

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ
ТОШКЕНТ АРХИТЕКТУРА ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ

Б.Н. Раҳмонов, А.С. Файзиев, А.М. Қозираимов, Ш.А. Назаров

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА ВА ЭЛЕКТРОНИКА АСОСЛАРИ

Лаборатория ишлари тўплами

ТОШКЕНТ - 2007

Муаллифлар: Б.Н. Раҳмонов, А.С. Файзиев, А.М. Қозираимов, Ш.А. Назаров, Электротехника ва электроника асослари. Лаборатория ишлари тўплами.

Б.Н. Раҳмонов, А.С. Файзиев, А.М. Қозираимов, Ш.А. Назаров., ТДТУ “Назарий ва умумий электротехника” кафедраси, ТАҚИ “Математика ва табиий фанлар” кафедраси, Тошкент, 2007 – 56 бет.

Ўқув қўлланмаси Олий техника ўқув юртларининг ноэлектротехник ихтисосликлари учун ОЎМТВ тасдиқлаган “Электротехника ва электроника асослари” курси дастурларига асосан тузилган, 12 та лаборатория ишини ўз ичига олади. Талабалар меҳнатини енгиллаштириш ва уларнинг ўзлаштиришларини осонлаштириш мақсадида барча лаборатория ишлари учун назарий қисмлар анча тўлиқ ҳолда берилган.

Олий техника ўқув юртларининг талабалари учун мўлжалланган.

Тошкент архитектура қурилиш институти, “Математика ва табиий фанлар” кафедраси.

ТАҚИ илмий – педагогик Кенгаши қарорига мувофиқ нашрга тавсия қилинди.

Тақризчилар: Тошкент кимё-технология институти “Физика ва электротехника” кафедраси доценти, техника фанлари номзоди А.Й.Йўлдошев, ТАҚИ “Математика ва табиий фанлар” кафедраси доценти физика-математика фанлари номзоди.Г.С.Вахидова

© Тошкент архитектура қурилиш институти, 2007.

Сўз боши

Қурилиш йўналишидаги Олий ўқув юртларида таълим олаётган ҳар бир талаба нафақат мутахассислик фанларини чуқур ўрганиши керак, балки ушбу фанларнинг янги қирраларини ва имкониятларини очишда кўмакдош бўладиган фанларни ҳам чуқур ўрганиши лозим. Бундай фанлар қаторига “Электротехника” фанини ҳам киритиш мумкин. Мамлакатнинг энергетик салоҳиятини ошириш, электр энергиясидан фойдаланиш, ҳамда янги электротехник қурилмалардан халқ хўжалигининг турли соҳаларида кенг кўламда фойдаланиш иқтисодий юксалиш даражасини белгилайди. Замонавий қурилишни электр энергияси ва электротехник қурилмаларсиз тасаввур қилиб бўлмайди. Электр энергияси қурилишда турмуш ва ишлаб чиқаришнинг барча соҳаларидаги каби, энергиянинг энг муҳим ва энг кўп қўлланиладиган турига айланган. Электр машиналарисиз қурилиш бу даражада жадаллашмаган ва меҳнат унумдорлиги бу қадар ўсмаган бўлар эди. Қурилишдаги автоматизация ва механизация жараёнларининг асосини электротехник машиналар ва асбоб – ускуналар ташкил этаяпти. Шуларни ҳисобга олган ҳолда, қурилиш муандисларининг электротехника фанини яхши эгаллаши замон талабига айланиб қолди. Электротехниканинг асосий қонунларини, электротехник қурилмалар ва приборларнинг ишлаш принципларини билмасдан туриб тўлақонли қурилиш муҳандиси бўлиш мумкин эмас.

Электротехника курсининг ўқитилиши жараёнида лаборатория машғулотларини ўтказиш амалий аҳамиятга эга, чунки лаборатория практикumi назариядан келиб чиқадиган қонуниятларни амалда синаб кўриш имкониятини беради. Лаборатория ишларини бажариш талабаларнинг мазкур курсни пухта ўзлаштиришлари ва уларнинг турли электр схемаларни йиғишга, электр ўлчов асбоблари ва аппаратларидан фойдаланишга, шунингдек, оддий амалий текширишлар ўтказишларига ёрдам беради. Умуман олганда электротехника лаборатория ишларида назарий билим билан масалалар ечиш мужассамланган бўлиб, ўлчаш, ҳисоб, графиклар чизган ҳолда миқдорий муносабатлар аниқланади. Бунда амалий кўникма ҳосил қилиниб, асбоблар билан ишлашда маълум даражада малакага эга бўлинади. Шунинг учун ҳам Олий ўқув юртларида электротехника лабораторияларини бажариш талабалар учун мажбурий ҳисобланади.

Қўлланмада талабаларнинг лаборатория машғулотларини ўтказишга тайёрланишини осонлаштириш мақсадида ҳар бир лаборатория ишига оид назарий тушунчалар берилган. Бундан ташқари қўлланмада тажриба қурилмасининг схемаси, аниқланаётган катталикларни ҳисоблаш формулалари, ишни бажариш тартиби, ҳамда ўз ўзини синаш саволлари берилган.

Қўлланмани тайёрлашда А.С. Каримов ва бошқаларнинг “Электротехника ва электроника асослари” ўқув қўлланмасидан ва Тошкент Давлат Техника Университети “Назарий ва умумий электротехника” кафедраси томонидан тайёрланган лаборатория ишлари матнларидан

фойдаланилди. Қўлланма Олий техника ўқув юртлири талабалари учун мўлжалланган.

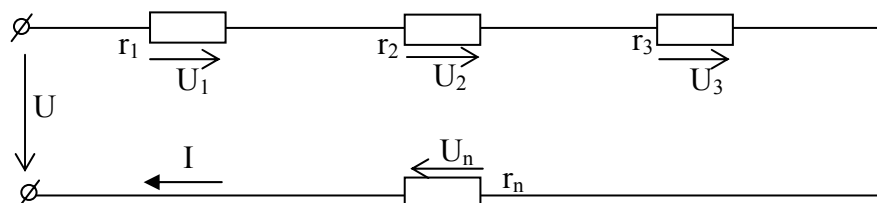
1 - лаборатория иши ЎЗГАРМАС ТОКНИНГ ОДДИЙ ЭЛЕКТР ЗАНЖИРЛАРИНИ ТЕКШИРИШ

I. Ишнинг мақсади.

1. Электр ўлчов асбоблари ёрдамида занжир қисмларидаги ток ва кучланишларни бевосита ўлчаш йўли билан Ом ва Кирхгоф қонунларини экспериментал текшириш.
2. Ўзгармас ток занжирида истеъмолчиларни (қаршиликларни) кетма-кет, параллель ва аралаш улашни ўрганиш.

II. Назарий қисм.

Электр занжир деб манбадан (генератордан) истеъмолчига электр энергиясининг ўтиши учун берк йўл ҳосил қиладиган қурилмалар ва элементлар йиғиндисига айтилади. Манба (генератор), улагич симлар ва истеъмолчи (приёмник) занжирнинг асосий элементлари ҳисобланади.



1.1 – расм.

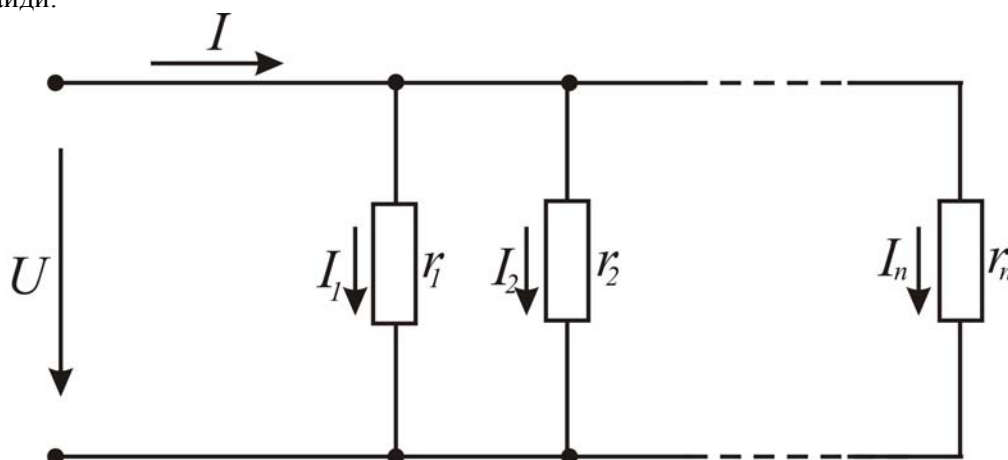
Истеъмолчиларни энергия манбаига улашда кетма-кет, параллел ва аралаш улаш схемалари ишлатилади. Қаршиликлар (резисторлар) r_1, r_2, \dots, r_n ни манбага кетма-кет улаб контур ҳосил қилиш 1.1-расмда кўрсатилган. Бундай занжирнинг ўзига хос хусусияти - ундан доимо бир хил қийматдаги токнинг оқиб ўтишидир. Бундай занжирнинг ҳар бир қаршилигида Ом қонунига биноан кучланишнинг пасаюви $U_k = I r_k$ (k - қаршиликнинг тартиб номери) содир бўлади, яъни

$$U_1 = I r_1, \quad U_2 = I r_2, \quad \dots, \quad U_n = I r_n.$$

Аммо Кирхгофнинг иккинчи қонунига биноан занжир қисмларидаги кучланишларнинг пасаювлари йиғиндиси унга берилган кучланишга тенг, яъни

$$U = U_1 + U_2 + \dots + U_n = I (r_1 + r_2 + \dots + r_n) = I r_3,$$

бу ерда $r_3 = r_1 + r_2 + \dots + r_n$ бутун занжир қаршиликларининг йиғиндисига тенг эквивалент қаршилик бўлиб, уни манбага улаганда занжирдан аввалгидек қийматдаги ток ўтишини таъминлайди.



1.2 – расм.

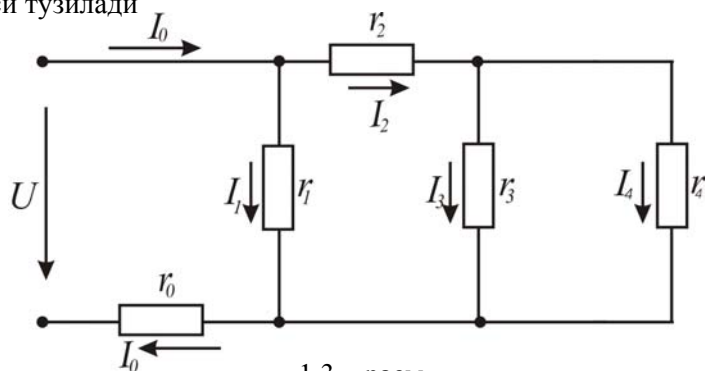
Қаршиликлари параллель уланган занжирнинг (1.2.-расм) ўзига хос хусусияти унинг шаҳобчаларидаги кучланишнинг доимо бир хил бўлишидир, яъни $U = I_1 r_1 = I_2 r_2 = \dots = I_n r_n$.

Бундай занжирнинг ҳар бир қаршилигидан алоҳида $I_k = U/r_k$ ток оқиб ўтиб, занжирнинг манбадан истеъмол қиладиган токи I Кирхгофнинг биринчи қонунига биноан занжир шаҳобчаларидан ўтаётган токларнинг йиғиндисига тенг, яъни $I = I_1 + I_2 + \dots + I_n$ ёки

$$I = \frac{U}{r_1} + \frac{U}{r_2} + \dots + \frac{U}{r_n} = U \cdot \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \dots + \frac{1}{r_n} \right) = U \frac{1}{r_3}$$

Истеъмолчиларни энергия манбаига аралаш схема бўйича улаганда кетма-кет ва параллель улашларнинг ҳар қандай варианты бўлиши мумкин (1.3-расм).

Занжирнинг айрим участкаларидаги ток ва кучланишлар Кирхгоф қонунларига асосан аниқланади. Масалан, 1.3-расмдаги занжирнинг қаршиликлари r_0, r_1, r_2, r_3, r_4 ва кучланиш U маълум бўлса, занжирдаги номаълум I_0, I_1, I_2, I_3, I_4 тоқларни аниқлаш учун занжирнинг бешта мувозанат тенгламаси тузилади :

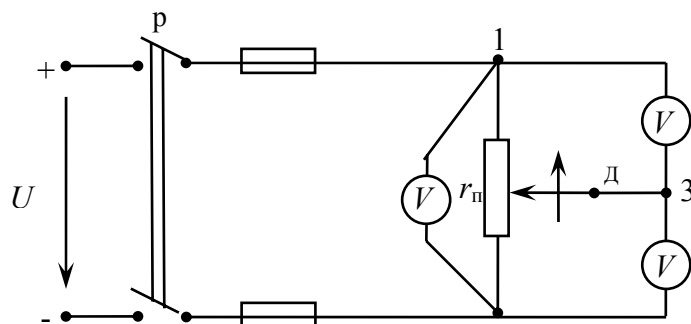


1.3 – расм.

$$I_0 - I_1 - I_2 = 0; \quad I_2 - I_3 - I_4 = 0; \quad I_0 r_0 + I_1 r_1 = U; \quad I_2 r_2 + I_3 r_3 - I_1 r_1 = 0; \quad I_4 r_4 - I_3 r_3 = 0.$$

III. Ишни бажариш тартиби

1. 1.4-расмда кўрсатилган электр схема йиғилади. Бунда U_0 - ўзгармас манба кучланиши, p - икки кутбли ажратгич, r_n - ташқи занжирдаги кучланишни бир текис ўзгартириш учун ишлатиладиган реостат - потенциометр. V_1 ва V_2 вольтметрларни ўзаро кетма-кет улаб, манба кучланиши U_0 га, яъни потенциометр r_n нинг 1 ва 2 қисмларига бириктирилади.



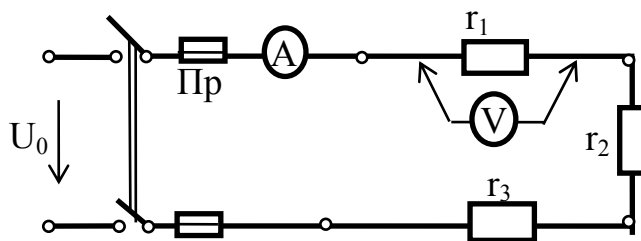
1.4 – расм.

Вольтметрларнинг ўзаро уланган ўрта нуқтаси 3 ни потенциометрнинг дастаги D га улаб, дастакнинг истаган ҳолатида $U_1 + U_2 = U_0$ эканлигига ишонч ҳосил қилинг. Потенциометр дастагининг турли ҳолатлари учун, шунингдек, иккита охириги ҳолати учун ҳам 5-6 марта ўлчашларни бажариб, 1.1-жадвалга ёзинг. Потенциометр r_n нинг манба кучланиши U_0 ни қийматлари аввалдан маълум бўлган кучланиш U_1 ва U_2 ларга истаган нисбатда бўлиб бера олишига ишонч ҳосил қилинг.

1.1-жадвал

U_1, B					
U_2, B					
U_0, B					

2. Қаршиликлари r_1 , r_2 ва r_3 кетма-кет уланган 1.5- расмдаги электр схемани йиғиб, уни ўзгармас кучланиш манбаи U_0 га уланг. Вольтметр V ёрдамида занжир қисмларидаги кучланишлар пасаюви U_{12} , U_{23} , U_{34} ларни ва бутун занжирнинг кучланиши $U_0 = U_{14}$ ни ўлчанг. Ўлчаш натижаларини 1.2-жадвалга ёзинг. Олинган маълумотлар бўйича қўрилатган занжир учун Кирхгоф иккинчи қонунининг ҳаққонийлигига ишонч ҳосил қилинг, яъни қуйидагини аниқланг



1.5 – расм.

1.2-жадвал

Ўлчашлар						Ҳисоблашлар				
I A	U_0 B	U_{12} B	U_{23} B	U_{34} B	U_{41} B	r_1 Ом	r_2 Ом	r_3 Ом	$R_э = r_1 + r_2 + r_3$	$R_э = U_0/I$

$$U_{13} = U_{12} + U_{23}; \quad U_{24} = U_{23} + U_{34}; \quad U_0 = U_{12} + U_{23} + U_{34}$$

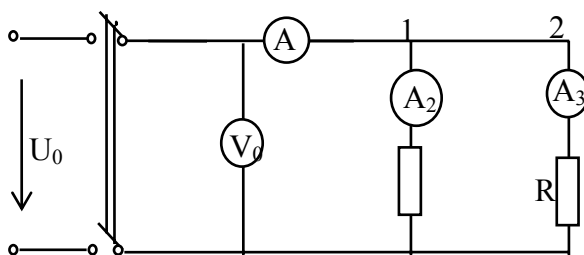
Ом қонунидан фойдаланиб занжир қисмларининг қаршиликлари r_1 , r_2 , ва r_3 нинг қиймаларини аниқланг.

3. Қаршиликлари r_2 , r_3 параллел уланган занжирни 1.6-расмдаги схема бўйича йиғиб, ўзгармас кучланиш манбаи U_0 га уланг. Ўлчаш натижаларини 1.3-жадвалга ёзинг.

Олинган маълумотлар бўйича Кирхгоф биринчи қонунининг ҳаққонийлигига ишонч ҳосил қилинг, яъни

$$I_1 = I_2 + I_3.$$

Ом қонунидан фойдаланиб қаршиликлар r_2 ва r_3 ни ҳисобланг.

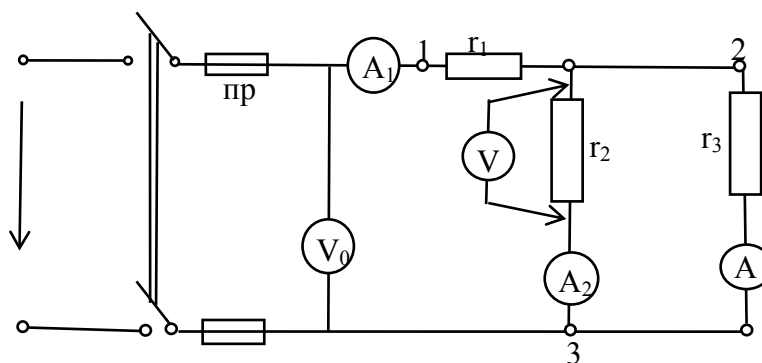


1.6-расм.

1.3-жадвал

Ўлчашлар				Ҳисоблашлар		
$U_0, [B]$	$I_1, [A]$	$I_2, [A]$	$I_3, [A]$	$r_2, Ом$	$r_3, Ом$	$r_э, Ом$

4. Қаршиликлари аралаш уланган 1.7-расмдаги схемани йиғиб, ўлчашдан олинган маълумотларни 1.4-жадвалга ёзинг



1.7 – расм.

1.4-жадвал

Ў л ч а ш л а р						Х и с о б л а ш л а р		
U_0, B	I_1, A	I_2, A	I_3, A	U_{12}, B	U_{23}, B	$r_1, Ом$	$r_2, Ом$	$r_3, Ом$

Кирхгоф қонунлари бўйича занжир учун тенгламалар тузиб, ўлчаш натижалари асосида бу қонунларнинг ҳаққонийлигига ишонч ҳосил қилинг. Қаршиликлар r_1, r_2, r_3 ни ҳисобланг.

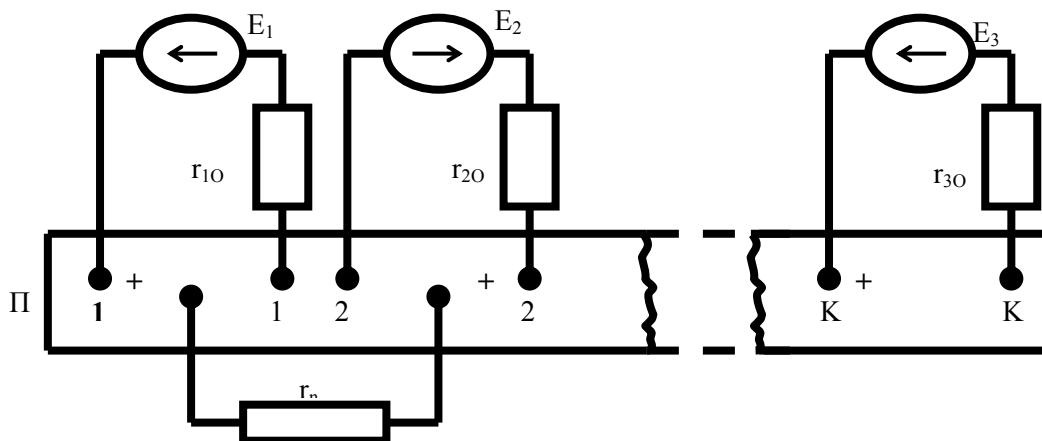
ЎЗ-ЎЗИНИ ТЕКШИРИШ УЧУН САВОЛЛАР

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

2 – лаборатория иши СУПЕРПОЗИЦИЯ (УСТМА – УСТЛАШ) УСУЛИ БИЛАН ҲИСОБЛАШНИ АМАЛДА ТЕКШИРИШ

I. Ишнинг мақсади.

1. Мураккаб ўзгармас ток занжиридаги ток ва кучланишларни бевосита ўлчаш йўли билан бир нечта манбали занжирларни ҳисоблаш учун устма-устлаш усулининг ҳаққонийлигига ва уни қўллаш мумкинлигига ишонч ҳосил қилиш.



2.1 – расм.

2. Устма-устлаш усули бўйича текшириладиган занжирнинг ҳисобий натижаларини тажрибадан олинган маълумотлар билан таққослаш.

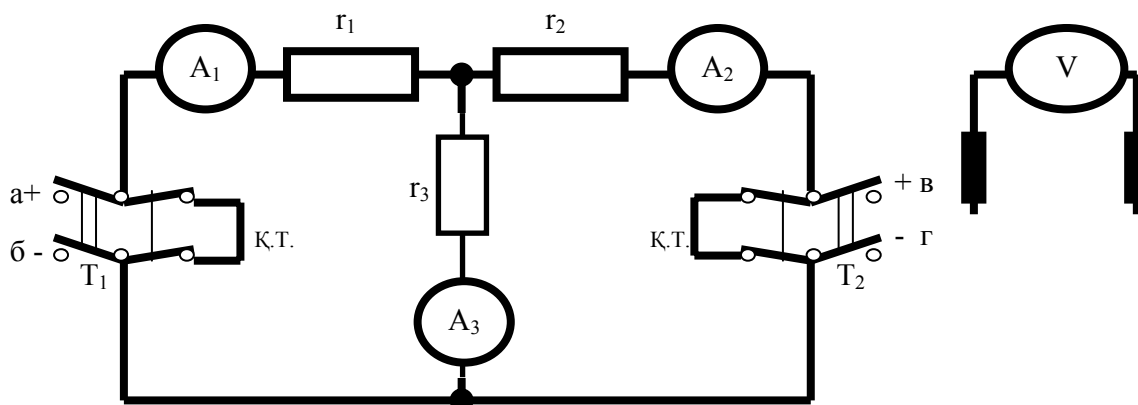
II. Назарий қисм.

Устма-уст усули ўзгармас ёки ўзгарувчан ток занжирларини ҳисоблаш усулларида бири бўлиб, бунда k та ЭЮК манбаи бўлган мураккаб занжирнинг r_n қаршиликли ихтиёрий n шахобчасидан оқиб ўтаётган токни занжирдаги ҳар бир ЭЮК E_1, E_2, \dots, E_k нинг алоҳида таъсиридан оқиб ўтаётган $I'_n, I''_n, \dots, I^n_n$ тоқларнинг йиғиндиси деб қаралади (2.1 – расм).

Бунинг учун занжир қандайдир пасив кўпқутблик “П” тарзида берилган бўлиб, унинг ичидаги элементлари, масалан қаршиликлар r_1, r_2, \dots, r_n тегишли схема бўйича бириктирилган ва жойлаштирилган. Бу усулни ўрганиш осон бўлиши учун ЭЮК манбаи бўлган шахобча вақтинча кўпқутбликдан ташқарига чиқарилган. Занжирнинг айрим қаршиликларидан ўтаётган реал тоқларни (шу жумладан, 2.1 – расмда кўрсатилган r_n қаршиликдан ўтаётган ток ҳам бор) аниқлаш учун аввал уларнинг таркибидаги $I'_1, I''_1, \dots, I^k_1; I'_2, I''_2, \dots, I^k_2; I'_n, I''_n, \dots, I^k_n$ ташкил этувчиларини ҳисоблаш керак.

Масалан, n шахобчадаги r_n қаршиликдан ўтаётган ток I'_n ЭЮК E_1 нинг таъсирида ҳосил бўлган ташкил этувчидир. Унинг миқдорини 2.1 – расмдаги E_2, E_3, \dots, E_n ЭЮК лар занжирдан вақтинча ажратилиб, фақат E_1 ЭЮК уланган пайтидагина ҳисоблаш керак. Фақат шуни эсда тутиш керакки, $2-2, 3-3, \dots, k-k$ қисмалар (кутблар) орасидаги ЭЮК манбалари занжирдан вақтинча ажратилгани туфайли, уларнинг ички қаршиликлари $r_{20}, r_{30}, \dots, r_{n0}$ нолдан фарқли бўлса, схемада ҳисобга олиниши керак. Агар генераторлар чексиз катта қувватли бўлса, уларнинг очиқ қолган қисмалари вақтинча қисқа туташтирилади. ЭЮК манбаларини навбатма – навбат улаш йўли билан алоҳида

шахобчаларнинг токлари $I'_m, I''_m, \dots, I_m^k$ ҳисобланади. Сўнгра бу ташкил этувчиларнинг йўналишларини ҳисобга олган ҳолда қўшиб, ҳақиқий ток $I_m = \sum I_m^k$ аниқланади.



2.2 – расм.

Эслатма. Мазкур усул ЭЮК манбалари сони икки ёки учтадан ортиқ бўлмаган мураккаб занжирларни ҳисоблаш учун қулайдир.

III. Ишни бажариш тартиби

1. 2.2 – расмдаги электр схемада T_1 ва T_2 тумблерларни қисқа туташув «қ.т.» ҳолатига ўтказиб, A_1, A_2, A_3 амперметрларнинг кўрсатишлари бўйича занжир шахобчаларида токларнинг йўқлигига ишонч ҳосил қилинг.

Вольтметр V ёрдамида E_1 ва E_2 манбаларнинг $a-b$ ва $в-г$ қисмаларида кучланишларнинг борлигини текширинг. Бунинг учун аввал 2.2-расмдаги схемани стендадаги умумий тумблер орқали электр тармоққа уланг.

2. Тумблер T_1 ни $a-b$ ҳолатига ва тумблер T_2 ни эса «қ.т.» ҳолатига ўтказиб, I'_1, I'_2, I'_3 токларнинг қийматларини 2.1 – жадвалга ёзинг. Энди тумблер T_1 ни «қ.т.» ҳолатига ва тумблер T_2 ни эса $в-г$ ҳолатига ўтказиб, I''_1, I''_2, I''_3 токларнинг қийматларини жадвалга ёзинг. Амперметрларнинг стрелкалари ўнг томонга оғанда токларнинг қийматлари «+» ишора билан, чап томонга оғанда эса “-” ишора билан ёзилиши керак.

3. T_1 ва T_2 тумблерларнинг ҳолатларини ўзгартирмай, T_1 тумблерни $a-b$ ҳолатига ўтказиб, I_1, I_2, I_3 токларнинг натижавий қийматлари 2.1-жадвалнинг пастки қаторига ёзилсин. Бу токларнинг ҳар бири E_1 ва E_2 ЭЮК манбаларини занжирга навбати билан улангандаги таъсирларидан ҳосил бўлган токларнинг алгебраик йиғиндисига тенг эканлигига ишонч ҳосил қилинг.

2.1-жадвал

I_1, mA		I_2, mA		I_3, mA	
I'_1	I''_1	I'_2	I''_2	I'_3	I''_3

4. Вольтметр V ёрдамида E_1 ва E_2 манбаларнинг кучланишларини ва занжирнинг ҳар бир қаршиликларидаги U_1, U_2, U_3 кучланишларни ўлчаб, қийматларини 2.2 – жадвалга ёзинг. 2.1 – жадвалнинг маълумотларидан фойдаланиб, r_1, r_2, r_3 қаршиликларнинг қийматлари ҳисоблаб топилади, яъни

$$r_1 = \frac{U_1}{I_1}; \quad r_2 = \frac{U_2}{I_2}; \quad r_3 = \frac{U_3}{I_3}.$$

2.2-жадвал

E_1, B	E_2, B	U_1, B	U_2, B	U_3, B	$r_1, Ом$	$r_2, Ом$	$r_3, Ом$

5. Устма-устлаш усули асосида E_1 ва E_2 манбаларнинг кучланишлари ва r_1, r_2, r_3 қаршиликларнинг олинган қийматлари бўйича текширилаётган занжир учун назарий ҳисоблашларни бажариб, унинг натижаларини тажрибадан олинганлар билан таққосланг.

Ўз-ўзини текшириш учун саволлар

1. Устма-устлаш усулининг моҳияти нимада?
2. Занжирни навбатма – навбат ЭЮК манбаларига улаганимизда ўлчов асбобларидан ўтаётган тоқларнинг йўналишининг ўзгаришига сабаб нима?
3. Нима учун занжирнинг барча иш режимларида унинг айрим шахобчаларидаги тоқларнинг йўналишлари доимо ўзгаришсиз қолади?
4. Занжир биринчи манбадан ишлаётганда унга иккинчи манбани улаш билан тоқларнинг йўналишини ўзгаришсиз қолдириб, фақат биринчи манбанинг катталикларига (миқдорларига) таъсир этадиган режимни таъмин этиш мумкинми?
5. Тоқларни устма – устлаш принципини занжирнинг айрим участкалари кучланишларига қўллаш мумкинми? Мумкин бўлса (бўлмаса) нима учун?
6. Қандай ҳолларда электр занжирларини ҳисоблаш учун устма-устлаш усулини қўллаш мақсадга мувофиқ ҳисобланади?

3-лаборатория иши

ЎЗГАРУВЧАН ТОК ЗАНЖИРИДА r, L ВА C ЭЛЕМЕНТЛАРИНИ КЕТМА-КЕТ УЛАШ

I. Ишнинг мақсади.

1. Ўзгарувчан ток занжири учун Ом ва Кирхгофнинг иккинчи конунини татбиқ этишни ўрганиш.

2. Ўзгарувчан ток занжирида актив қаршилик r , индуктивлик L ва сиғим C ни турли схемаларда кетма-кет улаганда занжирга берилган кучланишнинг қандай тақсимланишини амалда текшириш.

3. Ўлчашдан олинган маълумотлар бўйича кетма-кет занжир учун ток ва кучланишларнинг вектор диаграммасини куришни ўрганиш.

4. Занжирнинг актив - r , реактив (индуктив - X_L , сиғим - X_C) ва тўла - Z қаршиликларини, шунингдек, занжирнинг кириш томонидаги ва қисмларидаги ток ва кучланишлар орасидаги фаза силжиш бурчакларини аниқлашни ўрганиш.

5. Занжирнинг параметрларига қараб ток ва кучланишлар турли фаза силжиш бурчакларига эга бўлишини осциллограф ёрдамида кўриб, ишонч ҳосил қилиш.

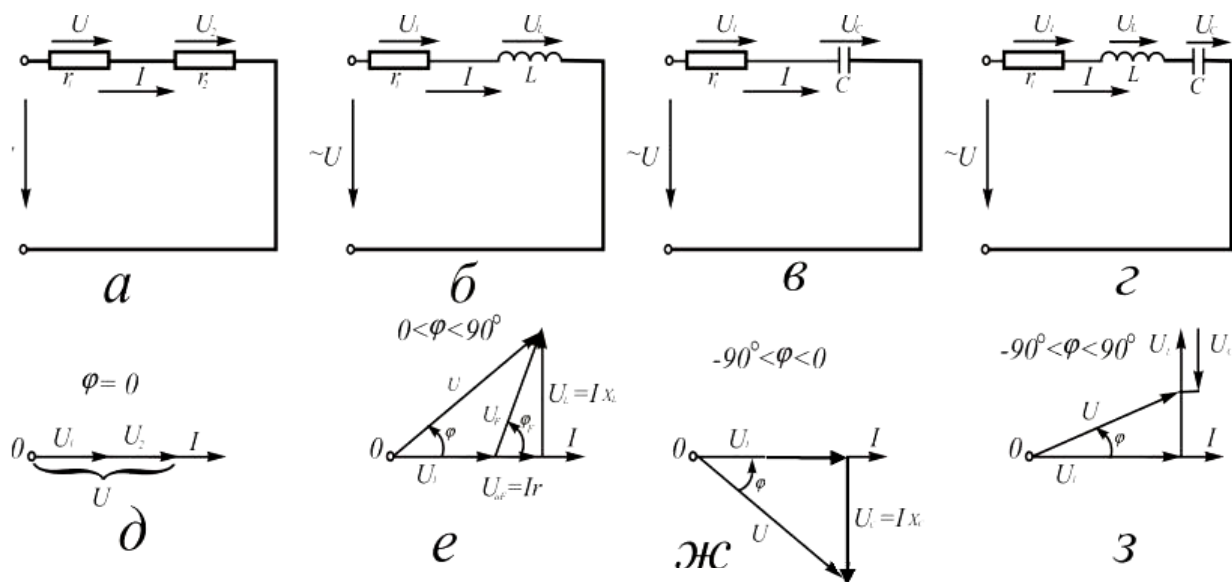
$$Z = \frac{U}{I}; P = I^2 \cdot r; r = \frac{P}{I^2}; X = \sqrt{Z^2 - r^2}; X_L = \omega L = \sqrt{Z_F^2 - r_F^2}; Z_F = \frac{U_F}{I}$$
$$r_F = \frac{P_F}{I^2}; L = \frac{X_L}{\omega} = \frac{X_L}{2\pi f} \text{ Гн (Генри)}; f = 50 \text{ Гц}; \omega = 2\pi f = 314; X_C = Z_C = \frac{U_C}{I};$$
$$C = \frac{1}{X_C \cdot \omega} = \frac{1}{X_C \cdot 314} \Phi (\text{Фарада}); C = \frac{10^6}{314 \cdot X_C} \mu\Phi (\text{микрофарад } a); \cos \varphi = \frac{P}{U \cdot I}$$

II. Назарий қисм.

Ўзгарувчан ток занжири r, L ва C элементларининг кетма – кет, параллель ва аралаш уланган турлича схемаларидан иборат бўлиши мумкин. Занжирдаги актив қаршилик r истеъмол қилинаётган электр энергиясининг иссиқлик ёки ёруғлик энергиясига, яъни фойдали ишга айланаётганлигини характерлайди. Индуктивлик L занжирнинг магнит майдонини, сиғим C эса электр майдонини характерлайди.

Ушбу лаборатория ишида истеъмолчиларни ўзгарувчан ток занжирида кетма – кет улашнинг қуйидаги ҳоллари ўрганилади:

- иккита актив қаршилик r_1 ва r_2 кетма – кет уланган занжир (3.1- расм, а);
- актив қаршилик r_1 ва индуктив ғалтак L кетма – кет уланган занжир (3.1-расм, б);
- актив қаршилик r_1 ва конденсатор C кетма – кет уланган занжир (3.1-расм, в);
- умумий ҳол – r, L ва C элементлар кетма – кет уланган занжир (3.1-расм, з).



3.1 – расм

, z да кўрсатилган ўзгарувчан ток занжири учун Ом қонуни қуйидагича ифодаланadi:

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

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

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

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

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

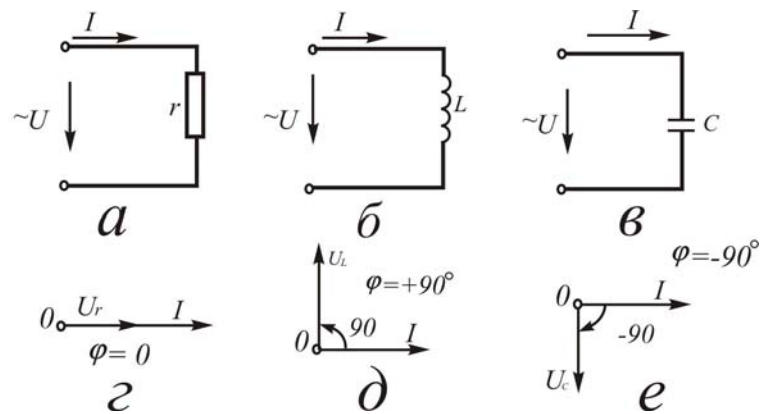
а) занжир актив қаршиликдан иборат бўлганда ток ва кучланиш векторининг йўналишлари мос бўлади, улар орасидаги фаза силжиш бурчаги $\varphi = 0$ (3.1 – расм, а, д ва 3.2 - расм, а, з);

б) индуктивликда кучланиш фаза бўйича токдан 90° га олдин келади (3.2 – расм, б, д);

в) сиғимда эса кучланиш токдан фаза бўйича 90° га орқада қолади (3.2 – расм, в, е);

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

Реал индуктив ғалтак ва сиғимда ток билан кучланиш орасидаги фаза силжиш бурчаклари 3.1 – расм е ва ж да кўрсатилган вектор диаграммадаги каби, индуктивликда $0 < \varphi < 90^\circ$, сиғимда эса $-90^\circ < \varphi < 0$ бўлади.



3.2 – расм.

Ўзгарувчан ток занжирида занжирга берилган кучланиш, ўзгармас ток занжиридаги каби, занжир қисмларидаги кучланишалар тушувларининг алгебраик йиғиндисига тенг бўлмай, балки уларнинг вектор йиғиндисига тенг бўлади, яъни

$$\overline{U} = \overline{I} \cdot z_1 + \overline{I} \cdot z_2 + \dots + \overline{I} \cdot z_n = \overline{U}_1 + \overline{U}_2 + \overline{U}_3 + \dots + \overline{U}_n$$

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

Истеъмолчилар кетма – кет бириктирилган ўзгарувчан ток занжирида ток билан кучланиш орасида фаза силжиш бурчаги φ мавжуд, яъни

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

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

Ўзгарувчан ток занжирининг давр ичидаги ўртача қуввати актив қувват дейилиб, у куйидагича ифодаланади:

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

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

Актив қувват ваттларда (Bm), киловаттларда (κBm) ва мегаваттларда (mBm) ўлчанади.

$UI = S$ кўпайтма занжирнинг тўла қуввати дейилиб, вольт – амперларда (BA), киловольт – амперларда (κBA) ўлчанади.

У ҳолда

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

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

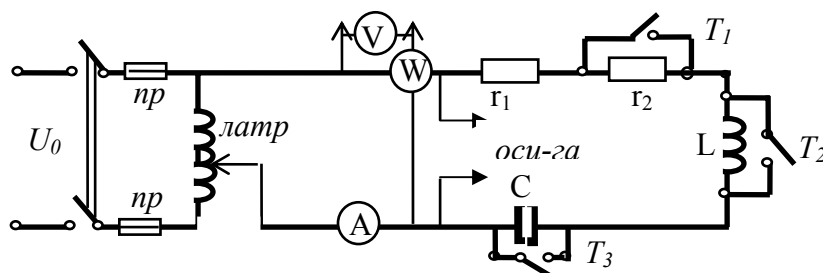
Қувват $\pm Q = UI \sin \varphi = S \sin \varphi$ занжирнинг реактив қуввати бўлиб, вольт – ампер реактив, киловольт – ампер реактивларда ўлчанади ва қисқача BAr , κBAr тарзида ёзилади.

Реактив қувват истеъмол қилинаётган тўла қувватнинг қандай қисми манбага қайтарилаётганлигини билдиради, шунинг учун ҳам реактив қувват дейилади. Индуктив характердаги реактив қувватни мусбат ($+Q_L$) ишора билан, сиғим характердагисини эса манфий ($-Q_C$) ишора билан белгилаш қабул қилинган.

III . Ишни бажариш тартиби

1. Лаборатория стенди билан танишиб бўлгандан сўнг 3.3 – расмдаги электр схемани йиғиб, уни автотрансформатор (ЛАТР) ёрдамида бир фазали ток тармоғига уланади.

ЛАТРнинг чиқиш қисмларидаги кучланишнинг қиймати ўқитувчи томонидан белгиланади.



3.3 – расм.

2. T_2 ва T_3 тумблерларни улаб, r_1 ва r_2 резисторлардан иборат кетма-кет занжир ҳосил қилинади. Ваттметр параллель чулғамининг ва V_2 вольтметрнинг қисмалари уланган шчуплар ёрдамида занжирнинг ҳар бир қисмидаги ва бутун занжирдага актив қувватни ва кучланишларнинг тушувларини ўлчаб, натижалари 3.1 - жадвалнинг актив нағрузка қаторига ёзилади.

3. Тумблер T_1 ни улаб, тумблер T_2 узилади. Натижада резистор r_1 дан ва индуктив ғалтак L дан иборат актив-индуктив характерли кетма-кет занжир ҳосил бўлади. 2-пунктдаги каби ўлчашларни бажариб, натижалари 3.1-жадвалнинг актив-индуктив нағрузка қаторига ёзилади.

4. Тумблер T_2 ни улаб, тумблер T_3 узилади. Натижада резистор r_1 ва сиғим C дан иборат актив-сиғим характерли кетма-кет занжир ҳосил бўлади. 2-пунктдаги каби ўлчашларни бажариб натижалари 3.1-жадвалнинг актив-сиғим нағрузка қаторига ёзилади.

5. Тумблер T_2 ни ажратиб, резистор r_1 индуктив ғалтак L ва сиғим C дан иборат кетма-кет уланган занжир ҳосил қилинади. 2-пунктдаги каби ўлчашлар бажарилиб, натижаларини 3.1-жадвалдаги нағрузканинг умумий қаторига ёзиш керак.

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

7. 3, 4 ва 5 – пунктларда осциллограф ёрдамида ҳар бир нағрузка турининг осциллограммасини экрандан калькага кўчириб, занжирдаги ток билан кучланиш орасида фаза силжиш бурчагининг борлигига ва 2-пунктда эса шу фаза силжиш бурчагининг йўқлигига ишонч ҳосил қилинади.

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

9. 3.1 – жадвалдаги барча ҳисоблашларни бажаргандан сўнг занжирнинг параметрларини аниқлашга ўтилади.

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

3.1 – жадвал.

Нагрузка характери (тури)		ЎЛЧАШЛАР			Ҳ И С О Б Л А Ш Л А Р							
		I	U	P	$\cos\varphi$		Z	r	X_L	X_C	L	C
		A	B	Bm	<i>diag</i>	<i>хисоб</i>	<i>Ом</i>	<i>Ом</i>	<i>Ом</i>	<i>Ом</i>	<i>Гн</i>	<i>мкФ</i>
Актив	резистор r_1											
	резистор r_2											
	бутун занжир											
Актив - индуктив	резистор r_1											
	индуктив ғалтак L											
	бутун занжир											
Актив - СИГИМ	резистор r_1											
	конден- сатор C											
	бутун занжир											
Умумий ҳол	резистор r_1											
	индуктив ғалтак L											
	конден- сатор C											
	бутун занжир											

Ҳисобот тузиш тартиби.

1. Ток ва кучланишларнинг вектор диаграммаларини куриш.

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

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

а) Нагрузка актив қаршилиқдан иборат бўлганда. Ихтиёрий O нуқтадан ток вектори I ни горизонтал қўйиб (3.1 – расм, δ) яна шу нуқтадан ток векторининг йўналиши бўйича r_1 резистордаги кучланиш тушуви вектори \bar{U}_1 ни қўямиз, унинг охиридан r_2 резистордаги кучланиш тушуви вектори \bar{U}_2 ни қўямиз. Бу векторларнинг йиғиндиси тармоқ кучланишининг вектори \bar{U} га тенг.

б) Нагрузка актив қаршилиқ ва индуктивликдан иборат бўлганда. Ихтиёрий O нуқтадан ток вектори I ни горизонтал қўйиб (3.1 – расм, e) яна шу нуқтадан ток векторининг йўналиши бўйича r_1 резистордаги кучланиш тушуви вектори \bar{U} ни қўямиз. Мазкур занжир учун Кирхгофнинг иккинчи қонунига кўра унга берилган кучланиш:

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

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

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

в) Нагрузка актив қаршилик ва сиғимдан иборат бўлганда кучланиш векторлари \bar{U} ва \bar{U}_c бош вектор I га нисбатан соат стерлкасининг ҳаракат йўналишида чизилади. Конденсаторнинг актив қаршилиги r_c жуда кичик бўлганидан ундаги кучланишнинг тушуви $U_{ac} = I \cdot r_c$ ҳисобга олинмайди. Шунинг учун кучланиш вектори U_c ток векторидан (U_r нинг охиридан) фаза бўйича 90° га қолувчан бурчак остида қўйилади (3.1 – расм, ж).

г) Нагрузка актив қаршилик, индуктив ва сиғимдан иборат бўлгандаги умумий ҳол учун вектор диаграмма (3.1 – расм, з) қуриш ўқувчиларнинг ўзига топширилади.

2. Схеманинг параметрларини аниқлаш.

а) занжирнинг қувват коэффициентини асбобларнинг кўрсатиши бўйича қуйидаги формуладан аниқланади:

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

Вектор диаграммадан эса тегишли ток ва кучланиш векторлари орасидаги бурчакни ўлчаб, унинг қийматини тригонометрик жадвалдан топгандан сўнг, қувват коэффициенти $\cos \varphi$ ни аниқлаш мумкин ёки тегишли тўғри бурчакли учбурчакнинг катет ва гипотенузасини мм да ўлчаб, уларнинг нисбатини олиш мумкин. Иккинчи усулда аниқроқ ҳисобланади. $\cos \varphi$ нинг вектор диаграммадан аниқланган қиймати 3.1 – жадвалга ёзилади;

б) занжирнинг исталган қисмининг тўла қаршилиги Ом қонунидан аниқланади:

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

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

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

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

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

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

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

$$r_F = \frac{P_F}{I^2}.$$

Занжирнинг индуктивлиги:

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

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

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

Конденсаторнинг сиғими

$$C = \frac{1}{x_c \cdot 2\pi \cdot f}, \Phi, (\text{фарада})$$

ёки

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

Ўз - ўзини текшириш учун саволлар.

1. Ом қонуни ва Кирхгофнинг иккинчи қонунини ўзгарувчан ва ўзгармас ток занжирларига қўлланишдаги хусусиятлари нималардан иборат?
2. Нагрузканинг куйидагича уланган ҳоллари учун ток ва кучланишнинг вектор диаграммасини қандай қуриш мумкин:
 - а) иккита резистор кетма-кет уланганда;
 - б) резистор ва ғалтак кетма-кет уланганда;
 - в) резистор ва конденсатор кетма-кет уланганда;
 - г) резистор, ғалтак ва конденсатор кетма-кет уланганда?
3. Нима учун ғалтакдаги кучланиш U_F ва U_L , шунингдек конденсатордаги кучланиш U_k ва U_c ўзаро тенг эмас?
4. Занжирнинг актив, индуктив, сиғим ва тўла қаршиликлари қандай аниқланади?
5. Ғалтакнинг индуктивлиги L ва конденсаторнинг сиғими C қандай аниқланади?
6. Бутун занжирнинг ва занжир айрим қисмларининг қувват коэффициентлари $\cos\varphi$ қандай аниқланади?
7. Соф индуктив ғалтакда кучланишнинг токдан, соф сиғимда токнинг кучланишдан фаза бўйича 90° га олдин келишини тушунтириб беринг.

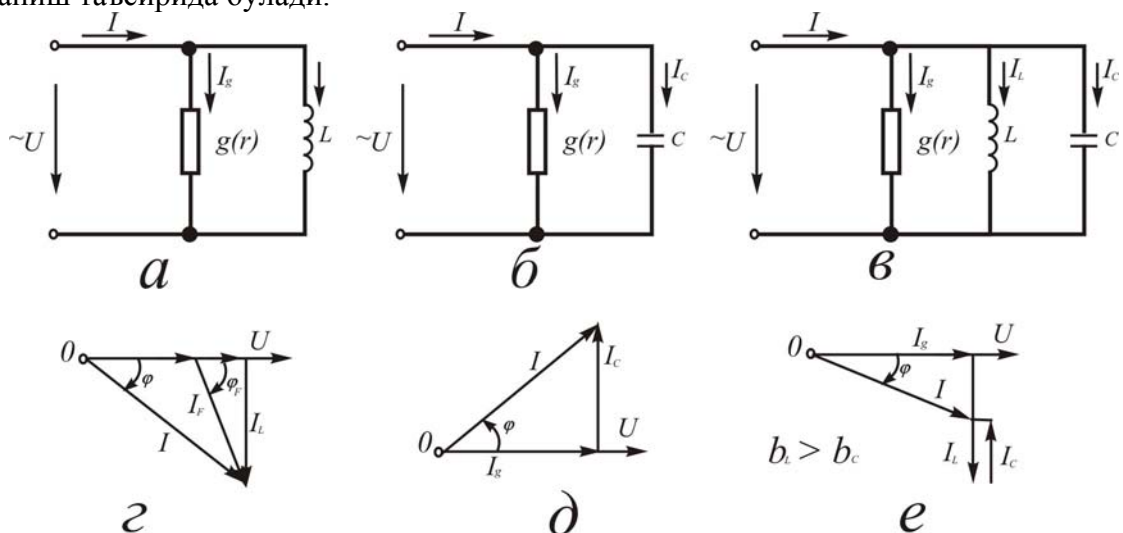
4-лаборатория иши ЎЗГАРУВЧАН ТОК ЗАНЖИРИДА r, L ВА C ЭЛЕМЕНТЛАРИНИ ПАРАЛЛЕЛ УЛАШ

I. Ишнинг мақсади.

1. Синусоидал ўзгарувчан токнинг параллел занжирлари учун Ом ва Кирхгофнинг биринчи қонунини татбиқ этишни ўрганиш.
2. Ўзгарувчан ток занжирида актив ўтказувчанлиги g бўлган резистор r , индуктивлик L ва сиғим C ни турли схемаларда параллел улаганда занжирдаги умумий токнинг қандай тақсимланишини амалда текшириш.
3. Ўлчашдан олинган маълумотлар бўйича параллел занжир учун ток ва кучланишларнинг вектор диаграммасини куришни ўрганиш.
4. Занжирнинг актив g , реактив b (индуктив - b_L , сиғим - b_C) ва тўла у ўтказувчанликларини ҳамда қувват коэффициенти $\cos\varphi$ ни аниқлашни ўрганиш.

II. Назарий қисм.

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



4.1 – расм.

Мазкур лаборатория ишида истеъмолчиларни ўзгарувчан ток занжирига параллел улашнинг қуйидаги ҳоллари ўрганилади:

- а) актив ўтказувчанлик g билан индуктив ғалтак L ни параллел улаш (4.1- расм, а);
- б) актив ўтказувчанлик g билан конденсатор C ни параллел улаш (4.1-расм, б);
- в) умумий ҳолда эса g, L ва C элементларни параллел улашдир (4.1-расм, в);

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

- а) актив ўтказувчанлик шахобчасидаги ток

$$I_g = g \cdot U,$$

бу ерда: I_g - актив ўтказувчанликли резистор r орқали ўтувчи ток, A ; U - тармоқнинг кучланиши, B ; g - резисторнинг ўтказувчанлиги, $\frac{1}{\text{Ом}}$.

- б) индуктив ғалтакли шахобчадаги ток

$$I_F = b_L \cdot U,$$

бу ерда I_F - индуктив ғалтак орқали ўтувчи ток, A ; b_L - индуктив ғалтакнинг ўтказувчанлиги $\left(\frac{1}{\text{Ом}}\right)$:

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

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

в) конденсаторли шахобчадаги ток

$$I_C = b_C \cdot U,$$

бу ерда I_C - конденсаторли занжирдан ўтувчи ток, A ; b_C - конденсаторнинг сиғим ўтказувчанлиги, $\left(\frac{1}{\text{Ом}}\right)$:

$$b_C = \omega \cdot C = 2\pi \cdot f \cdot C.$$

C - конденсаторнинг сиғими, Φ .

Ўзгарувчан токни ҳисоблаш назариясига биноан манбадан истеъмол қилинаётган умумий ток:

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

ёки

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

бу ерда I - занжирнинг тармоқланмаган қисмидаги ток, A ; b - занжирнинг реактив ўтказувчанлиги, $\frac{1}{\text{Ом}}$; y - занжирнинг тўла ўтказувчанлиги, $\frac{1}{\text{Ом}}$

Барча ўтказувчанликларнинг ўлчов бирлиги $\frac{1}{\text{Ом}}$ ёки сименс (қисқача См) деб белгиланади.

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

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

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

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

Ўзгарувчан ток занжирида истеъмол қилинаётган актив қувват

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

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

Параллел шахобчаларда истеъмол қилинаётган актив қувватлар

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

$$P_F = U \cdot I_F \cdot \cos \varphi_F;$$

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

бу ерда P_g - актив ўтказувчанли резистор истеъмол қилаётган қувват, Вт ; P_F, P_C - тегишлича индуктив ғалтак ва конденсатор истеъмол қилаётган актив қувват, Вт ; $\cos \varphi_F, \cos \varphi_C$ - тегишлича ғалтакли ва конденсаторли шахобчаларнинг қувват коэффициентлари.

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

$$P = P_g + P_F + P_C$$

III. Ишни бажариш тартиби.

1. Лаборатория стенди билан танишиб бўлгандан сўнг 4.2 – расмдаги электр схемани йиғиб, уни автортрансформатор (*ЛАТР*) ёрдамида бир фазали ток тармоғига уланади. ЛАТР нинг чиқиш қисмларидаги кучланишнинг қиймати ўқитувчи томонидан белгиланади.

2. T_1 ва T_2 тумблерларни улаб, резистор r ва индуктив ғалтак L дан иборат параллел занжир ҳосил қилинади. Ваттметр ёрдамида бутун занжирнинг актив қувватини, A , A_1 ва A_2 амперметрлар ёрдамида эса занжирнинг тармоқланмаган қисмларидаги ва шахобчалардаги тоқларни ўлчаб, олинган маълумотлар 4.1 – жадвалнинг актив – индуктив нағрузка қаторига ёзилади.

3. Тумблер T_2 ни узиб, тумблер T_3 уланади. Натижада резистор r ва конденсатор C дан иборат актив-сиғим характерли параллел занжир ҳосил қилинади. 2 – банддаги каби ўлчашларни бажариб, натижаларни 4.1 – жадвалнинг актив - сиғим нағрузка қаторига ёзилади.

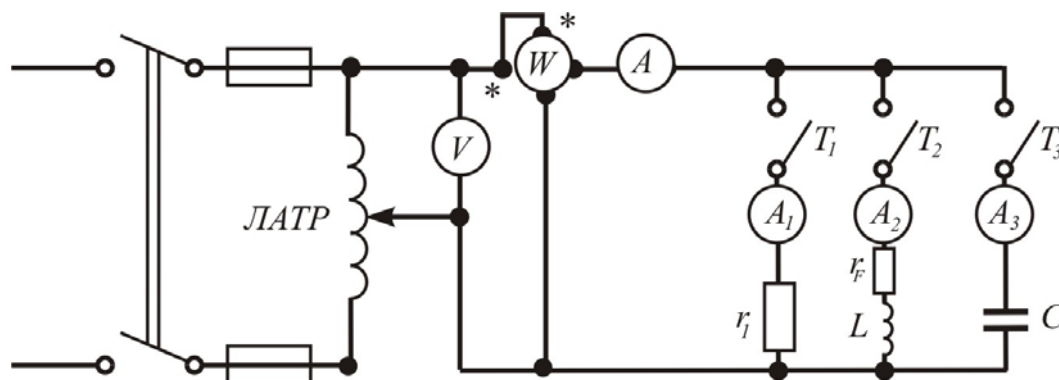
4. . Тумблер T_2 ни улаб, резистор r , индуктив ғалтак L ва конденсатор C дан иборат параллел занжир ҳосил қилинади. 2 – банддаги каби ўлчашларни бажариб, натижаларни 4.1 – жадвалдаги нағрузканинг умумий тури қаторига ёзилади.

5. 2, 3 ва 4 – бандлардаги ўлчашлар бажарилгандан кейин занжирларнинг шахобчаларидаги I_g , I_L ва I_C тоқларнинг алгебраик йиғиндиси умумий ток I дан ката бўлишига ишонч ҳосил қилинади.

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

7. 4.1 – жадвалдаги барча ҳисоблашларни бажаргандан сўнг занжирнинг параметрларини аниқлашга ўтилади.

8. Элементлари параллел уланган ўзгарувчан ток занжири учун Ом қонунини ва Кирхгофнинг биринчи қонунини тадбиқ этиш ҳақида хулоса берилади.



4.2 – расм.

Нагрузка характери (тури)		ЎЛЧАШЛАР					Ҳ И С О Б Л А Ш Л А Р							
		I	I_1	I_2	I_3	P	$\cos\varphi$		y	g	b_L	b_C	L	C
		A	A	A	A	$Вт$	<i>диаг</i>	<i>хисоб</i>	$\frac{1}{Ом}$	$\frac{1}{Ом}$	$\frac{1}{Ом}$	$\frac{1}{Ом}$	$Гн$	$мкФ$
Актив - индуктив	резистор r_l													
	индуктив ғалтак L													
	бутун занжир													
Актив - сивим	резистор r_l													
	конден- сатор C													
	бутун занжир													
Умумий ҳол	резистор r_l													
	индуктив ғалтак L													
	конден- сатор C													
	бутун занжир													

IV. Ҳисобот тузиш тартиби.

1. Ток ва кучланишларнинг вектор диаграммаларини куриш.

1. Кучланиш ва тоқларнинг вектор диаграммаларини куриш. Аввал ток ва кучланишларнинг масштабини ($m_I = \frac{A}{мм}$, $m_U = \frac{B}{мм}$) танлаб олиш керак.

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

а) Нагрузка актив – индуктив характерга эга бўлганда. Ихтиёрий O нуқтадан (4.1 – расм, з) кучланиш U нинг векторини горизонтал йўналишда чизамиз. Яна шу нуқтадан кучланиш векторининг йўналиши бўйича резисторли шахобча орқали ўтувчи ток I_g нинг векторини чизамиз.

Кирхгофнинг биринчи қонунига биноан занжирдаги умумий ток

$$I = I_g + I_F.$$

Бу ифоданинг вектор диаграммасини куриш учун ток вектори I_g нинг охиридан соат стрелкасининг ҳаракати йўналишида (чунки индуктив ток кучланишдан фаза бўйича орқада қолади) $I_2 = I_F$ токи векторига тенг радиус билан ёй чизилади. Сўнгра O нуқтадан умумий ток I нинг векторига тенг радиус билан ёй чизилади. Ёйларнинг кесишган нуқтасини I_g токи векторининг охири ҳамда O нуқта билан бирлаштириб, вектор диаграммани ҳосил қиламиз. Ғалтақдан ўтаётган ток I_F ни актив ток I_{gF} ва индуктив ток I_L дан иборат ташкил этувчиларга ажратиш мумкин;

б) нагрузка актив – сиғим характерга эга бўлганида ток векторлари I ва I_C соат стрелкасининг харакати йўналишига тескари йўналишда чизилади. Конденсаторнинг актив ўтказувчанлиги жуда кичик бўлганидан у ҳисобга олинмайди. У ҳолда сиғим характеридаги ток вектори ($I_C = I_3$) кучланиш векторидан фаза бўйича 90° га ўзувчан йўналишда қўйилади (4.1 – расм, δ);

в) нагрузка актив резистор, индуктив ғалтак ва конденсатордан иборат бўлгандаги умумий ҳол учун вектор диаграммани (4.1 – расм, e) куриш ўқувчиларнинг ўзларига топширилади;

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

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

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

Вектор диаграммадан занжирнинг қувват коэффициентини аниқлаш учун тегишли бурчакларни ўлчаб, тригонометрик жадвалдан $\cos \varphi$ нинг қийматлари аниқланади.

Шунингдек, вектор диаграммадан тегишли тўғри бурчакли учбурчакнинг катет ва гипотенузларини ўлчаб, уларнинг нисбатини олиш мумкин. Кейинги усул аниқроқ натижа беради;

д) занжирнинг ўтказувчанликларини аниқлаш:

1. Занжирнинг тўла ўтказувчанлиги

$$y = \frac{I}{U}, \text{ См.}$$

2. Занжирнинг актив ўтказувчанлиги

$$g = \frac{I_g}{U}, \text{ См } (I_g = I_1).$$

3. Занжирнинг индуктив ўтказувчанлиги

$$b_L = \frac{I_L}{U}, \text{ См } (I_L \approx I_2).$$

4. Занжирнинг сиғим ўтказувчанлиги

$$b_C = \frac{I_C}{U}, \text{ См } (I_C \approx I_3).$$

Ўз - ўзини текшириш учун саволлар.

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

5-лаборатория иши КУЧЛАНИШЛАР РЕЗОНАНСИ

I. Ишни бажаришдан мақсад

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

II. Ишга оид назарий тушунчалар

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

Электр занжирларда тебраниш системаси тарзида индуктив ғалтак L ва сиғим C дан ташкил топган тебраниш контури (5.1-расм,а) қаралади. Конденсаторнинг қопламаларида бошланғич заряд q_0 бўлганда, конденсаторнинг электр майдон энергияси

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

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

$$W_M = \frac{\psi_0^2}{2L} = \frac{LI_0^2}{2}$$

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

(Бу ерда U_0 – контурдаги конденсатор токи $i = 0$ бўлгандаги кучланиш, ψ_0 – ғалтакдаги ток максимум, яъни $i = I_0$ бўлгандаги илашган магнит оқими). Истаган пайтда L ва C реактив элементлардаги кучланишлар оний қийматларининг йиғиндиси доимо нолга тенг, яъни

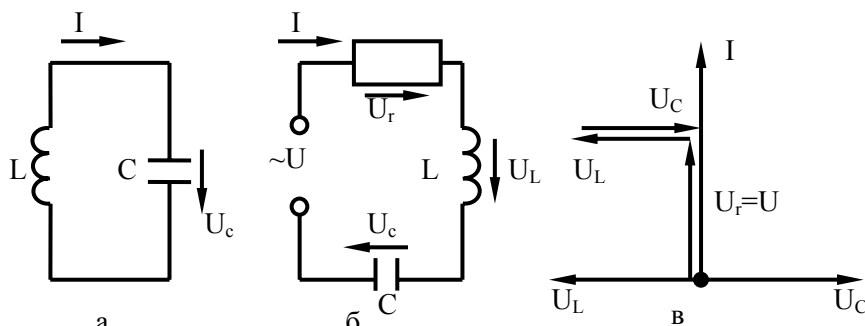
$$u_L + u_C = 0, \quad (1)$$

ёки

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

Энергия сарфи мавжуд бўлган электр тебраниш контурининг схемасида актив қаршилиқ ёки актив ўтказувчанлик бўлиб, занжир элементлари уч хил кўринишда, яъни кетма-кет, параллел ва аралаш схемада уланиши мумкин. Қуйида r , L ва C элементлар кетма-кет уланган (5.1-расм,б) занжирдаги кучланишлар резонанси ҳодисаси кўрилади. Занжирда

резонанс ҳодисаси содир бўлиши учун реактив элементларнинг қаршиликлари $x_L = x_C$ ёки $\omega L = \frac{1}{\omega C}$ бўлиши керак. Бунга $\omega = \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ да эришиш мумкин. Агар кетма-кет тебраниш контурини синусоидал кучланиш $u = U_m \sin \omega t$ манбага уласак, ундан резонанс пайтида оқиб ўтадиган ток



5.1-расм

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

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

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

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

Занжирнинг резонанс пайтидаги ток ва кучланишларнинг вектор диаграммаси 5.1-расм, в да кўрсатилган. Вектор диаграммадан кўринадики, реактив элементлардаги кучланишлар ўзаро тенг ($U_L = U_C$), аммо қарама-қарши фазада бўлган резонанс (реактив) кучланишлари U_L ва U_C бир-бирларини тўла компенсация қилади. Бу пайтда занжирга берилган кучланиш U актив қаршиликдаги кучланишнинг пасаюви U_r га тенг ва тўла занжир учун ҳисобланган фаза силжиш бурчаги $\varphi = 0$ бўлади. Тебраниш контури манба учун худди актив юклама ҳисобланади. Реактив кучланишлар U_L ва U_C нинг таъсир этувчи қийматлари умумий кучланиш U нинг қийматига нисбатан катта ёки кичик бўлиши тебраниш контурининг тўлқин қаршилиги ρ га боғлиқ:

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

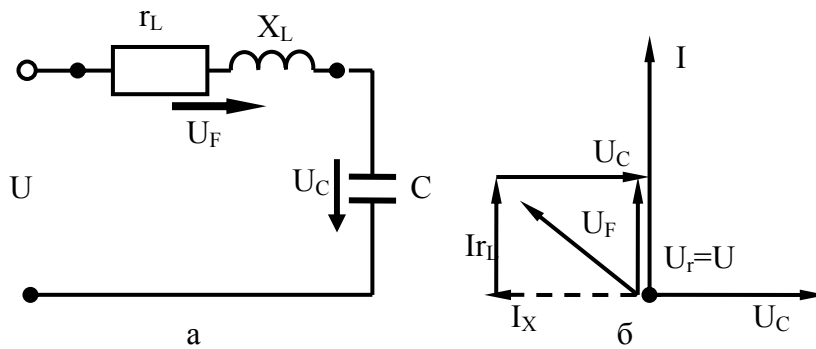
Аниқроқ айтганда актив қаршилик r га нисбатан унинг неча марта катта ёки кичиклигига боғлиқ. Бу ерда $Q = \frac{\rho}{r}$ - тебраниш контурининг аслиги дейилади. Тескари нисбат

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

эса тебраниш контурининг сўниши дейилади.

Занжирда кучланишлар резонанси қуйидаги усуллар билан ҳосил қилиниши мумкин:

1. Занжирнинг параметрлари L ва C, яъни частота $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ ўзгармас бўлганда, манбанинг частотасини бир текис ўзгартириш билан $\omega = \omega_0$ тенглик амалга оширилади.



5.2-расм.

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

Ҳақиқий кетма-кет тебраниш контурларида актив қаршилик занжирнинг айрим бўлаги (қисми) бўлмасдан, балки индуктив ғалтакнинг тўла қаршилиги z_L нинг актив ташкил этувчиси r_L тарзида кирди (5.2-расм, а).

Занжирда резонанс қарор топганлигини резонанс шarti ($x_L = x_C$) бажарилиб, токнинг максимумга эришганлигидан билиш мумкин, яъни $I = I_m = \frac{U}{r_L}$, 5.2-расм, б даги резонанс

режими учун қурилган вектор диаграммадан кўринадикки, резонанс пайтида ғалтакдаги кучланиш U_F конденсатордаги кучланиш U_C дан бирмунча катта, бу қуйидаги ифодадан ҳам кўриниб турибди, яъни

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

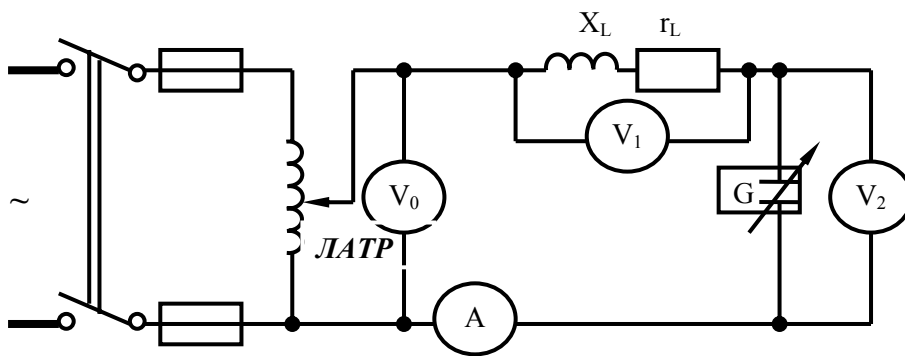
Кучланишлар резонансида занжирга берилган кучланиш нисбатан кичик бўлса ҳам, реактив элементлардаги резонанс кучланишлари бир мунча ортиши мумкин бўлгани учун кучланишлар резонанси деб аталади. Кучланишлар резонансидан фойдали ҳодиса тарзида радиотехникада, телевидениеда ва алоқа техникасида фойдаланилади.

III. Ишни бажариш тартиби

1. Стенда 5.3-расмдаги электр схемани йиғиб, аввалдан автотрансформатор (ЛАТР) дастагининг ҳолати 0 қўйилади.

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

3. Конденсаторларни тўла ажратиб, кучланиш U нинг конденсаторлар қисмасидаги кучланиш U_2 га тенг эканлигига, шунингдек, ток I ва кучланиш U_1 нинг нолга тенглигига ишонч ҳосил қилинг. Бу маълумотларни 5.1-жадвалнинг биринчи қаторига ёзинг. Конденсаторнинг сиғимини нолдан $C_{рез}$ миқдоргача поғонали ўзгартириш билан резонанс нуктасига қадар ва ундан кейин ($C > C_{рез}$ бўлганда) 5-6 та тажриба нукталарни олиб, маълумотларни 5.1-жадвалга ёзинг.



5.3-расм.

4. 5.1-жадвалдан контурнинг резонансга қадар, резонанс пайтига ва ундан кейинги иш режимларига мос ток ва кучланишларнинг қийматларини топиб, масштабда вектор диаграмма курунг.

5. Ўлчаш натижалари ва 4-банддаги геометрик қуришлар бўйича қаршиликларни, фаза силжиш бурчаги φ ни ва бутун занжирнинг қувват коэффиценти $\cos\varphi$ ни ҳисобланг (5.1-жадвал).

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

7. Умумий графикда (масштаб билан) куйидаги

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

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

8. Иш бўйича тегишли хулосаларни беринг.

5.1-жадвал

№	ЎЛЧАШЛАР					ҲИСОБЛАШЛАР								
	C	U	U ₁	U ₂	I	Z	Z _L	r _L	x _L	x _C	ρ	φ	cos φ	ω ₀
Т. Т.	м к Ф	В	В	В	А	О М	О М	О М	О М	О М	О М	гр ад	-	Рад с

Ўз-ўзини текшириш учун саволлар

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? Нима учун бу резонанс кучланишлар резонанси деб аталади?
3. Кучланишлар резонансини ҳосил қилишнинг қандай усуллари мавжуд ва улардан қайси бири ушбу ишда қўлланилган?
4. Тебраниш контурининг тўлқин қаршилиги, асиллик коэффиценти ва сўниш коэффиценти нима? Бу катталиқлар резонанснинг физик табиатига қандай таъсир кўрсатади?
5. Агар занжирга берилган кучланиш модули бўйича бир қанча ўзгарса (ортса ёки камайса) резонанс эффекти бузиладими?

6. Конденсаторларнинг сифими ўзгарса, бутун занжирнинг манбадан истеъмол қилаётган актив қуввати ўзгарадими? Агар ўзгарса қандай миқдорга ўзгаради?
7. Резонанс пайтида кучланиш U_F ёки (U_1) ва U_C ёки (U_2) нинг тенг бўлмаслиги қандай тушунтирилади?
8. Нима учун резонанс пайтида занжирдаги ток максимал қийматга эга бўлади?
9. Кучланишлар резонансини амалий аҳамияти қандай? Мисоллар келтиринг.

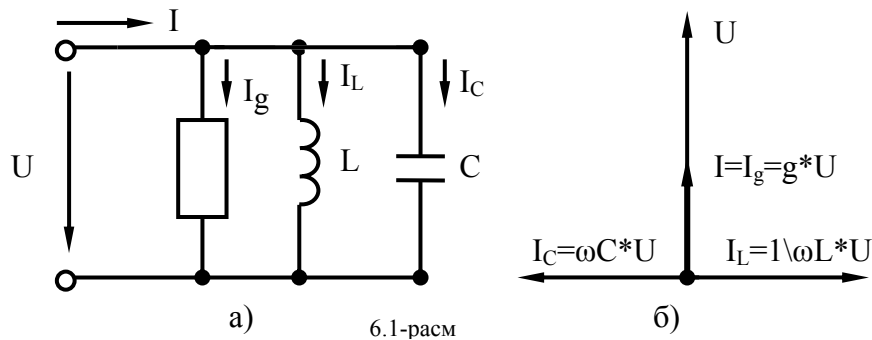
6-лаборатория иши ТОКЛАР РЕЗОНАНСИ

1. Ишни бажаришдан мақсад

1. Резонанс ҳодисасини актив, индуктив ва сиғим ўтказувчанликлари параллел занжирда содир бўлишини тажрибада текшириб кўриш.
2. Занжирнинг резонанс пайтидаги параметрларини аниқлаш ва параллел занжирларни резонанс режимига созлашни ўрганиш.
3. Назарий ҳисобларни тажрибадан олинган маълумотлар билан таққослаш.

II. Ишга оид назарий тушунчалар

Резонанс деб тебраниш контурининг хусусий тебранишлар частотаси $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ билан манба частотаси ω нинг мос тушиш ҳодисасига айтилади (резонанс тўғрисидаги тўларок маълумотлар 5-лаборатория ишида берилган).



Элементлари g (актив ўтказувчанлик, $1/\text{Ом}$), L ва C параллел уланган занжирда (6.1-расм, а) резонанс ҳодисаси содир бўлиши учун индуктив ғалтакдаги $I_L = \frac{1}{\omega L} \cdot U$ ва $I_C = \omega C \cdot U$ тоқлар ўзаро тенг бўлиши керак. Бунинг учун реактив элементларнинг ўтказувчанликлари ҳам ўзаро тенг бўлиши керак, яъни $b_L = b_C$ ёки $\frac{1}{\omega L} = \omega C$. Бунга фақат $\omega = \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ бўлганда эришиш мумкин.

Занжирнинг резонанс режимига оид вектор диаграммаси 6.1-расм,б да кўрсатилган. Вектор диаграммадан кўринадики, миқдор жиҳатдан ўзаро тенг, аммо қарама-қарши фазада бўлган реактив (резонанс) тоқлар I_L ва I_C бир-бирларини тўла компенсациялайди. Занжирга берилган кучланиш вектори \bar{U} билан фаза жиҳатдан мос тушувчи актив тоқ вектори \bar{I}_g бир йўла занжирнинг умумий тоқи ҳисобланади. Шундай қилиб, резонанс пайтида контур электр тармоғида худди актив юкламадек ишлайди. Шу пайтда занжирдаги кучланиш билан умумий тоқ орасидаги фаза силжиш бурчаги $\varphi = 0$ бўлади. Бошқа томондан занжирни ω бурчак частотали синусоидал кучланиш $u = U_m \sin \omega t$ га улаганда унинг тўла ўтказувчанлиги

$$y = \sqrt{g^2 + \left(\frac{1}{\omega L} - \omega C\right)^2} = g, \quad \text{чунки } \frac{1}{\omega L} = \omega C.$$

Резонанс пайтида ўзаро компенсацияланувчи реактив тоқлар I_L ва I_C занжирдаги актив тоқ $I_g = I$ дан бир қанча марта катта ёки кичик бўлиши мумкин, бу тебраниш контурининг тўлқин ўтказувчанлиги

$\gamma = \frac{1}{\omega_0 L} = \omega_0 C = \sqrt{\frac{C}{L}}$, $\left[\frac{1}{\text{Ом}} \right]$ актив ўтказувчанлик g дан неча марта катта ёки кичиклигига

боғлиқ. $Q = \frac{\gamma}{g}$ нисбат тебраниш контурининг асиллик коэффициенти дейилади. Тескари

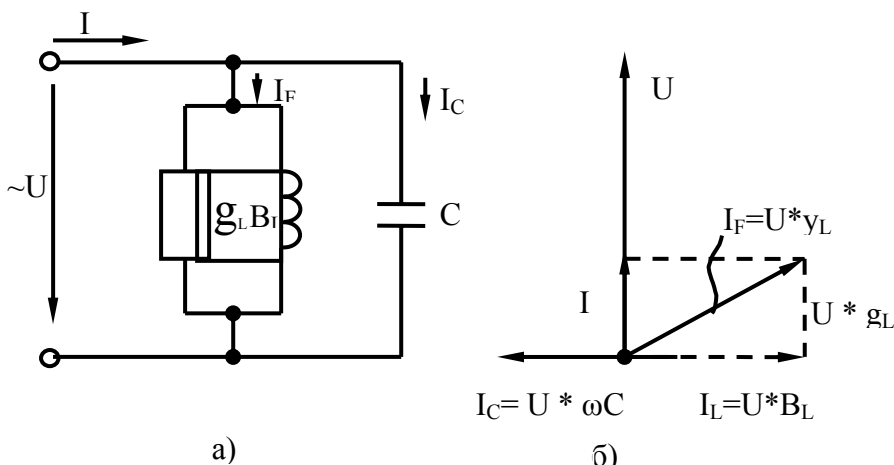
нисбат $d = \frac{g}{\gamma}$ тебраниш контурининг сўниши дейилади.

Занжирда тоқлар резонанси қўйидаги усуллар билан ҳосил қилиниши мумкин:

1. Занжирнинг L ва C параметрлари, шунингдек, $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ ўзгармас бўлганда манбанинг частотасини бир текис ўзгартириш билан $\omega = \omega_0$ тенглик амалга оширилади.

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

Ҳақиқий параллел тебраниш контурида актив ўтказувчанлик занжирнинг айрим бўлаги бўлмасдан, балки индуктив ғалтак тўла ўтказувчанлиги y_L нинг актив ташкил этувчиси g_L тарзида киради (6.2-расм,а). Занжирда резонанс қарор топганлигини резонанс шарти ($b_L = b_C$) бажарилиб, токнинг минимумга ($I = I_{\min} = U \cdot g$) эришганлигидан билиш мумкин. 6.2-расм,б даги резонанс пайтида индуктив ғалтакдаги токнинг модули $I_F = U \cdot y_L$ конденсатордаги ток $I_C = U \cdot \omega C$ дан бирмунча катта, бу қўйидаги ифодадан кўриниб турибди, яъни $I_F = U \cdot y_L = U \cdot \sqrt{g_L^2 + b_L^2}$.



6.2-расм

Резонанс режимида реактив элементлардаги тоқлар I_L ва I_C миқдор жиҳатдан актив элементдаги ток $I_g = I$ дан бир мунча катта бўлади. Шунинг учун ҳам бу ҳодиса тоқлар резонанси деб аталади. Занжирдаги умумий токнинг занжирга берилган кучланиш билан бир хил фазада бўлиши, тоқлар резонанси ҳодисасидан энергетик қурилмаларнинг қувват коэффициенти $\cos \phi$ ни бирга яқинроққача кўпайтиришда фойдаланиш мумкин. Энергетик қурилманинг тоқлар резонанси режимида ишлаши манбадан келаётган энергиядан тўла фойдаланиш нуқтаи назаридан энг қулай ҳисобланади.

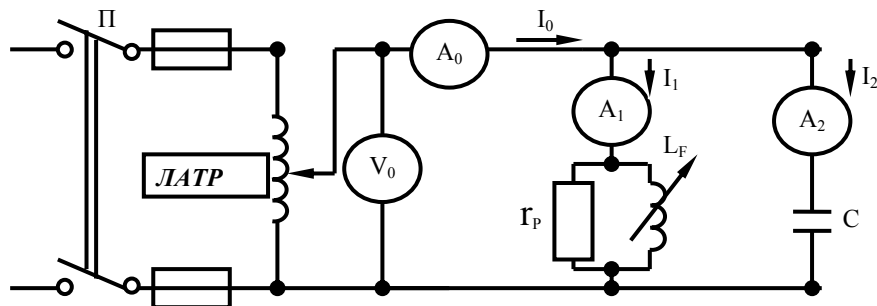
Индуктив ғалтак ва конденсатордаги электромагнит майдонни ўзгартириб туриш учун сарфланадиган реактив энергия ана шу элементлар орасида алмашилиб туради, чунки $U I_L = U I_C$.

III. Ишни бажариш тартиби

1. Стенда 6.3-расмдаги электр схемани йиғиб, аввалдан автотрансформатор (ЛАТР) дастагини ОВ ҳолатига қўйинг. (Конденсаторнинг сизими ҳар бир группа (бригада) студентлар учун ўқитувчи томонидан белгиланиб, кейин ўзгартирилмайди).

2. Улагичнинг П кнопкасини босиш билан схемани электр тармоғига улаб, ЛАТР ёрдамида берилган кучланишни бир текис ўзгартириб, унинг чиқиш томонида $U_C = 150 \div 200 \text{ В}$ (ўқитувчининг кўрсатмаси бўйича) кучланишни қўйинг. Индуктив ғалтак

пўлат ўзагининг ҳолатини ростлаш билан занжирдаги токнинг минимал ($I_0=I_{\min}$) бўлишига эришинг.



6.3-расм

I_0 , I_1 ва I_2 тоқларнинг қийматларини дафтарга ёзиб қўйинг.

3. Кейинчалик ғалтак ўзагининг ҳолатини ростлаш билан ток $I_1(I_L)$ қийматининг минимал бўлишига эришинг. Бу ҳолатда пўлат ўзақдаги ҳаволи оралиқ минимал бўлади. Кучланиш ва тоқларнинг бу нуқтадаги қийматларини 6.1-жадвалнинг биринчи қаторига ёзилади.

4. Индуктив ғалтакнинг пўлат ўзагидаги ҳаволи бўшлиқни резонансга қадар ($I_2>I_1$) орттира бориб, оралиқдаги 4-5 нуқталарда ($I_1>I_2$) тажриба ўлчашларни бажариб, олинган маълумотларни 6.1-жадвалга ёзинг.

5. 6.1-жадвалдан контурнинг учта характерли режими учун, яъни резонансга қадар, резонанс пайтида ва ундан кейинги иш режимларига мос кучланиш ва тоқларнинг қийматларини топиб, масштабда ана шу режимлар учун вектор диаграмма қуриинг.

1. Ўлчаш натижалари ва 5-пунктдаги геометрик қуришлар бўйича ўтказувчанликларни, фаза силжиш бурчаги φ ни ва бутун занжирнинг қувват коэффиценти $\cos\varphi$ ни ҳисобланг. (6.1-жадвал)

2. Умумий координаталар системасида қуйидаги боғланишларнинг эгри чизиқларини қуриинг: $I_0 = f_0(L)$; $I_1 = f_1(L)$; $I_2 = f_2(L)$; $\varphi = f_3(L)$ ва $\cos\varphi = f_4(L)$.

6.1-жадвал

№ m	Ўлчашлар				Ҳисоблашлар									
	U_0 В	I_0 А	I_1 А	I_2 А	L Г н	C м к Ф	Y_L $\frac{1}{\Omega}$ м	g_L $\frac{1}{\Omega}$ м	b_L $\frac{1}{\Omega}$ м	b_C $\frac{1}{\Omega}$ м	γ $\frac{1}{\Omega}$ м	φ град	$\cos\varphi$ -	ω_0 $\frac{\text{Pa}}{\text{д}}с$

Ўз-ўзини текшириш учун саволлар

1. Электр занжирларда резонанс ҳодисаси деб нимага айтилади?
2. Тоқлар резонансининг шартлари нималардан иборат?
3. Мазкур ишда контурнинг резонансга созлашнинг қандай усули қўлланди? Резонансга бошқача йўллар билан ҳам эришиш мумкинми?
4. Индуктив ғалтакнинг ўзагидаги ҳаволи оралиқ ўзгарганда контурнинг хусусий тебранишлар частотаси қандай ўзгаради?
5. Агар резонанс пайтида конденсаторнинг сиғимини икки марта орттирсак ёки камайтирсак ток I_0 қандай ўзгаради?
6. Резонанс пайтида I_1 ва I_2 (I_L ва I_C) тоқларнинг тенг бўлмаслиги қандай тушунтирилади?

7-лаборатория иши

ИСТЕЪМОЛЧИЛАР ЮЛДУЗ СХЕМАДА УЛАНГАН УЧ ФАЗАЛИ ТОК ЗАНЖИРИНИ ТЕКШИРИШ

I. Ишнинг мақсади.

1. Истеъмолчилар юлдуз схемада уланган уч фазали ток занжирининг турли режимлардаги ишини экспериментал текшириш:

- а) текис актив нагрузка учун;
- б) нотекис актив нагрузка учун;
- в) нотекис актив, индуктив ва сиғим нагрузкалар учун.

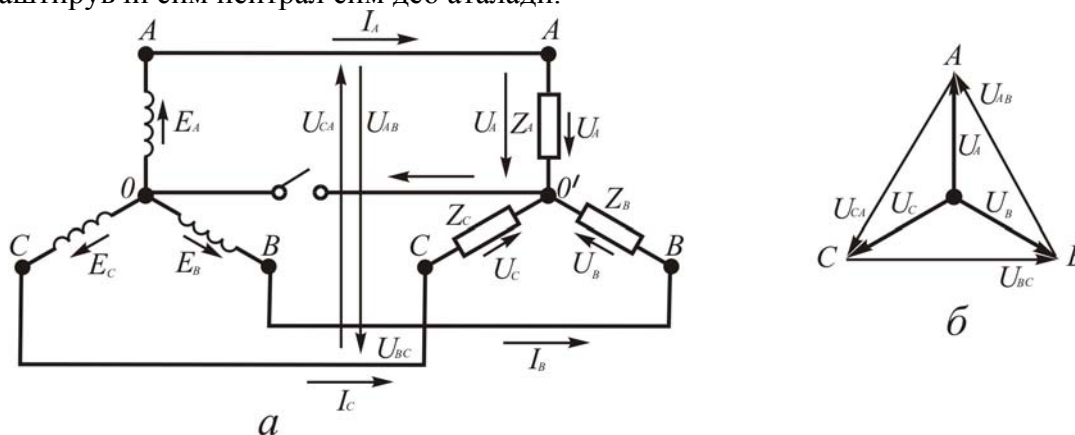
2. Ток ва кучланишларнинг топографик (вектор) диаграммасини қуришни ўрганиш.

3. Фаза ва линия кучланишларини ўлчашни ўрганиш ва улар орасидаги нисбатни экспериментал текшириш.

II. Назарий қисм.

Уч фазали ўзгарувчан (синусоидал) ток занжирида электр энергиясининг истеъмолчиларини уч фазали ЭЮК манбаи билан “юлдуз” ёки “учбурчак” схема бўйича бириктирилади.

Уч фазали ток манбаига истеъмолчиларнинг қандай схема бўйича уланиши уларнинг ҳар қайси фазаларининг қаршиликларини қандай миқдордаги номинал кучланишга мўлжалланганига боғлиқ. Истеъмолчилар “юлдуз” схемада уланганда Z_A , Z_B , Z_C фаза қаршиликларининг бош учлари A , B , C манбадан келаётган линия симларига, охириги учлари эса нейтрал нукта $0'$ уланади. Агар нагрузка фазалар бўйича носимметрик бўлса, у ҳолда $0'$ нукта уч фазали манбанинг худди шундай нейтрал нуктаси 0 билан бириктирилади. (7.1- расм,а) манба билан истеъмолчиларнинг 0 ва $0'$ нукталарини бирлаштирувчи сим нейтрал сим деб аталади.



7.1 – расм.

Уч фазали манба фаза ЭЮК ларининг оний қийматлари бир – бирларидан фазалари бўйича 120° (ёки учдан бир даврга) силжиган бўлади, яъни

$$e_A = E_m \sin \omega t$$

$$e_B = E_m \sin(\omega t - 120^\circ)$$

$$e_C = E_m \sin(\omega t - 240^\circ).$$

Уч фаза ЭЮК ларининг амплитудалари бир хил бўлиб, уларнинг таъсир этувчи қийматлари E_A , E_B ва E_C ўзаро тенг, яъни $E_A = E_B = E_C = E_\phi$ бўлади.

Агар линия ва нейтрал симларнинг қаршилиги нолга тенг бўлса, фаза қаршиликларининг қисмларидаги оний кучланишлар миқдор жиҳатдан фаза ЭЮК лари билан бир хил бўлади, яъни

$$u_A = U_m \sin \omega t ;$$

$$u_B = U_m \sin(\omega t - 120^\circ);$$

$$u_c = U_m \sin(\omega t - 240^\circ).$$

Фаза кучланиши деб исталган бирон линия сими билан нейтрал сим орасидаги ҳамда манба ёки истеъмолчининг бир номли фазаларининг бош ва охириги учлари орасидаги кучланишларга айтилади. Улар U_A, U_B, U_C ва U_ϕ деб белгиланади.

Шунингдек, фаза кучланишларининг таъсир этувчи қийматлари ҳам ўзаро тенг: $U_A = U_B = U_C = U_\phi$ ва уларнинг векторлари симметрик уч нурли юлдуз хосил қилади (7.1 – расм, б).

Линия кучланиши деб исталган иккита линия сими орасидаги ёки исталган иккита фазанинг (манба ёки истеъмолчи) бош учлари (A, B, C) орасидаги кучланишларга айтилади. Линия кучланишлари U_{AB}, U_{BC}, U_{CA} ёки U_L кўринишида белгиланади. Улар симметрик нагрузкада ўзаро тенг бўлиб, фаза кучланишлардан $\sqrt{3}$ марта катта, яъни

$$U_{AB} = U_{BC} = U_{CA} = U_L = \sqrt{3} U_\phi.$$

Линия симларидан ($A - A, B - B, C - C$) оқиб ўтаётган тоқлар линия тоқлари дейилади. Улар I_A, I_B, I_C ёки I_L билан белгиланади. Манба ва истеъмолчининг бир номли фазаларидан оқиб ўтаётган тоқлар фаза тоқлари дейилиб, I_A, I_B, I_C ёки I_ϕ билан белгиланади.

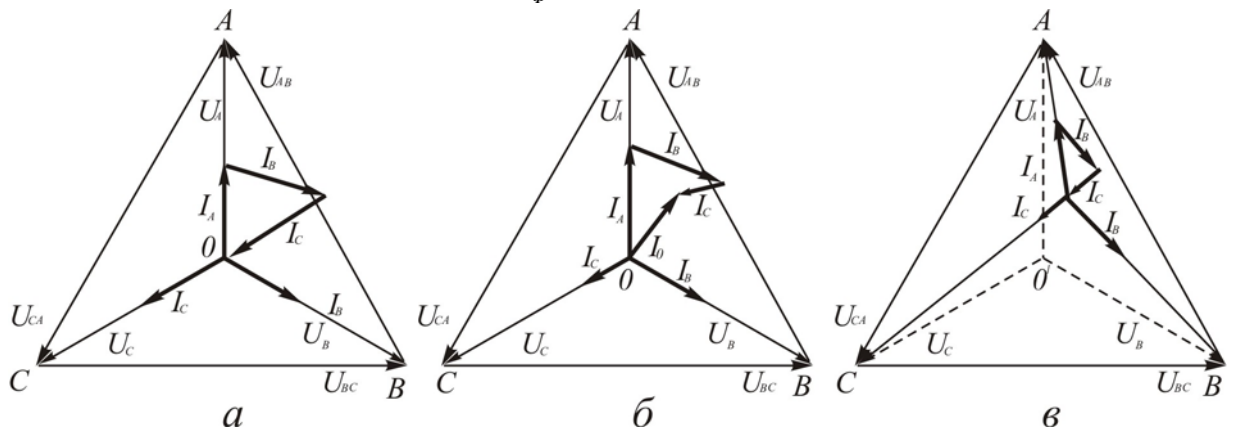
Истеъмолчилар юлдуз схемада уланганда манба билан истеъмолчининг бир номли фазалари кетма – кет уланганидан линия ва фаза тоқлари ўзаро тенг, яъни $I_L = I_\phi$ бўлади. Фаза қаршиликлари тенг бўлганда (симметрик) фаза тоқларининг оний қийматлари амплитудалари бўйича тенг бўлиб, аммо нагрузка характериға кўра оний фаза ЭЮК дан (кучланишдан) φ бурчакка силжиган бўлади:

$$i_A = I_m \sin(\omega t \pm \varphi);$$

$$i_B = I_m \sin(\omega t - 120^\circ \pm \varphi);$$

$$i_C = I_m \sin(\omega t - 240^\circ \pm \varphi),$$

ва шу тоқларнинг йиғиндисига тенг бўлган нейтрал симдаги ток нагрузка симметрик бўлганда нолга тенг бўлади (бу ерда $I_m = \frac{U_m}{Z_\phi}$)



7.2 – расм.

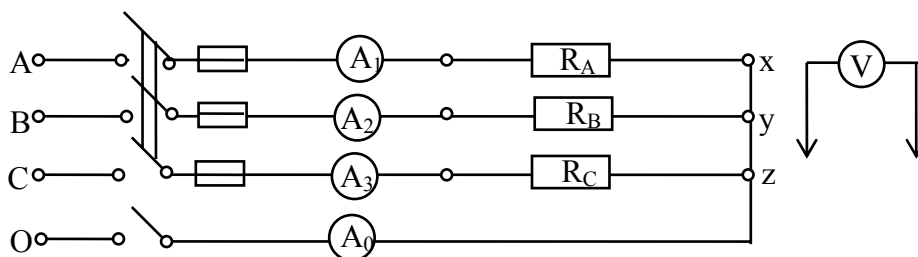
Бу симметрик актив нагрузка ($r_A = r_B = r_C = r_\phi$) режими учун қурилган ток ва кучланишларнинг вектор диаграммасидан ҳам кўриниб турибди (7.2 – расм, а). Агар фаза қаршиликлари тенг бўлмаса ($r_A \neq r_B \neq r_C$) фаза кучланишларининг симметриясини ($U_A = U_B = U_C = U_\phi$) сақлаш учун O ва O' нуқталар орасида нейтрал сим уланади (7.1 – расм, а). У ҳолда йиғинди ток $i_A + i_B + i_C = i_N \neq 0$ нейтрал сим бўйлаб оқади. Бу режим учун ток ва кучланишларнинг вектор диаграммаси 7.2 – расм, б да кўрсатилган. Носимметрик нагрузкада нолинчи (нейтрал) симни ажратиш мумкин эмас, чунки фаза

токлари йиғиндисининг нолга тенг бўлиши фаза кучланишларининг жараёни (U_A , U_B , U_C) қайта тақсимооти ҳисобига бўлади. Бунда нагрукаси кам фазанинг кучланиши номинал қийматидан ортиб, кўпиники камайиб кетади. Бўлаётган процесслар Ом ва Кирхгоф қонунларига биноандир (7.2 – расм, в).

IV. Ишни бажариш тартиби.

1. 7.3 – расмда кўрсатилган симметрик актив нагрукали схемани йиғиб, занжирни уч фазали ток тармоғига уланг.

Фаза қаршиликлари r_A , r_B , r_C ни ростлаш билан фаза амперметрлари A_1 , A_2 , A_3 ларнинг бир хил кўрсатишига эришиш керак. Симметрик нагруклада нейтрал симда ток йўқлигига амперметр A_0 ёрдамида ишонч ҳосил қилинг. Сўнгра нейтрал симни ажратиб, уч фазали симметрик системанинг нормал ишлашига ишонч ҳосил қилинг. Фаза ва линия ток ва кучланишларини ўлчаш натижаларини 7.1 – жадвалга ёзинг.



7.3– расм.

2. Нейтрал симни қайта улаб, r_A, r_B, r_C фаза қаршиликларининг қийматларини ўзгартириб, истеъмолчининг фазаларида нотекис нагрукка ҳосил қилинг. Нейтрал симдаги токнинг миқдори фаза токларининг носимметриклик даражасини кўрсатади. Ўлчаш натижаларини жадвалга ёзинг.

3. Занжирнинг параметрларини 2 – пунктда айtilганидек қолдириб, нейтрал симни ажратгандан сўнг, истеъмолчининг фаза токлари ва кучланишлари U_A , U_B , U_C , I_A , I_B , I_C ҳамда нейтрал симнинг ажратилган нуқталари орасидаги кучланишни ўлчанг (нейтралнинг силжиши). Фаза кучланишлари симметриясининг бузилганлигига ва манба билан истеъмолчининг O ва O' нуқталари орасида кучланиш пайдо бўлишига ишонч ҳосил қилинг. Ўлчаш натижаларини жадвалга ёзинг.

4. Занжирни манбадан ажратиб истеъмолчининг истаган иккита фазасидаги актив қаршиликларни индуктивлик ва сиғимга алмаштириб, нейтрал симни қайта улагандан сўнг r , L , C параметрларни ростлаш билан фаза токларининг қиймат жиҳатдан тахминий тенг бўлишига эришинг, яъни $I_A = I_B = I_C$ бўлсин. Нагрукка характерлари турлича бўлса, фаза токлари ўзаро тенг бўлганида ҳам нейтрал симда ток бўлишига ишонч ҳосил қилинг. Ўлчаш натижаларини 7.1 – жадвалга ёзинг.

7.1-жадвал

Нагрузка турлари	Ў л ч а ш л а р										Ҳисоблашлар		
	I_A	I_B	I_C	I_0	U_A	U_B	U_C	U_{AB}	U_{BC}	U_{CA}	$\frac{U_{AB}}{U_A}$	$\frac{U_{BC}}{U_B}$	$\frac{U_{CA}}{U_{CA}}$
	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B			
Актив симметрик													
Актив носимметрик													
Шундай, нолинчи сим узилган													
Аралаш (r, L, C) нол сим уланган													
Аралаш (r, L, C) нол сим узилган													

5. Занжирнинг барча иш режимлари учун (1:4) масштабда ток ва кучланишларнинг топографик вектор диаграммасини қуринг. Ток I_0 нинг вектор диаграммадаги ва ўлчашдан олинган қийматларини солиштиринг.

6. Қуйидаги саволларга ёзма жавоб беринг: 1) нейтрал симнинг аҳамияти; 2) уч фазали занжирнинг қатъий ва шартли симметрияси ҳақида тушунча.

Ўз - ўзини текшириш учун саволлар

1. Уч фазали занжирларни бириктиришнинг қандай усуллари бор ва улар қандай ҳолларда қўлланади?
2. Нейтрал симнинг аҳамияти қандай?
3. Уч фазали текис ва нотекис нагрузка нима?
4. Уч фазали ток ва кучланишлар қандай ҳолда симметрик система ташкил қилади?
5. Уч фазали системада фазалар алмашиниши нима ва у аралаш нагрузкада нейтрал (нолинчи) симдаги токка қандай таъсир этади?
6. Уч фазали симметрик истеъмолчини юлдуз схемадан учбурчак схемага қайта уланса, фаза токлари ва кучланишлари қандай ўзгаради?
7. Уч фазали занжирларнинг тўрт симли линияларида нима учун нейтрал симнинг кўндаланг кесими фаза симлариникидан кичик?
8. Уч фазали симметрик ва носимметрик истеъмолчиларга оид мисоллар келтиринг,

8 – лабораторий иши

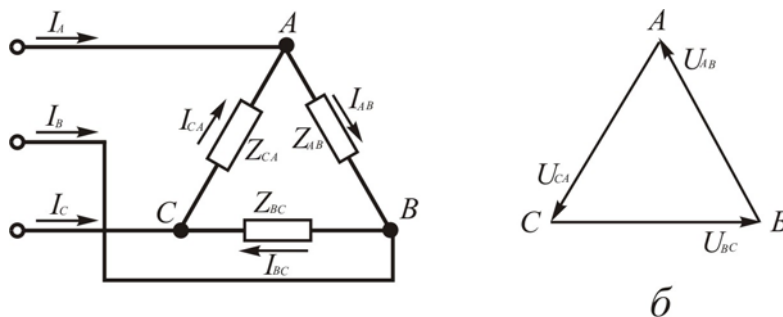
ИСТЕЪМОЛЧИЛАР УЧБУРЧАК СХЕМАДА УЛАНГАН УЧ ФАЗАЛИ ТОК ЗАНЖИРИНИ ТЕКШИРИШ

I. Ишнинг мақсади.

1. Истеъмолчилар учбурчак схемада уланган уч фазали ток занжирининг турли режимлардаги ишини экспериментал текшириш:
 - а) симметрик актив нагрузка учун;
 - б) носимметрик актив нагрузка учун;
 - в) айрим фазалари ажратилган ва бирон линия сими узилган ҳолатлари учун.
2. Фаза ва линия токлари орасидаги нисбатни экспериментал текшириш.
3. Ток ва кучланишларнинг вектор (топографик) диаграммаларини куриш бўйича тажриба ортириш.

II. Назарий қисм.

Уч фазали ўзгарувчан (синусоидал) ток занжирида электр энергиясининг истеъмолчиларини уч фазали ЭЮК (кучланиш) манбаи билан “юлдуз” ёки ”учбурчак” схема бўйича уланади. Истеъмолчиларнинг уч фазали ток манбаига қандай схема бўйича уланиши, истеъмолчи алоҳида фазаси қаршилигининг қандай миқдордаги номинал кучланишга мўлжалланганига боғлиқ. Учбурчак уланганда фаза қаршиликлари Z_{AB} , Z_{BC} , Z_{CA} тегишли A , B ва C линия симларининг ораларига уланади, яъни истеъмолчининг биринчи фазаси A ва B линия симлари ораллиғида, иккинчи фазаси B ва C линия симлари ораллиғида ва ниҳоят учинчи фазаси C ва A линия симлари ораллиғида уланган бўлиши керак (8.1 – расм, а).



а
8.1 – расм.

Уч фазали истеъмолчи қаршиликларининг қисмларидаги фаза кучланишлари уч фазали симметрик системани ҳосил қилади (8.1 – расм, б), яъни

$$u_{AB} = U_m \sin \omega t ;$$

$$u_{BC} = U_m \sin(\omega t - 120^\circ) ;$$

$$u_{CA} = U_m \sin(\omega t + 120^\circ) .$$

Линия кучланишларининг таъсир этувчи қийматлари учун қуйидаги тенгликларни ёзиш мумкин:

$$U_{AB} = U_{BC} = U_{CA} = U_\phi = U_L ; \quad U_\phi = U_L ,$$

демак, истеъмолчилар учбурчак схемада уланганда линия ва фаза кучланишлари ўзаро тенг бўлар экан.

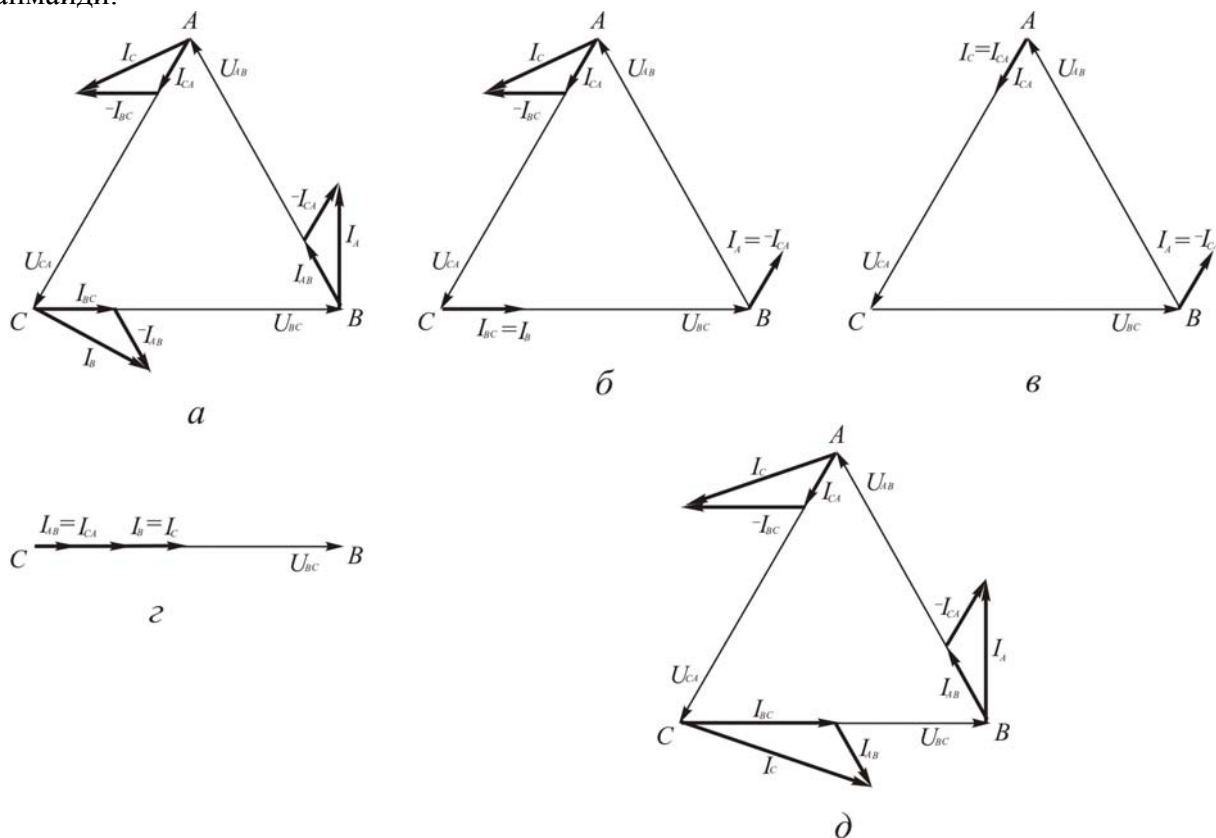
Фаза токлари I_{AB} , I_{BC} , I_{CA} фақат айрим фаза қаршиликлари (z_{AB} , z_{BC} , z_{CA})нинг характерига ва миқдорларига боғлиқ бўлиб, линия симларидаги тоklar I_A , I_B , I_C га тенг эмас (8.1 – расм, а). Линия ва фаза токлари орасидаги боғланиш A , B , C тугунлар учун Кирхгофнинг биринчи қонуни бўйича тузилган тенгламалардан аниқланади:

$$\begin{aligned}\bar{I}_A &= \bar{I}_{AB} - \bar{I}_{CA}; \\ \bar{I}_B &= \bar{I}_{BC} - \bar{I}_{AB}; \\ \bar{I}_C &= \bar{I}_{CA} - \bar{I}_{BC}.\end{aligned}$$

Ушбу тенгламалар ёрдамида уч фазали нагруканинг барча ҳоллари учун линия тоқларини аниқлаш мумкин.

Уч фазали симметрик нагрукда линия тоқлари ўзаро тенг бўлиб ($I_A = I_B = I_C$), фаза тоқлари (I_{AB}, I_{BC}, I_{CA}) дан $\sqrt{3}$ марта катта, яъни $I_L = \sqrt{3}I_\phi$ бўлади. Бунда линия ва фаза тоқлари симметрик системани ҳосил қилади.

Нагрукка носимметрик бўлганида линия ва фаза тоқлари орасидаги бу нисбат сақланмайди.



8.2 – расм.

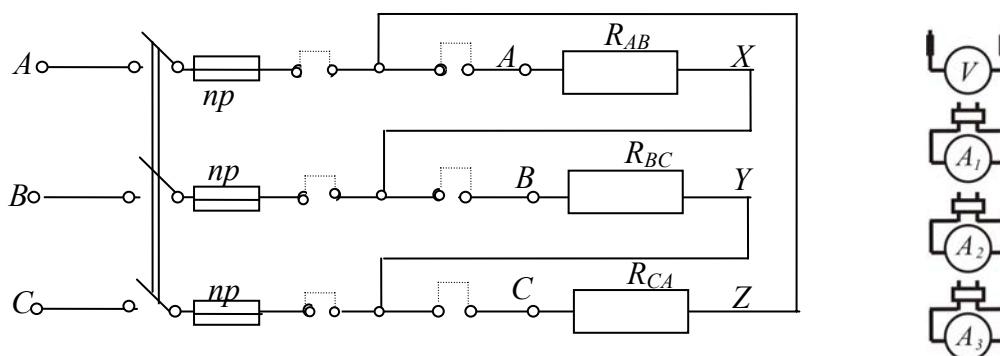
8.2 – расм, а, б, в, з ва д ларда уч фазали истеъмолчининг турли нагрукка режимлари учун ток ва кучланишлар вектор диаграммаларининг қурилиши кўрсатилган:

- а) симметрик актив нагрукка учун (8.2 – расм, а);
- б) истеъмолчининг битта фазаси узилган, яъни $I_{AB} = 0$ ҳолати учун (8.2 – расм, б);
- в) истеъмолчининг иккита фазаси узилган, яъни $I_{AB} = 0$, $I_{BC} = 0$ ҳолатлар учун (8.2 – расм, в);
- г) битта линия сими узилган, яъни $I_A = 0$ ҳолати учун (8.2 – расм, з);
- д) носимметрик актив нагрукка учун (8.2 – расм, д);

III. Ишни бажариш тартиби.

1. 8.3-расмда кўрсатилган симметрик актив нагруккали схемани йиғиб занжирни уч фазали ток манбаига уланг. Фаза қаршиликлари (R_{AB} , R_{BC} ва R_{CA})ни ростлаш билан фаза тоқларининг тенглигига ($I_{AB} = I_{BC} = I_{CA} = I_\phi$) эришинг, фаза ва линия тоқлари ва кучланишларини ўлчаш натижаларини эса жадвалга ёзинг. Линия тоқининг фаза тоқидан $\sqrt{3}$ марта катта бўлишига ишонч ҳосил қилинг.

2. Уч фазали истемолчининг фазаларидан биттасини ажратиб ўлчаш натижаларини 8.1 – жадвалга ёзинг.



8.3 – расм.

3. Уч фазали истемолчининг фазаларидан иккитасини ажратиб, ўлчаш натижаларини 8.1 – жадвалга киритинг.

4. Симметрик актив нагрукани қайта тиклаб, линия симларидан биттасини ажратинг, линия, фаза токлари ва кучланишларининг қийматларини 8.1 – жадвалга ёзинг.

5. Фазалардаги R_{AB} , R_{BC} , R_{CA} каршиликларни рослаш билан фаза тоklarининг ($I_{AB} \neq I_{BC} \neq I_{CA}$) тенг бўлмаслигига эришинг (нотекис актив нагрукка) ва ўлчаш натижаларини 8.1 – жадвалга киритинг.

6. 8.1 – жадвалдаги маълумотлардан фойдаланиб, линия ва фаза токлари орасидаги нисбатни ҳисоблаш ва занжирнинг барча иш режимлари (1-5 пунктлар) учун масштабда ток ва кучланишларнинг (топографик) вектор диаграммасини қуринг.

7. Қуйидагиларга хулоса чиқаринг:

а) уч фазали носимметрик нагруканинг фаза кучланишлари симметриясига таъсири тўғрисида;

б) уч фазали занжирнинг барча иш режимларида линия ва фаза токлари орасидаги нисбатлар тўғрисида.

8.1 – жадвал.

нагрукка турлари	ЎЛЧАШЛАР									ҲИСОБЛАШ		
	I_{AB}	I_{BC}	I_{CA}	I_A	I_B	I_C	U_{AB}	U_{BC}	U_{CA}	$\frac{I_A}{I_{AB}}$	$\frac{I_B}{I_{BC}}$	$\frac{I_C}{I_{CA}}$
актив симметрик												
битта фаза узилган												
иккита фаза узилган												
линия сими узилган												
актив носимметрик												

Ўз-ўзини текшириш учун саволлар

1. Ток ва кучланишларнинг симметрик системаси нима?

2. Уч фазали нагрукани улаш усули қандай аниқланади?
3. Нима учун уч фазали истеъмолчи учбурчак схемада уланганда фаза ва линия кучланишлари ўзаро тенг бўлиб, тоқлар эса тенг эмас?
4. Уч фазали симметрик нагруканинг битта фазаси узилганда линия тоқлари ва кучланишлари қандай ўзгаради?
5. Линия симларидан биттаси ажратилганда занжирнинг иш режими қандай ўзгаради?
6. Қандай ҳолда линия тоқлари симметрик системани ташкил қилади?
7. Уч фазали тоқнинг бир фазали тоқдан афзаллиги нимада?
8. Уч фазали симметрик истеъмолчига мисоллар келтиринг?
9. Уч фазали нагрукани учбурчак схема бўйича қандай уланади?

9 – лаборатория иши БИР ФАЗАЛИ ТРАНСФОРМАТОРНИ ТЕКШИРИШ

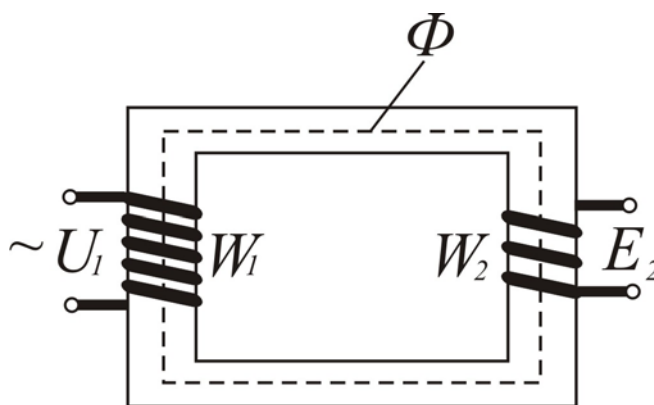
I. Ишнинг мақсади.

1. Бир фазали трансформаторнинг тузилиши ва иш режимлари билан танишиш ҳамда тажрибадан олинган маълумотлар бўйича унинг асосий параметрларини аниқлашни ўрганиш.
2. Трансформаторнинг асосий иш характеристикаларини олиш.

II. Назарий қисм.

Трансформатор бир хил кучланишли ўзгарувчан ток электр энергиясини, частотасини ўзгартирмай, бошқа хил кучланишли ўзгарувчан ток электр энергиясига айлантириб берадиган электромагнит аппаратдир.

Бир фазали трансформатор пўлат ўзак (магнит ўтказгич) дан ва иккита чулғамдан иборат. Манбага уланадиган чулғам бирламчи, истеъмолчига уланадигани эса иккиламчи чулғам дейилиб, уларнинг ўрамлар сони тегишлича w_1 ва w_2 харфлар билан белгиланади (9.1-расм).



9.1-расм

Агар бирламчи чулғамни синусоидал кучланиш $u = U_m \sin(\omega t + \psi_u)$ манбаига уласак, ундан $i = I_m \sin(\omega t + \psi_i)$ ток ўтиб, пўлат ўзакда ўзгарувчан магнит оқими $\Phi = \Phi_m \sin(\omega t + \alpha)$ ҳосил бўлади.

Частотаси токнинг частотасига тенг бўлган бу ўзгарувчан магнит оқими пўлат ўзак бўйлаб ўтганида чулғамларни кесиб, уларда ЭЮК лар индукцияланади. Агар трансформатор-нинг пўлат ўзагида f частотали ўзгарувчан ток ҳосил қилган магнит оқимининг амплитуда қиймати Φ_m бўлса, у ҳолда бирламчи ва иккиламчи чулғамларда ҳосил бўлган ЭЮК ларнинг таъсир этувчи қийматлари қуйидагиларга тенг бўлади:

$$E_1 = 4,44f w_1 \Phi_m; \quad E_2 = 4,44f w_2 \Phi_m.$$

Тенгликдан кўринадики, трансформаторнинг чулғамларида индукцияланган ЭЮК лар уларнинг w_1 ва w_2 ўрамлар сонига пропорционал экан.

Ҳар бир трансформатор тўла қувватининг номинал қиймати $S_{ном}$ (ВА, кВА, мВА), чулғамларнинг ўрамлар сони w_1 ва w_2 номинал кучланишлар $U_{1ном}$ ва $U_{2ном}$ (В, кВ) билан характерланади.

Трансформатор ҳақидаги тўларок маълумотларни унинг салт ишлаш, қисқа туташув ва нагрузка режимларидан олинадиган асосий характеристикаларидан билиш мумкин.

Салт ишлаш тажрибасидан қуйидагилар аниқланади:

1. трансформаторнинг трансформация коэффициенти k ;

$$k = \frac{E_1}{E_2} = \frac{w_1}{w_2} \text{ ёки } k \approx \frac{U_{1ном}}{U_{2о}}$$

чунки трансформатор салт ишлаганда $E_1 \approx U_{1ном}$ ва $E_2 \approx U_{2о}$ дейиш мумкин;

2. трансформатор салт ишлаганда пўлат ўзакда магнит майдони ҳосил қилиш учун сарф бўлган қувват исрофи P_0 (Вт, кВт);

3. трансформаторнинг салт ишлагандаги токи I_0 . Ток I_0 бирламчи чулғамнинг номинал токи $I_{1ном}$ нинг тахминан 5 – 10 % ни ташкил этади.

Тажрибадан олинган маълумотлар бўйича трансформаторнинг тўла, актив ва реактив қаршилиқларини аниқлаш мумкин:

$$z_0 = \frac{U_{1ном}}{I_0}, \text{ Ом}; r_0 = \frac{P_0}{I_0^2}, \text{ Ом}; x_0 = \sqrt{z_0^2 - r_0^2}, \text{ Ом}.$$

Булар трансформаторнинг эквивалент схемасини тузиш учун керак.

Трансформаторнинг салт ишлаш тажрибаси бажарилаётганда унинг иккиламчи чулғами учлари очик қолдирилиб, бирламчи чулғамига номинал кучланиш $U_{I_{ном}}$ берилади.

Қисқа туташув тажрибасидан қуйидагилар аниқланади:

1) қисқа туташув кучланиши

$$u_k \% = \frac{U_k}{U_{1ном}} \cdot 100\%,$$

бу ерда U_k - трансформаторнинг иккиламчи чулғам учлари қисқа туташтирилганда иккала чулғамдан номинал тоқлар оқиб ўтишини таъминлай оладиган даражада бирламчи чулғамга берилган кучланиш;

2) трансформатор чулғамларининг қизишига сарф бўлган қувват исрофи (ёки қувватнинг электр нобудгарчилиги) P_k

$$P_k = P_m = I_{1ном}^2 \cdot r_1 + (I_{2ном}^1)^2 \cdot r_2^1 = I_{1ном}^2 \cdot r_k,$$

бу ерда r_k - трансформаторнинг қисқа туташув тажрибасидаги тўла қаршилигининг актив ташкил этувчиси ($r_k = r_1 + r_2^1$); $I_{1ном}$ - бирламчи чулғамга келтирилган иккиламчи чулғам токи;

3) трансформаторнинг қисқа туташув пайтидаги тўла, актив ва реактив қаршилиқлари:

$$z_k = \frac{U_k}{I_{1ном}}, \text{ Ом}; r_k = \frac{P_k}{\sqrt{z_k^2 - r_k^2}}, \text{ Ом}; X_k = \sqrt{z_k^2 - r_k^2}, \text{ Ом}.$$

Трансформаторнинг қисқа туташув тажрибасини ўтказиш учун унинг иккиламчи чулғам учлари қисқа туташтирилиб, бирламчи чулғам учларига автотрансформатор ёрдамида шундай пасайтирилган кучланиш берилдики, у иккала чулғамлардан номинал тоқлар оқиб ўтишини таъминлай олсин, яъни $I_1 = I_{1ном}$ ва $I_2 = I_{2ном}$.

Нагрузка режимидан қуйидагилар аниқланади:

Трансформаторнинг нагрузка токи I_2 нагрузка қаршилиги r_n ёрдамида бошқарилади. Трансформаторнинг қандай юкланганлиги юкланиш коэффициентини орқали аниқланади, яъни

$$\beta = \frac{I_2}{I_{2ном}}.$$

Тажриба вақтида $\beta = 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,25$ деб олинади. Тажрибадан олинган маълумотларга кўра кучланишнинг пасаюви аниқланади:

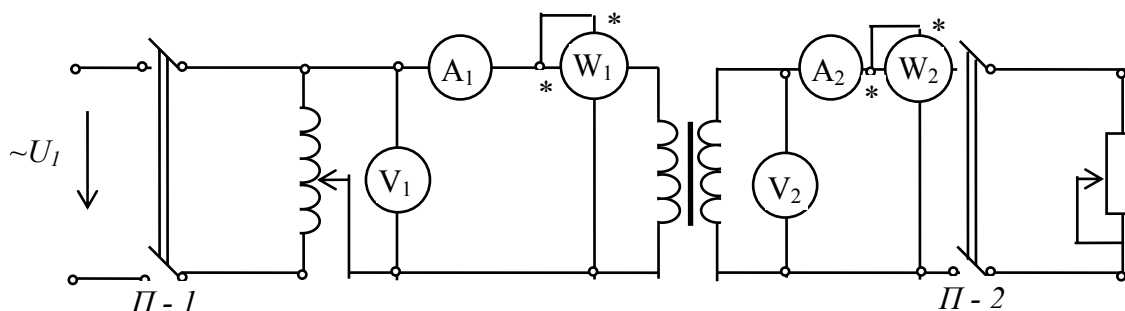
$$\Delta U_2 = \frac{U_{2ном} - U_2}{U_{2ном}} \cdot 100\%.$$

Трансформаторнинг фойдали иш коэффициенти:

$$\eta' = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100\%.$$

P_1 ва P_2 трансформаторнинг кириш ва чиқиш томонларидаги актив қувватлари.

Трансформаторнинг ташқи характеристикаси қуйидаги боғланишдан иборат: $U_2 = f(I_2)$.



9.2 – расм.

Таққослаш учун трансформаторнинг нагрукка режимидаги ҳисобий фойдали иш коэффициенти аниқланади:

$$\eta'' = \frac{\beta \cdot S_{ном} \cdot \cos \varphi_2}{\beta \cdot S_{ном} \cdot \cos \varphi_2 + P_0 + \beta^2 \cdot P_k} \cdot 100\%,$$

бу ерда $S_{ном}$ - трансформаторнинг номинал тўла қуввати, $ВА$; $\cos \varphi_2$ – нагрукканинг қувват коэффициенти.

III. Ишни бажариш тартиби

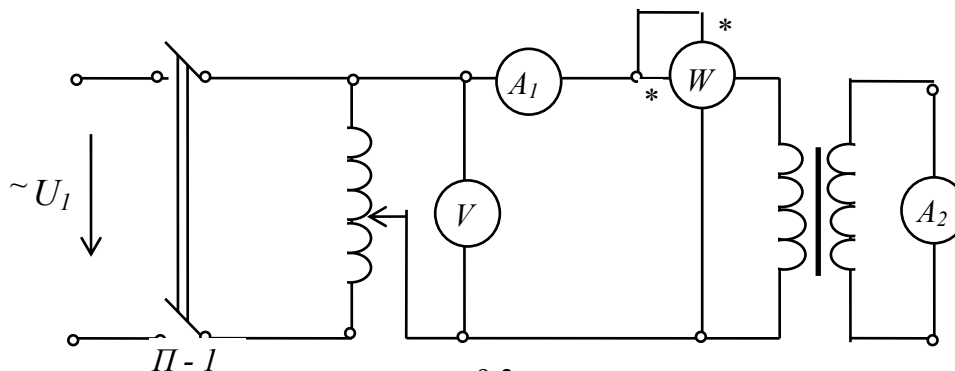
1. Трансформаторнинг конструкцияси ва паспортида берилган маълумотлар билан танишиб, асосийлари ёзиб олинади.

2. 9.2 – расмдаги схемани йиғиб, трансформаторнинг салт ишлаш тажрибаси ўтказилади.

Бунинг учун иккиламчи чулғам учларини очик қолдириб, бирламчи чулғамга номинал кучланиш берилади. Шу пайтдаги ўлчов асбобларининг кўрсатишлари 9.1 – жадвалга ёзилади.

Улчашлар				Хисоблашлар				
$U_{1ном},$ B	$U_{20},$ B	$I_0,$ A	$P_0,$ BT	$I_0/I_{1ном}$	$z_0,$ OM	$R_0,$ OM	$X_0,$ OM	k

3. 2 – банддаги схемани ўзгаришсиз қолдириб, унга ажраткич П – 2 ёрдамида нагруккани улаймиз. Трансформаторнинг ташқи характеристикасини олиш учун r_H қаршиликни ўзгартириш йўли билан уни турли даражада юклаймиз. Бунда юклаш коэффицентлари қуйидагича олиниши керак: $\beta = 0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,25$.



9.3 – расм.

Ўлчаш натижалари 9.2 – жадвалга ёзилади.

9.2 - жадвал

У л ч а ш л а р							Х и с о б л а ш л а р			
β	U_1	I_1	P_1	U_2	I_2	P_2	η'	η''	ΔU_2	$\cos \varphi_2$
	<i>B</i>	<i>A</i>	<i>Bm</i>	<i>B</i>	<i>A</i>	<i>Bm</i>	%	%	%	-
0,2										
0,4										
0,6										
0,8										
1,0										
1,25										

4. 9.3 – расмдаги схемани йиғиб, трансформаторнинг қисқа туташув тажрибаси ўтказилади. Бунинг учун автотрансформаторнинг дастагини минимал кучланишга келтириб, занжир тармоққа уланади. Сўнгра автотрансформатор ёрдамида кучланишни (яъни қисқа туташув кучланишини U_k гача) чулгамлардан $I_1 = I_{1ном}$ ва $I_2 = I_{2ном}$ қийматлардаги тоқлар оқиб ўтгунча орттирилади. Ўлчаш натижалари 9.3 – жадвалга ёзилади.

9.3 – жадвал.

Ў л ч а ш л а р				Х и с о б л а ш л а р			
$U_k,$	$I_{1ном},$	$I_{2ном},$	$P_k,$	$Z_k,$	$R_k,$	$X_k,$	$\Delta U_k,$
<i>B</i>	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>Bm</i>	<i>Ом</i>	<i>Ом</i>	<i>Ом</i>	%

5. Куйидаги боғланишларнинг графиклари чизилади:

$$U_2 = f(I_2); \cos \varphi_2 = f(I_2); \eta = f(I_2).$$

6. Иш бўйича хулоса берилади:

- тажрибадан олинган ва трансформаторнинг паспортида берилган маълумотларнинг мослиги тўғрисида;
- трансформаторнинг фойдали иш коэффициенти (ФИК) максимум қийматга эришгандаги нагрузка миқдори ҳақида;
- нагрузка ўзгариши билан трансформатор ФИК нинг, $\cos \varphi$ нинг ва иккиламчи чулғам томондаги кучланишнинг ўзгариш характери тўғрисида.

Ўз – ўзини текшириш учун саволлар.

- Трансформаторнинг тузилиши ва ишлаш принципи тўғрисида нималарни биласиз?
- Трансформация коэффициенти нима ва у қандай аниқланади?
- Салт ишлаш ва қисқа туташув тажрибалари қандай ўтказилади? Тажрибадан олинган маълумотлар бўйича трансформаторнинг қандай параметрларини аниқлаш мумкин?
- Трансформаторнинг ташки характеристикаси нима?
- Трансформаторнинг ФИК ни қандай усуллар билан аниқлаш мумкин?
- Пўлат ўзакнинг(магнит ўтказгичнинг) вазифаси ва конструкциясини баён этинг.
- Трансформаторнинг аҳамияти нимадан иборат?

10 – лаборатория иши ЎЗГАРУВЧАН ТОКНИ ТЎҒРИЛАШ ЗАНЖИРЛАРИ

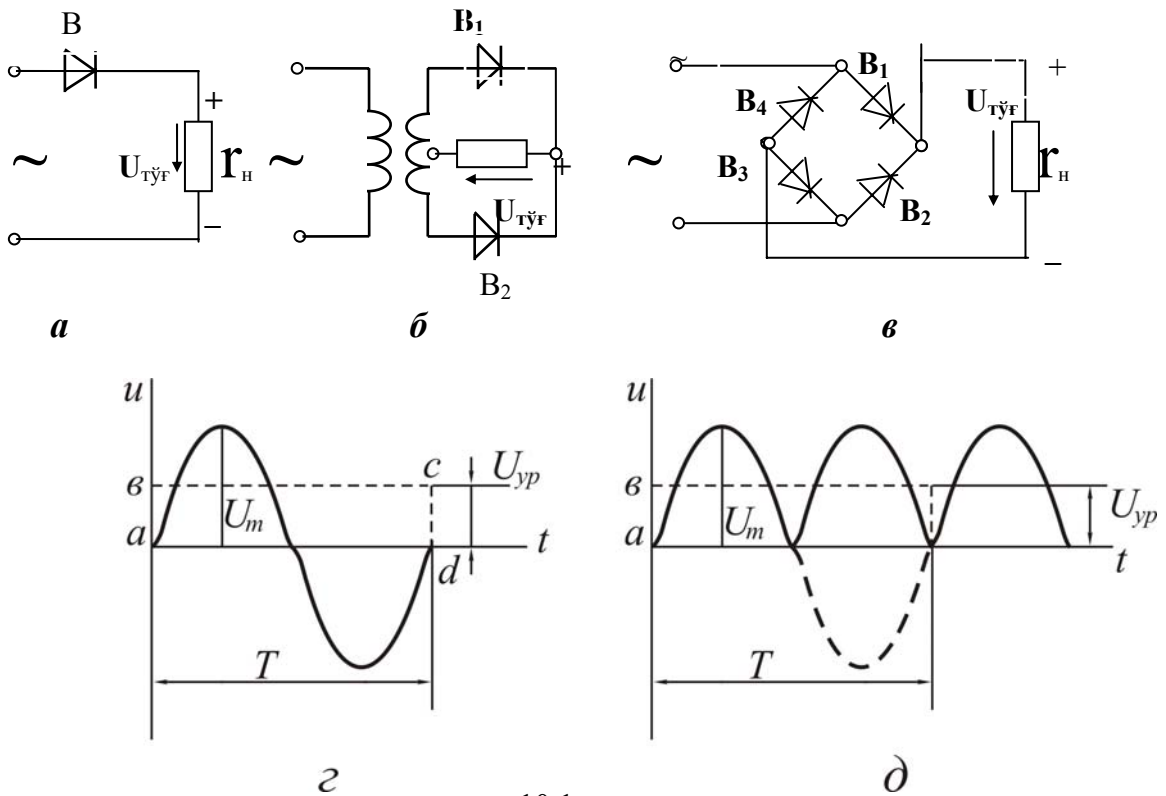
I. Ишнинг мақсади.

1. Синусоидал ўзгарувчан токни (кучланишни) тўғрилаш схемалари билан танишиш ва тўғриланган токнинг (кучланишнинг) сифатини аниқлашни ўрганиш.
2. Тўғрилаш коэффициентини экспериментал аниқлаб, уни назарий ҳисоблар билан солиштириш.
3. Тўғриланган кучланиш ва токнинг шаклларини индуктив – сиғим филтърлари ёрдамида яхшилаш принципини ўрганиш.

II. Назарий қисм.

Электр энергиясининг бир қанча истеъмолчилари (электр транспорти, электролиз, алоқа аппаратлари, автоматика ва телемеханика асбоблари ва б.) ўзгармас ток манбаидан ишлайдилар. Аммо бу истеъмолчиларни ўзгармас токнинг алоҳида манбаи (ўзгармас ток генераторлари, химиявий манбалари ва б.) билан таъминлаш ҳамма вақт ҳам мумкин бўлавермайди. Ўзгарувчан ток манбаларининг кенг тарқалганлиги, ўз навбатида ўзгарувчан токни ўзгармас токка айлантириш вазифасини кўйди. Бундай ўзгартиришнинг маъноси истеъмолчига ўзгарувчан ток (кучланиш) манбаидан келаётган электр зарядларининг бир томонлама ҳаракатини таъминлашдан иборат. Шундай қилиб, бундай ўзгартиригичларнинг чиқиш томонига уланган истеъмолчиларда ток бир томонга оқади. Ўзгарувчан 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.



10.1 – расм.

10.1 – расмда бир фазали ўзгарувчан токни ярим ўтказгичли тўғрилагичлар ёрдамида (B вентилярда) тўғрилашнинг битта ярим даврли (10.1 – расм, a), иккита ярим даврли трансформаторнинг ўрта нуқтаси билан (10.1 – расм, b) ва ниҳоят кўприк (10.1 – расм, $в$) схемалари кўрсатилган. Барча схемаларда ток вентиль 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 $r_u = \infty$. Масалан, 10.1 – расм, a даги занжир учун кучланиш синусоидасининг битта даври T давомида (10.1 – расм, $з$) нагрузка қаршилиги r_n да синусоиданинг мусбат ярим тўлкинига тенг кучланишнинг пасажуви ҳосил бўлади. Бундаги кучланишнинг ўртача қиймати U_{yp} ана шу мусбат ярим тўлқиннинг юзасига тенг, яъни

$$U_{yp} = \frac{1}{T} \int_0^{\frac{T}{2}} u dt = \frac{1}{T} \int_0^{\pi} U_m \sin \omega t dt = \frac{1}{\omega T} \int_0^{\pi} U_m \sin \omega t d(\omega T) = \\ = \frac{U_m}{2\pi} |\cos \omega t|_0^{\pi} = \frac{U_m}{\pi} = \frac{\sqrt{2}U}{\pi} = 0.45 U$$

Демак, синусоидал кучланишнинг ўртача ёки тўғриланган U_{yp} қиймати, юзаси бир 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 % ини ташкил этади. У ҳолда тўғрилагичнинг тўғрилаш коэффиценти $K_T = 0.45$.

Иккита ярим даврли тўғрилаш схемаларида эса вентиляр B_1 ва B_2 (10.1 – расм, b) ҳамда $B_1 - B_3$ ва $B_2 - B_4$ (10.1 – расм, $в$) навбатма – навбат ишлаб, синусоиданинг иккала ярим тўлқинини битта йўналишда ўтишини (10.1 – расм, $д$) таъминлайди. Бу ҳолда кучланишнинг ўртача ёки тўғриланган қиймати:

$$U_{yp} = \frac{2}{T} \int_0^{\frac{T}{2}} u dt = \frac{2\sqrt{2}U}{\pi} = 0.9 U.$$

Тўғрилагичнинг тўғрилаш коэффиценти $K_T = 0.9$.

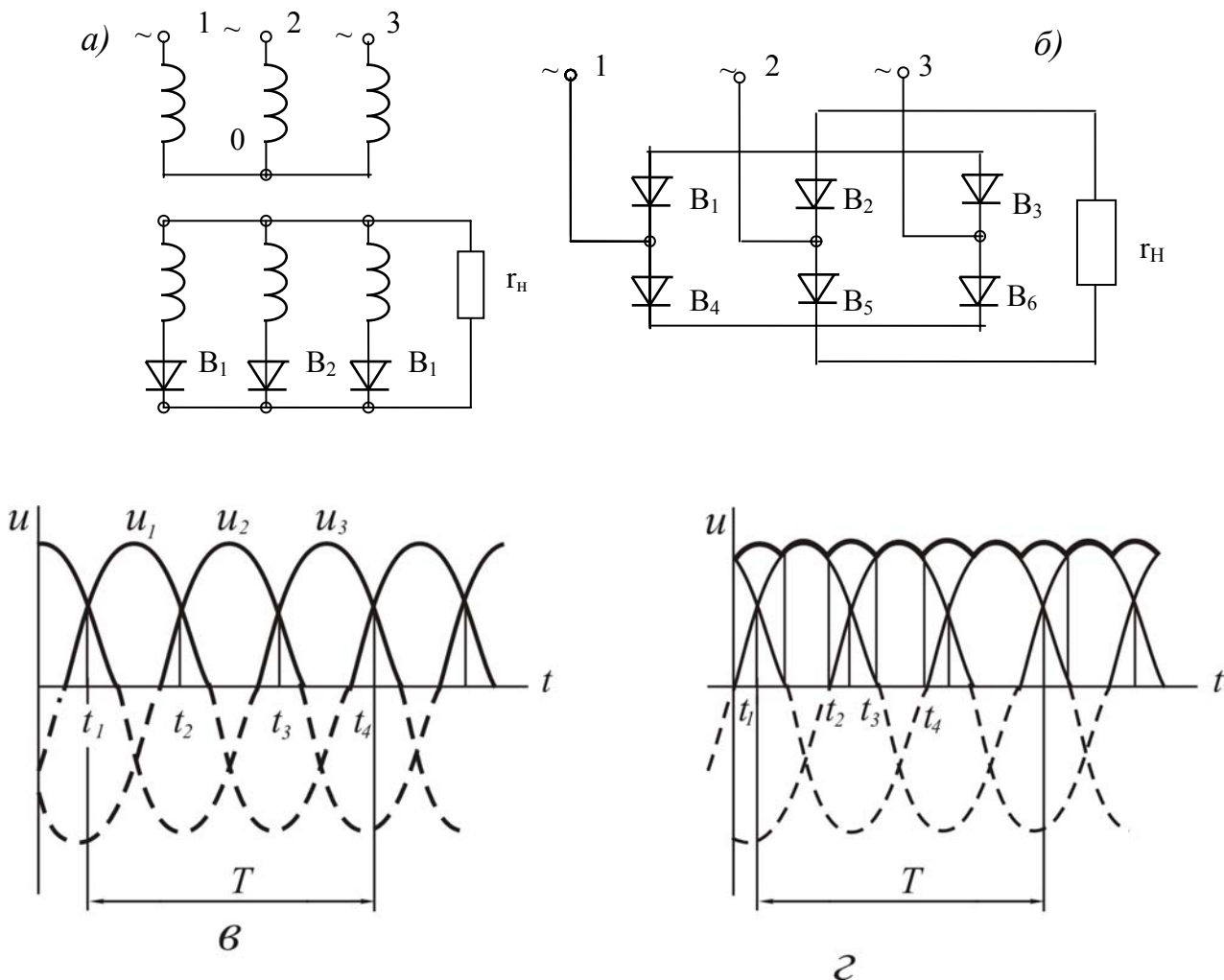
Бир фазали ўзгарувчан токни тўғрилаш учун асосан кўприк схема (10.1 – расм, $в$) қўлланилади. Масалан, радиоприёмникларда ва телевизорларда ана шундай схемалардан фойдаланилади.

Кўп фазали тўғрилагичларда тўғриланган кучланишларнинг сифати бир мунча мукамал ҳисобланади. Буларнинг ичида энг кўп тарқалгани уч фазали ўзгарувчан токни ўзгармас токка айлантириб берувчи уч фазали тўғрилагичлар ҳисобланади. 10.2 – расм, a ва b да уч фазали тоқларни битта ва иккита ярим даврли тўғрилаш схемалари кўрсатилган. Бу схемаларда, масалан 10.2 – расм, a даги занжирда B_1 , B_2 ва B_3 вентилярнинг ҳар бири учдан бир $\frac{T}{3}$ даврда 10.2 – расм, b даги занжирда эса вентилярнинг ҳар бири олтидан бир $\frac{T}{6}$ даврда ишлайдилар.

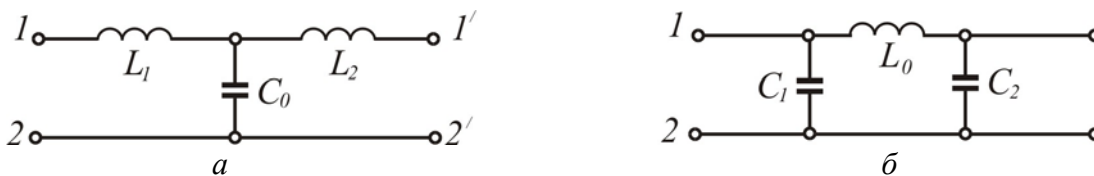
Агар уч фазали битта ярим даврли тўғрилагичнинг (10.2 – расм, a) ишлашини кўрадиган бўлсак, унда вентиль B_1 вақт t_1 дан t_2 гача, B_2 вентиль t_2 дан t_3 гача, ниҳоят, B_3 вентиль t_3 дан t_4 гача бўлган интервалларда ишлайди. Шундай қилиб, ҳар бир вентилга синусоидаларнинг $\omega t_1 = \frac{\pi}{6}$ ва $\omega t_2 = \frac{5\pi}{6}$ фазалари орасидаги мусбат тўлқиннинг

бир қисми тўғри келади (10.2 – расм, в). У ҳолда тўғриланган кучланишнинг ўртача қиймати

$$U_{yp} = \frac{3U_m}{T} \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{5\pi}{6}} \sin \omega t dt = \frac{3\sqrt{2}U}{2\pi} \left| \cos \omega t \right|_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{5\pi}{6}} = \frac{3\sqrt{2} \cdot \sqrt{3}U}{2\pi} = 1.17 U.$$



10.2 – расм.



10.3 – расм.

Демак, тўғрилагичнинг тўғрилаш коэффициенти $K_T = 1.17$. Умумий ҳолда m - фазали тўғрилагичнинг тўғрилаш коэффициенти

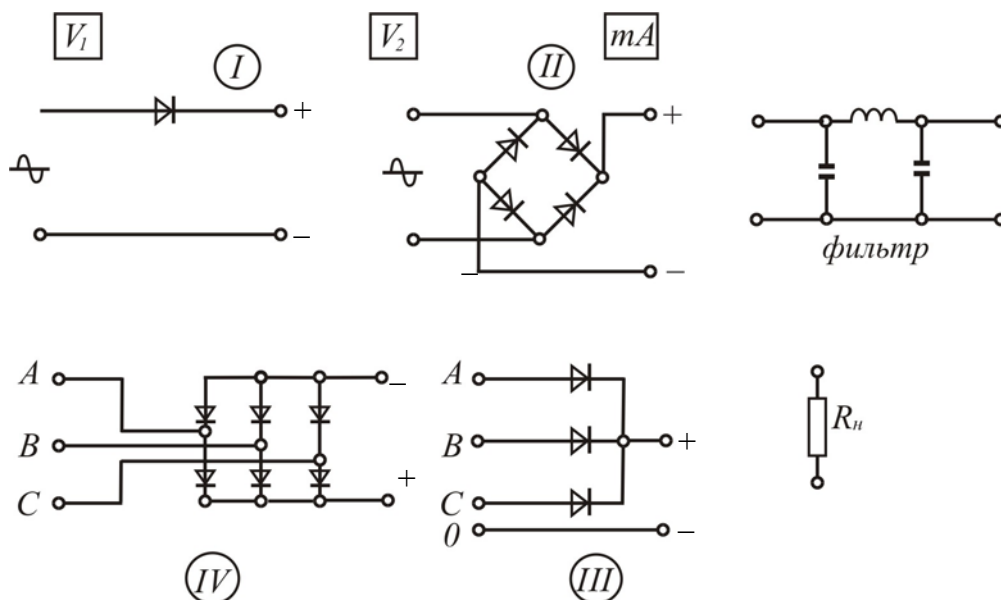
$$K_T = \frac{m\sqrt{2}}{\pi} \sin \frac{\pi}{m} = \sqrt{2} \frac{\sin \frac{\pi}{m}}{\frac{\pi}{m}}$$

Масалан, уч фазали кўприк схемаси учун (10.2-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 чизигининг шаклидан кўринадик (10.1 – расм, z ва d ; 10.2 – расм, e ва z), тўғрилагичларнинг чиқиш томонидаги кучланишларнинг фақат йўналиши ўзгармас бўлиб, миқдори (амплитудаси) жиҳатдан пульсацияланувчидир. Пульсацияни камайтириб, тўғриланган кучланиш шаклининг эгрилигини иложи борича тўғри чизикқа яқинлаштириш учун текисловчи филтрлардан (10.3 – расм, a ва $б$) фойдаланилади.

III. Ишни бажариш тартиби.

1. Уч фазали синусоидал кучланишнинг бирор фазасига 10.4 – 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 қисмаларига уланади. Электрон осциллографни электр тармоғига улаб, унинг кириш клеммаларига тўғрилагичнинг чиқиш қисмалари уланади. Стендни манбага улаб, ўлчанган U_1 ва U_2 кучланишларнинг қийматлари 10.1 – жадвалга ёзилади. Осциллограф унинг экранига кучланиш эгри чизиги $U_2(t)$ жойлашадиган даражада соланади. Эгри чизикни шаффоф қоғозга кўчириб олиб, уни ҳисоботга киритиш керак.

2. Стендни электр манбаидан ажратиб, тўғрилагичнинг чиқиш қисмасига текисловчи филтрнинг кириш қисмаси уланади, филтрнинг чиқиш қисмаларига вольтметр ва осциллограф уланади.



10.4 – расм.

Стендни тармоққа улагандан сўнг, U_1 ва U_2 кучланишларни ўлчаб, олинган маълумотларни 10.1 – жадвалга ёзилади. Осциллограф экранига эгри чизикни шаффоф қоғозга кўчириб олинади.

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

Тўғрилагичнинг тип	Салт ишлаш режими						Нагрузка режими					
	фильтрсиз			фильтр билан			фильтрсиз			фильтр билан		
	U_1	U_2	$K = \frac{U_2}{U_1}$	U_1	U_2	$K = \frac{U_2}{U_1}$	U_1	U_2	$K = \frac{U_2}{U_1}$	U_1	U_2	$K = \frac{U_2}{U_1}$
I	B	B		B	B		B	B		B	B	
II												
III												
IV												

4. 1, 2 ва 3 - бандларда кўрсатилган ишларни тўғрилагичнинг бир фазали кўприк (II) схемаси учун ҳам бажариш керак.

5. Стендни манбадан ажратиб, осциллографнинг ўзини ўчирмасдан унинг қисмаларини филтёрнинг клеммаларидан узилади. Уч фазали ток тўрт симли тармоғининг $OABC$ қисмаларига уч фазали тўғрилагичнинг (10.4-расм, III схема) бир номли клеммалари уланади. Вольтметр V_1 ни уч фазали тармоқнинг $O - A$ қисмаларига, вольтметр V_2 ни эса тўғрилагичнинг «+» ва «-» клеммаларига уланади. Вольтметр V_2 га параллель қилиб осциллографнинг қисмалари уланади. Стендни манбага улаб, ўлчашдан олинган маълумотларни 10.1 – жадвалга ёзилади. Осциллографни сошлаб олинган эгри чизиқлар шаффоф қоғозга кўчириб олинади.

6. Филтёрни улаб, 2 – бандда айtilган тартибни сақлаган ҳолда, 5 – бандда кўрсатилган ишлар такрорланади.

7. Осциллографни ўчирмасдан, стендни манбадан ажратиб схема бузилади. Кўприк схемали уч фазали тўғрилагич уч фазали тармоқнинг A, B, C қисмаларига 10.3 – расмнинг IV схемасида кўрсатилгандек уланади. Тўғрилагичнинг «+» ва «-» клеммаларига осциллографнинг кириш қисмалари уланади. Стендни манбага улаб, ўлчашдан олинган маълумотларни 10.1 – жадвалга ёзилади. Осциллограф экранда ҳосил бўлган эгри чизиқлар шаффоф қоғозга кўчириб олиниб, ҳисоботга киритилади.

8. Схематга филтёрни 2 – бандда айtilган тартибда улаб, 7 – бандда кўрсатилган ишлар такрорланади.

9. 7 ва 8 – бандларда кўрсатилган ишлар тўғрилагичнинг нагрузка режими учун такрорланади.

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

аниқланади. унда

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

11. Иш бўйича хулоса берилади.

Ўз –ўзини текшириш учун саволлари.

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

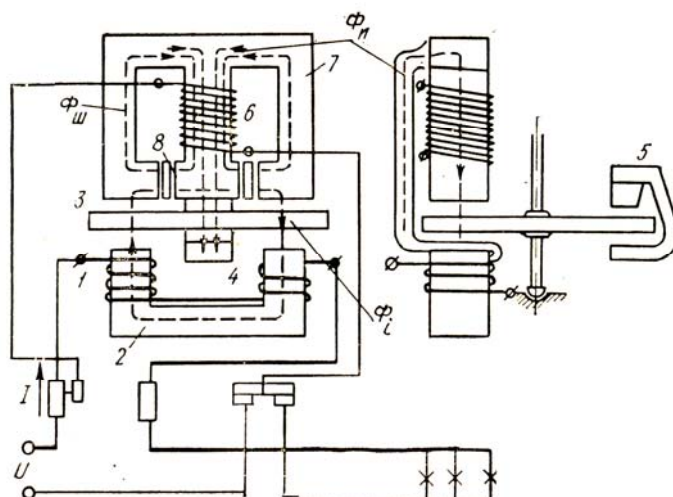
11 – лаборатория иши БИР ФАЗАЛИ ИНДУКЦИОН СЧЁТЧИКНИ ТЕКШИРИШ

I. Ишнинг мақсади.

1. Бир фазали ўзгарувчан ток индукцион счётчигининг тузилиши ва ишлаш принципи билан танишиш.
2. Счётчикни электр тармоғига улаш схемаси билан танишиш ва электр энергияси сарфини ўлчашни ўрганиш.
3. Счётчикнинг ишлашини текшириб кўриш.

II. Назарий қисм.

Ўзгарувчан ток электр энергиясининг сарфини ўлчаш учун индукцион счётчиклар ишлатилади. Ўзгарувчан токнинг счётчиги дискида ҳосил қилган магнит оқимларининг сони бўйича бир оқимли ва кўп оқимлиларга бўлинади. Масалан, 11.1 – расмда учта оқимли индукцион счётчикнинг пўлат ўзакларидан (магнит ўтказгичидан) бирининг тузилиши кўрсатилган. Индукцион счётчикнинг ўлчаш механизми қуйидаги қисмлардан: чулғамлар 1 ва 6 ўралган U шаклли 2 ва T шаклли 7 пўлат ўзаклардан, айланувчи алюминий диск (3), қарши кутблик (4), ўзгармас магнит (5), ферромагнит негизча (вкладиш) 8 ва ҳисоблаш механизмидан (расмда кўрсатилмаган) иборат.



11.1 – расм.

Ғалтаклардан биттаси (1) счётчикнинг номинал ток кучига мўлжалланган бўлиб, йўғон симдан ўралади ва счётчикнинг токли ғалтаги деб аталади. Бу ғалтакнинг ўрамлар сони оз бўлиб, нагрузкага кетма – кет уланади.

Счётчикнинг кетма – кет ғалтагидан ўтувчи ток I ҳосил қилган магнит оқими Φ_i пўлат ўзакдан ўтатуриб йўлакай дискни икки марта кесиб ўтади.

Кучланиш чулғами эса ингичка симдан ясалган бўлиб, 8 – 12 минг ўрамдан иборат бўлади. Электр тармоғига параллел уланади. Кучланиш чулғамининг токи пўлат ўзак 7 да магнит оқими Φ_0 ни ҳосил қилади. Бу магнит оқими иккита магнит оқимига, яъни ишчи магнит оқими Φ_u ва оқим Φ_{uu} га бўлинади. Қарши кутблик 4 бўйлаб пўлат ўзакка қайтаётган иш оқими Φ_u айланувчи дискни кесиб ўтади. Оқим Φ_{uu} эса дискни четлаб ўтиб, негизчалар ва шунтлар 8 орқали пўлат ўзак 7 нинг тармоқларидан ўтиб туташади. Φ_u ва Φ_i магнит оқимлар дискдан ўтаётиб, унда уярма тоқлар индукциялайди. Дискда индукцияланган ток билан Φ_u ва Φ_i магнит оқимларининг ўзаро таъсиридан айлантурувчи момент

$$M = cf\Phi_i\Phi_u \cdot \sin \psi$$

ҳосил бўлади.

Бу ерда ψ - магнит оқимлари Φ_u ва Φ_i векторлари орасидаги бурчак; c – ўзгармас коэффициент; f - ток чатотаси. Бошқа томондан

$\Phi_i = k_i \cdot I$; $\Phi_u = k_u I_U = k_n \frac{U}{z_U} \approx x_U = 2\pi f L_U$ деб қабул қилиш мумкин. Бу ерда U - тармоқ кучланиши, z_U - кучланиш чулғамининг тўла қаршилиги, L_U - шу чулғамнинг индуктивлиги. У ҳолда айлантурувчи моментнинг тенгламаси

$$M = c \cdot f \cdot k_i \cdot I \cdot k_u \frac{U}{2\pi f L_U} \sin \psi = k_1 I U \sin \psi$$

дан кўринадики, айлантурувчи момент нағрузка токи билан кучланиши кўпайтмасига пропорционал бўлса, дискнинг айланишлар сони эса нағрузка истеъмол қилаётган энергияга пропорционалдир. Энди масаланинг моҳияти коэффициент $\sin \psi$ нинг қийматига ёки силжиш бурчаги ψ га, яъни пўлат ўзакнинг конструкциясига боғлиқдир. Агар, ψ бурчаги кучланиш билан ток орасидаги силжиш бурчаги φ га тенг бўлса ($\psi = \varphi$), у ҳолда счётчик манбадан истеъмолчига келаётган реактив энергияни ўлчайди. Агар $\psi = 90^\circ - \varphi$ ва $\sin \psi = \cos \varphi$ бўлса, у ҳолда айлантурувчи момент $M = k_1 I U \cdot \cos \varphi = k_1 \cdot P$ га тенг бўлади.

Демак, айлантурувчи момент истеъмолчининг актив қувватига пропорционалдир. Бу ҳолда дискнинг айланишлар сони тармоқдан истеъмолчига келаётган актив энергияни аниқлайди. Текшириладиган счётчикнинг конструкцияси ана шундай.

Айлантурувчи момент таъсиридан диск ўзгармас магнит 5 майдонида айланганида, дискда уярма ток I_y индукцияланади. Уярма токнинг ўзгармас магнит майдони билан таъсиридан дискнинг айланиши тезлиги n га пропорционал бўлган тормозловчи (тўхтатувчи) момент ҳосил бўлади, яъни

$$M_T = k_2 \cdot n.$$

Айлантурувчи ва тормозловчи моментлар тенг бўлганида ($M = M_T$) $k_1 P = k_2 n$ бўлади, бундан

$$P = \frac{k_2}{k_1} \cdot n = C_x \cdot n,$$

яъни счётчик дискининг айланиш тезлиги истеъмолчининг актив қувватига пропорционал. Бирор вақт t давомида сарфланган энергия:

$$W = P \cdot t = C_x \cdot n \cdot t = C_x \cdot N,$$

бу ерда $N = n \cdot t$ - счётчик дискининг вақт t давомидаги айланишлар сони; $C_x = \frac{W}{N}$

счётчикнинг ҳақиқий доимийси, яъни счётчик диски бир марта айланиши учун кетган вақт ичида счётчик орқали ўтган электр энергиясининг ҳақиқий миқдори (истеъмолчига сарфланган энергия). Қандайдир вақт t давомида сарфланган энергия счётчикнинг ўқиға маҳкамланган ҳисоблаш механизми томонидан қайд қилинади. Бир киловатт – соат энергия истеъмолини ўлчашдаги дискнинг айланишлар сони счётчикнинг узатиш сони дейилади. У “А” ҳарфи билан белгиланиб, счётчикнинг кўринадиган жойига ёзиб қўйилади. Масалан, “1 кВт – соат – А диск айланиши”. Узатиш сонига тескари миқдор счётчикнинг номинал доимийси ҳисобланади

$$C_n = \frac{1000 \cdot 3600}{A} \left[\frac{\text{Вт} \cdot \text{соат}}{\text{айл}} \right].$$

Счётчикнинг номинал ва ҳақиқий доимийсини билган ҳолда унинг нисбий хатолигини аниқлаш мумкин:

$$\beta = \frac{W_c - W}{W} \cdot 100\% = \frac{C_n - C_x}{C_x} \cdot 100\%,$$

бу ерда: W_c - счётчик ҳисобга олган энергия, W - дискнинг N та айланишлари давомида занжирнинг сарфлаган ҳақиқий энергияси.

Счётчикни текширишдан мақсад, унинг давлат стандарти (ГОСТ 6570 - 75) нинг талаб ва шартларини қониқтириш ёки қониқтирмаслигини аниқлашдир. ГОСТ 6570 – 75 нинг техник талаб ва шартлари қуйидагича:

а) қувват коэффиценти $\cos\varphi=1$, номинал кучланиш ва частотада счётчик кўрсатишининг нисбий хатолиги, аниқлик класси 1.0 бўлган счётчиклар учун, ток номинал қийматидан 10 дан 150 % гача бўлганда $\pm 1\%$ дан ва аниқлик класси 2.0 бўлган счётчиклар учун, ток номиналдан 10 дан 200 % гача бўлганда $\pm 2\%$ дан ортмаслиги керак. Аниқлик класси 2.5 бўлган счётчиклар учун $\pm 2.5\%$ бўлиши керак;

б) қувват коэффиценти $\cos\varphi=1$ бўлиб, аниқлик класси 1.0 ва 2.0 бўлган счётчиклар учун сезгирлик даражаси 0.5% дан ва аниқлик класси 2.5 ва 3.0 бўлган счётчиклар учун эса 1% дан ортмаслиги керак;

в) счётчикнинг кетма – кет чулғамида ток бўлмай, кучланиш номинал қийматига нисбатан 80 – 110 % ни ташкил этганда счётчикнинг диски тўла бир мартадан ортик айланмаслиги керак.

Счётчикнинг номинал кучланишдаги сезгирлик даражасини аниқлаш учун унга дискни турғун айлантира оладиган даражадаги кичик нагрузка I_{\min} берамиз. Счётчикнинг сезгирлик даражаси қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$S = \frac{I_{\min}}{I_{\text{ном}}} \cdot 100\%.$$

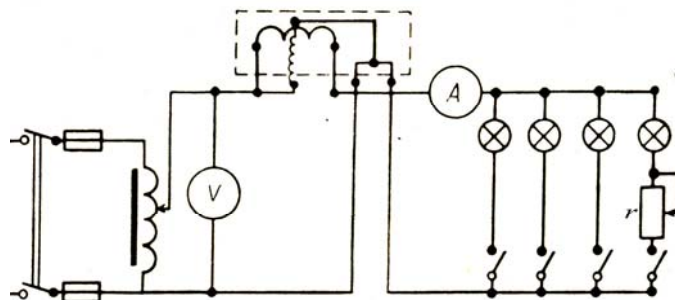
III. Ишни бажариш тартиби

1. 11.2 – расмдаги счётчикни текшириш схемаси чизилади.

2. Нагрузка реостати ёрдамида номинал ток ўрнатилиб, счётчикни 15 минут давомида қиздириш.

3. Паспортда берилганлар бўйича счётчикнинг номинал доимийсини ҳисоблаб, олинган қийматларни 11.1 – жадвалга ёзилади.

4. Счётчикни номинал токда қиздиргандан сўнг $I = I_{\text{ном}}$ нагрузкада ва t вақт ичида дискнинг айланишлар сони ҳисобланади. Бунинг учун дискдаги қизил белги пайдо бўлиши билан кузатувчи секундомерни юргизиш, 10 – 15 та айланишларни санагандан сўнг секундомерни тўхтатади.



11.2 – расм.

5. Занжир қисмаларидаги кучланишни автотрансформатор ёрдамида номинал миқдорда ушлаб туриб, токни номинал миқдорига нисбатан 150, 75, 50, 25 ва 10 % ларни ташкил этган қийматлари олинади. Тажрибани токнинг ҳар бир қиймати учун 2 мартадан қайтариб, уларнинг ўртача арифметик қиймати олинади ва ўлчов натижалари 11.1 – жадвалга ёзилади.

6. Тажрибадан ва ҳисоблашлардан олинган маълумотларга асосан счётчикнинг хатолик эгри чизиғи $\beta = f(1\%)$ қурилади.

7. Счѐтчикнинг сезгирлигини аниқлаш (тажрибани ўлчаш чегараси кичикроқ бўлган амперметр ва қаршилиги 500 – 1000 Ом бўлган реостат ёрдамида ўтказиш маъқул). Занжирда мумкин бўлган максимал нагрукка қаршилигини ўрнатиб, унда озгина бўлса ҳам ток бўлишига қарамай дискнинг қимирламай турганига ишонч ҳосил қилинг. Сўнгра нагрукка қаршилиги счѐтчикнинг диски аста – секин (тўхтовсиз) айлана бошлагунча бир текис камайтиради. Ана шу моментда амперметр бўйича I_{\min} ни аниқлаб, счѐтчик сезгирлиги S ни ҳисобланг.

11.1 – жадвал.

Нагрукка характери	Ўлчашлар					Ҳисоблашлар		
	I	I	U	N	t	C_n	$C_x = \frac{U \cdot I \cdot t}{N}$	β
Актив	%	A	B	$айл$	c			%
	10							
	25							
	50							
	75							
	100							
	150							

8. Схемани ўзгартирмасдан нагруккани ажратиб, автотрансформатор ёрдамида кучланишни номиналга нисбатан аввал 80 %, сўнгра 110 % га ўзгартиринг. Иккала ҳолда ҳам счѐтчикнинг диски айланмаса, демак счѐтчик ўзича айланмайди.

9. Счѐтчикнинг ишлатишга яроқлилиги ва қандай аниқлик классига тегишлилиги ҳақида хулоса чиқаринг.

Ўз – ўзини текшириш учун саволлар.

1. Индукцион системали бир фазали счѐтчикнинг тузилиши ва ишлаш принципи қандай?
2. Қандай шартларда счѐтчикнинг айлантирувчи моменти занжирнинг актив қувватига пропорционал?
3. ГОСТ бўйича счѐтчиклар учун қандай талаб ва шартлар қўйилади?
4. Счѐтчикнинг сезгирлиги деб нима тушунилади?
5. Счѐтчикнинг узатиш сони деб нима тушунилади?
6. Счѐтчикнинг номинал доимийси деб нимага айтилади ва у қандай аниқланади?
7. Счѐтчикнинг ҳақиқий доимийси деб нимага айтилади ва у қандай аниқланади?
8. Счѐтчикнинг нисбий хатолиги қандай аниқланади?

12 – лаборатория иши ФЕРРОРЕЗОНАНСЛИ КУЧЛАНИШ СТАБИЛИЗАТОРИ

I. Ишнинг мақсади.

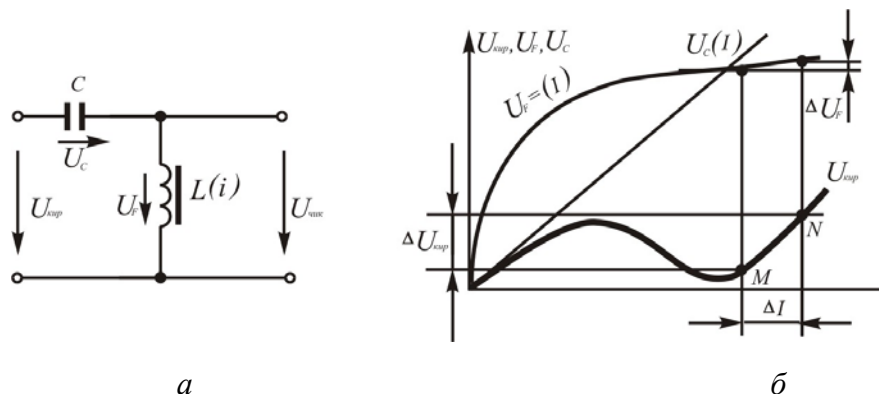
1. Электр миқдорларни (масалан, кучланиш ва тоқларни) стабиллашнинг параметрик принциплари ва ўзгарувчан тоқда ишлайдиган оддий электромагнитли кучланиш стабилизаторларининг тузилиши билан танишиш.

2. Стабилизаторнинг асосий иш характеристикаларини олиб, унинг айрим элементларининг стабиллаш сифатига таъсирини аниқлаш.

II. Назарий қисм.

Замонавий электр ва радиотехник қурилмаларнинг пишиқлиги, тежамлилиги ва узок муддат ишлай олиши кўп жиҳатдан уларга берилмаётган кучланишнинг стабиллигига боғлиқ. Масалан, катта қувватли радиолампарани қиздиришга берилмаётган кучланишнинг қиймати 1% га ортса, уларнинг хизмат муддати 15% га, оддий чўғланма лампага берилмаётган кучланишни 10% дан зиёдроқ орттирилса, хизмат муддати 4 марта камаяди. Кучланишнинг паст бўлиши ҳам номақбул бўлиб, қурилма нормал иш режимининг бузилишига сабаб бўлади.

Шу туфайли кам қувватли манбалардан фойдаланилганда, шунингдек, тармоққа катта қувват уланганда, истеъмолчини стабил кучланиш билан таъминлаш мақсадида манба билан истеъмолчининг ўртасига уланадиган кучланиш стабилизаторларидан фойдаланилади. Кучланиш стабилизаторининг қуввати ваттнинг кичик улушларидан то юзлаб киловаттгача бўлиб, стабиллаш аниқлиги мингдан биргача боради. Масалан, замонавий электр ўлчов асбобларининг айрим қисмларини стабил кучланиш билан таъминлаш учун кучланишни стабиллаш аниқлиги ўлчов асбобларининг аниқлик классидан бир хона юқори бўлиши керак.



12.1 – расм.

Кучланишни стабиллашга асосан параметрик ва компенсациялаш усули билан эришилади. Параметрик стабилизаторнинг ишлаш принципи чизикли ва ночизикли элементларнинг уланиш схемаларини танлашдан ва уларнинг характеристикаларидан фойдаланишдан иборат. Бу элементлар параметрларининг ўзгаришининг манба кучланишига боғлиқлиги шундайки, бунда стабилизаторнинг чиқиш томонидаги кучланишнинг ўзгариши, унинг кириш томонидаги кучланишнинг ўзгаришидан бирмунча кичик бўлади.

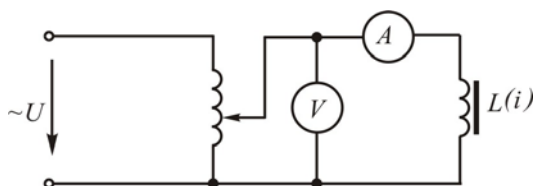
Энди параметрик стабиллаш принципини оддий электромагнитли (феррорезонансли) кучланиш стабилизатори мисолида кўриб чиқайлик. Бундай занжир кетма – кет уланган конденсатор C ва ночизикли индуктивлик L дан иборат (12.1 – расм, *a*). Занжирнинг вольт-ампер характеристикасидан кўринадик (12.1 – расм, *б*) M ва N нуқталар орасидаги иш зонасида стабилизаторнинг кириш томонидан кучланиш ва тоқнинг бир қанча ўзгаришига ночизикли индуктивликдаги кучланишнинг озгина ўзгариши тўғри келяпти.

Бу ғалтак ўзагининг магнит тўйиниши бўлиб, кучланишни стабиллаш эффектини таъминлайди.

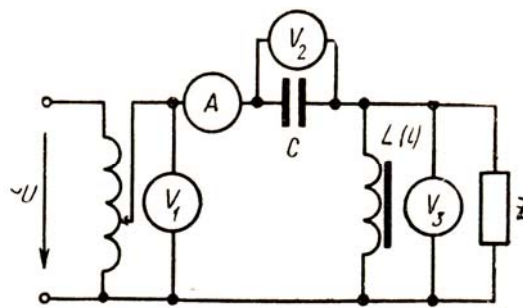
Кучланиш стабилизаторининг ишини характерловчи асосий кўрсаткич унинг кучланиши бўйича стабиллаш коэффициентиدير:

$$K_U = \frac{\Delta U_{\text{кир}}}{U_{\text{кир}}} : \frac{\Delta U_{\text{чик}}}{U_{\text{чик}}}$$

Бу коэффициент стабилизаторнинг кириш томонидаги кучланишнинг ўзгариши унинг чиқиш томонидаги кучланишнинг ўзгаришидан неча марта катталигини кўрсатади. Оддий феррорезонансли кучланиш стабилизатори (ФКС) да $K_U = 5 \dots 10$ бўлиб, конструкцияси мураккаб ФКС ларда бир неча ўнларни ташкил этади. ФКС нинг афзаллигига биринчи навбатда унинг ишлатишга қулайлиги, пухталиги, конструкциясининг оддийлиги ва арзонлигини киритиш нумкин. Булардан ташқари, асосий элемент тарзида тўйинган ва тўйинмаган трансформаторларнинг қўлланиши, стабилизаторнинг чиқиш томонидаги кучланишни, стабилизаторнинг ўзида ҳеч қандай қўшимча материал сарф қилмай ва стабиллаш сифатини бузмай, истаган миқдорда ўзгартириш мумкин.



12.2 – расм.



12.3 – расм.

III. Ишни бажариш тартиби

1. ФКС нинг асосий элементлари ва ўлчаш асбоблари билан танишиш.
2. 12.2 – расмдаги схемани йиғиб, автотрансформатор ёрдамида занжирга берилаётган кучланишни ўзгартириб, 5 – 6 та ихтиёрий нуқталар учун ток ва кучланишларнинг қийматларини ўлчаб, улар 12.1 – жадвалга ёзилади. Тажрибадан олинган маълумотлар бўйича нозикли индуктивликнинг вольт – ампер характерис-тикаси қурилади.
3. 12.3 – расмдаги схемани йиғиб, автотрансформатор ёрдамида занжирга берилаётган кучланишни ўзгартириб, 5 – 6 та ихтиёрий нуқта учун ток ва кучланишларнинг қийматларини ўлчаб, уларни 12.2 – жадвалга ёзилади. Олинган маълумотлар бўйича кетма – кет занжирнинг в. а. х. си қурилади. Индуктив элемент $L(i)$ да кучланишни стабиллаш эффектига эришиш керак. ФКС нинг кириш ва чиқиш характеристикаси қурилади, яъни

$$U_{\text{чик}} = f(U_{\text{кир}}) \text{ ёки } U_3 = f(U_1).$$

ФКС нинг иш зонаси ва стабиллаш коэффициенти аниқланади.

4. Мунтазам ишлаб чиқарилаётган ФКС нинг кириш ва чиқиш томонидаги в. а. х ларини олиб, унинг иш зонасини ва стабиллаш коэффициенти аниқланади. Ўлчаш натижаларини 12.3 – жадвалга ёзилади. Олинган характеристикани 12.3 – расмда кўрилган ФКС нинг характеристикаси билан таққосланади.

12.1 – жадвал.

U, B						
I, A						

12.2 – жадвал.

U_1, B						
I_2, A						
U_3, B						
I_3, A						

12.3 – жадвал.

$U_{кир}, B$						
$I_{чик}, A$						

Ўз – ўзини текшириш учун саволлар.

1. Қандай ҳолларда кучланишни стабиллаш зарур?
2. Чизикли электр занжирларда кучланишни стабиллаш нима сабабдан мумкин эмас?
3. Кучланишни параметрик стабиллаш нимадан иборат?
4. ФКС да ночизикли индуктивлик қандай роль ўйнайди?
5. Кучланиш бўйича стабиллаш коэффициентини қандай аниқланади?
6. ФКС нинг асосий афзаллиги ва камчилиги нималардан иборат?

Дарсликлар ва ўқув қўлланмалари рўйхати

Асосий адабиётлар

№	Муаллиф, адабиёт номи, тури, нашриёт, йили, ҳажми	Кутубхонадаги нусхалар сони
1.	Каримов А.С. Назарий электротехника. 1 - том. ОЎМТВ, ТДТУ Тошкент: УАЖБНТМ. 2003 йил. 405 бет.	10
2.	Пўлатов Х.Ф. Электротехника фанидан маърузалар конспекти. ОЎМТВ, ГАСИ – Т.: Тошкент. 1999 йил. 34 бет	4
3.	Каримов А.С. ва бошқалар. Электротехника ва электроника асослари. Тошкент. Ўқитувчи. 1995 йил.	5
4.	Каримов А.С. ва бошқалар. Электротехника. Масалалар тўплами ва лаборатория ишлари. Тошкент. Ўқитувчи. 1989 йил. 248 бет.	31
5.	Хонбобоев А.Н., Халилов Н.А. Умумий электротехника ва электроника асослари. Ўзбекистон. 2000 йил. 446 бет.	150
6.	Касаткин А.Т., Немцов М.В. Электротехника. М.: Энергоатомиздат. 1988 г. 440 стр.	23
7.	Блажкин А.Т., Бесекерский Б.А., Фабрикант Е.А. Общая электротехника. Энергоатомиздат. Ленинград. 1986 г.	10
8.	Халилов Н.А., Ханбабаев А.И. Общая электротехника с основами электроники. МВССО Республики Узбекистан. Ташкент ЦПИУЛ. Издательско – полиграфический творческий дом имени Гафура Гуляма. 2004 г. 449 стр.	20

Қўшимча адабиётлар

№	Муаллиф, адабиёт номи, тури, нашриёт, йили, ҳажми	Кутубхонадаги нусхалар сони
1.	Турдиев М.Т. Электротехника ва электроника асослари. Тошкент, Ўқитувчи. 2002 йил. 128 бет	20
2.	С. Мажидов. Электротехника. Маълумотнома. Ўзбекистон. 1994 йил. 314 бет.	20
3.	Рахимов Г.Р. Электротехника. Тошкент. Ўқитувчи. 1966 йил.	7
4.	В.С. Попов., С.А. Николаев. Общая электротехника с основами электроники. М.: Энергоатомиздат. 1987 г.	10
5.	Ю.М. Борисов, Д.Н. Липатов, Ю.Н. Зорин. Электротехника. М.: Энергоатомиздат. 1985 г. 552 стр.	2
6.	Б.А.Волынский, Е.Н. Зейн, В.Е. Шатерников. Электротехника. М.: Энергоатомиздат. 1987 г. 528 стр.	3

М У Н Д А Р И Ж А

1. ЎЗГАРМАС ТОКНИНГ ОДДИЙ ЭЛЕКТР ЗАНЖИРЛАРИНИ ТЕКШИРИШ
2. СУПЕРПОЗИЦИЯ (УСТМА – УСТЛАШ) УСУЛИ БИЛАН ҲИСОБЛАШНИ АМАЛДА ТЕКШИРИШ.....
3. ЎЗГАРУВЧАН ТОК ЗАНЖИРИДА r, L ВА C ЭЛЕМЕНТЛАРИНИ КЕТМА-КЕТ УЛАШ
4. ЎЗГАРУВЧАН ТОК ЗАНЖИРИДА r, L ВА C ЭЛЕМЕНТЛАРИНИ ПАРАЛЛЕЛ УЛАШ
5. КУЧЛАНИШЛАР РЕЗОНАНСИ
6. ТОКЛАР РЕЗОНАНСИ.....
7. ИСТЕЪМОЛЧИЛАР ЮЛДУЗ СХЕМАДА УЛАНГАН УЧ ФАЗАЛИ ТОК ЗАНЖИРИНИ ТЕКШИРИШ
8. ИСТЕЪМОЛЧИЛАР УЧБУРЧАК СХЕМАДА УЛАНГАН УЧ ФАЗАЛИ ТОК ЗАНЖИРИНИ ТЕКШИРИШ
9. БИР ФАЗАЛИ ТРАНСФОРМАТОРНИ ТЕКШИРИШ
- 10.ЎЗГАРУВЧАН ТОКНИ ТЎҒРИЛАШ ЗАНЖИРЛАРИ
- 11.БИР ФАЗАЛИ ИНДУКЦИОН СЧЁТЧИКНИ ТЕКШИРИШ
- 12.ФЕРРОРЕЗОНАНСЛИ КУЧЛАНИШ СТАБИЛИЗАТОРИ