

10. Иш бўйича хулоса берилади:

а) двигател тезлигининг номинал ўзгаришини аниқлаб, унинг ташқи характеристикаси "каттиқлиги" ҳақида;

- б) тезлиги ростланадиган двигателнинг хусусиятлари ҳақида;
- д) двигател тезлигини бошқаришнинг турли усуллари ҳақида.

Назорат саволлари

1. Параллел уйғотишли ўзгармас ток двигателининг тузилиши (асосий қисмлари) ва ишлаш принципини баён етинг.
2. Двигателнинг манбага уланиши ва юргизиш реостатининг аҳамиятини сўзлаб беринг.
3. Двигателни юргизиш пайтида уйғотиш занжиридаги ростлаш реостати қандай ҳолатда бўлиши керак ва нима учун?
4. Двигател ишлаётган вақтда уйғотиш занжири узилса, нима содир бўлади?
5. Параллел уйғотишли ўзгармас ток двигателида абсолют "қаттиқ" характеристикали тезлик характеристикасини олиш мумкинми ва қандай йўллар билан олинади?
6. Двигателнинг тезлиги қандай ростланади?
7. Двигателнинг электр мувозанат тенгламаси генераторнинг шундай электр мувозанат тенгламасидан нима билан фарқ қилади?
8. Салт ишлаш, ташқи ва ростлаш характеристикалари қандай олинади ва уларнинг таҳлили.

7 ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

УЧ ФАЗАЛИ ҚИСҚА ТУТАШТИРИЛГАН РОТОРЛИ АСИНХРОН МОТОРИНИ ТЕКШИРИШ

I. Ишни бажаришдан мақсад: 1. Уч фазали қисқа туташтирилган роторли асинхрон моторнинг тузилиши ва ишлаш принципи билан танишиш. 2. Моторнинг манбага уланадиган электр схемаси билан танишиш. 3. Моторнинг ўзига хос хусусиятлари билан танишиш, характеристикаларини олиш, уларни куриш ва таҳлил қилиш. 4. Моторни юргизишни ва реверслашни ўрганиш. 5. Юргизиш токи катта бўлиб, юргизиш моменти кичик бўлиш сабабларини ўрганиш.

II. Ишга оид назарий тушунчалар

Асинхрон машиналар саноатда, асосан мотор тарзида қўлланади. У қўзғалмас статор ва ҳаракатланувчи ротордан иборат бўлиб, ҳаволи кичик тирқиш билан ажралиб туради. Статор чулғами уч фазали бўлиб, тармоқ кучланишининг қийматига қараб юлдуз ёки учбурчак схемада уланиши мумкин. Ротор чулғами унинг пазларига (конуссимон арикчалар) суюқ ҳолда қуйилган алюминий стерженлардан иборат бўлиб, бу стерженларнинг икки учи томонидан алюминий гардиш билан қисқа туташтирилган. Моторнинг номи ҳам шундан келиб чиққан.

Асинхрон моторнинг ишлаши айланувчи магнит майдони ҳодисасига асосланган. Асинхрон моторнинг статор чулғамлари орқали уч фазали ўзгарувчан ток ўтганда айланувчи магнит майдони ҳосил бўлади. Бу айланувчи магнит майдонининг айланиш частотаси (тезлиги) n_0 манба кучланишининг

частотаси f га ва уч фазали статор чулғами ҳосил қилган жуфт қутблар сони p га боғлиқ

$$n_0 = \frac{60 \cdot f_1}{p} = \frac{60 \cdot 50}{1} = 3000 \text{ ayl / min}$$

бу ерда $f_1 = 50 \text{ X}$, $p=1$.

Айланувчан магнит майдонининг тезлигини (ёки асинхрон моторнинг синхрон тезлиги ҳам дейилади) статор чулғамлари ва жуфт қутблари сонига боғлиқлигини жадвал кўринишида бериш мумкин.

мт-чулғамлар сони	3	6	9	12	15	18
p – жуфт қутблар сони	1	2	3	4	5	6
n_0 – айл/мин	3000	1500	1000	750	600	500

Синхрон тезлик билан айланаётган айланувчан магнит майдони статор ва ротор чулғамларининг ўрамларини кесиб ўтиб, уларда тегишлича ўзиндукция ва ўзароиндуктсия ЭЮК ларини индукциялайди. Бу ЭЮК ларнинг таъсир этувчи қийматлари:

статорнинг фаза чулғаида $E_1 = 4,44k_1 \cdot f_1 \cdot w_1 \cdot \Phi$;

роторнинг фаза чулғаида $E_2 = 4,44k_2 \cdot f_2 \cdot w_2 \cdot \Phi$;

бу ерда w_1 ва w_2 – статор ва ротор чулғамларининг ўрамлар сони; k_1 ва k_2 статор ва роторнинг чулғам коэффиценти ҳисобланиб, қиймати бирга яқин бўлади.

Ротор чулғамлари конструктив қисқа туташганлиги учун ундан ЭЮК E_2 таъсиридан ротор токи I_2 ўта бошлайди. Айланувчан магнит майдонининг ротор токи билан ўзаро таъсиридан ҳосил бўлган электромагнит айлантйувчи момент роторни айланувчи магнит майдони йўналишида ҳаракатланишга мажбур этади. Асинхрон мотор роторининг айланиш тезлиги n_0 дан доимо кичик (акс ҳолда ЭЮК индукцияланмайди). Буни асинхрон моторнинг сирпаниши дейилади, у қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$s = \frac{n_0 - n}{n_0}.$$

Моторни бошланғич юргизиш пайтида (ўзининг тинч инерсияси бўйича ротор 1 ... 2 секунд ҳаракатиз туради) $n=0$, $s=1$ бўлади. Мотор салт ишлаганда роторнинг тезлиги айланувчан магнит майдонининг айланиш тезлигига деярли яқин бўлиб, сирпаниш ҳам нолга яқин бўлади. Номинал юклама билан ишлаётган асинхрон моторларнинг номинал сирпаниши 3 ... 5 % ни (ёки $0,03 \div 0,05$) ташкил этади. Моторнинг қуввати ортган сари сирпанишнинг қуввати орта боради. Ротор токининг частотаси сирпаниш тезлиги $n_c = n_0 - n$ га боғлиқ бўлиб, $f_2 = f_1 \cdot s$ га тенгдир. У ҳолда айланаётган ротордаги ЭЮК $E_{2c} = E \cdot s$ мотор юргизилаётган пайтидаги ЭЮК нинг 3 ÷ 5% ини ташкил этади. ЭЮК E_2 таъсиридан роторда ҳосил бўлган ток Ом қонунига биноан:

$$I_2 = \frac{E_{2s}}{\sqrt{r_2^2 + X_{2s}^2}} = \frac{E_2 \cdot s}{\sqrt{r_2^2 + X_2^2 \cdot s^2}},$$

Бу r_2 - ротор занжирининг актив қаршилиги; $X_{2c} =$ ротор занжирининг индуктив қаршилиги, Ом:

$$X_{2c} = \omega_2 L_2 = 2\pi f_1 L_2 \cdot C = X_2 \cdot C.$$

Ифодалардан кўринадик, моторни бошланғич юргизиш пайтида роторининг тезлиги $n=0$ бўлиб, сирпаниш $C=1$ бўлганда ротордаги ток частотаси, ЭЮК ва ротор токи ўзларининг максимал қийматларига еришади. Ротор айлана бошлаб, тезлиги ортган сари бу катталиклар камая боради ва юклама номиналга йэтганда улар ўз номинал қийматларига еришади.

Қисқа туташган роторли асинхрон моторларда юргизиш токи номинал токдан 5 ... 7 марта катта бўлади. Бундай катта юргизиш токи тармоқ кучланишининг пасайишига сабаб бўлади.

Шунинг учун катта қувватли қисқа туташган роторли асинхрон моторни юргизиш пайтида юргизиш токини камайтириб, тармоқ кучланишини кескин ўзгаришини (пасайишини) камайтирадиган махсус юргизиш схемаларидан фойдаланилади. Автотрансформатор ёрдамида юргизиш ва статор чулғамларини "учбурчак" дан "юлдуз" га ўтказиб юргизиш схемалари мавжуд. Кичик ва ўрта қувватли моторларни электр тармоғига бевосита улаб юргизилади.

Моторнинг айланиш йўналишини ўзгартириш учун айланувчан магнит майдонининг айланиш йўналишини ўзгартириш керак. Бунинг учун статорнинг учта фаза симларидан истаган икkitасининг манбага уланадиган ўринларини алмаштириш кифоя.

Роторда ҳосил бўлган электромагнит момент магнит оқими Φ ва ротор токи I_2 орқали аниқланади:

$$M = c_M \cdot \Phi \cdot I_2 \cdot \cos \psi_2,$$

бу ерда C_M – моторнинг конструктив доимийси; $\cos \psi_2$ – ротордаги ЭЮК билан ток орасидаги силжиш бурчаги. Агар $\cos \psi_2 = \frac{r_2}{\sqrt{r_2^2 + x_2^2 \cdot S^2}}$ эканлигини ва магнит

оқими Φ нинг қийматини статордаги ЭЮК ифодасидан ва ротор токини ҳисобга олсак, маълум ўзгартиришлардан сўнг электромагнит айлантйувчи моментнинг манба кучланишининг ўзгаришига ўта сезгирлигини ифодаловчи натижавий ифодани ҳосил қилиш мумкин, яъни

$$M = c \cdot U_1^2 \cdot \frac{r_2 \cdot S}{r_2^2 + x_2^2 \cdot S^2}.$$

Шунинг учун моторни ишлатишга манба кучланишининг ўзгариши $\pm 5\%$ ни ташкил этганда рухсат етилиши мумкин. Саноатда қуввати 0,6 кВт дан 1000 кВт гача бўлган А2 ва АО2 (АОЛ2) типдаги ягона серияли қисқа туташган роторли асинхрон моторларни ишлаб чиқарилади.

1975 йилдан бошлаб қуввати 0,06 кВт дан то 400 кВт гача бўлган янги 4А (4АН) серияли уч фазали қисқа туташган роторли асинхрон моторлар қўллана бошланди.

Асинхрон моторнинг иш характеристикалари манба кучланиши U_1 ва частотаси f_1 ўзгармас бўлганда моторнинг айланиш тезлиги n , сирпаниши s ,

айлантирувчи моменти - M , ФИК- η , кувват коэффиценти $\cos\phi$ ва статор токи I_1 ларнинг мотор ўқидаги фойдали кувват P_2 га боғлиқлигини ифодаловчи эгри чизиқлардан иборат.

1. Мотор айланиш тезлигининг фойдали кувватга боғлиқлик характеристикаси $n = f(P_2)$ ёки $s = f(P_2)$. Асинхрон моторлар салт ишлашдан то номинал юкламагача юкланганда тезлиги жуда оз ўзгаради. Шунинг учун бу моторни тезлик характеристикаси "қаттиқ" ҳисобланган моторлар тоифасига киритиш мумкин.

Сирпаниш формуласидан моторнинг айланиш тезлигини аниқловчи ифодани ёзиш мумкин, яъни $n = n_0(1-s) = \frac{60 f_1}{p}(1-s)$. Демак, моторнинг

тезлигини жуфт кутблар сонини ва манбанинг частотасини ўзгартириб бошқариш мумкин. Жуфт кутблар сони ўзгартирилиб бошқарилганда моторнинг тезлиги поғонали ўзгаради. Саноат вентиляторларнинг ва металлни қайта ишловчи станокларнинг юритмалари учун икки ва уч поғонали, яъни кўп тезликли моторларни ишлаб чиқаради.

Моторнинг тезлигини частотани ўзгартириб бошқариш усули уни бир текис ва кенг доирада ўзгартириш имконини беради. Аммо бу усул махсус частота ўзгартгич қурилмасини талаб этади.

2. Айлантирувчи моментнинг фойдали кувватга боғлиқлик характеристикаси $M = f(P_2)$. Моментни қуйидаги формула бўйича ҳисоблаш мумкин:

$$M = 975 \frac{P_2}{n} (\kappa Gm) = 9550 \frac{P_2}{n} (Nm),$$

бу ерда P_2 – мотор ўқидаги фойдали кувват (кВт).

3. Мотор ФИК нинг фойдали кувватга боғлиқлиги характеристикаси $\eta = f(P_2)$.

Асинхрон моторнинг ФИК қуйидагича аниқланади:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{P_2 + \sum \Delta P},$$

бу ерда $\sum \Delta P$ -мотордаги барча кувват исрофи йиғиндиси.

$$\sum \Delta P = \Delta P_{chul1} + \Delta P_{chul2} + \Delta P_L + \Delta P_{mex};$$

бу ерда ΔP_{chul1} , ΔP_{chul2} - статор ва ротор чулғамларининг қизишига сарф бўлган кувват исрофгарчиликлари, юкламага боғлиқ бўлганидан ўзгарувчан ҳисобланади. ΔP_L , ΔP_{mex} - статорнинг пўлат ўзагидаги ва механик кувват исрофгарчиликлари. Бу исрофгарчиликлар юкламага боғлиқ бўлмай доимий ҳисобланади (роторнинг пўлат ўзагидаги кувват исрофи одатда ҳисобга олинмайди).

Асинхрон моторларнинг ФИК 0,7 ... 0,94 атрофида бўлиб, куввати катта моторларнинг ФИК ҳам юқори бўлади. Юклама 0,3 дан то 1,2 $P_{ном}$ гача бўлганда моторнинг ФИК кам ўзгаради. Бу энергетик нуқтаи назардан қулай ҳисобланади. Мазкур лаборатория ишида ФИК қуйидагича аниқланади:

$$\eta_{dv} = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100\%.$$

4. Қувват коэффициентининг фойдали қувватга боғлиқлиги характеристикаси $\cos \varphi = f(P_2)$. Асинхрон мотор манбадан истеъмол қилаётган энергиясини фақат фойдали механик ишга чулғамларнинг қизишига сарфламай, шунингдек, унинг бир қисмини машинанинг магнит майдонида даврий равишда тўплайди:

$$\cos \varphi = \frac{P_1}{S_1} = \frac{P_1}{\sqrt{P_1^2 + Q_1^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{Q_1}{P_1}\right)^2}},$$

Мазкур лаборатория ишида моторнинг қувват коэффициенти ўлчов асбобларининг кўрсатиши бўйича аниқланади:

$$\cos \varphi = \frac{P_1}{3 \cdot U_F \cdot I_F}.$$

Мотор салт ишлаганда унинг қувват коэффициенти $\cos \varphi = 0,08 \div 0,015$ бўлиб, номинал юклама билан ишлаганда еса $\cos \varphi = 0,75 \div 0,95$ бўлади. Юклама кўпайиши билан актив қувват орта боради. Реактив қувват еса ўзгармайди, чунки манба кучланишининг ўзгармас амплитудасида магнит оқими ҳам, ўзгармас бўлади. Нисбат $\frac{Q_1}{P_1}$ моторнинг юкланишига боғлиқ, демак, асинхрон моторнинг қувват коэффициенти юқори бўлиши учун унинг тўла юкланиши муҳим аҳамиятга ега.

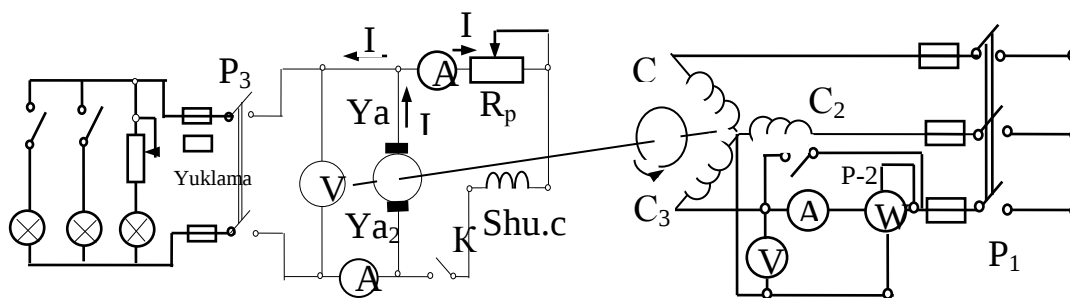
5. Статор токининг фойдали қувватга боғлиқлиги характеристикаси $I_1 = f(P_2)$.

Моторнинг пўлат ўзагида (магнит занжирида) ҳаво тирқишлар бўлгани учун, статор токининг маълум қисми реактив ток ташкил этувчисидан иборат. Мотор салт ишлаганда статор токи номинал токнинг 0,25 ... 0,4 қисмини ташкил этади.

Мазкур лаборатория ишида моторнинг юкламаси қилиб параллел уйғотишли ўзгармас ток генератори олинган. Генераторнинг ФИК характеристикаси $\eta_{ген} = f(P_{ген})$ бўлиб, бунинг ёрдамида моторнинг ўқидаги фойдали қувват $P_2 = \frac{P_{ген}}{\eta_{ген}}$ аниқланади.

ИИИ. Ишни бажариш тартиби

1. Уч фазали қисқа туташган роторли асинхрон моторнинг тузилиши ва қисмларга ажратилган намунаси билан танишиш.
2. Стенд билан танишиб, мотор схемасига кирадиган барча қисмлари билан танишиш. Машинанинг паспортида берилганлар билан танишиб, ёзиб қўйиш, стенднинг схемаси 8.1-расмда кўрсатилган.
3. Ажратгич П-2 ни улаб ўлчов асбобларини моторни юргизиш токидан вақтинча муҳофаза қилиш.



8.1-rasm

4. Генераторнинг юкламаси уланмаган ҳолда (ажратгич П-3 узилган), моторни ажратгич П-1 ёрдамида манбага улаб юргизиш. Амперметр юргизиш токининг таъсиридан муҳофаза қилинган бўлса ҳам барибир моторни юргизиш пайтида амперметр стрелкасининг оғишига еътибор беринг. Мотор юргизиб юборилгач 5 ... 6 секунд ўтгандан сўнг, ажратгич П-2 ни узиб, ўлчашларни бажариш мумкин. Ажратгич П-3 ни улаб генераторнинг шу билан биргаликда моторнинг юкламасини бир текис орттира борилади. 6 ... 7 та ихтиёрий нуқталар учун ўлчашларни бажариш лозим. Ўлчашдан олинган маълумотлар жадвалга ёзилади.
5. Ўлчаш ва ҳисоблаш натижалари бўйича битта координатада моторнинг иш характеристикалари қурилади. Моторнинг айланишлар сони тахогенератор ёрдамида ўлчанади.
6. Моторга уч фазали автотрансформатор ёки реостат ёрдамида пасайтирилган кучланиш бериб, яъни ажраткич П-1 ни бошқа ҳолатга ўтказиб 4-пунктдаги ўлчашларни такрорлаб, олинган маълумотлар жадвалга ёзилади.
7. Жадвалдаги маълумотлар бўйича моторга пасайтирилган кучланиш таъсир еттирилгандаги механик характеристикаси $n=f(M)$ қурилади. Ана шу графикда моторга номинал кучланиш берилгандаги (жадвалдаги маълумотлар бўйича) механик характеристикаси ҳам қурилади.
8. Иш бўйича хулоса берилади: а) Мотор тезлигини ўзгариши ҳақида; б) манба кучланишининг таъсири ҳақида; д) кувват коэффициенти $\cos\phi$ нинг моторнинг юкланишига боғлиқлиги ҳақида. е) қисқа туташган роторли асинхрон моторнинг афзаллиги ва камчиликлари ҳақида.

8.1-жадвал

ЎЛЧАШЛАР							ҲИСОБЛАШЛАР						
Генератор			Мотор				П _{ген}	П _{1дв}	П _{2дв}	М	η _{дв}	С	cosφ
И	И _у	У _Г	У _Ф	И _Ф	Р _Ф	н							
А	А	В	В	А	Вт	айл/м	Вт	Вт	Вт	Н м	%	%	---

$$\text{Жадвалда } P_{\text{ген}} = U_{\text{г}}(I_{\text{г}} + I_{\text{у}}), \text{ Вт}; \quad P_{1\text{дв}} = 3 * P_{\text{ф дв}}, \text{ Вт}; \quad P_{2\text{дв}} = P_2 = P_{\text{ген}} / \eta_{\text{ген}}, \text{ Вт};$$

$$\eta_{\text{дв}} = P_{2\text{дв}} / P_{1\text{дв}} * 100\%.$$

8.2-жадвал

Ўлчашлар							Ҳисоблашлар						
Генератор			Мотор				$P_{\text{ге н}}$	$\eta_{\text{ген}}$	$P_{2\text{дв}}$	М	$\eta_{\text{дв}}$	С	$\cos\varphi$
И	$I_{\text{у}}$	$U_{\text{г}}$	$U_{\text{ф}}$	$I_{\text{ф}}$	$P_{\text{ф}}$	н							
А	А	В	В	А	Вт	айл/м	Вт	---	Вт	Н м	%	%	---

Назорат саволлари

- Уч фазали қисқа туташган роторли асинхрон моторнинг тузилиши ва ишлаш принципини баён етинг.
- Асинхрон мотор деб қандай моторга айтилади? Роторнинг сирпаниши нима?
 - Асинхрон моторларнинг айлантирувчи моменти қандай катталикларга бўлиқ?
 - Юргизиш токининг катта бўлиб, юргизиш моментининг кичик бўлишини тушунтириб беринг.
 - Асинхрон моторларнинг тезликларини бошқаришнинг қандай усуллари бор?
 - Нима учун қисқа туташтирилган роторли асинхрон моторнинг тезлигини бошқариш қийин?
 - Моторни реверслаш қандай бажарилади?
 - Нима учун моторнинг қувват коэффиценти $\cos\varphi$ унинг ўқидаги механик юкламага бўлиқ?
 - Статор чулғамларини юлдуз ёки учбурчак схемада улаш қандай танланади?

9 - ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

УЧ ФАЗАЛИ ФАЗА РОТОРЛИ АСИНХРОН МОТОРИНИ ТЕКШИРИШ

I. Ишни бажаришдан мақсад: 1. Фаза роторли уч фазали асинхрон моторнинг тузилиши ва ишлаш принципи билан танишиш. 2. Моторнинг манбага уланадиган электр схемаси билан батафсил танишиш. 3. Моторнинг ўзига хос хусусиятлари билан танишиш, иш характеристикасини олиш, уни қуриш ва таҳлил қилиш. 4. Моторни юргизишни ва реверслашни ўрганиш. 5. Юргизиш токининг кичик бўлиб юргизиш мометининг катта бўлиш сабабларини ўрганиш.

II. Ишга оид назарий тушунчалар

Асинхрон моторнинг ишлаш принципи 8-лаборатория ишида баён этилган. Фаза роторли асинхрон мотор қисқа туташтирилган роторли мотордан роторининг тузилиши билан фарқ қилади.

Фаза ротор қалинлиги $0,35 \div 0,5$ мм бўлган электротехник пўлат тунука (пластинка) лардан штампаниб йиғилган цилиндрдан иборат. Статордаги каби роторнинг ҳам пазларига уч фаза чулғам жойлаштирилган. Ротор чулғамлари юлдуз схемада уланади. Ҳар бир фазанинг бош учлари ўқдан изоляция қилинган учта мис контакт ҳалқаларга бириктирилган. Мис ҳалқалар чўткалар орқали уч фаза юргизиш реостати билан бириктирилган (9.1-расм). Юргизиш реостатининг вазифаси биринчидан юргизиш токини $I (2,5 \div 3,5) I_{ном}$ гача камайтириш (қисқа туташган роторли асинхрон моторларда еса $I_{yu} = (5 \div 7) I_{ном}$ еди). Дарҳақиқат, юргизиш пайтида ротордаги ток:

$$I'_2 = \frac{E_2 \cdot S}{\sqrt{(r_2 + r_{yur})^2 + x_2^2 \cdot S^2}}$$

бўлиб, юргизиш қаршилиги билан чекланган.

Иккинчидан, юргизиш реостатининг вазифаси юргизиш моментини максимумгача ошириш, чунки $\cos \psi_2$ ва ротордаги актив ток ортади, яъни

$$\cos \psi'_2 = \frac{r_2 + r_{yur}}{\sqrt{(r_2 + r_{yur})^2 + x_2^2 \cdot S^2}}; M = c_m \cdot \Phi \cdot I'_2 \cdot \cos \psi'_2.$$

Юқоридаги барча ифодаларда сирпаниш $s=1$ деб қабул қилинади.

$$S = \frac{r_2 + r_{yur}}{x_2} = 1.$$

Юргизиш momenti катта бўлганидан фаза роторли асинхрон мотор юклама билан юргизиш керак бўлган (марказдан қочма насослар, компрессорлар, лифтлар, кран моторлари ва ҳ.) механизмларда қўлланади.

Фаза роторли асинхрон моторни қисқа туташган роторли асинхрон моторлардан фарқи асинхрон Мотор роторининг чулғами билан кетма-кет қўшимча қаршилиқ (реостат) улаб, унинг актив (эҳтиёж бўлса индуктив) қаршилигини ўзгартириш мумкин бўлса, қисқа туташган роторли асинхрон моторда бундай имконият йўқ.

Мотор роторининг айланиш йўналишини ўзгартириш учун айланувчан магнит майдонининг айланиш йўналишини ўзгартириш керак. Бунинг учун статорнинг учта фаза симларидан истаган иккитасининг манбага уладиган ўринларини алмаштириш кифоя.

Моторнинг иш характеристикаси манба кучланиши ва частотаси ўзгармас бўлганда истеъмол қилинаётган қувват P_1 , ток I_1 , айлантирувчи момент M , сирпаниш s , айланишлар сони n , ФИК η , қувват коэффисенти $\cos \varphi$ нинг мотор ўқидаги фойдали қувват P_2 га боғлиқлигини ифодаловчи эгри чизиқлардан иборат, яъни:

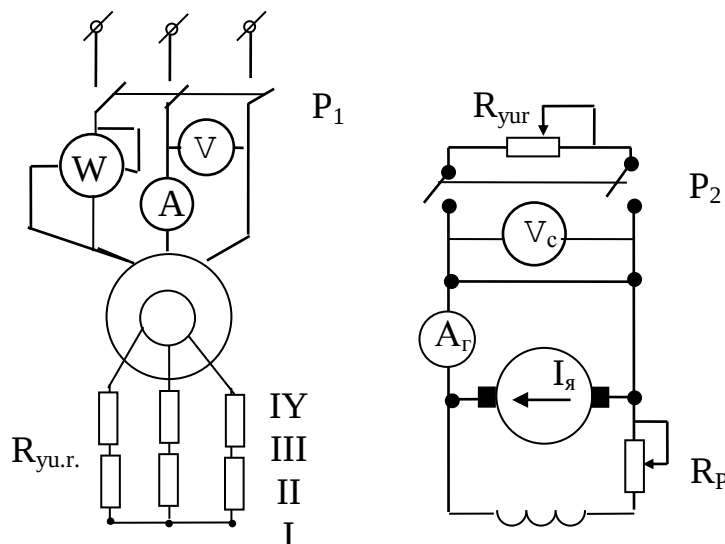
$$U_1 = \text{const. } f = \text{const. бўлганда } P_1, I_1, M_1, s, n, \eta, \cos = f(P_2).$$

Моторга юклама сифатида мотор ўқи билан механик боғланган параллел уйғотишли ўзгармас ток генераторидан фойдаланилади. Генераторнинг

юкламасини ўзгартириш юклама қаршилиги $P_{Ю}$ микдорини, шунингдек генераторнинг уйғотиш занжиридаги уйғотиш реостати ёрдамида уйғотиш токини ўзгартириш билан бажарилади.

Генераторнинг ФИК характеристикаси $\eta_{ген}=f(\Pi_{ген})$ дан моторнинг ўқидаги фойдали қувват Π_2 (бу генераторнинг истеъмол қиладиган қуввати $P_{ген}$ га тенг) аниқланади:

$$P_2 = P_{1ген} = \frac{P_{ген}}{\eta_{ген}} = \frac{U_r \cdot I_r}{\eta_{ген}}.$$



9.1-rasm

III. Ишни бажариш тартиби

1. Фаза роторли асинхрон моторнинг тузилиши ва ишлаш принципи билан, шунингдек қисмларга ажратилган намунаси билан танишилади.

2. Стенд билан танишиб, Мотор-генераторнинг схемасига кирадиган барча қисмлар ва ўлчов асбоблари аниқланади ҳамда агрегатнинг паспортидаги маълумотлар билан танишиб, уларни ҳисоботга ёзиб қўйилади.

3. 9.1-расмдаги электр схема йиғилади.

4. Генераторнинг юкламаси уланмаган ҳолда (ажраткич П2 узилган) мотор юргизилади. Юргизишда аввал юргизиш реостатининг дастаги салт ишлаш ҳолатида (1-поғонада) турганлигига ва ротор занжирининг ажратилганига ишонч ҳосил қилинади. Шундан кейин магнитли юргизгич П1 ни улаб, юргизиш реостатининг дастаги (ю.р.) II ҳолатга ўтказилади. Мотор айлана бошлайди. Унинг тезлиги орта борган сари (5÷8 секунд давомида) юргизиш реостатининг дастаги III ва IV ҳолатларга ўтказилади.

5. Енди моторининг иш характеристикаси олинади. Бунинг учун П2 ажраткич ёрдамида генераторнинг юкламасини улаб, уни номинал микдоригача юкланади. Ихтиёрий танланган 6÷7 та нуқталар учун ўлчаш маълумотларини олиб уни 9.1-жадвалга ёзилади.

Ўлчашлар							Ҳисоблашлар					
U ₁ В	I ₁ А	P _Ф Вт	n айл/ м	U ₀ В	I _Г А	P _{ген} Вт	P ₂ Вт	P ₁ Вт	M Нм	η %	cos φ	s %

Жадвалдаги айрим катталиклар қуйидагича аниқланади:

$P_{\text{ген}} = U_{\text{ген}} \cdot I_{\text{ген}}$ генераторнинг қуввати

$P_2 = P_{\text{ген}} / \eta_{\text{ген}}$ боғланиш $\eta_{\text{ген}} = f(I_{\text{ген}})$ нинг графигидан аниқланадиган мотор ўқидаги қувват, Вт;

$P_1 = 3 \cdot P_{\Phi}$ - манбадан истеъмол қилинаётган уч фазали қувват, Вт;

$M = 9,55 \frac{P_2}{n} \text{ N.m}$, агар P_2 Вт да бўлса;

$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100\%$; $\cos \frac{P_1}{\sqrt{3}UI}$; $S = \frac{n_0 - n}{n_0} \cdot 100\%$.

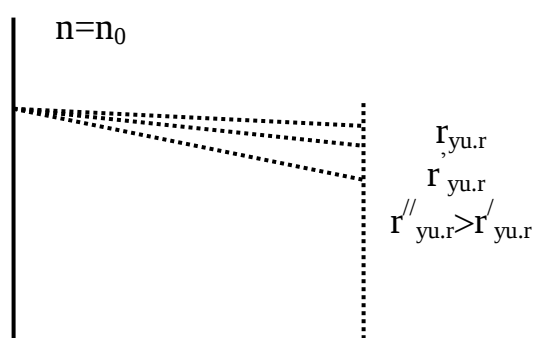
6. Ротор занжиридаги юргизиш (реостат) қаршилиги $r_{\text{юр}}$ нинг турли қийматларида моторнинг сунъий (реостат) $n = f(M)$ характеристикалари олинади.

Мотор механик характеристикасининг иш қисми сирпаниш $C=0$ дан $C < C_{\text{кр}}$ гача бўлган ораликдаги эгри чизиқ ҳисобланади. Эгри чизиқнинг бу қисми учун боғланиш $M = f(S)$ чизиқлидир.

Асинхрон моторнинг табиий ва сунъий характеристикалари учун қуйидаги ифодалар умумий ҳисобланади:

$$M = cU_1^2 \cdot \frac{r_2}{(r_2 + r_{\kappa})^2 + X_2^2 S^2} \cdot S; \quad n = n_0 \left(1 - \frac{1}{C_1} \cdot \frac{r_2 + r_{\kappa}}{r_2} M \right).$$

Механик характеристикасини қуриш учун битта иш нуқтасининг бўлиши кифоя. Иккинчи нуқта моторнинг синхрон тезлигига тўғри келади (9.2-рasm) ва



9.2-rasm

бу нуқтада табиий ва сунъий характеристикалар кесишади. Ротор занжиридаги қаршиликлар катта бўлганда сунъий характеристика бирмунча юмшоқ бўлади.

Характеристикаларни олиш учун юргизиш реостатининг турли ҳолатларида мотор ўқидаги қаршилик моментини бир хил сақлаш керак (юкламани). Ўлчашдан олинган маълумотлар 9.2-жадвалга

ёзилади.

7. Ўлчаш ва ҳисоблаш натижалари бўйича битта чизмада моторнинг иш характеристикаси, алоҳида чизмада еса табиий ва сунъий характеристикаси қурилади (юргизиш реостатининг ИВ поғонаси учун маълумотлар 16.1-жадвалдан олинади).

8. Иш бўйича хулоса берилади:

- а) юргизиш реостатининг аҳамияти ҳақида;
- б) тезликни ростлаш ҳақида;
- д) $\cos \varphi$ ва η нинг моторни юкланишига боғлиқлиги ҳақида;
- е) фаза роторли асинхрон моторларни қандай ҳолларда қўллаш яхши эканлиги ҳақида.

9.2-жадвал

Юргизиш реостати ростлаш поғоналар и	Ўлчашлар			Ҳисоблашлар			
	$U_{\text{ген}}$	$I_{\text{ген}}$	η_0	H_0	$P_{\text{ген}}$	P_2	M
	В	А	айл/мин	айл/мин	Вт	Вт	Нм
II							
III							
IV							

Назорат саволлари

1. Фаза роторли асинхрон моторнинг тузилиши ва ишлаш принципини баён етинг.
2. Юргизиш реостатининг аҳамияти унинг моторни юргизиш токи ва моментига таъсири нимадан иборат?
3. Роторнинг сирпаниши нима ва мотор ишлаганда у нимага тенг?
4. Асинхрон моторнинг электромагнит моментининг катталиги нималарга боғлиқ?
5. Фаза роторли моторни юргизиш тартиби қандай?
6. Моторни реверслаш қандай бажарилади?
7. Қандай сирпанишларда моторни ортиқча юкланишлардан ва тўхтаб қолишидан хавотир бўлмай ишлатиш мумкин?
8. Моторнинг сунъий механик характеристикаси табиийсига нисбатан қандай жойлашган?
9. Паспортида икки хил 220/380 В кучланиш кўрсатилган моторнинг статор чулғамларини юлдуз ёки учбурчак схемада улаш нималарга боғлиқ?
10. АК 2-51-4 типдаги асинхрон моторнинг белгиланишидаги рақам ва ҳарфлар нимани билдиради ва бундай моторнинг тезлиги нимага тенг?

10-ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

УЧ ФАЗАЛИ СИНХРОН ГЕНЕРАТОРНИ ТЕКШИРИШ

Ишдан мақсад: Синхрон генераторнинг тузулиши ва ишлаш принципи билан танишиш. Синхрон генераторнинг асосий характеристикалари билан танишиш ва бу характеристикаларни тажриба йули билан текшириш.

1-жадвал

№	I	$U_{\Gamma} = E_{o\Gamma}$	$I_{\kappa\Gamma}$	U_{Γ}
т/б	A	B	y / б	y / б
1				
2				
3				

2-жадвал

№	$I_{\kappa\Gamma}$	U_{Γ}	$I_{\kappa\Gamma}$	U_{Γ}	$I_{A\Gamma}$
т/б	A	B	y / б	y / б	A
1					
2					
3					

3-жадвал

№	U_{Γ}	$I_{A\Gamma}$	U_{Γ}	$I_{A\Gamma}$	$\Delta U\%$
т/б	B	A	y / б	y / б	-
1					
2					
3					

Генератор кучланишининг нормал ўзгариши $\cos\varphi \leq 1$ бўлганда қуйидаги формула ёрдамида аниқланади.

$$\Delta U_H = \frac{U_{o\Gamma} - U_{\Gamma}}{U_{o\Gamma}} 100\%$$

бунда: $U_{o\Gamma} = E_{HO\Gamma}$ - генераторнинг салт юриш ҳолидаги кучланиши.

4-жадвал

№	$I_{A\Gamma}$	$I_{\kappa\Gamma}$
т/б	A	B
1		
2		
3		

Қўзғатиш токининг фоиз ҳисобидаги нормал ўзгаришини ростлаш характеристикаси ёрдамида аниқланади.

$$\Delta I_{\kappa H} = \frac{I_{\kappa OH} - I_{\kappa}}{I_{\kappa OH}} 100\%$$

Бунда: $I_{\kappa H}$ - нормал ишлаётган генераторнинг номинал кучланишдаги юкламада қўзғатиш токининг қиймати;

$I_{\kappa OH}$ - бу ҳам, фақат салт юрган ҳолдаги.

Бунда якорь токини бир хил ораликда камайтириб 4-5 нуқта олинади. Бир нуқтани $I_{AG} = I_{АНГ}$ бўлганда олинади. Ўлчаш натижаларини 7.5- жадвалга ёзинг.

5-жадвал

№	$I_{НГҚТ}$	$I_{ҚГ}$
т/б	А	А
1		
2		
3		

Қисқа туташуш токи фарқи (Қ.Т.Т.Ф)

$$К.Т.Т.Ф = I_{НГҚТО} / I_{АНГ}.$$

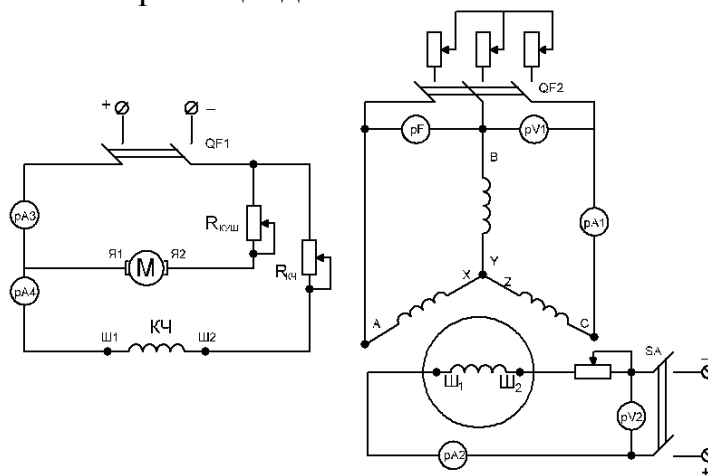
Бунда: $I_{НГҚТО}$ -генератор якорининг қисқа туташуш токи,

$I_{НГҚТ}$ - генератор якорининг нормал токи.

Синхрон генераторнинг нормал салт юриш характеристикаси.

I_K	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50
E	0,58	1,00	1,21	1,33	1,40	1,46	1,51

нормал ҳолда.



1-расм. Уч фазали синхрон генераторни текшириш учун ишчи схема

Назорат саволлари ва топшириқлар

1. Синхрон генераторнинг тузилиши қандай?
2. Синхрон генераторнинг ишлаш тарзини тушинтириб беринг?
3. Нима учун СГ характеристикасининг ўсувчи ва камаювчи тармоқлари бир бирига тўғри келмайди?
4. Нима учун салт ишлаш характеристикаси тўғри чизикли эмас?
5. Нима учун қисқа туташуш характеристикаси тўғри чизикли бўлади?
6. Юк актив, актив индуктивлик, актив сиғимли $\cos\varphi=1$ ва $\cos\varphi=0,8$ бўлганда ташқи характеристика қандай кўринишда бўлади?
7. $\cos\varphi=1$ ва $0,8$ бўлганда юк токи ортганда генераторнинг чулғамларида кучланиш ўзгармай қолиши учун генераторнинг қўзғатиш токини ўзгартириш керак ва қандай қилиб?
8. Синхрон генератор якорь чулғамининг бўйлама ва кўндаланг ўқларидаги индуктив қаршиликлари, яъни X_d ва X_q тўғрисида сўзлаб беринг?
9. Қисқа туташуш токи фарқи (К.Т.Т.Ф) деб нимага айтилади?

№ 11 ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ **ЯРИМ ЎТКАЗГИЧЛИ ТЎҒРИЛАГИЧЛАРНИ ТЕКШИРИШ**

Кириш

Электрон тўғрилагич деб ярим ўтказгичли элементлардан тузилган, ўзгарувчан электр токини тўғрилашга мўлжалланган қурилмага айтилади. Электрон тўғрилагичлар стандарт частотали (50 Гц) ўзгарувчан ток тармоғидан берилган кучланишли ўзгармас ток ҳосил қилиб беради. Бундай тўғрилагич қурилмалар ҳозирги кунда радиотехника, алоқа воситалари, ЭХМ ва бошқа кўплаб электрон қурилмаларни ток билан таминловчи манбаларининг асосий қисмини ташкил қилади.

Ўзгарувчан электр токини тўғрилаш, яни уни ўзгармас электр токига айлантириш жараёни ярим ўтказгичли (ёки электровакуум) диодларнинг вентил (токни фақат бир томонга ўтказиш) хусусиятига асосланади. Тўғрилаш қурилмалари умумий ҳолда трансформатор, тўғрилаш схемаси ва филтрдан иборат бўлади. Тўғрилаш схемалари бир ярим даврли ёки икки ярим даврли бўлиши мумкин. Бир ярим даврли тўғрилаш схемалари токнинг сон қиймати ўзгариши унчалик аҳамиятсиз бўлган қурилмаларда (масалан аккумуляторларни зарядлашда) ишлатилади. Бошқа кўплаб ҳолларда икки ярим даврли тўғрилагичлар ишлатилади. Катта аниқлик билан ишловчи электрон қурилмаларни ток билан таминлашда (микросхемалар ва рақамли техника қурилмалари) токнинг стабиллиги жуда юқори бўлиши талаб қилинади. Бундай стабиллашган тоқлар тўғрилаш қурилмаларининг чиқишига текисловчи филтёрлар улаш билан ҳосил қилинади.

I. Қисқача назарий тушунчалар.

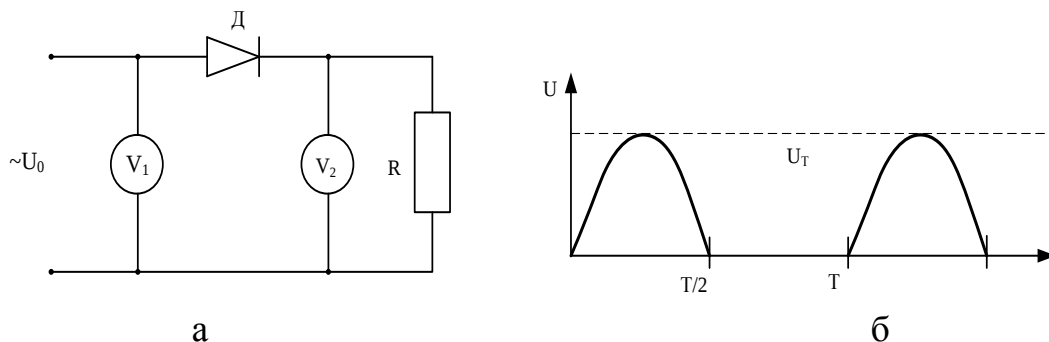
Биз амалда асосан ўзгарувчан тоқдан фойдаланамиз. Бу ўзгарувчан токнинг ўзгариш қонунияти гармоник бўлиб даврий синусоидал ток деб аталади. Бундай ток ишлаб чиқарувчи генераторлар синусоидал кучланиш генераторлари дейилади. Синусоидал кучланишнинг аналитик ифодаси $U = U_m \sin \omega t$.

$\varphi_B = 50^\circ$

Синусоидал кучланишнинг диаграммаси расмда келтирилган

$f = 50$ Гц - частота,
 $\omega = 2\pi f = 314$ рад/с –
бурчак тезлик,
 $T = 1/f = 0.02$ с -
давр, $\varphi = \omega t$ - фаза,
 U_m -кучланиш амплитудаси

Расмда келтирилган синусоидал кучланиш ярим ўтказгичли диоддан ўтса, диоднинг уранишига қараб кучланишнинг мусбат ёки манфий қисмигина диоддан ўтади, 2- расм.

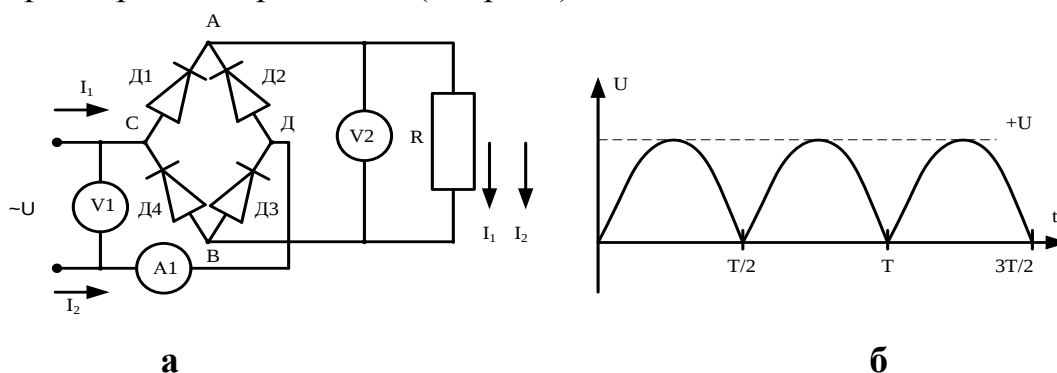


R истеъмолчидаги кучланишнинг ўртача қийматини топиш учун синусоидал кучланишни ярим давр (0 дан $T/2$ гача) бўйича интеграллаб синусоидал ва тўғриланган кучланишлар орасидаги қуйидаги мугосабатни оламиз

$$U_{T\text{ ўр}} = 0,45 U_0$$

Агар 1 расмдаги диодни тескари йўналишда уласак, у холда диоддан синусоидал кучланишнинг манфий давлари ўтади, унинг ўртача сон қиймати учун ҳам (1) муносабат ўринлидир.

Кучланиш пульсацияланувчи кучланиш дейилади ва унинг ишлатилиш сохалари жуда ҳам чەгараланган. Аксарият қурилмалар бундай пульсацияда ишлай олмайди. Тўғриланган кучланишдаги пульсацияни камайтириш учун икки ярим даврли тўғрилагичлардан фойдаланиш кенг тарқалган. Бундай икки ярим даврли тўғрилагичлар электроникада кўприксимон тўғрилагичлар ёки диод кўприклари деб юритилади (3 – расм).



Икки ярим даврли тўғрилагичдаги токнинг йўлини кўриб чиқамиз. Ўзгарувчан синусоидал кучланишнинг мусбат йўналиши деб 1-нутадан бошланган токни олайлик, бу ток «1-Д1-А тугун-R-В тугун-Д4-Д тугун-2» контур орқали ёпилади, бунда R истеъмолчидан ўтган ток I_1 йўналишда бўлади. Синусоидал кучланишнинг манфий даври 2 нуктадан бошланиб «2-Д тугун-Д2-А тугун- R-В тугун-Д3-С тугун-1» контур орқали ёпилади, бунда R истеъмолчидан ўтган ток I_2 йўналишда бўлади. Агар эътибор берсак ҳар икки холда ҳам R истеъмолчидан ўтган токнинг йўналишлари бир хил, шунинг учун

ҳам тўғриланган кучланиш фақат мусбат (ёки манфий) ярим даврлардан иборат бўлади. Юқоридагидек кучланишни вақт бўйича интеграллаймиз, фақат бу ерда интеграл бутун давр бўйича олинади ва кучланиш (8.1) ифодага нисбатан икки марта катта бўладик

$$U_{T\dot{y}p} = 0,90 U_{\sim}$$

Кўриниб турибдики (2 б расмдаги кучланишга нисбатан (3.б) расмдаги кучланиш ўзгармас токка анча яқин, лекин бу ерда ҳам пульсация хали катта. Бу пульсацияларни йўқотиш учун махсус текисловчи филтърлар ишлатилади.

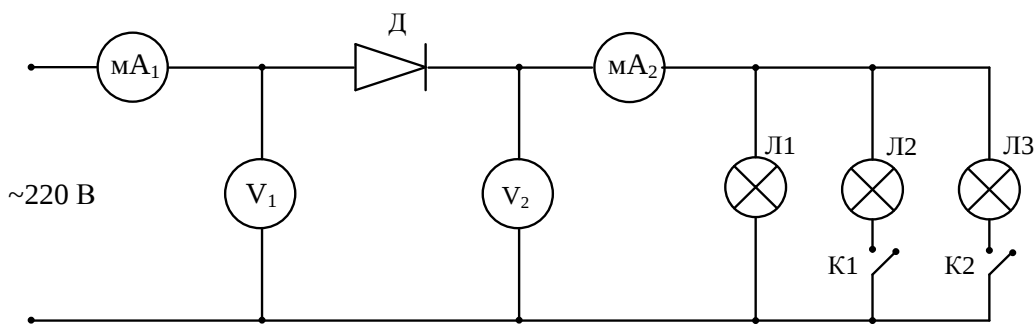
Ишни бажаришдан мақсад

Лаборатория ишини бажаришдан мақсад ярим ўтказгичли диодларнинг вентил хусусиятларини ўрганиш. Бир ва икки ярим даврли тўғрилагич схемаларининг ишлашини ўрганиш. Ўгарувчан синусоидал кучланиш ва тўғриланган кучланишларнинг ўртача қийматлари орасидаги муносабатларни амалда текшириб кўриш.

Ишни бажариш тартиби

Лаборатория иши иккита машқдан иборат. Бу машқларда бир ярим даврли ва икки ярим даврли тўғрилаш схемалари ўрганилади.

1-машқ. Бир ярим даврли тўғрилагич. Машқни бажариш учун 4 расмдаги схемани йиғинг. Схемани йиғиб бўлгач уни машғулот раҳбарининг рухсати билан 220 В кучланишли тармоққа уланг.



A1 – ўзгарувчан ток амперметри 1А, V1- ўзгарувчан ток вольтметри 250В, D-ярим ўтказгичли диод КД209А, V2- ўзгармас ток вольтметри 450В, mA2- ўзгармас ток миллиамперметри 300 мА, Л1-Л3 чўғланма толали лампалар 60 Вт, К1 ва К2 калитлар.

Тўғриланган токнинг истеъмолчиси сифатида чўғланма толали лампалар ишлатилган. Истемолчининг қувватини ўзгартириш учун К1 ва К2 калитлар орқали Л2 ва Л3 лампалар уланади.

Қуйидаги тартибда ўлчашларни бажаринг:

A1-амперметр ва V1 вольтметр ёрдамида схема киришидаги ўзгарувчан ток ва кучланишни ёзиб олинг;

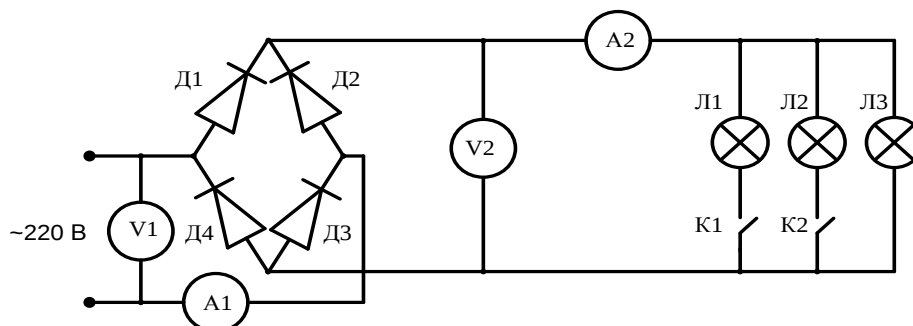
A2 амперметр ва V2 вольтметр ёрдамида истеъмолчидаги тўғриланган (диоддан кейинги) ток кучи ва кучланишни ёзиб олинг;

ўлчашларни фақат Л1 лампа уланган (К1 ва К2 калитлар узилган), Л1Л2 лампалар уланган (К1 калит уланган, К2 калит узилган) ва Л1Л2Л3 лампалар уланган (К1 ва К2 калитлар уланган) ҳоллар учун бажаринг.

Ўлчаш натижаларини 1-жадвалга ёзинг.

II-машқ. Икки ярим даврли тўғрилагич

Машқни бажариш учун 5 расмдаги схемани йиғинг. Схемани йиғиб бўлгач уни машғулот раҳбарининг рухсати билан 220 В кучланишли тармоққа уланг.



$V1$ – ўзгарувчан ток вольтметри 250В; $V2$ – ўзгармас ток вольтметри 450 В; $A1$ – ўзгарувчан ток амперметри 1А; $A2$ – ўзгармас ток амперметри 1А; $D1$ - $D4$ ярим ўтказгичли диодлар (КД209А) $K1$ ва $K2$ калитлар, $L1$ - $L3$ чўгланма толали лампалар (60 Вт)

1-машқдаги ўлчашларни икки ярим даврли тўғрилагич учун ҳам такрорланг ва натижаларни 1- жадвалга ёзинг.

IV. Ҳисоблашлар

Истеъмолчи қуввати Вт	I_1 (А)	U_1 (В)	I_2 (А)	U_2 (В)
Бир ярим даврли тўғрилагич				
60 (1 та лампа)				
120 (2 та лампа)				
180 (3 та лампа)				
Икки ярим даврли тўғрилагич				
60 (1 та лампа)				
120 (2 та лампа)				
180 (3 та лампа)				

Олинган натижалар асосида (8.1) ва (8.2) муносабатларни истеъмолчининг турли хил қувватлари учун текшириб кўринг.

Назорат саволлари ва топшириқлар

1. Ярм ўтказгичли диоднинг тузилиши ва унинг вентил хусусиятини тушунтиринг.
2. Ярм ўтказгичли диоднинг вакуумли диодларга нисбатан афзаллиги ва камчиликлари.
3. Бир ва икки ярм даврли тўғрилаш схемаларида токларнинг йўлини кўрсатинг.
4. Олинган натижалар асосида (1) ва (2) муносабатларни тушунтиринг.

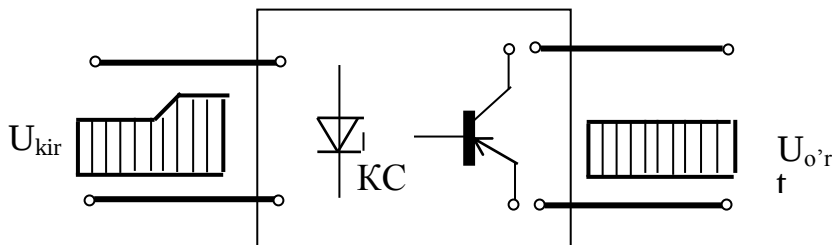
Хулоса

Лаборатория ишини бажаришда олинган тажриба натижалари ҳақида ўз хулосаларингизни ёзинг. Тўғриланган токнинг пульсацияларини янада камайтириш ва стабилланган ток олиш учун филтрларни ишлатишнинг зарурлиги ҳақида фикрланг. Ушбу филтрларни қўллашни ўрганинг.

13-ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

ЯРИМ ЎТКАЗГИЧЛИ СТАБИЛИЗАТОРЛАРНИ ТЕКШИРИШ

I. Ишни бажаришдан мақсад: Ярим ўтказгичли ўзгармас кучланишли стабилизаторларининг ишлаш жараёни ва характеристикалари билан танишиш.



13.1-rasm

II. Ишга оид назарий тушунчалар

Берилган кучланишнинг қийматини маълум чегарада ўзгартирувчи (ностабилловчи) омиллар таъсир этганда юкламадаги кучланишнинг (ёки токнинг) қийматини амалда ўзгаришсиз сақлаб тура оладиган қурилма кучланиш (ёки ток) стабилизатори дейилади.

Ностабилловчи омилларга юклама характери ва токининг ўзгариши, шунингдек манба кучланишининг ўзгариши киради.

Кучланишни ёки токни стабиллашнинг параметрик ва компенсацион усуллари фарқ қилинади.

Параметрик стабилизаторларда стабиллаш хусусияти ночизикли элементнинг (н.е.) характеристикалари билан аниқланади. Ночизикли элементларда кучланиш билан ток орасидаги богъланиш ночизиклидир. Ночизикли элемент тарзида стабилитронлар, термисторлар, бареттерлар, транзисторлар, ночизикли индуктивлик ва ҳоказолардан фойдаланилади.

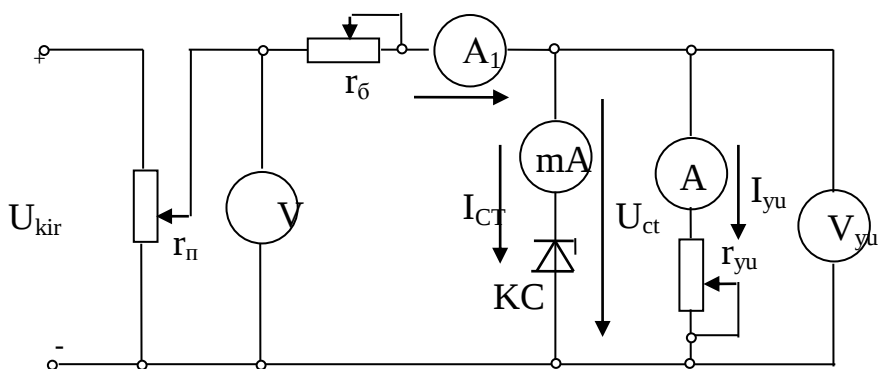
Компенсацион стабилизаторларда чиқиш томонидаги кучланишнинг берилган эталон кучланишга нисбатан ўзгариши ўлчанади ва шу миқдордаги сигналнинг ростловчи элементга таъсири таққосланади. Бунда ростловчи элементнинг қаршилиги стабилизаторнинг чиқиш томонидаги кучланишнинг белгиланган эталон миқдордан огъишини (ўзгаришини) компенсациялайдиган даражада ўзгаради.

Стабилизаторлар турли автоматик ва бошқариш системалари қурилмаларининг электр манбаи тарзида кенг қўлланилади. Масалан, ҳисоблаш машиналарининг, шунингдек, телевизорлар ва бошқа радиоэлектрон аппаратларининг электр манбаи тарзида кенг қўлланилади.

22.2-расмда параметрик стабилитроннинг (ПС) принципаал схемаси кўрсатилган бўлиб, унда ночизикли элемент (н.е.) тарзида кремнийли стабилитрондан фойдаланилган.

Стабилизатор кетма-кет уланган балласт қаршилик r_6 , кремнийли стабилитрон KS ва унга параллел уланган юклама r_n дан иборат. Бундай параметрик стабилизатор, ҳар қандай ностабилловчи омиллар таъсир этганда,

айниқса, кириш томондаги кучланиш $U_{\text{кир}}$ ўзгарганда ҳам юкламадаги ўзгармас кучланишнинг стабиллигини таъминлайди.



13.2-rasm

Схеманинг ишлаш жараёни

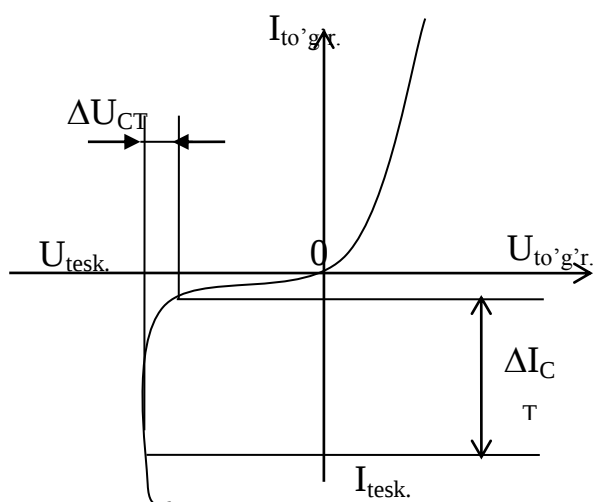
Схемадаги ток ва кучланишлар Кирхгоф қонунларига биноан аниқланади:

$$I_{\text{кир}} = I_{\text{ст}} + I_{\text{н}}; \quad U_{\text{кир}} = U_{\text{ст}} + I_{\text{кир}} \cdot r_6$$

Стабилизаторларнинг кириш томонидаги кучланиш $U_{\text{кир}}$ ортганда, унинг чиқиш томонидаги кучланиш $U_{\text{чик}}$ ҳам ортишга интилади. Стабилитронда кучланишнинг озгина ортиши, унинг вольт-ампер характеристикасига биноан токнинг кескин ортишига сабаб бўлади. Стабилитрондан ўтаётган $I_{\text{ст}}$ токнинг ортиши билан балласт қаршиликдаги кучланишнинг тушуви ҳам ортади, чунки $I_{\text{ст}}$ токи $I_{\text{кир}}$ токнинг ташкил етувчисидир. Стабилизаторнинг юкламаси $r_{\text{ю}}$ даги кучланиш шундай $\Delta U_{\text{ст}}$ қийматига ўзгарадики, стабилитроннинг қаршилиги қанчалик кичик бўлса, бу қиймат ҳам шунчалик кичик бўлади.

Шундай қилиб, стабилитроннинг кириш томонидаги ($U_{\text{кир}}$) кучланишнинг ортиши балласт қаршилик билан стабилитрондаги $\Delta U_{\text{рт}}$ ва $\Delta U_{\text{ст}}$ кучланишларнинг ўзгаришлари орасида тақсимланади, яъни:

$$\Delta U_{\text{кир}} = \Delta U_{\text{рб}} + \Delta U_{\text{ст}}.$$



13.3-rasm

Кремний стабилитронли параметрик стабилизаторларда балласт қаршилиги стабилитрон характеристиканинг динамик қаршилигидан кўп марта катта ($r_6 \gg r_d$) бўлганда стабил (барқарор) ўзгармас кучланишни таъминлаш мумкин. $\Delta U_{\text{ст}} \rightarrow 0$ да $\Delta U_{\text{кир}} \approx \Delta U_{\text{рб}}$

$$\left(\text{бу ерда } r_d = \frac{\Delta U_{\text{ст}}}{\Delta I_{\text{ст}}} \right)$$

Стабилизаторнинг кириш томонидаги кучланиш камайганда унинг ишлаши юқоридагига тескари бўлади. Шундай

қилиб, стабиллаш жараёни стабилизаторнинг кириш томонидаги

кучланишнинг анчагина $\pm \Delta U_{\text{кир}}$ миқдорига ўзгарганда, унинг чиқиш томонидаги кучланишнинг жуда озгина $\pm \Delta U_{\text{ст}}$ миқдорга ўзгаришини таъминлайди.

Оддий компенсацион кучланиш стабилизаторининг схемаси 13.4- расмда кўрсатилган.

Схемадаги транзистор - Т ростловчи элемент ҳисобланади. Унинг базасига кучланиш стабилитрон Ст ва резистор р ёрдамида берилади. $I_{\text{ю}}$ юкламадаги кучланиш стабилитронга берилган кучланишдан транзистор Т нинг эмиттер-база ўтишидаги кучланишнинг пасаяви миқдорича (тахминан 0.5 В) кичик бўлиб, базасидаги ток эса

$$I_b = I_{\text{ю}} \cdot (\beta + 1),$$

бу ерда; β - транзисторнинг кучайтириш коэффициенти; $I_{\text{ю}}$ - юклама токи.

Стабилизаторнинг ишлаш сифати унинг стабиллаш коэффициенти билан аниқланади;

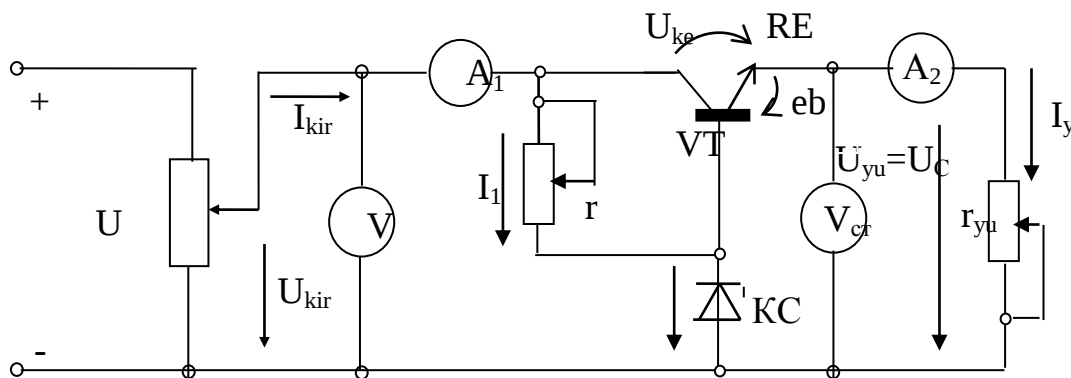
$$K_v = \frac{\Delta U_{\text{кир}}}{U_{\text{кир}}} : \frac{\Delta U_{\text{ст}}}{U_{\text{ст}}},$$

бу ерда: $U_{\text{кир}}$ ва $\Delta U_{\text{кир}}$ - стабилизаторнинг кириш томонидаги номинал кучланиши ва унинг ўзгариши; $U_{\text{ст}}$ ва $\Delta U_{\text{ст}}$ -стабилизаторнинг чиқиш томонидаги номинал кучланиш ва унинг ўзгариши.

Кучланиш стабилизаторининг сифати чиқиш томонидаги кучланишнинг нисбий ностабиллиги - δ миқдори билан ҳам аниқланиши мумкин:

$$\delta\% = \left(\frac{\Delta U_{\text{ст}}}{U_{\text{ст}}} \right) * 100$$

Стабиллаш коэффициенти $K_{\text{СТ}}$ қанчалик катта бўлиб, нисбий ностабиллик - $\delta\%$ қанча кичик бўлса, кучланиш стабилизаторининг сифати шунчалик юқори бўлади.



13.4-rasm

Стабилизаторнинг чиқиш томонидаги кучланишнинг номинал қийматидан ўзгаришига асосий сабаб, унинг кириш томонидаги кучланишнинг ёки юклама токи миқдорининг ўзгариши ҳисобланади. Шу туфайли кучланиш стабилизатори учун боғъланиш $U_{\text{ст}} = f(U_{\text{кир}}; I_{\text{yu}})$ асосий ҳисобланади.

III. Ишни бажариш тартиби

1. 13.2 – расмдаги параметрик стабилизаторнинг электр схемаси йигъилади. Потенциометрнинг $r_{\text{ю}}$ қаршилигини ўзгартириб, стабилизаторнинг «кириш-чиқиш» статик характеристикаси $U_{\text{ст}} = f(U_{\text{кир}})$ олинади. Ўлчашдан олинган маълумотларни 13.1-жадвалга ёзиб, улар бўйича стабилизаторнинг статик характеристикаси қурилади.

13.1 – жадвал

$U_{\text{кир}}$									
$U_{\text{ст}}$									
$I_{\text{н}}$									

2. 13.4-расмдаги компенсацион стабилизаторнинг электр схемаси йигъилади. Потенциометрнинг $r_{\text{н}}$ қаршилигини ўзгартириб, стабилизаторнинг «кириш-чиқиш» статик характеристикаси $U_{\text{ст}} = f(U_{\text{кир}})$ олинади. Ўлчашдан олинган маълумотларни 13.2-жадвалга ёзиб, улар бўйича стабилизаторнинг статик характеристикасини қуринг.

13.2 – жадвал

$U_{\text{кир}}$									
$U_{\text{ст}}$									
$I_{\text{н}}$									

3. $U_{\text{кир}}$ кириш кучланишнинг ўзгармас қийматида (ўқитувчи томонидан берилади) $r_{\text{н}}$ юклама қаршилигини ўзгартириб, параметрик ва компенсацион стабилизаторларнинг юклама характеристикаси $U_{\text{ст}} = f(I_{\text{х}})$ олинади. Ўлчашдан олинган маълумотларни тегишлича 13.3 ва 13.4 – жадвалларга ёзиб, улар бўйича ҳар қайси стабилизаторнинг юклама характеристикалари қурилади.

13.3 – жадвал (параметрик)

$U_{\text{кир}} = V$									
$U_{\text{ст}}$									
$I_{\text{н}}$									

13.4 – жадвал (компенсацион)

$U_{\text{кир}} = V$									
$U_{\text{ст}}$									
$I_{\text{н}}$									

4. Олинган характеристикалардан стабилизаторларнинг статик параметрларини ($K_{\text{и}}$, $\delta\%$) аниқлаб, уларни таққосланади.

5. Текширилаётган стабилитронларнинг кучланишни стабиллаш сифати ҳақида хулоса берилади.

Назорат саволлари

1. Стабилизаторларнинг вазифаси ва қўлланиш соҳалари қандай?
2. Параметрик стабилизатор деб нимага айтилади?
3. Компенсацион стабилизатор деб нимага айтилади?

4. Статик режимда стабилизаторларнинг сифати нима билан характерланади?

5. Параметрик стабилизаторларда балласт қаршилигининг вазифаси нимадан иборат?

6. Компенсацион стабилизаторларда ростловчи элементнинг вазифаси нимадан иборат?

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

1. John Bird. "Electrical and Electronic Principles and Technology" LONDON AND NEW YORK, 2014.-455 p.

2. Каримов А.С. ва бошқ. "Электротехника ва электроника асослари". Дарслик. Т.: Ўқитувчи нашриёти, 1995 й. - 448 с.

3. Abdullayev B. va boshqalar. Elektrotexnika va elektronika asoslari fanidan laboratoriya ishlarini bajarishga o'quv-uslubiy qo'llanma. Toshkent, ToshDTU, 2011. -136 b.

4. Abdullayev B., Begmatov Sh.E., Xalmanov D.X. Elektrotexnika va elektronika fanidan virtual laboratoriya ishlarini bajarishga uslubiy ko'rsatmalar. Toshkent, ToshDTU, 2016. -86 b.

5. Alimxodjayev K., Abdullayev B., Abidov Q., Ibadullayev M.. Elektr texnikaning nazariy asoslari. Darslik. 1-qism. -Т.: "Fan va texnologiya", 2015, 320 bet.

6. Бегматов Ш.Э., Абдуллаев Б. «Электротехника и основы электроники». Методические электронное пособие к выполнению виртуальных лабораторных работ. Ташкент. 2015. - 84 с.

7. Amirov S.F., Yoqubov M.S., Jabborov N.G. Elektrotexnikaning nazariy asoslari. Oliy o'quv yurtlari talabalari uchun o'quv qo'llanma, Т.: ToshTYMI, 2007. - 128 b.

8. ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ. Учебник для ВУЗов. -В 3-х кн. Кн.2. Под, ред. проф. В.Г. Герасимова. - 2-е издание -М.: ООО «Торгово-Издательский дом Арис», 2010. -272 с.

9. Музин Ю.М. Основы электротехники и электроники. «Виртуальная электротехника», С-Пб, Питер 2010. - 272 с.

10. Арипов Х.К. ва бошқалар. Электроника ва схемотехника. Ўқув қўлланма. Тошкент, ТАТУ, 2008. - 312 б.

11. Кардашев Г.А. Цифровая электроника на персональном компьютере. Electronics Workbench и Micro-Cap. С-Пб.: Питер, 2002. – 368 с.

12. Бегматов Ш.Э., Абидов Қ.Ф. "Электротехниканинг назарий асослари" фанидан виртуал лаборатория ишларини бажариш бўйича услубий кўрсатмалар. Тошкент, ТошДТУ 2013. - 70 б.

13. Алиев И.И. Виртуальная электротехника. Компьютерные технологии в электротехнике и электронике. 2003 г. - 86 с.

14. Хернтер Марк. E.Multisim 7*: Современная система компьютерного моделирования и анализа схем электронных устройств. Перевод с англ. Осипов А.И., М.:Издательский дом ДМК пресс, 2006. - 480 с.

МУНДАРИЖА

№

Лаборатория ишлари номи

бет

- 1 Кириш. Электротехника лабораториясида ишлаш қоидалари. Асбоб ва ускуналар билан танишиш. Лаборатория ишларини бажаришда техника хавфсизлиги қоидалари.
- 2 Ўзгармас ток электр занжирларини текшириш.
- 3 Резистор, индуктив ғалтак ва конденсатор элементлари кетма-кет, параллел ва аралаш уланган бир фазали синусоидал ўзгарувчан ток электр занжирларини текшириш.
- 4 Синусоидал ўзгарувчан ток занжирларида резонанс ҳодисаларини текшириш.
- 5 Уч фазали ўзгарувчан ток электр занжирига истеъмолчиларини «юлдуз» ва «учбурчак» усулларда улаш.
- 6 Бир фазали трансформаторларни текшириш.
- 7 Ўзгармас ток генераторини текшириш.
- 8 Ўзгармас ток двигателини текшириш.
- 9 Уч фазали киска туташган роторли асинхрон моторини текшириш.
- 10 Уч фазали фаза роторли асинхрон моторини текшириш.
- 11 Уч фазали синхрон генераторни текшириш.
- 12 Ярим ўтказгичли тўғрилагичларни текшириш.
- 13 Ярим ўтказгичли кучайтиргичларни текшириш.
- 14 Ярим ўтказгичли стабилизаторларни текшириш