

**Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги
Жиззах Политехника институти
“Саноат технологияси ва қурилиш” факултети
“Электрэнергетика ва физика” кафедраси**

**Электротехника ва электроника асослари
фанидан тажриба ишлари бўйича**

Услубий қўлланма

Тузувчилар: Э. Раббимов
 М. Суярова
Саҳифаловчи: Тўрақулов Ж.

**Ноэлектрик йўналишдаги бакалаврлари учун “Электротехника ва электроника асослари” фани бўйича услубий қўлланма.
Жиззах Политехника институти**

Ушбу услубий қўлланма ноэлектрик йўналишдаги бакалаврлар учун “Электротехника ва электроника асослари” фанидан тажриба машғулотларини бажариш учун ўқув режасига асосан тузилган.

Ушбу қўлланмада тажриба ишининг мақсади, ишга оид назарий тушунчалар, тажриба даврида талабанинг олдига қўйилган талаб ва топшириқлар ҳамда талабани назорат қилиш учун саволлар ёритилган.

Ушбу услубий қўлланма талабаларнинг назарий ва амалий олган билимларини тажриба асосида мустаҳкамлаш учун тузилган.

Тақризчи: доц. Ш. Дониёров

Жиззах Политехника институти илмий – услубий кенгашининг 2006-йил _____ № _____ мажлис баёни билан тасдиқланган.

Услубий қўлланма Жиззах Политехника институти илмий – услубий кенгаши қарори № _____ билан чоп этишга тавсия қилинди.

1 - ТАЖРИБА ИШИ

Ўзгармас ток занжирларида бажариладиган ўлчашлар.

1. Ишдан кўзда тутилган мақсад:

1. Электр энергияси истеъмолчиларининг схемасини йиғиб, тармоққа улашни ўрганиш (кетма-кет, параллел ва аралаш улаш).
2. Магнитоэлектрик системадаги амперметр ва вольтметрнинг тузилиши билан танишиш.
3. Турли улаш схемаларида, занжирнинг айрим участкалари ва бутун занжир учун ток кучи ва кучланишни ўлчашни ўрганиш.
4. Ўзгармас ток занжири учун Кирхгофнинг биринчи ва иккинчи қонунларини амалда текшириш.

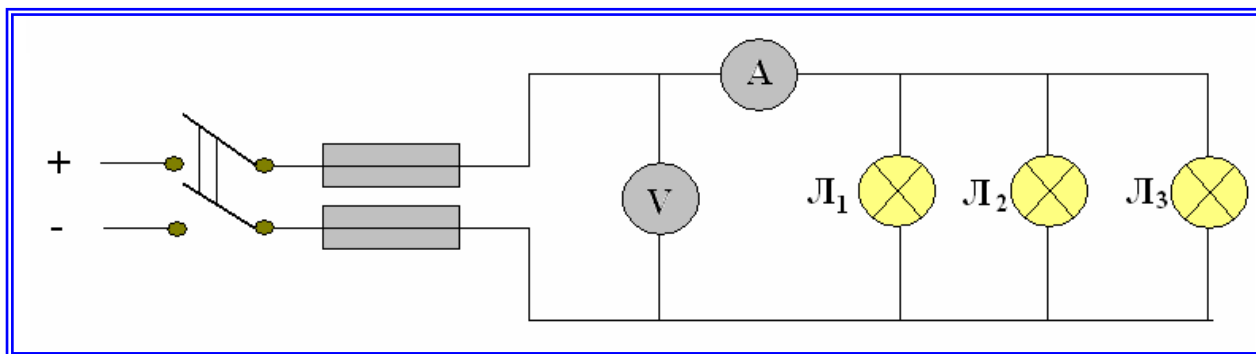
2. Тажриба ишига тушунтириш.

1. Уч лампадан ҳар бирининг қаршилигини амперметр ва вольтметр усули билан аниқлаш (78-расм). Бунда лампаларни навбати билан улаб, амперметр ва вольтметрларнинг кўрсатилиши ёзиб олинади, шу қийматларни Ом қонуни формуласига қўйиб ҳар бир лампа спиралининг қаршилиги аниқланади:

$$R_1 = \frac{U_1}{I_1}; \quad R_2 = \frac{U_2}{I_2}; \quad R_3 = \frac{U_3}{I_3};$$

2. Учта параллел уланган чуғланиш лампаси спиралининг умумий қаршилигини аниқлаш (1-расм).

(1-расм).



Ом қонуни бўйича

$$R_{\text{ум}} = \frac{U}{I},$$

бу ерда I – амперметрнинг кўрсатиши, a ,
 U – вольтметрнинг кўрсатиши, b ,

Лампаларни параллел улаш схемаси бўйича қуйидаги асосий нисбатлар текширилади:

а) занжирдаги умумий ток, параллел уланган истеъмолчилардаги тоқларнинг йиғиндисига тенг (Кирхгорфнинг I қонуни):

$$I_{\text{ум}} = I_1 + I_2 + I_3.$$

Берилганлар 1- ва 2- жадваллардан олинади;

б) параллел уланган истеъмолчиларнинг ҳисобий занжир қаршилиги (R_x) қуйидаги формула билан ҳисобланади:

$$\frac{1}{R_x} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3},$$

бу ерда

$$R_x = \frac{R_1 * R_2 * R_3}{R_1 * R_2 + R_2 * R_3 + R_3 * R_1},$$

R_1 R_2 R_3 ларнинг қийматлари 1-жадвалдан олинади.

Жадвалдан олинганлар бўйича (2-жадвал) ҳисобий қаршилик (R_x) умумий қаршилик ($R_{\text{ум}}$) билан солиштирилади.

3. Кетма-кет уланган лампалар спиралининг қаршилигини аниқлаш.

Кетма-кет уланганда, ҳар бир лампа спиралининг қаршилиги Ом қонуни бўйича аниқланади:

$$R_1 = \frac{U_1}{I_1}; \quad R_2 = \frac{U_2}{I_2}; \quad R_3 = \frac{U_3}{I_3};$$

бу ерда I – занжирдаги ток, a ,

U_1 , U_2 , U_3 – ҳар бир лампадаги кучланишнинг тушуви, b .

Кучланишларнинг бу тушуви ҳар бир лампага навбати билан уланадиган вольтметр ёрдамида ўлчанади.

Умумий қаршилик Ом қонуни бўйича аниқланади:

$$R_{\text{ум}} = \frac{U}{I},$$

бу ерда U – тармоқ кучланиши, b .

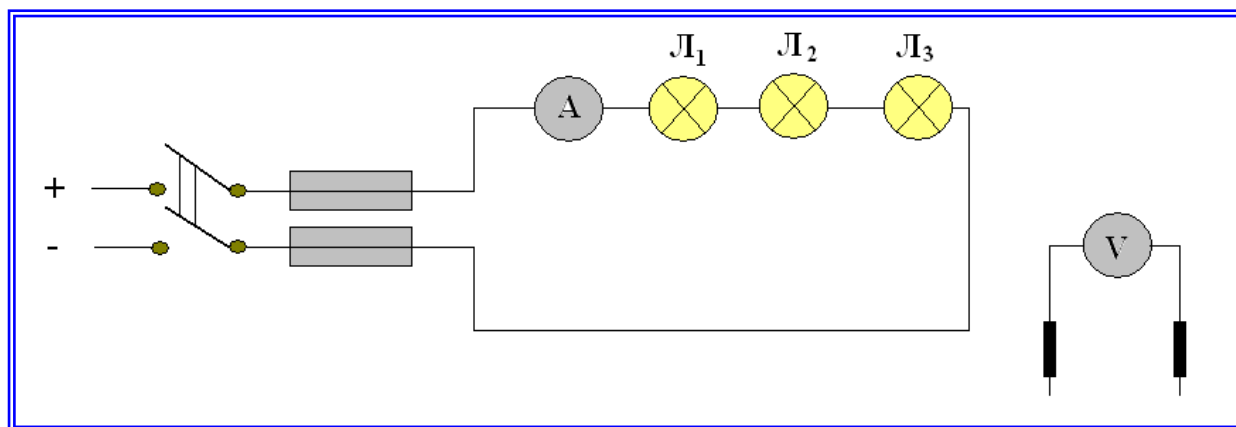
Лампаларни кетма-кет улаш схемаси бўйича (2-расм) қуйидаги асосий нисбатлар текширилади:

а) лампалар кетма-кет уланганда занжирнинг ҳисобий қаршилиги (R_x) алоҳида лампалар қаршиликларининг йиғиндисига тенг:

$$R_x = R_1 + R_2 + R_3 .$$

Бу қийматлар жадвалдан олиниб, $R_{\text{ум}}$ солиштирилади;

2-расм



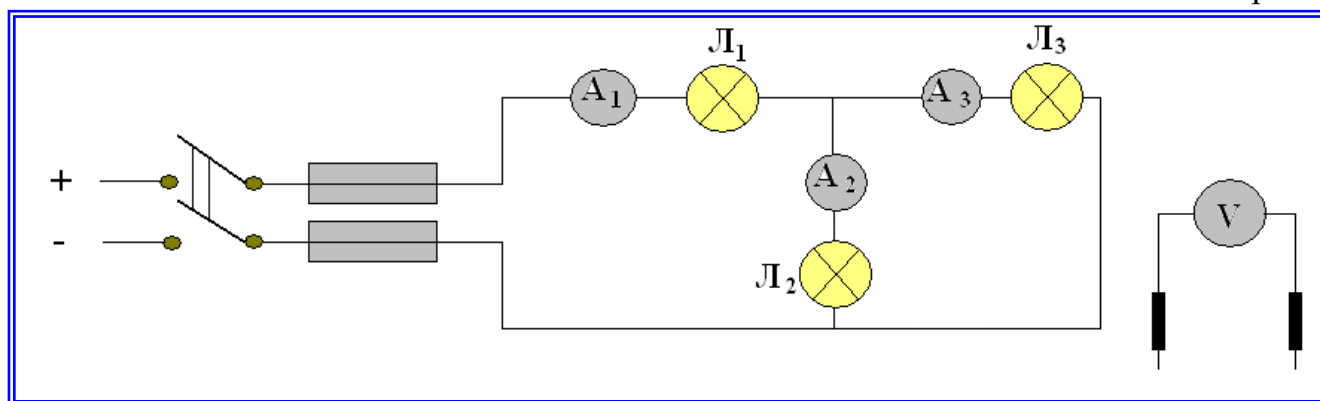
б) занжирга берилган кучланиш, айрим лампалардаги кучланишлар тушувининг йиғиндисига тенг (Кирхгорфнинг II қонуни):

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

в) занжирнинг барча участкаларида токнинг миқдорлари тенг.

4.Аралаш уланганда (3-расм) лампа спиралининг қаршилиги Ом қонуни бўйича аниқланади:

3-расм



$$R_1 = \frac{U_1}{I_1}; \quad R_2 = \frac{U_2}{I_2}; \quad R_3 = \frac{U_3}{I_3}; \quad R_{\text{ум}} = \frac{U}{I},$$

$Л_2$ ва $Л_3$ лампалар паралел улангани учун $U_2 = U_3$ дейиш мумкин.

U_1 U_2 U_3 U – кучланишларвольтметр ёрдамида ўлчанади. Ҳисобий қаршилик қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$R_x = R_1 + \frac{R_2 * R_3}{R_2 + R_3},$$

Бу миқдор тажрибадан олинган $R_{\text{ум}}$ билан солиштириб кўрилади.

5. Турли тажрибалардан олинган R_1 , R_2 , R_3 қаршиликларнинг бир хил эмаслигига этибор берилсин. Бунга турли улаш схемалари чуғланиш спиралидан ўтаётган тоқлар катталигининг тенг эмаслигига сабаб бўлади.

Ўтказгичдан ўтган тоқ, катталиги жиҳатидан шу тоқ кучига пропорционал бўлган иссиқлик ажратиб чиқаради (Жоуль-Ленц қонуни). Бу иссиқлик ўтказгичнинг температурасини, бинобарин, унинг қаршилигини ҳам оширади.

Қайси чуғланиш лампаси спиралидан катта тоқ ўтса уша спиралнинг қаршилиги катта бўлади.

III. Ишни бажариш тартиби

1. 1-расмдаги схема йиғилади.

2. L_1 L_2 L_3 лампаларни навбати билан биттадан улаб, амперметр ва вольтметрнинг кўрсаткичлари 1-жадвалга ёзиб олинади.

3. Учта лампани паралел улаб, амперметр ва вольтметрнинг кўрсаткичлари 2-жадвалга ёзиб олинади.

4. 2-расмдаги схема йиғилади.

5. Вольтметр билан ҳар бир лампадаги ва бутун тармоқдаги кучланиш ўлчанади. Вольтметрнинг, шунингдек, амперметрнинг кўрсатишлари 3-жадвалга ёзиб олинади.

6. 3-расмдаги схема йиғилади.

7. Вольтметр ёрдамида ҳар бир лампадаги ва бутун тармоқдаги кучланиш ўлчанади. Вольтметрнинг, шунингдек, амперметрнинг кўрсатишлари 4-жадвалга ёзиб олинади.

8. Ҳар бир лампанинг қаршилиги, шунингдек, 1, 4, 6-пунктдаги схемалар учун умумий ва ҳисобий қаршиликларни ҳисоблаш, натижалари 1, 2, 3, 4-жадвалларга ёзиб олинади.

1-жадвал

Лампалар	Ўлчашлар		Ҳисоблашлар
	I_a	U_b	
L_1			
L_2			
L_3			

2-жадвал

Ўлчашлар		Ҳисоблашлар	
U_b	$I_{\text{ва}}$	$R_{\text{ум}}$	R_x

3-жадвал

Ўлчашлар					Ҳисоблашлар				
I	U	U_1	U_2	U_3	R_1	R_2	R_3	$R_{\text{ум}}$	R_x
а	в	в	в	в	ом	ом	ом	ом	ом

4-жадвал

Ўлчашлар							Ҳисоблашлар				
U	U ₁	U ₂	U ₃	I ₁	I ₂	I ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R _{ум}	R _х
В	В	В	В	а	а	а	ОМ	ОМ	ОМ	ОМ	ОМ

Назорат саволлари

1. Ўзгармас токнинг қандай манбалари бор?
2. Ом қонунини таърифланг ва унинг қўлланишига оид мисоллар келтиринг?
3. Кирхгорф қонунларини таърифланг ва улар асосида ихтиёрий аралаш занжир учун тенгламалар тузинг.
4. Эквивалент қаршилик нима? Ва у турли бириктириш схемалари учун қандай аниқланади?

2 - ТАЖРИБА ИШИ

Ўзгарувчан ток занжирида электр энергияси истеъмолчиларини кетма-кет улаш.

1. Ишдан кўзда тутилган мақсад.

1. Кирхгорфнинг иккинчи қонунини узгартирувчан ток занжири учун татбиқ этишни ўрганиш.
2. Ўзгарувчан ток занжирининг тўла қаршилиги z , шунингдек, унинг ташкил этувчилари – актив қаршилик R ва реактив қаршилик x ни аниқлашни ўрганиш.
3. Занжирнинг параметрлари – актив қаршилик R индуктивлик L ва сиғим C ни аниқлашни ўрганиш.
4. Занжирнинг параметрларига қараб ток ва кучланиш турли фазовий силжиш бурчакларига эга бўлишини, осциллограф ёрдамида кўриб ишонч ҳосил қилиш.

2. Тажриба ишига тушунтириш.

Бу ишда ўзгарувчан ток занжирида истеъмолчиларни кетма-кет улашнинг қуйидаги ҳоллари ўрганилади:

- а) нагрузка иккита актив қаршиликдан иборат (R_1 ва R_2 реостатлари);
- б) актив ва индуктив қаршилик – реостат R_1 ва индуктив ғалтак L дан иборат,
- в) нагрузка актив ва сиғим қаршилиги – реостат R_1 ва конденсатор C дан иборат.

Ўзгарувчан ток занжирига электр энергияси истеъмолчилари уланганда Ом қонуни қуйидагича ифодаланади:

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

бу ерда I ва U – ток ва кучланишнинг таъсирий қиймати.

z – занжирнинг тўла қаршилиги, $ом$;

R – актив қаршилик, $ом$;

x_L – индуктив қаршилик, $ом$;

x_C – сиғим қаршилиги, $ом$;

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

бу ерда L – индуктивлик, $гн$;

C – сиғим, $мкф$;

$\omega = 2\pi * f$ – ўзгарувчан ток бурчак частотаси $сек^{-1}$, f – тармоқдаги

ўзгарувчан ток частотаси, $гц$. Бундай занжирда истеъмол қилинаётган актив қувват қуйидагига тенг:

$$P = U * I * \cos \varphi$$

Бу ерда $\cos \varphi$ – қувват коэффициентини.

φ – ток ва кучланиш орасидаги фазовий силжиш бурчаги.

Умуман ўзгарувчан ток тармоғига уланган электр занжири турли характерли параметрларга эга (индуктивлик, сиғим ёки актив қаршилик), у ҳолда (Кирхгофнинг 2-қонунига кўра) занжирнинг участкаларидаги кучланишлар тушувининг алгебраик йиғиндиси, ўзгармас ток занжиридаги каби манбанинг кучланишига тенг бўлмай, балки ундан катта бўлади. Ўзгарувчан ток занжири участкаларида кучланиш тушуви векторларнинг геометрик йиғиндиси тармоқ кучланишига тенг бўлади.

$$U_T = I * Z_1 + I * Z_2 + \dots + I * Z_n$$

Кирхгофнинг 2-қонунини ўзгарувчан ток занжири учун татбиқ этилиш хусусияти шу билан фарқ қилади. Фақат актив нагрузкада Кирхгофнинг 2-қонунини ҳудди ўзгармас ток занжиридаги каби татбиқ этилади.

3. Ишни бажариш тартиби

1. Актив қаршиликлар (реостатлар) R_1 ва R_2 дан иборат бўлган 4-расмдаги схема йиғилади.

2. Ўқитувчи кўрсатган ток қийматига эришилгандан сўнг, тегишли ўлчаш натижалари 5-жадвалга ёзилади. Кучланиш U_1 ва U_2 лар алгебраик йиғиндисининг, тармоқ кучланиш U_T га тенг эканлигига ишонч ҳосил қилинади.

3. Ток ва кучланишнинг осциллограммаси калькага кўчирилади.

4. Йиғилган схемадаги 2-реостат индуктив ғалтак L билан алмаштирилади.

5. 2- ва 4-пунктларни бажаргандан сўнг U_1 ва U_T кучланишларнинг алгебраик йиғиндиси, тармоқ кучланиши U_T дан катта эканлигига ишонч ҳосил қилинади.

6. Йиғилган схемадаги индуктив ғалтакни C сифимли конденсатор билан алмаштирилади.

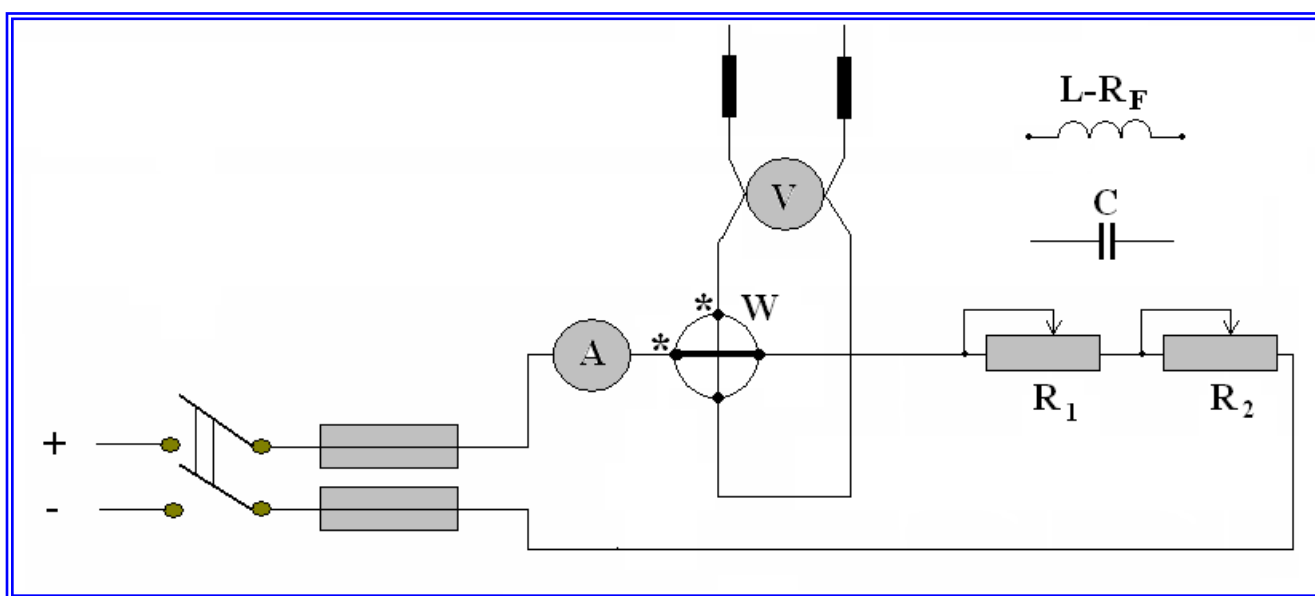
7. 2- ва 6-пунктларни бажаргандан сўнг U_1 ва $U_{\text{кон}}$ кучланишларнинг алгебраик йиғиндиси, тармоқ кучланиш U_T дан катта эканлигига ишонч ҳосил қилинади.

8. Ток ва кучланишнинг вектор диаграммалари ва улар билан ёнма-ён тегишли осциллограммалари қўрилади.

9. 5-жадвалдаги барча ҳисоблашларни бажаргандан сўнг, занжирнинг параметрларини аниқлашга утилади.

10. Ўзгарувчан ток занжирида Ом қонуни ва Кирхгорф иккинчи қонуннинг татбиқ этилиш хусусиятлари, шунингдек, ток ва кучланиш орасидаги фазовий силжиш бурчагига занжир параметрларининг таъсири ҳақида хулоса берилади.

4-расм



4. Ҳисобот тузишга тушунтириш.

1. Ток ва кучланишларнинг вектор диаграммаларини қўриш.

Барча вектор диаграммалар масштабда қўрилади:

а) нагрузка актив қаршилиқдан иборат бўлганда.

Ихтиёрий O нуқтадан I токининг векторини қўямиз (5-расм). Яна шу нуқтадан ток векторнинг йўналиши бўйича биринчи реостатдаги кучланиш тушуви вектори U_1 ни қўямиз, чунки фазовий силжиш бурчаги $\varphi = 0$. U_1 векторининг охиридан иккинчи реостатдаги кучланиш тушуви вектори U_2 ни қўямиз. Бу векторларнинг йиғиндиси тармоқ кучланишининг векторига тенг.

б) Нагрузка актив қаршилиқ ва индуктивликдан иборат бўлганда. Ихтиёрий O нуқтадан I токининг векторини қўйиб, яна шу нуқтадан ток векторининг йўналиши бўйича реостатдаги кучланиш тушуви вектори U_1 ни қўямиз. Берилган занжир учун Кирхгорфнинг иккинчи қонунига қўра

$$U = I * R_1 + I * z_F = U_1 + U_F$$

бу ерда z_F – ғалтакнинг тўла қаршилиги, *ом*,

U_F – ғалтакдаги кучланиш тушуви, *в*.

Сўнгра U_1 векторнинг охиридан соат стелкаси ҳаракатига тескари йуналишда U_F векторига тенг радиус билан ёй чизиб, O нуктадан эса U кучланишнинг векторига тенг радиус билан ёй чизилади. Ёйларнинг кесишган нуктасини O нукта ва U_1 векторининг охири билан бирлаштириб, вектордиаграммани ҳосил қиламиз. Ғалтакдаги кучланиш U_F ни актив $U_{aF} = I * R_F$ ва индуктив $U_L = I * X_F$ ташкил этувчиларга ажратиш мумкин.

в) Нагрузка актив қаршилик ва сиғимдан иборат бўлганда. Вектор диаграммани кўриш худди нагрузка актив қаршилик ва индуктивликдан иборат бўлгандаги каби олиб борилади, аммо ток кучланишдан фазо жиҳатдан олдин келгани учун, ёй соат стрелкасининг йўналиши бўйича чизилади.

Конденсатордаги кучланишни актив кучланиш $U_{a*к} = I * R_к$ ва сиғим кучланиши $U_c = I * x_c$ дан иборат ташкил этувчиларга ажратиш мумкин. Тажриба тугри бажарилганда актив кучланиш $U_{a*к}$ сиғим кучланиши U_c га нисбатан бир оз каттарок бўлиши керак.

2. Схеманинг параметрларини аниқлаш

а) қувват коэффиценти асбобларнинг кўрсатиши бўйича қуйидаги формуладан аниқланади:

$$\cos \varphi = \frac{P}{U * I}$$

Вектор диаграммадан тегишли косинус бурчагини ўлчаб ва унинг қийматини тригнометрик жадвалдан топгандан сўнг, қувват коэффиценти $\cos \varphi$ ни аниқлаш мумкин ёки тегишли тугри бурчакли учбурчакнинг катет ва гипотенузасини *мм* да ўлчаб, уларнинг нисбатини олиш мумкин. Иккинчи усул аниқроқ натижани беради. $\cos \varphi$ нинг вектор диаграммадан аниқланган қиймати 5-жадвалга ёзилади.

5-жадвал

Нагрузка - характери		Ўлчашлар				Ҳисоблашлар						
		I	U	P		Cosφ		z	R	x	L	C
		<i>a</i>	<i>в</i>	бўл	<i>вт</i>	Диаг- рамма- дан	Ҳисоб- лан- гани	<i>ом</i>	<i>ом</i>	<i>ом</i>	<i>гн</i>	<i>мкф</i>
Актив	1- реостат									—	—	—
	2- реостат									—	—	—
	Бутун занжир									—	—	—
Актив	1- реостат									—	—	—

	Индукти в ғалтак											—
	Бутун занжир											—
Актив-сигим	1- реостат									—	—	—
	Конден- сатор										—	
	Бутун занжир										—	

б) φ бурчаги осциллограммадан куйидаги тарзда аниқланади. Бир давр T га тенг бўлган (360° нинг ташкил этувчиси) кесма ўлчанади, сўнгра φ бурчакка тегишли кесмани ўлчаб, уларнинг нисбати бўйича бу бурчакнинг косинуси аниқланади.

в) занжирнинг исталган участкадаги тўла қаршилиги Ом қонунидан аниқланади:

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

г) бутун занжирнинг актив қувватидан бутун занжирнинг актив қаршилиги R ни аниқлаш мумкин:

$$P = I^2 R \quad R = \frac{P}{I^2}$$

Занжир айрим участкаларининг актив қаршилиги реостат, ғалтак ёки конденсаторларнинг тегишли актив қувватларини юқоридаги формулага қўйиш йўли билан топилади.

д) Бутун занжирнинг реактив қаршилиги x қуйидагига тенг:

$$x = \sqrt{Z^2 - R^2}$$

е) ғалтакнинг индуктивлиги L ни аниқлаш учун унинг индуктив қаршилиги X_L ни қуйидаги формуладан ҳисобаланади:

$$X_L = \omega * L = \sqrt{Z_{2F}^2 - R_{2F}^2}$$

бу ерда Z_F - ғалтакнинг тўла қаршилиги $Z_F = \frac{U_F}{I}$

R_F - ғалтакнинг актив қаршилиги $R_F = \frac{P_F}{I^2}$

бу ерда

$$L = \frac{x_L}{\omega} = \frac{x_L}{2 * \pi * f}$$

ж) конденсаторнинг сиғими C ни аниқлаш аввалига ўқшаш бажарилиб, яъни сиғим қаршилиги x_c аниқлангандан сўнг, сўнг унинг сиғими C аниқланади:

$$C = \frac{1}{x_c * \omega} = \frac{1}{x_c * 2 * \pi * f}$$

Одатда, конденсаторнинг актив қаршилиги унинг сиғим қаршилигидан жуда кичик, шунинг учун

$$x_c = z_c = \frac{U_{\text{кон}}}{I}$$

деб ҳисоблаш мумкин.

Назорат саволлари

1. Ом қонуни ва Кирхгорфнинг 2-қонунини ўзгарувчан ва ўзгармас ток занжирларига қўлланашидаги хусусиятлари нималардан иборат?
2. Занжирнинг актив, индуктив, сиғим ва тўла қаршиликлари қандай аниқланади?
3. Ғалтакнинг индуктивлиги L ва конденсаторнинг сиғими C қандай аниқланади?
4. Бутун занжирнинг ва занжир айрим қисмларининг қувват коэффицентлари $\cos \varphi$ аниқланади?

3 - ТАЖРИБА ИШИ

Ўзгарувчан ток занжирида электр энергияси истеъмолчиларини параллел улаш

1. Ишдан кўзда тутиладиган мақсад

1. Ўзгарувчан ток занжирларида Кирхгорф биринчи қонунининг татбиқ этилиш хусусиятларини аниқлаш.

2. Ўзгарувчан ток занжирининг тўла (z), актив (R) ва реактив (x) қаршиликларини аниқлашни ўрганиш.

3. Занжирнинг параметрлари – актив қаршилик R , индуктивлик L ва C ни аниқлашни ўрганиш.

2. Тажриба ишига тушунтириш

Бу ишда ўзгарувчан ток занжирида параллел улашнинг қуйидаги кўринишлари ўрганилади.

а) Нагрузка актив – индуктив қаршиликлардан иборат бўлганда (реостат R ва индуктив ғалтак L),

б) Нагрузка актив – сиғим қаршилигидан иборат бўлганда (реостат R ва конденсатор C),

в) Нагрузка индуктив – сиғим қаршилигидан иборат бўлганда (индуктив ғалтак L ва конденсатор C).

Ҳар бир параллел тармоқдаги ток Ом қонунига асосан қуйидаги тартибда аниқланади:

а) актив қаршиликли тармоқдаги ток

$$I_R = \frac{U}{R},$$

бу ерда I_R – реостат оркали утувчи ток, a ;

U – тармоқнинг кучланиши, v ;

R – реостатнинг қаршилиги, $ом$.

б) индуктив ғалтакли тармоқдаги ток

$$I_F = \frac{U}{Z_F} = \frac{U}{\sqrt{R_{2F}^2 + X_{2F}^2}} = \frac{U}{\sqrt{R_{2F}^2 + (\omega * L)^2}},$$

бу ерда I_F – ғалтак оркали утувчи ток, a ;

Z_F – ғалтакнинг тўла қаршилиги, v ;

R_F – ғалтакнинг актив қаршилиги, $ом$;

X_F – ғалтакнинг индуктив қаршилиги, $ом$;

L – ғалтакнинг индуктивлиги, $гн$;

ω – ўзгарувчан токнинг бурчак частотаси ($\omega = 2 * \pi * f$), $ом$;

f – ўзгарувчан ток частотаси, $гц$;

в) сиғимли тармоқдаги ток

$$I_C = \frac{U}{\sqrt{R_{2c}^2 + X_{2c}^2}} = \frac{U}{\sqrt{R_{2c}^2 + \left(\frac{1}{\omega * C}\right)^2}},$$

бу ерда I_C – конденсатор оркали утувчи ток, a ;

R_C – конденсаторнинг актив қаршилиги, $ом$;

X_C – конденсаторнинг сиғим қаршилиги, $ом$;

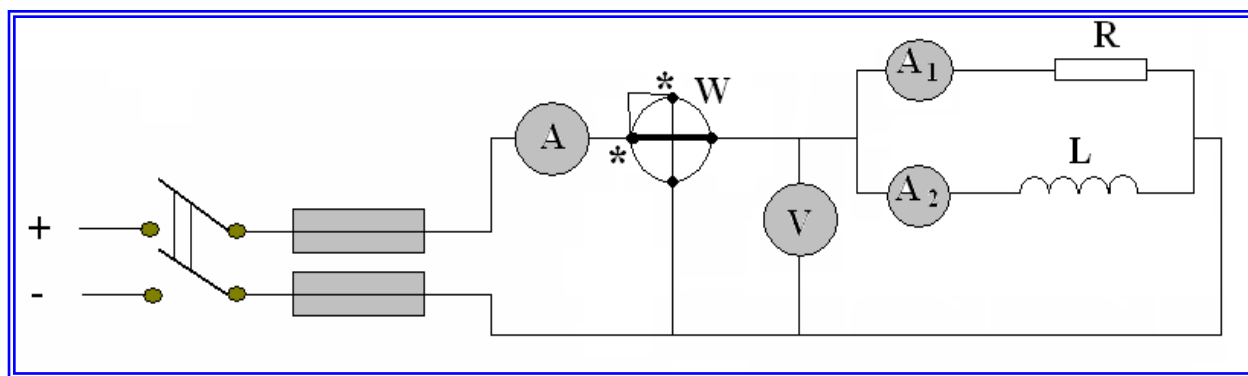
C – конденсаторнинг сиғими, ϕ .

Одатда, конденсаторнинг актив қаршилиги унинг сиғим қаршилигига нисбатан жуда кичик бўлгани учун конденсаторнинг актив қаршилигини ҳисобга олмаса ҳам бўлади.

Кирхгорфнинг биринчи қонунинга асосан ўзгарувчан ток занжири учун тармоқланиш нуқтасидаги тоқларнинг геометрик йиғиндиси нолга тенг, яъни:

$$\sum I = 0 \text{ ёки } I = I_R + I_F$$

бу ерда I – занжирининг тармоқланмаган қисмидаги ток кучи (5-расм).



Агар занжирнинг участкаларидан (параллел шохобчаларидан ўтаётган ток кучларининг алгебраик йиғиндисини олсак, у занжирнинг тармоқланмаган кисмидаги ток кучидан катта бўлади, яъни:

$$I_R + I_F > I$$

Ўзгарувчан ток занжирида Кирхгорф биринчи қонуннинг татбиқ этилиш хусусияти шундан иборат. Агар занжир фақат актив қаршиликлардан (ёки соф индуктив ёки соф сиғимдан) иборат бўлса, у ҳолда Киргофнинг биринчи қонуни бу занжир учун ҳудди ўзгармас ток занжиридаги каби татбиқ этилади.

Ўзгарувчан ток занжирида истеъмол қилинаётган актив қувват

$$P = U * I * \cos \varphi$$

бу ерда $\cos \varphi$ - қувват коэффициентини,

φ - занжирнинг тармоқланмаган кисмидаги ток билан кучланиш орасидаги фазовий силжиш бурчаги.

Параллел шохобчаларда истеъмол қилинаётган актив қувватлар учун шунга ўхшаш ифода ёзилади:

$$P_R = U * I_R (\cos \varphi = 1),$$

$$P_F = U * I_F * \cos \varphi.$$

$$P_C = U * I_C * \cos \varphi_c,$$

бу ерда P_R – реостат истеъмол қилаётган қувват, *вт*;

P_F – ғалтакс истеъмол қилаётган қувват, *вт*;

P_C – конденсатор истеъмол қилаётган қувват, *вт*.

Бутун занжирнинг умумий актив қуввати, занжир участкалари (параллел шохобчалари) қувватларининг алгебрик йиғиндисидан иборат.

3. Тажриба ишини бажариш тартиби

1. Актив қаршилиқ ва индуктив ғалтакдан иборат бўлган схема йиғилади (5-расм).

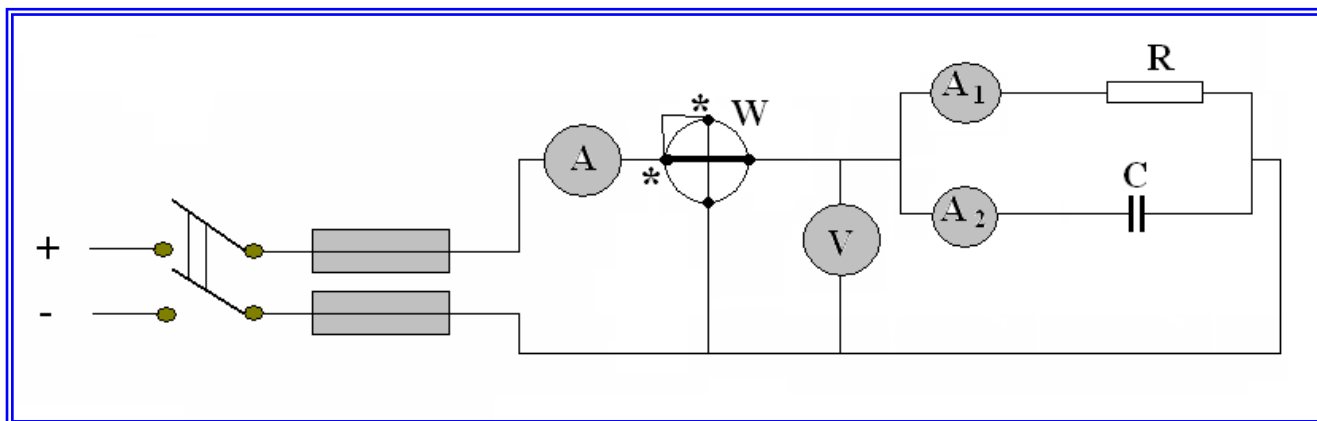
2. Ўқитувчи кўрсатган ток қийматларига эришилганидан сўнг, тегишли ўлчаш натижалари 6-жадвалга ёзилади. I_R ва I_F токлари алгебраик йиғиндисининг умумий ток I дан катта эканлигига ишонч ҳосил қилинади.

6-жадвал

Нагрузка - характери		Ўлчашлар			
		I	U	P	
		<i>a</i>	<i>в</i>	бўл	<i>вт</i>
Актив	1-реостат				
	2-реостат				
	Бутун занжир				
Актив-индуктив	1-реостат				
	Индуктив ғалтак				
	Бутун занжир				
Актив-сигим	1-реостат				
	Конден-сатор				
	Бутун занжир				

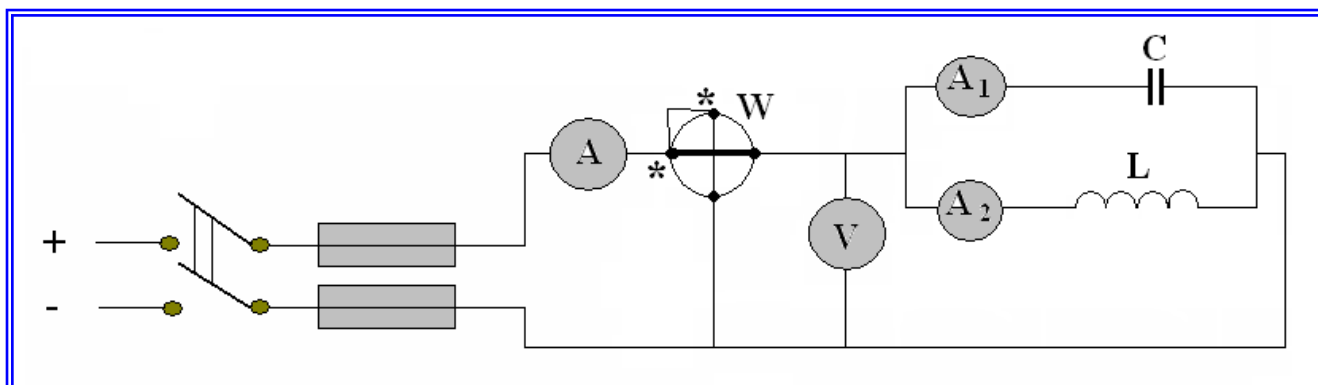
3. Актив қаршилик ва конденсатордан иборат бўлган схемани йиғиб (6-расм), 2-пункт бажарилади. Шунингдек, I_R ва I_C токлари алгебраик йиғиндисининг умумий ток I дан катта эканлигига ишонч ҳосил қилинади.

6-расм



4. Ғалтак ва конденсатордан иборат бўлган схемани йиғиб (7-расм), 2-пункт бажарилади. I_F ва $I_{\text{скг}}$ токлари алгебраик йиғиндисининг умумий ток I дан катта бўлишига ишонч ҳосил қилинади.

7-расм



5. Ток ва кучланишларнинг вектор диаграммаси кўрилади.

6. **12-жадвал**даги тегишли ҳисоблашларни бажаргандан сўнг, занжирнинг параметрлари аниқланади.

7. Ом ва Кирхгорф биринчи қонунларининг ўзгарувчан ток занжирига татбиқ этилиши ва фазавий силжиш бурчаги тугрисида хулоса чиқарилади.

4. Ҳисобот тузиш тартиби

1. Вектор диаграммалари кўрилади.

а) Нагрузка актив-индуктив қаршиликдан иборат бўлганда. Ихтиёрий O нуқтадан (**89-расм**) кучланиш U нинг векторини қўямиз. Яна шу нуқтадан кучланиш векторининг йўналиши бўйича, реостат орқали утувчи ток I_R нинг векторини қўямиз.

Кирхгорфнинг биринчи қонунига асосан берилган занжир учун

$$I = I_R + I_F$$

Бу ифоданинг вектор диаграммасини кўриш ток вектори I_R нинг охиридан соат стрелкаси йўналишида соат стрелкаси йўналишида (чунки индуктив ток кучланишдан фаза жиҳатдан орқада қолади) I_F токи векторига тенг радиус билан ёй чизилади. Сўнгра O нуқтадан умумий ток I нинг векторига тенг радиус билан ёй чизилади. Ёйларнинг текис кесишган нуқтасининг I_R векторининг охири ҳамда O нуқта билан бирлаштириб вектор диаграммасини ҳосил қиламиз.

Ғалтак токи I_F ни актив ток I_{RF} ва индуктив ток I_L дан иборат ташкил этувчиларга ажратиш мумкин.

б) нагрузка актив – сиғим қаршилигидан иборат бўлганда. Бунда ҳам вектор диаграмма нагрузка актив индуктив қаршилик бўлгандаги каби кўрилади, аммо ёйлар соат стрелкаси ҳаракати йўналишига тескари йўналишда чизилади.

Чунки (90-расм). Конденсатор токи $I_{\text{кон}}$ ни актив ток $I_{R\text{кон}}$ ва сиғим токи I_C дан иборат ташкил этувчиларга ажратиш мумкин. Актив ток $I_{R\text{кон}}$ сиғим токи I_C дан бир мунча кичик булиб чиқиши керак,

в) нагрузка индуктив – сиғим қаршилгидан иборат бўлгандан. Ихтиёрий O нуқтадан кучланиш вектори U ни қўямиз. Ана шу нуқтадан нагрузка актив индуктив бўлган ҳолга оид диаграммадан (89-расм) дан олинган φ_F бурчаги остида I_F ғалтакдаги ток векторини қўямиз. Сўнгра яна шу нуқтадан нагрузка актив сиғим қаршилиги бўлган ҳолга оид диаграммадан (90-расм) олинган. $\varphi_{\text{кон}}$ бурчаги остида конденсатордаги $I_{\text{кон}}$ вектори қуйилади. Бу векторларнинг геометрик йиғиндиси I умумий ток векторига тенг бўлиши керак. I_F ва $I_{\text{кон}}$ тоқларнинг нисбатларига кура, умумий ток фаза жиҳатдан кучланишдан олдин келиши ёки орқада қолиши мумкин. I умумий токни I_R актив ток ва I_p реактив тоқлардан иборат ташкил этувчиларга ажратиш мумкин.

2. Занжирнинг параметрлари аниқланади.

а) занжир участкаларининг актив қувватини аниқлаш.

Реостат тастеъмол қилаётган қувват

$$P_R = U \cdot I_R$$

Бу ерда U - тармоқ кучланиши, в;

I_R – реостат орқали утувчи ток, а.

Индуктив ғалтак истеъмол қилаётган қувват

$$P_F = P \cdot P_R,$$

Бу ерда P – ваттметр кўрсатган қувват ҳам шундай аниқланади

$$P_{\text{кон}} = P - P_R.$$

Агар барча ҳолларда кучланиш U узгармай қолса, 7-расм схемасидаги P_F ва $P_{\text{кон}}$ қувватларнинг қийматлари шундайлигиса қолади.

Агар кучланиш узгарса, у ҳолда қувват ҳам кучланишнинг квадратига пропорционал равишда узгаради.

б) Қувват коэффицентини аниқлаш. Бутун занжир учун қувват коэффицентини қуйидаги формула билан аниқланади.

$$\cos \varphi = \frac{P}{U \cdot I}.$$

Паралел тармоқлар учун ҳам қувват коэффицентини анушу формула билан аниқланади, аммо қувват ва тоқнинг ҳар бир тармоқ учун тегишли қийматлари олинади.

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

в) Параметрларни аниқлаш.

1. Бутун занжирнинг параметрлари:

Тўла қаршилиқ

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

Актив қаршилик

$$R = \frac{P}{I^2}$$

Реактив қаршилик

$$X = \sqrt{Z_{2c}^2 - R_{2c}^2}$$

2.Ғалтакнинг параметрлари:

Тўла қаршилик

$$Z_F = \frac{U}{I}$$

Актив қаршилик

$$R_F = \frac{P_F}{I_{2F}^2}$$

Индуктив қаршилик

$$X_L = \omega * L = \sqrt{Z_{2F}^2 - R_{2F}^2}$$

Ғалтакнинг индуктивлиги

$$L = \frac{X_L}{\omega} = \frac{X_L}{2 * \pi * f}$$

3.Конденсаторнинг параметрлари.

Конденсаторнинг актив қаршилиги унинг сиғим қаршилигидан бирмунча кичик бўлгани учун ҳисобга олинмайди.

Сиғим қаршилиги

$$X_C = Z_C = \frac{U}{I_{кон}}$$

Конденсаторнинг сиғими

$$C = \frac{1}{X_C * \omega} = \frac{1}{X_C * 2 * \pi * f}$$

Назорат саволлари

1. Кирхгорфнинг 1-қонунини ўзгарувчан ток занжирларига тадбиқ этиш хусусиятлари нималардан иборат?
2. Ўзгарувчан ток занжири учун Ом қонуни қандай тадбиқ этилади?

3. Юкламанинг қўйидагича уланган холлари учун кучланиш ва тоқларнинг вектор диаграммасини қандай қуриш мумкин:
 - а) резистор ва индуктив ғалтак параллел уланганда;
 - б) резистор ва конденсаторлар параллел уланганда;
 - в) резистор, индуктив ғалтак ва конденсатор параллел уланганда;
4. Бутун занжирнинг, ғалтакнинг ва конденсаторнинг параметрлари қандай аниқланади?
5. Фаза силжиш бурчаги деб нимага айтилади?

4 – ТАЖРИБА ИШИ

Кучланишлар резонанси

1. Ишдан кўзда тутилган мақсад

- 1.Резонанс ҳодисаси билан амалда танишиш.
- 2.Конденсатор сиғими узгарганда индуктив ғалтакда ва конденсатордан кучланишнинг узгаришини текшириш.
- 3.Кучланишлар резонансилар занжирнинг параметрларини аниқлаш.
- 4.Кучланишлар резонансида индуктив ғалтак ва конденсатордаги кучланишнинг тармоқ кучланишидан неча марта ут бўлишини аниқлаш.

2. Тажриба ишига тушинтириш

Кетма-кет уланган индуктив ғалтак ва конденсатордан иборат иборат электр занжирининг реактив қаршиликлари тенг бўлгандаги иш режимига кучланишлар резонанси дейилади, яъни

$$X_L = X_C \text{ ёки } \omega * L = \frac{1}{\omega * C}$$

бу ерда ω - ўзгарувчан ток бурчак частотаси, сек^{-1} ; у

$\omega = 2 * \pi * f$ га тенг.

F – ўзгарувчан ток частотаси, гц ;

L – ғалтакнинг индуктивлиги, гн ;

C – конденсаторнинг сиғими, ф .

Резонансда:

- а) занжирнинг тўла қаршилиги унинг актив қаршилигида тенг бўлади

$$Z_{\text{рез}} = \sqrt{R^2 + (\omega * L - \frac{1}{\omega * C})^2} = R$$

- б) занжирнинг қувват коэффиценти бирга тенг бўлади

$$\cos \varphi_{рез} = \frac{R}{Z_{рез}} = 1$$

в) занжиридаги ток энг ут қийматга эга бўлади

$$I_{рез} = \frac{U}{Z_{рез}} = \frac{U}{R}; \quad z > z_{рез} = R$$

г) реактив кучланишлар узаро тенг бўлади

$$U_L = U_C$$

аммо реактив кучланиш U_p нолга тенг

$$U_p = U_L - U_C = 0$$

д) занжирга берилган кучланиш фақат актив кучланишнинг тушувига сарф бўлади

$$U = \sqrt{U_{2a} + U_{2p}} = U_a = I_{рез} * R$$

Демак, кучланишлар резонансида актив, индуктив ва сиғим қаршиликларида иборат бўлган электр занжири фақат актив қаршиликли занжирга ухшайди.

Кучланишлар резонансида реактив кучланиш нолга тенг бўлганда ҳам, индуктив ва сиғим кучланишларининг ҳар бири алоҳида нолга тенг булмаслиги яъни занжирга берилган кучланишига нисбатан бирмунча ут қийматларга эга бўлиши мумкин.

Бу ҳолни қуйидаги ифодадан курса бўлади:

$$U_L = I_{рез} * X_L = \frac{U}{R} * X_L = U * \frac{\omega * L}{R}$$

R нинг кичик ва X_L нинг ут қийматларида, кучланиш U_L ва унга тенг бўлган кучланиш U_C занжирга берилган кучланишдан бир неча ун марта ут бўлиши мумкин. Кучланишлар резонансида тармоқдан истеъмол қилинадиган реактив қувват нолга тенг бўлади:

$$Q = Q_L - Q_C = 0$$

Чунки, индуктив ғалтак ва конденсаторнинг реактив қувватлари узаро тенг; тўла қувват эса актив қувватга тенг:

$$S = \sqrt{P_2 + Q_2} = P$$

Демак, кучланишлар резонансида индуктив ғалтак ва конденсатор орасида реактив энергия алмашинуви содир бўлади, аммо тармоқ ва индуктив ғалтак ёки тармоқ ва конденсатор орасида эса энергия алмашинуви юз бермайди ут у сабабли $\cos \varphi = 1$ бўлади.

Кучланиш резонанси у пайдо бўлган курилма учун хавфли, чунки юқорида айтилгандек, кучланиш бир неча ун марта ортиб кетиши мумкин. Агар маълум сиғимга эга бўлган кабель линиясига ут у аппаратнинг индуктив ғалтаги (масалан, трансформатор чулгами) уланса, шундай ут содир бўлиши мумкин.

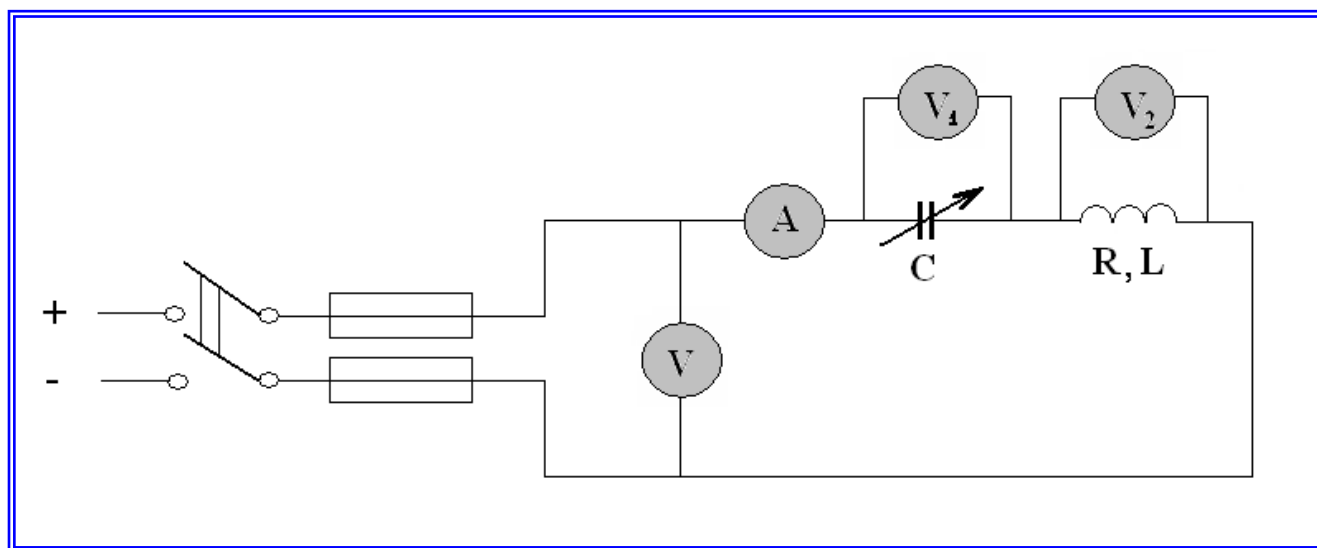
Аммо техниканинг куп сохаларида кучланиш резонансидан кенг фойдаланилмокда (масалан, радиотехникада филтлар сифатида ут .к.)

3.Ишни бажариш тартиби.

1.8-расмдаги схема йиғилади.

2.Конденсаторларнинг сиғимини кетма-кет 2 мкф дан, резонансга якин областларда 1 мкф дан узгарта бориб, асбобларнинг кўрсатиш 13-жадвалга ёзиб олинади.

8-расм



7-жадвал

№	Ўлчашлар				
	C	I	U	U_F	U_C
	мкф	а	в	в	в
1					
2					
...					
n					

3. U_c , U_F ва I ларнинг C га боғлиқлик графиклари кўрилади

4. График бўйича резонанс моменти аниқланади.

5. Кучланишлар резонансида занжирнинг параметрларини ҳисоблаб, унинг натижалари 8-жадвалга ёзилади.

8-жадвал

Графиклардан			Ҳисоблашлар			
C	U_F	U_c	L	R	$\frac{U_F}{U}$	$\frac{U_c}{U}$
мкф	в	в	гн	ом		

6. Резонанс моменти учун вектор диаграмма кўрилади.

4. Ҳисобот тузиш тартиби

а) Резонанс шarti учун вектор диаграмма кўрилади. Ихтиёрий O нуқтадан I токининг векторини қўямиз. Яна шу нуқтадан бу векторга параллел килиб (устма-уст килиб) индуктив ғалтакдаги актив кучланиш $U_{aF} = I_{рез} \cdot R$ нинг тушувига тенг бўлган, тармоқ кучланиши U нинг вектори утказилади. Сўнгра 90° га қолувчан бурчак остида конденсатордаги кучланиш тушуви вектори U_c куйилади. Индуктив ғалтакдаги кучланиш U_F ғалтакдаги актив U_{aF} ва индуктив U_{LF} кучланишлар тушувининг геометрик йиғиндисига тенг бўлиши керак. Сўнгра U_{aF} векторининг охиридан юқорига перпендикуляр чиқариб, ут шу перпендикулярга O нуқтадан туриб U_F векторига тенг радиус ут у ёй чизилади. U_{aF} ва U_F векторларнинг охирларини бирлаштирувчи кесма кучланишнинг индуктив тушуви U_L га тенг бўлади. Бу векторини O нуқтага қучириб, пастга йуналтирилганда у U_c векторига тенг бўлиб чиқиши керак.

Б) Графиклар кўрилади.

$$U_F = f_1(C), \quad U_c = f_2(C) \quad I = f_3(C)$$

боғланишларнинг эгри чизигини бир графикда чизиш керак. Ток I максимал қийматига эришган нуқта кучланиш резонансга тугри келади. Ток I максимал қийматга эришган нуқтадан ордината укига параллел тугри чизик утказилса, ут угри чизик кучланиш резонансида U_{F1} , U_c ва C ларнинг қийматини аниқловчи нуқталарда тегишли эгри чизикларни кесиб утади. Графикдан олинган қийматларни 14-жадвалга ёзилади.

Назорат саволлари

1. Умуман резонанс деб нимага айтилади? Ва хусусан электр занжирлардаги резонанс нима?

2. Элементлари r , L , C кетма-кет уланган занжирда резонанс пайдо бўлишининг шарти қандай?
3. Нима учун бу резонанс кучланишлар резонанси деб аталади?
4. Кучланишлар резонансини ҳосил қилишнинг қандай усуллари мавжуд ва улардан қайси бири Ушбу ишда қўлланилган?

5- ТАЖРИБА ИШИ

Бир фазали индукцион счётчикни текшириш

1.Ишдан кўзда тутилган мақсад

- 1.Бир фазали ўзгарувчан ток индукцион счётчигининг тузилиши ва ишлаш принципи билан танишиш.
- 2.Бир фазали индукцион счётчикни текширишни бажариш.

2.Тажриба ишига тушунтириш

Ўзгарувчан ток занжирларида электр энергиясини ҳисоблаш учун индукцион счётчиклар кулланилади счётчикни текширишдан мақсад, унинг бутуниттифок Давлат стандарти (ГОСТ 6570-60) нинг талаб ва шартларини кониктириш ёки кониктирмаслигини аниқлашдир ГОСТ 6570-60 нинг техник шартлари қуйидагича:

а) қувват коэффиценти $\cos \varphi = 1$ булиб, номинал кучланиш ва частотада счётчик кўрсатишининг нисбий хатолиги анкилик класси 1,0 бўлган счётчиклар учун, ток номиналидан 10 лан 150% гача юқори бўлганда $\pm 1\%$ дан ва аниклик класси 2,0 бўлган счётчиклар учун, ток номиналидан 10 дан 200% гача юқори бўлганда $\pm 2\%$ дан ортмаслиги керак. Аниклик класси 2,5 бўлган счётчиклар учун $\pm 2,5\%$.

б) $\cos \varphi = 1$ бўлганда счётчикнинг сезгирлиги – аниклик класси 1,0 ва 2,0 бўлган счётчиклар учун, нагрузка номиналига нисбатан 0,5% дан ва аниклик класси 2,5 счётчиклари учун 1% дан ортиб кетмаганда счётчик диски тухтовсиз айланиши керак.

В) Счётчикнинг кетма-кет чулгамида ток бўлмай, кучланиш номиналига нисбатан 80-110% ташкил этганда счётчикнинг диски тўла бир мартадан ортик айланмаслиги керак. Счётчикнинг нисбий хатолиги қуйидаги формула билан аниқланади:

$$\gamma = \frac{C_n - C_x}{C_x} * 100\%,$$

бу ерда C_n – счётчикнинг номинал доимийси, яъни диск бир марта айланганда, санаш механизм ҳисобга олган электр энергиясининг миқдори. Одатда,

счётчикнинг паспортида, счётчикнинг узатиш сони, яъни бир киловатт-соат энергия дискнинг неча марта айланишига тенг эканлиги кўрсатилади, масалан, «1 *квт * соат* – *A* диск айланиши». У ҳолда

$$C_H = \frac{1000 * 3600}{A} \left[\frac{\text{вт} * \text{соат}}{\text{айл}} \right],$$

Бу ерда *A* - счётчикнинг узатиш сони (паспортдан олинади).

C_x – счётчикнинг ҳақиқий доимийси, яъни счётчик диски бир марта айланиши учун кетган вақт ичида счётчик оркали ўтган электр энергиясининг ҳақиқий миқдори (истеъмолчи сарфланган энергия)

$$C_x = \frac{U * I * t}{n}$$

бу ерда *n* – дискнинг *t* вақт ичидаги айланишлар сони.

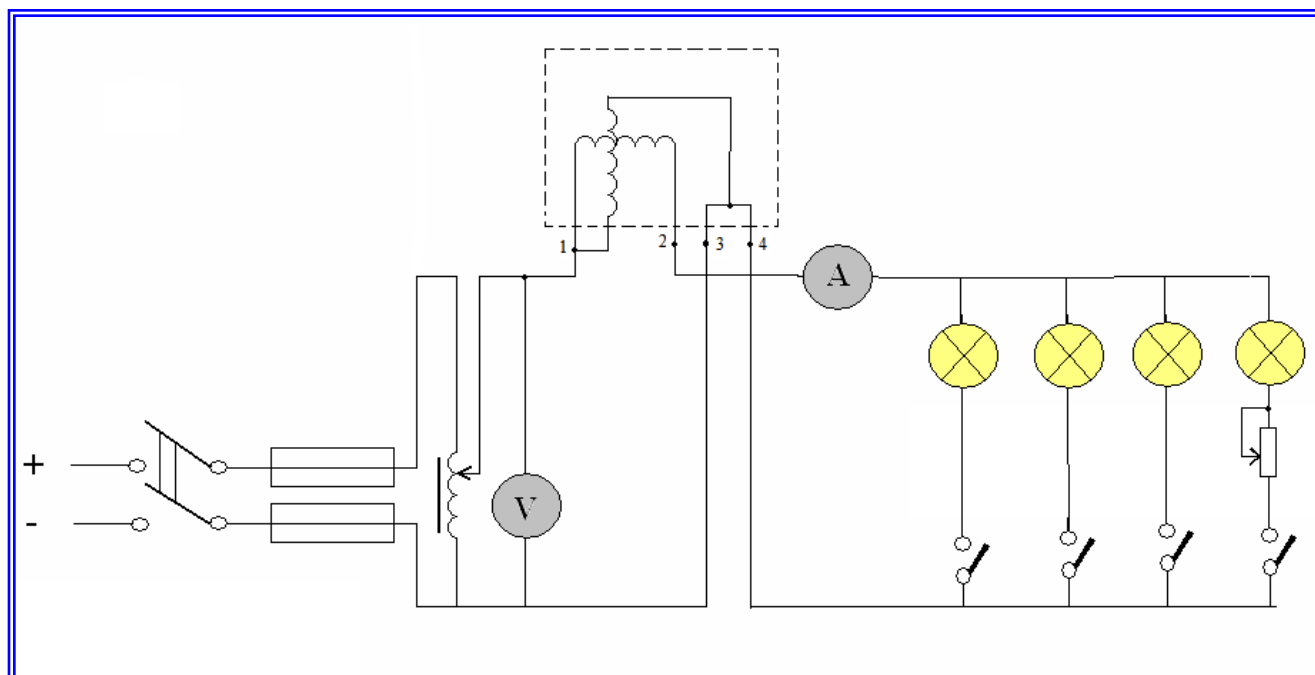
Счётчикнинг сезгирлигини аниқлаш учун, номинал кучланишда счётчикнинг диски айлана бошлайдиган даражада кичик *I_{min}* нагрузка урнатиб, уни қуйидаги формула ҳисобланади.

$$\sigma = \frac{I_{\min}}{I_H} * 100\%$$

III. Ишни бажариш тартиби

1. 110-расмдаги счётчикни текшириш схемаси йиғилади.
2. лампали нагрузка реостата ёрдамида номинал ток урнатилиб, счётчикни 15 минут давомида киздирилади.

10-расм



3. Паспортда берилганлари бўйича счѐтчикнинг номинал доимийсини ҳисоблаб, олинган қийматлар 9- жадвалга ёзилади.

9-жадвал.

Т №	Ўлчашлар					Ҳисоблашлар		
	I	I	U	n	t	C_H	C_X	$\pm$
	%	a	b	айл	сек			%
1.								
2.								
3.								
4.								
5.								

4. Счѐтчикни номинал токда киздиргандан сўнг, t вақт ичида дискнинг айланишлар сони n ҳисобланади. Дискнинг айланишлар сони қуйидаги тарзда ҳисобланади. Дискдаги белги пайдо бўлиши билан кузатувчи секундомерни юргизиб, айланишлар сонини санай бошлайди, “ноль” (аммо “бир” демасдан) ”бир”, “икки” ва хоказо... дискнинг айланишлар сонини ҳисоблашни, секундомер стрелкаси мулжалланган вақтга яқинлашгунча даввом эттирилади (ёки аввалдан берилган дискнинг айланишлар сони ҳисоблангунча). Кузатувчи, бутун айланишлар сонига яқинроқ ҳисоблаб, секундомерни тухтатади.

5. Занжир қисмларидаги кучланишини автотрансформатор ёрдамида номинал ушлаб туриб, ток номиналига нисбатан 75, 50, 25 ва 10% ларни ташкил этганда тажрибанитокнинг ҳар бир қиймати учун 2 мартадан кайтариб, икки ҳисобнинг уртача арифметик қиймати олинади. Тажрибанинг натижалари 9- жадвалда ёзилади.

6. Счѐтчикнинг сезгирлигини аниқлаш.

Бунинг учун схемадаги амперметрни олиб, урнига ўлчаш чегараси 1 а гача бўлган аиперметрниулаш лозим. Автотрансформатор ёрдамида номинал кучланишни урнатиб, лампали реостатда (ростлаш реостати билан боғлиқ бўлган лампани колдириб) барча лампаларни учуриб счѐтчикнинг диски аста- секин (тухтовсиз) айлана бошлангунга қадар реостатнинг қаршилиги камайтирилади. Ана шу моментда амперметр бўйича I_{min} ни аниқлаб, счѐтчикни сезгирлиги σ ни ҳисобланади.

7. Счѐтчикнинг сезгирлиги аниқланган схемани узгартимасдан, барча лампаларни учуриб, автотрансформатор ёрдамида кучланишни аввал номиналга нисбатан 80% сўнгра 110% га узгартирганда, иккала ҳолда ҳам счѐтчикнинг диски айланмаса, демак счѐтчик узи айланмайди.

8. Тажрибадан ва ҳисоблашлардан олинганларга асосан счѐтчикнинг хатолик эгри чизиги $\gamma = f(I\%)$ ни кўрилади.

9. Счѐтчикнинг ишлатишга яроқлиги ва қандай аниқлик классига тегишлилига ҳақида хулоса чиқарилади.

V. Назорат саволлари.

1. Индукцион системадаги би фазали счѐтчикнинг тузилиши ва ишлаш принципи қандай?
2. ГОСТ бўйича счѐтчикларни учун қандай талаб ва шартлар қўйилади?
3. Счѐтчикнинг узатиш сони нима?
4. Счѐтчикнинг сезгирилиги деб нима тушунилади?
5. Счѐтчикнинг номинал доимийси деб нима тушунилади ва у қандай аниқланади?
6. Счѐтчикнинг ҳақиқий доимийси деб нимага айтилади?
7. Счѐтчикнинг нисбий хатолиги қандай аниқлади ?

6 - ТАЖРИБА ИШИ

Бир фазали трансформаторни текшириш

1. Ишдан кўзда тутиладиган мақсад

1. Трансформаторнинг тузилиши ва унинг паспорти билан танишиш.
2. Трансформация коэффиценти, фойдали иш коэффиценти, кучланиш тушувини ва киска туташув кучланишини аниқлаш.
3. Трансформаторнинг ташки ҳарактеристикасини олиш.

2. Тажриба ишига тушунтириш

Трансформаторнинг салт ишлаш тажрибаси пўлатдаги қувват исрофгарчилиги ∇P_n ни ва трансформаторнинг трансформация коэффиценти K ни аниқлаш учун утказилади. Бунда трансформаторнинг бирламчи чулгами кисмалари тармоқ кучланишига уланиб, иккиламчи чулгам кисмалари эса очик колдирилади, яъни нагрузка уланмайди. Трансформаторнинг трансформация коэффиценти қуйидаги формула билан аниқланади:

$$K = \frac{U_1}{U_{20}},$$

Бу ерда U_1 - трансформаторнинг бирламчи чулгамига берилган кучланиш, в;
 U_{20} – трансформатор салт ишлаганда иккиламчи чулгам кисмаларидаги кучланиш, в.

Пўлат узакдаги қувват исрофгарчилиги бирламчи чулгамдаги ваттметрнинг кўрсатиши бўйича аниқланади.

Трансформаторнинг фойдали иш коэффиценти η , кучланиш тушуви ∇U_{Δ} ва ташки ҳарактеристикаси $U_2 = f(I_2)$ ни олиш учун трансформаторнинг нагрузка

тажрибаси утказилади. Трансформаторга симли реостат ёрдамида нагрузка берилиб, унинг ёрдамида иккиламчи чулгамдаги ток кучи I_2 қиймати урнатилади. I_2 нинг қиймати аввал қуйидаги формула билан ҳисоблаб, топилади:

$$I_2 = \beta * I_{2H}$$

Бу ерда β - трансформаторнинг нагрузка коэффиценти, у 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0 га тенг;

I_{2H} трансформатор иккиламчи чулгамининг паспортида кўрсатилган номинал ток, а.

Трансформаторнинг фойдали иш коэффиценти икки усул билан аниқланади:

а) аник усул

$$\eta' = \frac{P_2}{P_1} * 100\%,$$

Бу ерда P_2 – трансформаторнинг бераётган қуввати (иккиламчи чулгамга уланган ваттметрнинг кўрсатиши), *вт*.

P_1 – Трансформатор тармоқда истеъмол киладган қуввати (бирламчи чулгамга уланган ваттметрнинг кўрсатиши), *вт*.

б) тақрибий усул:

$$\eta'' = \frac{\beta * P_{2H}}{\beta * P_{2H} + \beta^2 * \nabla P_M + \nabla P_n} * 100\%$$

бу ерда P_{2H} – трансформатор иккиламчи чулгамининг паспортида кўрсатилган номинал қувват, *вт*;

∇P_M трансформаторнинг киска туташув тажрибасида ваттметрнинг кўрсатиши бўйича аниқланалиган мисдаги қувват исрофгарчилиги, *вт*.

∇P_n трансформаторнинг салт ишлаш тажрибасида ваттметр кўрсатиши бўйича аниқланалиган пўлат узакдаги қувват исрофгарчиликлари, *вт*.

Ушбу тажриба ишида трансформаторнинг нагрузкеси сифатида актив қаршилиқ (симли реостат) олнгани учун $\cos \varphi = 1$ га тенг, у ҳолда ф. и. к. формуласида

$$S_H = P_{2H}$$

дейиш мумкин. Трансформатордаги кучланиш тушуви қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$\nabla U = \frac{U_1 - K * U_2}{U_1} * 100\%$$

Бу ерда ∇U – процентда ҳисобланган кучланиш тушуви;

U_1 – трансформаторнинг бирламчи чулгамидаги кучланиш, в;

U_2 – трансформаторнинг иккиламчи чулгамидаги кучланиш, в.

Трансформаторнинг киска туташув тажрибаси, мисдаги қувват қувват исрофгарчилиги ∇P_m ни ва киска туташув кучланиши e_k ни аниқлаш учун утказилади. Бу тажрибани утказиш учун трансформаторнинг иккиламчи чулгами амперметр оркали киска туташтирилиб, бирламчи чулгамга потенциометр Π оркали шундай пасайтирилган кучланиш бериладики, бунда унинг бирламчи ва иккиламчи чулгамидан номинал ток утади. Трансформаторнинг киска туташув кучланиши қуйидаги формула билан аниқланади.

$$e_k = \frac{U_k}{U_{1n}} \cdot 100\%$$

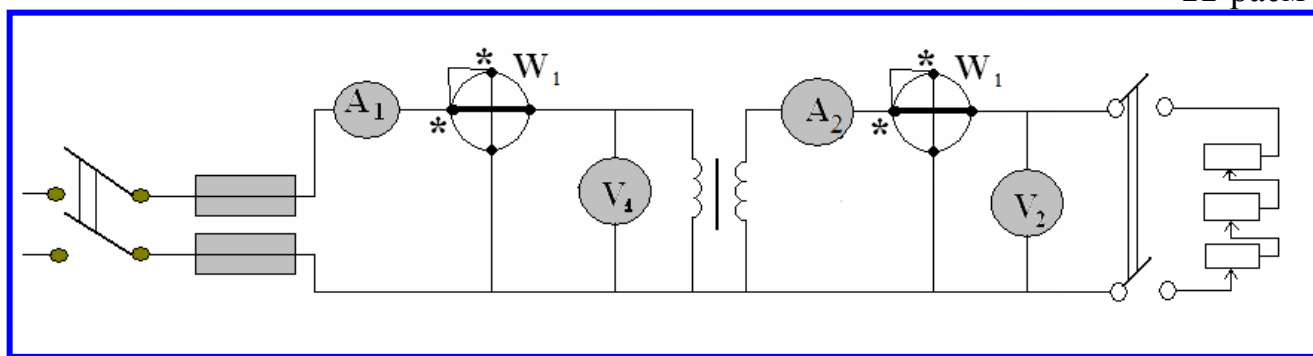
Бу ерда U_k трансформаторнинг бирламчи чуогами берилган пасайтирилган кучланиш, в.

U_{1n} – трансформаторнинг паспортида кўрсатилган бирламчи чулгамнинг номинал кучланиши, в.

3.Ишни бажариш тартиби

11-расмдаги схема йиғилади.

11-расм



2.Трансформатор салт ишлаш тажрибасини ўтказиб, ўлчаш натижалари 10-жадвалга ёзилади.

10-жадвал

Ўлчашлар				Ҳисоблашлар	
I_o	ΔP_{Π}	U_1	U_2	К	$\frac{I_o}{I_{1n}} \cdot 100\%$
a	Bm	v	v		

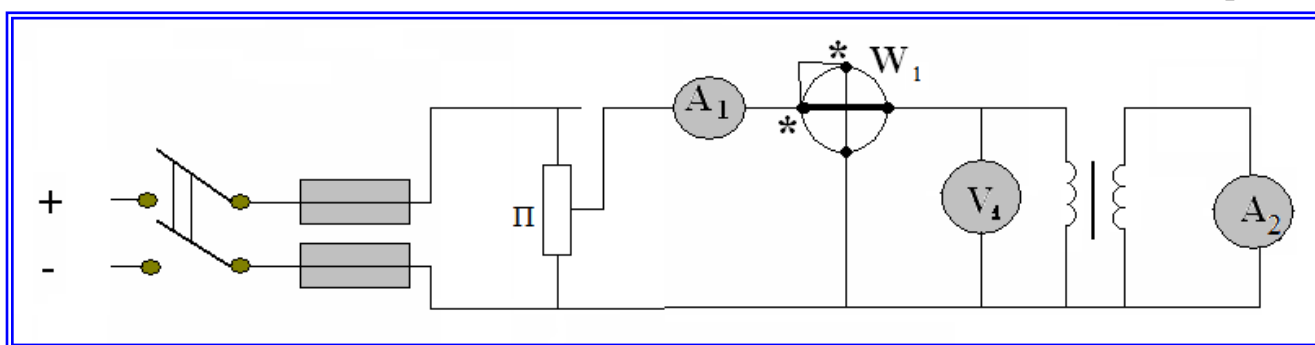
3. Трансформаторни нагруклаш тажрибасини ўтказиб, ўлчаш натижалари **11-жадвалга** ёзилади.

11-жадвал

№										
	β	I_1	U_1	P_1	I_2	U_2	P_2	η^1	η^n	ΔU
		а	в	вт	а	в	вт	%	%	%
1	0,2									
2	0,4									
3	0,6									
4	0,8									
5	1,0									

4. **12-расмдаги** схема йиғилади.

12-расм



5. Трансформаторнинг киска туташув тажрибасини итказиб, ўлчаш натижалари **12-жадвалга** ёзилади.

12-жадвал

Ўлчашлар			Ҳисоблашлар	
I_{KT}	ΔP_M	U_K	e_K	$\frac{\Delta P_m}{P_u} \cdot 100\%$
а	Вт	в	%	

6. Трансформаторнинг ташки ҳарактеристикаси кўрилади.

7. Тажриба иши юзасидан хулоса чиқарилди:

а) Тажрибадан олинган салт ишлаш токи I_o ва киска туташув кучланиши e_K нинг қийматлари паспортда ва уқув кулланмаларида кўрсатилган қийматлари билан солиштирилиб кўрилади;

б) Трансформаторнинг фойдали иш коэффициенти қандай нагрукда энг катта қийматга эга бўлиши аниқланади;

в) трансформаторнинг назарий фойдали иш коэффициенти қандай нагрукда максимал қийматга эга бўлиши аниқланади.

13-жадвал

№	Ўлчашлар							Ҳисоблашлар		
	β	I_1	U_1	P_1	I_2	U_2	P_2	η'	η''	ΔU
		<i>a</i>	<i>в</i>	<i>вт</i>	<i>a</i>	<i>в</i>	<i>вт</i>	%	%	%
1	0,2									
2	0,4									
3	0,6									
4	0,8									
5	1,0									

Назорат саволлари

1. Трансформаторнинг тузилиши ва ишлаш принципини айтинг?
2. Трансформация коэффиценти нима ва у қандай аниқланади?
3. Салт ишлаш ва қисқа туташув тажрибалари қандай ўтказилади?
4. Трансформаторларнинг ФИК ни қандай усуллар билан аниқлаш мумкин?
5. Пулат ўзакнинг вазифаси ва конструкциясини баён этинг.

7-ТАЖРИБА ИШИ

Кабелнинг электр сиғимини аниқлаш.

1. Ишдан кўзда тутилган мақсад:

1. Кабелнинг электр сиғимини:

А) Кабелнинг айрим симлари орасидаги электр сиғимини.

Б) кабелнинг қобиғи ва бирон сими орасидаги электр сиғимини қлчашни ўрганиш.

2. Тажриба ишига тушунтириш.

Кабелнинг ток ўтказувчи симлари, уларни ажратиб турувчи изоляцияси билан биргаликда, шунингдек, кабелнинг ҳар бир сими ва унинг қобиғи маълум сиғимга эга. Кабел тармоқларини ҳисоблашда кабелнинг сиғимини ҳисобга олиш керак, чунки:

А) Кабелнинг сиғими электр занжирларида бўладиган улаш-узиш ва қисқа туташувлардаги қткинчи процессларга таъсир кўрсатади:

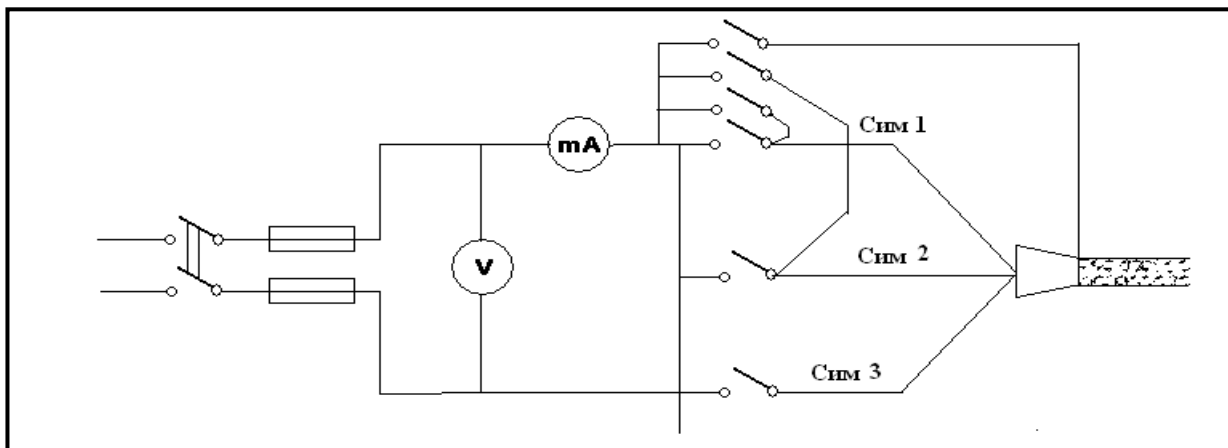
Б) Индуктив қаршилик (электр двигателлари, реакторлар) ва ва сиғим қаршилигига (кабел тармоқлари) эга бўлган занжирда кучланиш резонанси ҳодисаси содир бўлиши мумкин. Кучланиш резонансида, занжирнинг айрим участкаларида, кабел изоляциясининг бутунлиги учун хавфли бўлган катта кучланишлар ҳосил бўлади.

Кабелнинг сиғимини кабелли линияларда ремонт ишлари олиб борилганда ҳам ҳиобга олиш керак. Кабелли участкада ремонт ишини бошлашдан аввал, уни икки оҳиридан ажратиб, айрим симларини ўзаро улангандан сўнг, ремонт ишини бажарувчи шахснинг хавфсизлигини таъминлаш мақсадида ва кабелни конденсатор каби разрядлаш учун уларни ерга улаш керак.

Ўлчаш натижасида олинганлар бўйича кабелнинг сиғими қўйидаги формула билан ҳисобланади:

$$C = \frac{I \cdot 10^3}{\omega \cdot U}$$

13-расм



Бу ерда, I – амперметр кўрсатган ток, mA ;

U - вольтметр кўрсатган кучланиш, v ;

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

-ўзгарувчан ток бурчак частотаси, $сек^{-1}$;

f - тармоқдаги ўзгарувчан ток частотаси, 50гц;

C – сиғим, $мкф$.

III. Ишни бажариш тартиби

1. Расмдаги схема йиғилади.

2. Берилган конденсаторнинг сиғимини аниқлаш учун ажратгичнинг турли ҳолатида ток ва кучланишнинг катталиги ўлчанади:

а) кабелнинг қобиғи билан ҳар бир сими орасидаги сиғим,

б) кабелнинг симлари орасидаги сиғим ўлчанади.

3. Ўлчаш натижалари 14-жадвалга ёзилади.

14-жадвал

№	Рубилниклар уланган	Ўлчаш жойи	Ўлчашлар		Ҳисоблашлар
			U_b	I_a	C_{mkf}
1.	1,4	Сим 1-қобик			
2.	1,5	Сим 2-қобик			
3.	1,6	Сим 3-қобик			
4.	3,5	Сим 1-сим 2			
5.	3,6	Сим 1-сим 3			
6.	2,6	Сим 2-сим 3			

4. Ҳар бир ўлчаш натижалари асосида кабелнинг сиғимини ҳисоблаб 14-жадвалга ёзилади.

Назорат саволлари

8-ТАЖРИБА ИШИ

Ярим ўтказгичли диод, стабилитрон ва тиристорларнинг статик характеристикаларини текшириш.

1. Ишни бажаришдан мақсад

- 1) Ярим ўтказгичли диод, стабилитрон ва тиристорларнинг тузилиши ва ишлаш принципини ўрганиш.
- 2) Диод, стабилитрон ва тиристорларнинг статик характеристикалари ав параметрлари билан ишлаш.
- 3) Ярим ўтказгичли диод, стабилитрон ва тиристорларнинг қўлланиш соҳалари билан танишиш.

2. Ишга оид назарий тушунчалар

Ярим ўтказгичли диод, стабилитрон ва тиристорлар ўзгарувчан токни тўғрилашда (ўзгармас токка айлантиришда), ўзгармас кучланишни бошқа миқдордаги ўзгармас кучланишга айлантириб беришда ишлатилади. Бундай асбоблар ўзгарувчан ва ўзгармас ток стабилизаторларида, бошқарилувчи тўғрилагичлар яратишда, умуман ўзгартириб берувчи техниканинг бошқа қурилмаларида, шунингдек, бошқариш системаларида кенг қўлланилади.

Мамлакатимиз саноати ишлаб чиқараётган ярим ўтказгичли диодлар ва тиристорлар ихчам, кичик ўлчамли статик ток ўзгарткичлар яратишга имкон беради. Булар саноатда, темир йўлда, самолётлар ва бошқа жойларда кенг қўлланилади. Турли тўғрилагичлар электр машиналарининг магнит майдонини ҳосил қилишда, ўзгармас ток электр юритмаси системасида двигателларни, шунингдек, кимё саноатида электролиз қурилмаларини электр энергияси билан таъминлашда, рангли металлургияда ва ҳаказоларда кенг қўлланилади.

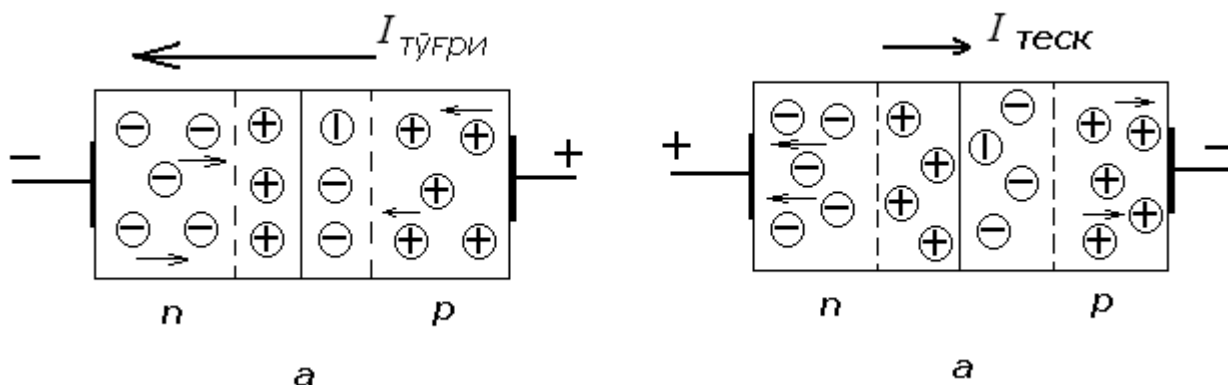
Ярим ўтказгичли асбоблар ион ва электрон асбобларга нисбатан: ишга доим тайёрлиги, ФИК нинг ва мустаҳкамлигининг юқорилиги, истаган фазовий ҳолатда ишлай олиши, катта инерцион нагрузкаларда ишлатиш мумкинлиги, катта бошқариш системаларининг қурилмаларини микроминиатюризациялаш ва интеграция қилиш мумкинлиги каби афзалликларга эга.

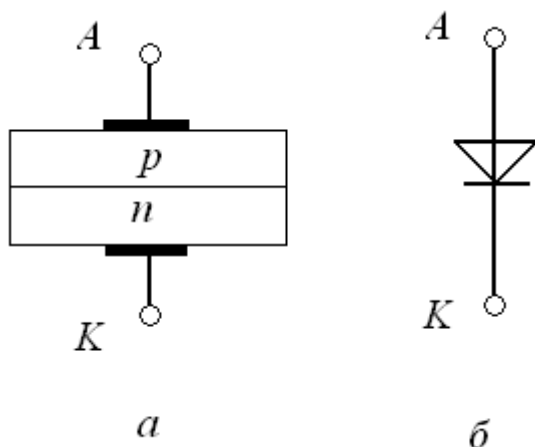
ЯРИМ ЎТКАЗГИЧЛИ ДИОДЛАРНИНГ ТУЗИЛИШИ ВА ИШЛАШ ПРИНЦИПИ

Ярим ўтказгичли асбобларнинг ишлаш принципи, электр ўтказувчанлиги турлича бўлган ярим ўтказгичли материалларнинг бир томонлама ўтказиш хусусиятига асосланган. Булар электрон (n-типдаги) ва тешикли (p-типдаги) электр ўтказувчанликлардир. n-типдаги электр ўтказувчанлик соҳасида токнинг ўтиши манфий зарядланган электронларнинг кучиши ҳисобига содир бўлади. Бу электронларнинг ортиқча миқдори ярим ўтказгичнинг монокристаллига донорли қўшилмаларнинг (масалан сурма, мишяк ва фосфор) киритилиши билан ҳосил қилинади. p-типдаги электр ўтказувчанлик соҳасида эса токнинг ўтиши мусбат зарядланган “тешик” ларнинг кўчиши ҳисобига содир бўлади. “Тешик” бу электрон етишмаган атом бўлиб, мусбат зарядга эгадир, абсолют миқдори бўйича электроннинг зарядига тенг. Тешиклар ярим ўтказгичнинг монокристаллига акцепторли қўшилмани (масалан, индий, бор ва алюминий) киритиш билан ҳосил қилинади.

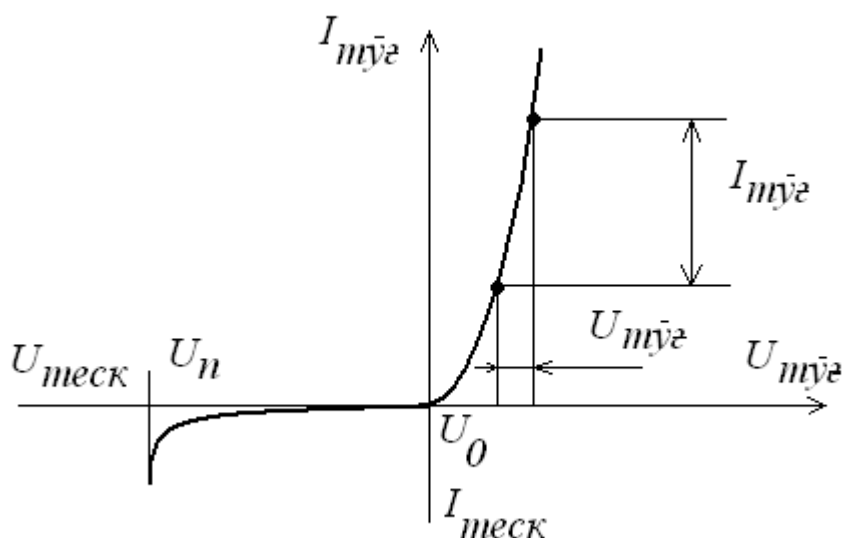
Биттаси электрон, иккинчиси тешикли электр ўтказувчанликки эга бўлган ярим ўтказгичларни бевосита бирлаштирганда электрон-тешик ўтиш (p – n ўтиш) ҳосил бўлади. Ўтишнинг асосий хусусияти унинг қаршилигини миқдори берилаётган кучланишнинг кутбига боғлиқлигидадир, (**14-расм**), p – n ўтишли ярим ўтказгичларни ташқи занжирга улаш учун унинг қисмалари билан контакт ҳосил қилинади. Ярим ўтказгични тўғри улаганда, унинг p соҳасига кучланишнинг мусбат кутбини, n соҳасига эса манфий кутбини берганимизда p – n ўтишнинг қаршилиги минимумгача камаяди. Тескари улаганда эса p – n ўтишнинг қаршилиги катта бўлади.

14-расм





15-расм



16-расм

Структураси $p - n$ ўтишли икки қатламли ярим ўтказгич асосида ишланган асбоб диод ёки бошқарилмайдиган вентил дейилади. N типдаги электр ўтказувчанликли ярим ўтказгич қатламига уланадиган электрод катод, p типдаги электр ўтказувчанлик қатламига уланадиган электрод эса анод ҳисобланади (15-расм, а). Диоднинг шартли белгиси эса 15-расм, б да кўрсатилган.

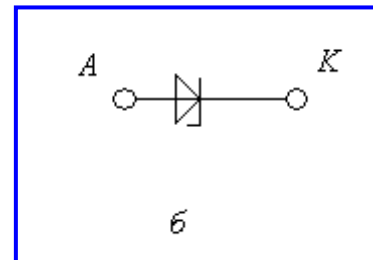
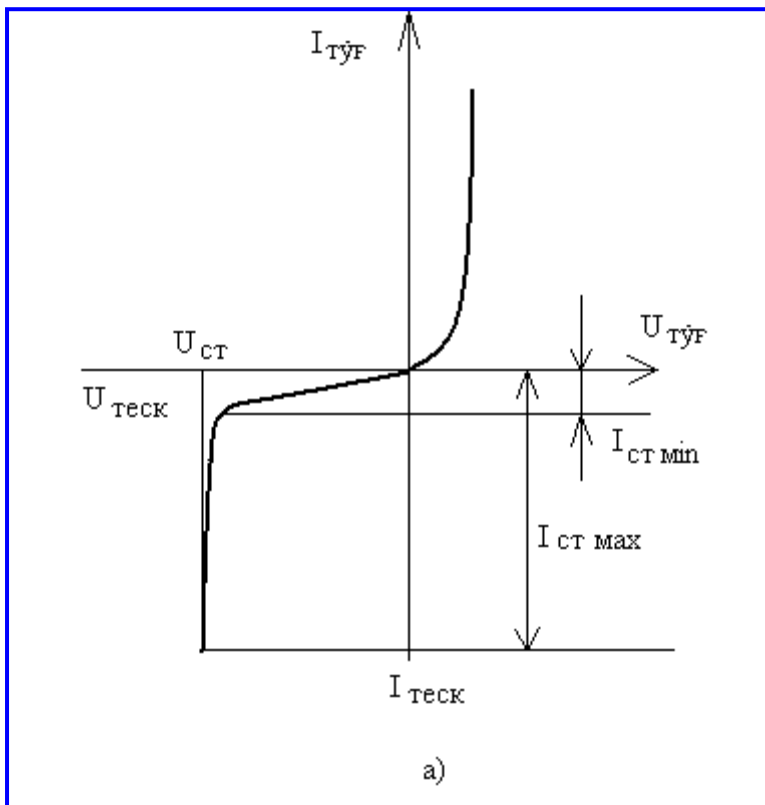
I. Электрон – тешик ўтишнинг хусусияти, $p - n$ ўтишдаги токнинг катталиги ва қутби, унга берилган кучланишга боғлиқлигини кўрсатувчи вольт-ампер характеристикасида яққол тасвирланган (16-расм). Вольт-ампер характеристикаси қуйидагиларни аниқлашга ёрдам беради:

тескари тўйиниш токи – $I_{\text{теск}}$;

максимал тескари кучланиш – $U_{\text{теск. мак}}$;

дифференциал қаршилиқ - $r_d = \frac{\Delta U_{\text{туғр}}}{\Delta I_{\text{туғр}}}$

тўғирлашнинг статик ва динамик коэффицентлари $K_{\text{тўғр ст}}$; $K_{\text{тўғр дин}}$; минимал ёниш кучланиши - U_0 ; $p - n$ ўтишнинг хусусиятига температуранинг таъсири.



17-расм

II. Диодларнинг асосий параметрлари: тўғрилган максимал ток $I_{тўғ \text{ макс}}$ да кучланишнинг тўғри йўналишдаги пасаюви $U_{тўғ}$, максимал тескари кучланиш - $U_{теск \text{ макс}}$; максимал тескари ток $I_{теск \text{ макс}}$ максимал сочилган қувват $P_{соч. макс.}$; электродлараро сиғим – C ; мумкин бўлган максимал частота – f ; ишлаш температурасининг диапазони.

Аралашмасининг концентрацияси катта бўлган кремнийдан ясалган ясси диод ярим ўтказгичли диод ҳисобланади. Стабилитроннинг статик волт-ампер характеристикаси ва шартли белгиланиши **17-расм, а ва б** да кўрсатилган.

III. Стабилитрон волт-ампер характеристикасининг биринчи чоракдаги бўлган кремнийли диоднинг характеристикасидан фарқ қилмайди. Унинг учинчи чоракдаги бўлаги эса, ток ўқиға деярли параллел ўтувчи вертикал тўғри чизик кўринишига эга. Шунинг учун ток кенг чегарада ўзгарганда асбобдаги кучланишнинг пасаюви амалда ўзгармайди. Кремнийли диодларнинг бу хусусияти улардан кучланиш стабилизаторлари тарзида фойдаланишга имкон беради.

Стабилитроннинг параметрлари:

Стабилланган кучланиш – $U_{ст. макс.}$;

Максимал стабилланган ток – $I_{ст. макс.}$;

минимал стабилланган ток – $I_{ст. мин.}$;

$$\text{дифференциал ыаршилиқ } r_d = \frac{\Delta U_{cm}}{\Delta I_{cm}}$$

бу ерда: ΔU_{cm} - стабилитрондаги кучланишнинг ортиши;

ΔI_{cm} - стабиллаш режимида токнинг ортиши.

III. Ишни бажариш тартиби

1. Диоднинг асосий параметрлари билан танишиб, уларни ҳисобот дафтарига ёзинг.
2. 18 – расмдаги диодни текшириш схемасини йиғинг.
3. Қайтаулагич П-1 ни “а” ҳолатга, П-2 ни эса “Г” ҳолатга ўтказиб r_1 ва r_3 резисторларнинг қаршиликларини ўзгартириш билан диодга берилаётган кучланиш ўзгартирилади (ўзгартириш чегарасини ўқитувчи кўрсатади). Ўлчашдан олинган маълумотларни **15 – жадвалга** ёзинг.

$U_{тўғ}$	В						
$I_{тўғ}$	мА						
$U_{теск}$	В						
$I_{теск}$	мА						

15 – жадвал

4. Қайтаулагич П-1 ни “в” ҳолатга, П-2 ни эса “2” ҳолатга ўтказиб диоднинг тескари характеристикасини олинг. Бунда диоднинг тешилишига йўл қўймасдан, унга берилаётган кучланишини $U_{тес.мах}$ гача ўзгартириш керак. Ўлчашдан олинган маълумотларни 15 – жадвал га ёзинг.

5. 15 – жадвал да ёзилган маълумотлар бўйича диоднинг вольт-ампер характеристикасини қуринг.

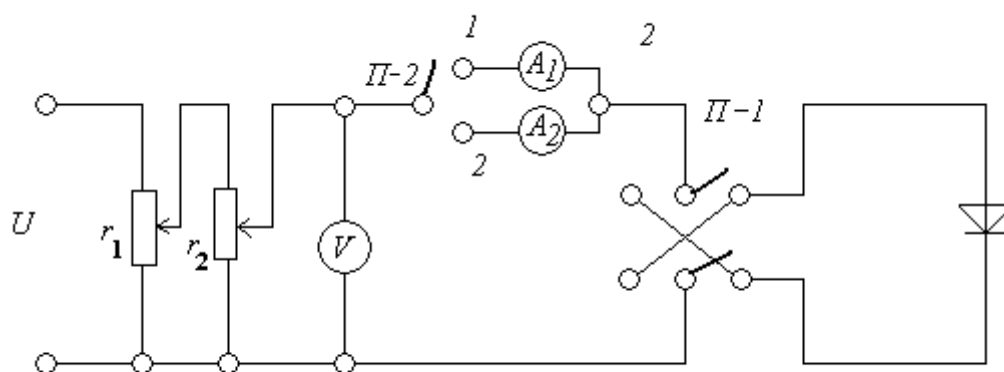
6. Диоднинг вольт-ампер характеристикаси бўйича r_d ва U_o ни, шунингдек, $U_{тўғ}=U_{теск}$. Бўлганда статик тўғрилаш коэффициенти

$$K_{m.cm} = \frac{I_{тузр}}{I_{теск}}$$

ни аниқланг.

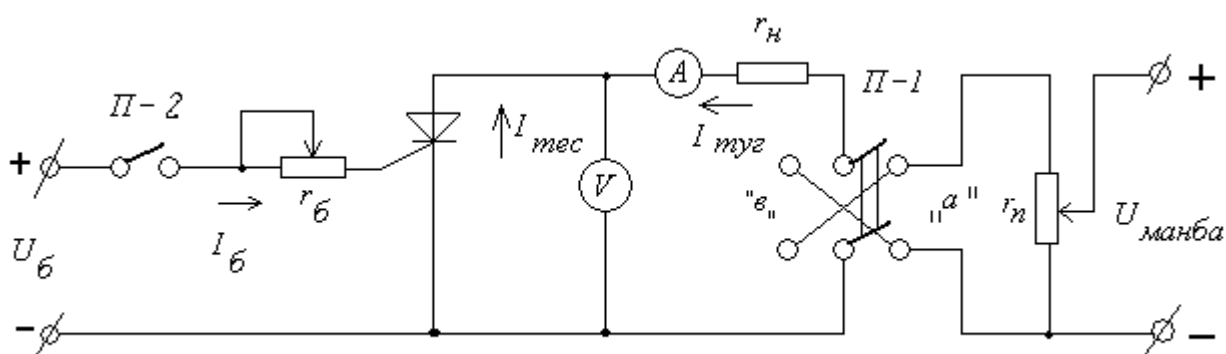
7. **18-расмдаги** схема диод ўрнига стабилитрон уланг.

8. стабилитроннинг асосий параметрлари билан танишиб уларни ҳисобот дафтариг ёзиб қўйинг.



18-расм

19-расм



9. 3 ва 4 пунктлардаги текширишларни бажариб, ўлчашдан олинган маълумотларни 16-жадвалга ёзинг.

16-жадвал

$U_{T\dot{y}f}$	B						
$I_{T\dot{y}f}$	mA						
$U_{текс}$	B						
$I_{текс}$	mA						

10. олинган маълумотлар бўйича стабилитроннинг вольт-ампер характеристикасини куриб, ундан стабилитроннинг асосий параметрларини аниқланг.

11. Тиристорнинг асосий параметрлари билан танишиб, уларни ҳисобот дафтарига ёзиб қўйинг.

12. 19-расмдаги тиристорни текшириш схемасини йиғинг.

13. Қайтаулагич П-1 ни а ҳолатга ўтказиб, П-2 нинг ажратилган ҳолатида $I_{T\dot{y}r}$. Нинг тегишли қийматларини аниқлаб, манбанинг кчланишини ўзгартиринг. Ўлчашдан олинган маълумотларни 17-жадвалга ёзинг.

14. Қайтаулагич П-2 ни улаб, реостат r_6 нинг иккита ҳолати учун манба кучланишини ўқитувчи кўрсатган чегарада ўзгартиринг. Ўлчашдан олинган маълумотларни 17-жадвалга ёзинг.

15. Қайтаулагич П-2 ни ажратиб, П-1 ни эса в ҳолатга ўтказиб, манба кучланишини ўзгартирган ҳолатда $I_{T\text{eck}}$ токнинг қийматини аниқланг. Ўлчашдан олинган маълумотларни 17-жадвалга ёзинг.

17-жадвал

$I_{60}=0$	$U_{T\dot{y}r}$ В						
	$I_{T\dot{y}r}$ mA						
$I_{61} > I_{60}$	$U_{T\dot{y}r}$ В						
	$I_{T\dot{y}r}$ mA						
$I_{62} > I_{61}$	$U_{T\dot{y}r}$ В						
	$I_{T\dot{y}r}$ mA						
$I_6=0$	$U_{T\text{eck}}$ В						
	$I_{T\text{eck}}$ mA						

16. тиристор вольт-ампер характеристикасининг туркумини куриб, ундаги асосий характерли нуқталарни белгиланг.

Назорат саволлари

1. “р-п” ўтиш деб нимага айтилади?
2. ярим ўтказгичли диоднинг ва стабилитроннинг тузилиши ва ишлаш принципини тушунтириб беринг.
3. диод, стабилитрон ва тристорнинг вольт-ампер характеристикаларни қандай кўринишга эга?
4. тристорнинг тузилиши ва ишлаш принципини тушунтириб беринг.
5. диод, стабилитрон ва тиристор қайси соҳаларда қўлланилади?

9-ТАЖРИБА ИШИ

ЎЗГАРУВЧАН ТОКНИ ТЎҒРИЛАШ ЗАНЖИРЛАРИ

I. Ишни бажаришдан мақсад

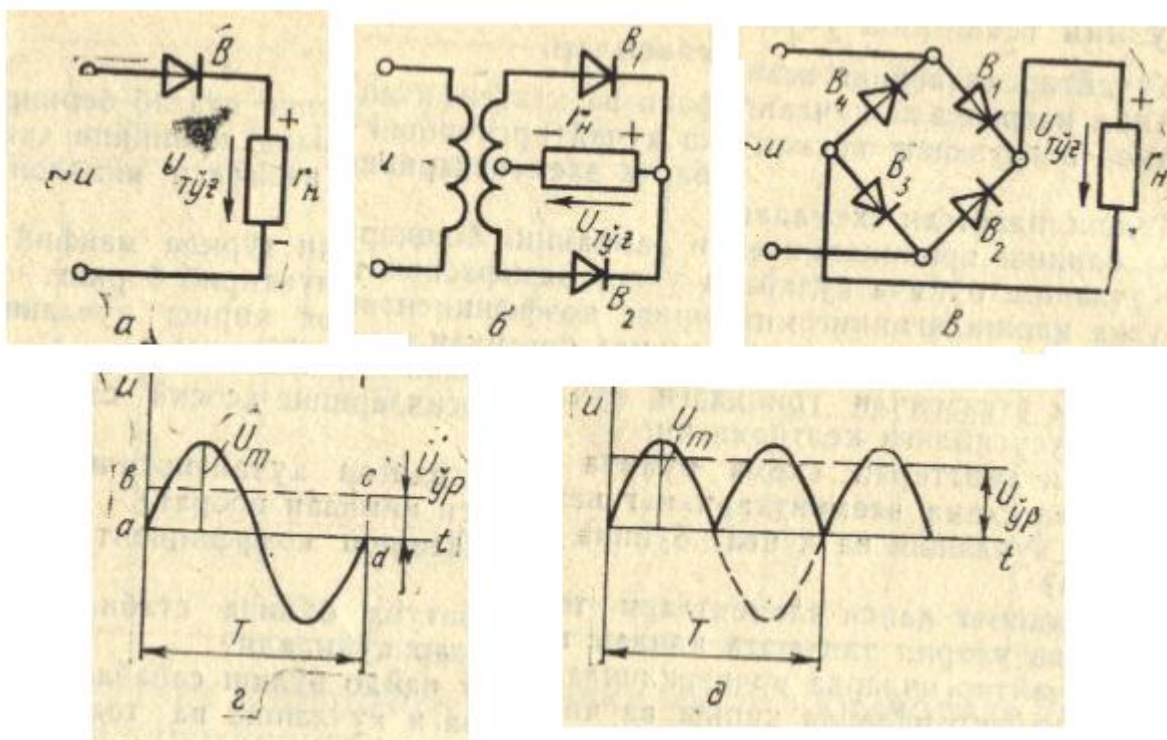
1. синусоидал ўзгарувчан токни тўғрилаш схемлари билан танишиш ва тўғриланган токнинг сифатини аниқлашни ўрганиш.
2. тўғрилаш коэффициентини экспериментал аниқлаб, уни назарий ҳисоблар

билан солиштириш.

3. тўғриланган кучланиш ва токнинг шакллари индуктив-сиғим филтрлари ёрдамида яхшилаш принципини ўрганиш.

II. Ишга оид назарий тушунчалар

Электр энергиясининг бир қанча истеъмолчилари ўзгармас ток манбаидан ишлайдилар. Аммо бу истеъмолчиларни ўзгармас токнинг алоҳида манбаи (ўзгармас ток генераторлари ва кимёвий манбалари) билан таъминлаш ҳамма вақт ҳам мумкин бўлавермайди. Ўзгарувчан ток манбаларининг кенг тарқалганлиги, ўз навбатида ўзгарувчан токни ўзгармас токка айлантириш вазифасини қўйди. Бундай ўзгартиришнинг маъноси истеъмолчига ўзгарувчан ток манбаидан келаётган электр зарядларининг бир томонлама ҳаракатини таъминлашдан иборатдир. шундай қилиб, бундай ўзгарткичларнинг чиқиш томонига уланган истеъмолчиларда ток бир томонга оқади. Ўзгарувчан токни тўғрилаш деган ном ана шундан келиб чиққан. Ўзгарувчан токни тўғрилаш учун бир томонлама ўтказиш хусусиятига эга бўлган асбоблардан, яъни тўғрилагичлардан фойдаланилади. Тўғрилагичларнинг электронли, ионли, ярим ўтказгичли ва электромеханикали турлари бор. Ҳозирги замон техникасида ярим ўтказгичли тўғрилагичлар кенг тарқалган.



20-расм

20-расмда бир фазали ўзгарувчан токни ярим ўтказгичли тўғрилагичлар ёрдамида (В венти́лларда) тўғрилашнинг битта ярим даврли (**20-расм,а**) иккита ярим даврли трансформаторнинг ўрта нуқтаси билан (**20-расм,б**) ва ниҳоят кўприк (**20-расм,в**) схемалари кўрсатилган. Барча схемаларда ток венти́л орқали фақат бир томонга (схемаларда чапдан ўнгга) ўтиши мумкин, чунки ярим

ўтказгични тўғри йўналишда улаганда унинг ўтиш (ички) қаршилиги бўлади.

Тескари йўналишда ток ўта олмайди, чунки $r_{\text{и}} = \infty$. Масалан, **20-расм, а** даги занжир учун кучланиш синусоидасининг битта даври T давомида нагрузка қаршилиги $r_{\text{и}}$ да синусоиданинг мусбат ярим тўлқинига тенг кучланишнинг пасаюви ҳосил бўлади. Бундаги кучланишнинг ўртача қиймати $U_{\text{ўр}}$ ана шу мусбат ярим тўлқиннинг юзасига тенг, яъни

$$U_{\text{ўр}} = \frac{U_m}{\pi} = \frac{\sqrt{2} \cdot U}{\pi} = 0,45U$$

Демак, синусоидал кучланишнинг ўртача ёки тўғриланган $U_{\text{ўр}}$ қиймати, юзаси давр ичидаги мусбат ярим тўлқиннинг юзасига тенг бўлган $abcd$ тўғри тўртбурчакнинг баландлигига тенг.

Битта ярим даврли тўғрилагичда тўғриланган кучланишнинг ўртача қиймати, занжирга берилган ўзгарувчан кучланиш таъсир этувчи қийматининг 45 % ни ташкил этади. У ҳолда тўғрилагичнинг тўғрилаш коэффиценти $K_T = 0,45$.

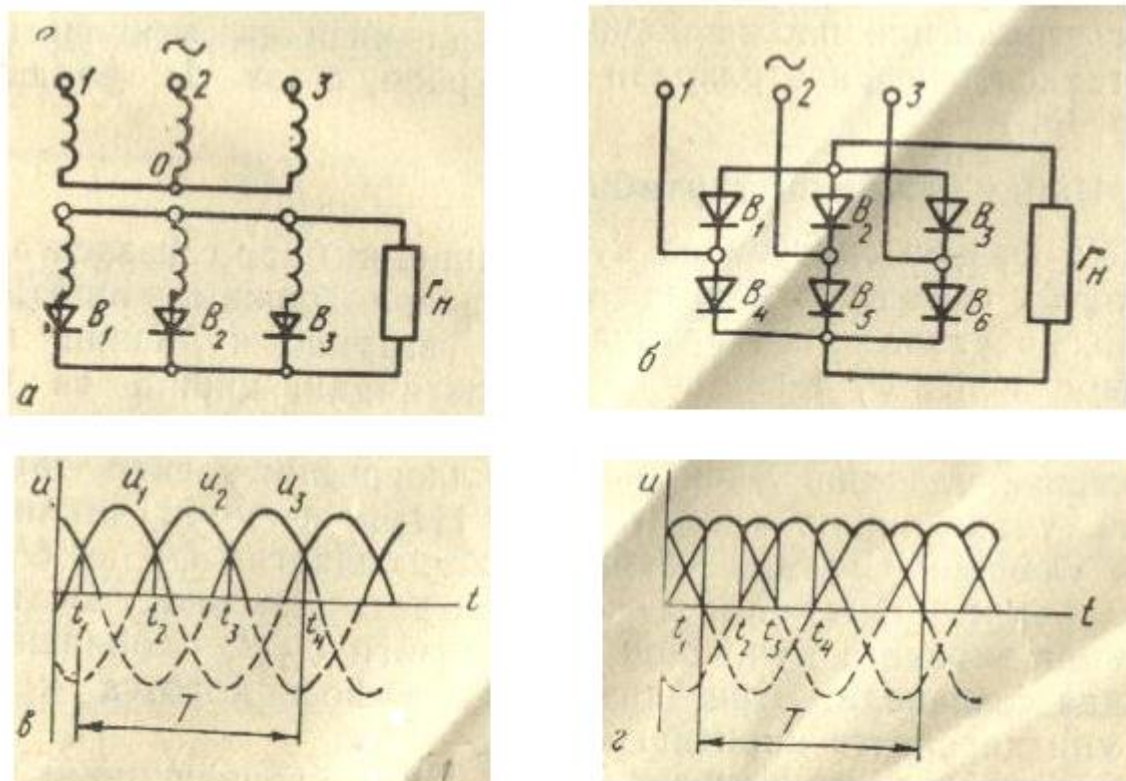
Иккита ярим даврли тўғрилаш схемаларида эса, венти́ллар B_1 ва B_2 (**20-расм, б**) ҳамда B_1 - B_3 ва B_2 - B_4 (**20-расм, в**) навбатма навбат ишлаб, синусоидалнинг иккала ярим тўлқинини битта йўналишда ўтишини (**20-расм, б**) таъминлайди. Бу ҳолда кучланишнинг ўртача ёки тўғриланган қиймати:

$$U_{\text{ўр}} = \frac{2}{T} \int_0^{T/2} u dt = \frac{2\sqrt{2}U}{\pi} = 0,9U.$$

Тўғрилагичнинг тўғрилша коэффиценти $K_T = 0,9$.

Бир фазали ўзгарувчан токни тўғрилаш учун асосан кўприк Схема (**20, в**) қўлланилади. Масалан, радиоприёмникларда ва телевизорларда ана шундай схемадан фойдаланилади.

Кўп фазали тўғрилагичларда тўғриланган кучланишнинг сифати бирмунча мукамал ҳисобланади. Буларнинг ичида энг кўп тарқалгани уч фазали ўзгарувчан токни ўзгармас токка айлантириб берувчи уч фазали тўғрилагичлар ҳисобланади. **21 расм а ва б** да уч фазали токларни битта ва иккита ярим даврли тўғрилаш схемалари кўрсатилган. Бу схемаларда, масалан **2,91 расм а** даги занжирда B_1 , B_2 ва B_3 венти́лларнинг ҳар бири учидан бир $T/3$ даврда **21 расм б** даги занжирда эса венти́лларнинг ҳар бири олтидан бир $T/6$ даврда ишлайдилар.



21-расм

Агар уч фазали битта ярим даврли тўғрилагичнинг **21 расм а** ишлашини кўрадиган бўлсак, унда вентил B_1 вақт t_1 дан t_2 гача, B_2 вентил t_2 дан t_3 гача ва ниҳоят, B_3 вентил t_3 дан t_4 гача бўлган интервалларда ишлайди. Шундай қилиб,

ҳар бир вентилга синусоидаларнинг $\omega t_1 = \frac{\pi}{6}$ ва $\omega t_2 = \frac{5\pi}{6}$ фазалари орасидаги мусбат тўлқиннинг бир қисми тўғри келади (**21 расм в**) у ҳолда тўғриланган кучланишнинг ўртача қиймати

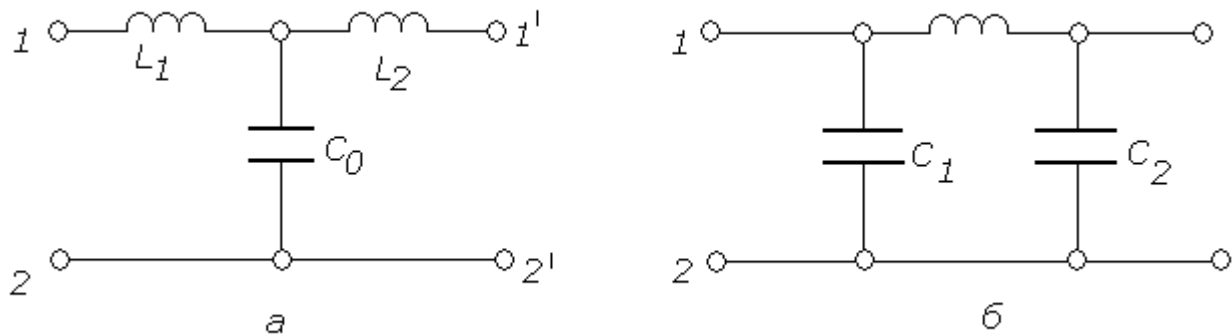
$$U_{yp} = \frac{3Um}{T} \int_{\pi/6}^{5\pi/6} \sin \omega t dt = \frac{3\sqrt{2}U}{2\pi} \left| \cos \omega t \right|_{\pi/6}^{5\pi/6} = \frac{3\sqrt{2} \cdot \sqrt{3}U}{2\pi} = 1,17U.$$

Демак, тўғрилагичнинг тўғрилаш коэффициенти $K_T=1,17$. Умумий ҳолда m – фазали тўғрилагичнинг тўғрилаш коэффициенти

$$K_T = \frac{m\sqrt{2}}{\pi} \sin \frac{\pi}{m} = \sqrt{2} \frac{\sin \frac{\pi}{m}}{\pi / m}$$

Масалан, уч фазали кўприк схемаси учун (**21 расм б да $m=6$**) тўғрилаш коэффициенти $K_T=1,35$. назарий жиҳатдан $m = \infty$ да $K_T=1,41$ бўлиб, тўғриланган кучланиш занжирнинг кириш томонидаги ўзгарувчан кучланишнинг амплитуда қийматига тенгдир. Тўғриланган кучланиш эгри чизиғининг шаклидан кўринадик (**20-расм, г ва д; 21-расм, в ва г**), тўғрилагичларнинг чиқиш томонидаги кучланишларнинг фақат йўналиши ўзгармас бўлиб, миқдори

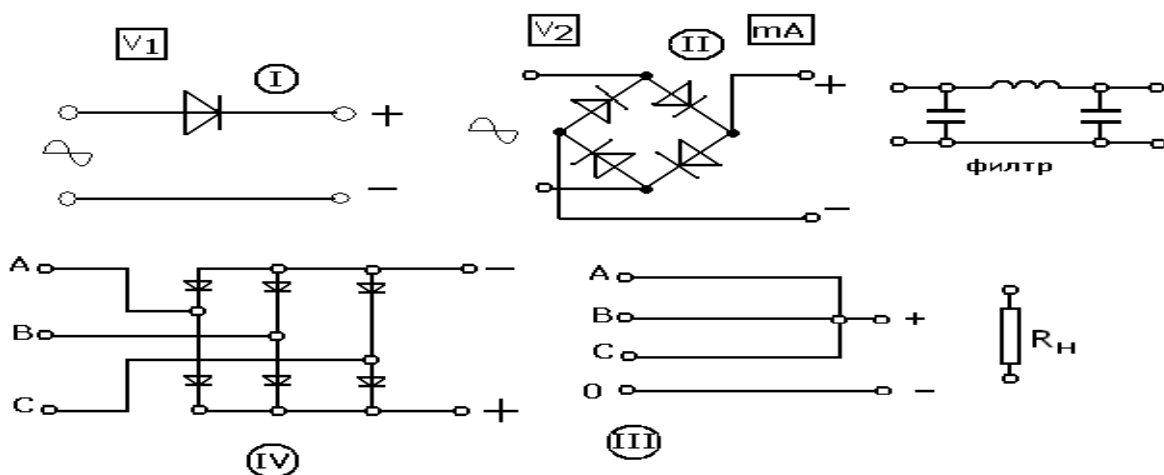
(амплитудаси) жиҳатдан пулсацияланувчидир. Пулсацияни камайтириб, тўғриланган кучланиш шаклининг эгрилигини иложи борида тўғри чизикқа яқинлаштириш учун текисловчи филтрлардан (22-расм а ва б) фойдаланилади.



22-расм

III. Ишни бажариш тартиби.

1. Уч фазали синусоидал кучланишнинг бирор фазасига 23-расмнинг 1 схемасидаги битта ярим даврли режимда ишлайдиган тўғрилагич уланади. Ўзгарувчан ва ўзгармас кучланиш вольтметрлари V_1 ва V_2 тегишлича тўғрилагичнинг кириш ва чиқиш қисмларига уланади. Электрон осциллографни электр тармоғига улаб, унинг кириш клеммаларига тўғрилагичнинг чиқиш қисмлари уланади. Стендни манбага улаб, ўлчанган U_1 ва U_2 кучланишларнинг қийматлари 18-жадвалга ёзилади. Осциллограф унинг экранига кучланиш эгри чизиғи $U_2(t)$ жойлашадиган даражада созланади. Эгри чизикни шаффоф қоғозга кўчириб олиб, уни ҳисоботга киритиш керак.



23-расм

2. Стендни электр манбаидан ажратиб, тўғрилагичнинг чиқиш қисмасига

текисловчи филтрнинг кириш қисмаси уланади. Филтрнинг чиқиш қисмаларига вольтметр ва осциллограф уланади. Стендни тармоққа улагандан сўнг, U_1 ва U_2 кучланишларни ўлчаб, олинган маълумотларни 18-жадвалга ёзилади. Осциллограф экрандаги эгри чизикни шаффоф қоғозга кўчириб олинади.

3. 1 ва 2 пунктлар нагрузка режими учун қайтарилади. Нагрузка қаршилиги r_n амперметр орқали уланади.

18-жадвал

Тўғри ла гич нинг типи	Салт ишлаш режими						Нагрузка режими					
	Филтрсиз			Филтрли			Филтрсиз			Филтрли		
	U_1	U_2	$K=U_2/U_1$	U_1	U_2	$K=U_2/U_1$	U_1	U_2	$K=U_2/U_1$	U_1	U_2	$K=U_2/U_1$
	В	В		В	В		В	В		В	В	
I												
II												
III												
IV												

4. 1, 2 ва 3 пунктларда кўрсатилган ишларни тўғрилагичнинг бир фазали кўприк (II) схемаси учун ҳам бажариш керак.
5. Стендни манбадан ажратиб, осциллографнинг ўзини ўчирмасдан унинг қисмларни филтрнинг клеммаларидан узилади. Уч фазали ток тўрт симли тармоғининг ОАВС қисмаларига уч фазали тўғрилагичнинг (23-расм, III-схема) бир номли клеммалари уланади. Вольтметр V_1 ни уч фазали тармоқнинг О-А қисмаларига, вольтметр V_2 ни эса тўғрилагичнинг “+” ва “-” клеммаларига уланади. Вольтметр V_2 параллел қилиб осциллографнинг қисмалари уланади. Стендни манбага улаб, ўлчашдан олинган маълумотларни 18-жадвалга ёзилади. Осциллографни созлаб олинган эгри чизиклар шаффоф қоғозга кўчириб олинади.
6. Филтрни улаб, 2-пунктдаги айtilган тартибни сақлаган ҳолда, 5-пунктда кўрсатилган ишлар такрорланади.
7. Осциллографни ўчирмасдан, стендни манбадан ажратиб схема бузилади. Кўприк схемали уч фазали тўғрилагич уч фазали тармоқнинг А, В, С қисмаларига 22-расмнинг IV схемасида кўрсатилганидек уланади. Тўғрилагичнинг “+” ва “-” клеммаларига осциллографнинг кириш қисмалари уланади. Стендни манбага улаб, ўлчашдан олинган маълумотларни 18-жадвалга ёзилади. Осциллограф экранда ҳосил бўлган эгри чизиклар шаффоф қоғозга кўчириб олиниб, ҳисоботга киритилади.
8. Схемага филтрни 2-пунктда айtilган тартибда улаб, 7-пунктда кўрсатилган ишлар такрорланади.
9. 7 ва 8 пунктларда кўрсатилаган ишлар тўғрилагичнинг нагрузка режими учун такрорланади.

10. Тўғрилагичнинг салт ишлаш ва нагрузка режимларидан олинган маълумотлар бўйича нагрузка қаршилиги r_n ни ва вентиллардан биронтасининг ички қаршилиги r_H аниқланади. Бунда

$$r_n = \frac{U_{2H}}{I_H}; \quad r_H = \frac{U_{20} - U_{2H}}{I_H}$$

11. Иш бўйича хулоса берилади.

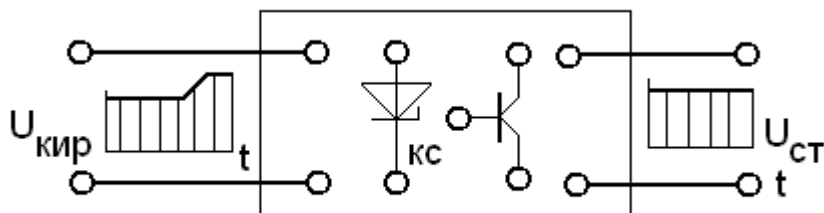
Ўз-ўзини текшириш учун саволлар

1. Ўзгарувчан токни тўғрилаш процесси нимадан иборат?
2. Синусоидал ўзгарувчан кучланишнинг ўртача ёки тўғриланган қиймати нимага тенг?
3. Кўп фазали тўғрилагичларнинг бир фазали тўғрилагичлардан афзаллиги нималардан иборат?
4. Текисловчи филтрларнинг вазифаси нимадан иборат?
5. Ўзгармас токнинг манбаи сифатида унинг махсус манбаларидан (электрмашинали, кимёвий ва б.) ёки ўзгарувчан токни тўғрилаб фойдаланишнинг қайси бири иқтисодий жиҳатдан мақул ҳисобланади?
6. Тўғриланган токдан қайси соҳаларда фойдаланилади?
7. ўзгарувчан токни тўғрилаш учун қандай асбоблардан фойдаланилади?

10-ТАЖРИБА ИШИ ЯРИМ ЎТКАЗГИЧЛИ ЎЗГАРМАС КУЧЛАНИШ СТАБИЛИЗАТОРЛАРИ

1. ИШНИ БАЖАРИШДАН МАҚСАД

Ярим ўтказгичли ўзгармас кучланиш стабилизаторларининг ишлаш принципи ва характеристикалари билан танишиш.



24-расм

2. ИШГА ОИД НАЗАРИЙ ТУШУНЧАЛАР

Берилган кучланишнинг қийматини маълум чегарада ўзгартирувчи факторлар таъсир этганда нагрузкадаги кучланишнинг (ёки токнинг) қийматини

амалда ўзгаришсиз сақлаб турадиган қурилма кучланиш (ёки ток) стабилизатори дейилади (24-расм). Ностабиловчи факторларга нагрузка характери ва токнинг ўзгариши, шунингдек, манба кучланишининг ўзгариши киради.

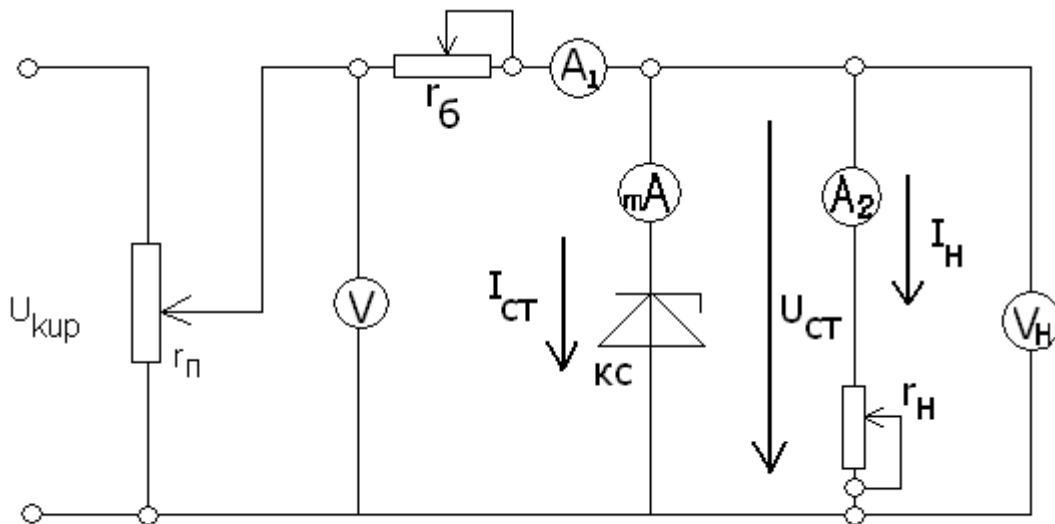
Кучланишни ёки токни стабиллашнинг параметрик ва компенсацион усуллари фарқ қилинади.

Параметрик стабилизаторларда стабиллаш хусусияти ночизикли элементнинг характеристикалари билан аниқланади. ночизикли элементларда кучланиш билан ток ток орасидаги боғланиш ночизиклидир. ночизикли элемент сифатида стабилитронлар, термисторлар, бареттерлар, транзисторлар, ночизикли индуктивлик ва ҳаказолардан фойдаланилади.

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

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

25-расмда параметрик стабилитроннинг (ПС) принципаиал схемаси кўрсатилган бўлиб, унда ночизикли элемент тарзида кремнийли стабилитрондан фойдаланилган.



25-расм

Стабилизатор кетма-кет уланган балласт қаршилиқ r_6 , кремнийли стабилитрон КС ва унга параллел уланган нагрузка r_n дан иборат. Бундай параметрик стабилизатор, ҳар қандай ностабиловчи факторлар таъсир этганда, айниқса, кириш томондаги кучланиш $U_{куп}$ ўзгарганда ҳам нагрузкадаги ўзгармас кучланишнинг стабиллигини таъминлайди.

Схеманинг ишлаш принципи

Схемадаги ток ва кучланишлар Кирхгорф қонунларига биноан аниқланади:

$$I_{\text{кпр}} = I_{\text{СТ}} + I_{\text{Н}}; \quad U_{\text{кпр}} = U_{\text{СТ}} + I_{\text{кпр}} \cdot r_{\text{б}}$$

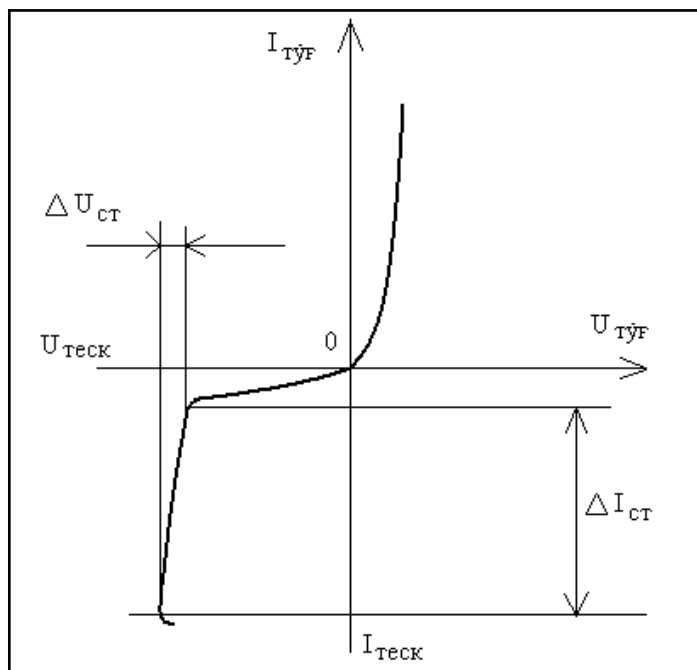
Стабилизаторнинг кириш томонидаги кучланиш $U_{\text{кпр}}$ ортганда, унинг чиқиш томонидаги кучланиш $U_{\text{чик}}$ ҳам ортишга интилади. Стабилитронда кучланишнинг озгина ортиши, унинг вольт-ампер характеристикасига биноан (26-расм) токнинг кескин ортишига сабаб бўлади. Стабилитрондан ўтаётган $I_{\text{СТ}}$ токи $I_{\text{кпр}}$ токининг ташкил этувчисидир. Стабилизаторнинг нагрукаси даги кучланиш шундай $\Delta U_{\text{СТ}}$ қийматига ўзгарадики, стабилитроннинг қаршилиги қанчалик кичик бўлса, бу қиймат ҳам шунчалик кичик бўлади.

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

$$\Delta U_{\text{кпр}} = \Delta U_{\text{рб}} + \Delta U_{\text{СТ}}$$

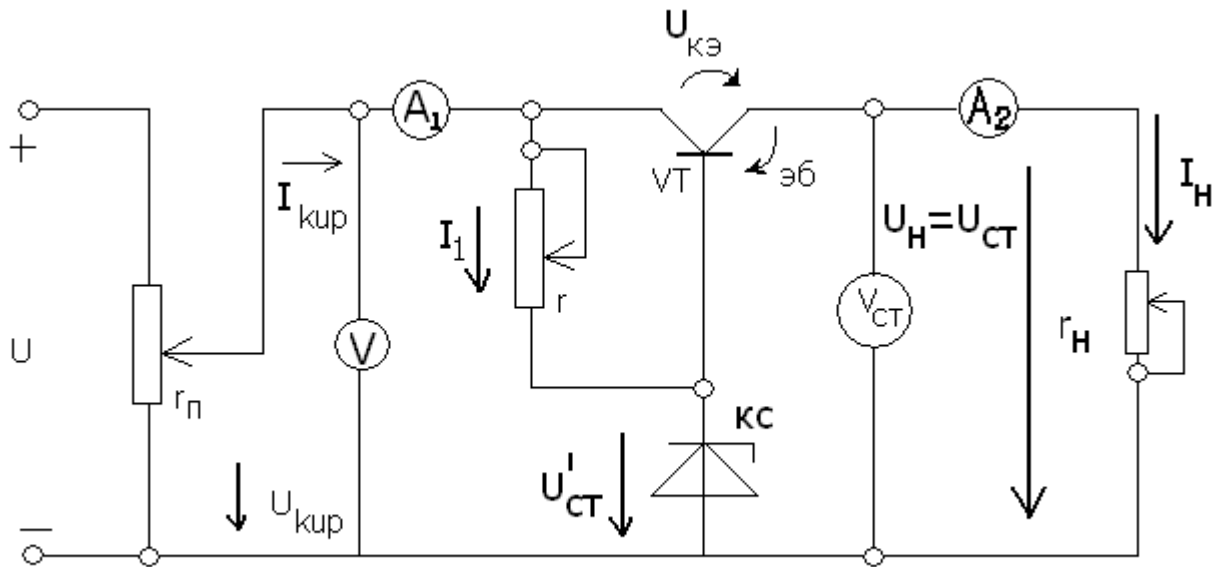
Кремний стабилитронли параметрик стабилизаторларда балласт қаршилиги стабилитрон характеристикасининг динамик қаршилигидан кўп марта катта ($r_{\text{б}} > r_{\text{д}}$) бўлганда стабил (барқарор) ўзгармас кучланишни таъминлаши мумкин. $\Delta U_{\text{СТ}} \rightarrow 0$ да $\Delta U_{\text{кпр}} \approx \Delta U_{\text{гб}}$ (бу ерда $r_{\text{д}} = \Delta U_{\text{СТ}} / \Delta I_{\text{СТ}}$)

Стабилизаторнинг кириш томонидаги кучланиш камайганда унинг ишлаши юқоридагига тескари бўлади. Шундай қилиб, стабиллаш процесси стабилизаторнинг кириш томонидаги кучланишнинг анчагина $\pm \Delta U_{\text{кпр}}$ миқдордаги ўзгарганда, унинг чиқиш томонидаги кучланишнинг жуда озгина $\pm \Delta U_{\text{СТ}}$ миқдорга ўзгаришини таъминлайди.



26-расм

Оддий компенсацион кучланиш стабилизаторининг схемаси 27-расмда кўрсатилган.



27-расм

Схемадаги транзистор – Т ростловчи элемент ҳисобланади. Унинг базасига кучланиш, стабилитрон Ст ва резистор r ёрдамида берилади. r_n нагрузкадаги кучланиш стабилитронга берилган кучланишдан транзистор Т нинг эмиттер – база ўтишидаги кучланишнинг пасажуви миқдорича (тахминан 0,5 В) кичик бўлиб, базасидаги ток эса

$$I_6 = I_n \cdot (\beta + 1),$$

Бу ерда: β – транзисторнинг кучайтириш коэффициенти; I_n – нагрузка токи.

Мазкур стабилизаторда кириш кучланиши $U_{кир}$ нинг ўзгариши транзисторнинг “коллектор - эмиттер” ўтишидаги кучланишнинг ўзгариши $U_{к.э.}$ билан компенсацияланади.

Стабилизаторнинг кириш томонидаги кучланиш ортганда резистор r даги кучланиш ҳам ортиб, транзистор базасининг потенциали эса коллекторга нисбатан камаяди. Бунинг натижасида транзистор базасининг токи камайиб, унинг “коллектор - эмиттер” ўтишидаги ўзгармас ток бўйича қаршилиги ортиб, стабилизаторнинг чиқиш томонидаги кучланишнинг ортишини компенсациялайди.

Стабилизаторнинг ишлаш сифати унинг стабиллаш коэффициенти билан аниқланади:

$$K_g = \frac{\Delta U_{кир}}{U_{кир}} : \frac{\Delta U_{СТ}}{U_{СТ}},$$

Бу ерда: $U_{кир}$ ва $\Delta U_{кир}$ – стабилизаторнинг кириш томонидаги номинал кучланиши ва унинг ўзгариши; $U_{СТ}$ ва $\Delta U_{СТ}$ – стабилизаторнинг чиқиш томонидаги номинал кучланиши ва унинг ўзгариши.

Кучланиш стабилизаторининг сифати чиқиш томондаги кучланишнинг нисбий ностабиллиги – δ миқдори билан ҳам аниқланиши мумкин:

$$\delta\% = \left(\frac{\Delta U_{СТ}}{U_{СТ}} \right) \cdot 100.$$

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

Стабилизаторнинг чиқиш томонидаги кучланишнинг номинал қийматидан ўзгаришига асосий сабаб, унинг кириш томонидаги кучланишнинг ёки нагрузка токи микдорининг ўзгариши ҳисобланади. Шу туфайли кучланиш стабилизатори учун боғланиш $U_{ст}=f(U_{кир})$ асосий ҳисобланади.

III. Ишни бажариш тартиби

1. 25-расмдаги параметрик стабилизаторнинг электр схемаси йиғилади. Потенциометрнинг r_n қаршилигини ўзгартириб, стабилизаторнинг “кириш-чиқиш” статикавий характеристкаси $U_{ст}=f(U_{кир})$ ни олинади. Ўлчашдан олинган маълумотларни 19-жадвалга ёзиб, улар бўйича стабилизаторнинг статик характеристкасини қурилади.

19-жадвал

$U_{кир}$								
$U_{ст}$								
I_n								

2. 26-расмдаги компенсацион стабилизаторнинг электр схемаси йиғилади. Потенциометрнинг r_n қаршилигини ўзгартириб, стабилизаторнинг “кириш-чиқиш” статикавий характеристкаси $U_{ст}=f(U_{кир})$ ни олинади. Ўлчашдан олинган маълумотларни 20-жадвалга ёзиб, улар бўйича стабилизаторнинг статик характеристкасини қуринг.

20-жадвал.

$U_{кир}$								
$U_{ст}$								
I_n								

3. $U_{кир}$ кириш кучланишнинг ўзгармас қийматида (ўқитувчи томонидан берилади) r_n нагрузка қаршилигини ўзгартириб, параметрик ва компенсацион стабилизаторларнинг нагрузка харатеристикаси $U_{ст}=f(I_n)$ ни олинади. Ўлчашдан олинган маълумотларни тегишлича 21 ва 22 жадвалларга ёзиб, улар бўйича ҳар қайси стабилизаторнинг нагрузка характеристкалари қурилади.

21-жадвал (параметрик)

$U_{кир}=$	B							
$U_{ст}$								
I_n								

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

4. Олинган характеристикалардан стабилизаторнинг статик параметрларини (K_u , $\delta\%$) аниқлаб, уларни таққосланади.
5. текширилаётган стабилитронларнинг кучланишни стабиллаш сифати ҳақида хулоса берилади.

Назорат саволлари

1. Стабилизаторларнинг вазифаси ва қўлланиш соҳалари қандай?
2. Параметрик стабилизатор деб нимага айтилади?
3. Компенсацион стабилизатор деб нимага айтилади?
4. Статик режимда стабилизаторнинг сифати нима билан характерланади?
5. Параметрик стабилизаторларда балласт қаршилигининг вазифаси нимадан иборат?
6. Компенсацион стабилизаторларда ростловчи элементнинг вазифаси нимадан иборат?

Мундарижа

1.	Ўзгармас ток занжирида бажариладиган ўлчашлар.....	3
2.	Ўзгарувчан ток занжирида электрэнергияси истеъмолчиларини кетма-кет ўлаш.....	7
3.	Ўзгарувчан ток занжирида электрэнергияси истеъмолчиларини параллел ўлаш.....	12
4.	Кучланишлар резонанси.....	19
5.	Бир фазали индукцион счётчикни тешириш.....	23
6.	Бирфазали трансформаторни текшириш.....	26
7.	Кабелнинг электр сигимини аниқлаш.....	30
8.	Ярим ўтказгичли диод, стабилитрон ва тиристорларнинг статик характеристикаларини текшириш.....	32
9.	Ўзгарувчан токни тўғрилаш занжирлари.....	38
10.	Ярим ўтказгичли ўзгармас кучланиш стабилизаторлари	44

Раббимов Эшбой Азимович

Суярова Матлуба

“Электротехника ва электроника асослари” фанидан тажриба ишларини бажариш учун услубий қўлланма.

Босишга рухсат этилди: 10.06.2006 й.

Қоғоз бичими 84Х108. 1/32 Офсет босма усулида босилди.

Адади 100.

Босмахона манзили: Жиззах ш. Халқлар дўстлиги шоҳ кўч. Жиззах Политехника институти “Политехника” кичик босмахонаси.

Joxa & Co

52,1,50,3,48,5,46,7,44,9,42,11,40,13,38,15,36,17,34,19,32,21,30,23,28,25

2,51,4,49,6,47,8,45,10,43,12,41,14,39,16,37,18,35,20,33,22,31,24,29,26,27