

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ҚИШЛОҚ ВА СУВ  
ХЎЖАЛИГИ ВАЗИРЛИГИ**

**ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА МЕЛИОРАЦИЯ ИНСТИТУТИ**

**«Электротехника ва сув хўжалигини автоматлаштириш»  
кафедраси**



**«ЭЛЕКТРОТЕХНИКАНИНГ НАЗАРИЙ  
АСОСЛАРИ»**

**фанидан лаборатория ишлари тўплами**

**I-қисм**

**Методик кўрсатма**

**Тошкент - 2009**

**«Электротехниканинг назарий асослари» фанидан лаборатория ишлари, 1 – қисм. Тошкент: ТИМИ, 2009. - 48 бет**

Услубий кўрсатма Электротехниканинг назарий асослари фанининг тасдиқланган намунавий фан дастури асосида тузилган бўлиб, 5521800 – «Автоматлаштириш ва бошқарув» ва 5520200 – Электроэнергетика (сув хўжалигида) бакалаврият таълим йўналишларида тахсил олаётган талабаларга мўлжалланган. Ушбу услубий кўрсатмада **«Электротехниканинг назарий асослари»** фанининг ўзгармас ток занжирлари, бир фазали ўзгарувчан ток занжирлари, электр занжирларида резонанс ҳодисалари, электр қурилмаларининг қувват омилини ошириш, ўзаро индуктив боғланган занжирлар бўлимларига тегишли асосий таъриф, тушунча, формулалар ва шу бўлимларга доир лаборатория ишларининг мазмуни, уларни бажариш тартиби каби асосий маълумотлар келтирилган. Бундан ташқари услубий кўрсатмада техника хавфсизлиги ва лабораторияда ишлаш қоидаларига доир ҳамда электр схемаларни йиғиш ва лаборатория ишлари бўйича ҳисобот тайёрлаш тартиби ҳақида ҳам маълумотлар келтирилган.

Лаборатория ишларини бажаришда кафедрада мавжуд махсус стендлардан фойдаланилади. Улар замонавий электр ўлчаш ва ярим ўтказгичли асбоблар билан жиҳозланган. Бундан ташқари кафедрада ушбу лаборатория ишларининг **Electronics Workbench** дастурида яратилган виртуал моделлари ҳам мавжуд бўлиб, лабораториянинг электрон модели ҳар бир ишнинг тегишли характеристикаларини компьютерда моделлаштириш имконини беради.

Мазкур услубий кўрсатманинг биринчи нашри 1988 йил кафедра доцентлари Ш.Ш.Зохидов ва М.С.Якубовлар томонидан илмий-педагогик фаолиятининг тажрибалари ва маълумотларидан фойдаланилиб яратилган. Ушбу иккинчи нашри эса қайта ишланиб мавжуд камчиликлар тузатилди ва янги маълумотлар билан тўлдирилди.

**Тузувчилар:** т.ф.н, доцент Баратов Рустам Жалилович, т.ф.н, доцент Джабаров Насим Гаффарович, катта ўқитувчи Махмудов Панжи Махмудович, катта ўқитувчи Шойимов Йўлчи Юсупович.

**Такризчилар:** С.Ф.Амиров – Тошкент темир йўл транспорти муҳандислари институти «Электр таъминоти ва микропроцессор бошқаруви» кафедраси мудири, т.ф.д, профессор.

А.Рахматов – ТИМИ, «Гидромелиорация тизимлари электр таъминоти ва электр жиҳозлардан фойдаланиш» кафедраси доценти, т.ф.н.

© Тошкент ирригация ва мелиорация институти, 2009



|      | <b>М У Н Д А Р И Ж А</b>                                                                            | <b>бет</b> |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|      | Сўз боши.....                                                                                       | 4          |
|      | <b>Техника хавфсизлигига доир баъзи маълумотлар.....</b>                                            | 5          |
| I.   | <b>ЎЗГАРМАС ТОК ЗАНЖИРЛАРИ.....</b>                                                                 | 6          |
|      | 1.1.1–Лаборатория иши. Ўзгармас ток занжирига резисторларни кетма – кет улаш.....                   | 6          |
|      | 1.2. 2– лаборатория иши. Резисторлар параллел уланган ўзгармас ток занжири.....                     | 10         |
|      | 1.3. 3– лаборатория иши. Резисторлар аралаш уланган ўзгармас ток занжири.....                       | 13         |
| II.  | <b>БИР ФАЗАЛИ СИНУСОИДАЛ ЎЗГАРУВЧАН ТОК ЗАНЖИРЛАРИ.....</b>                                         | 16         |
|      | 2.1. 4 – лаборатория иши. Конденсаторлардан тузилган электр занжирлари.....                         | 16         |
|      | 2.2. 5 – лаборатория иши. Бир фазали синусоидал ўзгарувчан ток занжири.....                         | 19         |
|      | 2.3. 6 – лаборатория иши. Кучланишлар резонанси .....                                               | 23         |
|      | 2.4. 7 – лаборатория иши. Токлар резонанси .....                                                    | 27         |
|      | 2.5. 8 – лаборатория иши.Электр қурилмаларининг қувват коэффициент ва уни оширишни тадқиқ этиш..... | 31         |
|      | 2.6. 9 – лаборатория иши. Ўзаро индуктив боғланган электр занжирлари.....                           | 35         |
| III. | <b>ЖОРИЙ БАҲОЛАШ УЧУН САВОЛЛАР .....</b>                                                            | 44         |
| IV.  | <b>ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ.....</b>                                                        | 48         |



## СЎЗ БОШИ

Ушбу услубий кўрсатма 5520200 – Электроэнергетика ва 5521800 – Автоматлаштириш ва бошқарув (сув хўжалигида) бакалаврият таълим йўналишларида «Электротехниканинг назарий асослари» фанидан лаборатория ишларини бажариш учун тайёрланган.

Электротехниканинг назарий асосларидан бажариладиган лаборатория машғулоти талабаларнинг электр ва магнит занжирларда бўй берадиган физик жараёнларнинг ва ҳодисаларнинг моҳиятини ва уларнинг асосий қонунларини ҳар томонлама муккамал англаб олишларида, уларни тажриба ёрдамида амалда кўрган ҳолда фанни чуқур ўзлаштиришларида фундаментал аҳамиятга эга.

Ушбу услубий кўрсатма 1988 йил кафедра доцентлари Ш.Ш.Зоҳидов, М.С.Якубов ва катта ўқитувчи С.Алиевалар томонидан чоп этилган биринчи нашрини такомиллаштириш ва ўзгартиришлар киритиш асосида қайта кўриб чиқилди ва лаборатория ишларига тегишли қўшимчалар киритилиб сифат жиҳатдан яхшиланди.

Ҳар бир лаборатория ишининг баёнида унинг мақсади, ишларни бажариш тартиби бўйича кўрсатмалар, ҳисоботни тайёрлаш, мустақил тайёрлашниш учун саволлар, лаборатория қурилмасининг тузилиши ва ишлашига доир маълумотлар келтирилган.

Услубий кўрсатманинг 1-қисми 9 та ва 2-қисми 12 та тажриба ишларининг мазмунини ўзида мужассамлаштирган.

Лаборатория ишлари фаннинг ҳар бир қисмига оид назарий билимларни амалда бажариб ўрганишга мўлжалланган бўлиб, унда шу қисмга оид назарий тушунча ва асосий ҳисоблаш формулалари ҳам келтирилган. Биринчи дарсда талабалар техника хавфсизлиги қоидалари, лаборатория машғулоти ўтказиш хоналарида ишлаш қоидалари, схемаларни йиғиш ва иш бўйича ҳисобот тузиш тартиблари, лабораториядаги қурилма ва мосламаларнинг тузилиши, ишлатиладиган ўлчаш асбоблари ва аппаратлари билан танишишади.

Талабаларнинг лаборатория машғулотида тайёрланганлиги ўқитувчи томонидан суҳбат қилиб аниқланади. Ўтилиши керак бўлган лаборатория ишига талабалар олдиндан тайёрланиб келиши шарт.

Талабалар тегишли бобларга доир лаборатория иши мазмунини ўқиб схема ва жадвалларни чизгандан сўнг, дастлабки ҳисобларни ҳам бажариши керак. Агар топшириқда график чизиш талаб қилинса, масштабни шундай танлаб олиш керакки, чизилган график берилган функцияни ёки тажрибада олинган катталиклар орасидаги боғланишни тўғри акс эттирсин.

Графиклар ва схемаларни компьютерларда CorelDraw, PhotoShop ва бошқа график редакторлардан фойдаланилган ҳолда ёки миллиметрли қоғозларга ҳар хил рангли қаламлар билан чизиш мақсадга мувофиқ.



Координата ўқларидаги аниқланган қийматлар бир – биридан бир хил масофада яхлитланган бўлиб, ўлчов бирликлари кўрсатилган бўлиши керак. Лаборатория ишига тайёргарлик кўришда мустақил тайёрланиш саволларига жавобларни аниқ топинг. Назарий билимларни ўзлаштириш лаборатория ишини бажаришга яхши омил бўлади. Агар баъзи бир саволларга жавоб топа олмасангиз, у ҳолда дарсликлардан кўрсатилган қисмларни қайта ўқиб ўзлаштириш ёки ўқитувчилардан маслаҳатлар олиш керак.

## **ТЕХНИКА ХАВФСИЗЛИГИГА ДОИР БАЪЗИ МАЪЛУМОТЛАР**

Электротехник лабораторияларда машғулотлар ўтаётган пайтда электр занжирларининг очиқ қисмига тегиб кетишдан одам қаттиқ жароҳатланиши мумкин.

Кучланиш 40 В ва ундан юқори бўлганда электр токининг уриши айрим ҳолларда оғир жароҳатланишга, ҳатто ўлимга олиб келиши мумкин.

Электротехник лабораторияларда 220 ва 380 В га эга бўлган электр кучланиш билан иш олиб борилиши ҳаётга хавфли эканлигини асло унутмаслик керак.

Саноатда ишлатиладиган электр ускуналарида одамларни ток уришдан сақлаш учун турли воситалар қўлланилади. Чунки, ускунадан чиққан симни ерга кўмиш ёки нолга улаш, ускуна атрофини ўраш, унга ғилоф кийдириш ва ҳ.к.

Ўқув лабораторияларида схемани алоҳида элементлардан йиғиш ва тартибга солиб турадиган қурилмалардан фойдаланиш зарурияти туфайли электр аппаратларининг очиқ ток ўтказувчи қисмини тўлиқ ҳимоя қилишга ҳар доим эришиб бўлмайди.

Электр токидан жароҳатланиш ҳоллари эътиборсизлик, эҳтиётсизлик, пала – партиш ҳаракат қилиш ва бажарилаётган ишнинг асосий хусусиятларидан беҳабар бўлганлик ҳамда қилаётган ишнинг оқибати нима бўлишини билмасликдан келиб чиқади.

***Электр токи зарбасига учрамаслик учун қуйидаги техника хавфсизлиги қоидаларига қатъиян риоя қилиш керак:***

1.Талабалар схемани йиғишдан олдин ток билан таъминлайдиган шчитда кучланиш, ток йўқлигига ишонч ҳосил қилишлари керак. Схема электр манбаидан узиб қўйилган ҳолда йиғилади.

2.Схемани эҳтиётлик билан аниқ йиғиш керак. Ҳамма уланган жойларнинг мустаҳкам бўлиши, схемада таранг тортилган ёки ҳаддан ташқари узун, муҳофаза қилинган жойларида очилиб қолган симлар бўлмаслиги керак. Қотирилган қисмлари мустаҳкам бўлмаган ўлчаш асбоблари, реостатлар, автотрансформаторлар ва бошқа асбоблардан фойдаланишга йўл қўйилмайди.

3.Йиғилган схемани фақат ўқитувчи текшириб кўргандан кейин ва унинг назорати остида ток тармоғига улашга рухсат этилади.



4. Манбага уланган схема устида иш олиб борилаётган ускунанинг изоляцияланмаган қисмига тегиб кетиш ман қилинади.

5.Схемадаги ўзгартиришлар, чиқиб кетган симларни жойига улаш, алоҳида тажрибалар ва барча ишнинг ниҳоясида схемани йиғиштириш фақат электр манбаидан узиб қўйилгандан кейин бажарилади.

6.Манбага уланган схемани назоратсиз қолдириш мумкин эмас. Тажриба тугаганидан кейин, танаффусга чиққанда ёки бошқа сабаб билан иш жойидан кетишга тўғри келганда лаборатория стенди электр тармоғидан албатта узиб қўйилиши зарур.

7.Бошқа иш жойларидаги автоматик узгичлар, улаб – узгичларни ўқитувчининг рухсатисиз ишлатиш мумкин эмас.

8.Авария ҳолати юз берганда, яъни асбоблардан тутун чиқиши, изоляция қатламнинг куйган ҳиди, асбоблар, реостатлар ва бошқа жиҳозларнинг шикастланганлигини сезиб қолган тақдирда талабалар дарҳол схемани электр токи тармоғидан узишлари ва бу ҳақда ўқитувчи ёки лаборантга билдиришлари керак.

Бирор кишини ток урган тақдирда уни токдан ажратиб олиш учун схемани ёки ускунани дарҳол ток тармоғидан узиш керак.

Техника хавфсизлиги қондасига риоя қилиш мажбурияти лабораторияда иш олиб бораётган талабалар зиммасига юклатилади. Унинг бажарилишини эса ўқитувчи ва лаборант назорат қилиб туради. Биринчи лаборатория машғулотигаёқ студентлар юқоридаги баён этилган қоидалар билан танишиб чиққанлари ҳақида махсус журналга қўл қўйишлари керак.

## **1 – ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ**

### **ЎЗГАРМАС ТОК ЗАНЖИРИГА РЕЗИСТОРЛАРНИ КЕТМА – КЕТ УЛАШ**

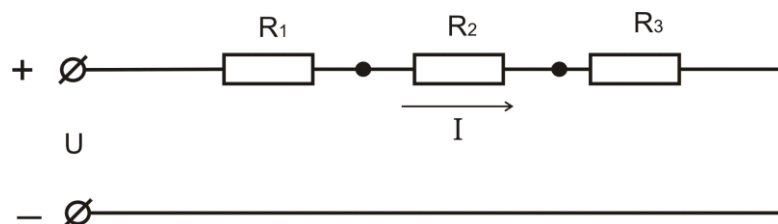
Талабалар лаборатория ишини бажаришга тайёргарлик кўришда тегишли дарсликлардан ва ушбу услубий кўрсатмадан фойдаланиб 1 - лаборатория иши мазмунини тўлиқ ўрганиб 1 – жадвални тайёрлашлари ва мустақил тайёрланиш саволларига жавоб беришга одатланишлари зарур.

#### **УМУМИЙ МАЪЛУМОТЛАР**

**Эслаб қолинг!**

Резисторлар кетма – кет уланганда электр занжири тармоқланмаган бўлиб, барча резисторлардан бир хил ток ўтади.





1 – расм. Резисторлар кетма-кет уланган ўзгармас ток электр занжири схемаси.

Ом қонунига кўра ҳар бир истеъмолчилар уланган нуқталар орасидаги кучланиш (тушиши) пасайиши қўйидагича аниқланади:

$$U_1 = R_1 \cdot I, \quad U_2 = R_2 \cdot I, \quad U_3 = R_3 \cdot I$$

бундан эса  $U_1 : U_2 : U_3 = R_1 : R_2 : R_3$  келиб чиқади, яъни истеъмолчиларда кучланишлар тушишининг нисбатлари кетма – кет уланган қаршиликлар нисбатига тенгдир.

#### Эслаб қолинг!

*Резисторлар кетма – кет уланган электр занжирини ҳисоблашда уларни умумий - эквивалент қаршилиқ билан алмаштириш ҳисоблашни соддалаштиради. Занжирдаги  $I$  ток қиймати ўзгармас бўлганда токнинг шу занжирнинг умумий қаршилиғи  $R$  га кўпайтмаси занжирга таъсир қилувчи кучланишга тенг, яъни:*

$$R \cdot I = U, \quad R = \frac{U}{I} = \frac{U_1 + U_2 + U_3}{I} = R_1 + R_2 + R_3.$$

Демак, резисторларни кетма – кет улаганда занжирнинг умумий  $R$  қаршилиғи резисторлар қаршилиқларининг йиғиндисига тенг бўлади.

Умумий резистор  $R$  қаршилиқ ифодасидан  $I^2 \cdot R = I^2 \cdot R_1 + I^2 \cdot R_2 + I^2 \cdot R_3$  келиб чиқади, яъни занжирга берилган қувват ҳар бир истеъмолчи қувватларининг йиғиндисига тенг.

## ДАСТЛАБКИ ҲИСОБЛАР

1. Занжирдаги  $I$  ток қийматини (1-расм),  $R$  – резисторнинг учта-тўртта ҳар хил қийматлари учун аниқланг, бунда  $U = 30В$ ,  $R_1 = 0 \div 220\text{Ом}$  (ўзгарувчи),  $R_2, R_3, R_4$  - ларнинг қиймати  $200\text{Ом}$  га тенг.

2.  $I$  токнинг энг катта ( $R_1=0$  да) қийматига мос равишда ўлчов асбобларини танлаб олинг ва занжир элементларидаги кучланишлар тушувини аниқланг.

3. Берилган занжир учун қувватлар баланси  $P_{\text{манба}} = P_{\text{ист}}$  тенгламасини тузинг ва тегишлича хулоса қилинг.

**I. Ишнинг мақсади:** Электр ўлчаш асбобларидан бевосита фойдаланган ҳолда истеъмолчиларни кетма – кет улаб занжир тузишни ўрганиш ҳамда Кирхгофнинг иккинчи қонуни тўғрилигига амалда ишонч ҳосил қилишдан иборат.

## II. Ишни бажариш тартиби:

1.Лаборатория асбоб – ускуналари ва ток манбалари билан танишинг.



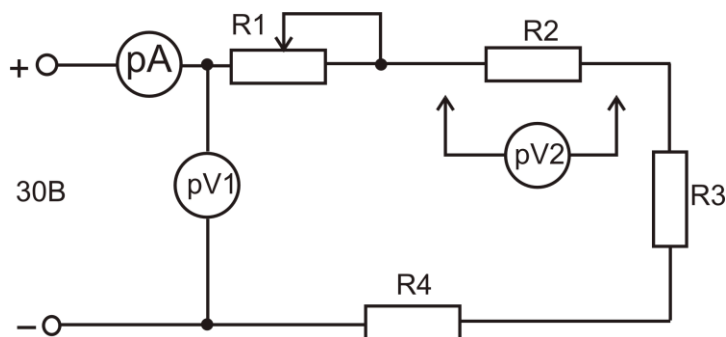
2. Манба кучланиши ва резисторлар қаршилиги асосида 2 – расмдаги схемада ишлатиладиган ўлчаш асбобларини танланг ва уларнинг кўрсаткичларини 1 – иловада келтирилган жадвал шаклида лаборатория иш дафтарида акс эттиринг.

3. Тажриба элементлари ўрнатилган 1 – плата асосида 2 – расмдаги электр занжири схемасини йиғиб, уни  $\pm 0 - 30$  В қисмага уланг.

4. Электр занжири схемаси тўғри йиғилган бўлса, манба тузилмаси (блоки) даги алмашлаб улагични  $0 - 30$  В ҳолатига ўтказинг.

5.  $R_1$  қаршилигини минимумдан максимумгача ўзгартириб 4 – 5 ўлчаш нуқталари учун ток  $I$ , манба кучланиши  $U$  ва  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  ва  $R_4$  даги кучланиш қийматлари  $U_1$ ,  $U_2$ ,  $U_3$  ва  $U_4$  ларни қайд этиб 1 – жадвалга ёзинг.

### III. Электр занжири схемаси



2-расм. Резисторлар кетма-кет уланган ўзгармас ток электр занжирлари схемаси.

$R_1$  – ўзгарувчи резистор,  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$  – резисторлар,  $pA$  – ўзгармас ток миллиамперметри,  $pV$  – ўзгармас ток вольтметрлари.

Иловадаги жадвални ўлчов асбобларининг паспорт кўрсаткичлари бўйича тўлдилинг.

### IV. Тажриба натижаларини қайд этиш жадвали

1 – жадвал

| Ўлчанадиган катталиклар |       |       |       |       |    | Ҳисобланадиган параметрлар |       |       |       |    |    |       |       |       |       |    |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|----|----------------------------|-------|-------|-------|----|----|-------|-------|-------|-------|----|
| U                       | $U_1$ | $U_2$ | $U_3$ | $U_4$ | I  | $R_1$                      | $R_2$ | $R_3$ | $R_4$ | R  | P  | $P_1$ | $P_2$ | $P_3$ | $P_4$ | P  |
| V                       | V     | V     | V     | V     | mA | Ом                         | Ом    | Ом    | Ом    | Ом | Вт | Вт    | Вт    | Вт    | Вт    | Вт |

### V. Ҳисоблашлар ва тасвирлар

1. Ўлчаб олинган катталиклар асосида 1 – жадвалнинг «ҳисобланадиган параметрлари» қисмини тўлдилинг.

2. Ўлчашлар ва ҳисоблашлар натижаси бўйича қуйидаги  $U = f(R_1)$ ,  $U_1 = f(R_1)$ ,  $U_2 = f(R_1)$ ,  $U_3 = f(R_1)$ ,  $U_4 = f(R_1)$ ,  $I = f(R_1)$ ,  $P = f(R_1)$  графикларни чизинг.

### VI. Лаборатория иши бўйича хулоса



Ҳисоблашлар ва графикларни чизганингиздан кейин резисторлар кетма-кет уланган занжир ҳақида хулосалар қилинг, бунда қуйидагиларга эътибор беринг;

- Ом ва Кирхгоф қонунларининг физик моҳиятини қандай тушундингиз;
- резисторлар кетма-кет уланганда занжирнинг бирор қисмидаги қаршилиқнинг ўзгариши бошқа қисмдаги катталикларнинг қандай ўзгаришларига олиб келади ва ҳ.к.



## **VII. Мустақил тайёрланиш саволлари**

- 1.Электр занжири нима? Амалда ишлатиладиган электр ускуналарини эквивалент электр занжирлари мисолида изоҳланг.
- 2.Кучланиш ва ток манбалари нима?
- 3.Электр занжирининг бир қисми ва тўлиқ электр занжири учун Ом қонунлари қандай ифодаланади.
- 4.Электр занжири (2 - расм) учун Кирхгофнинг иккинчи қонуни қандай ифодаланади?
- 5.Ҳар хил қувватга эга бўлган ёритгичларни кетма – кет улаб бўлади-ми?
- 6.Электр занжири учун қувват баланси нима?



## 2 – ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

РЕЗИСТОРЛАРЛАР ПАРАЛЛЕЛ УЛАНГАН ЎЗГАРМАС ТОК  
ЗАНЖИРИ

Лаборатория ишини бажаришга тайёргарлик кўриш учун тегишли дарсликлардан ва ушбу услубий кўрсатмадан фойдаланиб, лаборатория мазмунини тўлиқ ўрганинг, дастлабки ҳисоблашни бажаринг ҳамда мустақил тайёрланиш саволларига ёзма жавоб келтиринг.

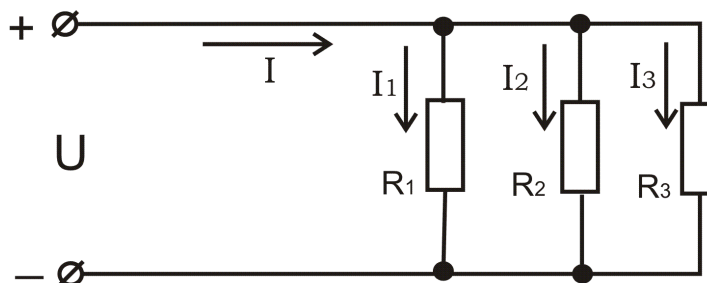
## УМУМИЙ МАЪЛУМОТЛАР

**Эслаб қолинг!**

Агар занжирнинг икки тугуни орасига икки ва ундан ортиқ резисторлар ёки истеъмолчилар уланиб, улар бир хил кучланиш таъсирида бўлса бундай занжир параллел уланган дейилади (3 – расм).

Резисторлар параллел уланган электр занжири тармоқланган бўлиб, бундай занжирда ҳар бир тармоқдаги ток қуйидаги ифодалар орқали ҳисобланади.  $I_1 = \frac{U}{R_1}$ ;  $I_2 = \frac{U}{R_2}$ ;  $I_3 = \frac{U}{R_3}$ ; демак,

$I_1 : I_2 : I_3 = \frac{1}{R_1} : \frac{1}{R_2} : \frac{1}{R_3} = q_1 : q_2 : q_3$ , яъни тармоқлардаги тоklar тегишли ўтказувчанликларга тўғри, тармоқ қаршиликларига эса тескари пропорционал бўлади.



3-расм. Резисторлар параллел уланган ўзгармас ток электр занжири схемаси.

Демак, резисторлар  $R_1, R_2, R_3$  ўзаро параллел уланган занжирнинг умумий ўтказувчанлиги тегишли тармоқлар ўтказувчанликлари йиғиндисига тенг бўлади.

Умумий ўтказувчанликнинг ифодасидан:  $U^2 g_{\text{экс}} = U^2 g_1 + U^2 g_2 + U^2 g_3$  ёки  $U^2 g_{\text{экс}} = I^2 R_{\text{экс}}^2 g_{\text{экс}} = I^2 R_{\text{экс}} = P$  эканлигини ҳисобга олсак,  $P = P_1 + P_2 + P_3$  келиб чиқади, яъни занжирнинг умумий қуввати, айрим тармоқлар қувватларининг арифметик йиғиндисига тенг бўлади.

Хусусан, агар иккита  $R_1$  ва  $R_2$  параллел уланса, уларнинг умумий қаршилиги:



$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 \cdot R_2} - \text{ифодадан топилади ва умумий қаршилик } R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

- га тенг бўлади.

Тармоқлардаги умумий  $I$  токни занжирнинг тармоқланмаган қисмидаги ток орқали ифода этса ҳам бўлади, яъни:  $U = R \cdot I = R_1 \cdot I_1 = I_2 \cdot R_2$ , бунда  $I_1 = \frac{R}{R_1} \cdot I$ ;  $I_2 = \frac{R}{R_2}$  - келиб чиқади. Охирги тенгликларда  $R$  – нинг ўрнига унинг  $R_1$  ва  $R_2$  орқали ифодаланган қийматларини қўйиб  $I_1$  ва  $I_2$  токларни қуйидагича ҳисоблаш мумкин:

$$I_1 = I \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad \text{ёки} \quad I_1 = I \frac{q_2}{q_1 + q_2}, \quad I_2 = I \frac{R_1}{R_1 + R_2} \quad \text{ёки} \quad I_2 = I \frac{q_1}{q_1 + q_2}$$

Агар қиймати  $R$  га тенг бўлган  $n$  – та резисторлар ўзаро параллел уланса, у ҳолда умумий қаршилик  $R_{\text{ум}} = \frac{R}{n}$  – бўлади.

### ДАСТЛАБКИ ҲИСОБЛАР

1. Агар  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$  – ларнинг қийматлари 200 Омдан бўлиб манба кучланиши  $U=30 \text{ В}$  бўлса, занжир тармоқларидаги тоklar  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$  ва  $I_4$  ларни топинг (4 – расм).

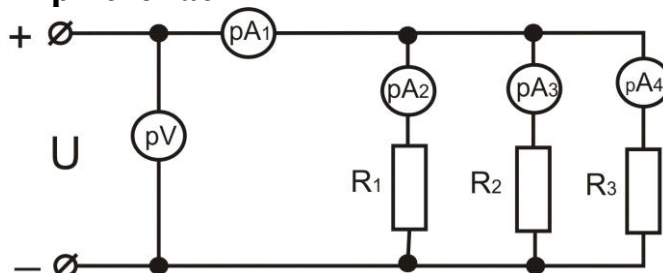
2. Топилган ток қийматларига кўра электр ўлчаш асбобларини танланг.
3. Занжир учун қувватлар баланси тенгламасини тузинг ва текширинг.

**I. Ишнинг мақсади:** Электр ўлчаш асбобларидан фойдаланиш, резисторлар параллел уланган занжирларни йиғиш кетма – кетлигини ўрганиш ва Кирхгофнинг 1 – қонунининг тўғрилигига амалда ишонч ҳосил қилиш.

### II. Ишни бажариш тартиби:

1. Қуйидаги электр занжири схемасини йиғинг (4 - расм).
2. Йиғилган занжирни манба мосламасининг  $\pm 0-30 \text{ В}$  қисмаларига уланг. Манба кучланишини  $30 \text{ В}$  га ростланг.
3. Занжирнинг барча тармоқларидаги ток ва умумий кучланишни ўлчаб 2– жадвалнинг «Ўлчанадиган катталиклар» қисмига ёзинг.

### III. Электр занжири схемаси



4 – расм. Резисторлар параллел уланган ўзгармас ток электр занжири схемаси.



$pV$  – ўзгармас ток вольтметри 50 В,  $pA_1, pA_2, pA_3, pA_4$  - ўзгармас ток амперметрлари 300 мА,  $R_2, R_3, R_4$  – қаршиликлар.

#### IV. Тажриба натижаларини қайд этиш жадвали

2 – жадвал

| Ўлчанадиган катталиклар |       |       |       |       |  | Ҳисобланадиган параметрлар |       |       |    |       |       |       |    |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|--|----------------------------|-------|-------|----|-------|-------|-------|----|
| U                       | $I_1$ | $I_2$ | $I_3$ | $I_4$ |  | $R_1$                      | $R_2$ | $R_3$ | R  | $P_1$ | $P_2$ | $P_3$ | P  |
| В                       | мА    | мА    | мА    | мА    |  | Ом                         | Ом    | Ом    | Ом | Вт    | Вт    | Вт    | Вт |

#### V. Ҳисоблашлар ва тасвирлар

1. Ўлчаб олинган катталиклардан фойдаланиб тегишли формулалар ёрдамида 2 – жадвални тўлдилинг.
2. Кирхгофнинг 1 – қонунини текшириб кўлинг.
3. Қаршиликларнинг ВАХ сини қулинг.
4. Ўтказувчанликларни аниқланг.

#### VI. Лаборатория иши бўйича хулоса

Ҳисоблашлар ва графикларни чизганингиздан кейин резисторлар параллел уланган занжирлар ҳақида хулосалар қилинг, бунда қуйидагиларга эътибор беринг;

- Ом ва Кирхгоф қонунларининг физик моҳиятини қандай тушундингиз;
- резисторлар параллел уланганда занжирнинг бирор қисмидаги қаршиликнинг ўзгариши бошқа қисмдаги катталикларнинг қандай ўзгаришларига олиб келади ва ҳ.к.



#### VII. Мустақил тайёрланиш саволлари

1. Параллел уланган резисторлардан иборат электр занжири учун Кирхгофнинг биринчи қонуни ифодасини ёзинг.
2. Келтирилган электр занжир учун эквивалент қаршилик қандай ҳисобланади?
3. Параллел уланган занжирда бир қаршиликнинг ўзгариши бошқа резисторлардан ўтайдиган токка таъсир қиладими?
4. Элементнинг ВАХ си деб нимага айтилади?
5. Кирхгофнинг биринчи қонунининг физик маъносини қандай тушундингиз?



### 3 – ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

#### РЕЗИСТОРЛАР АРАЛАШ УЛАНГАН ЎЗГАРМАС ТОК ЗАНЖИРИ

Лаборатория ишини бажаришга тайёргарлик кўришда тегишли дарсликлардан ва ушбу услубий кўрсатмадан фойдаланиб қуйидагиларни бажаринг:

1. Лаборатория иши мазмунини ўрганиб 3 – жадвални тайёрланг.
2. Дастлабки ҳисоблашни бажаринг.
3. Мустақил тайёрланиш саволларига жавоб ёзинг.

#### УМУМИЙ МАЪЛУМОТЛАР

##### Эслаб қолинг!

Агар ўзгармас ток занжирида истеъмолчиларнинг бир қисми параллел, қолганлари кетма – кет уланган бўлса бундай занжир аралаш уланган дейилади. Агар занжир параметрлари ва унга уланган манба кучланиши берилган бўлса бундай занжирнинг ҳар бир тармоғидаги токини аниқлаш зарур.

Ҳисоблаш, одатда занжирнинг параллел уланган тармоқлардаги истеъмолчиларнинг эквивалент қаршилиги қийматини аниқлашдан бошланади (5- расм.), яъни:  $R_{эқв} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3}$ . Кейин эса бутун занжир учун кириш қаршилиги ҳисобланади:  $R = R_1 + R_{эқв}$ . Ом қонунидан фойдаланиб занжирнинг тармоқланмаган қисмидаги ток топилади:  $I_1 = \frac{U_1}{R_1}$ ;  $U_2 = R_{эқв} I_1$  -кучланишни аниқлаб параллел уланган тармоқдаги тоқлар  $I_2$ ,  $I_3$  – ларни топиш мумкин:  $I_2 = \frac{U_2}{R_2}, I_3 = \frac{U_2}{R_3}$ .

Занжир истеъмол қилаётган қувват ҳар бир истеъмолчи қабул қилаётган қувватлар йиғиндисидан аниқланади, яъни:  $P = P_1 + P_2 + P_3$ , бу ерда

$$P_1 = U_1 \cdot I_1 = \frac{U_1^2}{R_1}; \quad P_2 = U_2 \cdot I_2 = \frac{U_2^2}{R_2}; \quad P_3 = U_2 \cdot I_3 = \frac{U_2^2}{R_3}.$$

Занжирни Кирхгоф қонунлари асосида таҳлил қилиш мумкин: ушбу ҳолда биринчи қонунга асосан  $I_1 = I_2 + I_3$  ва иккинчи қонунга биноан  $U = U_1 + U_2$  бўлади.

#### ДАСТЛАБКИ ҲИСОБЛАШ

Агар  $U = 30В$ ,  $R_2 = 200Ом$ ,  $R_3 = 220Ом$  бўлиб,  $R_1 = 200, 100, 50 Ом$  бўлган қийматлари учун  $\rho A_1, \rho A_2, \rho A_3$  - амперметрларнинг кўрсатиши нимага тенг бўлади?  $U_1$  ва  $U_2$  - ларнинг қийматичи? (5-расм).  $I_1, I_2, I_3$  – тоқлар ва  $U_1$  ҳам-



да  $U_2$  кучланишлар қийматларига мос равишда электр ўлчаш асбобларини танланг.

**I. Ишнинг мақсади:** Мураккаб электр занжирларни йиғишни, электр ўлчаш асбобларини танлай билиш ва улардан фойдаланишни ўрганиш ҳамда берилган занжир учун тажриба йўли билан Ом ва Кирхгоф қонунларининг тўғрилигига экспериментал ишонч ҳосил қилиш.

## II. Ишни бажариш тартиби:

1. Тажриба ўтказиладиган қурилма тузилиши билан танишиб, керакли электр ўлчаш асбобларини танлаб олинг. Ўлчаш асбоблари жадвалини уларнинг паспорт кўрсаткичлари бўйича тўлдиринг (1- илова).

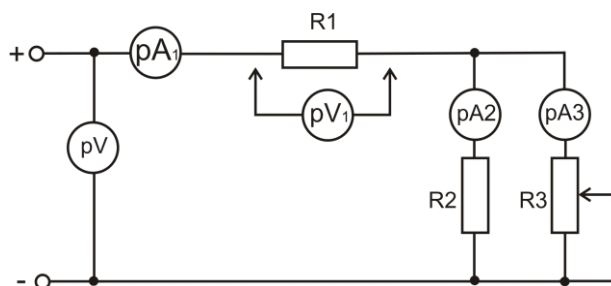
2. Тажриба занжирини 5 – расм бўйича йиғинг (1 - плата).

3. «0 – 30В» қайта улагични « - » ҳолатига қўйинг.

4. Занжирни манба мосламасининг «0 - 30» қисмаларига уланг.

5. Резистор  $R_3$  қаршилигини энг кичик қийматдан бошлаб 4 – 5 ҳолати учун энг катта қийматигача ўзгартириб, ўлчаш асбобларининг кўрсатишини 3 – жадвалнинг «ўлчанадиган катталиклар» бўлимига ёзиб олинг.

## III. Электр занжири схемаси



5-расм. Резисторлар аралаш уланган занжир схемаси.

## IV. Тажриба натижаларини қайд этиш жадвали

3 – Жадвал

| Ўлчанадиган катталиклар |   |                |                |                |                |                | Ҳисобланадиган параметрлар |                |                |                  |                |                |                |    |
|-------------------------|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------|------------------|----------------|----------------|----------------|----|
| Тартиб Рак.             | U | U <sub>1</sub> | U <sub>2</sub> | I <sub>1</sub> | I <sub>2</sub> | I <sub>3</sub> | R <sub>1</sub>             | R <sub>2</sub> | R <sub>3</sub> | R <sub>эқв</sub> | P <sub>1</sub> | P <sub>2</sub> | P <sub>3</sub> | P  |
|                         | В | В              | В              | А              | А              | А              | Ом                         | Ом             | Ом             | Ом               | Вт             | Вт             | Вт             | Вт |

## V. Ҳисоблашлар ва тасвирлар

Ўлчаб олинган катталиклар асосида, 3 – жадвални тўлдиринг ва қуйидаги катталикларнинг  $I_1, I_2, I_3, U, U_1, U_2, P_1, P_2, P_3, P=f(R_3)$  га боғлиқлик графигини қуриб, Ом ва Кирхгоф қонунларининг бажарилишини текшириб кўринг.

## VI. Лаборатория иши бўйича хулоса



Ҳисоблашлар ва графикларни чизганингиздан кейин резисторлар аралаш уланган занжир ҳақида хулосалар қилинг, бунда қуйидагиларга эътибор беринг;

-Ом ва Кирхгоф қонунларининг физик моҳиятини қандай тушундингиз?

-резисторлар аралаш уланганда занжирнинг бирор қисмидаги истеъмолчининг қаршилиги ўзгариши бошқа қисмдаги катталикларнинг қандай ўзгаришларига олиб келади?

-умуман аралаш уланган занжир ҳақида нималарни ўргандингиз ва ҳ.к.



## **VII. Мустақил тайёрланиш саволлари**

1. Электр занжирининг асосий кўрсаткичлари нималардан иборат?
2. Электр занжири ва унинг бир қисми учун Ом қонунига таъриф беринг ва изоҳланг.
3. Истеъмолчиларнинг аралаш уланган занжири қандай ҳисобланади?
4. Кетма – кет ва параллел уланган занжирларда катталикларнинг асосий нисбатлари қандай ?



## 4 – ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

### КОНДЕНСАТОРЛАРДАН ТУЗИЛГАН ЭЛЕКТР ЗАНЖИРЛАРИ

Лаборатория ишини бажаришга тайёргарлик кўришда тегишли дарсликлардан ва ушбу услубий кўрсатмадан фойдаланиб қуйидагиларни бажаринг:

1. Лаборатория иши мазмунини ўрганинг.
2. 4 ва 5- жадвалларни тайёрланг.
3. Дастлабки ҳисобларни бажаринг.
3. Мустақил тайёрланиш саволларига жавоб ёзинг.

### УМУМИЙ МАЪЛУМОТЛАР

**Эслаб қолинг!**

Конденсаторларда заряд миқдори  $Q$  га ва унинг потенциали  $\varphi$  га тўғри пропорционалдир, яъни  $Q = C \cdot \varphi$  бунда  $C = \frac{Q}{\varphi}$

бўлиб, *пропорционаллик коэффициент бу электр сизимидир.*

Ўтказгич потенциални бир вольтга ошириш учун зарур бўлган заряд миқдорини аниқловчи катталиқ сизимдир.

Электрик сизимни ҳосил қилишда конденсаторлар қўлланилади. Энг содда конденсатор иккита параллел ва бир – биридан диэлектрик қатлам билан ажратилган ясси метал пластинадан ташкил топади (6-расм).

Бундай конденсатор – ясси деб аталиб, унинг электр сизими қуйидагича аниқланади:

$$C = \frac{Q}{\varphi_1 - \varphi_2} = \frac{Q}{U}$$

Конденсатор пластиналари орасидаги кучланишни бир вольтга ошириш учун зарур бўлган электр миқдори *конденсатор сизими* деб аталади.

*СИ* – системасида электр сизим бирлиги қилиб Фарада қабул қилинган:  $1\Phi = 1K/1B$ .

Агар конденсаторга 1 кулон электр миқдори берилганда унинг пластиналари орасидаги кучланиш бир вольтга ўзгарса конденсатор сизими бир фарадага тенг бўлади.

Сизим бирлигининг катталиклари амалда микрофарада ( $мк\Phi$ ) ва пикофарададир ( $п\Phi$ ):  $1\Phi = 10^6 мк\Phi = 10^{12} п\Phi$ .

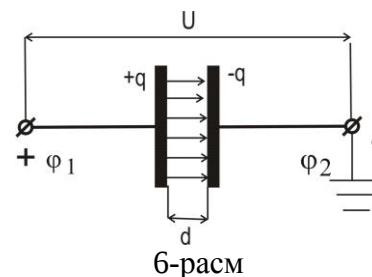
Ясси конденсаторнинг сизими қуйидаги формула билан ифодаланади:

$$C = \frac{\epsilon_a \cdot S}{d}$$

бу ифодада:  $\epsilon_a$  - диэлектрикнинг диэлектрик ўтказувчанлиги,  $\Phi/м$ ,

$S$  – битта пластинанинг юзи,  $м^2$ ;

$d$  – пластиналар орасидаги масофа,  $м$ .



Бир нечта конденсаторлар ўзаро кетма – кет уланган занжирда уларнинг умумий қаршилиги конденсаторлар реактив – сиғим қаршиликлари йиғиндисига тенг, яъни

$$X_c = X_{c1} + X_{c2} + X_{c3} = \frac{1}{\omega C_1} + \frac{1}{\omega C_2} + \frac{1}{\omega C_3} \quad \text{бу ифодадан} \quad \frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \quad \text{хосил}$$

бўлади. Параллел уланган конденсаторларнинг умумий сиғими алоҳида олинган конденсаторлар сиғимининг йиғиндисига тенг:

$$C = C_1 + C_2 + C_3 .$$

### ДАСТЛАБКИ ҲИСОБЛАШ

Сиғим элементлари кетма – кет ва параллел уланган конденсаторларнинг эквивалент умумий сиғимини ҳисобланг ва ҳулоса қилинг.

**I. Ишнинг мақсади:** Конденсаторларни электр занжирига кетма – кет ва параллел улаш ҳамда улар ҳар хил уланганда умумий сиғимни топиш тажрибасини орттириш.

#### II. Ишни бажариш тартиби:

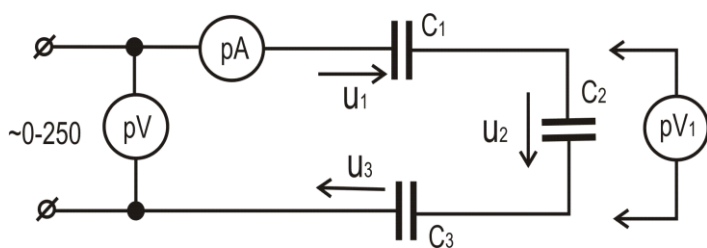
1. Лаборатория станди билан танишиб манба кучланишига кўра керакли электр ўлчаш асбобларини танланг. Уларнинг паспорт маълумотларини 1 – илова бўйича тўлдилинг.

2. 2 – платада 7,- 8 – расмларда кўрсатилган электр занжирлар схемасини йиғинг.

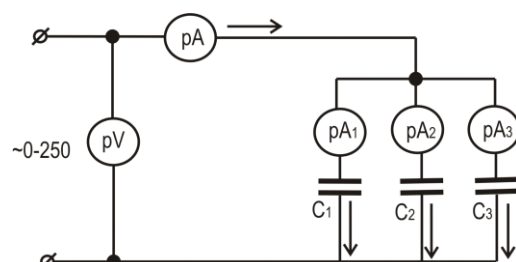
3. ЛАТР – қайта улагичини «0-250» ҳолатига ўтказинг.

4. Йиғилган занжирни манбанинг «0 - 250» В қисмаларига улаб кучланишнинг учта қиймати учун электр ўлчаш асбобларининг кўрсатишини 4 ва 5 -жадвалларга ёзинг.

#### III. Электр занжири схемаси



7-расм. Конденсаторлар кетма – кет уланган электр занжир схемаси.



8-расм. Конденсаторлар параллел уланган электр занжир схемаси.

#### IV. Тажриба натижаларини қайд этиш жадвали



4 - жадвал

| Ўлчанадиган катталиклар |   |                 |                 |                 | Ҳисобланадиган параметрлар |                 |                 |                |                |                |                   |                  |
|-------------------------|---|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------|------------------|
| U                       | I | U <sub>c1</sub> | U <sub>c2</sub> | U <sub>c3</sub> | X <sub>c1</sub>            | X <sub>c2</sub> | X <sub>c3</sub> | C <sub>1</sub> | C <sub>2</sub> | C <sub>3</sub> | X <sub>сЭКВ</sub> | C <sub>ЭКВ</sub> |

5 - жадвал

| Ўлчанадиган катталиклар |   |                 |                 |                 | Ҳисобланадиган параметрлар |                 |                 |                |                |                |                   |                  |
|-------------------------|---|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------|------------------|
| U                       | I | U <sub>c1</sub> | U <sub>c2</sub> | U <sub>c3</sub> | X <sub>c1</sub>            | X <sub>c2</sub> | X <sub>c3</sub> | C <sub>1</sub> | C <sub>2</sub> | C <sub>3</sub> | X <sub>сЭКВ</sub> | C <sub>ЭКВ</sub> |

## V. Ҳисоблашлар ва тасвирлар

Тажрибада ўлчанганлар асосида занжирнинг умумий сиғимини ҳисобланг ва уни дастлабки ҳисоблар натижаси билан солиштиринг.

## VI. Лаборатория иши бўйича хулоса

Тажриба ишини бажариб бўлганингиздан кейин нима учун конденсаторлар кетма –кет уланганда занжир умумий сиғимининг камайиши ва параллел уланганда эса умумий сиғимнинг ортиши ҳақида хулосалар қилинг.



## VII. Мустақил тайёрланиш саволлари

1. Электр сиғимига таъриф беринг.
2. Турли конденсаторларнинг сиғими нимага боғлиқ?
3. Кетма – кет уланган конденсаторлардан иборат занжирнинг умумий сиғими қандай ҳисобланади ?
4. Параллел уланган конденсаторлардан иборат занжирнинг эквивалент сиғими қандай ҳисобланади ?
5. Конденсаторларнинг диэлектрик исроф бурчагининг тангенци –  $\operatorname{tg} \delta$  нима?



## 5 - ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

## БИР ФАЗАЛИ СИНУСОИДАЛ ЎЗГАРУВЧАН ТОК ЗАНЖИРИ

Ишни бажаришга тайёрланишда тегишли дарсликлар ва ушбу методик кўрсатмадан фойдаланиб лаборатория ишининг назарий маълумотларини ўзлаштириш лозим ҳамда лаборатория ишининг моҳиятини ва келтирилган саволларга аниқ жавобларни топинг ва ёзма равишда уларни баён этинг.

## УМУМИЙ МАЪЛУМОТЛАР

**Эслаб қолинг!**

Ўзининг йўналиши ва катталигини даврий равишда ўзгартириб турувчи ток (ёки кучланиш) ўзгарувчан дейилади. Ток ёки кучланишнинг вақтга энг оддий даврий боғлиқлиги синусоидал боғлиқликдир (9 - расм). Токнинг оний қиймати  $i = I_m \sin(\omega t + \psi_i)$  синусоидал боғлиқлик учта катталик билан ифодаланади: амплитуда (энг катта қиймати)  $I_m$ , бурчак частотаси  $\omega$ , бошланғич фаза  $\psi_i$ :

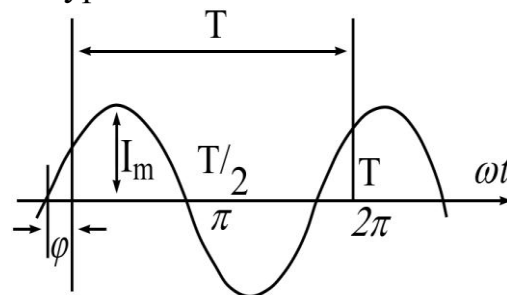
$$\omega = 2\pi f = 2\pi/T - \left[ \text{рад}/\text{с} - \text{ёки} \text{с}^{-1} \right]$$

$$f = 1/T - \text{частота} - \left[ \text{Герц} (\text{Гц ёки} \text{с}^{-1}) \right]$$

$T$  – давр ( $\text{с}$ ) муайян вақт оралиғи бўлиб, бу вақт ичида тўлиқ бир синусоида жойлашади.  $(\omega t + \varphi_i)$  – фаза дейилади ва у синусоиданинг шу ондаги қийматини белгилайди,  $\psi_i$  – бошланғич фаза бўлиб синусоиданинг  $t = 0$  (ёки  $\omega t = 0$ ) нуқтага нисбатан силжиганлигини кўрсатади.

Нисбатан кичик частота (бир  $\text{кГц}$  га-ча) билан ўзгарувчан синусоидал ЭЮК таъсирида чизиқий электр занжирдан синусоидал ток ўтади.

Ўзгарувчан ток занжирларини ҳисоблашда ЭЮК, ток ва кучланишнинг таъсир этувчи қийматларидан фойдаланиш қулайдир.



9 – расм. Синусоидал ўзгарувчан ток графиги

Бу синусоидал катталикларнинг давр мобайнидаги ўртача квадратик қийматидир, яъни

$$\text{ЭЮК} \quad E = \sqrt{\frac{1}{T} \int_C^T e^2 dt} = \frac{E_m}{\sqrt{2}} \quad , \quad \text{кучланиш} \quad U = \sqrt{\frac{1}{T} \int_C^T u^2 dt} = \frac{U_m}{\sqrt{2}} \quad \text{ва} \quad \text{ток}$$

$$I = \sqrt{\frac{1}{T} \int_C^T i^2 dt} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \quad .$$



*Электромагнит системасидаги ўлчаш асбоблари (вольтметр, амперметр) ўзгарувчан ток ва кучланишнинг таъсир этувчи қийматларини кўрсатади.*

Ўзгарувчан ток занжирларини таҳлил этишда  $\underline{E, I}$  ва  $\underline{U}$  орасидаги фазалар силжишини аниқлаш зарур бўлади. Шу мақсадда  $\underline{U}$  ва  $\underline{I}$  векторларининг тасвири чизилади. Векторлар орасидаги бурчак  $\varphi$  *силжиш фаза бурчаги* дейилади. Ўзгарувчан ток занжирларида содир бўладиган жараёнлар ўзгармас ток занжирларидаги жараёнлардан катта фарқ қилади. Бу фарқ ўзгарувчан ток занжирларида электр энергияси иссиқликка айланиши ҳамда магнит ва электр майдонларнинг ўзгариши билан изоҳланади. Бу ҳодисалар эса *қаршилик*  $R$  *индуктивлик*  $L$  *сиғим*  $C$  катталиклари билан аниқланади. Шунинг учун ўзгарувчан ток занжирида токнинг ўтишига таъсир кўрсатувчи параметрлар – актив қаршилик –  $R$  *индуктив*  $X_L = \omega L$  ва *сиғим қаршилиги*  $X_C = \frac{1}{\omega C}$  фарқ қилинади.

$L$  ва  $C$  ҳамда улар туфайли пайдо бўладиган  $X_L$  ва  $X_C$  *қаршиликлар реактив қаршилик номини* олган. Электр занжирдаги  $L$  ва  $C$  катталикларида электр энергияси иссиқликка айланмайди ва уларда электр энергияси даврий равишда ўзгаради. Умумий ҳолда, реактив катталикларнинг электр энергияси манбага акс таъсири натижасида кучланиш ва ток синусоидалари орасида *ўзаро вақт (ёки бурчак  $\varphi$ ) силжиши ҳосил* бўлади.

## ДАСТЛАБКИ ҲИСОБЛАШ

1. Агар  $R$ ,  $L$  ва  $C$  дан иборат электр занжири манбага кетма – кет уланган бўлса ва унинг параметрлари  $U = 220\text{В}$ ,  $f = 50\text{Гц}$ ,  $R = 30\text{Ом}$ ,  $L = 1,2\text{Гн}$ ,  $C = 6\text{мкФ}$  берилган бўлса  $I = ?$   $U_R = ?$   $U_L = ?$   $U_C = ?$  ларни ҳисобланг.

2. Кучланишлар ва ток вектор диаграммасини қуринг.

**I. Ишнинг мақсади:** Ўзгарувчан ток электр занжирларида Ом ва Кирхгоф қонунларининг бажарилишини амалда текшириш, кучланиш ва тоқлар вектор диаграммасини чизишни ҳамда электр занжири схемаларини йиғишда зарур кўникмаларни ҳосил қилиш.

### II. Ишни бажариш тартиби:

1. Электр занжири (10 - расм) учун ўлчаш асбобларини танланг ва уларнинг кўрсаткичларини ёзиб олинг.

2. Электр занжири схемасини (11 – расм) 2 – чи платада йиғинг.

3. Лаборатория автотрансформаторининг (ЛАТР) дастагини  $\sim 0 - 250\text{ В}$  ҳолатига ўтказинг.



4. Занжирни синусоидал кучланиш манбаига улаб кучланишни 220 В га етказинг ва шу кучланиш қийматида тегишли ўлчашларни бажаринг.

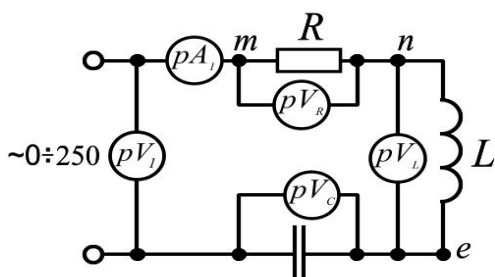
5.Тажрибани пўлат ўзакнинг индуктив ғалтаги ичидаги 2 – 3 ҳолати учун такрорланг.

6.Тажриба ва ҳисоблаш натижаларини 6- жадвалда ёзинг.

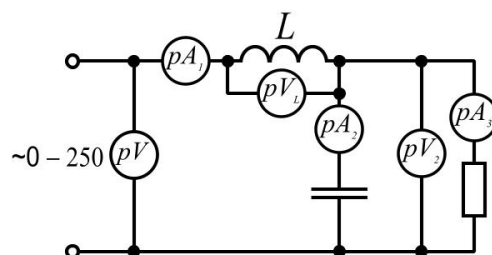
7.Тажрибани 3 ва 6 - бандлар бўйича 11 – расмда келтирилган электр занжири учун такрорланг. Натижаларни 7 – жадвалга ёзинг.

8.Лаборатория қурилмасини манбадан ажратинг. Бунинг учун ЛАТР дастагини бураб манба кучланишини нолга келтиринг ва «СТОП» тугмасини босиб қурилмани электр тармоғидан узиш зарур.

### III. Электр занжири схемаси



10 – расм. R,L ва C кетма – кет уланган бир фаза синусоидал ўзгарувчан ток электр занжири схемаси.



11 – расм. R,L C элементлар аралаш уланган бир фаза синусоидал ток занжири электр схемаси.

### IV.Тажриба натижаларини қайд этиш жадвали

6 – жадвал

| Ўлчанадиган катталиклар |   |    |                |                |                | Ҳисобланадиган параметрлар |                |                |    |      |       |    |     |    |
|-------------------------|---|----|----------------|----------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------|----|------|-------|----|-----|----|
| №                       | U | I  | U <sub>R</sub> | U <sub>L</sub> | U <sub>C</sub> | R                          | X <sub>L</sub> | X <sub>C</sub> | Z  | φ    | cos φ | P  | Q   | S  |
|                         | B | mA | B              | B              | B              | Ом                         | Ом             | Ом             | Ом | град | -     | Вт | вар | ВА |

7 – жадвал

| Ўлчанадиган катталиклар |                |                |                |                |                | Ҳисобланадиган параметрлар |                |                |    |       |      |    |     |    |
|-------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------|----|-------|------|----|-----|----|
| U                       | I <sub>1</sub> | I <sub>2</sub> | I <sub>3</sub> | U <sub>1</sub> | U <sub>2</sub> | R                          | X <sub>L</sub> | X <sub>C</sub> | Z  | cos φ | φ    | P  | Q   | S  |
| B                       | mA             | mA             | mA             | B              | B              | Ом                         | Ом             | Ом             | Ом | -     | град | Вт | вар | ВА |

### V. Ҳисоблашлар ва тасвирлар

Ҳисоблашлар учун қуйидаги ифодалардан фойдаланинг:

$$R = \frac{P}{I^2}; R_L = R - R_1; R_1 = \frac{U_R}{I}; Z_L = \frac{U_L}{I}; X_L = \omega L = \sqrt{Z_L^2 - R_L^2}, X_C = \frac{1}{\omega C};$$

$$\varphi = \arctg\left(\frac{X_L - X_C}{R}\right), \varphi_2 = \arctg \frac{X_L}{R_L}, P = UI \cos \varphi; Q = UI \sin \varphi; S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

1.Ўлчашлар натижасида олинган маълумотлар асосида барча ҳисобларни бажаринг.



2.Тажрибадан олинган ўлчаш натижалари бўйича ток ва кучланишлар векторлар диаграммаларини чизинг.

3.Ток, кучланиш ва қувватлар оний қийматларининг тўлқин диаграммаларини (синусоидаларини) чизинг.

4.Ҳар бир истеъмолчининг қувват коэффициентларини ҳисобланг.

5.Занжирнинг актив, реактив ва тўла қувватларини ҳисобланг.

6.Ток, кучланиш ва қувватлар таъсир этувчи қийматларининг комплекс ифодаларини ёзинг.

7.Мустақил тайёрланишга доир барча саволларга ёзма жавоблар келтиринг.

## VI. Лаборатория иши бўйича хулоса

Ўзгарувчан ток занжирларида актив ва реактив қаршиликларнинг физик моҳиятини қандай тушундингиз ва ток ва кучланишлар ўртасидаги фаза силжиши ҳақида фикр юритинг.



## VII. Мустақил тайёрланиш саволлари

- 1.Кирхгофнинг биринчи ва иккинчи қонунларини изоҳланг?
- 2.Ўзгарувчан токнинг асосий кўрсаткичлари нималардан иборат? Фаза ва бошланғич фазанинг физик моҳияти-чи?
- 3.Ўзгарувчан ток занжири учун актив ва реактив қаршиликлар нима?
- 4.Векторлар диаграммаси нима?
- 5.Қаршилик, ўтказувчанлик ва қувватларнинг учбурчаклари қандай қурилади?



## 6 – ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

## КУЧЛАНИШЛАР РЕЗОНАНСИ

Лаборатория ишига тайёрланишда тегишли дарслик ва методик кўрсатмадан фойдаланиб кучланишлар резонанси ҳақида назарий маълумотларни ўзлаштиринг ва қуйидагиларни бажаринг:

1. Лаборатория ишининг моҳиятини ўрганинг.

2.8 – жадвални тайёрланг.

3. Дастлабки ҳисоблашни бажаринг ва контурнинг резонанс частотаси  $f_0$  ва унинг асслигини аниқланг.

4. Келтирилган мустақил тайёрланиш саволларига аниқ жавоблар топинг ва ёзма баён этинг.

## УМУМИЙ МАЪЛУМОТЛАР

## Эслаб қолинг!

Таркибида ўзаро кетма – кет уланган актив қаршилик  $R$  ва реактив элементлар индуктивлик  $L$  ҳамда сиғими  $C$  бўлган конденсатордан иборат ўзгарувчан ток электр занжирида (12 – расм), занжирнинг кириш реактив қаршилиги нолга тенг, яъни  $X_L = X_C$  бўлганида кучланишлар резонанси ҳодисаси вужудга келади:

$$X_L = X_C; \quad \omega_0 L = \frac{1}{\omega_0 C}; \quad \omega_0^2 LC = 1.$$

Бу ҳолда, эркин тебранишларнинг бурчак частотаси:

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \left[ \frac{\text{рад}}{\text{с}} \right] \text{ ва частота: } f_0 = \frac{\omega_0}{2\pi} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (\text{Гц})$$

Манба кучланишининг частотаси  $\omega$  занжир эркин тебранишларнинг частотасига ( $\omega_0$ ) тенг бўлган ҳолда резонанс ҳосил бўлади, яъни занжирнинг кириш реактив қаршилиги  $X = X_L - X_C = 0$  га тенг.

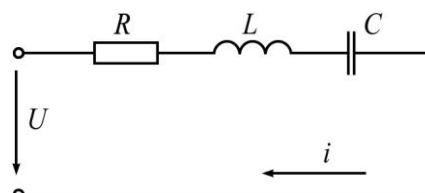
$$\rho = \omega_0 L = \left( \frac{1}{\sqrt{LC}} \right) \cdot L = \sqrt{\frac{L}{C}} \quad (\text{Ом})$$

$\rho$  катталиқ тўлқин қаршилик деб аталади. Занжирнинг тўла қаршилиги частотага боғлиқ бўлиб қуйидагига тенг.

$$\underline{Z} = R + j \left( \omega L - \frac{1}{\omega C} \right)$$

резонанс ҳолатида эса  $Z = R$ , яъни занжирнинг тўла кириш қаршилиги энг кичик қийматга эга бўлиб фақат занжирнинг актив қаршилигига тенг бўлади.

Занжирдан ўтувчи ток резонанс ҳолатида энг катта қийматга эга бўлади ва у кучланиш билан устма – уст тушади, яъни фаза силжиш бурчаги  $\varphi = 0$ .



12 – расм



$$I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{R}$$

Кучланишлар резонансида индуктив қаршилигидаги кучланиш  $U_L$  ва сиғим қаршилигидаги кучланиш  $U_C$  ўзаро ярим даврга сурилиб уларнинг миқдорлари бир – бирига тенг бўлади.

Занжир қисмаларидаги кучланиш актив (фаол) қаршилиқдаги кучланиш  $U_R$  га тенг.

Манба кучланишининг занжирнинг ҳар бир реактив қисмидаги кучланишларга нисбати

$\frac{U}{U_L} = \frac{U}{U_C} = \frac{IZ}{IX_L} = \frac{IZ}{IX_C} = \frac{R}{X_L} = \frac{R}{X_C} = \frac{R}{\rho}$ , яъни  $U_L = U_C = U \cdot \frac{X_L}{R} = U \cdot \frac{X_C}{R} = \frac{U}{R} \cdot \rho = I \cdot \rho$  бўлади.

$U_L$  ва  $U_C$  кучланишларнинг ҳар бири манба кучланишидан  $\rho/R$  марта катта бўлади.

Демак, кучланишлар резонанси ҳолатида агар  $R \ll \rho$  бўлса занжирнинг реактив элементлар мавжуд бўлган қисмларида ўта кучланиш рўй беради.

$Q = \rho/R$  - ёпиқ тебраниш занжирининг асслиги деб номланади.

Занжирнинг реактив элементларидаги қувватларнинг оний қийматлари ҳар бир онда ўзаро тенг бўлади ва қарама – қарши йўналади:

$$Q_L = Q_C; \quad Q_L - Q_C = 0$$

Демак, резонанс ҳолатида занжирнинг реактив қувват истеъмоли нолга тенг. Занжир тўла – тўқис актив бўлиб, манбадан истеъмол қилинадиган қувват актив қаршилиқда иссиқликка айланади.

Индуктивлик  $L$  да магнит майдоннинг иши – реактив қувват тўпланиши сиғим  $C$  нинг электр майдони ҳисобига,  $C$  да электр майдони  $L$  нинг магнит майдонининг иши ҳисобига бажарилади.

## ДАСТЛАБКИ ҲИСОБЛАШ

Агар  $U=110 \text{ В}$ ,  $f=50 \text{ Гц}$ ,  $C=6 \text{ мкФ}$  бўлса индуктивликнинг қандай қийматида занжирда кучланишлар резонанси рўй бериши мумкин? Резонанс частотаси  $f_0$  ва асслик  $Q$  лар нимага тенг?

**I. Ишнинг мақсади:** Тажриба асосида  $R$ ,  $L$  ва  $C$  элементлари кетма – кет уланган синусоидал ўзгарувчан ток занжирида кучланишлар резонанси ҳодисасини ўрганиш.

### II. Ишни бажариш тартиби:

1. 13 – расмда келтирилган электр занжири учун ўлчаш асбобларини танланг ва уларнинг кўрсаткичларини иловадаги жадвалга ёзинг (1 - жадвал).

2. Электр занжирида конденсатор сиғимини  $C = 6 \text{ мкФ}$  қилиб 2- платада схемани йиғинг.

3. Занжирни манбага уланг ва кучланишни  $110 \text{ В}$  га етказинг.



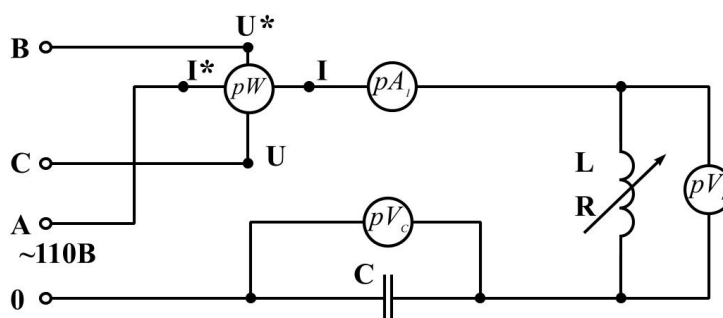
4. Манба кучланиши қийматини ўзгартирмай ( $U=110В$ ), пўлат ўзакнинг индуктив ғалтак ичидаги ҳолатини ўзгартириш билан кучланишлар резонансини ҳосил қилинг.

5. Пўлат ўзакнинг бир нечта (5-6) ҳолати учун ўлчаш натижаларини 8-жадвалга ёзинг.

6. Лаборатория қурилмасини манбадан ажратинг ва иш бўйича ҳисобот тайёрланг.

**Изоҳ:** Ваттметр кўрсаткичини 0,2 га кўпайтириш зарур.

### III. Электр занжири схемаси



13 – расм. L ва C элементлари кетма-кет уланган ўзгарувчан ток занжири.

### IV. Тажриба натижаларини қайд этиш жадвали

8 – жадвал

| Ўлчанадиган катталиклар |   |       |       |    | Ҳисобланадиган параметрлар |       |    |       |       |   |    |                |           |     |    |    |
|-------------------------|---|-------|-------|----|----------------------------|-------|----|-------|-------|---|----|----------------|-----------|-----|----|----|
| I                       | U | $U_L$ | $U_C$ | P  | Z                          | $Z_L$ | R  | $X_C$ | $X_L$ | C | L  | $\cos \varphi$ | $\varphi$ | Q   | S  | f  |
| mA                      | B | B     | B     | Вт | Ом                         | Ом    | Ом | Ом    | Ом    | Ф | Гн | -              | град      | ВАР | ВА | Гц |

### V. Ҳисоблашлар ва тасвирлар

1. Барча ҳисобларни бажаринг ва 8-жадвални тўлдиринг.

2. Реактив – индуктив қаршилик  $X_L$  нинг учта қиймати учун:  $X_L > X_C$ ,  $X_L = X_C$ , ва  $X_L < X_C$  кучланишлар ва ток I нинг вектор диаграммаларини, занжир қаршиликларининг учбурчакларини чизинг.

3. Ўлчаш ва ҳисоблаш натижалари бўйича  $U_L = f(\omega)$ ;  $U_C = f(\omega)$ ;  $U = f(\omega)$ ;  $I = f(\omega)$  частота характеристикаларини қуринг.

4. Мустақил тайёрланишга доир саволларга ёзма жавоб келтиринг.

### VI. Лаборатория иши бўйича хулоса

Резонанс ҳолатида занжирда қандай воқеани кузатдингиз, нима учун биз бу ҳодисани кучланиш резонанси деб атаймиз ва кучланиш резонансининг ишлатилиш соҳалари ҳақида фикр юритинг.





## **VII. Мустақил тайёрланиш саволлари**

1. Кучланишлар резонансининг вужудга келиш шартлари нималардан иборат?
2. Контурнинг резонанс частотаси ва тўлқин қаршилиги нима?
3. Занжирнинг реактив қаршиликларидаги кучланиш қийматларининг манба кучланишидан ортиб кетиши қандай изоҳланади?
4. Резонанс шароитида энергиялар алмашилиши қандай бўлади?
5. Кучланишлар резонансининг ижобий ва салбий хусусиятлари нималардан иборат?
6. Кучланишлар резонансидан амалиётда қайси соҳаларда фойдаланилади?



## 7 – ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

## ТОКЛАР РЕЗОНАНСИ

Лаборатория ишига тайёрланишда тегишли дарслик ва методик кўрсатмадан фойдаланиб тоқлар резонанси ҳақида назарий маълумотларни ўзлаштиринг ва қуйидагиларни бажаринг:

1. Ўқув қўлланмалардан фойдаланиб лаборатория ишига доир назарий маълумотларни ўзлаштиринг.

2. 9 - жадвални тайёрланг.

3. Дастлабки ҳисоблашни бажаринг.

4. Келтирилган мустақил тайёрланиш саволларига аниқ жавоблар топиб ёзма баён этинг.

## УМУМЙ МАЪЛУМОТЛАР

**Эслаб қолинг!**

Таркибида ўзаро параллел уланган актив қаршилик  $R$ , индуктивлик  $L$  ва сиғим  $C$  дан иборат ўзгарувчан ток электр занжирида (14 - расм) занжирнинг кириш қаршилиги фақат актив  $R$  қаршиликдан иборат бўлганда, яъни  $v_L = v_C$  тоқлар резонанси ҳодисаси вужудга келади.

Бу ҳолда электр энергияси манбага нисбатан икки қутблик ўз акс таъсирини фақат актив қаршилик сифатида намоён этади. Шунинг учун икки қутбликнинг умумий истеъмол токи ва унинг қисмаларидаги кучланиш фаза бўйича ўзаро устма – уст тушиб, фазалар силжиши  $\varphi = 0$  бўлади. Бу ҳолда зан-жирнинг истеъмол реактив қуввати ҳам нолга тенгдир:

$$Q_L - Q_C = 0$$

актив ўтказувчанлик  $G = \frac{1}{R}$ ,

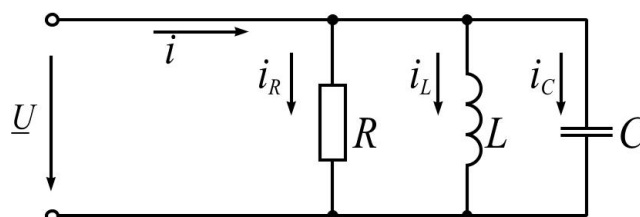
реактив ўтказувчанлик

$$B_L = B_C = \omega C = \frac{1}{\omega L},$$

Тоқлар резонанси ҳолатида

$$B_L = B_C, \quad \omega = \omega_0; \quad \frac{1}{\omega_0 L} = \omega_0 C$$

$$\text{Резонанс частотаси: } \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$



14- расм.

Демак, тоқлар резонансини индуктивлик  $L$ , сиғим  $C$  ва манба кучланишининг частотаси  $\omega$  ни ўзгартириб ҳосил қилиш мумкин.

Занжирнинг тўла ўтказувчанлиги  $Y$  частотага боғлиқ.

$$Y = \frac{1}{Z} = G - j(B_L - B_C)$$

резонанс ҳолатида ўзининг энг кичик қийматига эга бўлади ва унинг миқдори актив ўтказувчанликка тенг, яъни  $Y = G$ .



Занжирнинг умумий истеъмол токи  $I = U \cdot Y = U \cdot G$  ва фаол ўтказувчанликка мос равишда ўзгаради.

$$\text{Резонанс ҳолатида } \omega_0 C = \frac{1}{\omega_0 L} = \frac{C}{\sqrt{LC}} = \sqrt{\frac{C}{L}} = y_{\text{мул}} = \sqrt{\frac{1}{\rho}}$$

$$y_{\text{мул}} = \sqrt{\frac{1}{\rho}} - \text{тўлқин ўтказувчанлиги.}$$

Бу ҳолда индуктивлик  $L$  ва сиғим  $C$  тоқларнинг қийматлари ўзаро тенг ва  $y_{\text{мул}}$  га боғлиқдир:  $I_L = I_C = U \cdot y_{\text{мул}}$

Ҳар бир тоқнинг занжирнинг тармоқланмаган қисмидаги умумий тоққа нисбати  $\frac{I_C}{I} = \frac{I_L}{I} = \frac{y_{\text{мул}}}{G}$  кўринишда ёзиш мумкин, бунда  $Q = \frac{y_{\text{мул}}}{G}$  - ёпик, занжирнинг аслиги дейилади.  $Q$  резонанс занжирининг сифатини белгилайди.

Актив қаршилик миқдори қанча катта бўлса  $G = \frac{1}{R}$  шунча кичик ва асиллик  $Q$  шунча катта бўлади, демак занжирнинг сифати шунча юқори ҳисобланади.

Занжирнинг умумий истеъмол токи миқдори ва фаол қувватнинг исрофи жуда кам, яъни:

$$Q = \frac{y_{\text{мул}}}{G} = \frac{\sqrt{C/L}}{G} = \frac{R}{\omega_0 L} = \omega_0 CR$$

Умумий ҳолда, индуктив ғалтакнинг ва конденсаторнинг фаол қаршиликларини ( $R_1$  ва  $R_2$ ), яъни уларда бўладиган актив қувватнинг исрофини инобатга олган ҳолда ҳам тоқлар резонансининг асосий шарти  $B_L = B_C$  бажарилиши лозим.

$$B_L = \frac{X_L}{R_1^2 + X_L^2}; \quad B_C = \frac{X_C}{R_2^2 + X_C^2}$$

Резонанс частотасини  $B_L = B_C$  шартдан фойдаланиб топиш мумкин:

$$\frac{X_L}{R_1^2 + X_L^2} = \frac{X_C}{R_2^2 + X_C^2}, \text{ ёки } \frac{\omega_0 L}{R_1^2 + (\omega_0 L)^2} = \frac{1/\omega_0 C}{R_2^2 + (1/\omega_0 C)^2}; \quad \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \sqrt{\frac{\frac{1}{C} - R_1^2}{\frac{L}{C} - R_2^2}}$$

Демак, тоқлар резонанси частотаси  $\omega_0$  индуктив ғалтак ва конденсаторнинг фаол қаршиликларига боғлиқ.

Тоқлар резонансига яқин бўлган шароитдан амалиётда истеъмолчининг қувват омили -  $\cos \varphi$  ни ошириш учун кенг фойдаланилади.

### ДАСТЛАБКИ ҲИСОБЛАШ

Агар  $U = 110\text{В}$ ,  $f = 50\text{Гц}$ ,  $C = 4\text{ мкФ}$  бўлса индуктивликнинг қандай қийматида электр занжирда тоқлар резонанси рўй беради? Резонанс частотаси  $f_0$  ва аслик  $Q$  ни аниқланг.



**I. Ишнинг мақсади:** Таркибида ўзаро параллел уланган  $L$  ва  $C$  бўлган ўзгарувчан ток занжирида тоқлар резонанси ҳодисасини ўрганиш ва индуктивлик қийматларининг электр занжири параметрларига таъсирини тадқиқ қилиш.

## II. Ишни бажариш тартиби:

1. Келтирилган электр занжири (15- расм) учун ўлчаш асбобларини танланг, уларнинг паспорт кўрсаткичларини иловадаги жадвалга ёзинг (1-жадвал).

2. Электр занжирини 2 -платада йиғинг.

3. Занжирни манбага уланг ва кучланишни  $110\text{ В}$  га етказинг.

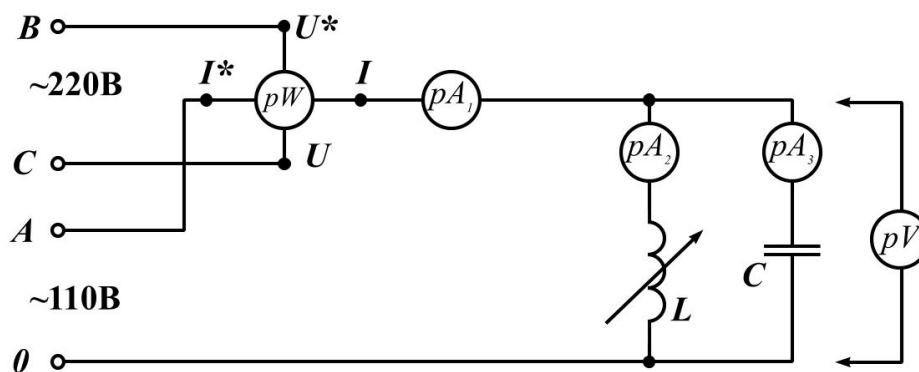
4. Пўлат ўзакнинг индуктив ғалтак ичидаги ҳолатини ўзгартириш билан тоқлар резонансини вужудга келтиринг ва уни умумий тоқнинг энг кичик қиймати бўйича назорат этиб туринг.

5. Пўлат ўзакнинг ҳар хил (3-6) ҳолатлари учун ўлчаш ва ҳисоблаш натижаларини 9-жадвалга ёзинг.

6. Лаборатория қурилмасини манбадан узинг ва иш бўйича ҳисобот тайёрланг.

**Изоҳ:** Ваттметр кўрсатишини  $0,05$  га кўпайтириш зарур.

## III. Электр занжири схемаси



15-расм.  $L$  ва  $C$  элементлари параллел уланган ўзгарувчан ток занжири.

## IV. Тажриба натижаларини қайд этиш жадвали

9 – жадвал

| Ўлчанадиган катталиклар |                |                |                |    | Ҳисобланадиган параметрлар |                |                |    |   |                |                |    |       |      |     |    |                 |
|-------------------------|----------------|----------------|----------------|----|----------------------------|----------------|----------------|----|---|----------------|----------------|----|-------|------|-----|----|-----------------|
| U                       | I <sub>1</sub> | I <sub>2</sub> | I <sub>3</sub> | P  | R                          | X <sub>L</sub> | X <sub>c</sub> | L  | C | b <sub>L</sub> | b <sub>c</sub> | y  | cos φ | φ    | Q   | S  | ω <sub>0</sub>  |
| V                       | mA             | mA             | mA             | Вт | Ом                         | Ом             | Ом             | Гн | Ф | См             | См             | См | -     | град | ВАР | ВА | С <sup>-1</sup> |

## V. Ҳисоблаш ва тасвирлар

1. Ўлчаш натижалари асосида барча ҳисоблашларни бажаринг.



2. Реактив – индуктив ўтказувчанлик  $b_L$  нинг учта қиймати учун:  $b_L > b_C$ ,  $b_L = b_C$ ,  $b_L < b_C$  тоқлар вектор диаграммасини ва ўтказувчанликлар учбурчакларини чизинг.

3. Олинган натижалар асоосида  $U = f(\omega)$ ,  $I = f(\omega)$  графикларни чизинг.

4. Мустақил тайёрланишга доир барча саволларга жавоблар ёзинг.

## VI. Лаборатория иши бўйича хулоса

Резонанс ҳолатида занжирда қандай воқеани кузатдингиз, нима учун биз бу ҳодисани тоқлар резонанси деб атаймиз ва тоқлар резонансининг ишлатилиш соҳалари ҳақида фикр юритинг.



## VII. Мустақил тайёрланиш саволлари

1. Тоқлар резонанси нима?
2. Тоқлар резонансининг энергетик, электрик ва параметрик каби вужудга келиш шартлари нималардан иборат?
3.  $I = f(\omega)$  тасвирни изоҳланг.
4. Занжирнинг тармоқланмаган қисми тоқи, яъни умумий тоқ резонанс шароитида нега энг кичик қийматга эга? Агар  $L$  ва  $C$  идеал бўлса – чи?
5. Контурнинг аслиги нима? Асликнинг  $I = f(\omega)$  графикка таъсири қандай бўлади?
6. Тоқлар резонанси учун тоқлар вектор диаграммаси қандай бўлади?
7. Тўла, актив ва реактив ўтказувчанликлар нима?
8.  $\cos\varphi$  ўзгаришини изоҳланг.
9.  $L$  ва  $C$  параллел уланган электр занжири учун қуйидаги миқдорларни ҳисобланг ва ифодаларини ёзинг:  $\cos\varphi_z$ ,  $\cos\varphi$ ,  $I_L$ ,  $I_C$ ,  $I$
10. Актив, реактив ва тўла қувватлар қандай ҳисобланади?



## 8 – ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

### ЭЛЕКТР ҚУРИЛМАЛАРИНИНГ ҚУВВАТ КОЭФФИЦИЕНТИ ВА УНИ ОШИРИШНИ ТАДҚИҚ ЭТИШ

Лаборатория ишига тайёрланишда тегишли дарслик ва методик кўрсатмадан фойдаланиб турли электр қурилмаларининг қувват коэффиценти ҳақида назарий маълумотларни ўзлаштиринг ва қуйидагиларни бажаринг:

1. Услугий кўрсатмадан фойдаланиб лаборатория ишининг назарий маълумотларини ўзлаштиринг.
2. Дастлабки ҳисоблашни бажаринг.
3. Мустақил тайёрланиш саволларига ёзма жавоб тайёрланг.

#### УМУМИЙ МАЪЛУМОТЛАР

##### Эслаб қолинг!

Электр қурилмаларнинг қувват коэффиценти  $\cos\varphi$  истеъмол қилинувчи тўла қувват  $S = UI$  нинг қанча қисми актив қувват  $P$  дан иборат эканини кўрсатади, яъни  $\cos\varphi = \frac{P}{S}$ .

Демак, қурилма реактив қувват  $Q$  ни истеъмол қилмаса  $P=S$  бўлиб  $\cos\varphi=1$  бўлади. Қувват коэффицентининг камайиши асосан истеъмолчилар, асинхрон моторлар, трансформаторларнинг реактив қувват истеъмоли билан изоҳланади.

Қурилмаларни танлашда улар қандай ток кучига ҳисобланганлигини би-лиш зарур. Бу ҳолда фақат кучланиш  $U$  ва актив қувват  $P$  каби қийматлар-нинг маълум бўлиши етарли эмас. Булардан ташқари қурилманинг  $\cos\varphi$  сини ҳам аниқлаш зарур. Ҳисоблашни осонлантириш учун тўла  $S=UI$  ва реактив  $Q=UI\sin\varphi$  қувватлар киритилади ва бу ҳолда  $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$  га тенг.

Таркибида реактив қаршилиқ бўлган қурилмаларда  $\cos\varphi < 1$ , шунинг учун актив қувватнинг маълум қийматида қурилма истеъмол токи  $\cos\varphi$  нинг кат-талигига тескари боғланган, яъни:  $I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi}$ .

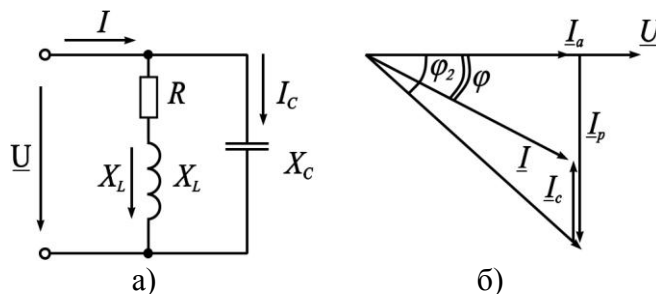
Қувват коэффиценти  $\cos\varphi$  нинг кам миқдорда бўлиши қуйидаги ҳо-латларни юзага келтиради:

а) генераторлар, электр узатиш линиялари ва трансформаторларнинг қу-вватидан тўлиқ фойдалана олмаслик;

б) электр узатиш ва истеъмол қилишда исрофларнинг кўпайишига олиб келади. Актив токнинг маълум қийматида исрофларнинг ортиши реактив токни узатиш ҳисобига қурилманинг тўлиқ истеъмол токининг кўпайиши би-лан изоҳланади. Истеъмолчига (ёки бир қатор истеъмолчиларга) конденса-торни параллел (ёнма-ён) улаш ҳисобига (16-расм)  $\cos\varphi$  ни оширишдан ама-лиётда кенг қўлланилади.



Бу ҳолда қурилманинг истеъмол токи  $I_L$  *вар* қийматлари ўзгармай қолади. Лекин занжирнинг тўлиқ токи қиймати  $I$  конденсатор улангунга қадар ўтувчи ток  $I$  га қараганда камаяди. Бу камайиш сиғим токи  $I_c$  ҳисобига бўлади, яъни индуктивлик тармоғидан ўтувчи зарур реактив ток  $I_L$  конденсатордан ўтувчи ток  $I_c$  ҳисобига тўлдирилади. Қурилманинг иш ҳолати ўзгармайди. Умумий ток ва кучланиш орасидаги фаза силжиш бурчаги  $\varphi_2$  дан  $\varphi$  гача камаяди.



16-расм. Индуктив ғалтакка конденсаторни параллел улаш схемаси (а) ва кучланиш ва тоқларнинг вектор диаграммаси (б).

Умумий  $\cos\varphi$  нинг қиймати эса ортади. Бунинг ҳисобига электр узатиш қурилмаларини қўшимча юклаш имконияти пайдо бўлади. Қувват коэффициентини  $\cos\varphi_2$  дан  $\cos\varphi$  га қадар ошириш учун зарур бўлган сиғим қиймати ушбу ифода билан ҳисобланади:

$$C = P(\operatorname{tg}\varphi - \operatorname{tg}\varphi_2) / \omega U^2$$

Бу ерда:  $P$  – актив қувват ( $Bm$ ),

$\varphi, \varphi_2$  – бурчакларнинг тангенслари.

Конденсатор ишлаб чиқарувчи реактив қувват эса:

$$Q = \omega C \cdot U^2 \text{ (вар)}, \quad \omega = 2\pi f = 314 \text{ (рад/сек)}$$

$U$  – манба кучланиши ( $B$ ).

Сиғимни ўзгартириш билан умуман занжир учун  $\cos\varphi = 1$  ҳолатга эришиш мумкин. Агар сиғим миқдори янада оширилса, бу ҳолда  $\cos\varphi$  камайиб боради ( $\cos\varphi < 1$ ).

Истеъмолчилар учун  $\cos\varphi = 0,92 \dots 0,96$  бўлганида манбадан истеъмол қилинувчи реактив ток миқдори жуда камаяди. Шунинг учун амалиётда  $\cos\varphi$  қийматини  $\cos\varphi = 0,92 \dots 0,96$  гача етказилади.  $\cos\varphi = 1$  гача ошириш унча катта иқтисодий самара бермайди, чунки бу ҳолда жуда катта сиғим зарур бўлади ва конденсаторларнинг нархи анча ортади.

### ДАСТЛАБКИ ҲИСОБЛАШ

16– расмда келтирилган занжир учун:

а) агар  $R=10 \text{ Ом}$ ,  $L=0,3 \text{ Гн}$ ,  $U=220B$ ,  $f=50 \text{ Гц}$  бўлса, ток кучи  $I$  ва  $\cos\varphi$  қийматларини ҳисобланг.

б) қувват коэффициенти -  $\cos\varphi$  ни 0,95 га қадар ошириш учун индуктив ғалтакка параллел қилиб улаш зарур бўлган конденсатор сиғимини аниқланг.

**I.Ишнинг мақсади:** Қувват коэффициенти -  $\cos\varphi$  нинг физик моҳиятини ўзлаштириш,

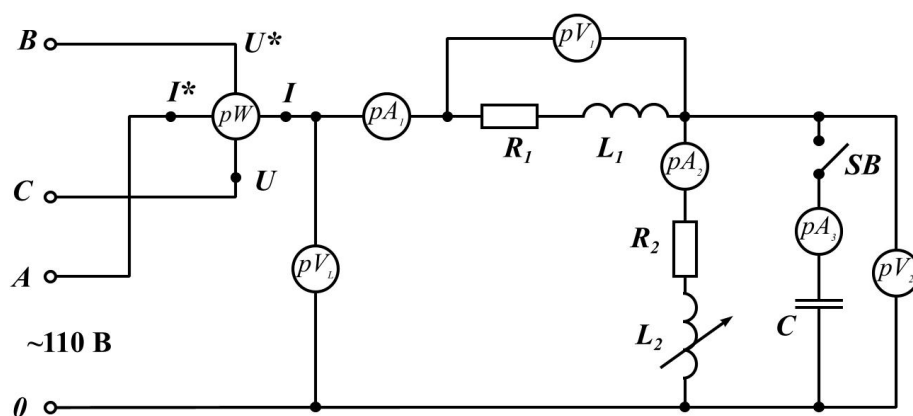


қувват коэффициентининг истеъмолчининг тўла, актив ва индуктив қарши-  
лигига боғлиқлигини тадқиқ этиш ҳамда  $\cos \varphi$  ни ошириш усулини тажрибада  
ўрганиш.

## II. Ишни бажариш тартиби:

1. Электр занжири (17 - расм) учун ўлчаш асбобларини танланг ва уларнинг паспорт кўрсаткичини иловадаги жадвалга ёзинг (1- жадвал ).
2. Электр занжирини 2 – платада йиғинг.
3. Занжирни манбага уланг ва кучланишни  $U = 220 \text{ В}$  га етказинг.
4. Пўлат ўзакнинг 2 – 3 ҳолати учун ўлчаш ва ҳисоблаш натижаларини 10-жадвалга ёзинг.
5. Калит SB ни уланг.
6. Истеъмолчига параллел уланган конденсаторлар сифимининг ҳар хил 3-4 қийматлари учун ўлчаш ва ҳисоблаш натижаларини 11 – жадвалга ёзинг.
7. 3 – 6 бандлар бўйича тажрибани  $U=110 \text{ В}$  да такрорланг.
8. Лаборатория қурилмасини манбадан ажратинг ва иш бўйича ҳисобот ту-  
зинг.

## III. Электр занжири схемаси



17-расм. Электр занжири схемаси

## IV. Тажриба натижаларини қайд этиш жадвали

10 – жадвал

| Ўлчанадиган катталиклар |   |    |                |                |    | Ҳисобланадиган параметрлар |                |                |                |                 |                 |       |
|-------------------------|---|----|----------------|----------------|----|----------------------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-------|
| т\б рақ.                | U | I  | U <sub>1</sub> | U <sub>2</sub> | P  | Z <sub>1</sub>             | Z <sub>2</sub> | R <sub>1</sub> | R <sub>2</sub> | X <sub>L1</sub> | X <sub>L2</sub> | cos φ |
|                         | В | мА | В              | В              | Вт | Ом                         | Ом             | Ом             | Ом             | Ом              | Ом              | град  |

11 – жадвал

| Ўлчанадиган катталиклар |   |                |                |                |                |                |    | Ҳисобланадиган параметрлар |     |    |       |      |
|-------------------------|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----|----------------------------|-----|----|-------|------|
| т\б рақ.                | U | U <sub>1</sub> | U <sub>2</sub> | I <sub>1</sub> | I <sub>2</sub> | I <sub>3</sub> | P  | X <sub>c</sub>             | Q   | S  | cos φ | φ    |
|                         | В | В              | В              | мА             | мА             | мА             | Вт | Ом                         | ВАР | ВА | -     | град |



## V. Ҳисоблашлар ва тасвирлар

1. Барча ўлчаш ва ҳисоблашлар натижалари асосида  $X_{L1}$ ,  $X_{L2}$ ,  $Z_1$ ,  $Z_2$ ,  $\cos \varphi$  ларни топинг.

2. 4 ва 7- банддаги тажриба бўйича  $P$ ,  $Q$ ,  $S$ ,  $\cos \varphi$  ларни аниқланг.

3. Занжир учун умумий ток  $I_1$  ва реактив қувват  $Q$  нинг сиғим қаршилиги  $X_C$  миқдориға боғлиқлик графикларини  $I_1 = f(X_C)$ ;  $Q = f(X_C)$  индуктивликнинг иккита ҳолати учун қуринг.

4. Қувват коэффицентининг сиғим қаршилигига боғлиқлик графигини  $\cos \varphi = f(X_C)$  қуринг.

5. Мустақил тайёрланишга доир барча саволларга ёзма жавоблар келтиринг.

## VI. Лаборатория иши бўйича хулоса

Ҳисоблашлар ва графиклар бандини тўла бажарганингиздан кейин қувват коэффицентининг моҳияти, унинг нималарға боғлиқлиги, техник – иқтисодий аҳамияти ҳақида фикр юритинг.



## VII. Мустақил тайёрланиш саволлари

1. Электр қурилмасининг қувват коэффиценти  $\cos \varphi$  нима?

2. Қурилманинг қувват коэффиценти қиймати камайишининг асосий сабаблари нималардан иборат?

3. Электр қурилмасининг қувват коэффицентини оширишнинг моҳияти нима? Унинг қурилма истеъмол токи миқдори ва фойдали иш коэффицент (ф.и.к.) га қандай таъсири бор?

4. Кучланиш ва ток фаза силжишини ўзгартиришнинг қандай ижобий томонлари бор?

5. Электр қурилмаси истеъмол қуввати, токи ва қувват коэффиценти қийматлари кўндаланг компенсацияланган шароитда ўзгарадими?

6. Занжирнинг реактив қувват истеъмоли кўндаланг компенсацияланган шароитда қандай ўзгаради?

7. Истеъмолчига конденсаторни параллел улаш натижасида унда қандай ўзгариш рўй беради? Физик моҳиятини тушунтиринг. Бу ҳолатни тоқлар вектори билан қандай тасвирлаш мумкин?

8. Электр қурилмасининг умумий истеъмол токи ва манба кучланиши фаза силжиш бурчагини  $\varphi_2$  дан  $\varphi$  гача камайтириш учун зарур конденсатор сиғими қандай аниқланади? Конденсаторлар реактив қуввати-чи?



## 9 – ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

### ЎЗАРО ИНДУКТИВ БОҒЛАНГАН ЭЛЕКТР ЗАНЖИРЛАРИ

Лаборатория ишига тайёрланишда тегишли дарслик ва методик кўрсатмадан фойдаланиб ўзаро индуктив боғланган электр занжирлари ҳақида назарий маълумотларни ўзлаштиринг ва қуйидагиларни бажаринг:

1. Лаборатория ишига оид назарий маълумотларни ўзлаштиринг.
2. Лаборатория ишининг моҳиятини ўрганинг.
3. Дастлабки ҳисоблашни бажаринг.
4. Мустақил тайёрланиш саволларига ёзма жавоблар топинг.

### УМУМИЙ МАЪЛУМОТЛАР

Электр занжирларининг ҳолати уни ташкил қилувчи қатор хусусиятлар мажмуаси билан ифодаланади. Занжирларни таҳлил этишда ҳар бир хусусиятни маълум катталиқ киритиш билан ҳисобга олинади.

#### Эслаб қолинг!

Ҳисоблаш учун шартли чизма-электр занжири қабул қилинади. Бу чизмада ҳақиқий катталиқнинг хусусиятларини инобатга олиш учун улар ўзаро бирлаштирилган қатор катталиқлар билан алмаштирилади.

Бу чизма *электр занжирининг алмаштирилиш схемаси деб аталади.*

Занжирнинг *пассив қисмлари сифатида резистивлик, индуктивлик, ўзаро индуктивлик ва сиғим қабул қилинади.*

Махсус тайёрланган индуктив ва ўзаро индуктивли ғалтакларни маълум бир катталиқ билан ифодалаш мумкин.

Индуктив ғалтакли занжирнинг бу қисмида манбанинг электр энергияси асосан магнит майдон энергиясига ўтади ва аксинча жамғарилган магнит майдони энергияси электр энергиясига ўзгаради.

Индуктив ғалтакнинг мана шу хусусиятини шартли индуктивлик  $L$  билан амалда ҳисобга олинади. Индуктивлик  $L$  ғалтакнинг ўлчамларига боғлиқ. Ғалтакка пўлат ўзак киритиш билан индуктивлик  $L$  ни ошириш усулидан амалиётда кенг қўлланилади. Бунда индуктивликнинг  $L$  магнит майдон ишлаши  $\psi$  нинг уни ҳосил қилган ғалтак чулғамларидан ўтувчи ток  $I$  га нисбатига тенг:

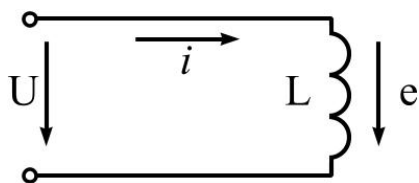
$$L = \frac{\psi}{I}$$

Ғалтакка пўлат ўзак киритиш билан  $\psi$  ва  $L$  миқдорларини анча ошириш мумкин:  $L = \mu_a \frac{S}{l} W^2$ .

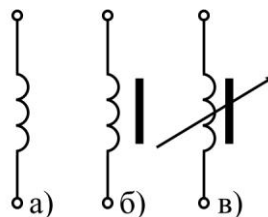
Бу ерда  $l$  – ғалтак ўзагининг ўртача узунлиги,  $S$  – ғалтак ўрамининг юзаси,  $\mu_a$  – пўлат ўзакнинг абсолют магнит сингдирувчанлиги,  $W$  – ўрамлар сони.



Индуктив ғалтакнинг чизмада шартли кўринишлари 18 - расмда келтирилган.



19 – расм. Индуктивлик ғалтак электр схемаси



18 – расм. Индуктив ғалтак схемалари.  
а) пўлат ўзаксиз индуктив ғалтак; б) пўлат ўзакли индуктив ғалтак; в) пўлат ўзак ҳолати ўзгариши билан индуктивлиги ростланувчан ғалтак.

Ўзгарувчан ток занжирларида токнинг ҳар қандай ўзгариши туфайли оқим илашиши  $\psi$  ўзгаради ва чулғамда ўзиндукция ЭЮК си  $e_L$  ҳосил бўлади.

$$i \Rightarrow iw = \psi = w\Phi = e_L = -w \frac{d\Phi}{dt} = L \frac{di}{dt}, \quad (1)$$

$$\text{кучланиш эса, } u = -e_L = \frac{d\psi}{dt} = L \frac{di}{dt} \quad (2)$$

Агар занжирдаги ток синусоидал  $i = I_m \sin \omega t$  бўлса индуктивликдаги кучланиш токдан  $90^\circ$  илгари бўлади.

$$u = L \frac{di}{dt} = L \omega \cdot I_m \cos \omega t = X_L I_m \sin \left( \omega t + \frac{\pi}{2} \right), \quad (3)$$

бу ифодада  $I_m$  – токнинг максимал қиймати,  $A$ ,  $\omega = 2\pi f$  – бурчак частота-си,  $rad/c$ ,  $f$  – частота,  $Гц$ ,  $x_L = \omega L$  – индуктив қаршилик,  $Ом$ .

### Ўзаро индуктивлик ғалтаги

**Эслаб қолинг!**

Ўзаро индуктивлик ғалтаги индуктив ғалтагидан фарқли равишда икки ва ундан ортиқ алоҳида чулғамлардан ташкил топиб, улар бир – бирига жуда яқин жойлаштирилади. Бу ҳолда биринчи ғалтакдан ўтувчи токнинг ўзгариши иккинчи ғалтакда ЭЮК ҳосил қилади, чунки биринчи ғалтак токи ҳосил қилган магнит оқими иккинчи ғалтакнинг ўрамлари  $W_2$  га илашади. Бу икки индуктив ғалтакларни ва умуман электр занжирини ўзаро индуктив боғланган электр занжири деб аталади.

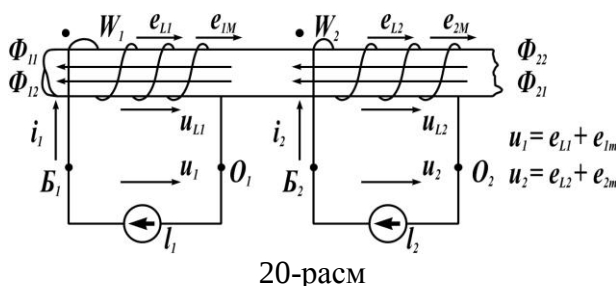
Биринчи ғалтакдан ўтувчи токнинг ўзгариши натижасида иккинчи ғалтакда ҳосил бўладиган ЭЮК ни ўзаро индукция ЭЮК си деб аталади.

Икки индуктив ғалтакдан ташкил топган электр занжирнинг схемаси 20-расмда келтирилган.

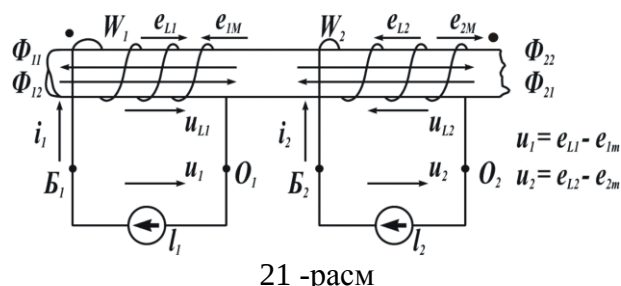
Индуктив катталиклари  $L_1$  ва  $L_2$  бўлган ғалтакларнинг магнит боғланиши ўзароиндуктивлик коэффиценти  $K$  билан ифодаланади. Ғалтакларнинг ўрамлари бир хил йўналишда бўлиб, улар бир – бирига ўзаро яқин ва умумий асосга жойлаштирилган. Ҳар бир индуктив ғалтак алоҳида  $e_1$  ва  $e_2$  манбага уланган, ЭЮК ларнинг мусбат йўналишлари чизмада кўрсатилган. Умумий



холда чизмада ғалтак ўрамларининг йўналишини ўрамларнинг бир хил номли қисмаларини нукта (ёки юлдузча) ёрдамида белгилаб кўрсатилади.



20-расм



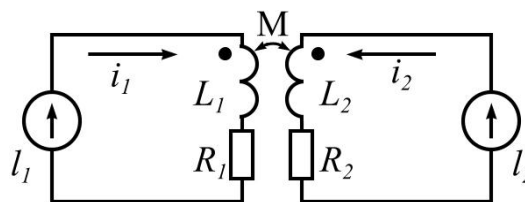
21-расм

20 - расмда биринчи ва иккинчи ғалтакнинг чап қисмалари, 21 – расмда эса биринчи ғалтакнинг чап, иккинчининг – ўнг қисмалари бир хил номли қисмалардир.

Бир хил номли қисмалар маълум йўналишга эга бўлувчи ўз ва ўзаро индукция магнит оқимларини ҳосил қилади. 22 – расмда ўзаро индуктив боғланган ғалтакнинг схемаси келтирилган.

Ғалтакларнинг ўзаро индуктив боғланиши  $M$  ҳарфи билан кўрсатилади.

Электр занжирида икки индуктив ғалтакнинг ўзаро боғланиш коэффиценти  $K = \frac{M_{12}}{\sqrt{L_1 L_2}}$ ,



22-расм. Ўзаро индуктив боғланган ғалтакнинг электр занжири схемаси.

бу ерда:  $M_{12}$  – ғалтакларнинг ўзаро индуктивлиги,  
 $L_1$  ва  $L_2$  ғалтакларнинг индуктивлиги.

Ўзаро индуктивлик биринчи ғалтак токи билан шу ток ҳисобига иккинчи ғалтакда ҳосил бўлувчи магнит оқими илашиши боғлиқлигининг кўрсаткичидир, яъни:

$$M = M_{21} = \frac{\Psi_{21}}{i_1} \text{ ёки } M_{12} = \frac{\Psi_{12}}{i_2}$$

Бу катталиқдан электр занжирида иштирок этувчи ўзаро индуктив боғланган ғалтакларни ва шу занжирнинг алмашлаш схемаларини тузишда фойдаланилади.

Ўзаро боғланган икки ғалтак учун  $M = M_{21} = M_{12}$ , чунки икки ғалтак учун ҳам магнит майдон энергияси ғалтакларнинг ўзаро уланиш тартибига боғлиқ эмас.

$\omega M$  – катталик қаршилик ўлчамига эга бўлиб, ўзаро индуктив қаршилиги дейилади ва  $X_M = \omega M$  га тенг.

Ўзаро индуктив комплекс қаршилик эса:  $Z_M = j\omega M$

Ўзаро индуктивлик комплекс кучланиши эса:



биринчи ғалтак учун:  $\underline{U}_{1M} = -\underline{E}_{1M} = j\omega M \underline{I}_2$ ,

иккинчи ғалтак учун эса:  $\underline{U}_{2M} = -\underline{E}_{2M} = j\omega M \underline{I}_1$ .

Ўзаро магнит боғланган ва кетма – кет уланган икки индуктив ғалтактан ташкил топган электр занжирини таҳлил қиламиз. Бундай занжирда, индуктив ғалтакларни ўзаро мос ва қарама-қарши равишда улаш мумкин. Мос улашда ғалтак тоқлари бир хил номли қисмаларда бир томонга йўналишга эга бўлади (23– расм, а ). Қарама- қарши уланганида эса ғалтак тоқлари бир хил номли қисмаларга нисбатан қарама – қарши йўналишга эга бўлади (23 - расм, б).

23 - расмда келтирилган занжир учун қуйидаги тенгламаларни ёзамиз:

$$\underline{U}_1 = R_1 \underline{I} + j\omega L_1 \underline{I} + j\omega M \underline{I} = \underline{I} [R_1 + j\omega(L_1 + M)]$$

$$\underline{U}_2 = R_2 \underline{I} + j\omega L_2 \underline{I} + j\omega M \underline{I} = \underline{I} [R_2 + j\omega(L_2 + M)]$$

$$\underline{U} = \underline{U}_1 + \underline{U}_2 = \underline{I} (R_1 + R_2) + j\omega(L_1 + L_2 + 2M) \underline{I}$$

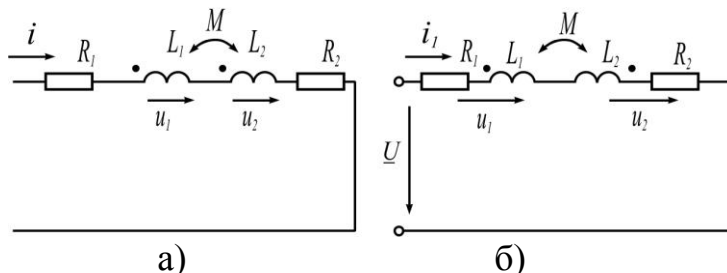
Демак, ғалтаклар бир – бирига мос кетма – кет уланганда  $L_{\text{экв}} = L_1 + L_2 + 2M$ , қарама- қарши уланганда эса  $L_{\text{экв}} = L_1 + L_2 - 2M$  бўлади.

Шуларга асосланиб, тажриба усулида икки ғалтакнинг ўзаро индуктивлиги  $M$  қийматини аниқлаш мумкин.

Икки индуктив ғалтакнинг ўзаро индуктивлик кўрсаткичи  $M_{12}$  ва  $M_{21}$  ни аниқлаш учун қуйидаги ифодалардан фойдаланилади:

$$M_{12} = \frac{\psi_{12}}{i_2} \text{ - биринчи ғалтак учун;}$$

$$M_{21} = \frac{\psi_{21}}{i_1} \text{ - иккинчи ғалтак учун.}$$



23 – расм. Индуктив ғалтакларнинг бир хил номли учларини ўзаро кетма –кет а, қарама –қарши б, улаш схемалари.

Иккинчи ғалтакда ҳосил бўлган кучланиш миқдорини ва биринчи ғалтак тоқини ўлчаш билан ўзаро индуктив қаршилигини ҳисоблаш мумкин.

$$X_{12} = \frac{U_{12}}{I_2}, \quad M_{12} = \frac{X_{21}}{\omega}$$

Умумий ҳолда, агар иккала ғалтактан бир вақтнинг ўзида ток ўтказилса, иккита токнинг таъсирида умумий магнит оқими ҳосил бўлади. Бу ҳолда ҳар бир ғалтакнинг магнит оқими ўша ғалтак ўз индукция магнит оқими ва кўшни ғалтакнинг ўзаро индукция магнит оқимларининг устма – устланиши билан аниқланади. Ғалтакларни ўзаро мос уланганида эса оқимларнинг айирмасига боғлиқ бўлади. Магнит оқими илашиши:

$$\psi_{12} = W_1 \Phi_{12}, \quad \psi_{21} = W_2 \Phi_{21}$$

магнит оқими

$$\Phi_{12} = B_{12} S; \quad \Phi_{21} = B_{21} S$$



магнит индукцияси:  $B_{12} = \mu\mu_0 H_{12}$ ;  $B_{21} = \mu\mu_0 H_{21}$ ,

магнит майдоннинг кучланганлиги:

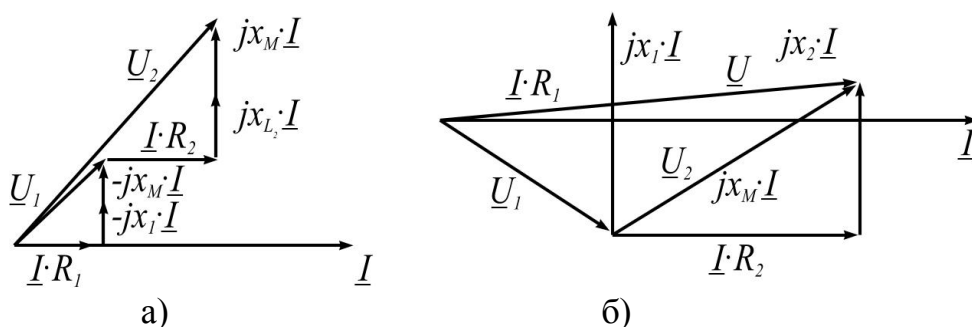
$$H_{12} = \frac{i_2 W_2}{l}, \quad H_{21} = \frac{i_1 W_1}{l}$$

Агар ғалтак ўрамлари халқасимон ўзакка жойлаштирилган бўлса, ўзаро индуктивлик қуйидагича ҳисобланади.

$$M_{12} = \frac{\psi_{12}}{i_2} = \frac{W_1 \Phi_{12}}{i_2} = \frac{W_1 B_{12} S}{i_2} = \mu\mu_0 \frac{W_1 M_{12} S}{i_2} = \mu\mu_0 \frac{W_1 W_2}{l}$$

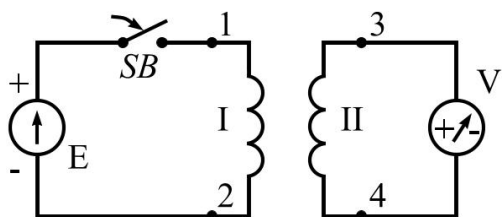
$$M_{21} = \frac{\psi_{21}}{i_1} = \frac{W_2 \Phi_{21}}{i_1} = \frac{W_2 B_{21} S}{i_1} = \mu\mu_0 \frac{W_2 M_{21} S}{i_1} = \mu\mu_0 \frac{W_1 W_2 S}{l}.$$

Иккита индуктив ғалтак ўзаро мос ва қарама – қарши уланган занжирлар учун векторлар диаграммасини курамиз (24– расм, а,б).



24– расм. Ток ва кучланишларнинг векторлар диаграммаси: а) мос улаш, б) қарама – қарши улаш.

Тажриба усулида икки ғалтакнинг бир хил номли қисмаларини аниқлаш осон. Масалан, 25 – расмда биринчи ғалтакнинг 1 қисмасини манба мусбат кутбига улаш онда иккинчи ғалтакнинг бир хил номли қисмасига уланган вольтметр мили ўнг томонга – мусбат йўналишга бурилади.



25-расм. Индуктив ғалтакнинг бир хил номли қисмаларини аниқлаш.

Агар узгич SB ни улаш онда вольтметр мили манфий йўналишга бурилса, бир хил қисмалар 1 – 4 бўлади (25 - расм).

Агар иккинчи ғалтак қисмаларидаги кучланиш ва биринчи ғалтак ток кучи ўлчанса уларнинг ўзаро нисбати бўйича ўзаро индуктив қаршилигини ҳисоблаш мумкин:

$$X_{21} = \frac{U_{21}}{I_1}; \quad M_{21} = \frac{X_{21}}{\omega};$$

агар биринчи ғалтакда ҳосил бўлган кучланиш қийматини ва иккинчи ғалтак токини ўлчасак, у ҳолда:

$$X_{12} = \frac{U_{12}}{I_2}; \quad M_{12} = \frac{X_{12}}{\omega}$$

аниқланади, яъни иккинчи ғалтақдан ўтказилган ток таъсирида биринчи ғалтакда ҳосил бўлувчи кучланиш ўртасидаги боғланиш миқдори ҳисобланади.



Иккала ғалтакдан бир вақтда ток ўтказилса умумий магнит оқими шу иккала токнинг таъсирида ҳосил бўлади. Ҳар бир ғалтак магнит оқими қиймати шахсий ўз индукцияси магнит оқимини қўшни ғалтакнинг ўзаро индукцияси магнит оқими билан устмалаш натижаси сифатида аниқлаш мумкин. Бу ҳолда, агар ғалтаклар ўзаро мос уланса, иккала магнит оқимлар қўшилади ва умумий магнит оқими кўпаяди.

Агар ғалтаклар ўзаро қарама – қарши уланса уларнинг магнит оқимлари бир – биридан айрилади.

## ТАЖРИБА УЧУН ЗАРУР ҚУРИЛМА

Тажриба ўтказиш қурилмаси 1-плата, пўлат ўзакли иккита индуктив ғалтак  $L_1$  ва  $L_2$ , ўзгармас ток вольтметри  $pV_1(-3-0-3)V$ , ўзгарувчан ток ўлчаш асослари, вольтметр  $pV_2 = 0-250V$ , миллиамперметр  $0-300 mA$ , ваттметр  $0,5 kW$  ва вольтметр  $pV_3 = 0-50 V$  лардан ташкил топган.

**I. Ишнинг мақсади:** Ўзаро индуктив боғланган электр занжирларининг ҳисоблаш тенгламаларини тузиш, ўзаро боғланган индуктив ғалтакларнинг ўлчамлари, ўз ва ўзаро индуктивлигини ҳамда боғланиш коэффициентини тажриба усули билан аниқлашни ўрганиш ва индуктив ғалтакларнинг ўлчамларига пўлат ўзакнинг таъсирини тадқиқ этиш.

### II. Ишни бажариш тартиби:

1. Лаборатория ишини бажариш қурилмаси билан танишинг. Электр занжир схемаси (26 – расм) учун ўлчов асбобларини танланг ва уларнинг паспорт кўрсаткичларини жадвалга ёзинг (илова И-1).

2. Электр занжирини 1 – платада йиғинг.

3. Занжирни манбанинг  $\sim 0-250 V$  қисмаларига уланг. Ҳар бир индуктив ғалтакнинг индуктивлигини алоҳида аниқланг.

4. Ўлчаш натижаларини 12 - жадвалга ёзинг.

5. Электр занжирни (27 – расм) йиғинг ва иккита ғалтак  $L_1$  ва  $L_2$  нинг ўзаро индуктивлигини аниқланг. Бунинг учун манба кучланишини ЛАТР билан ўзгартириб ҳисоблаш учун қулай қийматни ўрнатинг, яъни вольтметр  $pV_3$  ва амперметр  $pA$  маълум ўлчовни кўрсатсин.

Тажрибани индуктив ғалтакларида пўлат ўзак билан ва ўзаксиз ўтказинг.

6. Ўзаро индуктив боғланган ғалтакларнинг бир хил номли қисмаларини аниқланг. Бунинг учун 27 – расмда  $pV$  ўрнига ўзгармас ток вольтметри  $pV_1$  ни улаш зарур ва индуктив ғалтакларнинг 1 ва 2 қисмаларини манбанинг – (0 - 30) В ўзгармас ток кучланишининг қисмаларига уланг. Манбанинг кучланишини занжирга улаш вақтида  $pV_1$  мили ўнга бурилса бир хил номли қисмалар 1 ва 4 бўлади.

7. Кетма – кет бирлаштирилган икки индуктив ғалтакларнинг ўзаро индуктивлигини иккинчи усул билан аниқланг, бунинг учун эса 28 – расмда

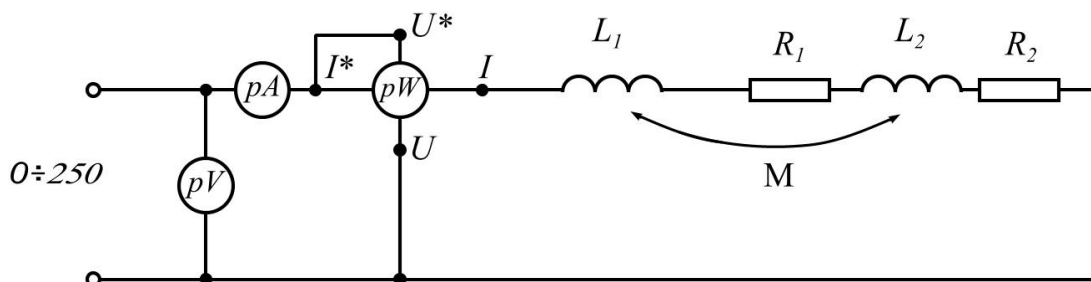
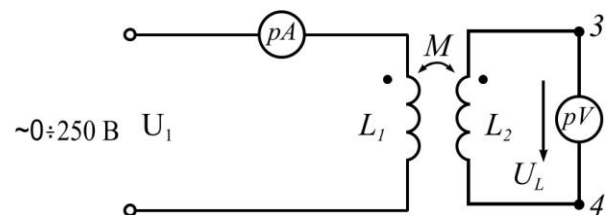
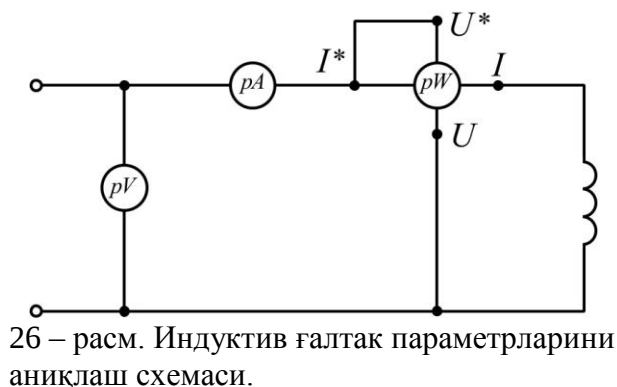


келтирилган электр занжирни йиғинг, зарур ўлчашларни иккала индуктив ғалтакларни мос ва қарама – қарши улаган ҳолларда алоҳида амалга оширинг.

Ўлчаш натижаларини 13 – жадвалга ёзинг.

8. Лаборатория қурилмасини манбадан ажратинг ва иш бўйича ҳисобот тузинг.

### III. Электр занжири схемалари



### IV. Тажриба натижаларини қайд этиш жадваллари

12 жадвал

| Ўлчаш<br>объекти | $f$<br>$\Gamma\text{ц}$ | $I$<br>$\text{мА}$ | $U$<br>$\text{В}$ | $P$<br>$\text{Вт}$ | $L$<br>$\text{Гн}$ | $R$<br>$\text{Ом}$ |
|------------------|-------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 1- ғалтак        |                         |                    |                   |                    |                    |                    |
| 2 - ғалтак       |                         |                    |                   |                    |                    |                    |

13 – жадвал

| Ғалтакларни<br>ўзаро улаш<br>усули | $f$<br>$\Gamma\text{ц}$ | $U$<br>$\text{В}$ | $I$<br>$\text{мА}$ | $P$<br>$\text{Вт}$ | $M$<br>$\text{Гн}$ | $\cos\varphi$ | $Z_{\text{мос}}$<br>$\text{Ом}$ | $Z_{\text{к-к}}$<br>$\text{Ом}$ | $X_{\text{мос}}$<br>$\text{Ом}$ | $X_{\text{к-к}}$<br>$\text{Ом}$ | $R_{\text{мос}}$<br>$\text{Ом}$ | $P_{\text{к-к}}$<br>$\text{Ом}$ |
|------------------------------------|-------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Кетма-кет                          |                         |                   |                    |                    |                    |               |                                 |                                 |                                 |                                 |                                 |                                 |
| Қарама-қарши                       |                         |                   |                    |                    |                    |               |                                 |                                 |                                 |                                 |                                 |                                 |



## V. Ҳисоблашлар ва тасвирлар

$$\cos \varphi_{\text{мос}} = \frac{P_{\text{мос}}}{U \cdot I_{\text{мос}}}; \quad \cos \varphi_{\text{к-к}} = \frac{P_{\text{к-к}}}{U \cdot I_{\text{к-к}}};$$

$$Z_{\text{мос}} = \frac{U}{I_{\text{мос}}} = \sqrt{R_{\text{мос}}^2 + X_{\text{мос}}^2} = \sqrt{(R_1 + R_2)^2 + \omega^2 (L_1 + L_2 + 2M)^2}.$$

$$R_{\text{мос}} = R_1 + R_2 = Z_{\text{мос}} \cdot \cos \varphi_{\text{мос}}; X_{\text{мос}} = \omega(L_1 + L_2 + 2M) = Z_{\text{мос}} \cdot \sin \varphi_{\text{мос}}$$

$$Z_{\text{к-к}} = \frac{U}{I_{\text{к-к}}} = \sqrt{R_{\text{к-к}}^2 + X_{\text{к-к}}^2} = \sqrt{(R_1 + R_2)^2 + \omega^2 (L_1 + L_2 - 2M)^2}$$

$$\text{бу ҳолда: } R_{\text{к-к}} = R_1 + R_2 = Z_{\text{к-к}} \cdot \cos \varphi_{\text{к-к}};$$

$$X_{\text{к-к}} = \omega(L_1 + L_2 - 2M) = Z_{\text{к-к}} \cdot \sin \varphi_{\text{к-к}}; \quad M = (X_{\text{мос}} - X_{\text{к-к}}) / 4\omega; \quad K = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}}$$

Ҳисоблаш ишларини тугатгандан сўнг қуйидагиларни бажаринг:

1. Барча ўлчаш ва ҳисоблашлар натижаларини жадвалга киритинг.
2. Кетма – кет бирлаштирилган иккита ўзаро индуктив боғланган ғалтаклар учун кучланишлар ва ток векторлари диаграммасини чизинг.
3. Ғалтакларнинг ўзаро индуктивлигини икки усулда ҳисоблаш натижаларини таҳлил қилинг.
4. Кетма – кет бирлаштирилган иккита ўзаро индуктив боғланган занжирнинг истеъмол қуввати ва алоқа коэффиценти К қийматини таҳлил қилинг.
5. Ўзаро индуктив боғланган ғалтакларнинг индуктивлиги ва ўзаро индуктивлиги қийматларига пўлат ўзакнинг таъсирини таҳлил қилинг.
6. Мустақил тайёрланишга доир барча саволларга қисқа ёзма жавоблар ёзинг.

## VI. Лаборатория иши бўйича хулоса

Индуктив ғалтакларнинг мос ва қарама-қарши учлари, ўзаро индуктивлик, ўзаро индуктив боғланган занжирларнинг алоқа коэффиценти ва бошқалар ҳақида фикр юритинг.





## VII. Мустақил тайёрланиш саволлари

1. Ўзаро индукция ҳодисаси нима?
2. Пулат ўзакнинг ўлчамлари ва ғалтакнинг чулғамлари ўрамлар сони индуктивлик ва ўзаро индуктивликка қандай таъсир қилади?
3. Ўзаро индуктив боғланган иккита ғалтакнинг бир хил номли қисмаларини қандай аниқлаш мумкин?
4. Индуктив ғалтакларнинг асллиги нима?
5. Ўзаро индуктивлик қиймати ўзаро индуктив боғланган ғалтакларни улаш схемасига боғлиқми?
6. Ўзаро индуктивлик ўлчами қандай меъёрларда ўзгаради?
7. Икки халқасимон ўзакли ўзаро индуктив боғланган ғалтакларнинг ўзаро индуктивлиги қандай аниқланади?
8. Кетма – кет уланган ўзаро индуктив боғланган ғалтаклар учун векторлар диаграммаси тасвирлари қандай курилади?
9. Ўзаро индуктив боғланган ғалтакларнинг хусусиятларидан амалиётда қандай фойдаланилади?
10. Пулат ўзаксиз трансформатор нима?



**«ЭЛЕКТРОТЕХНИКАНИНГ НАЗАРИЙ АСОСЛАРИ»**

фанининг 1-қисмидан 1 ва 2-жорий баҳолаш (ЖБ-1, ЖБ-2) бўйича саволлар

**1-қисм**

**Эслаб қолинг!**

*Талабалар «Электротехниканинг назарий асослари» фанининг 1 –қисмидан ЖБ-1 ва ЖБ-2 ларни муваффақиятли топширишлари учун 1-9 лабораторияларни дарсларга тўлиқ қатнашиб, тегишли схемаларни йиғган ҳолда ўзлари бажариши, бу ишлар бўйича ҳисобот тайёрлаши ва мустақил уй топшириқларидан ўқитувчи томонидан берилган вариантларни мустақил ечиб топширишлари зарур. Ушбу талабларни бажарган ҳолда қуйида келтирилган саволларга тўлиқ ва аниқ жавоб беришлари керак. Жорий баҳолаш бўйича рейтинг топширишида талабаларга саволларни ўзлари танлашларига рухсат этилмайди.*

1. Электр занжири деганда нимани тушунасиз ва унинг асосий элементлари нималардан иборат?
2. Электр юритувчи куч нима ?
3. Ток манбаи ва ЭЮК манбаи нима? Улар ўртасида фарқ нимадан иборат?
4. Электр токи деганда нимани тушунасиз?
5. Кучланиш деганда нимани тушунасиз?
6. Электр қуввати нима ва унинг ифодасини ёзинг?
7. Занжирнинг бир қисми ва ҳамма қисми учун Ом қонуни қандай ифодаланади?
8. Занжирнинг қувватлар баланси тенгламаси нимадан иборат ?
9. Кирхгофнинг 1-қонунини таърифланг ва унинг физик моҳиятини қандай тушунасиз?
10. Кирхгофнинг 2-қонунини таърифланг ва унинг физик моҳиятини қандай тушунасиз?
11. 2-расмда келтирилган электр занжири учун Кирхгофнинг 1 ва 2- қонунларига асосланган тенгламаларини тузиб беринг.
12. Қандай электр занжирини элементлари кетма-кет уланган электр занжири деб атаيمиз?
13. Қаршиликлари кетма-кет уланган электр занжирининг эквивалент (умумий) қаршилиги қандай ҳисобланади?
14. Қаршиликлари кетма-кет уланган электр занжирининг қандай камчилик ва афзалликлари бор ?
15. Ҳар хил қувватли электр лампаларни электр занжирига кетма-кет улаш мумкинми?
16. 2-расмда келтирилган электр занжири учун қувватлар баланси тенгламасини тузиб беринг.
17. ЭЮК ва кучланишнинг бир-биридан фарқи нимада?
18. Қандай электр энергия истеъмолчилари резистив элемент ҳисобланади?



19. Қандай электр занжирига элементлари параллел уланган электр занжири дейилади?
20. Қандай электр занжири элементлари аралаш уланган электр занжири дейилади?
21. 4- расмда келтирилган электр занжири схемаси учун Кирхгофнинг 1 ва 2 – қонунлари асосида тенгламалар тузиб беринг.
22. 4- расмда келтирилган электр занжирининг эквивалент (умумий) қаршилиги ва ўтказувчанлиги қандай ҳисобланади?
23. 5- расмда келтирилган электр занжирининг  $R_3$  қаршилиги ортиши билан занжир тармоқларидаги тоқлар  $I_1$ ,  $I_2$  ва  $I_3$  лар қандай ўзгаради? Ўзгариш сабабларини изоҳланг.
24. Резисторлар аралаш уланган занжирлар қандай ҳолларда қўлланилади?
25. 5- расмда келтирилган электр занжирининг қувват баланси тенгламасини тузиб беринг.
26. Электр сиғими деганда нимани тушунасиш ва унинг ифодасини ёзиб беринг?
27. Ясси конденсаторнинг сиғими нимага тенг?
28. Кетма – кет уланган конденсаторлардан иборат занжирнинг умумий сиғими қандай ҳисобланади? Конденсаторлар кетма – кет уланганда занжир умумий сиғимининг камайиши ҳодисасини қандай изоҳлайсиз?
29. Параллел уланган конденсаторлардан иборат занжирнинг эквивалент сиғими қандай ҳисобланади? Конденсаторлар параллел уланганда занжир умумий сиғимининг ортиш ҳодисасини қандай изоҳлайсиз?
30. Абсолют ва нисбий диэлектрик ўтказувчанликлар нима?
31. Ўзгарувчан ток деб қандай тоққа айтилади?
32. Нима учун ўзгарувчан ток кўпгина ҳолларда синусоидал ток деб ҳам юритилади?
33. Синусоидал функцияларни характерловчи асосий катталикларни санаб беринг.
34. Электр генераторларидан олинadиган ЭЮК шакли ва частотаси нималарга боғлиқ ва қандай танланади?
35. Синусоидал токнинг амплитудаси нима?
36. Синусоидал токнинг афзаллиги нималардан иборат?
37. Бошланғич фаза деганда нимани тушунасиш?
38. Синусоидал токнинг оний қиймати ифодасини ёзиб беринг.
39. Синусоидал функциянинг даври ва частотасига таъриф беринг.
40. Электромагнит системали амперметр асбоби ёрдамида синусоидал токнинг қандай қиймати ўлчанади?
41. Актив ва реактив қаршиликларга таъриф беринг.
42. Актив, реактив ва тўла қувватлар ифодасини ёзиб беринг?
43. Қувват коэффиценти деб нимага айтилади?
44. Индуктив (реактив) қаршилик ва  $L$  - элементи нималар билан тавсифланади?



45. Занжирнинг тўла қаршилиги нима ва у қандай ҳисобланади?
46. Занжирнинг комплекс қаршилиги нима ва у қандай ёзилади?
47. Комплекс ўтказувчанлик нима ва у қандай ёзилади?
48. 10 ва 11-расмда келтирилган занжирларнинг ток ва кучланишлар вектор диаграммасини қуриб беринг.
49. Синусоидал катталикларнинг комплекс ифодалари афзалликлари нимадан иборат?
50. Ўзгарувчан ток занжири учун Ом қонуни ифодаси қандай ёзилади?
51. Ом ва Кирхгоф қонунларининг комплекс шакли қандай ифодаланади?
52. Ток ва кучланиш векторлари орасидаги силжиш бурчаги  $\varphi$  нинг қиймати нималарга боғлиқ?
53. Синусоидал ўзгарувчан токнинг эффектив (таъсир) қиймати ва ўртача қийматига таъриф беринг ва ифодаларини ёзиб беринг.
54. Электр занжирларида резонанс ҳодисасини тушунтириб беринг.
55. Кучланиш резонанси деб қандай ҳодисага айтилади? У нима учун кучланиш резонанси номини олган?
56. Кучланишлар резонансининг вужудга келиш шартлари нималардан иборат?
57. Контурнинг резонанс частотаси ва тўлқин қаршилиги қандай ҳисобланади?
58. Занжирда резонанс рўй берганда занжирнинг реактив қаршиликларидаги кучланиш қийматларининг манба кучланишидан ортиб кетиши қандай изоҳланади?
59. Занжирнинг частотавий характеристикаси деб нимага айтилади?
60. Резонанс шароитида энергиялар алмашилиши қандай рўй беради?
61. Занжирда кучланиш резонанси пайдо бўлганлигини қандай кузатиш мумкин?
62. Кучланишлар резонансининг ижобий ва салбий хусусиятлари нималардан иборат?
63. Кучланишлар резонансидан амалиётда қайси соҳаларда фойдаланилади?
64. Контурнинг асллиги нима ва у қандай ҳисобланади?
65. Токлар резонанси деб қандай ҳодисага айтилади?
66. Параллел занжирларнинг частотавий характеристикасини изоҳланг.
67. Токлар резонансининг техникадаги аҳамияти нимадан иборат?
68. 13 ва 15 –расмларда келтирилган электр занжири учун токлар ва кучланишлар вектор диаграммасини чизинг ва изоҳланг.
69. Турли электр қурилмасининг қувват коэффиценти  $\cos \varphi$  деганда нимани тушунаси?
70. Қувват коэффицентининг камайишига таъсир этувчи асосий сабабларни келтиринг?
71. Қувват коэффицентини оширишда қандай электр қурилмалардан фойдаланилади? Унинг физик моҳиятини тушунтиринг.
72. Ўзаро индукция ҳодисаси деб нимага айтилади?



73. Ўзаро индуктив боғланган занжир деб қандай занжирга айтилади?
74. Алоқа коэффициентини нима ва у қандай ҳисобланади?
75. Ўзаро индуктив боғланган иккита ғалтакнинг бир хил номли қисмаларини қандай аниқланади?
76. Ўзаро индуктивлик қаршилиги қандай ҳисобланади?
77. Ўзаро индуктивлик қиймати ўзаро индуктив боғланган ғалтакларни улаш схемасига боғлиқми?
78. Иккита халқасимон ўзакли ўзаро индуктив боғланган ғалтакларнинг ўзаро индуктивлиги қандай аниқланади?
79. Кетма – кет уланган ва қарама – қарши уланган ўзаро индуктив боғланган занжирларнинг векторлар диаграммаси қандай қурилади?
80. Ўзаро индуктив боғланган занжирларнинг хусусиятларидан амалиётда қандай қурилмаларда фойдаланилади?

### ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

1. Демерчян К.С, Нейман Л.Р, Коровкин Н.В, Чечурин В.Л. Теоретические основы электротехники.(1,2 и 3 том).- Питер,Россия.- 2006.
2. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники.(1,2 и 3 том).- М.: Высшая школа, 2006.
3. Амиров С.Ф., Ёкубов М.С., Жаббаров Н.Г. Электротехниканинг назарий асослари.1,2,3 - китоб – Тошкент.: Ўзбекистон нашриёти, 2007.
4. Зевеке Г.В, Ионкин П.А, Нетушил А.В, Страхов С.В. Основы теории цепей.- М.: Энергоатомиздат, 1989. - 527 с.
5. Ёкубов М.С., Ш.Ш. Зоҳидов., У.Ў. Қозоқбоев, Н.Г. Жаббаров, Электротехниканинг назарий асослари фанидан лаборатория ишлари – Тошкент.: ТИҚХМИИ, 1,2 – қисм.- 1991.
6. Описание лабораторных устройств по электротехнике К – 4822 – 2 Львовское ПО, «Микроприбор»,1984. - 46с.
7. Лабораторный практикум по основам теории цепей: Учебное пособие для вузов/Под. Ред. И.Н. Добротворского.- М.: Высшая школа, 1986.- 192 с.



Баратов Р.Ж, Джабаров Н.Г, Махмудов П.М, Шойимов Й.Ю.

**«Электротехниканинг назарий асослари» фанидан  
лаборатория ишлари тўплами.**

I-қисм.

Методик кўрсатма

|                  |               |
|------------------|---------------|
| Масъул муҳаррир: | Н.Г.Джабаров  |
| Муҳаррир:        | М. Мустафаева |
| Мусахҳих:        | Д. Бойзоқова  |

Босишга рухсат этилди \_\_\_\_\_  
Қоғоз ўлчами 60x84 1/16 ҳажми \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ нусха буюртма № \_\_\_\_\_

ТИМИ босмахонасида чоп этилди. Тошкент –700000, Қори- Ниё-  
зий кўчаси, 39- уй.

