

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

АНДИЖОН МАШИНАСОЗЛИК ИНСТИТУТИ

**«ЭЛЕКТРОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА ВА
ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЯЛАР»**

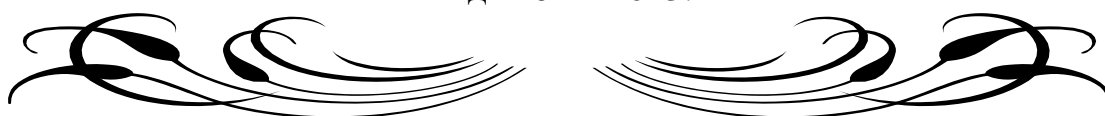
КАФЕДРАСИ

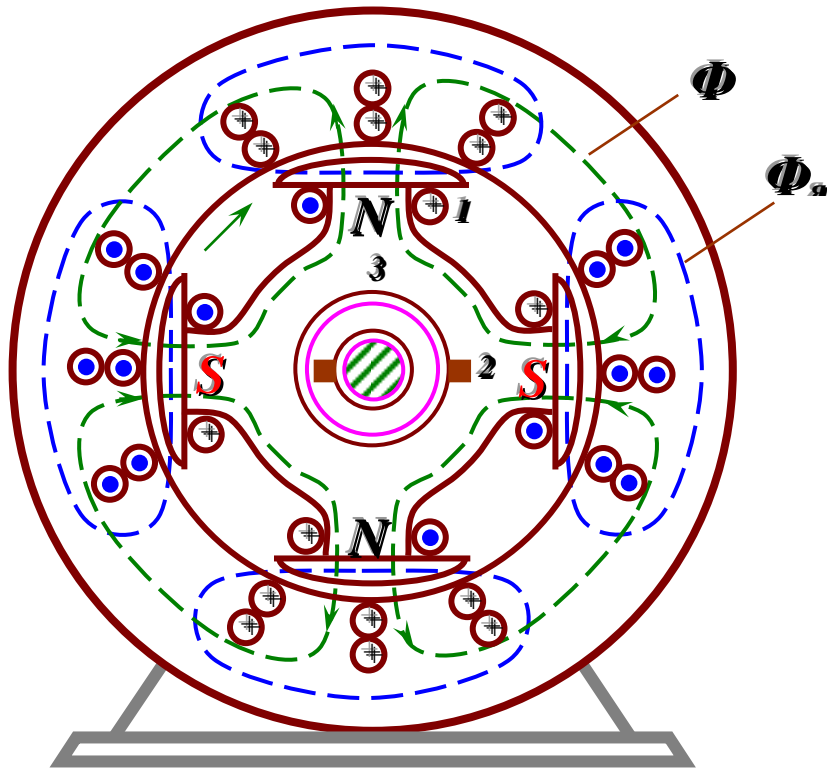


«Электротехника ва электроника асослари» фанидан

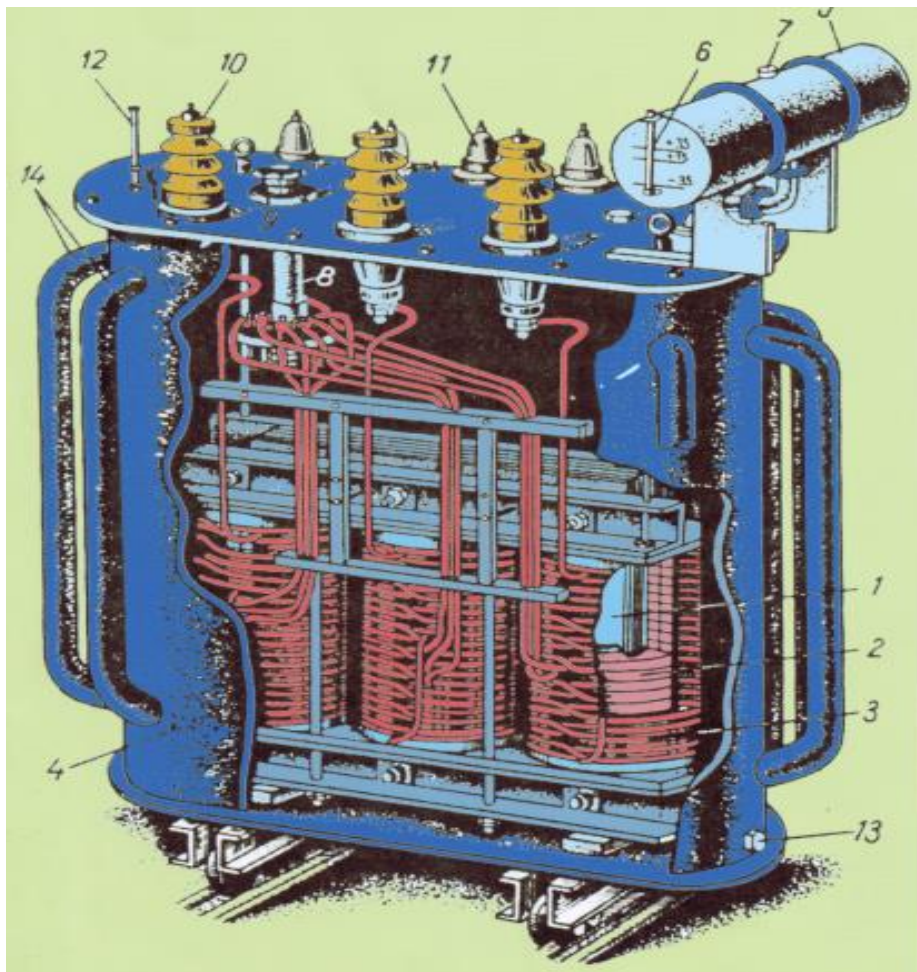
Маърузалар курси

Андижон – 2013.





Генераторнинг магнит занжири



Трансформаторнинг тузилиши

5311000 – «ТЖИЧАБ» таълим йўналишлари бакалаврлари учун мўлжалланган.

Қисқача мазмуни.

Ушбу маърузалар курсида “Электротехника ва электроника асослари” фани келиб чиқиши, мақсади ва вазифалари, электротехника қурилмалари тузилиши, ишлаш принципи ва электр занжирлари ғақида ёритилган бўлиб, электрониканинг асосий элементларига алоҳида урғу берилади. Шунингдек, электр машиналарини тузулиши ва халқ хўжалигида электр энергиясидан фойдаланиш ҳақида ҳам яхши фикрлар ёритилган. Хозирги кунда электр энергиясига таяниб илмий техникавий тараққиёт тобора кенг ёйилмоқда, мамлакат иқтисодиёти тезкорлик билан ривожланмоқда, йирик кўламда комплекс социал иқтисодий дастурлар амалга оширилмоқда. Шунинг учун электротехникани ўрганиш талабаларга келажакда яхши малакали мутахассис бўлиб етишишларига ёрдам беради.

Ушбу маърузалар курси ОЎМТВ томонидан 11 05 2011 йил 192-сон буйруғи билан тасдиқланган ва БД 531100 рақами билан рўйхатга олинган “Электротехника ва электроника асослари” фанининг наъмунавий фан дастури асосида тайёрланган.

Муаллифлар

Б.Мамаджанов, О.Назаров

«ТАСДИҚЛАЙМАН»

Андижон машинасозлик институти
Илмий-услубий кенгашида кўриб чиқилган
Кенгаш раиси доц.Қ.Эрматов
“ ” _____ 2013 й.

«МАҚУЛЛАНГАН»

“Автоматика ва электротехнологиялар” факултети илмий-услубий кенгашида
муҳокама қилинган ва мақулланган
Кенгаш раиси доц. Н.Тўйчибоев
“ ” _____ 2013 й.

«ТАВСИЯ ЭТИЛГАН»

“Электротехника, электромеханика ва электротехнологиялар” кафедра
йиғилишида 2013 йил «__» _____ даги йиғилишда муҳокама қилинган ва
факультет кенгашида кўриб чиқиш учун тавсия этилган (- сон йиғилиш баёни).
Кенгаш раси доц. Б.Мамаджанов.

Тақризчи: АҚХИ «Умумий техника фанлари ва ХФХ»
кафедраси доценти Н.А.Саматов.

1-мавзу. КИРИШ. ФАНИНГ ТАРИХИ ВА РИВОЖЛАНИШ ҒОЯЛАРИ

Режа: 1.Электротехника фанинг тарихи, ривожланиши ва тараққиётидаги ўрни.
2.Фанинг мақсади, вазифалари ва Ўзбекистонда электр энергияси и/ч ши.
3.Электр энергияси хақида маълумот – электр заряди, майдони, электр токи, потенциал, қаршилик, диэлектрик, фотоэффект, термоэлектрон эмиссия.

1.Электротехника фанинг тарихи, ривожланиши ва тараққиётидаги ўрни.

Электротехника фани деб – электр энергияси хосил қилиб, уни амалий мақсадлар учун фойдаланиш йўналишларини ўрганадиган фанга айтилади. Хозирги пайтда электр энергияси маълум бўлган барча энергиялардан фарқли ўлароқ саноатда, транспортда, қишлоқ хўжалигида, маиший хизматда ва халқ хўжалигини барча сохаларида алоҳида тенги йўқ ўрин эгаллайди. Бу энергияни устунлик толмонлари шундаки;

- а) уни хохлаган энергия турига айлантириш мумкин, ёки хохлаган энергияни электр энергиясига айлантириш мумкин,
- б) энг содда ва арзон мосламалар ёрдамида электр энергиясини жуда катта тезлик билан исталганча миқдорда ва хохлаганча узок масофаларга узатиш мумкин,
- в) экологик жихатдан тоза, атроф мухитни ифлослантормайди, хиди йўқ, ранги йўқ, ўзидан чиқинди чиқармайди.

Электротехника фанининг ривожлантиришга рус олимлари ва муҳандислари катта ҳисса қўшдилар. Электр ходисаларини ўрганиш 1650 йилда биринчи электр машинасини яратилишидан бошланди. 1785 йилда Кулон томонидан электр зарядларининг ўзаро таъсири қонунини яратилди. Кучланишнинг биринчи электро кимёвий манбаасини ўрганиш 1799 йилда А.Вольта томонидан яратилган даврдан бошланди. 1802 йили физик олим профессор В.Петров электр ёйини хосил қилди.1832 йили рус олими П.Шиллинг телеграфни яратди. 1834 йили Э.Х.Ленц электромагнит индукция қондасига асос солди. Б.Якоби биринчи бўлиб доимий ток электродвигателини яратди. 1873 йили рус олими А.Н.Лодигин лампочкани ихтиро қилди. П.Н.Яблочков 1876 йили электр тармоғини муҳим аппарати ҳисобланган трансформаторни яратди. 1877 йили Томас Эдисон магнит тасмасига овоз ёзиш мумкинлигини исботлади.19 аснинг охирига келиб 1891 йили рус инженери М. О. Доливо-Добровольский уч фазали ўзгарувчан ток хосил қилишни ва унинг асосий истеъмолчиси бўлган уч фазали асинхрон моторларни кашф қилди. Хозирги вақтда саноатда, транспортда ва халқ хўжалигини барча тармоқларида бошқа энергиялар билан бир қаторда электр

энергиясидан кенг кўламда фойдаланилмоқда.

Инсоният бир неча юз йиллар мобайнида хар-хил ходисаларни ўргана бориб, бизни атрофимизни ўраб турган биздан ташқари мухитдан шундай хулосаларни ўзиларига олдиларки, бизни ўраб турган биздан ташқари барча нарсалар кўриниши, тузулиши қандай бўлишлигидан қатий назар улар энг содда элементлардан – атомлардан тузилган бўлади. Бир неча атомлар бирлашиб эса молекулаларни ташкил қилади. Бир неча молекулалар бирлашиб эса ўз навбатида сиз ва бизга кўриниб – кўринмай турган қаттиқ, суюқ ва газ ҳолатидаги жисмларни ташкил қилади. Хўп шундай экан, биздан ташқи мухитдаги нарсалар хаммаси атомлардан, яъни протон ва нейтронлардан, битта мусбат ва битта манфий заррачалардан иборат экан. Бир неча протонлар бирлашиб атомни ядросини, бир неча нейтронлар бирлашиб моддаларни электронларини ташкил қилади. Ядро ва электрон бу бир бутун атом демакдир

Хозирги кундаги назариянинг кўрсатишича хар бир атом икки қисмдан мусбат зарядланган ядродан ва манфий зарядланган электрондан иборат. Атом ўзини таркибида икки хил зарядни бир хил миқдорда ушлаб турганлиги учун хеч қандай электр хоссасига эга эмас. Хар хил элементларнинг атомлари бир биридан фақат атом оғирлиги билангина фарқ қилади. Уларнинг оғирлиги таркибида сақлаб турган электронлар ва протонларнинг миқдорига боғлиқ. Масалан; водород (H) атомининг оғирлиги Менделеев жадвалидаги 1 га тенг деб олинган, чунки унинг атоми 1 та электрон ва 1 та протондан ташкил топган. Мис атомида эса ядронинг атрофида 29 та электрон ва олтинни атоми атрофида эса 79 та электрон бор. Элементлар атоми таркибидаги электронлари сони хар доим унинг Д.Менделеев жадвалидаги ўрнига тўғри келади. Электротехника фанининг келажак истиқболи ҳақида гапирадиган бўлсак, қисқача қилиб айтганда кундалик ҳаётда электр энергиясига бўлган талабларимиздан ташқари, космосга тушиб чиқаётган космик кемаларнинг ишини хам, электр энергиясига юраётган электромобилларнинг ишини хам, халқ хўжалигидаги юзага келадиган янги ихтироларни хам, электр энергияси истироқисиз амалга оширишимиз қийин.

2. Фанинг мақсади, вазифалари ва Ўзбекистонда электр энергияси и/ч ши.

Электротехника – электр энергияси ишлаб чиқариш, электр ва магнит ҳодисаларидан амалда фойдаланиш ҳақидаги фандир. Бу фан электр энергия ишлаб чиқариш уни узатиш ва ундан фойдаланиш ҳақидаги барча масалаларни ҳал қилади.

Электр энергия–энергияларнинг универсал бир формаси бўлиб, у олдига қуйилган барча вазифаларни бажара олади;

-электр энергияни ишлаб чиқарувчи қурилмаларни тузулиши ва ишлаш принципини ўргатади;

-электр энергиясига ишлайдиган электр машиналарини тузулиши ва ишлаш принципини ўргатади;

-электр энергиясини бошқариш ва химоя воситаларини тузулиши ва ишлатилиш сохаларини ўргатади;

-ишлаб чиқаришни ҳар тарафлама автоматлаштиришга имкон беради.

XX аср энергетика ва электрлаштириш соҳасида муҳим давр ҳисобланади. Чунки бу давр радио ва ярим ўтказгичлар техникасининг пайдо бўлишини, телевидениянинг кашф этилиши, автоматика ва телемеханикани тараққий этиши, микроэлектроника ва энергетиканинг мисли кўрилмаган даражада ўсиши, интеграл микросхемани ва атом энергиясининг кашф этилиши ва тараққиёти билан чамбарчас боғлиқдир.

Умуман электротехниканинг ютуқларидан ҳалқ хўжалигининг барча сохаларида, кенг фойдаланилади. Электротехника – электр занжирларида ва электромагнит майдонларида электр ва магнит энергияларининг ҳосил бўлиш ва ўзгариш қонуниятларини ўргатадиган фан ва техника соҳасидир. Электр энергиясидан фойдаланувчи қурилмаларни такомиллашиб бориши, технологик жараёнларни шундай тезликда ва аниқликда бажарилишини таъминлайдики уни инсон сезги органлари билан сезиб кўриб бошқара олмайди. Бу эса ўз навбатида ишлаб чиқариш жараёнларида автоматлаштиришни юзага келишига сабаб бўлади. Айниқса ҳалқ хўжалигини механизациялаш ва автоматлаштириш соҳаларида эришилган ютуқларни электр энергиясисиз тасаввур қилиб бўлмайди.

Ўзбекистон Республикаси ялпи саноат маҳсулотини ҳажмида электроэнергетикани салмоғи 10 % дан ошади. Турли электр энергияси ишлаб чиқарувчи электростанцияларнинг битта юқори вольтли хаво линиясига бирлаштирилиши ва марказдан бошқарилиши *электроэнергетика* тизими дейилади. Мамлакатда ишлаб чиқарилаётган электр энергиясини 85–90 % ни иссиқлик электростанцияларида ҳосил қилинмоқда. ИЭСлар тез ва арзон нархларда курса бўладиган электростанциялар ҳисобланади. Ҳозирги кунда мавжуд бўлган техника имкониятлари билан, қуввати 6 млн кВт

соат га эга бўлган ИЭС лар қуриш мумкин. Мамлакат иқтисодиёти учун электр энергиясининг тан нархи арзон бўлгани муҳимроқ ҳисобланади. Бу энергиянинг тан нарх аввало шу энергияни ишлаб чиқариш учун сарфланадиган ёқилғини қазиб олиш ва ташиб келтиришга сарфланадиган харажатларга боғлиқ бўлади. Шунинг учун янги электростанцияларни барпо этишда шу факторларни ҳисобга олиш муҳим ҳисобланади. Агар ёқилғини ташиб келтириш харажатлари электр энергиясини узатиш харажатларидан юқори бўлса, у ҳолда электростанцияни жойини ўзгартирган мақулроқ бўлади. Электр энергиясини узатиш масофаси фан–техника тараққиётини ўсиши билан йил сайин ортиб борапти. Электр энергиясини симлар орқали узатиш унинг авфзалликларидан биридир. Иқтисодиётнинг ҳамма соҳаларида электр энергиясидан фойдаланилиши бу энергиянинг иккинчи муҳим авфзалликларидан ҳисобланади. Маҳаллий ёқилғилардан кенг фойдаланиш мумкинлиги имкониятлари унинг учинчи авфзаллиги ва нихоят электр энергиясини қудратли электростанция ларда ишлаб чиқариш мумкинлиги, яъни бир жойини ўзида бир неча млн кВт соат энергиянинг ҳосил қилиниши мумкинлиги унинг навбатдаги авфзаллигидир. ИЭС ларнинг жуда улканлари бошқа вилоятларни ҳам электр энергияси билан таъминлай оладилар ва уларни ГРЭС лар деб юритилади. Мамлакатимизда Сирдарё, Тошкент, Янги Ангрен, Навоий, Тахиятош, Ангрен ГРЭС лари ишлаб турибди. Биргина Сирдарё ГРЭС и ўзи йилига 13 млрд кВт соат электр энергияси ишлаб чиқаради (1-расм).



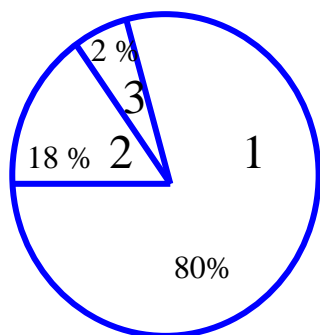
1-расм. Сирдарё ГРЭС и.

Истиқлол йилларида Қашқадарё вилоятида қуввати 3,2 млн кВт бўлган Талли-маржон ГРЭС ининг 800 мегаваттли биринчи блокининг ишга туширилиши улкан лойихалардан бири сифатида эътироф этилди. Кўпгина ИЭС лар электр энергияси ишлаб чиқариш билан бирга иссиқлик энергияси (иссиқ сув) ҳам ишлаб чиқаради. Уларни биз ИЭМ лар деб юритамиз. Масалан, Фарғона нефтни қайта ишлаш заводи қошидаги Иссиқлик Энергия Маркази.

Мамлакатимизда ИЭС лардан ташқари ГЭС лар ҳам ишлаб турибди. Бунга мисол қилиб Бўзсув каналида биринчи бўлиб қурилган ГЭС ни айтишимиз мумкин. Кейинчалик қурилган Хисрав, Туямўйин, Фарход, Ходжакент ГЭС лари ҳам мамлакат иқтисодиётида катта аҳамият касб этади. Тезоқар дарёларда ГЭС ларни бир – бирига яқин қилиб қуриш мумкин. Бунга мисол қилиб, Чирчиқ – Бўзсув энергетика иншоотидаги ГЭС лар каскадини айтишимиз мумкин. Яна бундан ташқари бошқа энергия манбааларини ўзлаштириш мақсадида Тошкент вилояти Паркент туманида “Физика - Қуёш” институти қуриб ишга туширилди. Бу ерда жуда катта территорияда Қуёш энергиясидан фойдаланиладиган лаборатория барпо қилинди. Бундай тадбирларни барчаси Республикаимизда электр энергияси хосил қилишнинг бошқа манбаалари ҳам мавжудлигини исбот қилади.

Ўзбекистон Республикаси электр энергетика тизими асосий таркиби. жадвал №1

№	Электр энергия манбайи	Ишлаб чиқарилган энергия миқдори
1	Сирдарё ГРЭС	66,0 млрд кВт/соат
2	Тошкент ГРЭС	
3	Янги Ангрен ГРЭС	
4	Навоий ГРЭС	
5	ГЭС (19та)	

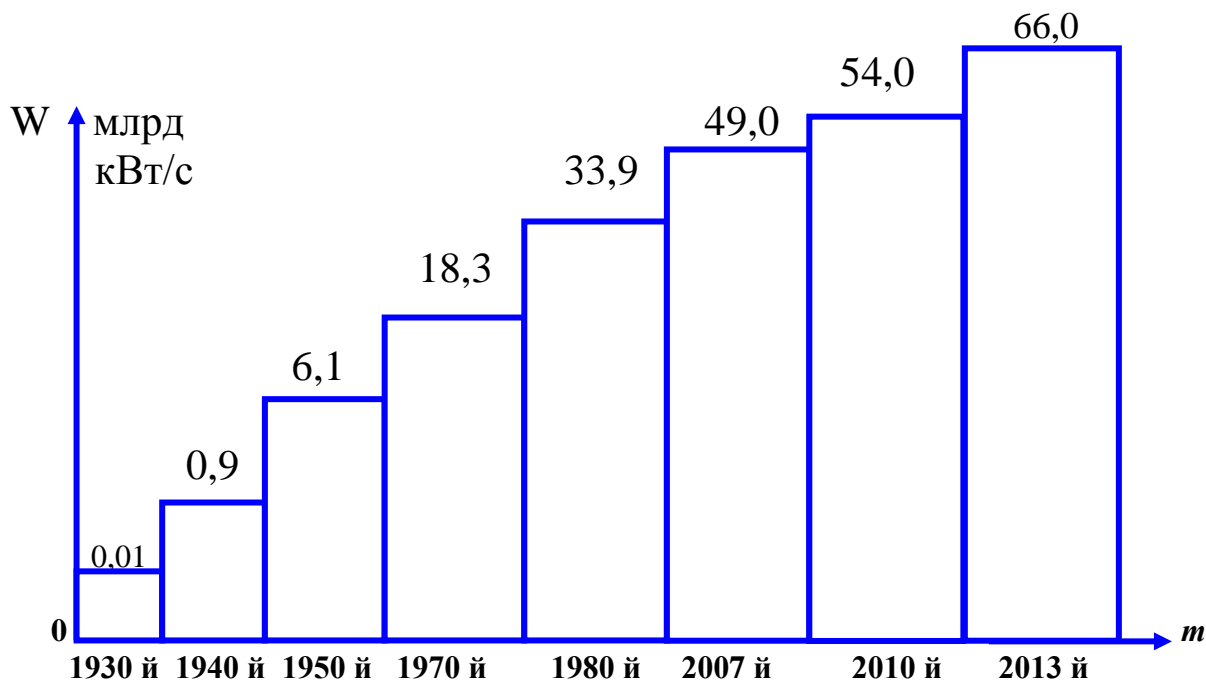


1. ИЭС – 80 %
 2. ГЭС - 18 %
 3. НЭС – 2 %

2-расм. Электр энергия ишлаб чиқаришни турлари бўйича тақсимланиши.

Умуман олганда мамлакатнинг тараққиёти ҳамда халқ хўжалигини ривожлантиришда электроэнергетик тизим асосий вазифаларни халқ этувчи қафолатли омил хисобланади. Маълумки, мамлакатнинг иқтисодий ривожланиши истиқболлари ўз

энергетика базасига эга эканлиги билан белгиланади. Бу житхатдан Ўзбекистон Республикаси қудратли энергетика тизимга эга. Ўзбекистонда 1970 йилда 18,3 млрд кВт соат, 1980 йилда 33,9 млрд кВт соат, 2007 йилда 49,0 млрд кВт соат, 2010 йилда 54,0 млрд кВт соат, 2013 йил статистика маълумотларига кўра 66,0 млрд кВт соат электр энергияси ишлаб чиқарилган. Қуйида 3-расмда Ўзбекистон Республикаси электр энергия ишлаб чиқариш ва ундан фойдаланиш диаграммаси келтирилган.



3. Электр энергияси хақида маълумот – электр заряди, майдони, электр токи, потенциал, қаршилик, диэлектрик, фотоэффект, термоэлектрон эмиссия.

Биздан ташқи мухитдаги жисмлар ҳаммаси атомлардан, яъни протон ва нейтронлардан иборат экан, уларни алоҳида хоссаларига хақида тўхталиб ўтишимиз зарур бўлади. Электронлар – манфий зарядланган заррачалар, мусбан зарядли протоннинг атрофида махсус орбита ташкил қилиб, шу орбитада айланиб юрадилар. Бу орбита бўйича чекка қисмларда жойлашган электронларни ядро марказидан узоқда бўлганлиги учун озгина ташқи энергия ёрдамида уни шу орбита таъсирдан чиқариб юбориш мумкин. Табиий ҳолатда атом таркибидаги электронлар ва протонлар ташқи мухит билан ўзаро мувозанатда бўлади. Агар бирор таъсир натижасида у ўзини таркибидан электронларни ёки протонларни йўқотса, у ҳолда мувозанат бузилади. Атом ўзини таркибидан қанча кўп зарядини йўқотса у шунча кучли электрланади. Зарядланган жисмдаги электр миқдори ***электр заряди*** деб аталади ва ***q*** харфи билан белгиланади. Икки заряд орасидаги ўзаро таъсир кучини Кулон қонуни билан

ифодаланади. Бу қонун қуйидаги формуладагидек топилади.
$$F = \frac{q_1 \cdot q_2}{4\pi \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon \cdot r^2}$$

Электр заряди таъсир эта оладиган фазо **электр майдони** дейилади. Зарядланган хар бир жисм атрофида электр майдони бўлади. Электр майдонининг маълум нуқтасидаги зарядни бу майдон таъсиридан ташқарига чиқариш учун майдондаги кучлар иш бажариши лозим, ана шу ишни ифодаловчи катталиқ шу нуқтанинг **потенциали** дейилади. Ташқи кучлар таъсирида зарядланган заррачаларни тартибли харакатига **электр токи** дейилади. Узунлиги 1 м, йўғонлиги 1мм бўлган ўтказгичнинг ўзидан 1 А миқдордаги электр токини ўтганда зарядланган заррачаларнинг харакатига кўрсатадиган таъсир кучи шу ўтказгични **қаршилиги** дейилади. Ташқи кучлар таъсирисиз ўзидан электр токини ўтказмайдиган материалларга **диэлектрик** материаллар дейилади. Менделеевнинг кимёвий жалвалидаги ярим ўтказгичли элементлар шундай бир ажойиб хоссага эгаки, улар ёруғлик нури таъсиридан ўзидан электронларни қўйиб юборади ёки электронларни ўзига олади. Бу ажойиб ходиса **фотоэффект** деб аталади. Буни биринчи бўлиб 1888 йили рус олими А.Г.Столетов кузатган. Иссиқлик таъсирида металлардаги электронларнинг харакати тезлашади электр ўтказувчанлиги ортади. Бу ходиса **термоэлектрон эмиссия** дейилади.

Назорат учун саволлар.

- 1.Электротехника фани нимани ўргатади?
- 2.Электр заряди нима, Кулон қонуни ифодаланг?
- 3.Электротехника фанини юзага келиш тарихи?
- 4.Электр майдони ва электр токи нима?
- 5.Фаннинг мақсади ва вазифаси нима?
6. Ўзбекистонда қандай электростанциялар кўп?
- 7.Қаршилиқ, ўтказувчанлик, диэлектрик нима?
- 8.Фотоэффект, термоэлектрон эмиссия нима?
- 9.Электр энергияси кучланишни узатиш қандай?
- 10.Ўзбекистондаги энергия и/ч ни ўсиши қандай?

2-мавзу. ЎЗГАРМАС ТОК ЧИЗИҚЛИ ЭЛЕКТР ЗАНЖИРЛАРИ

- Режа:**
- 1.Ўзгармас ток таърифи, элементлари, истеъмолчиларини турлари.
 - 2.Ўзгармас ток манбаалари, қаршилиқларни кетма-кет ва параллел улаш.
 - 3.Электр занжирлари ва уларни хисоблаш усуллари.
 - 4.Занжирдаги электр токнинг иши ва қуввати.

1.Ўзгармас ток таърифи, элементлари, истеъмолчиларини турлари.

Вақт бирлиги давомида ўзининг электрик параметрлари ҳамда йўналишини бир хил меёрда сақлайдиган тоқларга ўзгармас электр токи дейилади. Хозирги вақтда айниқса электротранспортда қўлланиладиган ўзгармас ток энергиясини кўп қисми турли типдаги тўғрилагичлар востасида ўзгарувчан тоқлардан хосил қилинади. Ўзгармас тоқларни хосил қилиш учун ўзгармас ток генераторларидан ҳам кенг

фойдаланилади. Дунё микёсида гарчан асосий фойдаланиладиган энергия таркибини ўзгарувчан тоқлар ташкил этсада, ўзгармас тоқлардан транспорт саноатида, енгил саноатда, бошқариш тизимларида, радиотехникада, халқ хўжалигидаги барча техникаларини таъмирлаш қурилмаларида ишлатилади. Ўзгармас тоқ занжири элементлари, манбалари, электр энергия истеъмолчилари ва бошқа элементларни шартли белгиланишлари қуйида жадвалда кўрсатилган. 2-жадвал.

Номи	Шартли белгиси
Ўзгармас тоқ электр генератори	
Бирламчи элемент ёки аккумулятор	
Ўзгармас тоқ электр двигатели	
Электр лампочкаси	
Бирлаштирувчи сим	
Бир қутбли рубильник	
Сақлагич	
Амперметр	
Вольтметр	

Электр энергия манбааси сифатида генераторлар, кимёвий энергияни электр энергиясига айлантирувчи бирламчи элементлар, аккумуляторлар батареяси ва гальваник элементлар киради.

Ўзгармас тоқ занжирининг истеъмолчилари эса қуйидаги турларга бўлинади.

1) *актив истеъмолчилар* – улар электр энергиясини ўзига қабул қилиб уни иссиқлик ёки ёруғлик энергиясига айлантириб беради. Характерловчи катталиги қаршилиги ва ўтказувчанлиги бўлади. Бирлиги Ом ларда ўлчанади. R

2) *индуктив истеъмолчилар* – улар электр энергиясини ўзига қабул қилиб уни магнит майдон энергиясига айлантириб беради. Характерловчи катталиги магнит сингдирувчанлиги ҳисобланади. Бирлиги Гн ларда ўлчанади. L

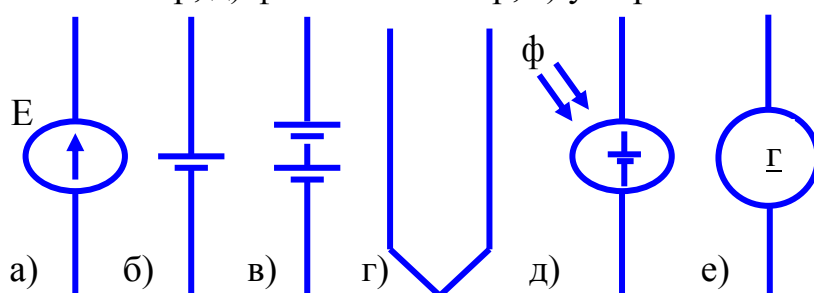
3) *сизим истеъмолчилар* – улар электр энергиясини ўзига қабул қилиб уни электр майдон энергиясига айлантириб беради. Характерловчи катталиги сизими ҳисобланади. Бирлиги Фарада ларда ўлчанади. C

Электр тоқини ўлчов бирлиги бўлиб ўтказгичнинг кўндаланг кесимида бир

секунда ўтган электр миқдори қабул қилинган. $I = \frac{Q}{t}$ бу ерда: I –ток кучи, Q - ўтказгичнинг кўндаланг кесими, t - вақт бирлиги. Занжирдан ўтаётган токнинг йўналиши ва миқдори вақт бирлиги ичида ўзгармаса у ўзгармас ток дейилади. Улар асосан ўзгармас ток генераторлари орқали ёки ўзгарувчан тоқларни махсус тўғрилагичлар орқали тўғрилаб ҳосил қилинади.

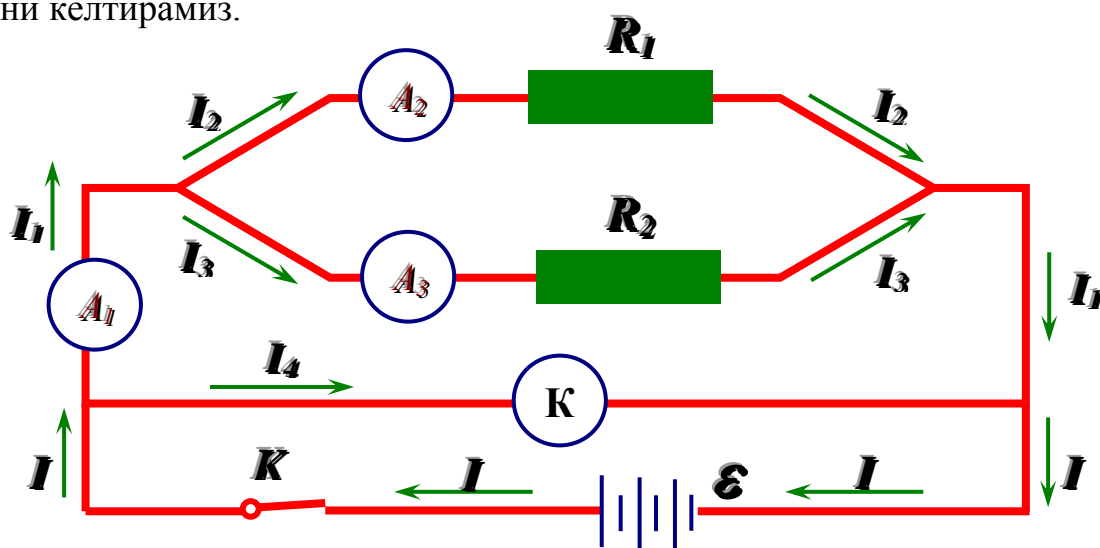
2. Ўзгармас ток манбаалари, қаршилиқларни кетма-кет ва параллел улаш.

Ўзгармас токни ҳосил қилишда қуйидаги 4-расмда келтирилган манбалардан фойдаланилади: а) ЭЮК, б) гальваник элементлар, в) аккумуляторлар батареяси, г) термоэлементлар, д) фотоэлементлар, е) ўзгармас ток генератори.



4-расм. Ўзгармас ток ҳосил қилувчи манбааларни принципиал схемада кўрсатилиши. Электр энергия истеъмолчиларига электр двигателлари, иситиш асбоблари, ёруғлик ва нур манбаалари киради. Истеъмолчиларда электр энергия бошқа тур энергияларга электродвигателларда механик энергияга, иситгичларда иссиқликка, нурлантириш қурилмаларида нурга, ёруғлик манбааларида эса ёруғликка айлантирилади.

Қуйида электр энергиясини истеъмолчиларини кетма-кет ва параллел улаш схемаларини келтирамыз.

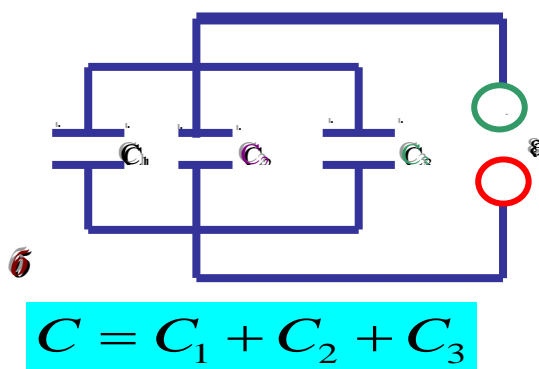
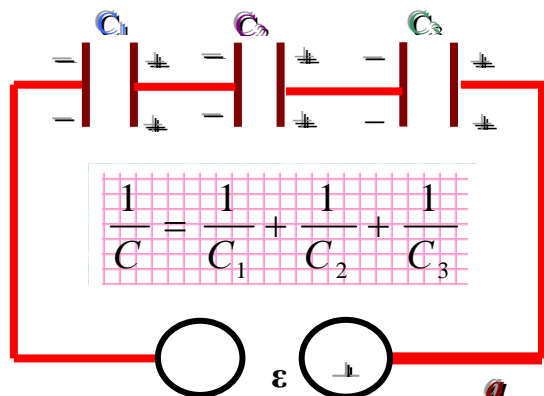


5-расм. Қаршилиқлари кетма-кет уланган принципиал схема.

Истеъмолчиларни бирининг охиригичи иккинчисининг бошланғич

нуктасини улаб занжирни ёпилиши, **кема-кет улаш** дейилади.

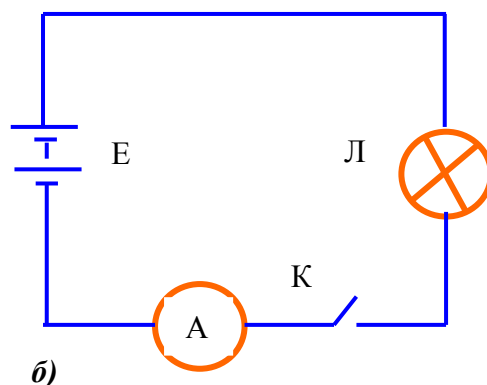
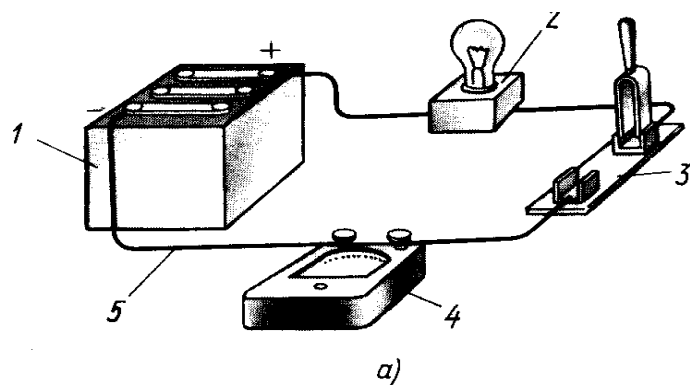
Истеъмолчиларни барчасини бошланғич учларини бир нуктага ва охириги учларини бошқа нуктага бирлаштирилиши **параллел улаш** дейилади.



6-расм. Конденсаторларни кетма-кет улаш. Конденсаторларни параллел улаш

3. Электр занжирлари ва уларни ҳисоблаш усуллари.

Электр энергия манбаи, электр истеъмолчилари ва уловчи симлардан тузилган занжир **электр занжири** дейилади. Электр занжири асосий элементларига ЭЮК манбааси, энергия истеъмолчилари ва электр энергияни етказувчи симлар киради. Электр занжирлари таркибига назорат ва бошқарув асбоблари, шунингдек ўзгартирувчи қурилмалар (трансформатор, тўғрилагич ва бошқалар) ҳам киради. Электр занжирлари тармоқланмаган ва тармоқланган бўлади.



7-Расм. Оддий электр занжири (а) ва принципал схемаси (б) манба, истемолчи, калит, амперметр, уловчи симлар.

Тармоқланган занжирлар бир неча параллел шахобчалардан ташкил топган бўлади. Электр занжири қандай ток турига мўлжалланганлигига қараб у “ўзгармас ток занжири”, “ўзгарувчан ток занжири” деб аталади.

Ом қонуни электр занжирига оид асосий қонун бўлиб, занжирдаги ток ва кучланишни ўзаро қандай нисбатда боғланганлигини ифодалайди. $I = \frac{U}{R+r}$.

Кирхгоф қонунларидан мураккаб электр занжирларини ҳисоблаш ва уларни

электр холатларини тўла аниқлаш учун фойдаланилади.

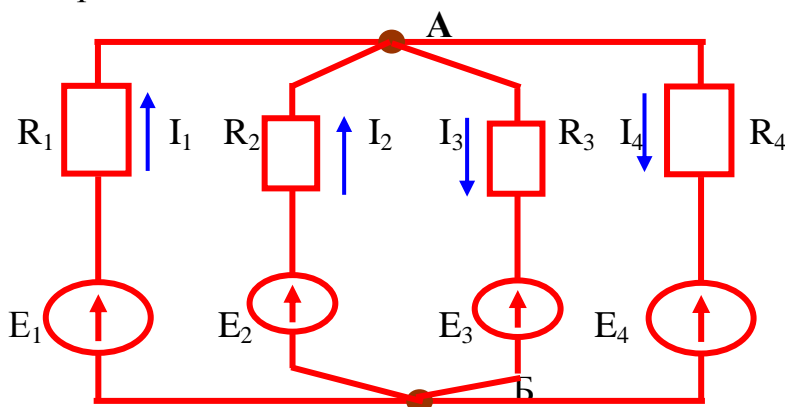
Электр занжирларини ҳисоблаш усуллари.

Электр занжирларини ҳисоблашдан асосий мақсад токни занжир тармоқларида қандай тақсимланганлигини аниқлашдир. Бу вазифа Ом ва Кирхгоф қонунларидан фойдаланиб ҳал этилади. Кирхгоф қонунларини қўллаб электр занжирларини ҳисоблаш учун барча тармоқларда ток ва кучланишлар n_T тенгламалар системасини ечиш орқали амалга оширилади. Бунда Кирхгофни биринчи қонуни бўйича тузилган тенгламалар сони мустақил тугунлар сонига тенг бўлади. Кирхгофни иккинчи қонуни асосида тенгламалар сони эса мустақил контурлар сонига тенг бўлади. Тугун кучланишлари усулини қўллаш занжир тенгламалар тизимини тартибни мустақил контурлар сонигача қисқартиришга имкон беради. Мураккаб электр занжирларини ҳисоблаш учун турли усуллар мавжуд бўлиб, уларни қайси бирини қўллаш схемаларда элементларни қандай жойлашишига ва масала шартига боғлиқ.

Контур тоқлар усулини қўллаш эса занжирлар тенгламалар тизими тартибни мустақил тугунлар сонигача қисқартириш имконини беради. Қуйида ушбу усулларни алоҳида кўриб чиқамиз.

Кирхгоф ва Ом қонунларини бавосита қўллаш усули.

Икки ва ундан ортиқ манбага эга электр занжири мураккаб ҳисобланади. Бундай мураккаб занжирларни бир неча усулда ўрганиш мумкин, масалан, Кирхгоф қонунларини бевосита қўллаш усулида I ва II қонунлар асосида электр занжирини тугунлари ва контурлари учун тенгламалар тузилади ва бу тенгламалар ечилиб номаълум тоқлар топилади.



8-расм. Мураккаб электр принципиал схемаси.

Тенгламаларни умумий сони номаълум тоқлар сонига тенг бўлиши керак.

Кирхгофнинг II қонуни асосида тузилган тенгламалар сони занжир тугунлари сонидан битта кам бўлиши керак. Қолган тенгламалар Кирхгофнинг III қонуни асосида тузилади. Масалан, 8-расмда келтирилган занжирда тугунлар сони 2-та, демак I қонун билан битта тенглама тузамиз. $I_1 + I_2 - I_3 = 0$

Занжирда учта номаълум ток кучи бор, демак яна иккита тенгламани Кирхгофнинг II қонунига биноан тузамиз, масалан I ва II белгиланган контурлар учун:

$$I_1 (P_1 + P_{y1}) - I_2 (P_2 + P_{y2}) = \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2$$

$$I_2 (P_2 + P_{y2}) + I_3 (P_3 + P_{y3}) = \mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_3$$

Контурларни айланиш йўналишини (расмда кўрсатилган) соат кўрсаткичини айланиши йўналишида олдик. Тузилган уч тенгламани ечиб, номаълум ток кучларини топами, масалан:

$$I_1 = \frac{(E_1 - E_2)(R_2 + R_{U2} + R_3 + R_{U2}) + (E_2 - E_3)(R_2 + R_{U2})}{(R_1 + R_{U1})(R_2 + R_{U2}) + (R_2 + R_{U2})(R_3 + R_{U3}) + (R_3 + R_{U3})(R_1 + R_{U1})}$$

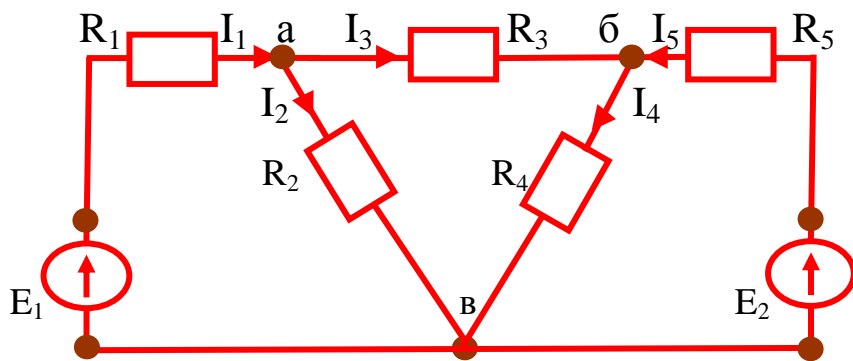
$$I_2 = \frac{I_1(R_1 + R_{U1}) - E_1 + E_2}{R_2 + R_{U2}}; \quad I_3 = I_1 + I_2$$

Токларни топиб, бошқа керак бўлган катталикларни топиш мумкин.

Контур токлари усули.

Контур токлар усулида тенгламалар фақат Кирхгофнинг иккинчи қонунига биноан тузилади, бунинг учун контурларнинг керакли сони танланади. Ҳар бир контурда контур токи мавжудлиги кўзда тутилади, токнинг мусбат йўналиши ихтиёрий кўрсатиб қўйилади. Устама принципидан келиб чиқиб, ҳисобланадики, ҳар бир контурда контур токлари оқади ва улардан тармоқ токлари ҳосил бўлади. Тенгламалар ҳар бир контур учун тузилади, контурни ўзини контур токи йўналишида айланилади ва ҳар бир контур токдан ҳосил бўлган кучланиш тушуви ҳисобга олинади. Бунда мазкур ток контурни айланиш йўналиши билан тўғри келса, қўшиладиган қийматларни мусбат ҳисобланади ва йўналишлар тескари бўлса, манфий ҳисобланади. Мазкур контурнинг қаршиликларини йиғиндисини контурнинг ўзини қаршилиги дейилади. Иккита контур таркибига кирадиган қаршиликларни йиғиндиси ўзаро қаршилиқ дейилади. Қайсидир контурда ҳаракатланаётган ҳамма ЭЮК ларни алгебраик йиғиндиси контур ЭЮК си дейилади. Тузилган тенгламаларни ҳар қайси контур токи I_K -га нисбатан ечиб, унинг қиймати топилади. Ҳар бир резистордаги ток кучи

контур тоklarнинг алгебраик йиғиндисига тенг.



9-расм. Ҳисоблаш учун принципаал схема.

Бу расмда берилган занжир учун I, II ва III контурлардан фақат контур тоklar I_1 , I_2 ва I_3 ўтаётган ва бу тоklar қаршиликларда кучланишлар тушувини ҳосил қилаётган бўлса, у ҳолда тармоқдаги ҳақиқий тоklar билан контур тоklar қуйидагича боғлангин бўлади: $I_1 = I_I$ $I_2 = I_I - I_{II}$ $I_3 = I_{II}$ $I_4 = I_{II} + I_{III}$ $I_5 = I_{III}$

Берилган занжир учун Кирхгофнинг иккинчи қонунига биноан тенгламалар тузиш мумкин, яъни:

$$\begin{cases} I_I (R_1 + R_2) - I_{II} R_2 = E_1 \\ -I_I R_2 + I_{II} (R_2 + R_3 + R_4) + I_{III} R_4 = 0 \\ I_{II} R_4 + I_{III} (R_4 + R_5) = E_2 \end{cases} \quad \begin{matrix} \text{Бу тенгламалар контур тоklar} \\ \text{тенгламалари деб аталади.} \end{matrix}$$

Умумий ҳолда n та контур ва m та тугунга эга бўлган занжир учун контур тоklar тенгламаларини қуйидагича ёзиш мумкин:

$$\begin{cases} I_I R_{12} - I_{II} R_2 = E_1 \\ -I_I R_2 + I_{II} R_{234} + I_{III} R_4 = 0 \\ I_{II} R_4 + I_{III} R_{45} = E_2 \end{cases} \quad \begin{matrix} \text{Бу ерда: } P_{nn} - n \text{ чи контурнинг хусусий қаршилиги} \\ \text{бўлиб, миқдор жихатидан шу контурга кирувчи барча} \\ \text{қаршиликларнинг алгебраик йиғиндисига тенг, } E_{nn} - n \\ \text{чи контурнинг хусусий Э.Ю.К си бўлиб, миқдор жи-} \\ \text{хатидан контурдаги барча Э.Ю.К ларнинг алгебраик} \end{matrix}$$

йиғиндисига тенг, бунда контур токининг йўналишини ҳисобга олиш керак.

Юқоридаги тенгламалар системасига аниқловчилар ва минорларни тадбиқ қилиб, контур тоklarни топиш мумкин.

$$\begin{cases} I_I R_{11} + I_{II} R_{12} + I_{III} R_{13} \dots + I_n R_{1n} = E_{11} \\ I_I R_{21} + I_{II} R_{22} + I_{III} R_{23} \dots + I_n R_{2n} = E_{22} \\ I_I R_{31} + I_{II} R_{32} + I_{III} R_{33} \dots + I_n R_{3n} = E_{33} \\ \dots \dots \dots \\ I_I R_{n1} + I_{II} R_{n2} + I_{III} R_{n3} \dots + I_n R_{nn} = E_{nn} \end{cases}$$

Масала: 9-расмда берилган занжир учун ҳар бир тармоқдаги тоklarни контур тоklar усули билан ҳисобланг. Бунда: $R_1 = R_2 = 2 \text{ Ом}$, $R_3 = R_4 = R_5 = 1 \text{ Ом}$, $E_1 = 40 \text{ В}$, $E_2 = 10 \text{ В}$ га тенг.

Ечилиши: Берилган занжир учун I, II ва III контурлардан фақат контур тоқлар ўтаётган бўлиб, улар тегишлича қаршилиқларда кучланишлар тушувини ҳосил қилаётган бўлса, у ҳолда тармоқ тоқлари билан контур тоқлар қуйидагича боғланган бўлади: $I_1=I_I$ $I_2=I_I-I_{II}$ $I_3=I_{II}$ $I_4=I_{II}+I_{III}$ $I_5=I_{III}$

Берилган занжир учун Кирхгофнинг иккинчи қонунига асосан қуйидагича тенгламалар тузиш мумкин:

$$\begin{cases} E_1 = I_I R_{11} - I_{II} R_{12} \\ 0 = -I_I R_{21} + I_{II} R_{22} + I_{III} R_{23} \\ E_2 = I_{II} R_{32} + I_{III} R_{33} \end{cases}$$

$$P_{11}=(P_1+P_2) = 4 \text{ Ом}, \quad P_{12}=P_{21}=P_2=2 \text{ Ом}, \quad P_{22}=(P_2+P_3+P_4) = 4 \text{ Ом}$$

$$P_{23}=P_{32}=P_4=1 \text{ Ом}, \quad P_{33} = (P_4+P_5) = 2 \text{ Ом}, \quad P_{13}=P_{31}=0$$

Берилган занжир учун юқорида тузилган тенгламалар учун аниқловчилар ва минорларни аниқлаймиз:

$$\Delta = \begin{vmatrix} R_{11} & -R_{12} & R_{13} \\ -R_{21} & R_{22} & R_{23} \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 4 & -2 & 0 \\ -2 & 4 & 1 \\ 0 & 1 & 2 \end{vmatrix} = 20$$

$$\Delta_{11} = \begin{vmatrix} R_{22} & R_{23} \\ R_{32} & R_{33} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 4 & 1 \\ 1 & 2 \end{vmatrix} = 7$$

$$\Delta_{12} = \Delta_{21} = (-1)^{1+2} \cdot \begin{vmatrix} -R_{21} & R_{23} \\ R_{31} & R_{33} \end{vmatrix} = - \begin{vmatrix} -2 & 1 \\ 0 & 2 \end{vmatrix} = 4$$

$$\Delta_{13} = \Delta_{31} = \begin{vmatrix} -R_{21} & R_{22} \\ R_{31} & R_{32} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} -2 & 4 \\ 0 & 1 \end{vmatrix} = -2$$

$$\Delta_{22} = \begin{vmatrix} R_{11} & R_{13} \\ R_{31} & R_{33} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 4 & 0 \\ 0 & 2 \end{vmatrix} = 8$$

$$\Delta_{23} = \Delta_{32} = (-1)^{2+3} \cdot \begin{vmatrix} R_{22} & R_{23} \\ R_{32} & R_{33} \end{vmatrix} = - \begin{vmatrix} 4 & 1 \\ 1 & 2 \end{vmatrix} = 4$$

$$\Delta_{33} = \begin{vmatrix} R_{11} & -R_{12} \\ -R_{21} & R_{22} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 4 & -2 \\ -2 & 4 \end{vmatrix} = 12$$

$$E_{11} = E_1 = 40 \text{ В} \quad E_{22} = 0 \quad E_{33} = E_2 = 10 \text{ В}$$

Юқоридагилардан фойдаланиб контур тоқларни қуйидагича топиш мумкин:

$$I_1 = \frac{\Delta_{11}}{\Delta} \cdot E_1 + \frac{\Delta_{13}}{\Delta} \cdot E_2 = 13 \text{ А} \quad I_{11} = \frac{\Delta_{21}}{\Delta} \cdot E_1 + \frac{\Delta_{23}}{\Delta} \cdot E_2 = 6 \text{ А} \quad I_{111} = \frac{\Delta_{31}}{\Delta} \cdot E_1 + \frac{\Delta_{33}}{\Delta} \cdot E_2 = 2 \text{ А}$$

Топилган контур тоқларга асосан ҳар бир тармоқдаги тоқларни топиш мумкин:

$$I_1=I_I=13 \text{ А} \quad I_2=I_I-I_{II}=7 \text{ А} \quad I_3=I_{II}=6 \text{ А} \quad I_4=I_{II}+I_{III}=8 \text{ А} \quad I_5=I_{III}=2 \text{ А}$$

Масалани ечимини тўғрилигини Кирхгофнинг биринчи қонунига асосан текшириб аниқлаш мумкин, яъни: $I_1=I_2+I_3=7+6=13 \text{ А}$ $I_4=I_3+I_5=6+2=8 \text{ А}$

Тугун потенциаллари усули.

Маълумки, агар занжирдаги берилган ЭЮК манбалари ва қаршилиқлари бўйича занжирнинг тармоқларидаги тоқлари ва барча тугунлари орасидаги кучланишлар тушуви топилиши мумкин бўлса, бундай занжирни таҳлил қилиш мумкин деб

ҳисобланади.

Агар ихтиёрий мураккаб электр занжирдаги тугунлардан биттасини ажратиб олиб, унинг потенциали нолга тенглаштирилса, у ҳолда қолган барча тугунларнинг потенциали ана шу тугунга нисбатан аниқланади:

Масалан: 9-расмдаги электр занжир учун тенгламалар сони иккита бўлади, яъни а, б ва в тугунларнинг потенциалларини тегишлича $\varphi_a = \varphi_1$; $\varphi_b = \varphi_2$ ва $\varphi_3 = 0$ орқали белгилаб, бутун занжирнинг тоқлари учун қуйидаги тенгламаларни тузамиз:

$$I_1 = g_1(E_1 - \varphi_1) \quad I_2 = g_2 \cdot \varphi_1 \quad I_3 = g_3(\varphi_1 - \varphi_2) \quad I_4 = g_4 \cdot \varphi_2 \quad I_5 = g_5(E_2 - \varphi_2)$$

$g_1; g_2; \dots; g_5$ – занжирнинг тегишли тармоқларининг ўтказувчанлиги.

Бу тоқларнинг қийматларини Кирхгофнинг биринчи қонунига биноан қуйидагича ёзиш мумкин: $g_1(E_1 - \varphi_1) + g_2 \cdot \varphi_1 - g_3(\varphi_1 - \varphi_2) = 0$ $g_3(\varphi_1 - \varphi_2) - g_4 \cdot \varphi_2 + g_5(E_2 - \varphi_2) = 0$

Бу тенгламаларни ечиш учун қуйидаги белгилашлар киритамиз:

$$g_{11} = g_1 + g_2 + g_3 \quad -1 \text{ - тугуннинг хусусий ўтказувчанлиги,}$$

$$g_{22} = g_3 + g_4 + g_5 \quad -2 \text{ - тугуннинг хусусий ўтказувчанлиги,}$$

$$g_{12} = g_{21} = g_3 \quad -1 \text{ ва } 2 \text{ - тугунларнинг ўзаро ўтказувчанлиги.}$$

Юқоридаги формулаларни қуйидагича ёзиш мумкин:

$$g_{11}\varphi_1 - g_{12}\varphi_2 = I_1 \quad -g_{21}\varphi_1 + g_{22}\varphi_2 = I_2$$

Бу тенгламалар тизимини ҳам минорлар ва аниқловчилар ёрдамида ечиш мумкин.

Масала: 9-расмда берилган занжир учун хар бир тармоқдаги тоқларни тугун потенциаллар усули билан ҳисобланг.

Бунда: $R_1 = R_2 = 2$ Ом, $R_3 = R_4 = R_5 = 1$ Ом, $E_1 = 40$ В, $E_2 = 10$ В га тенг.

Ечилиши: Берилган занжир учун тенглама тузиб, бу тенгламаларга ўтказувчанлик ва ЭЮК ларни қийматини қўйиб қуйидаги тенламани хосил қиламиз:

$$I_1 = g_1(E_1 - \varphi_1) = 20 - 0,5\varphi_1 \quad I_2 = g_2 \cdot \varphi_1 = 0,5\varphi_1 \quad I_3 = g_3(\varphi_1 - \varphi_2) = \varphi_1 - \varphi_2 \quad I_4 = g_4 \cdot \varphi_2 = \varphi_2$$

$$I_5 = g_5(E_2 - \varphi_2) = 10 - \varphi_2$$

Кирхгофнинг биринчи қонунига асосан тенлама тузамиз:

$$I_1 - I_2 - I_3 = (20 - 0,5\varphi_1) - (0,5\varphi_1) - (\varphi_1 - \varphi_2) = 0 \quad I_3 - I_4 + I_5 = (\varphi_1 - \varphi_2) - (\varphi_2) + (10 - \varphi_2) = 0$$

$$\text{ёки} \quad \begin{cases} 20 - 2\varphi_1 + \varphi_2 = 0 \\ 10 + \varphi_1 - 3\varphi_2 = 0 \end{cases}$$

Бу тенгламалар тизимини ечиб, биринчи ва иккинчи тугунларни потенциалла-

рини топамиз: $\varphi_1=14\text{ В}$ ва $\varphi_2=8\text{ В}$

Топилган потенциалларнинг қийматига асосланиб тармоқдаги тоқларни аниқлаймиз:

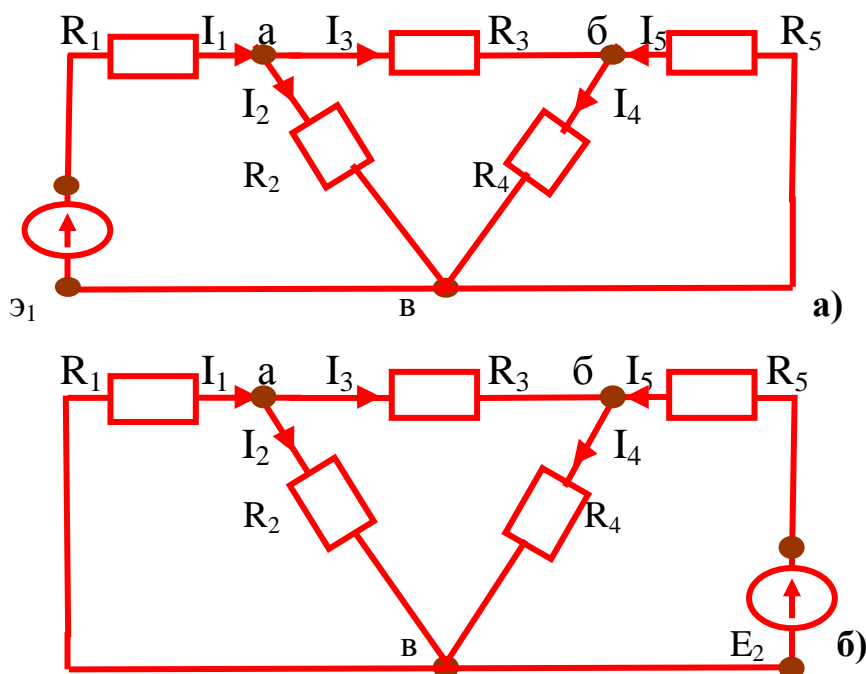
$$I_1=20-0,5\varphi_1=13\text{ А}, \quad I_2=0,5\varphi_1=7\text{ А}, \quad I_3=\varphi_1-\varphi_2=6\text{ А}, \quad I_4=\varphi_2=8\text{ А}, \quad I_5=10-\varphi_2=2\text{ А}$$

Масалани ечимини тўғрилигини Кирхгофнинг 1-қонунига асосан текшираимиз:

$$I_1-I_2-I_3=13-7-6=0, \quad I_3-I_4+I_5=6-8+2=0$$

Устма-уст усули.

Бу усул билан мураккаб занжирларни ҳисобланганда, занжирда нечта Э.Ю.К манбаи бўлса, шунча занжир тузиб олинади, бунда қаршилиқлар ўз ўрнида қолади, бунда тоқларни йўналишини ўзгартириш мумкин.



10-расм. Устма – устлаш усулини ҳисоблаш принципиал схемаси.

Масалан: 10-расмдаги занжирда иккита ЭЮК манбаи бор, демак занжирни иккита алоҳида – алоҳида ЭЮК лардан таъминланган занжир деб қараш мумкин.

Бу иккала занжирларни алоҳида – алоҳида деб ҳисоблаш мумкин, яъни эквивалент қаршилиқларни ҳисоблаб топиб, Ом қонунига асосан ҳар бир тармоқдаги тоқларни топиш мумкин. Берилган занжирдаги тоқлар, бу иккала занжирдаги тоқларни алгебраик йиғиндиси деб қараш мумкин, лекин бунда тоқларни йўналишини ҳисобга олиш керак бўлади. Агар I_I ва I_{II} тоқларнинг йўналишлари бир хил бўлса улар қўшилади, аксинча қарама-қарши бўлса улар айрилади.

Масала: 10-расмда берилган занжир учун ҳар бир тармоқдаги тоқларни устма-

уст усули билан ҳисобланг. Бунда: $P_1=P_2=2$ Ом, $P_3=P_4=P_5=1$ Ом, $E_1=40$ В, $E_2=10$ В га тенг.

Ечилиши:

Берилган занжирни иккита алохида-алохида занжирга бўлиб оламиз (13-расм а,б). Бунда берилган занжир учун тармоқ тоқларини, биринчи ва иккинчи занжир тармоқ тоқлари орқали ифодалаб оламиз:

$$I_1=I_1^I - I_1^{II}; \quad I_2=I_2^I + I_2^{II}; \quad I_3=I_3^I - I_3^{II}; \quad I_4=I_4^I + I_4^{II}; \quad I_5=I_5^I + I_5^{II}$$

Биринчи занжирни эквивалент қаршилигини аниқлаймиз:

$$R_{45} = \frac{R_4 \cdot R_5}{R_4 + R_5} = \frac{1 \cdot 1}{1 + 1} = 0,5 \quad R_{34} = R_3 + R_{45} = 1 + 0,5 = 1,5$$

$$R_{23} = \frac{R_2 \cdot R_{34}}{R_2 + R_{34}} = \frac{2 \cdot 1,5}{2 + 1,5} = 0,86 \quad R_{\text{эқв}}^I = R_1 + R_{23} = 2 + 0,86 = 2,86 \text{ Ом}$$

Ом қонунига асосан биринчи занжир учун тармоқдаги тоқларни аниқлаймиз:

$$I_1^I = \frac{E_1}{R_{\text{эқв}}^I} = \frac{40}{2,86} = 14 \text{ А} \quad U_1^I = R_1 \cdot I_1 = 28 \text{ В} \quad U_2^I = E_1 - U_1 = 12 \text{ В}$$

$$I_2^I = \frac{U_2^I}{R_2} = 6 \text{ А} \quad I_3^I = I_1 - I_2 = 8 \text{ А} \quad U_3^I = R_3 \cdot I_3 = 8 \text{ В} \quad U_4^I = U_2 - U_3 = 4 \text{ В}$$

$$I_4^I = \frac{U_4^I}{R_4} = 4 \text{ А} \quad I_5^I = I_3 - I_4 = 4 \text{ А}$$

Иккинчи занжирни эквивалент қаршилигини аниқлаймиз:

$$R_{12} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{2 \cdot 2}{2 + 2} = 1 \quad R_{23} = R_3 + R_{12} = 1 + 1 = 2$$

$$R_{34} = \frac{R_4 \cdot R_{23}}{R_4 + R_{23}} = \frac{1 \cdot 2}{1 + 2} = 0,67 \quad R_{\text{эқв}}^{II} = R_5 + R_{34} = 1 + 0,67 = 1,67 \text{ Ом}$$

Ом қонунига асосан иккинчи занжир учун тармоқдаги тоқларни аниқлаймиз:

$$I_5^{II} = \frac{E_2}{R_{\text{эқв}}^{II}} = \frac{10}{1,67} = 6 \text{ А} \quad U_5^{II} = R_5 \cdot I_5 = 6 \text{ В} \quad U_4^{II} = E_2 - U_5 = 4 \text{ В}$$

$$I_4^{II} = \frac{U_4^{II}}{R_4} = 4 \text{ А} \quad I_3^{II} = I_5 - I_4 = 2 \text{ А} \quad U_3^{II} = R_3 \cdot I_3 = 2 \text{ В} \quad U_2^{II} = U_4 - U_3 = 2 \text{ В}$$

$$I_2^{II} = \frac{U_2^{II}}{R_2} = 1 \text{ А} \quad I_1^{II} = I_3 - I_2 = 1 \text{ А}$$

Биринчи ва иккинчи занжирларни устма-уст қўйиб, берилган занжирдаги тармоқ тоқларини аниқлаймиз:

$$I_1 = I_1^I - I_1^{II} = 14 - 1 = 13 \text{ А} \quad I_2 = I_2^I + I_2^{II} = 6 + 1 = 7 \text{ А} \quad I_3 = I_3^I - I_3^{II} = 8 - 2 = 6 \text{ А}$$

$$I_4 = I_4^I + I_4^{II} = 4 + 4 = 8 \text{ А} \quad I_5 = I_5^I + I_5^{II} = 4 + 6 = 10 \text{ А}$$

Масалани ечимини тўғрилигини Кирхгофнинг биринчи қонунига асосан текшириб аниқлаш мумкин, яъни: $I_1 = I_2 + I_3 = 7 + 6 = 13 \text{ А}$, $I_4 = I_3 + I_5 = 6 + 10 = 16 \text{ А}$

4. Занжирдаги электр тоқнинг иши ва қуввати.

Электр тоқнинг иши, электр майдонида зарядланган зарраларни потенциали кичикроқ нуқтада потенциали каттароқ нуқтага кўчишида бажарилган иш ёки шу ишни бажариш учун сарфланган энергия тушунилади. $A = I^2 \cdot R \cdot t = U \cdot I \cdot t$ бу ерда:

A -бажарилган иш, I -тоқ кучи, R -қаршилиқ, t -вақт бирлиги, U -кучланиш миқдори.

Вақт бирлиги давомида бажарилган ишга эса электр тоқнинг қуввати деб

аталади.

$$P=A/t=U \cdot I$$

Хозирги замон электротехникасида ток манбаалари сифатида электр генераторларидан, ярим ўтказгичли тўғрилагичлардан ҳамда аккумуляторлар батареяларидан фойдаланади. Уларнинг истеъмолчилари турли электромоторлар, иситиш асбоблари, турли лампалар, бошкариш схемалари ва электролит ванналар киради. Манба ҳамда истемолчиларни ишлаш жараёнини электр занжири схемаларида акс эттирилади.

Назорат учун саволлар.

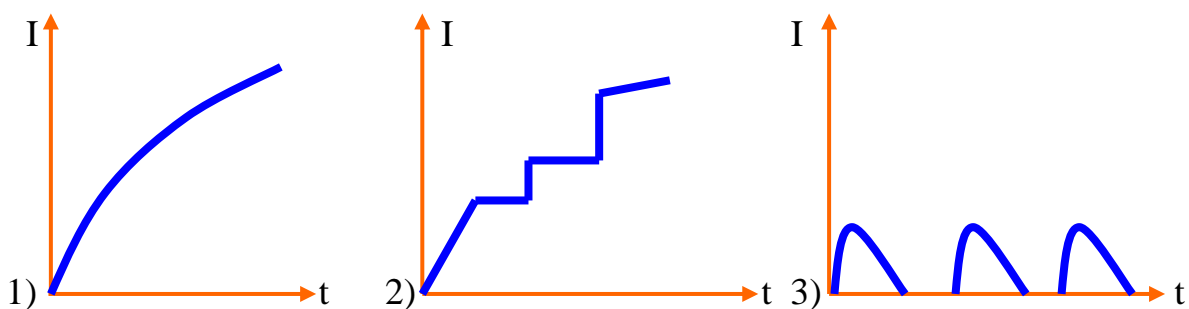
1. Манба ва истеъмолчи деганда нимани тушунасиз? 5. Мураккаб занжирни ҳисоблаш қандай?
2. Электр занжири элементлари таркиби қандай? 6. Электр занжири нималардан тузилади?
3. Доимий ток занжирлари кенг ишламаслигини сабаби? 7. Ўзгармас тоқлар ҳосил қилиш қандай?
4. Тармоқ, тугун, контур тушунчаларини изоҳланг? 8. Электр энергия истеъмолчиларини турлари?

3-мавзу. БИР ФАЗАЛИ ЎЗГАРУВЧАН ТОҚ ЗАНЖИРИ

- Режа:*
1. Ўзгарувчан тоқ занжирлари ва электротехник қурилмалар.
 2. Синусоидал тоқ ҳақида тушунча, ЭЮК ва тоқ манбаалари.
 3. Ўзгарувчан тоқ занжирида актив, индуктив ва сиғим қаршилиқлар.
 4. Электр занжирларини иш режимлари.
 5. Синусоидал тоқ занжирида актив, реактив ва тўла қувват.

1. Ўзгарувчан тоқ занжирлари ва электротехник қурилмалар.

Йўналиши ва қиймати даврий равишда ўзгариб турадиган ҳар қандай тоқ ўзгарувчан тоқ дейилади. Ўзгарувчан тоқ вақт бўйича маълум қонун асосида ўзгариб туради, яъни тоқнинг қиймати вақтнинг функциясидир. Саноатда ва турмушда фойдаланиладиган ўзгарувчан тоқ, синусоидал қонун бўйича ўзгарадиган тоқдир. Синусоидал қонун бўйича ўзгарадиган ЭЮК, тоқ ва кучланишлар синусоидал ўзгарувчан катталиклар дейилади. Ўзгарувчан тоқларни қуйидагича турларга ажратиш мумкин:



11-расм. Ўзгарувчан тоқнинг турлари.

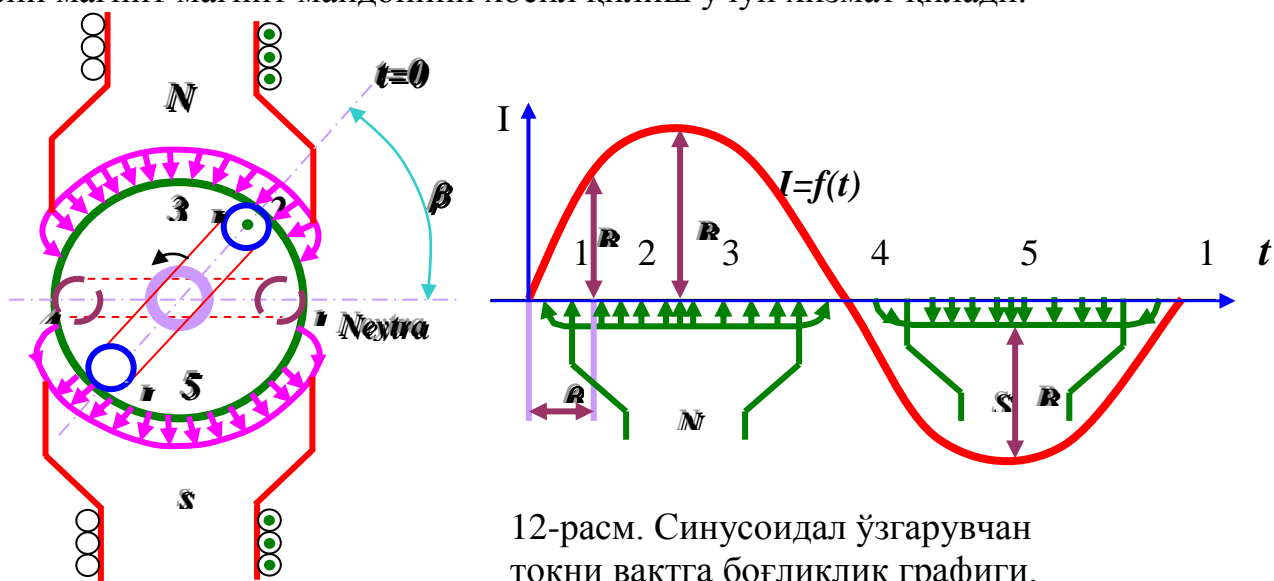
1. вақт бирлиги ичида фақат миқдорини ўзгартирадиган ўзгарувчан тоқлар,
2. вақт бирлиги ичида ҳам миқдори ҳам йўналиши ўзгартирувчи ўзгарувчан тоқлар,
3. вақт бирлиги ичида пульсацияланиб ўзгарадиган ўзгарувчан тоқлар.

Бу тоқни юқори кучланиш билан узоқ масофаларга узатиш ҳамда ўзгарувчан тоққа

ишловчи машина ва аппаратларни (трансформаторлар, асинхрон ва синхрон моторлар) ни ишга туширишда қўллаш мумкин.

2. Синусоидал ток хақида тушунча, ЭЮК ва ток манбаалари.

Синусоидал ўзгарувчан ток асосан электростанцияларда буғ ва гидравлик турбинали генераторлар ёрдамида ҳосил қилинади. Мазкур генераторларнинг ишлаши ва электромагнит индукцияси, электромагнит куч қонунларига асосланган. Статор чулғамига махсус пазлар ўйилган бўлиб, у пазларга мис чулғамлар жойлаштирилади. Ротор ўзгармас магнит ёки электромагнитнинг бир тури бўлиб, генераторнинг асосий магнит магнит майдонини ҳосил қилиш учун хизмат қилади.



12-расм. Синусоидал ўзгарувчан токни вақтга боғлиқлик графиги.

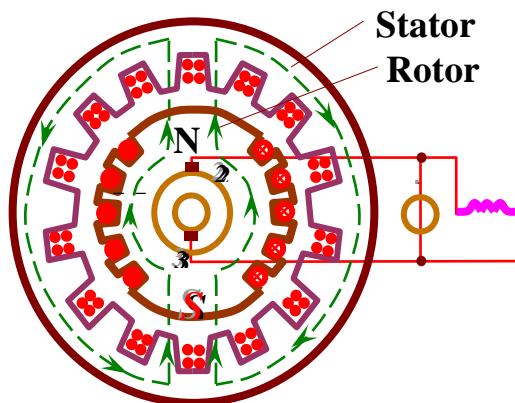
Кучли генераторларнинг ротори электромагнит режимида ишлайди, бунда у ҳосил қилган магнит майдонини оқимини бошқариш мумкин.

Синусоидал ўзгарувчан катталикларни характерловчи қуйидагича параметрлари мавжуд. **Даври, частотаси, амплитудаси ва фаза силжиши.**

Давр деб йўналиши ва катталиги жихатидан бир марта тўла ўзгаришига айтилади.

Частота деб бир секунд ичида тўла ўзгаришлар сонига айтилади.

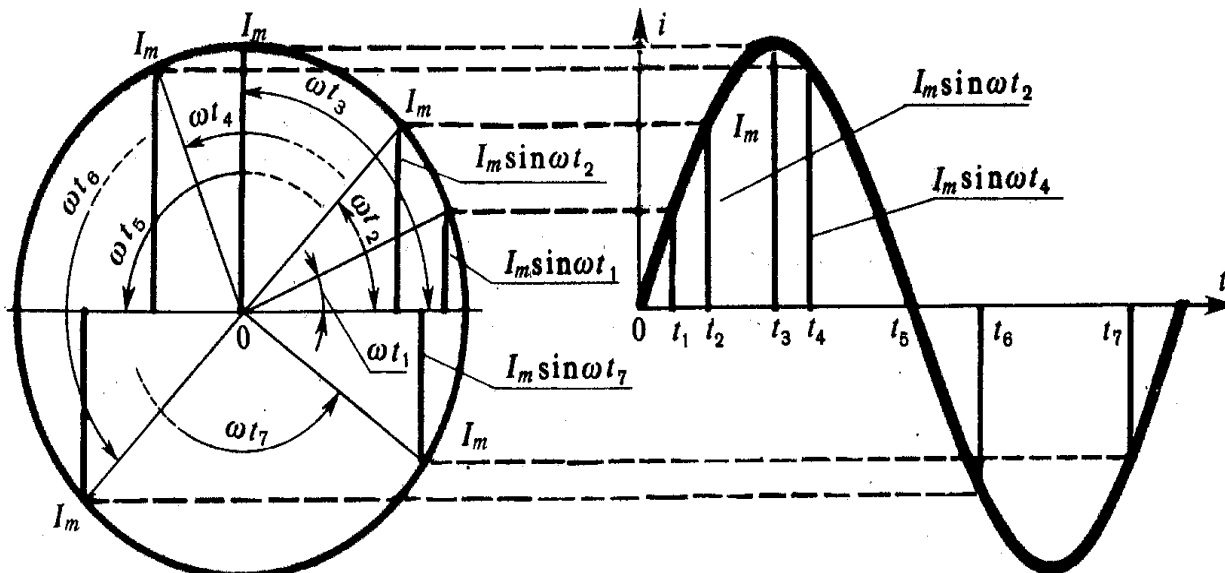
Амплитуда деб мусбат ва манфий ярим шарларда параметрнинг эришган энг катта қийматларига айтилади.



13-расм: Ўзгарувчан ток генераторининг кесим кўриниши.

Фаза силжиши деб частотаси бир хил бўлган иккита ўзгарувчан ток орасидаги даврларининг бошланиш моментларини бир-бирига тўғри келмаслигига айтилади.

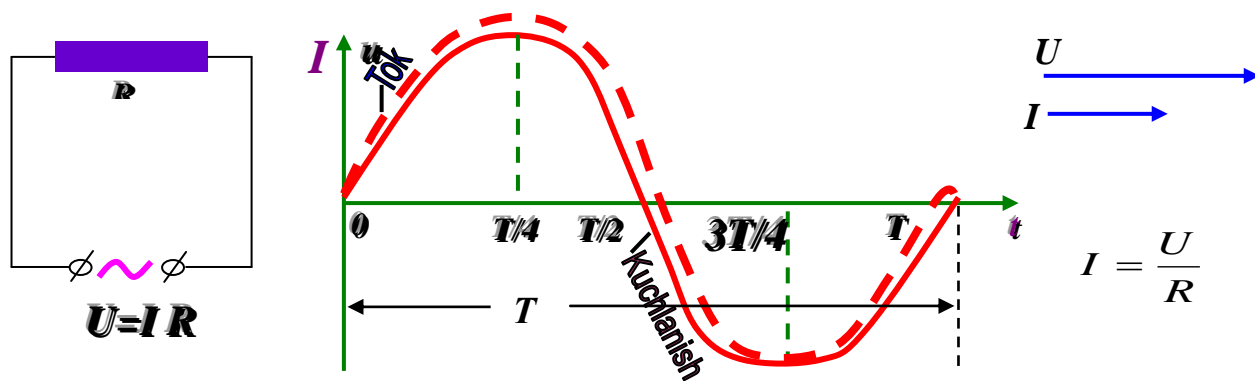
$I = I_m \sin \omega t$ $U = U_m \sin \omega t$ бу ерда: I_m – синусиоидал токни максимал қиймати. U_m – синусиоидал кучланишни максимал қиймати. $\omega = \frac{2\pi}{T}$ - бурчак частотаси



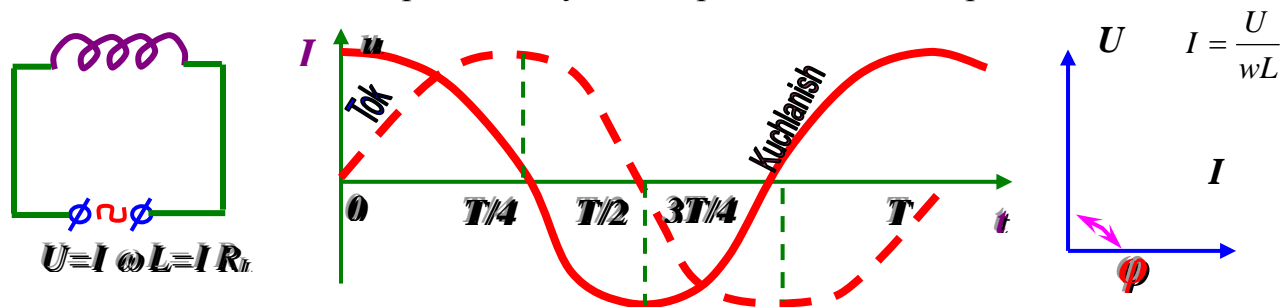
14-расм. Синусиоидал катталикларни ўзгариши.

3. Ўзгарувчан ток занжиринида актив, индуктив ва сизим қаршиликлар.

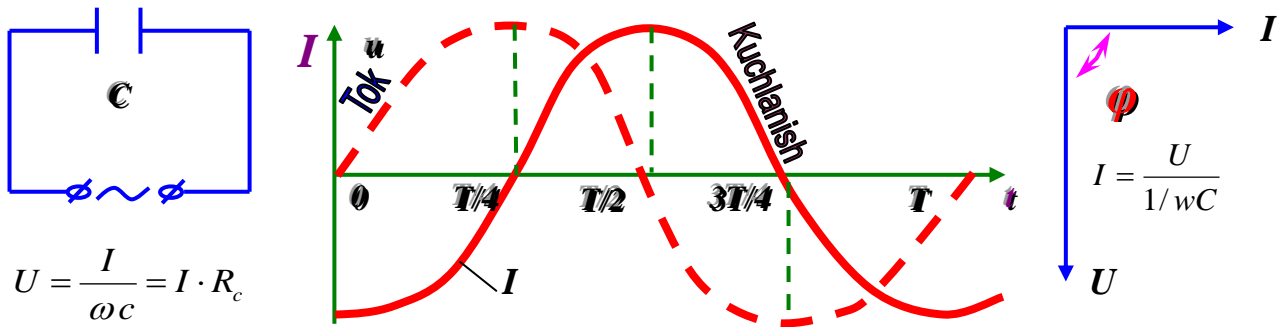
15 – расм. Актив қаршиликли занжир.



16 – расм. Индуктив қаршиликли занжир.



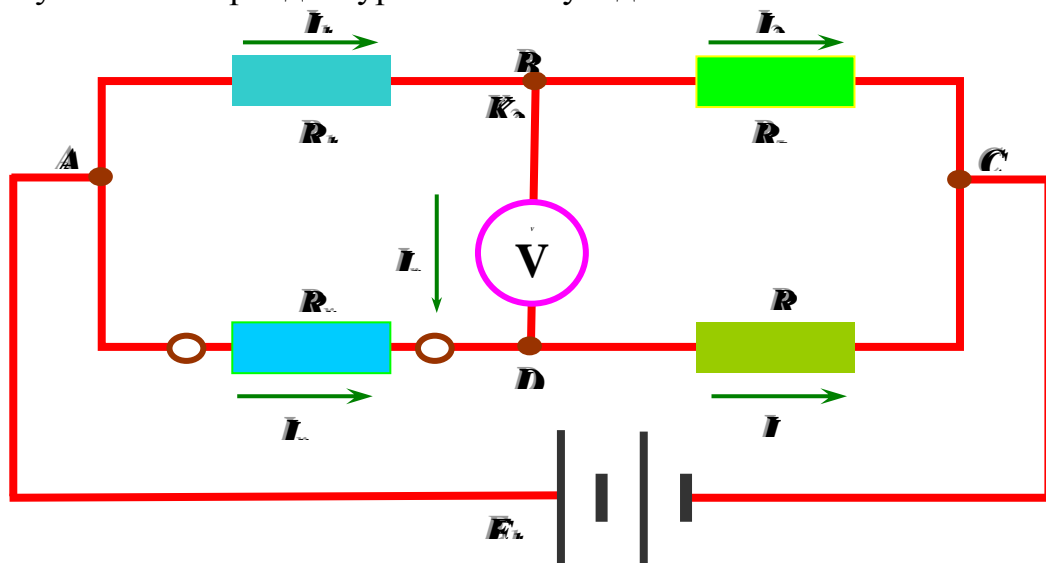
17-расм. Сифим қаршиликли занжир.



Актив қаршилик индуктив ва сифим қаршиликлар ўзгарувчан ток электр занжир ларининг параметрлари ҳисобланади. Масалан чўғланиш электр лампалари, қарши-лик электр печлари, резисторлар актив қаршиликлар, салт ишлаётган трансформатор индуктивлик, юкламасиз кабель эса сифим билан кўрсатилади.

4.Электр занжирларини иш режимлари.

Номинал (нормал) режим барча электр қурилмаларининг ишлаб чиқарувчи заводлар томонидан кўрсатилган номинал ток - $I_{ном}$, номинал кучланиш - $U_{ном}$ ва номинал қувват - $P_{ном}$ билан ишлашидир. Электр қурилмасининг номинал параметр-лари, одатда унинг паспортда кўрсатилган бўлади.



18-расм. Мураккаб электр занжири.

Салт ишлаш режими - деганда ташки занжир манбаадан ажратилган ва уни қаршилиги амалда чексизга тенг бўлиб ($P=\infty$) занжирдан ток ўтмагандаги ($I=0$) ҳолат тушунилади.

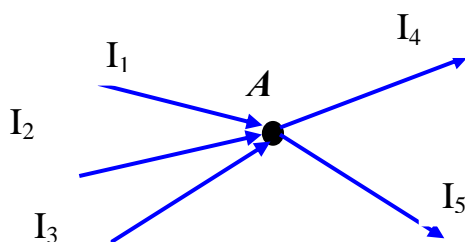
Қисқа туташув режими деб, қисмаларидаги кучланиши бўлган занжир ёки занжир элементларининг қаршиликсиз, ўзаро уланиб қолишига айтилади. Электр қурилма-лари учун қисқа туташув режими салбий ҳолат ҳисобланади. Электр қурилмалари-

ни қисқа туташув тоқларидан химоялаш учун занжирнинг шикастланган жойини тармоқдан автоматик равишда узиб қуядиган химоя қурилмалари қўлланилади.

Бир неча энергия манбаи ва берк контурлардан иборат электр занжири **мураккаб электр занжири** дейилади, **тармоқ**, **тугун** ва **контурлар** билан тавсифланади.

Тармоқ элементлари кетма-кет уланган ҳамда, бир хил қийматдаги ток қийматига эга бўлган занжирни бир қисми. **Тугун** уч ёки undan ортиқ тармоқларни бирлашган қисми. **Контур** тармоқларни йиғиндисидан иборат бўлган берк занжир. Мураккаб занжирлари хисоблаш ишларини контур тоқлар, тугун кучланиш, эквивалент генератор, устма-устлаш усулларида Ом ва Кирхгоф қонунларини тадбиқ қилиш асосида амалга оширилади.

Кирхговни биринчи қонуни. Тугунларга кираётган ва чиқаётган тоқларнинг алгебраик йиғиндиси нол га тенг. $\sum_1^n I_n = 0$. А тугун нуқтаси учун $I_1 + I_2 + I_3 = I_4 + I_5$



Кирхговнинг иккинчи қонуни. Электр занжирининг ҳар қандай ёпик контурида электр юритувчи кучларнинг алгебраик йиғиндиси айрим қаршилиқлардаги кучланишлар тушувининг алгебраик йиғиндисига тенг. $\sum_1^n E_n = \sum_1^n I_n R_n$

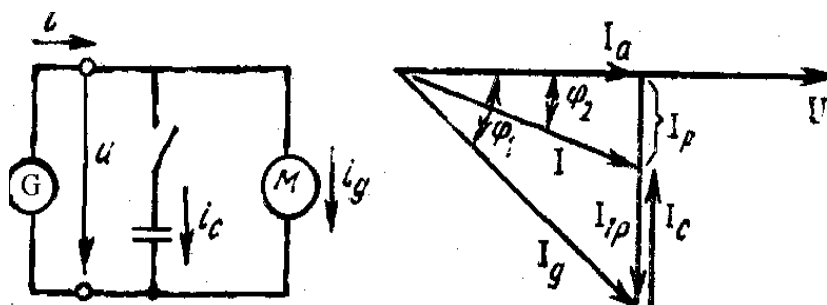
5. Синусоидал ток занжирида актив, реактив ва тўла қувват.

Саноатдаги асосий истеъмолчилар актив – индуктив характерга эга бўлганлиги учун, индуктив – реактив қувватни камайтириб, тармоқнинг қувват коэффициентини ошириш мақсадида истеъмолчиларга конденсаторлар батареяси қўшиб уланади. Конденсаторлар батареяси тармоқнинг индуктив қувватини компенсациялайди. Натижада тармоқнинг қурилмаларини қувват коэффициенти ортиб, узатиш симларидаги ток ва қувват исрофи ҳамда мабаанинг тўла қувватининг исрофи камайтирилишига имкон беради. Занжирни актив қуввати. $P = U \cdot I_p = U \cdot I \cos \varphi$

Реактив қуввати $Q = U \cdot (I_r - I_c) = U \cdot I \sin \varphi$ Тўла қуввати $S = U \cdot I = P / \cos \varphi = Q / \sin \varphi$.

Электр занжирларида реактив қувватни компенсациялаш усуллари.

Реактив қувватни компенсациялашда асосан конденсаторлар ёрдамида амалга оширилади. (Масалан, асинхрон мотор ёки двигателлар гурухи) нинг конденсаторлар батареялари билан параллел уланиш схемаси учун вектор диаграммадан кўриш мумкин. Конденсаторлар улгагунга қадар ток келтириш симларидаги ток кучланишдан фаза буйича φ_1 бурчакка кечикади. Конденсаторлар улангандан кейин мотор токини реактив ташкил этувчиси I_{Ip} сиғим токи I_c билан қисман компенсацияланади, шу туфайли ток келтириш симларидаги токнинг қиймати I гача, фазаларнинг силжиш бурчаги эса φ_2 гача камаяди.



19-расм. Моторни конденсаторлар батареяси билан параллел уланиш схемаси.

Ўзгарувчан тоқлар фойдаланиладиган энергия таркибини асосини ташкил этади. Унинг натижасида эса ишлаб чиқаришнинг барча тармоқлари юқори даражада механизациялаштириш ва автоматлаштириш амалга оширилади.

Назорат учун саволлар.

1. Ўзгарувчан ток нима?
2. Синусоидал ўзгарувчан ток қандай?
3. Ўзгарувчан ток занжири қандай ҳисобланади?
4. Ўзгарувчан ток параметрлари нималар?
5. Актив ва реактив қувватларни изоҳланг?
6. Ўзгарувчан ток истеъмолчилари қандай?
7. Актив, индуктив ва сиғим қаршиликли занжирни изоҳланг?
8. Даври, амплитудаси, частотаси деганда нимани тушунаси?
9. Реактив қаршилиқлар туркумига нималар қиради ва уни тавсифланг?

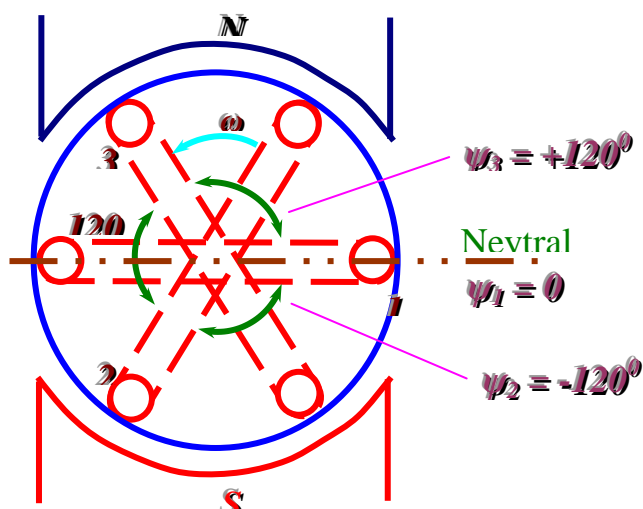
4-мавзу. УЧ ФАЗАЛИ ТОҚ ЗАНЖИРЛАРИ

- Режа:*
1. Уч фазали ўзгарувчан ток, унинг авфзалликлари ва манбаалари.
 2. Уч фазали занжирларда истеъмолчиларни юлдуз ва учбурчак улаш.
 3. Уч фазали занжирларда симметрик ва носимметрик иш режимлар.
 4. Уч фазали занжирларда қувват ва уни ўлчаниши.
 5. Уч фазали занжирларда симметрик ва носимметрик иш режимлар. Нейтрал сими.

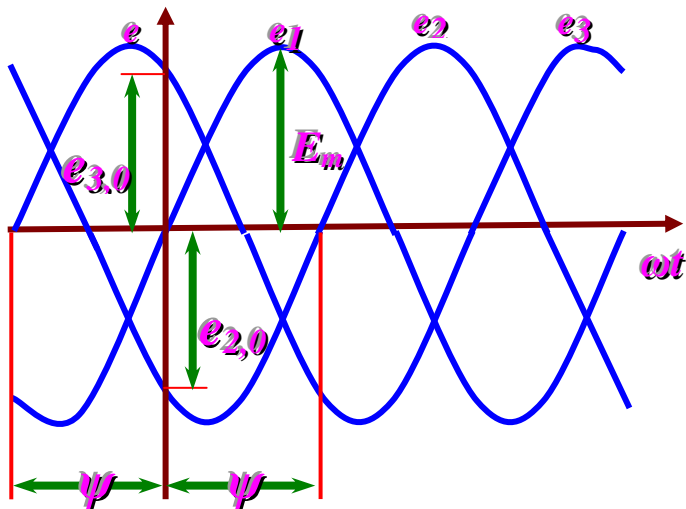
1. Уч фазали ўзгарувчан ток, унинг авфзалликлари ва манбаалари.

Вақт бирлиги ичида синусоидал қоида бўйича ўзгарадиган, бир хил частотали ўзаро 120° га силжиган 3 та ЭЮК ли электр занжири тизимидаги ток, **уч фазали ток** дейилади. 1891 йилда машхур рус электротехниги М.О. Доливо-Добровольский томонидан ихтиро қилинган уч фазали ток генератори, мотори ва узатиш тизими, яъни уч

фазали тизим комплекси жакон микёсида электротехниканинг фан техникани етакчи сохасига айланишига асос бўлди. Уч фазали ЭЮК 3 фазали генераторларда хосил қилинади. Ушбу генератор қўзғалмас статор ва айланувчан ротордан иборат. Статор чулғамлари ўзаро тенг қилиб ўралган бўлади.



20-расм. Уч фазали генераторни тузилиши.

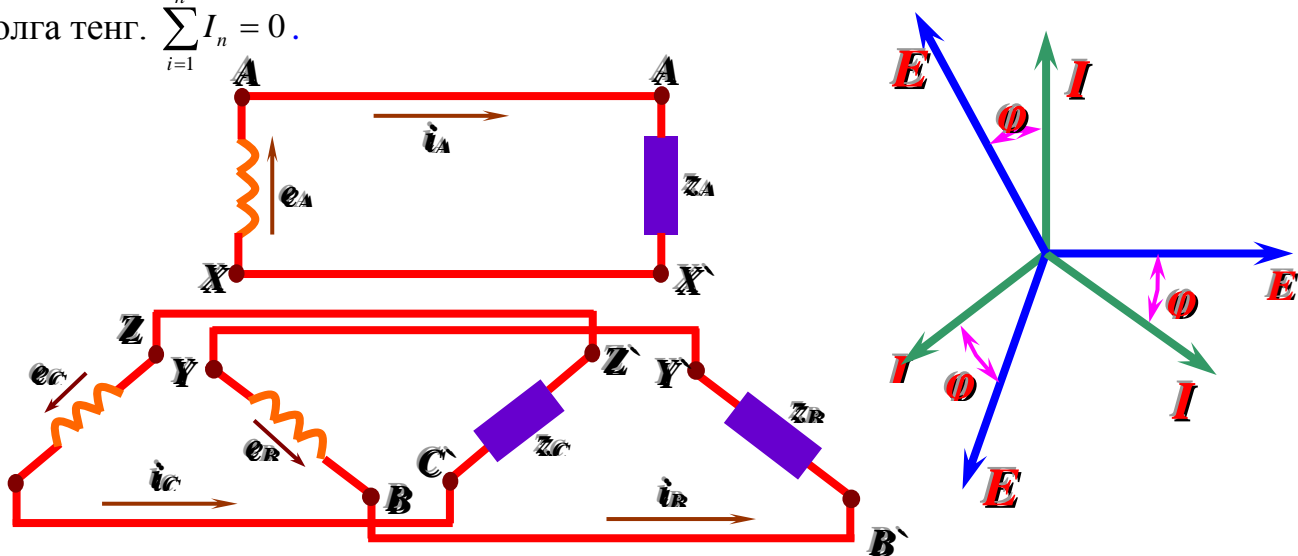


21-расм. Уч фазали ЭЮКнинг оний қийматини

2. Уч фазали занжирларга истеъмолчиларни улаш усуллари.

Уч фазали ток занжирида икки хил уланиш усуллари мавжуд. Юлдузчасимон уланиш бу уч фазали электр энергия истеъмолчиларини шартли равишда қабул қилинган кириш қисми. А В С чулғамлар манбага уланиб, уларнинг тугалланиши х; у; з; лар ўзаро бирлаштирилади. Бундай улаш Y белгиси билан белгиланади. Генератор ва истеъмолчиларни 0 нуқталарини бирлаштирувчи сим нолинчи (*нейтрал*) сими дейилади. Нолинчи симдан ўтадиган ток I_0 тарзда белгиланади. Кирхгофнинг биринчи қонунига мувофиқ нейтрал симдан ўтадиган токларни геометрик йиғиндиси

нолга тенг. $\sum_{i=1}^n I_n = 0$.

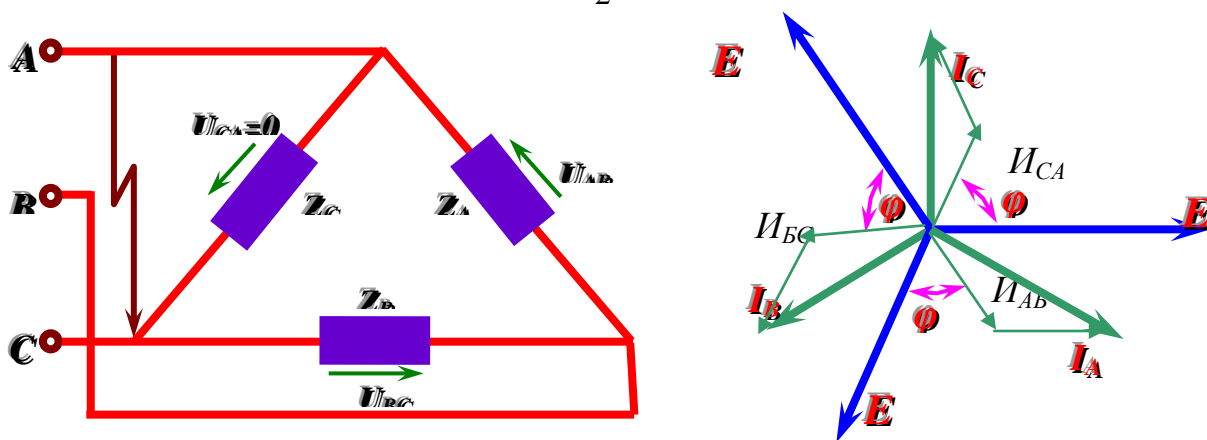


22-расм. Уч фазали тизимда юлдузча уланиш схемаси ва вектор диаграммалари.

Электр энергияси истеъмолчилари юлдуз системада уланган бўлса линия

кучланишлари (U_L) фаза кучланишларидан $\sqrt{3}$ марта катта бўлади. $I_0 = I_A + I_B + I_C$;

$$U_L = U_{AB} + U_{BC} + U_{CA}; \quad U_L = \frac{U_\phi \cos 30^\circ}{2}; \quad U_L = \sqrt{3}U_\phi; \quad I_\phi = I_L:$$



23-расм. Уч фазали системаларда учбурчаксимон уланиш схемаси ва вектор диаграммалари.

Учбурчаксимон уланиш эса А фазани тугалланиши x билан В фазани бошланиши, В фазани тугалланиши y билан С фазани бошланиши, С фазани тугалланиши z билан А фазани бошланишини бириктиришдан ҳосил бўлади.

$$I_A = I_{AB} - I_{CA}; \quad I_B = I_{BC} - I_{AB}; \quad I_C = I_{CA} - I_{BC}; \quad I_\phi = \cos 30^\circ = \frac{I_L}{2}; \quad \Delta I_L = \sqrt{3}I_\phi; \quad U_L = U_\phi;$$

3. Уч фазали занжирларда симметрик ва носимметрик иш режимлар.

Уч фазали тизимларда истеъмолчилар юклараси ҳар бир фазаларда бир хил бўлса бу симметрик режим деб аталади, фазалардаги юкланиш қийматларини бири бошқасидан фарқ қилса носимметрик иш режими дейилади.

Уч фазали (синусоидал) ток занжирида электр энергиясининг истеъмолчилари уч фазали манбаага “юлдуз” ёки “учбурчак” схема бўйича бириктирилади. 3 фазали ток манбайига истеъмолчиларни қандай уланиши уларнинг ҳар қайси фазаларининг қаршиликларини қандай миқдордаги номинал кучланишга мўлжалланганлигига боғлиқ. Истеъмолчилари “юлдуз” схемада уланганда Z_a, Z_b, Z_c фаза қаршиликлари бош учлари A, B, C манбаадан келаётган линия симларига, охириги учлари эса нейтрал нуқта O_n га уланади. Уч фазали система ЭЮКларини оний қийматлари миқдор жихатида бир-бирига тенг бўлиб, фаза жихатидан бир-биридан 120° га фарқ қилади. Агар линия симлари ва нейтрал симнинг қаршилиги нолга тенг бўлса, система ЭЮК миқдорлари кучланишга тенг бўлади.

4. Уч фазали занжирларда қувват ва уни ўлчаниши.

Уч фазали тизимларда қувват барча фазалардаги қувватларнинг йиғиндисига тенг бўлади. $P = P_A + P_B + P_C$ кВт.

Симметрик юкломали занжирда актив қувват. $P = 3P_\phi = 3U_\phi I_\phi \cos \varphi$

Носимметрик юкломали занжирда актив қувват. $P = P_A + P_B + P_C$

Реактив қувват эса қуйидагича аниқланади $Q = 3U_\phi I_\phi \sin \varphi$

У ҳолатда тула қувват қуйидагича аниқланади. $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$

Уч фазали тизимларда қувват барча фазалардаги қувватларнинг йиғиндисига тенг бўлади. $P = P_A + P_B + P_C$ кВт.

Уч фазали тизимни актив қуввати (кВт) $P_A = I_A U_A \cos \varphi_A$
 $P_B = I_B U_B \cos \varphi_B$
 $P_C = I_C U_C \cos \varphi_C$
 $P_H = P_A + P_B + P_C$

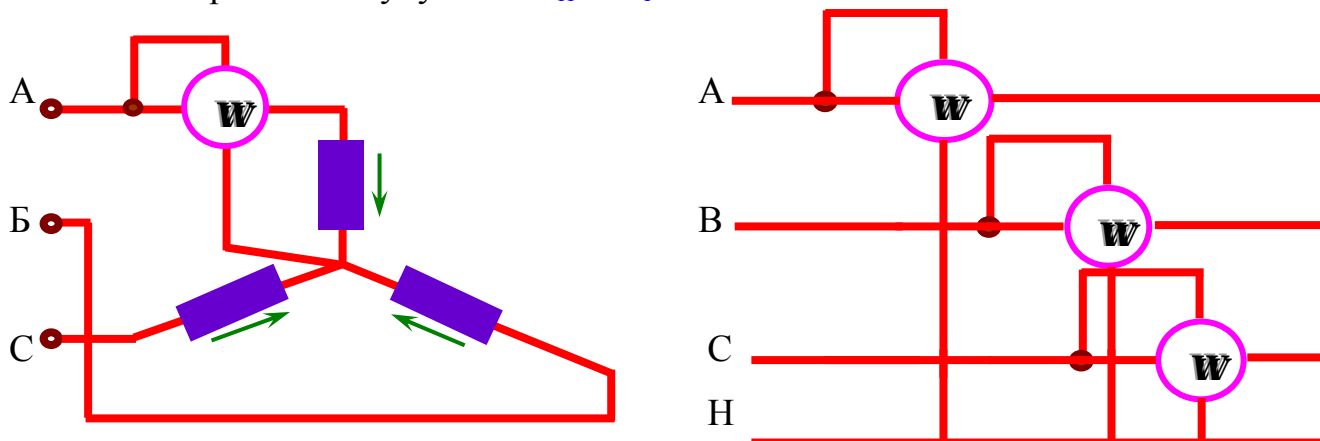
Симметрик тизим учун $P_H = 3P_\phi$

Уч фазали тизимни реактив қувватлари (ВАР, кВАР) $Q_A = I_A U_A \sin \varphi_A$
 $Q_B = I_B U_B \sin \varphi_B$
 $Q_C = I_C U_C \sin \varphi_C$
 $Q_H = Q_A + Q_B + Q_C$

Симметрик тизим учун $Q_H = 3Q_\phi$
 Уч фазали системада тула қувват (ВА, КВАР)

$S_A = I_A U_A$
 $S_B = I_B U_B$
 $S_C = I_C U_C$
 $S_H = S_A + S_B + S_C$

Симметрик тизим учун $S_H = 3S_\phi$



24-расм. Уч фазали системаларда қувватни ўлчаш. а) симметрик; б) носимметрик режим учун.

Уч фазали электр энергия тизими ўта самарадорлиги юқори бўлган энергия тизими таркибини ташкил этади. Ишлашга қулай ҳамда бир вақтни ўзида уч фазали ва бир

фазали электр энергия истеъмолчиларини ишлатиш имкониятини беради.

5. Уч фазали занжирларда симметрик ва носимметрик иш режимлар. Нейтрал сими.

Умуман олганда иш режимлари электр занжирлари учун қуйидагича бўлади.

1. Номинал (нормал) режим барча электр қурилмаларининг ишлаб чиқарувчи заводлар томонидан кўрсатилган номинал ток - $I_{ном}$ номинал кучланиш - $U_{ном}$ ва номинал қувват - $P_{ном}$ билан ишлашидир. Электр қурилмасининг номинал параметрлари, одатда унинг паспортида кўрсатилган бўлади. Электр занжирлари ҳам номинал юкланса шу режимда ишлаётган бўлади.

2. Салт ишлаш режими - деганда ташқи занжир манбаадан ажратилган ва уни қаршилиги амалда чексизга тенг бўлиб ($R = \infty$) занжирдан ток ўтмагандаги ($I = 0$) ҳолат тушунилади. Бу ҳолатда тизим ҳеч қандай иш бажармайди.

3. Қисқа туташув режими деб, қисмаларидаги кучланиши бўлган занжир ёки занжир элементларининг қаршиликларсиз ўзаро уланиб қолишига айтилади. Электр қурилмалари учун қисқа туташув режими салбий ҳолат ҳисобланади. Электр қурилмаларини қисқа туташув тоқларидан химоялаш учун занжирни шикастланган жойи ни тармоқдан автоматик равишда узиб қуядиган химоя қурилмалари қўлланилади.

Уч фазали тизимларда истеъмолчилар юкламаси ҳар бир фазаларда бир хил бўлса бу **симметрик режим** деб аталади, фазалардаги юкланиш қийматларини бири бошқасидан фарқ қилса **носимметрик иш режими** дейилади.

Уч фазали (синусоидал) ток занжирида электр энергиясининг истеъмолчилари уч фазали манбаага “юлдуз” ёки “учбурчак” схема бўйича бириктирилади. 3 фазали ток манбайига истеъмолчиларни қандай уланиши уларнинг ҳар қайси фазаларининг қаршиликларини қандай миқдордаги номинал кучланишга мўлжалланганлигига боғлиқ. Истеъмолчилари “юлдуз” схемада уланганда Z_a, Z_b, Z_c фаза қаршиликлари бош учлари A, B, C манбаадан келаётган линия симига, охириги учлари эса нейтрал нукта O' га уланади. Бу ердан **нейтрал сими** уланиб тизимга қўшилади. Чунки у қуйидагича аҳамиятга эга: а) 220 В кучланиш олиш учун зарур, б) фазалар орасидаги тоқлар миқдорини иложи борича нейтраллайди. Уч фазали система ЭЮКларини оний қийматлари миқдор жихатидан бир-бирига тенг бўлиб, фаза жихатидан бир-биридан 120° га фарқ қилади.

Назорат учун саволлар.

1. Уч фазали ўзгарувчан ток тизими нима?
2. Линия ва фаза кучланишлари қандай?
3. Юлдуз ва учбурчаксимон уланиш қандай?
4. Актив қувват нима, Реактив қувват нима?
5. Қандай юкланишда тўрт симли уч фазали тизим ишлатилади?
6. Тўла қувват нима?
7. Нейтрал сими қандай ахамиятга эга ҳисобланади?
8. Носимметрик ва симметрик режим нима?
9. Юлдуз ва учбурчаксимон уланишда линия тоқлари ва кучланишлари қандай?
10. Юлдуз ва учбурчаксимон уланишдаги принципаал схема қандай?

5-мавзу: ЭЛЕКТР ЗАНЖИРЛАРИДАГИ ЎТКИНЧИ ЖАРАЁНЛАР.

Режа: 1. Умумий тушунчалар.

2. Ўткинчи жараёнлар ва уларни содир бўлиши.

3. R, L элементлари кетма-кет уланган ўзгармас кучланиш занжиридаги ўткинчи жараёнлар.

4. R, C элементлари кетма-кет уланган ўзгармас кучланиш занжиридаги ўткинчи жараёнлар.

5. R, L элементлари синусоидал кучланишга улангандаги ўткинчи жараёнлар.

1. Умумий тушунчалар.

Электр занжирларининг битта турғунлашган режимидан бошқасига ўтишини характерловчи процесс деб аталади. Электрик занжирни асосий иш режими куйидаги факторлар туфайли ўзгаради: манбаага уланиши ва ундан ажралиши, занжирнинг параметрларини дискрет ўзгариши, ишлаётган занжирга қўшимча манбаанинг уланиши, занжирдаги элементларнинг қисқа туташуви, алоҳида тармоқларнинг уланиши, узилиши ва шунга ўхшаш ҳолатлар.

Электр занжирларида параметрларни, турли таъсирларни узлуксиз ўзгаришлари ва коммутацион ўзгаришлар содир бўлиб туради. Бундай ўзгаришлар натижасида занжирда ўткинчи жараёнлар содир бўлади.

Ўткинчи жараёнларда электр занжирини актив, индуктив ва сиғим элементлари даги электр ва энергетик ҳолатлари куйидаги тенгламалар орқали ифодаланади:

$$U_I = iP; \quad U_I = -e_I = L \frac{di}{dt}; \quad i = C \frac{dU_c}{dt}$$

бу элементларни қувватлари эса:

$$P_n = i^2 R; \quad P_L = U_{LI} = Li \frac{di}{dt}; \quad P_C = iU_C = CU_C \frac{dU_c}{dt}$$

Сиғим ва индуктив элементларни параметрлари чегараланган бўлганлиги ва реал электр энергия манбаалари маълум қувватга эга бўлганликлари туфайли индуктивликдаги ток ва сиғимдаги кучланиш коммутация вақтида ирғиб (сакраб) ўзгара олмайди.

Шунинг учун электр занжирларидаги ўткинчи жараёнларни таҳлил қилишда

қуйидагиларга эътибор бериш керак:

1. Индуктивликка эга бўлган ҳар қандай тармоқдаги ток ва магнит коммутация вақтида коммутациядан олдин қандай миқдорда бўлган бўлса шу миқдорини сақлаб қолади, сўнгра бу қийматдан бошлаб ўзгара бошлайди.

2. Сигимга эга бўлган ҳар қандай тармоқдаги кучланиш ва заряд коммутация вақтида коммутациядан олдин қандай миқдорда бўлган бўлса шу миқдорини сақлаб қолади, сўнгра бу қийматдан бошлаб ўзгара бошлайди.

Ўткинчи жараёнларда электр занжирини участка ва элементларида ток ва кучланишларни ҳисоблаш электр ҳолат тенгламалари бўйича амалга оширилади.

Бу тенгламалар ток ва кучланишларни оний қийматлари учун тузилади. R, L ва C параметрлари ўзгармас бўлган чизиқли электр занжирлари учун тенгламалар ўзгармас коэффициентлар орқали ифодаланади. Бу тенгламаларни ечилиши ўткинчи жараёнлардаги ток ёки кучланишларни ўзгариш қонуниятини белгилайди.

2. Ўткинчи жараёнлар ва уларни содир бўлиши.

Электр занжирларидаги ўткинчи жараёнларининг доимийлиги, яъни ишга тушиши, тўхташи ва механизмларнинг бир тезликдан иккинчи тезликка ўтиш вақтлари иш унумига таъсир қилади. Ўтиш жараёнларида двигатель чуғамларида жуда катта ток оқиб ўтиб, қувват исрофи кўпаяди. Бундан кўринадик, ўша жараённи тадқиқ этиш катта аҳамиятга эга, иккинчидан ўтиш жараёнининг давомийлиги орқали электр юритмани бошқариш схемасини элементлари ва структураси танланади.

Ўтиш жараёнини ўзаро боғланган механик, электрик ва иссиқлик жараёнларини ҳисобга олган ҳолда текшириш анча мураккаб вазифа. Шунинг учун бу масалани амалда содда ва чегараланган усул ҳал қилади. Электр юритманинг

тенгламасидан $Q = \frac{q \cdot F}{\eta_{сум}}$ формуладан n_1 дан n_2 гача ўзгариш

учун кетган вақт қуйидагича аниқланади. $t_{1,2} = \frac{GD^2}{375} \int_{n_1}^{n_2} \frac{dn}{M - M_k} = \frac{GD^2}{375} \int_{n_1}^{n_2} \frac{dn}{M_{дин}}$.

Бу тенгламани ечиш учун M , $M_{кар}$ ёки $M_{дин}$ ларнинг тезлик орқали ифодаланган механик характеристикаси маълум бўлиши керак.

Электр юритманинг бир турғун ҳолатидан иккинчисига ўтиши ҳамда уни ишга тушириш, тўхтатиш, ҳаракат йўналишини ўзгартириш электр юритмани ўтиш

режими дейилади. Бунда унинг тезлиги, моменти ва ундаги токнинг қиймати ўзгаради. Электр двигателнинг қувватини бошқариш схемасини ва аппаратларни тўғри танлаш двигателни ишга тушириш ва тўхтатиш вақтида электр энергиясини камайтириш каби масалалар ҳам катта аҳимиятга эга. Масалан, механизмнинг иш унумини ошириш учун оптимал тезликни танлаш етарли бўлмай, балки электр юритмани ўтиш режими вақтини камайтириш ҳам керакдир. Электр юритмани ўтиш режими электр двигателнинг ва иш механизмнинг ишлаш динамикаси билан боғлиқдир.

Моментлар мувозанат тенгламаси. Электр двигателлари ишлаганда ҳосил бўлувчи айлантурувчи моменти M электр юритманинг турли қисмларига таъсир этувчи қаршилик моменти билан мувозанатланади. Қаршилик моментларини пайдо бўлиши сабабларига кўра уч гуруҳга бўлиш мумкин.

а) Иш машинаси ижрочи қисмини фойдали иш бажаришда (кесиш, юк ўтариш, қисиш, чўзиш, эзиш ва бошқаларда) ҳосил бўлувчи моментлардир.

б) Иш машинаси ва узатиш қурилмаси ҳаракатланувчи қисмларининг ишқаланишдан ҳосил бўладиган моментлари.

в) Биринчи ва иккинчи гуруҳ моментларини статик қаршилик моменти M_k , учунчи гуруҳ моментини эса динамик қаршилик моменти дейилади ($M_{дин}$).

Электр юритма тизимитдаги моментларининг мувозанатлик тенгламаси қуйидагича формула билан ифодаланади. $M = M_k \pm M_{дин}$ (Нм)

Динамик момент қуйидаги формуладан топилади. $M_{дин} = M - M_k = 955 \frac{P_2}{n} = \frac{j}{9,55} \frac{dn}{dt}$

j – умумий инерция моменти. $j = m\rho^2 = \frac{GD^2}{4g}$ бу ерда ρ - инерция моменти,

D – инерция диаметри, G – жисмнинг оғирлиги, g – 9,81 м/с эркин тушиш тезлиги.

Ҳаракат тенгламаси. Юқоридаги келтирилган ифода электр юритманинг ҳаракат тенгламаси дейилади. У тенгламадан кўринадики,

а) агар $M > M_k$ бўлса юритма мусбат тезланиш олади ва ўз тезлигини $M = M_k$ бўлгунча оширади.

б) агар $M < M_k$ бўлса юритма манфий тезланиш олади ва $M = M_k$ бўлгунча камайтиради.

в) агар $M = M_k$ бўлса юритма ўзгармас тезлик билан турғун режимда ишлайди.

Демак, динамик момент фақат ўтиш режимида пайдо бўлади. Юритмани тезланишда бу момент ҳаракатга тесқари йўналган бўлиб, тезликни ошишига қаршилиқ қилади. Тормозланишда эса ҳаракат бўйича йўналиб ҳаракатни давом эттиришга ёрдам беради.

Қаршилиқ моментини ўз характериға қараб актив ва реактив моментларға ажратиш мумкин. Реактив момент қисиш, кесиш, ишқаланишлар таъсирида юзаға келиб, юритмани ҳаракатиға қаршилиқ қилади ва ҳаракат йўналиши ўзгарса у ўз ишорасини ўзгартиради.

Актив момент оғирлиқ кучи ҳамда қайишқоқ жисмнинг чўзилиши, қисиш ва бурағанда ҳосил бўладиган қаршилиқ моментилан иборат бўлиб, юритма ҳаракатиға қаршилиқ қилади ва ҳаракат йўналиши ўзгарғанда ёрдам бериши мумкин.

Ўткинчи жараёнларда юзаға келадиган резонанс ҳодисалари.

Кучланишлар резонанси. Электр занжири схемаларини йиғиш, ишлатиш ҳамда тадқиқ қилишда муҳим аҳамият касб этади. Электр энергияси истеъмолчиларини идеаллаштирилган ҳолда уч гуруҳға булиб ўрганилади. Ўзгарувчан ток занжири актив, индуктив ва сиғим элементларини кетма-кет, параллел, аралаш уланган турли ча схемалардан иборат бўлиши мумкин. Электр энергияси истеъмолчилари чўғланма лампа, иситкич, двигатель, трансформатор, дроссел ва конденсатор кўринишида бўлиши билан бир қаторда электрик параметрларни вектор катталиклари маълум даражада бири иккинчисидан фарқ қилиши билан характерланади. Агар кетма-кет уланган ўзгарувчан ток занжирида истеъмолчиларнинг катталиклари бир хил бўлса у занжирда кучланишлар резонанси содир бўлади.

Токлар резонанси. Маълумки, паралел уланган занжирни элементлари бир-хил қийматдаги кучланиш таъсирида бўлади. Барча қаршилиқни бошини бир нуқтаға ва охирини иккинчи нуқтаға улаш паралел улаш деб аталади. Паралел уланган тармоқларда кучланиш бир хил бўлади, яъни $U=U_1=U_2=\dots=U_n=U$;

Ҳар-бир тармоқдаги ток кучи шу тармоқлар кучланишларига тўғри, қаршилиқларига тесқари пропорционал. Тармоқлардаги токларнинг йиғиндисини тармоқланишгача бўлган токка тенг, яъни $I=I_1+I_2+I_3+\dots+I_n$; Паралел занжирни эквивалент ўтказувчанлиги алоҳида тармоқлар ўтказувчанлигининг йиғиндисига тенг, яъни $g=g_1+g_2+g_3+\dots+g_n$; Бундай занжирда реактив истеъмолчиларнинг характерловчи

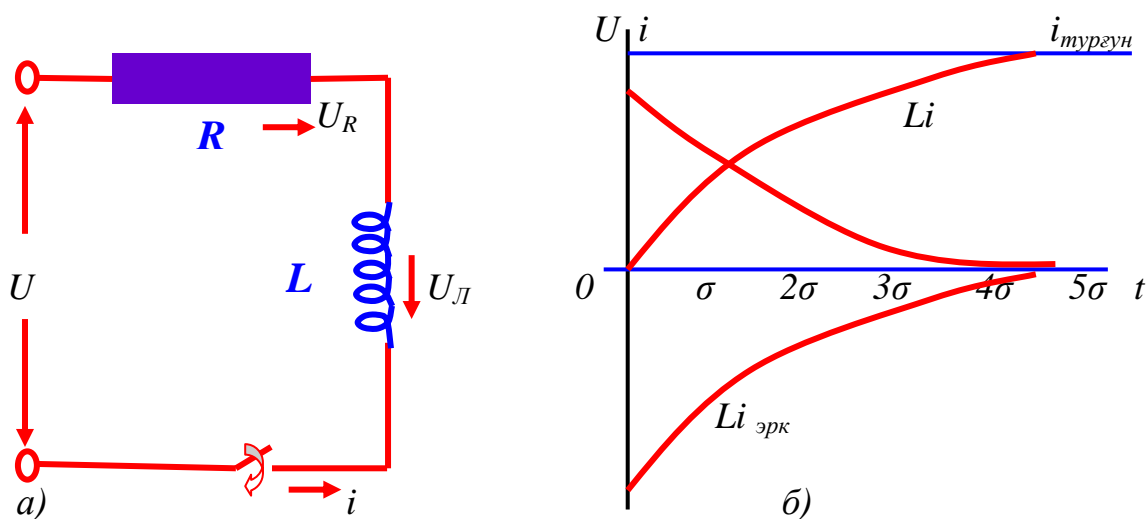
катталаиклари албатта бир бирига тенг бўлмаслиги керак. Агар шундай бўлса бу занжирда тоқлар резонанси содир бўлади.

Ўзгарувчан тоқлар фойдаланиладиган энергия таркибини асосини ташкил этади Унинг натижасида эса ишлаб чиқаришнинг барча тармоқлари юқори даражада механизациялаштирилади ва автоматлаштирилади

3. R, L элементлари кетма-кет уланган ўзгармас қучланиш занжиридаги ўткинчи жараёнлар.

Вақт ўтиши билан тоқнинг эркин ташкил этувчиси камая бориб, $t = \infty$ бўлганда нолга тенг бўлиши керак, чунки бу вақт ичида занжирда энергиянинг қайта тақсимланиши ва ўткинчи процесс тугалланади.

Бундай занжирни схемаси 25-расмда кўрсатилган.



25-расм.

Хохлаган вақт учун электр ҳолатини контур тенгламаси қуйидаги кўринишга эга:

$$U_L + U_R = U \quad \text{ёки} \quad L \frac{di}{dt} + Ri = u$$

бунда i - ўткинчи жараён тоқи, яъни ўткинчи тоқ.

Ўткинчи тоқни иккита тоқлар йиғиндиси деб қараш мумкин (17-расм, б): турғун тоқ $i_{турғ}$, у ўткинчи жараён тугугандан сўнг намоён бўлади ва эркин тоқ $i_{эрк}$, ўткинчи жараён давом этаётган вақтда содир бўлади, у индуктив ғалтакда тўпланган магнит майдон энергияси эвазига ҳосил бўлади:

$$i = i_{турғ} + i_{эрк}$$

Турғун режим учун электр ҳолат тенгламаси қуйидагича ёзилади:

$$Ri_{турғ} = U$$

Эркин режим учун электр ҳолат тенгламаси ўткинчи жараён тенгламасидан турғун режим тенгламасини айирмаси орқали топилади:

$$L \frac{di_{\text{эпк}}}{dt} + Ri_{\text{эпк}} = u$$

Математикадан маълумки, бу тенгламани ечими қуйидагича бўлади

$$i_{\text{эпк}} = Ae^{-t/\tau}$$

бунда A -ўзгармас, $\tau=L/R$ -вақт доимийси. Ўзгармас A бошланғич шартлардан топилади: ($t=0$) қачонки $i(0)=i_{\text{мурз}}(0)+i_{\text{эпк}}(0)$

Индуктивликли тармоқ учун коммутация вақтида ўткинчи ток коммутациягача бўлган токка тенг, яъни $i(0)=0$.

Турғун режим учун тенгламадан оламиз: $i_{\text{мурз}}(0)=\tau_{\text{мурз}}=U/R$

Эркин режим учун $i_{\text{эпк}}(0)=A$ ва, ундан келиб чиқиб $A=-U/R$.

Ўткинчи жараёндаги ток $I=I_{\text{мурз}}+I_{\text{эпк}}=\frac{U}{R}-\frac{U}{R}e^{-t/\tau}=\frac{U}{R}(1-e^{-t/\tau})$

Ўткинчи жараёнда индуктивликдаги **кучланиш** $u_L = L \frac{di}{dt} = u e^{-t/\tau}$

4. R, C элементлари кетма-кет уланган ўзгармас кучланиш занжирдаги ўткинчи жараёнлар.

R, C. элементлари ўзгармас кучланишга уланганда (18-расм) сиғимдаги кучланиш сакраб ўзгара олмайди, чунки $dU_c/dt = \infty$ бўлганда чексиз катта қувватли манбаа керак бўлади. Хохлаган вақт учун электр холатини контур тенгламаси қуйидаги кўринишга эга: R, C занжирини электр холат тенгламаси қуйидагича

ёзилади: $RI+U_c=U$, ёки $RC \frac{du_c}{dt} + U_c = U$

Барқарор режимда $U_{c\text{ утк}}=U$, ва ток $i_{\text{утк}}=0$

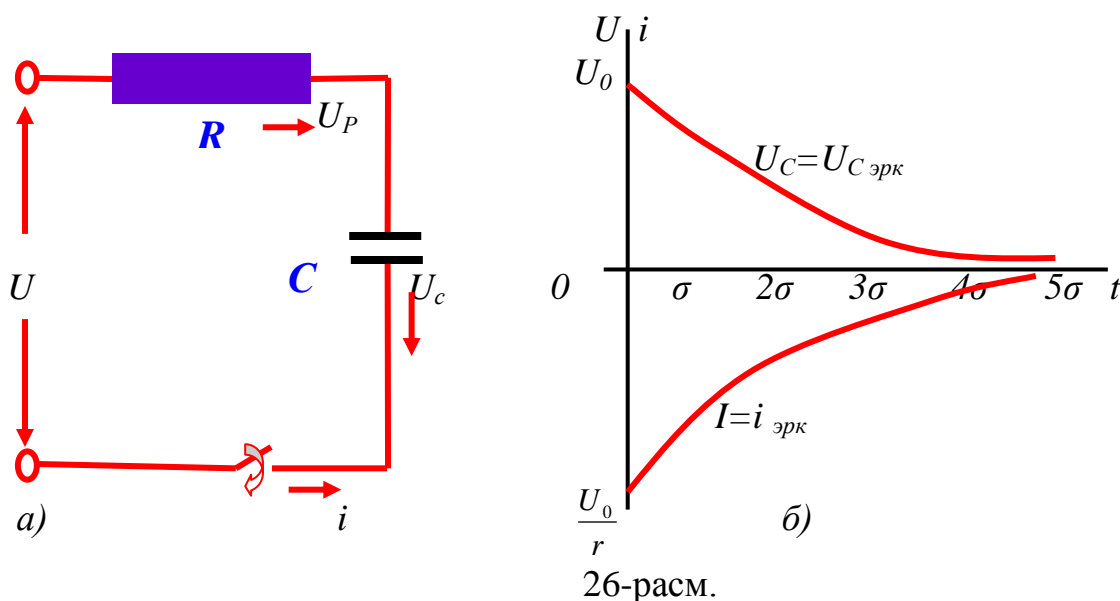
Ўткинчи жараёни бошланғич вақтда занжирдаги ток $i=U/R$ миқдоргача сакраб ўзгаради. Ўткинчи жараёнда сиғимдаги кучланиш қуйидагича ёзилади.

$U_c=U(1-e^{-m/\tau})$, бунда $\tau=RS$ -вақт доимийси. Занжирдаги ўтиш токи

$$i = c \frac{dU_c}{dt} = \frac{U}{R} e^{-t/\tau}$$

Демак, турғун режимни тикланиш тезлиги ва ўткинчи жараён хусусияти электр занжири параметрларига боғлиқ бўлиб вақт доимийси τ билан изоҳланади, у R, L кетма-кет занжири учун тенг: $\tau=L/R$ га R, C занжири учун эса - $\tau=RS$. Ваҳоланки, L

ва C қанча катта бўлса ўткинчи жараён шунча секин кетади. Амалда ўткинчи жараён 3-5 τ дан кейин тугалланади. Бундай занжирни схемаси 26-расмда кўрсатилган.



26-расм.

Ўтиш жараёнлари графиклари $i(t)$ ва $U_C(t)$ қуйидагича қурилади. Ордината ўқи бўйича ўзгарувчан миқдорлар (i, U) қуйилади, обцисса ўқи бўйича эса – вақт.

Индуктивликдаги ток i ва сифимдан кучланиш U_C миқдорлари τ нисбатли вақт

T	0	τ	2τ	3τ	4τ	5τ
$e^{-T/\tau}$	1	0,37	0,13	0,1	0,02	0,01

интервал орқали топиш осонроқ. $e^{-T/\tau}$ қийматлари бу ҳолда тенг:

25-26 а, расмлар учун ўткинчи ток ва кучланишлар графиклари 25-26 б расмларда кўрсатилган.

5. R, L элементлари синусоидал кучланишга улангандаги ўткинчи жараёнлар.

Бундай ҳолат амалиётда кўп учраб туради, масалан, трансформаторни, электр қурилмасини, ўзгарувчан ток электр машинасини ҳолатлари.

Ўткинчи жараёнларни электр ҳолат тенгламаси қуйидаги кўринишга эга

$$L \frac{di}{dt} + Ri = U$$

Мободо, R, L занжирини уланиши $\psi_y \neq 0$, яъни $u = U_M \sin(\omega t + \psi_y)$ бўлганда деб қабул қилинса, унда турғун режим учун ток $i_{\text{турғ}} = U_M \sin(\omega t + \psi_y - \varphi)$.

$$\text{Бунда } I_M = U / [R^2 + (\omega L)^2]; \quad \varphi = \arctan(\omega L / R).$$

Эркин ток қуйидаги тенгламадан топилади ва уни ечими қуйидагича бўлади

$i_{\text{эрк}} = A e^{-t/\tau}$, бунда $\tau = L/R$. Занжирдан ўткинчи режим токи

$$i = i_{\text{мурз}} + i_{\text{эрк}} = I_m \sin(\omega t + \psi_y - \varphi) + A e^{-t/\tau}$$

Доимий А куйидаги шартдан топилади $i(0) = i_{\text{мурз}}(0) + i_{\text{эрк}}(0)$ яъни $0 = I_m \sin(\psi_y - \varphi) + A$, бундан $A = -I_m \sin(\psi_y - \varphi)$ ва $i = I_m \sin(\omega t + \psi_y - \varphi) - I_m \sin(\psi_y - \varphi) e^{-t/\tau}$

Ўткинчи токни бошланғич миқдори манбаа кучланишни бошланғич (уланган вақтдаги) фазаси ψ_y га боғлиқ. Мабодо $\psi_y = \varphi$ бўлса, ўткинчи ток тенгласидан маълумки, $t=0$ вақтда эркин ток 0 га тенг ва ўткинчи жараён содир бўлмайди, улангандан сўнг дархол занжирда турғун режим содир бўлади $i = i_{\text{мурз}} = I_m \sin \omega t$

$\varphi_y - \varphi = \pi/2$ бўлганда $t=0$ вақтда эркин ток энг катта қийматга эга, ва мабодо вақт доимийси τ даврдан катта бўлса, ўткинчи токни энг катта қиймати мувозанатлашган режимни энг катта токи I_m дан хам кўп бўлиши мумкин, аммо икки баробаридан кўп бўла олмайди $I_{\text{мах}} \leq 2I_m$.

Кўриб ўтилганлардан хулоса қилиб айтиш мумкинки, ўткинчи жараёнларда электр занжирини участка ва элементларидаги ток ва кучланишларни ҳисоблаш бу катталикларни оний қийматлари учун электр ҳолат тенгламалари орқали амалга оширилади.

Назорат саволлари.

1. Ўткинчи жараёнларда юзага келадиган резонанс ҳодисалари нима?
2. Кучланишлар резонанси қандай содир бўлади? 3. Токлар резонанси қандай содир бўлади?
4. Занжирда реактив қувват сарфи қандай? 5. Ўткинчи жараёнлар моҳиятини тушунтиринг?
6. Индуктивлик занжир ўзгармас ток тармоғига уланганда қандай жараён содир бўлади?
7. Сигимли занжир ўзгармас ток тармоғига уланганда қандай жараён содир бўлади?
8. R, L элементлар кетма-кет уланган ўзгармас занжиридаги ўткинчи жараёнларни тушунтиринг?
9. R, C элементлар кетма-кет уланган ўзгармас занжиридаги ўткинчи жараёнларни тушунтиринг?
10. Ўткинчи жараёнлардаги вақт доимийси τ га изох беринг?

6-мавзу. ДАВРИЙ НОСИНУСОИДАЛ ТОК ЭЛЕКТР ЗАНЖИРЛАРИ

- Режа: 1. Носинусоидал ток хақида умумий тушунча.
2. Носинусоидал индуктив боғланишли занжирлар.
3. Электрик филтрлар, тузулиши, турлари, ишлаш принципи.

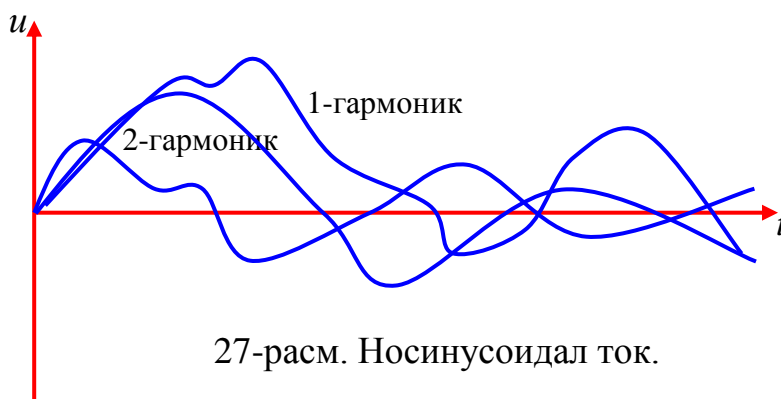
1. Носинусоидал ток хақида умумий тушунча.

Электротехникада кўпчилик холларда даврий носинусоидал тоқлар билан ишлашга тўғри келади. Кўпкина холларда *носинусоидал ўзгаришлар даврий хисобланади*, қачонки маълум T вақт оралиғидан сўнг барча ўзгариш жараёнлари такрорланади.

Бундай даврий ўзгарувчи мураккаб ток тизими математик жихатдан турли частотали ва турли бошланғич фазали синусоидал тоқлар йиғиндиси кўринишида ифодаланиш мумкин.

Носинусоидал токни айрим ташкил этувчилари *гармониклар* деб аталади.

16-расмда мисол тариқасида бир хил бошланғич фазали биринчи ва учинчи гармониклардан ташкил топган мураккаб ток графиги кўрсатилган.



27-расм. Носинусоидал ток.

Мураккаб ток доимий ташкил этувчига (нуль гармоникага) эга бўлиши ҳам мумкин.

Параметрлари токка боғлиқ бўлмаган чизиқли занжирларда хар қайсисига *Ом* қонунини қўллаш мумкин бўлган гармоник ташкил этувчиларни хар бири учун мустақил ток ва кучланишларни хисоблаб топиш мумкин. Мабодо, занжир параметри ва кўйилган кучланиш гармониклари берилган бўлса хар қандай (k) гармоникали ток $I_k = U_k Z_k$

Йиғинди (сумма) ток айрим гармоник ташкил этувчиларни фаза силжишларини хисобга олган холда топилади. Токни амалий қиймати қуйидаги формуладан топилади:

$$I = \sqrt{\sum I_k^2} = \sqrt{I_0^2 + I_1^2 + I_2^2 + \dots}$$

Э.Ю.К. ва кучланишларни амалий кийматлари учун ҳам формулалар бир хил топилади.

Носинусоидал токни актив қуввати $P = \sum_{k=0}^n P_k = P_0 + P_2 + P_2 + \dots P_n$ бунда

$P_0 = I_0 U_0$; P_k $k \neq 0$ да куйидаги формула билан ифодаланади: $P_k = U_k I_k \cos \varphi_k$

2. Индуктив боғланишли занжирлар.

Электромагнитавий майдон назариясига кўра, токли хар қандай ўтказгич ундаги ток хосил қилган магнитавий майдон билан қуршалган бўлади. Бу ток i нинг (шунингдек, ток хосил қилган магнитавий майдоннинг ҳам) вақт бўйича хар қандай ўзгариши ўтказгичда ўзиндукция Э.Ю.К си хосил қилади:

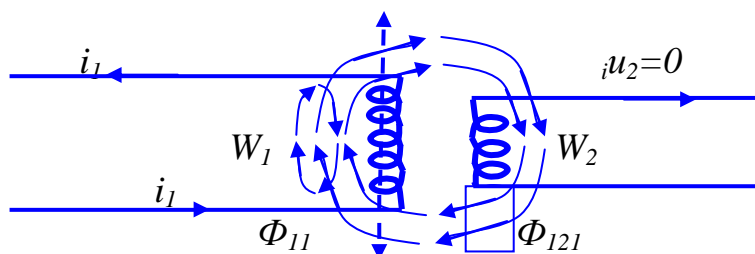
$$\ell = - \frac{d\phi}{dt} = -L \frac{di}{dt}$$

Агар шу токли ўтказгич хосил қилган магнитавий майдонда бошқа ўтказгич ҳам бўлса, унинг қисмларида ўзаро индукция Э.Ю.К си деб аталадиган Э.Ю.К. индукцияланиши мумкин.

$$\ell_m = -M \frac{di}{dt}$$

Биринчи ўтказгичдаги токнинг ўзгариши $\frac{di}{dt}$ билан иккинчи ўтказгичдаги индукцияланган Э.Ю.К. ε_m орасидаги пропорционаллик коэффиценти ўзаро индуктивлик L (Гн) деб, бу ўтказгичлардан тузилган занжирлар **индуктив боғланишли занжирлар** деб аталади.

Мисол тариқасида ўрамлари сони ω_1 ва ω_2 бўлган индуктив боғланган иккита контурни кўриб чиқамиз. Улардаги i_1 ва i_2 тоқлар тегишли Φ_1 ва Φ_2 магнитавий оқимларни хосил қилади (28-расм). Биринчи холда иккала контурни i_1 ток хосил қилган магнитавий майдон қуршаб олган ва $i_2=0$ деб фараз қиламиз (28-расм, а).



У холда илашган магнитавий оқим ва ўзиндукция коэффиценти тегишлича

$$\psi_{11} = W_1 \Phi_{11} \text{ ва } L_1 = \psi_{11} / i_1 \text{ бўлади.}$$

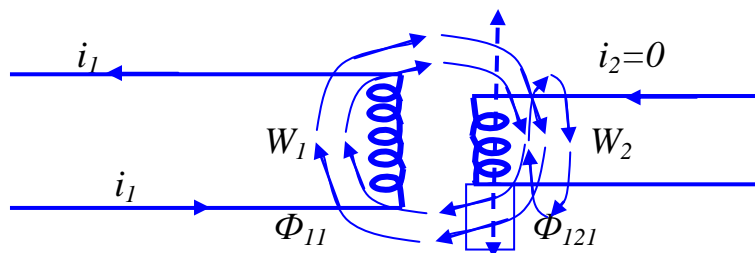
Занжирлараро индуктив боғланиш шарти бўйича умумий оқим Φ_{11} нинг Φ_{21} га тенг

бўлган қисми $(\Phi_{21} < \Phi)_{11}$ ω_2 контурда илашган магнитавий оқимнинг ўзаро индукциясини ҳосил қилади:

$$\psi_{21} = W_2 \Phi_{21}$$

У сон жихатидан ўзаро индукция коэффиценти билан аниқланади: $M_{21} = \psi_{21}/i_1$

Худди шунга ўхшаш, $i_2 \neq 0$ ва $i_1 = 0$ (28-расм, б)



бўлган, холда илашган магнитавий оқим ва ўзаро индукция коэффиценти тегишлича

$$\psi_{22} = W_2 \Phi_{22} \text{ ва } L_2 = \psi_{22}/i_2 \text{ бўлади.}$$

Бунда умумий оқим Φ_{22} нинг Φ_{12} га тенг бўлган қисми $(\Phi_{12} < \Phi_{22})$ ω контурда илашган магнитавий оқимнинг ўзаро индукциясини ҳосил қилади:

$\psi_{12} = W_1 \Phi_{12}$ у сон жихатидан ўзаро индукция коэффиценти билан аниқланади:

$$M_{12} = \psi_{12}/i_2$$

Ўзаро магнитавий оқимлар Φ_{12} ва Φ_{21} бир хил масофада ва магнитавий қаршилиги R_μ бир хил бўлган мухит орқали туташади, демак:

$$\psi_{12} = \frac{i_2 \cdot W_2}{R_\mu} \text{ ва } \Phi_{21} = \frac{i_1 \cdot W_1}{R_\mu}$$

$$M_{12} = W_1 \Phi_{12}/i_2 = W_1 W_2 / R_\mu \quad M_{12} = W_2 \Phi_{21} / i_1 = W_1 W_2 / R_\mu$$

бўлади, яъни ўзаро индуктивлик $M = M_{12} = M_{21}$ исталган ҳар бир индуктив боғланишли контурларда бир хил бўлади. Контурларнинг хусусий индуктивликлари L_1 ва L_2 доимо мусбат, чунки i_1 ва i_2 тоқлар ва Φ_{11} Φ_{22} магнитавий оқимлар шартли равишда мосдир (ўнақай парма қоидаси). Ўзаро индуктивлик M нинг ишораси эса контурларнинг ўзаро уланиш схемасига боғлиқ. Агар $i_1 \neq 0$ ва $i_2 \neq 0$ бўлганда, ўзаро магнитавий оқимлар Φ_{21} ва Φ_{12} контурларнинг хусусий оқимлари Φ_{11} ва Φ_{22} йўналиши билан мос тушса, бундай контурлар мос равишда уланган дейилади ва $M > 0$ бўлади. Агар ўзаро магнитавий оқимлар контурларнинг хусусий оқимларига қарши йўналган бўлса, бундай контурлар қарама-қарши уланган дейилади ва $M < 0$ бўлади.

Хусусий индуктивликлари L_1 ва L_2 ва ўзаро индуктивлик M бўлган икки контур нинг индуктив боғлиқлик даражаси боғланиш коэффиценти K орқали

аниқланади:

$$K = \frac{M}{\sqrt{L_1 \cdot L_2}}$$

Бунда доимо $K < 1$, чунки $\Phi_{11} > \Phi_{21}$ ва $\Phi_{22} > \Phi_{12}$, яъни биринчи контурнинг хусусий магнитавий майдони иккинчи контурни тўла қуршаб ололмайди.

3. Электрик филтрлар тузулиши, турлари, ишлаш принципи

Частота ортганда индуктив қаршилик ортади, сиғим қаршилик камаяди. Индуктив қаршиликда ток кучланишидан фаза бўйича 90° орқада қолади, сиғим қаршиликда эса кучланиш токдан 90° бурчакка орқада қолади.

Реактив қаршиликларни бу хусусиятлари амалда турли вазифаларни бажарувчи электрик филтрларни қурилмаларини тузишда ишлатилади.

Демак, филтр манбаа билан истеъмолчи орасида жойлашади. Олдига қуйилган вазифаларга қараб филтрлар қуйидагиларга бўлинади.

1) Паст частотали филтрлар, улар 0 дан маълум f частотагача бўлган тоқларни ўтказди (29-расм).

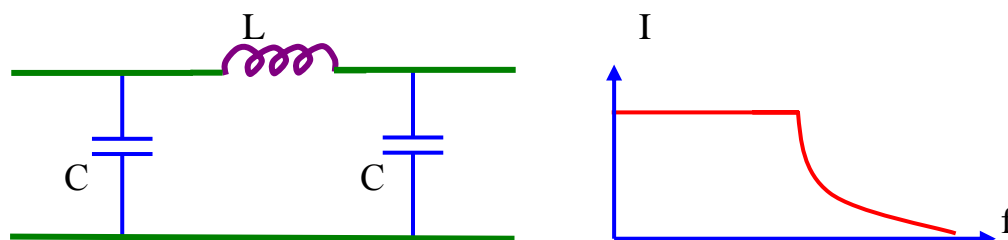
2) Юқори частотали филтрлар улар маълум частотадан то чегарасизгача бўлган тоқларни ўтказди (30-расм).

3) Полосали филтр—улар f_1 дан f_2 гача бўлган частотали тоқни ўтказди (31-расм)

4) Тўсувчи филтрлар, улар частотаси f_1 дан то f_2 гача бўлган тоқларни ўтказмайди (32-расм).

Тузулиши бўйича филтрлар хар хил уланишга эга бўлган индуктивлик ва сиғимларидан ташкил топган тўрткутблиликларни эслатади.

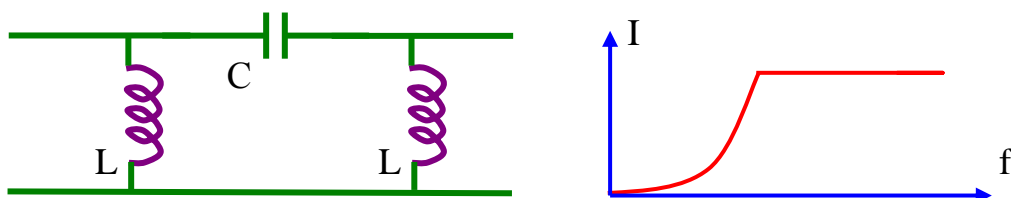
Паст частотали филтрлар занжирда индуктивлик кетма-кет сиғим эса параллел уланган бўлиши лозим, шундагина бундай филтрлар f_1 дан 0 гача бўлган частотали тоқларни ўтказиб, f_1 дан юқори частотали тоқларни ўтказмайди. Айтиб ўтилгандек, паст частотали тоқлар учун индуктивлик кичкина қаршиликни хосил қилади, юқори частотали учун эса катта қаршилик. Сиғим эса уни тескараси, катта частотали тоқлар учун у кичик қаршилик хосил қилади. Шунинг учун у юқори частота бўйича истеъмолчини шунтлайди, яъни юқори частотали тоқларни ўзи орқали ўтказиб юборади.



29-расм. Паст частотали филтр.

Паст частотали филътрлар ўзгарувчан токни тўғрилашда қўлланилади, яъни улар токни ўзгарувчи қисмини камайтириш учун керак бўлади. Шунинг учун улар текисловчи (сглаживающие) деб хам аталади (29-расм).

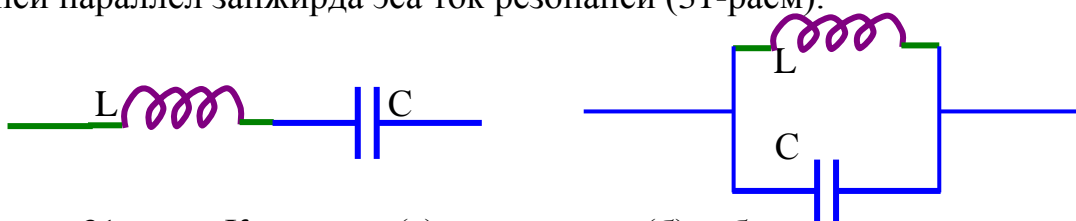
Юқори частотали филътрда индуктивлик ва сиғим ўринлари алмаштирилади, яъни улар истеъмолчидан юқори частотали тоқларни ўтказиб, юбориб паст частотали тоқларни ушлаб қолиши зарур (30-расм).



30-расм. Юқори частотали филътр.

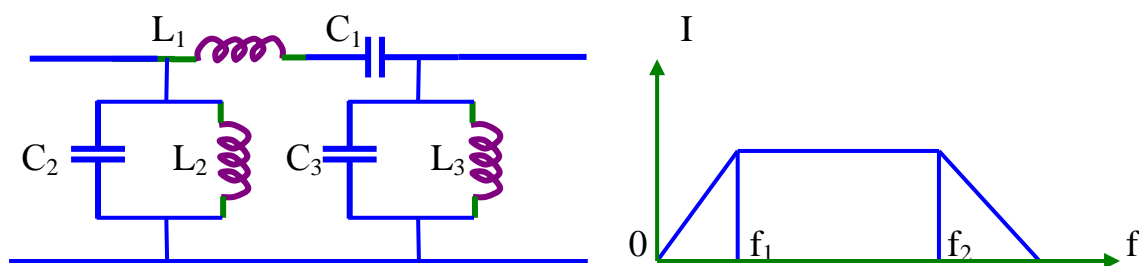
Электрик филътрларни ишлаш принципи.

Ғалтак ва конденсатор кетма-кет ва параллел уланган тебраниши контурини филътрлаш таъсирини кўриб чиқамиз. Маълумки, бундай контурларда маълум шароитларда резонанс ходисаси рўй беради: кетма-кет занжирда кучланиши резонанси параллел занжирда эса ток резонанси (31-расм).



31-расм. Кетма-кет (а) ва параллел (б) тебраниш контурлари.

Кўрсатиб ўтилган L, C тебраниш контурлари асосан полосали ва тўсувчи филътрларда қўлланилади. Қуйидаги чизмаларда полосали хамда тўсувчи филътрлар схемалари келтирилган (32,33-расмлар).

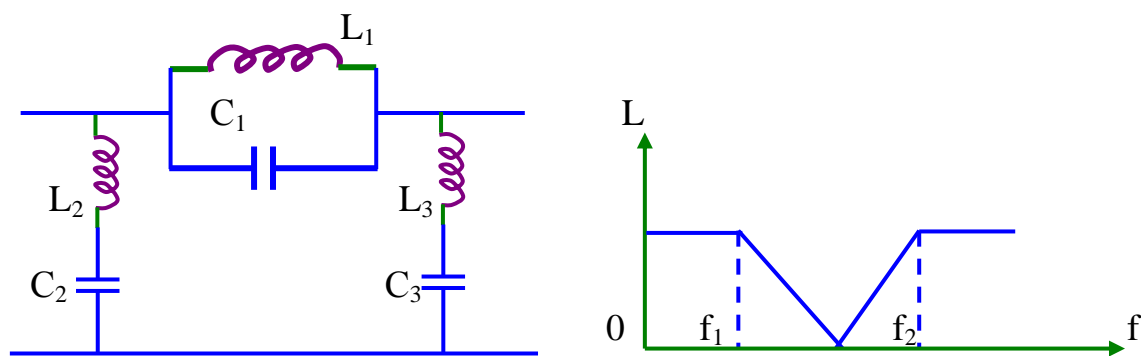


32-расм. Полосали филътр.

$L_1 C_1$ дан тузилган кетма-кет занжир, баъзи бир резонансли ва унга қўшни бўлган частоталар учун оз қаршиликка эга, шунинг учун у маълум полосадаги хамда унга яқин бўлган частоталарни яхши ўтказди лекин бошқаларни ушлаб қолади.

$L_2 C_2$ лардан тузилган параллел занжир резонансга мослаштирилган ва унга яқин частоталарга катта қаршилик хосил қилади, аммо бошқалари эса оз. Шунинг учун у

истеъмолчини резонансга яқин бўлган барча частоталардан ташқари частоталарни шунтлайди, яъни уларни ўзи орқали ўтказиб юборади.



33-расм. Тўсувчи филтърлар.

Тўсувчи филтърлар маълум частотада полосали қолиши лозим, шунинг учун кетма-кет ҳамда параллел занжирларни уларни алмаштирилади. L_1 C_1 дан иборат параллел занжирлар резонанси яқин полоса частоталарини амалда ўтказмайди, шу билан биргаликда бошқа частоталарга қаршилик кўрсатмайди. L_2 C_2 дан тузилган кетма-кет занжир унга қарама-қарши резонансли ва унга яқин частоталарнинг ўзидан ўтказиб юбориб истеъмолчини шунтлайди, яъни улар учун катта қаршилик кўрсатади. Ушбу филтърларни ўтказиб юбориш тавсифлари чизмаларда филтърлар билан ёнма-ён берилган. Ордината бўйича истеъмолдаги ток кўрсатилган.

Назорат учун саволлар.

1. Носинусоидал тоқларни изоҳланг?
2. Индуктив боғланишли занжирни тушунтиринг?
3. Филтърларни қандай турлари мавжуд?
4. Филтърлар қандай элементлардан тузилади?
5. Паст частотали филтърни тушунтиринг?
6. Юқори частотали филтърни тушунтиринг?
7. Тўсувчи филтърларни тушунтиринг?
8. Плосоли филтърларни тушунтиринг?
9. Филтърларни ишлатилиш соҳаси қандай?
10. Носинусоидал токни ташкил этувчилари нима?

7-мавзу. НОЧИЗИҚЛИ ЭЛЕКТР ЗАНЖИРЛАР

- Режа:
1. Ночизикли электр занжирлари ва элементларининг вольт-ампер тавсифи.
 2. Ток ва кучланиш стабилизаторлари.
 3. Параметрик ва Компенсацион стабилизаторлар.

1. Ночизикли электр занжирлари ва элементларининг вольт-ампер тавсифи.

Электр занжирининг қаршилиги ток кучига ва кучланишига боғлиқ бўлган занжир **ночизикли занжир** деб аталади. Ночизикли занжирларга чўғланма лампалар, электрон лампалар, ион ва ярим ўтказгичли асбоблар мисол бўла олади.

Будай занжирларнинг қаршилиги доимий бўлмагани учун занжирдаги ток кучи унинг қисмларидаги кучланишга пропорционал бўлмайди. Ночизикли занжир учун

Ом қонунини тадбиқ этиб бўлмайди.

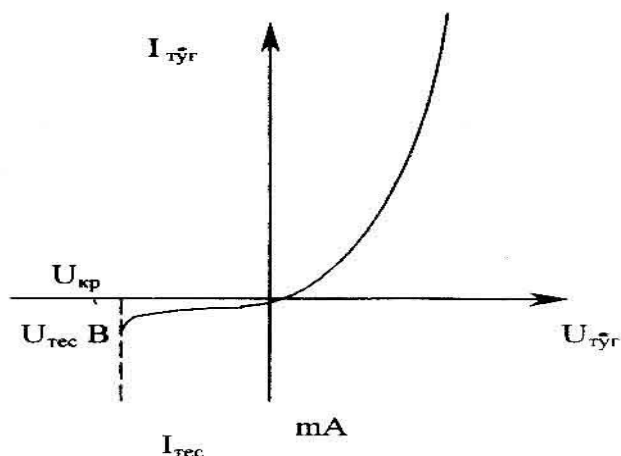
Ўтиш чегараларида n-ярим ўтказгич томонда рекомбинация натижасида коваклар, p-яримўтказгич томонда электронлар қатлами ҳосил бўлади ва p-n-ўтишда ички майдон юзага келади, яъни чегаравий қатламда асосий ток ташувчиларнинг камбағаллашуви ҳосил бўлади. Бу қатлам катта қаршилиққа эга бўлади. Тескари улашда камбағаллашган қатлам кенгаяди, беркитувчи майдон E_0 кучаяди. Натижада диффузия токи камаяди, дрейф токи ўзгармайди. P-n-ўтишдаги натижавий токнинг йўналиши дрейфли ток йўналишига мос келади ва у жуда кичик бўлиб, тескари ток дейилади.

Тўғри йўналишда уланганда ташқи электр майдони беркитувчи қатлам майдонига қарши бўлиб, уни заифлаштиради, потенциал тўсиқ кескин камаяди. Бу диффузия токининг ортишига ва тескари (дрейфли) токнинг камайишига олиб келади. Натижавий токнинг йўналиши диффузия токи йўналиши билан мос тушади. Яў да асосий ток ташувчилар концентрацияси ноасосийга нисбатан бир неча даража юқори бўлади. Шунинг учун тўғри ток тескари токдан юз минг баробар ортади.

Шундай қилиб, p-n-ўтиш тўғри йўналишда токни ўтказди, тескари йўналишда ўтказмайди, яъни бир томонлама ўтказувчанлик хусусиятига эга бўлади. Вольтампер тавсифномасига кўра $U_{\text{тес}}$ тескари кучланиш критик қийматга етганда тескари ток кескин ортади, бу p-n-ўтишнинг тешилиши дейилади.

Тўғри йўналишдаги маълум кучланишдан кейин p-n-ўтишнинг ҳажмий заряд қисми кескин тораяди ва диффузия токи тез суръатлар билан орта бошлайди.

Ушбу хусусиятни характерловчи ток қийматининг кучланишга боғланиши p-n-ўтишнинг вольтампер тавсифномаси дейилади (34-расм).



34-расм. P-n-ўтишнинг вольтампер тавсифномаси

Диоднинг тузилиши, уланиш усуллари ва ишлатилиши

P-n-ўтиш асосий яримўтказгичли (ЯЎ) диод ҳисобланади, улар ўзгарувчан токни тўғрилаш учун ва бошқа чизиксиз сигналларни ўзгартириш мақсадида ишлатилади.

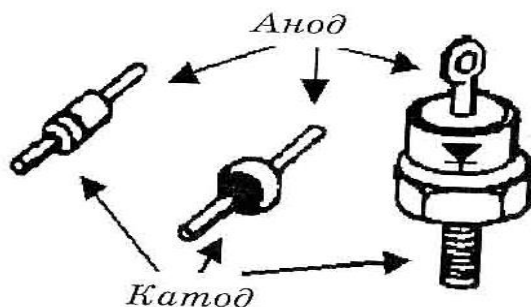
Диод тўғри йўналишда токни шундай ҳолларда ўтказди, қачонки ташқи кучланиш қиймати (вольтларда) потенциал тўсиқ (электронвольтларда) қийматидан катта бўлса. Германий диоди учун минимал ташқи кучланиш 0,3В, кремний учун 0,7 В. Диод токни ўтказа бошлаганда унда кучланиш тушиши юзага келади. Бу кучланиш тушиши потенциал тўсиқ қийматига тенг ва уни **тўғри кучланиш тушуши** дейилади.

Ҳамма диодлар кичик тескари ток қийматига эга. Хона температурасида тескари ток кичик бўлиб, германийли диодда микроампер даражасида, кремнийли диодда эса наноамперлар даражасида бўлади. Температура ортганда тескари ток ортади ва диод иши бузилади. Диоднинг схемаларда тузилиши 35-расмда берилган. Бунда p-қисми стрелка, n-қисми эса чизикча билан берилган. Тўғри ток p қисмдан n қисмга (стрелка бўйича) оқади. n-қисм **катод**, p-қисм **анод** деб аталади. P-n-ўтишни учта тури мавжуд: ўстирилган, маҳкамланган, диффузияли, улар махсус технологиялар асосида тайёрланади. Улар қандай технология билан тайёрланишидан қатъий назар ташқи таъсирлардан асраш мақсадида корпус ичига жойлаштирилади.



35-расм. Диоднинг шартли белгиси

Диоднинг қандай мақсадларда ишлатилишига қараб корпус кўриниши турлича бўлади (8-расм).



36-расм. Диод корпусларининг кўриниши

Агар диод оркали юқори ток оқадиган бўлса корпус куйишдан сақлаши керак.

Мақсади бўйича яримўтказгичли диодлар тўғрилагичли, юқори частотали, импульсли, таянчли (стабилитронлар) га ажралади.

2.Ток ва кучланиш стабилизаторлари.

Стабилизаторларни вазифаси автоматик равишда у ёки бу параметрни ўзгармас қилиб ушлаб туришдир. Кўпинча электрик қурилмалардаги автоматик тизимларни ижрочи қурилмаларини меёрида ишлаши учун манбаа кучланишини ўзгармас қилиб ушлаб туриш талаб қилинади, гидравлик ва пневматик тизимларда эса суёқлик ва хаво босимини бундай ушлаб бўлмайди. Бу миқдорларни ўзгариши ижрочи қурилмаларни сохта ишлаб кетишига сабаб бўлиши мумкин. Уларни белгиланган чегарада ушлаб туриш учун стабилизаторлардан фойдаланилади.

Юклама қаршилигининг ва тармоқ кучланиши маълум чегарада ўзгартирганда юкламадаги кучланишни берилган аниқликда ушлаб турувчи қурилмага **кучланиш стабилизатори** – деб аталади.

$$K = \frac{\frac{\Delta U_{кир}}{U_{кир ном}}}{\frac{\Delta U_{чик}}{U_{чик ном}}} \quad \text{бунда } \Delta U_{кир} = U_{кир макс} \cdot U_{кир мин} ;$$

$\Delta U_{чик} = U_{чик макс} \cdot U_{чик мин}$ бу ерда $U_{кир}$, $U_{чик}$ -стабилизаторни киришдаги ва чиқишдаги номинал кучланишлари. $U_{чик макс}$ $U_{кир макс}$ -максимал ва минимал кучланишлар.

Стабилизаторлар ишлаш принципи бўйича икки хил бўлади.

- 1.Параметрик;
- 2.Компенсацион;

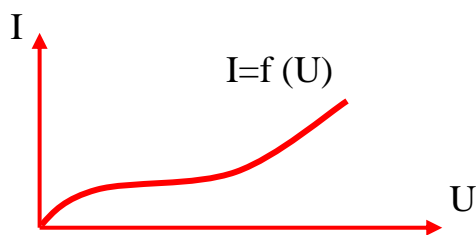
3.Параметрик ва Компенсацион стабилизаторлар.

Параметрик стабилизаторлар тузишда ночизикли статик ҳарактеристикали элементлардан фойдаланилади. Бундай стабилизаторлар ҳам ўзгармас, ҳам ўзгарувчан ток занжирида ишлай олади.

Ночикли характеристикали элементларга актив ночизикли қаршилиқлар; бареттерлар, термисторлар, стабилвольтлар, ярим ўтказгичли диод стабилизатор, яримўтказгичли термоқаршилиқлар ва реактив ночизикли қаршилиқлар, тўйинган ферромагнит ўзакли дросселлар ҳамда ночизик диэлектрикли конденсаторлар (варикондалар) киради.

Бареттер – ичига водород тўлғазилиб тоза темирдан сим жойлаштирилган шиша

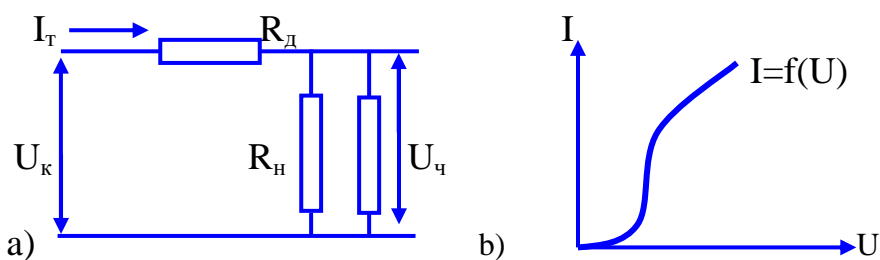
идишдир. Улар асосан токни стабиллаш учун ишлатилади. Бареттерни вольт-ампер характеристикаси 37-расмда кўрсатилган.



37-расм. Бареттерни вольт-ампер характеристикаси.

Актив нозизиқли қаршиликли бўлган яримўтказгичли терморезисторлар асосан кучланиш стабилизаторлари тузишда ишлатилади.

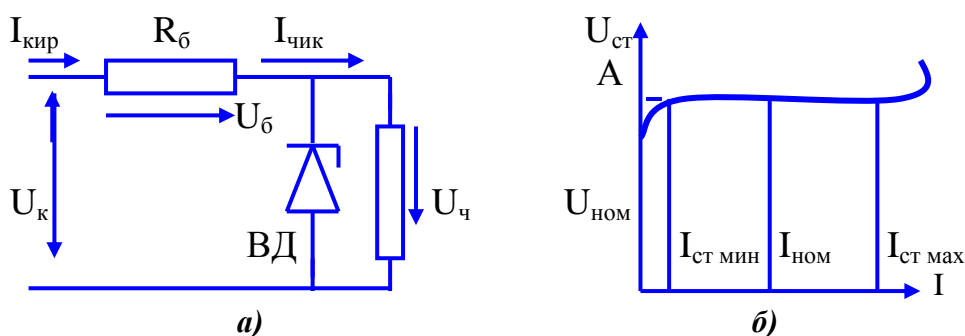
Стабилловольт – биқсима разрядли лампа ҳисобланиб катта ўлчамли совуқ электроддан иборат. Ярим ўтказгичли диод – стабилизаторлар германийли ёки кремнийли диод демакдир. Стабилловольт ва диод – стабилизаторларни уланишлари, 38-расм а) вольт-ампер характеристикалари б) да келтирилган.



38-расм. Стабилловольт ва диод-стабилизаторни схемаси а) ва вольт - ампер характеристикаси б).

Чиқиш кучланишини стабилизацияси кириш кучланиши U_k ва юклама қаршилиги R_n ўзгарганда содир бўлади. Чиқиш кучланишини ҳар қандай ортиши I_T токини кўпайишига олиб келади, лекин кириш кучланишини ортиши R_d қўшимча қаршиликда сўнади, яъни $\Delta U_k = R_d + \Delta I_T$ стабиллаш даражаси 0,1%дан ортмайди.

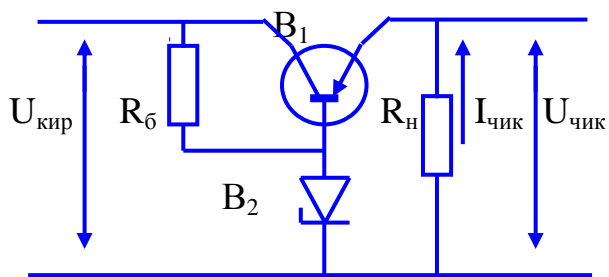
Параметрик ўзгармас ток стабилизаторида стабилловчи звено бўлиб нозизиқли элемент – стабилитрон ҳисобланади. Оддий параметрик кучланиш стабилизатори кремнийли стабилитрон асосида тузилади (39-расм.а), уни вольт-ампер тасифи (39-расм.б) да кўрсатилган.



39-расм. Стабилизатор схемаси а) ва уни вольт-ампер характеристикаси б).

3. Компенсацион стабилизаторлар.

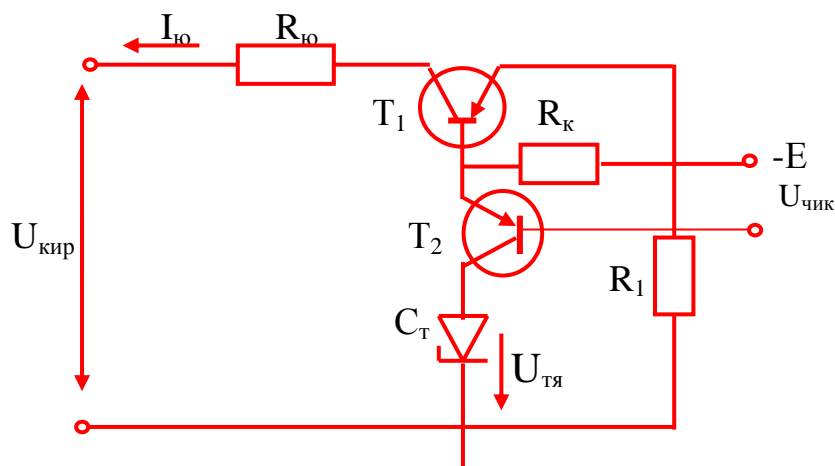
Бу стабилизаторда, лампалар ва ярим ўтказгичлар асосида тузилади (40-расм).



40-расм. Транзисторли стабилизатор.

Стабилизатор кучайтирувчи орган–триод B_1 ва ўлчов органи–диод B_2 дан тузилган. Резистор манфий тескари боғланиш вазифасини бажаради. Кириш кучланиши $U_{кир}$ ўзгарганда триод B_1 чиқиш кучланиши $U_{чик}$ ни ўзгаришига халақит беради. Мободо $U_{чик}$ ортса диод B_2 орқали ток кўпаяди, бу ҳолат $R_б$ резисторда кучланишни ортишига ва натижада B_1 триодни қисман ёпилишига ва ундаги кучланиш тушувини ортишига сабаб бўлади. Бу ҳолат стабилизатордаги чиқиш кучланишини ортиб кетишига халақит беради. Чиқиш кучланишини қиймати амалда B_2 стабилизатордаги тескари кучланишга тенг.

Токни стабиллаш учун параметрик ва компенсацион стабилизаторлардан фойдаланилади. Термистор ва бареттерлар ток стабилизаторларининг элементлари булиб хизмат килиши мумкин. Аммо уларни иссиқлик инерцияси куплиги (катталиги) ундан фойдаланишни чегаралаб қуяди. 41-расмда транзисторлар асосида тузилган ток стабилизатори схемаси курсатилган.



41-расм. Транзисторлар асосида тузилган ток стабилизатори схемаси. T_1 T_2 - транзисторлар, $C_т$ - стабилитрон, R_1 , $R_к$ -резисторлар, $R_ю$ -юкланувчи резистор.

C_T -стабилитрон ёрдамида намни кучланиши хосил қилинади. T_1 транзистори ростлаш, T_2 транзистори эса кучайтириш вазифасини бажаради. Ростланувчи транзистор T_1 ва намунавий резистор R_1 лар кетма-кет уланган юклама резистори $R_{ю}$ орқали утган ток $I_{ю}$ чиқиш катталиги хисобланади. Стабилизатор ишлаган вақтида намунавий резистор $U_{тя}$ даги кучланиш тушуви билан такқосланади. Бу кучланишлар фарқи ротсловчи транзистор T_1 коллектор – эмиттер узатишдаги қаршиликни бошқарувчи транзистор T_2 да кучайтирилади, натижада токни стабилланади. R_k резистор кучайтиргични коллектор занжиридаги юклама.

Назорат саволлари:

1. Қандай занжирлар ночизикли занжирларга киради?
2. Ночизикли занжирга мисоллар келтиринг?
3. Ночизикли электр занжир қандай текширилади?
4. Пулатни магнитлаш эгри чизигини изоҳланг?
5. Терморезистор В.А.Х и, Диоднинг Б.А.Х и?
6. Стабилизатор нима, стабиллик ҳолати нима?
7. Стабилизация коэффиценти нима, транзистор нима?
8. Компенсацион стабилизатор нима?
9. Параметрик стабилизатор нима?
10. Компенсацион стабилизатор нима?

8-мавзу. ЭЛЕКТР ЎЛЧАШЛАР ВА ЭЛЕКТР ЎЛЧАШ АСБОБЛАРИ

- Режа:*
1. Ноэлектрик ва электрик катталикларни электрик усулда ўлчаш.
 2. Электр ўлчов асбобларини классификацияланиши.
 3. Ўлчаш натижаларини таққослаш ва баҳолаш.
 4. Физик катталикларни электр усул билан ўлчаш ва унинг ахамияти.

1. Ноэлектрик ва электрик катталикларни электрик усулда ўлчаш.

Электр қурилмаларни узлуксиз назорат қилиб туриш, ишлаб чиқариш жараёнларини тўғри олиб бориш ҳамда улардан самарали фойдаланиш катта ахамиятга эга хисобланади. Бунинг учун турли хил физик катталикларни ўлчаш ишларида электр ўлчов асбобларидан фойдаланишни талабага ўргатиш муҳим вазифа хисобланади.

Электрик катталикларни ўлчаш турли ишлаб чиқариш жараёнларини тўғри олиб олиб боришга, электр қурилмаларини бетўхтов ишлатишга ва улардан яхшироқ фойдаланишга ёқилғи ҳамда хом ашёни тежашга имкон берганлиги учун бизнинг кенг масшабли ишлаб чиқаришимизда ниҳоятда катта ахамиятга эгадир.

Электр ўлчаш асбобларини иккита асосий груҳга ажратиш мумкин:

1. Бевосита баҳолаш асбоблари. 2. Солиштириб ўлчайдиган асбоблар.

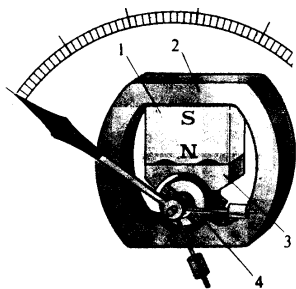
Давлат стандартига кўра бевосита баҳолайдиган асбоблар аниқлик даражасига қараб саккизта синфга бўлинади 0,05 ; 0,1; 0,2; 0,5; 1; 1,5; 2,5; ва 4. Асбобларнинг шкаласида аниқлик синфини кўрсатувчи сон айлана ичига олиб қўйилади. Номинал катта-

лик деб, асбобни юқори ўлчаш чегарасига айтилади. Шундай қилиб, асбобни келтирилган хатолиги $\gamma = \frac{\Delta X}{X_n} \cdot 100 \%$ Умумий ҳолда хатолик мусбат ёки манфий бўлиши мумкин. Бирор катталикни асбоб ёрдамида ўлчаб аниқлаганда қилинган нисбий хатолик деб асбобнинг энг катта хатолигининг шу катталикни ўлчаб топилган қийматига нисбатига айтилади, бу нисбат фоизларда ифодаланади. Шундай қилиб асбоб билан катталикни ўлчагандаги нисбий хатолиги аниқланади.

2.Электр ўлчов асбобларини классификацияланиши.

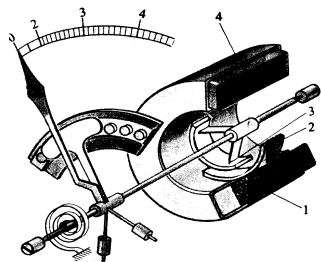
Энг кўп тарқалган тизимларнинг ўлчаш механизмлари билан танишиб чиқамиз.

а) **Магнитоэлектрик** ўлчаш механизми кўчмас магнит занжири ҳамда ҳаракатчан қисмдан иборат бўлади.



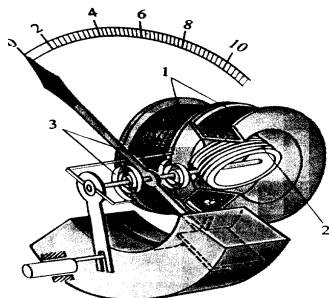
42-расм. Магнитоэлектрик ўлчаш механизми
1- дойимий магнит
2-магнитли ўзак
3-магнит кутби
4-қўзғалувчан чулғам

б) **Электромагнит** ўлчаш механизми ғалтак ва стрелка билан бир ўққа ўрнатилган пўлат ўзакдан иборат. Худди ўша ўққа тескари таъсир кўрсатувчи спиралсимон пружина ва тинчлантирувчининг алюминийдан ясалган секторсимон япроқчаси ҳам ўрнатилади. Бу япроқча ўзгармас магнитнинг кутблари орасига жойлаштирилади.



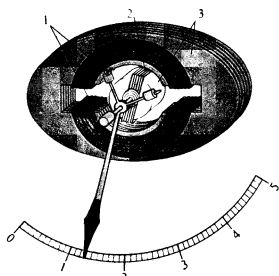
43-расм.
Электромагнит ўлчаш механизми. 1-чулғам
2,3- ўзак 4-экран.

в) **Электродинамик** тизимдаги ўлчаш механизми икки секцияга ажратилган кўчмас ғалтак ва ҳаракатчан ғалтакдан иборат бўлади.



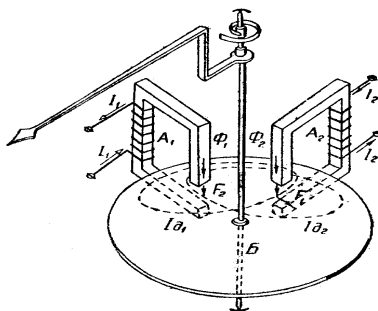
44-расм.
Электродинамикдаги ўлчаш механизми. 1-2-чулғамлар 3-пружина.

г) **Ферродинамик** ўлчаш механизмини ишлаш принципи электродинамик ўлчаш механизмларининг ишлаш принциpidан фарқ қилмайди.



45-расм
Ферродинамик ўлчаш
механизмлари.
1,2-чулғамлар
3-магнитли ўзак

д) **Индукцион** системадаги ўлчаш механизмидаги иккита кўчмас электромагнит хамда стрелка билан бир ўққа ўрнатилган харакатчан алюминий дискдан иборат.



46-расм. Индукцион системадаги ўлчаш механизми.

3. Ўлчаш натижаларини таққослаш ва баҳолаш.

Технологик жараёнларни такомиллаштиришда, бошқариш тизимларида, электр энергиясини узок масофаларидан тежамли узатишда, керак бўлган жойда уни талаби

ЭЛЕКТР ЎЛЧОВ АСБОБЛАРИ ВА УЛАРНИ БЕЛГИЛАНИШИ.

Жадвал №4

Ўлчанаётган каталик	Асбобларни номи	Шартли белгиси	Системаси
Ток	Миллиамперметр, амперметр, килоамперметр.	mA A kA	Магнитоэлектрик
Кучланиш	Милливольтметр, вольтметр, киловольтметр.	mV V kV	Магнитоэлектрик
Қувват	Ваттметр, киловаттметр, меговаттметр	kW W mW	Электромагнитик
Электр энергияси	Актив ва реактив энергия хисоблагичи	W_R $WA Rh$	Индукцион
Фазалар силжиши	Фазометр	φ	Электродинамик
Частота	Частотометр	Z	Ферродинамик
Қаршилик	Омметр, мегоомметр.	Ω $m\Omega$	Электростатик

га мувофиқ тақсимланиши ҳамда электр қурилмаларни осонлик билан автоматлаштириш имкониятлари электр ўлчов асбоблари ёрдамида амалга оширилади.

Электр ўлчов асбоблари халқ хўжалигида электр катталиклари: кучланиш, ток кучи, қувват, энергия, қаршилик, ток частотаси шунингдек ноэлектрик катталиклар: температура, намлик, сатх ва бошқаларни ўлчашда кенг қўлланилади. Электр қурилмаларининг иш режими ўлчаш асбобларининг кўрсатишига мувофиқ кузатилади.

4. Физик катталикларни электр усул билан ўлчаш ва унинг ахамияти.

Ўлчаш натижаларини олиш усули бўйича *бевосита* ва *билвосита* ўлчаш усуллари мавжуд. Бевосита ўлчашлар шкаласи изланаётган катталик хисобида даражаланган ўлчов асбоблари ёрдамида бажарилади. Билвосита ўлчашлар ёрдамчи катталикларнинг қийматини берадиган асбоблар ёрдамида бажарилади. Бу ёрдамчи катталик воситасида изланаётган катталик хисоблаб чиқарилади.

Махсус техник воситалар – ўлчаш асбоблари ёрдамида бирор физик катталикни қийматини тажриба йўли билан аниқлаш *ўлчаш* дейилади. Ўлчаш маълумотларини кузатувчи восита ўзлаштирилиши учун қулай бўлган шаклда кўрсатувчи техник восита *ўлчаш асбоби* дейилади. Одатдаги ўлчашлар учун мўлжалланган асбоблар *иш асбоби* дейилади. Бу асбобларнинг шкалаларини даражага бўлиб чиқиш учун ва уларни текшириб туриш учун мўлжалланган асбоблар намуна асбоблар дейилади. Баъзи электр ўлчаш асбобларини ўзгармас ток занжирида ҳам ўзгарувчан ток занжирида ҳам ишлатиш мумкин бўлади. Бундай ўлчаш асбобларини *универсал ўлчов асбоби* дейилади. Ўзгарувчан токни юқори кучланишли занжирларига уланадиган ўлчов асбобларининг ўлчаш чегараларини кенгайтириш мақсадида кучланиш ва ток трансформаторларидан фойдаланилади. Чунки бундай занжирларда ўлчаш чегараларини қўшимча қаршилик ёрдамида ёки шунтлар ёрдамида кенгайтириш мумкин эмас. Негаки ўлчаш асбобининг чулғамлари юқори кучланиш остида бўлиб уларни ишдан чиқиб қолиш ҳолатлари кузатилиши мумкин.

Назорат учун саволлар.

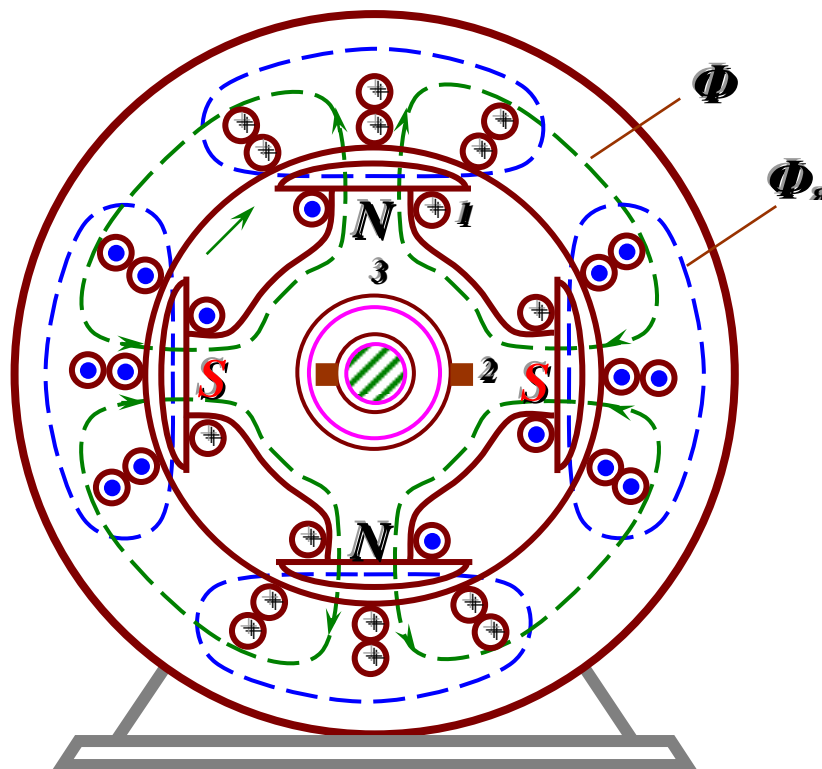
1. Технологик жараёнларни қандай кузатилади? 2. Абсолют хатолик, нисбий хатолик нима?
3. Электрик усулда ўлчашнинг бошқа турда ўлчашлардан авфзалиги нима?
4. Ноэлектрик катталикларни электрик усул билан ўлчаш қандай?
5. Ўлчов асбобларининг аниқлик синфи қандай? 6. Ишчи ўлчаш асбоби нима?
7. Номинал доимий – деганда нимани тушинасиз? 8. Универсал ўлчов асбоби нима?
9. Бевосита ва билвосита ўлчаш усуллари тушинтириб беринг?
10. Ўлчаш асбобларининг классификацияси қандай?

9-мавзу: МАГНИТ ЗАНЖИРЛАР

- Режа: 1.Электромагнит қурилмалар ва уларни қўлланилиши.
2.Ферромагнит материаллар ва уларни хоссалари.
3.Юмшоқ ва қаттиқ магнит материаллар.

1.Электромагнит қурилмалар ва уларни қўлланилиши.

Магнит занжирлар кўпчилик машиналар, аппаратлар, электромагнит асбоблар ва ўлчаш техникаси ҳамда автоматика қурилмаларининг асосини ташкил қилади. Масалан, қуйидаги расмда кучли магнитавий майдон манбайи хисобланган ва тез-тез учраб турадиган ўзгармас ток электромагнители кўрсатилган. Бунда электромагнитавий энергия механикавий энергияга ва энергиянинг бошқа кўринишларига ҳамда тескарисига алмашинади. Масалан, ўзгармас ток синхрон машинасининг ротори чулғамидан ток ўтганда ўзгармас "N-S" кутбли магнит майдони ҳосил бўлади. Бу магнит майдоннинг куч чизиқлари ротор ва статорнинг (А.В.С. чулғамларини ҳам кесиб ўтиб) пшлат ўзаклари орқали туташади. Ротор маълум ω бурчак тезлик билан айланганда статорнинг чулғамларида ω частотали ўзгарувчан Э Ю К индукцияланади. Ўзгармас токнинг электромагнитавий майдонидан пўлат буюм ва металл синиқларини ташишда ишлатиладиган кўтаргич электромагнитлар қуришда фойдаланилиши ни мисол тариқасида кўрсатиш мумкин.



48-расм. Синхрон машина магнит оқимлари.

2. Ферромагнит материаллар ва уларни хоссалари.

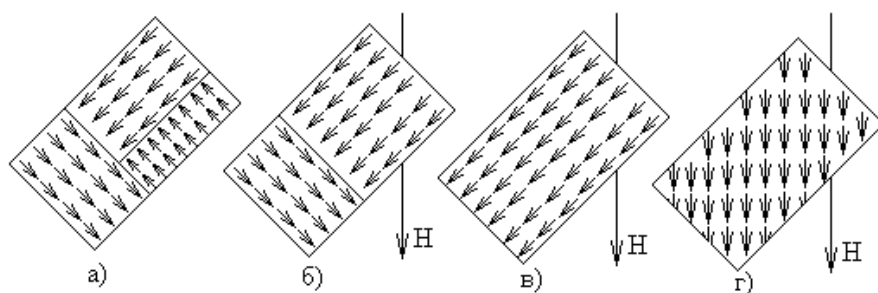
Магнит материаллар ёрдамида магнит оқими кескин кучайтирилади. Магнит оқимидан паст кучланишли тоқларни юқори кучланишли тоқларга ёки электр энергиясини механик энергияга айлантиришда ва электр энергиясини шунга ўхшаш тарзда генерациялашда фойдаланилади.

Ташқи магнит майдони таъсирида магнитланиш хоссасига эга материаллар *магнит материаллари* деб аталади. Асосий магнит материалларга никел, кобалт ва тоза темир асосидаги турли қотишмалар мисол бўлади. Техника аҳамиятга эга магнит материалларига ферромагнит материаллар ва ферромагнит кимёвий бирикмалар (ферритлар) киради.

Материалларнинг магнит хоссалари электр зарядларининг ички ҳаракатига асосланган бўлиб, бунда зарядлар элементар айланма ток кўринишида ифодаланади. Бундай айланма тоқлар электронларнинг ўз ўқи атрофида айланиши (электрон спинлар) ҳамда уларнинг атом ичида орбита бўйлаб айланишидан ҳосил бўлади. Ферромагнит ҳодисаси баъзи материалларнинг ички микроскопик қисмида кристалл структуралар ташкил қилиши билан боғлиқ бўлиб, бундай структуралар *магнит доменлари* дейилади. Бунда электрон спинлар ўзаро параллел равишда бир томонга йўналган бўлади.

Баъзи материаллар (қатлам чегаралари орасидаги қалинлик бир неча ўн-юз атом масофасига тенг бўлган) да доменларнинг ўлчами тахминан $0,001-10 \text{ мм}^3$ оралиғида бўлади. Ўта тоза материалларда эса доменларнинг ўлчами юқорида келтирилган қийматдан ҳам каттароқ бўлади.

Ферромагнит моддаларнинг монокристаллари магнит анизотропияси билан характерланади. Магнит анизотропияси турли ўқлар йўналишида магнитланишнинг турли қийматлари билан ифодаланади.



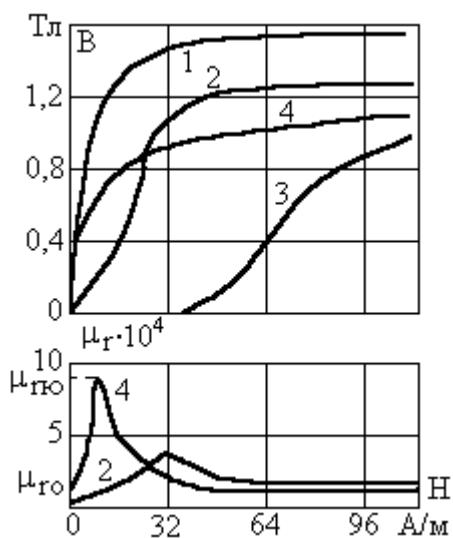
49-расм. Ферромагнитнинг магнитланишида доменларда спонларнинг йўналиш олиши.

Поликристалл магнетикларда анизотропия кескин ифодаланган ҳолларда

ферромагнетик магнит текстурага эга бўлади. Керакли магнит текстура олиш орқали материалда маълум йўналишда юқори магнит характеристикага эришиш мумкин.

Ташқи магнит майдони таъсирида ферромагнит материалнинг магнитланиш жараёни қуйидагича кечади: 1) магнит моменти майдон йўналиши билан кичик бурчак ҳосил қилган доменлар катталашади ва бошқа доменлар ўлчами кичраяди; 2) магнит моментлари майдон йўналиши узра бурилади ва бир хил йўналишга эга бўлади. Магнит тўйиниши доменнинг катталишиши тўхтаганда ва ўз-ўзидан магнитланган барча монокристалл қисмларнинг магнит моменти майдон узра йўналганида содир бўлади. Доменлардаги спинлар йўналишининг ўзгариши 50-расмда келтирилган. Ферромагнит монокристаллари магнитланаётганда уларнинг чизикли ўлчамлари ўзгаради. Бу ҳодиса *магнит-стрикция* дейилади. Темир монокристаллининг магнит-стрикцияси кристаллнинг ҳар хил йўналишларида турлича бўлади. Ферромагнит материалнинг магнитланиш жараёни гистерезис эгри чизиғи B (H) билан ифодаланади ва у барча ферромагнитларда бир-бирига

ўхшаш бўлади (50-расм).



50-расм. Магнит индукцияси ва нисбий магнит сингдирувчанликнинг ташқи момент майдон кучланганлигига боғлиқлиги.

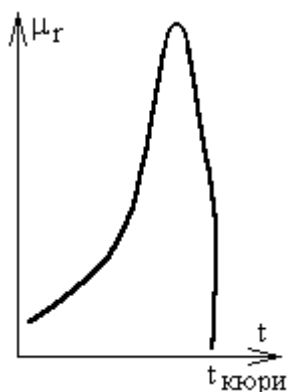
Материалларнинг нисбий магнит сингдирувчанлиги магнит индукцияси (B) нинг магнит майдони кучланганлигига нисбати билан аниқланади:

$$\mu_p = \frac{B}{\mu_0 H}$$

Магнит материалларнинг магнит сингдирувчанлиги бирдан юқори $\mu \gg 1$ ($\mu_p = \mu_0 \cdot \mu$, $\mu = 1,2566 \cdot 10^{-6}$ Гн/м) бўлади.

Ферромагнит материалларнинг магнит сингдирувчанлиги ҳароратга боғлиқ бўлиб (51-расм), Кюри нуктасига яқин қийматларда μ_p ўзининг юқори қийматига эришади. Кюри нуктасидан юқори ҳароратларда спонтан магнитланиш соҳасида иссиқлик ҳаракати бузилиб, материалнинг магнит хоссаси йўқолади. Чулғамда магнит ўзак бўлмаганда магнит индукция қиймати ундан ўтаётган ток ҳисобига содир бўлади. Агар чулғамга магнит ўзак кирицак, электр токи ҳисобига содир бўладиган магнит майдони ўзакни янада магнитлаб, қўшимча куч чизиклари ҳосил бўлиши натижасида магнит индукциясининг ёки магнит оқимининг кескин

ошишига олиб келади. Ўзак кесим юзасида ҳосил бўладиган кўшимча куч чизиқлари қайта магнитланиш дейилади ва и билан белгиланади.



51-расм. Ферромагнит материаллари магнит сингдирувчанлигининг ҳароратга боғлиқлиги.

Бу қиймат магнит майдон кучланганлиги (H) ва магнит материали сифати (χ) га ёки жисмнинг магнит қабул қилиш коэффициенти $\mu = \chi \mu_0$ га боғлиқ. Чулғамга магнит ўзак киритилгандан сўнг магнит индукциясининг кўпайган қиймати қуйидагича бўлади:

$$B = \mu_0(H + j) = \mu_0(X + \chi X) = \mu_0 X(1 + \chi) = \mu_r X,$$

бунда $\mu_r = \mu_0(1 + \chi)$ - магнит материалининг магнит сингдирувчанлиги.

Магнит материали сифатини аниқлашда нисбий магнит сингдирувчанлик катталигидан фойдаланилади:

$$\mu = \frac{\mu_r}{\mu_0} = 1 + \chi.$$

Магнит сингдирувчанлик чулғамга магнит ўзак киритилганда магнит оқимининг кўпайишини билдиради. Бу юксалиш бир неча ўн минг мартагача ортади.

Узунлиги L , кесим юзаси S бўлган ўзакнинг магнит қаршилиги қуйидагича аниқланади:

$$R_\mu = \frac{L}{\mu^2 S} = \frac{L}{\mu \cdot \mu_0 S}.$$

Шундай қилиб, ғалтакка ўзак киритилиши натижасида магнит қаршилиги μ га боғлиқ равишда камаяди.

Магнит сингдирувчанлиги бўйича барча қаттиқ жисмлар суств (диамагнит $\mu < 1$, парамагнит $\mu > 1$) ва кучли магнит материалларга (ферромагнит $\mu \gg 1$) бўлинади. Магнит материаллари сифатида кучли магнит материаллар қабул қилиниб, улар магнит майдон кучланганлигига кучли равишда боғлиқ бўлади. Магнит индукцияси B ва магнит майдон кучланганлиги H ўртасидаги боғлиқлик $[B = f(H)]$ магнит материалининг *магнитланиш эгри чизиги* деб аталади. Бунда магнит материали $H = H_r$ қийматда тўйинади (50-расм, а).

Магнит сингдирувчанликнинг ҳароратга қараб ўзгариши магнит сингдирувчанликнинг ҳарорат коэффициенти билан аниқланади:

$$TK_{\mu_p} = \alpha_{\mu_p} = \frac{1}{\mu_r} \frac{d\mu_r}{dt}.$$

Агар ферромагнит ташқи магнит майдони тасирида аста-секин магнитланса ва маълум қийматдан сўнг майдон кучланганлиги пасайтира борилса, индукция ҳам камай боради. Лекин бу камайиш асосий чизиқ бўйлаб эмас, балки малум кечикиш билан (гистерезис ҳодисаси туфайли) рўй беради. Майдон кучланганлиги тескари

йўналишда оширилганда материал магнитсизланиши, ўта магнитланиши мумкин ва магнит майдон йўналиши яна ўзгартирилса, индукция яна асл ҳолатига қайтади, я`ни гистерезис ҳалқаси пайдо бўлади.

Магнит материали бўлмаганда ўрамлари сони n та бўлган сим чулғамидан ток ўтказиш орқали магнит оқими ҳосил қилиш мумкин. Агар ўрамдаги симнинг кесим юзаси S , чулғам узунлиги L бўлса, магнит оқими Φ қуйидагича аниқланади:

$$\Phi = \frac{\mu_0 n j S}{L}$$

ёки бошқа кўринишда:

$$\Phi = \frac{F}{R_\mu} \text{ Вб,}$$

бунда Φ -магнит юритувчи куч, А; $R_\mu = \frac{L}{\mu_0 S}$ -магнит қаршилик, Гн^{-1} .

Магнит оқимининг зичлиги ёки магнит индукцияси:

$B = \frac{\Phi}{S} = \mu_0 H \text{ Вб/м}^2$. Магнит материали учун чизилган $B=f(H)$ характеристикадан

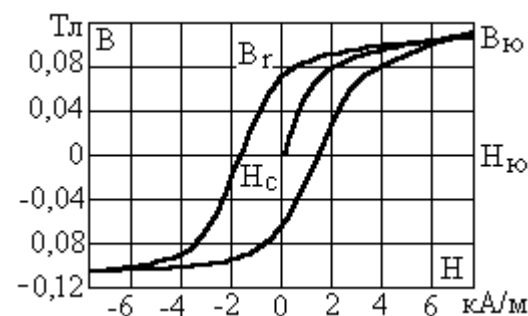
фойдаланиб, магнит сингдирув чанлик μ_r нинг магнит майдон кучланганлиги (H) га бўлган боғлиқлиги аниқланади.

Агар магнит майдон кучланганлиги ва магнит индукциялари нолга тенг бўлса, уларнинг нисбати мавҳум бўлиб қолади. Тажрибадан аниқланишича, кучсиз магнит майдонида μ_r қиймати ма`лум бошланғич сингдирувчанлик μ_{r0} га интилади. Магнит майдонининг ма`лум қийматида магнит сингдирувчанлик ($\mu_{r \text{ max}}$) ўзининг юқори қийматига эришади. Майдон кучланганлиги янада оширилса, магнит материалининг μ_r қиймати пасая боради.

Демак, магнит материалида магнит сингдирувчанлик ўзининг аниқ бир қийматига эга бўлмай, балки магнит майдон кучланганлигига жуда ҳам боғлиқ экан. Шу сабабли, магнит материалининг μ_r қиймати келтирилганда магнит майдон кучланганлиги (H) ҳам кўрсатилиши шарт.

Магнит майдон кучланганлиги ўзининг H_m қийматидан камайтирилса (индукция B_m гача), гистерезис ҳодисаси кузатилади, я`ни магнит индукциясининг

кечкиши майдон кучланганлигининг ўзгаришига боғлиқ бўлади (52-расм).



52-расм.

Майдон кучланганлиги нолга тенг бўлганда магнит индукцияси қандайдир қолдиққа эга бўлиб, у индукция қолдиғи (B_r) дейилади. Индукция қолдиғига магнит майдон кучланганлигининг тескари йўналишида, унинг $H_c = 0$ қийматида

эришилади, бунда H_c коерцитив куч деб аталади.

Кучсиз тоқлар соҳасида қуйидаги қийматдан фойдаланилади:

$$Q = \frac{\omega L}{r},$$

бунда ω -бурчак частота, Гц; L-чулғам индуктивлиги, Гн; r-ўзақдаги эквивалент қаршилиқ Ом.

3. Юмшоқ ва қаттиқ магнит материаллар.

Магнит материаллар юмшоқ ва қаттиқ турларга бўлинади. Юмшоқ магнит материаллардан магнитли ўтказгичлар тайёрланади. Бу материалларнинг магнит сингдирувчанлигининг бошланғич қиймати катта бўлиши керак. Юмшоқ магнит материалларида солиштирма қаршилиқ нисбатан катта қийматга, коерцитив куч ($H_c < 0,1$ А/м) эса кичик қийматга эга бўлиши керак. Бу материалларга соф темир, темирнинг кремний,

никел ва кобалт билан қотишмаларини мисол тариқасида келтириш мумкин.

Техник соф темир (қўшимчалари 0.1%) оддий печларда олинади. Унинг айрим магнит хоссалари б-жадвалда келтирилган. Бу темир ўзгарувчан ток занжирида ишлатиладиган электр магнити ёки реле учун ўзақлар тайёрлашда ишлатилади. Улар варақ ёки цилиндр шаклда юпқа (0,2-4 мм) қилиб тайёрланади.

Турлича ишлов берилган темирнинг таркиби ва магнит хоссалари

б-жадвал

Материал	қўшимчаларнинг микдори, %		Магнит хоссалари		
			Магнит сингдирувчанлик		Коерцитив, куч, H_c А/м
	углерод	кислород	$\mu_{р б}$	$\mu_{р ю}$	
Техник соф темир	0,020	0,060	250	7000	64,0
Электролитик темир	0,020	0,010	600	15000	28,0
Карбонил темир	0,005	0,005	3300	21000	0,4
Вакуумда эритилган электролитик темир	0,010	-	-	61000	7,2
Водородда ишлов берилган темир	0,005	0,003	6000	200000	3,2
Водородда яхшилаб ишлов берилган темир	-	-	20000	340000	2,4

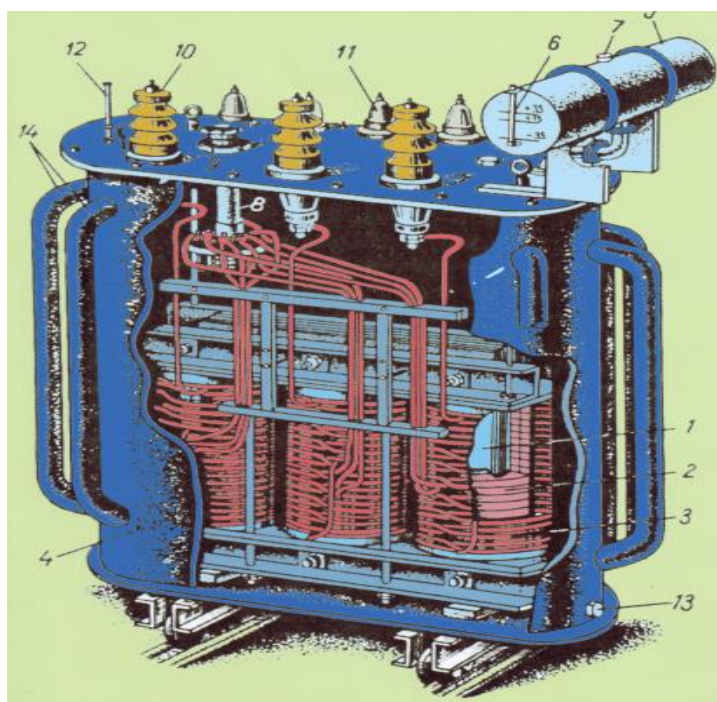
10-мавзу. ТРАНСФОРМАТОРЛАР

- Режа:*
1. Трансформаторларни вазибалари ва қўлланилиш сохалари.
 2. Бир фазали трансформаторларни тузилиши ва ишлаш принципи.
 3. Трансформаторларнинг иш режимлари.
 4. Трансформаторларни алмашилиш схемалари ва вектор диограммалари.
 5. Трансформаторларда қувват исрофи ва паспорт маълумотлари.

1. Трансформаторларни вазибалари ва қўлланилиш сохалари.

Ўзгарувчан ток кучланишини частотасини ўзгартирмай унинг миқдорини орттирувчи статик электромагнит аппарат, ёки кучланиш миқдорини орттириб ёки камайтириб берадиган электроиндукцион статик аппарат—трансформатор дейилади. Электр энергияси, электростанция генераторларидан истеъмолчиларга узатилади; истеъмолчилар эса кўпинча станциядан узок масофаларда жойлашган бўлади. Энергия исрофларини камайтириш ва симларнинг оғирлигини камайтириш мақсадида генераторлардаги кучланиш миқдорларинини бир неча ўн ёки юз маротаба катта бўлган электр узатиш кучланишигача кўтариш керак бўлади.

Трансформаторлардан жуда кўп мақсадларда фойдаланилади. Трансформатор берк пўлат ўзак—магнит ўтказгичдан тузилган бўлиб, бу магнит ўтказгичга ўзаро электр контактга эга бўлмаган икки ёки бир неча чулғам ўрамлари жойлаштирилган бўлади. Магнит ўтказгичнинг чулғамлари жойлашган қисми ўзак – деб аталади.



53-расм. Уч фазали трансформаторнинг тузилиши.

2. Трансформаторларни тузилиши ва ишлаш принципи.

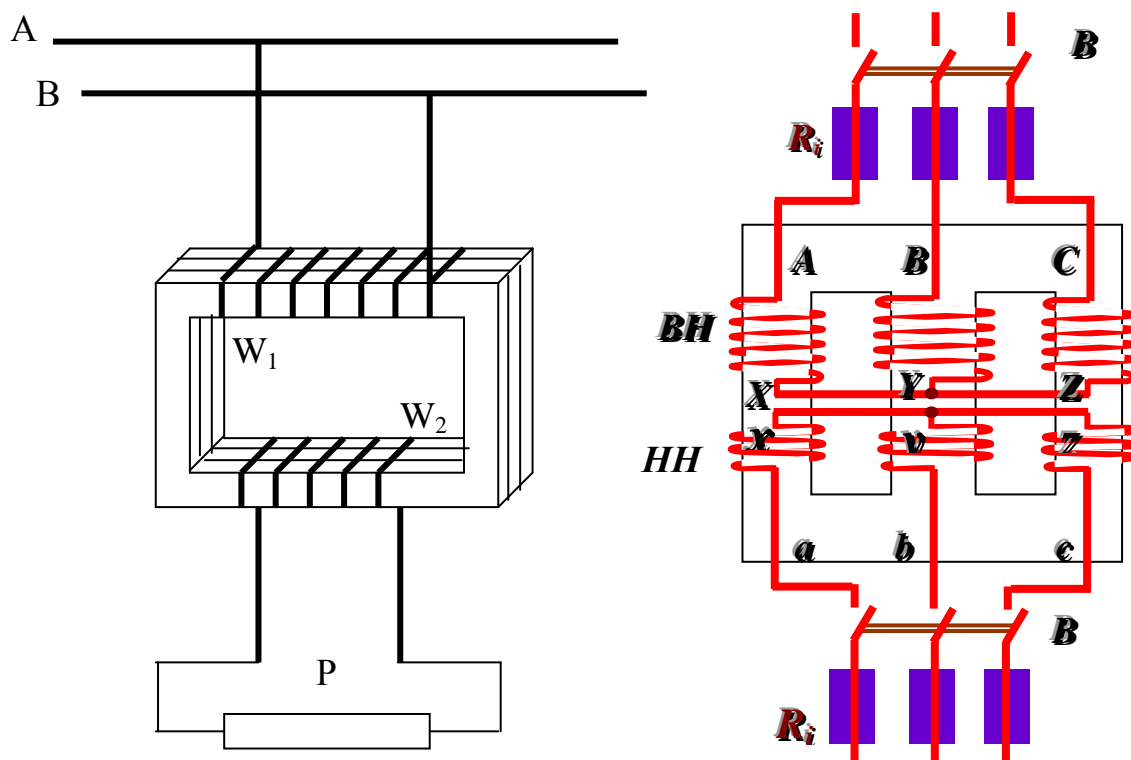
Электр энергияси манбаадан келиб кирадиган чулғам – бирламчи чулғам деб, энергия истеъмолчиси уланадиган бошқа чулғам иккиламчи чулғам деб аталади.

Бирламчи чулғамга берилган ўзгарувчи U_1 кучланишдан I_1 ток ва пўлат ўзак орқали ёпилувчи Φ магнит оқими хосил бўлади. Электромагнит индукция қонунига асосан ўзгарувчан Φ магнит оқими таъсирида бирламчи чулғамда ўзиндукция ЭЮК и E_1 ни, иккиламчи чулғамда эса ўзароиндукция ЭЮК и E_2 ни юзага келтирилади.

Агар иккиламчи чулғамга юклама уланса I_2 юклама токи хосил бўлади ва иккиламчи кучланиш U_2 ни камайишига сабаб бўлади. Юқори кучланишли чулғамдаги ЭЮК кийматининг паст кучланишли чулғамдагига нисбати трансформаторларнинг

трансформация коэффициентини дейилади ва K билан белгиланади.
$$K = \frac{E_1}{E_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

Трансформация коэффициентига боғлиқ равишда трансформаторлар кучайтирувчи ёки пасайтирувчи гурухларга бўлинади.

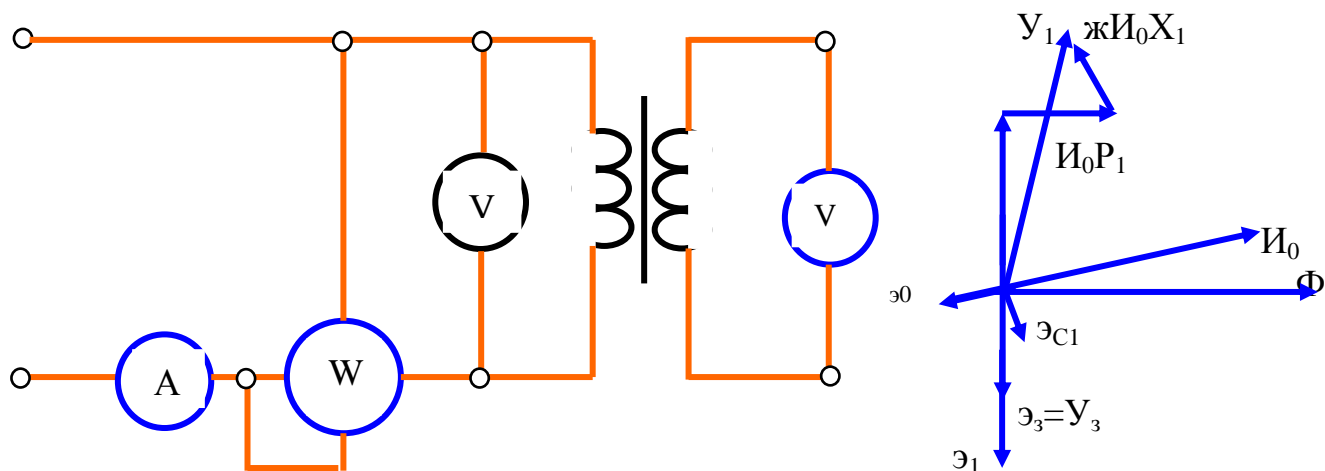


54-расм. Бир ва уч фазали трансформаторнинг принципиал схемаси.

3. Трансформаторларнинг иш режимлари.

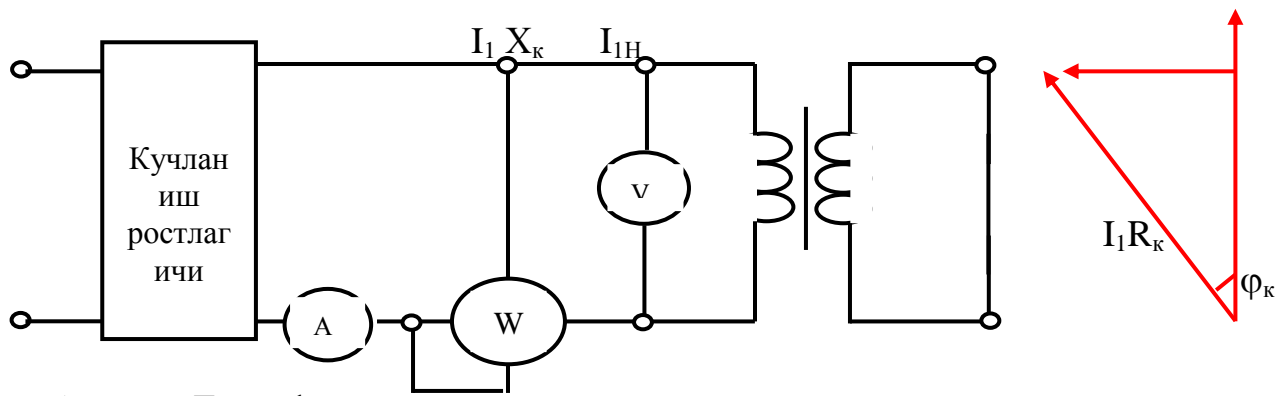
Трансформаторлардан фойдаланиш жараёнида асосан уч хил кўринишга эга бўлган иш режимлари кузатилади. **1. Салт ишлаш режими.** Трансформаторнинг бирламчи чулғамига номинал кучланиш берилиб, иккиламчи чулғам юкласиз бўлган режим унинг салт ишлаш режими дейилади. **2. Қисқа туташув режими.** Номинал юклама

билан ишлаётган трансформаторнинг иккиламчи чулғами тасодифан қисқа туташиб қолса, унда бу режим қисқа туташув режими дейилади. Ундай ҳолатда чулғамдан номиналга нисбатан 10-20 марта катта ток ўтиши мумкин.



55-расм. Трансформаторнинг принципиал схемаси ва вектор диаграммаси.

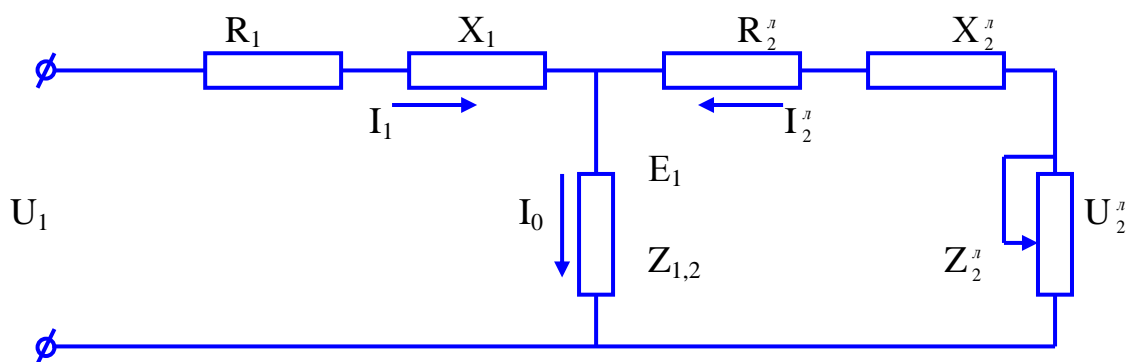
Бунда релели химоялагичлар ишга тушиб, уни бир онда электр тармогида ажратади, акс ҳолда трансформатор да катта носозликлар юзага келиши мумкин. **3.Юкламали иш режими.** Бу режимда трансформаторга унинг характерловчи катталикларидаги юкламалар уланиб, у номинал ҳолатда ишлайди. Қисқа тутушувдаги трансформатор параметрларини аниқлаш учун қисқа туташув тажрибасидан фойдаланилади.



56-расм. Трансформаторнинг қисқа туташув иш режими ва вектор диаграммаси.

Агар салт ишлаш режимидаги трансформаторнинг иккиламчи чулғамига Z_H юклама уланса, юклама токи I_2 ҳосил бўлади. Бунда бирламчи чулғам занжиридаги кучланишлар тушуви кичик бўлганлиги сабабли ҳисобга олинмаса ҳам бўлади. Бу иш режим юкламали иш режими ҳисобланади. Иккиламчи параметрлари бирламчига келтирилган трансформаторни унга эквивалент бўлган электр схемаси билан алмаштириш мумкин. Демак, келтирилган трансформаторга эквивалент бўлган электр схемаси трансформаторнинг эквивалент схемаси дейилади. Эквивалент схема асосида унда-

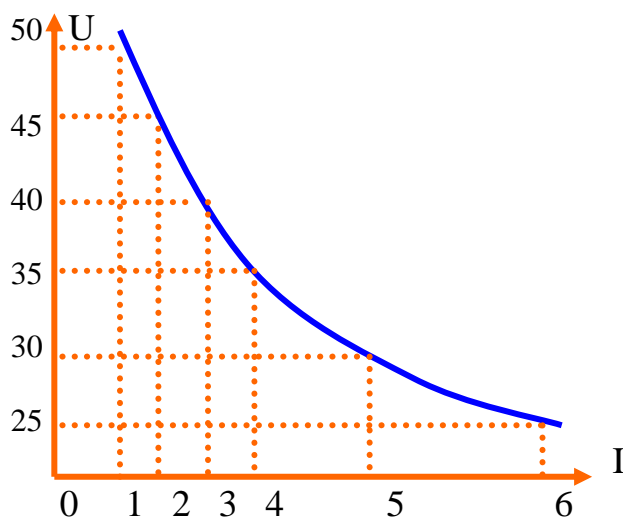
ги электромагнит жараёнларни тахлил килиш хамда трансформатор уланган электр тармоғини хисоблаш анча енгиллашади.



57-расм. Трансформаторнинг эквивалент схемаси.

Трансформаторнинг салт ишлаш ва қиска туташув тажрибаларидан аниқланган параметрларидан фойдаланиб, эквивалент схема асосида унинг вектор диограммаси курилади. Иккиламчи чулғамдаги U_2 кучланишнинг юклама I_2 токига боғланадини ифодаловчи график трансформаторни ташқи характеристикаси дейилади. Трансформаторда энергия исрофлари умуман нисбатан кўп эмас. Трансформаторларни қувати га караб ФИК нинг қиймати $\eta = 0,96 \dots 0,995$ гача бўлади.

Шу сабабали киришдаги P_1 ва чиқишдаги P_2 қувватни бевосита ўлчашда аниқ натижа бермаслиги мумкин. Бунда ФИК ни аниқлашнинг анча ишончли бевосита усули – салт ишлаш ва қиска туташувдаги исрофлар қуввати ўлчангандан кейин аниқлаш усули қўлланилади:



58-расм. Трансформаторнинг ташқи характеристикаси.

Электр энергияси узоқ масофалардан кам исроф билан олиб келишда истеъмолчиларга тақсимлашда, ўлчов ишларида хамда умумий энергетик тизим яратишнинг асосий омили трансформаторлардан фойдаланиш хисобланади.

$$U_{\text{ни ФИК и}} \eta = \frac{P}{P_2} \cdot 100\% = \frac{P_2}{P_2 + P_M + P_{II}} \cdot 100\% = \frac{U_2 I_2 \cos \varphi_2}{U_2 I_2 \cos \varphi_2 + P_M + P_{II}} \cdot 100\%$$

Назорат саволлари.

1. Трансформатор нима?
2. Трансформаторнинг конструкцияси қандай?
3. Унинг иш режимлари қандай?
4. Трансформаторнинг турларини санаб беринг?
5. Трансформация коэффициенти нима?
6. Фойдали иш коэффициенти қандай?
7. Трансформаторнинг ташқи характеристикаси нима?
9. Трансформаторнинг вектор диаграммаси қандай?
10. Ўлчов трансформаторларини турлари қандай?

11-мавзу: ЎЗГАРМАС ВА ЎЗГАРУВЧАН ТОК ЭЛЕКТРОМАГНИТ ҚУРИЛМАЛАРИ

- Режа:*
1. Умумий маълумотлар.
 2. Магнит кучайтиргичлар.
 3. Кучайтириш коэффициенти.

Ферромагнитавий кучайтиргичлар электрик юритмаларни бошқариш занжирларида, релели химояларда, автоматик қурилмаларда кўпинча датчиклардан келадиган сигналлар қуввати ростланувчи миқдорларни кўрсатилган даражада ушлаб туриш учун қўлланиладиган ростловчи қурилмаларни бошқариш учун етарли бўлмайди. Бундай холларда кучсиз сигналларни кучайтириш учун кучайтиргичлардан фойдаланилади.

Кучайтиргич деб, кириш сигналинини кўриниши ва физик табиатинини ўзгартирмаган холда, кучайтириш учун қўлланиладиган қурилмага айтилади. Қувват бўйича сигнални кучайтириш ташқи манбаа энергияси эвазига бошқарилади. Автоматик қурилмада турли кучайтиргичлар қўлланилади: **Магнитли, электрон, яримўтказгичли, электр машинали, гидравлик, пневматик** ва бошқалар.

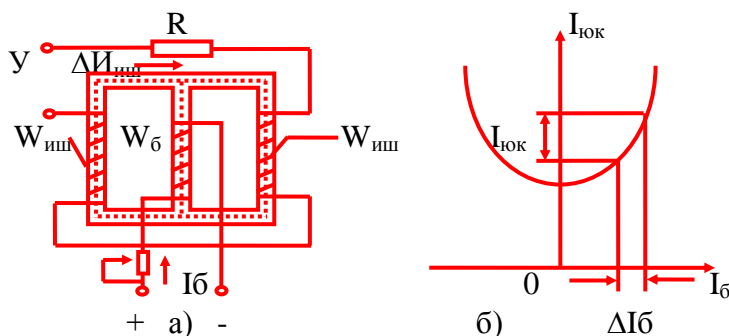
Кучайтиргичларни асосий тавсифларидан бири, уларни кучайтириш коэффициенти дир. Кучайтиргични қувват бўйича **кучайтириш коэффициенти** – деб уни чиқиш қуввати ($P_{\text{чик}}$)ни, кириш қуввати ($P_{\text{кир}}$)га нисбатига айтилади:

$K = P_{\text{чик}} / P_{\text{кир}}$; Кучайтиргичларни ток ва кучланишлар бўйича кучайтириш коэффициентилари: $K_I = I_{\text{чик}} / I_{\text{кир}}$, $K_U = U_{\text{чик}} / U_{\text{кир}}$ бўлади.

2. Магнит кучайтиргичлар.

Магнит сигнал кучайтиригичларни ишлаши ишчи чулғам индуктивлигининг ўзакни ўзгармас ток орқали магнитлашга боғлиқлигига асосланган. Қуйидаги 59-расмда соддалаштирилган магнит кучайтиргич схемаси берилган. У уч стерженли пўлат ўзакдан, бошқариш чулғами W_6 ҳамда ишчи чулғами $W_{\text{иш}}$ дан иборат (59-расм).

Бошқарув чулғамидаги ток $I_б$ ни ўзгариши юкламадан ток $I_{юк}$ ни ўзгаришига олиб келади. Ток $I_б$ ни ортиб бориши эса магнитловчи майдонни кучайтиради, магнит ўтказувчанлик ва индуктивлик эса камаяди. Натижада юклама занжирида



59-расм. (а) Магнит кучайтиргич схемаси ва (б) юклама токини бошқариш токига боғлиқлиги. 59 (б)-расмда юкламадаги ток кучи ($I_{юк}$)ни бошқарув чулғамидаги токи ($I_б$) га боғлиқлиги акс эттирилган.

тўла қаршилик камайиб ток $I_{юк}$ ни ортишига сабаб бўлади. Бошқариш чулғами ўзгармас ток манбаасига уланади ва у ўзакни магнитлаш учун керак. Ишчи чулгамлар ва юклама ўзгарувчи ток тармогига кетма-кет қилиб уланади. Узгарувчан ток кучланиши ва актив қаршилик R ўзгармаганда юкламадаги ток занжири индуктив қаршилиги X_L га боғлиқ бўлади, яъни

$$I_{юк} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + X_L^2}}$$

Индуктив қаршилик эса ўзгарувчан ток бурчак частотаси (ω) хамда чулгам индуктивлиги L га боғлиқ, яъни $X = \omega L$. Индуктивликни қуйидаги формуладан топиш мумкин: $L = 4\pi \cdot 10^{-7} W^2 C / L \cdot \mu$ бунда W -чулгамлар сони; C -ўзак кесим юзаси, m^2 L -пўлат ўзакни ўртача узунлиги, m ; μ -магнит ўтказувчанлик. Бу формуладан кўриниб турибдики, индуктивлик магнит ўтказувчанликка тўғри пропорционал экан.

59 (б)-расмда юкламадаги ток кучи ($I_{юк}$)ни бошқарув чулғамидаги ток ($I_б$)га боғлиқлиги акс эттирилган. Бошқарув чулғамидаги ток $I_б$ ни ўзгариши юкламадан ток $I_{юк}$ ни ўзгаришига олиб келади. Ток $I_б$ ни ортиб бориши эса магнитловчи майдонни кучайтиради, магнит ўтказувчанлик ва индуктивлик эса камаяди. Натижада юклама занжиридаги тўла қаршилик камайиб ток $I_{юк}$ ни ортишига сабаб бўлади. Магнитли кучайтиргичларни афзаллиги уларни содда тузилишга эга эканлигидир.

Назорат саволлари:

1. Кучайтиргич деб нимага айтилади?
2. Кучайтиргични асосий тавсифини ёритинг?
3. Магнит сигнал кучайтиргични изоҳланг?
4. Магнит сигнал кучайтиргич афзаллиги нимада?
5. Электрон кучайтиргични тушинтиринг?
6. Яримўтказгичли кучайтиргични тушинтиринг?

12-мавзу: ЎЗГАРМАС ТОК МАШИНАЛАРИ

- Режа:* 1. Ўзгармас ток машиналари хақида умумий тушунчалар.
2. Уларнинг тузилиши ва ишлаш принципи.
3. Ўзгармас ток моторларини тормозловчи ва айлантирувчи моментлари.
4. Ўзгармас ток моторларининг турлари.

1. Ўзгармас ток машиналари хақида умумий тушунчалар.

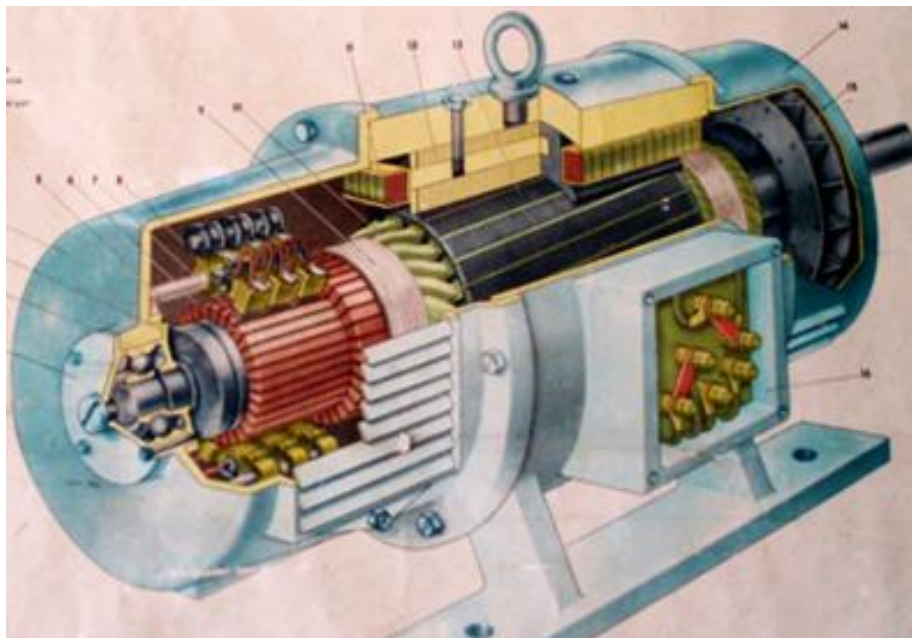
Механик энеергияни электр энегиясига ёки электр энергиясини механик энергияга айлантириб бериш учун ишлатиладиган қурилма – электр машиналари дейилади. Биринчи холда у генераторлар деб, иккинчи холда эса двигателлар деб аталади. Ўзгармас ток машиналари электрлаштирилган темир йўлларда, электролиз қилиш қурилмаларида, шахталарнинг кўтарма лифтларида, прокат станларида ишлатилади. Шунингдек, тезликни кенг чегарада ростлаб туриш зарур бўлган қурилмаларда ишлатилади. Ўзгармас ток машиналарини ўзгарувчан ток машиналаридан олдин яратилган. Ўзгармас ток машиналари қайтувчанлик хоссасига эга бўлиб, у ҳам двигател сифатида ҳам генератор сифатида ишлай олади. Уларнинг ҳам тузилиши бир – хил, машинасозлик заводларида бир хилда ишлаб чиқарилади. Бир машинанинг ўзи генератор режимида бирламчи двигателнинг механик энергиясини–электр энергиясига, двигател режимида эса электр энергиясини механик энергияга айлантиради. 1838 йили академик Борис Якобы **ўзгармас ток** машинасини яратди ва амалда ишлатиб кўрсатди. Ўзгармас ток машиналарини тараққий эта бориши билан уларни ишлаб чиқариш камайиб борди. Бунга асосий сабаб уларнинг конструкциясини мураккаблигидир. Шунга қарамай ўзгармас токни электр энергиясидан фойдаланишнинг маълум сохаларида ўзгарувчан тоқлар билан алмаштириб бўлмаслиги, ҳамда у бирмунча авфзалликларга эга бўлганлиги учун, шу кунгача ҳам ишлатилиб келинмоқда.

2. Уларнинг тузилиши ва ишлаш принципи.

Ўзгармас ток машиналари, асосан кўзгалмас қисм–статина (статор) ва кўзгалувчан қисм – якорь (ротор) дан иборат бўлади. Статор йирик машиналар учун пўлатдан, кичик машиналар учун чўяндан қуйиб ясалади ва унга кутбларнинг ўзаклари ўрнатилади. Бош кутблар статинанинг ички сиртига ўрнатилган бўлиб,

унга уйғотиш чулғамлари ўралган бўлади. Бош кутб машинанинг асосий магнит майдонини хосил қилади.

Якорь цилиндрсимон магнит ўзак бўлиб махсус ўққа ўрнатилган бўлади. У қалинлиги 0,35...0,5 мм ли махсус электротехник пўлат пластинкалар тўпламидан тайёрланади. Уюрма тоқларнинг хосил бўлишига нисбатан бўлган ва қувват исрофини камайтириш мақсадида пластинкалар бир – биридан лак билан изоляция қилинади. Айланувчан якорнинг чулғамларида ўзгарувчан ЭЮК хосил қилиниб, коллектор ва чўткалар ёрдамида генератордан ўзгармас ток олинади. У алохида – алохида сексия қилиниб махсус пазларга жойлаштирилади. Чулғамнинг учлари коллектор пластинкаларига чиқарилиб кавшарланади. Коллектор цилиндр шаклида бўлиб, мисдан ёки латундан ясалган алохида – алохида пластинкалардан иборат. Пластинкалар бир – биридан ва корпусдан миканит манжета билан изоляцияланади. Корпусга ўрнатилган чўткалар ёрдамида коллектордан ток олинади. Чўтка махсус туткичга ўрнатилган бўлиб, кўмир, графит, мис ёки бронза аралашмасидан тайёрланади. Машинани якори бирламчи двигатель билан ўзгармас тезликда айлантирилганда уни чулғами ўрамларини бош магнит куч чизиклари кесиб ўтади. Натижада магнит индукция қоидасига биноан, ЭЮК индукцияланади, яъни $E=c \cdot n \cdot \Phi$ бу ерда c – коэффициент, n – якорнинг айланишлар тезлиги, Φ – магнит оқим (Вб). Якорь чулғами шундай ясалганки, худди параллел тармоқлардаги сингари уларнинг хар бир симларида хосил бўлган ЭЮК ларнинг йўналиши бир хил бўлади. Шундай қилиб, худди бир хил бирламчи элементларни группа қилиб уланганидагига ўхшаш схема хосил бўлади. Якорь айланганида колектор палстинкалари кўзгалмас чўткалар га нисбатан узлуксиз харакатланиб туради.



60-расм. Доимий ток двигателларини тузилиши.

Бунинг натижасида баъзи актив симлар биринчи параллел тармоқдан иккинчи параллел тармоққа, баъзилари иккинчи параллел тармоқдан биринчи параллел тармоққа улашиб туради. Шунинг учун орасида натижавий ЭЮК, исталган параллел тармоқдаги актив симлар ЭЮК сига тенг ва доимий бўлади.

Якорь актив симлари машинанинг магнит майдонида бўлгани учун бу симлар якорнинг айланиш ўқиға нисбатан кучлар моменти хосил қилувчи электромагнит кучлар таъсирида бўлади. Ўнг қўл қоидасига биноан, якорь симларидаги ЭЮК ва токнинг йўналишини аниқлаймиз. Сўнгра чап қўл қоидасидан фойдаланиб, электромагнит кучнинг ва кучлар моментининг йўналишини аниқлаймиз. Якорь доимий тезлик билан айланиши учун бирламчи двигатель шу моментга тенг ва қарама – қарши йўналган момент – айлантурувчи момент хосил қилиши керак.

3. Ўзгармас ток моторларини тормозловчи ва айлантурувчи моментлари.

Ўзгармас ток машиналаридаги генераторнинг тормозловчи моменти ва двигателнинг айлантурувчи моменти Ампер қонунига биноан жуда қулай топилади. Якорь чулғами параллел тармоқлардан ташкил топганлиги учун якорь токи улар орасида бўлинади. Демак якорнинг хар ўтказгичидан $I = \frac{I_{я}}{2a}$ ток ўтади. Ўтказгичдаги ток билан магнит майдонининг ўзаро таъсири натижасида қуйидагича электромагнит куч хосил бўлади яъни $F = B \cdot I \cdot \ell = B \frac{I_{я} \cdot \ell}{2a}$. Бу куч магнит индукцияси В га нисбатан

Ўтказгичнинг кутб остидаги холатига қараб ўзгаради. Агар битта кутб остидаги индукцияни ўртача қийматини олсак $F_{yp} = B_{yp} \cdot \ell \frac{I_{я}}{a}$. Бу кучга тўғри келадиган момент $M_{yp} = \Phi_{yp} \cdot D$: бу ерда D – якорнинг диаметри. Якорнинг бутун N симларида ҳосил бўладиган момент албатта катта бўлади. $M = M_{yp} \cdot H = B_{yp} D \cdot \ell \frac{I_{я}}{a} \cdot N$:
 Якорь битта кутбнинг магнит оқимини кесиб ўтаётган юзаси $S = \frac{\pi D \ell}{2a}$ га тенг.
 Шу юзанинг ўртача индукциясига кўпайтмаси бир кутбнинг магнит оқимини беради. У қуйидагича $\Phi = B_{yp} \frac{\pi D \ell}{2a}$; $B_{yp} \cdot \ell \cdot D \frac{2\Phi P}{\pi}$: бўлади. Бу қийматни момент формуласига қўйсак; $M = \frac{2 \cdot \Phi \cdot P \cdot I_{я}}{\pi \cdot 2a} \cdot N = \frac{1}{\pi} \frac{P}{2a} \cdot N \cdot \Phi \cdot I_{я}$: у ҳолда $M = K_m \cdot \Phi \cdot I_{я}$: бўлади.
 Бу ерда K_m – берилган машина учун ўзгармас қиймат. Бу момент генераторда тормозловчи вазифасини бажарса, двигателда айлантирувчи вазифасини бажаради. Генераторни якорини айлантирадиган бирламчи двигатель ана шу тормозловчи моментни енгиши керак.

4. Ўзгармас ток моторларининг турлари.

Ўзгармас ток машиналари уйғотиш чулғамининг қандай ток билан таъминланганлигига қараб, мустақил уйғотишли ва ўз–ўзидан уйғотишли генераторлар бўлади.

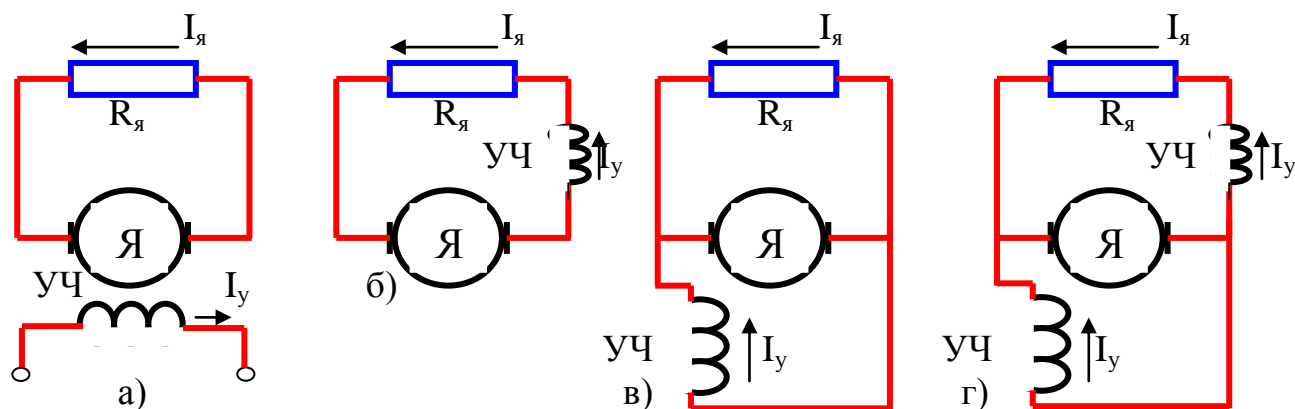
1. Мустақил уйғотишли ўзгармас ток машиналарида электромагнитларнинг чулғамлари ташқи ўзгарувчан ток манбаидан, масалан аккумуляторлар батареясидан энергия билан таъминланади.

2. Ўз – ўзидан уйғотишли машиналарга ток машинанинг якорь чулғамидан келади.

Уйғотиш чулғамининг якорга уланиш усулига қараб, а) кетма – кет уйғотишли,

б) параллел уйғотишли, в) аралаш уйғотишли ўзгармас ток машиналарига бўлинади.

Улар принципиал схемаларда қуйидагича кўрсатилади (61-расм).



61-расм. Уйғотиш чулғамини уланиши бўйича доимий ток моторларини турлари

- а) ташқи манбаадан уйғотишли, б) кетама – кет уйғотишли, в) параллел уйғотишли,
г) аралаш уйғотишли.

Ўзгармас ток машиналари ҳамма электр машиналари сингари магнит индукция принципига асосан ишлайди. Уларда икки хил магнит майдони таъсирида айланиш momenti M юзага келади. Якордаги тескари ЭЮК $E=C \cdot n \cdot \Phi$ га тенг. Шу сабабли двигателдаги ЭЮК мувозанат тенгламаси $I_a = \frac{U - E}{R_a}$ $n = \frac{U - I_a R_a}{C \Phi}$ бўлади.

Назорат саволлари.

1. Ўзгармас ток мотори деб қандай моторга айтилади?
2. Ўзгармас ток моторининг тузилиши ва ишлаш принципи қандай?
3. Ўзгармас ток двигателларини қандай турларини биласиз?
4. Ўзгармас ток машинасини momenti қандай аниқланади?
5. Ўзгармас ток мотори тезлигини қандай ростлаш мумкин?
6. Ўзгармас ток моторини авфзаллиги ва камчилиги нимада?

13-мавзу: АСИНХРОН МОТОРЛАР

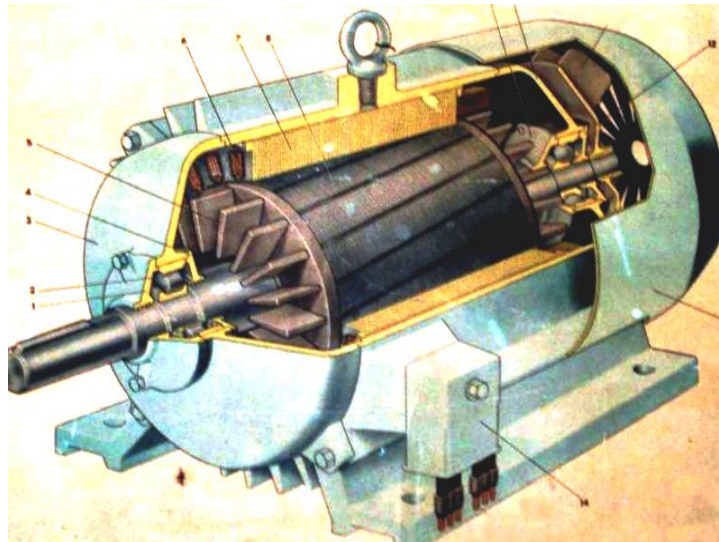
- Режа:* 1. Асинхрон моторлар хақида умумий тушунчалар.
2. Уч фазали асинхрон моторларни тузилиши ва ишлаш принципи.
3. Қисқа туташтирилган ва фаза роторли асинхрон двигателларни ишлатиш
4. Асинхрон двигателлар (АД) нинг қувват ва фойдали иш коэффициенти.
5. АД ларни айланишлар тезлигини ростлаш усуллари.

1. Асинхрон моторлар хақида умумий тушунчалар.

Асинхрон двигатели хозирги замон электр двигателларини энг кўп тарқалган тури хисобланади. Юксак техник ва иқтисодий кўрсаткичлари туфайли бу электр двигатели саноатда ва халқ хўжалигида жуда кўп қўлланилмоқда. АД тузилиши содда, фойдаланишга қулай, тан нархи арзон ва ундан фойдаланиш учун юқори малакали персонал талаб қилинмайди. АД ни 1889 йили М.О. Доливо–Добровольский кашф этган. Бу двигател ишлаб чиқаришда қўлланилаётган электр машиналарининг 85 % ташкил қилади. Уни асинхрон двигател деб номланишига сабаб, унда статордаги магнит оқимини айланишидан ротор айланишлар тезлиги албатта орқада қолишидир

2. Уч фазали асинхрон моторларни тузилиши ва ишлаш принципи.

Асинхрон электр двигатели – икки қисмдан иборат. Кўзгалмас қисм статор ва айланувчан қисм ротор. Двигателнинг статори қалинлиги 0,35...0,5 мм ли айрим электротехник пўлат листлардан йиғилади. Бу листлар бундан ташқари бир – бири билан лак орқали изоляцияланиб, шиббалаб, лакланиб статининг ички сиртига пресслаб қоқилади.



62-расм. Асинхрон двигателини тузилиши.

Статорнинг ички сиртига махсус пазлар ўйилган бўлиб уларга статорнинг чулғамлари жойлаштирилади. Бу двигатель ҳам ҳамма электр қурилмалари сингари магнит индукция принципига асосан ишлайди. АД нинг ротори ҳам махсус пўлат варақлардан (қалинлиги 0,35...0,5 мм ли) тайёрланиб, бир – бири билан лак билан изоляцияланиб, шиббалаб, махсус ўққа қоқилади ва унинг сиртки қисмига махсус пазлар ўйилган бўлади.

Бу пазларга фаза роторли АД ларда махсус чулғамлар ўралади, қисқа туташган роторли АД ларда эса олмахон каттачалари сингари қилиб мисдан ёки алминийдан қуйиб ротор чулғами тайёрланади. Бу қуйилган ўқказгичларни икки томони халқаси мон қилиб бир – бири билан туташтирилади.



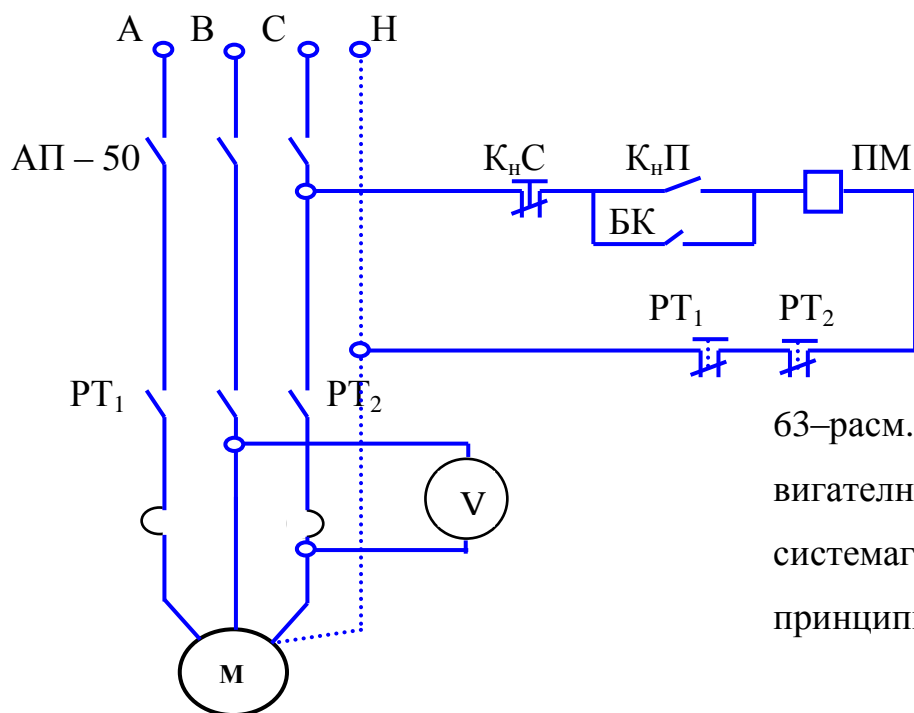
Қишлоқ хўжалик шароитида ўзгарувчан ток двигателлари кўпроқ қўлланилади, чунки, уларни тузилиши нисбатан содда, пишлоқ ихчам ва арзон. Ўзгарувчан ток двигателлари уч ва бир фазали қилиб ишлатиб қўйилади. Асинхрон двигателларни ротор чулғамларида эса ўзгарувчан ЭЮК индукцияланади ва ўзгарувчан ток оқади. Демак статор ва ротор ариқчаларида чулғамлар жойлашган бўлади. Двигателни статор чулғамлари уч фазали тармоққа уланганида манбаадан келаётган кучланиш айланувчан магнит майдонини ҳосил қилади. Шундай қилиб электр энергияси электродвигателларда механик энергияга айланади. Улар магнит индукциясига асосан ишлайди.

Асинхрон двигателлар иқтисодий кўрсаткичлари юқори, тузилиши содда, ихчам, бикир, енгил ва нисбатан арзон. Электродвигателлар нормал иш режимида ишлашга мўлжалланган ва у двигатель паспортида кўрсатилган бўлади. Саноатда уч хил режимда ишлайдиган электродвигателлар ишлаб чиқарилмоқда. 1. давомли (C_1), 2. Қисқа вақтли (C_2), 3. қисқа такрорланувчан (C_3) бўлади.

3. Қисқа туташтирилган ва фаза роторли асинхрон двигателларни ишга тушириш.

Уч фазали асинхрон электродвигателининг статори чулғами юлдуз ёки учбурчак схемада уланган бўлади. Чулғамларнинг бош ва охириги учлари клеммалар билан тугалланиб, бу клеммалар электр двигатели статорига маҳкамланган щитга жойлаштирилган бўлади. Электр машиналарига оид стандартга кўра статор чулғамларининг ташқарига чиқарилган учлари щитда белгилаб қўйилади.

Масалан тармоқ кучланиши 380 В бўлганда ва номинал фаза кучланиши 220 В бўлганда асинхрон электродвигателни чулғамлари фақат юлдуз усулида уланиши керак. Шундай қилиб, ҳар бир электродвигатель чулғамида бир – биридан $\sqrt{3}$ марта фарқ қиладиган тармоқ кучланиши бўлади.

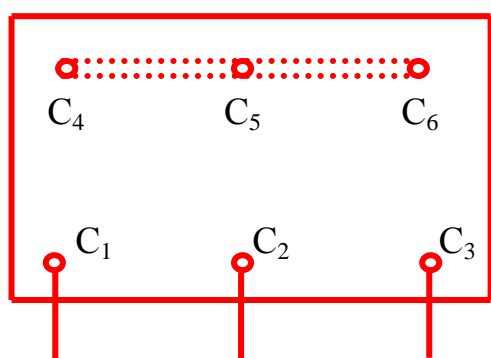


63–расм. Асинхрон вигателни уч фазали системага уланиш принципал схемаси.

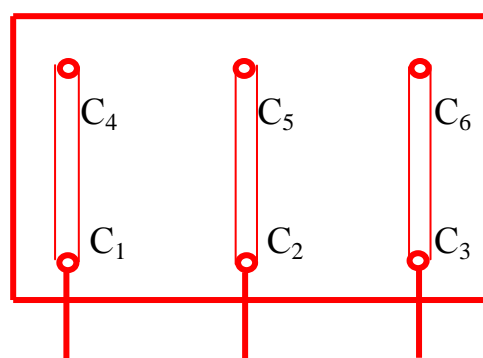
Чулғамнинг бош учлари C_1 C_2 C_3 ва чулғамнинг охириги учлари C_4 C_5 C_6 билан белгиланади. Асинхрон двигателининг ҳар бир фазаси чулғамлари маълум номинал фаза кучланишига мўлжалланган бўлади. Агар электр двигатели уланиши зарур бўл-

ган тармоқнинг линия кучланиши, электродвигателнинг нормал фаза кучланишига тенг бўлса, унинг чулғамлари учбурчак усулида уланади. Агар двигатель уланиши керак бўлган тармоқнинг линия кучланиши номинал фаза кучланишидан $\sqrt{3}$ марта катта бўлса, асинхрон электродвигателнинг чулғамлари юлдуз усулида уланади. Қуйида асинхрон двигателни тизимга уланишининг принципиал схемаси келтирилган.

Кичик қувватли электродвигателни юргизиб юбориш учун рубильникни тармоққа бевосита туташтириш кифоя. Бундай усулда двигателни тармоққа улаш мумкин ёки мумкин эмаслигини тармоқнинг белгиланган қувватига қараб аниқланади ва аввал текшириб кўрилади. Юргизиб юборишнинг дастлабки пайтида магнит оқимининг ҳаракатсиз турган роторга нисбатан жуда катта тезлик билан айланиши туфайли роторда жуда катта электр юритувчи куч пайдо бўлади. Асинхрон двигателларни клеммалари уланиш усулига қараб икки хил улаш мумкин, юлдуз усулида ва учбурчак усулида. Уларни уланиш усуллари қуйида келтирилган.



64-расм. Чулғамларнинг юлдуз усулида уланганда клеммаларнинг ўзаро туташтирилиши.



65-расм. Чулғамларни учбурчак усулида уланганда клеммаларнинг ўзаро туташтирилиши.

Шунга мувофиқ ротордаги ток ҳам номинал токдан 5 – 7 марта ортиқ бўлади. Статор токи ҳам 4 – 7 мартагача ортади. Двигателни юргизиб юбориш токи катта бўлишига қарамай унинг ўзи учун ҳеч қандай хавф туғдирмайди, чунки бу ток тезда пасайиб қолади ва машина йўл қўйиб бўлмайдиган даражада қизишга улгурмайди.

Қисқа туташган роторли асинхрон моторни ишга туширганимизда унинг статорига манбаадан кучланиш келади ва двигателни статори чулғамларида айланма магнит майдони ҳосил бўлади. Бу айланма магнит майдони двигателнинг роторини кесиб ўтади ва унда статорнинг магнит оқимиға қарама – қарши айланувчи магнит майдони ҳосил қилади. Шу магнит майдони таъсирида ротор ҳаракатга келиб айланади. Шундай қилиб асинхрон двигателларни ротор чулғамларида эса ўзгарувчан ЭЮК

индукцияланади ва ўзгарувчан ток оқади. Демак статор ва ротор ариқчаларида чулғамлар жойлашган бўлади. Двигателни статор чулғамлари уч фазали тармоққа уланганда айланувчан магнит майдони ҳосил бўлади. Статор чулғамларидан оққан ток ҳосил қилган магнит майдони ротор чулғамларини кесиб ўтиб уларда ЭЮК ни индукциялайди, натижада улардан ток оқади. Магнит майдинининг айланишлар частотаси (n_0) қуйидагича топилади. $n_0 = \frac{60f}{p}$ бу ерда f – ўзгарувчан ток частотаси, n_0 – айланишлар тезлиги, P – жуфт кутблар сони.

Ротор чулғамларидан оққан токнинг айланувчан магнит майдони билан таъсири натижасида роторни айлантирувчи куч (момент) ҳосил бўлади. Шундай қилиб электр энергияси электродвигателларда механик энергияга айланади. Электромоторлар ўзларининг паспортида кўрсатилган номинал иш режимида ишлатишга мўлжаллаб ишлаб чиқарилган бўлади. Электродвигателлардаги жуфт кутблар сонини масалан, 2 марта орттириш билан магнит майдонининг ва электродвигатель роторини айланишлар тезлигини 2 мартага камайтирамиз. Тезликни ростлашни бундай усулида статор чулғамининг ҳар бир фазаси кетма – кет ёки параллел уланган бўлиши мумкин. Мос иккита қисмни кетма–кет уланганида статор чулғамлари кутбларини сони параллел улангандагига нисбатан икки марта кўп, айланишлар тезлиги эса, аксинча икки марта кам бўлади.

Фаза роторли асинхрон двигателнинг тезликларини эса реостат ёрдамида ҳам ростлаш мумкин. Бу қуйидаги мулоҳазалардан келиб чиқади. Айланувчи электромагнит моментнинг қуввати $P_{эм} = M_{W1}$, валдаги қувват $P_2 = M_{W2}$, бу ерда $W1, W2$ – майдон ва роторнинг айланиш бурчак тезликлари, M –айлантирувчи момент. Айирма $P_{эм} - P_2 = 3I^2r^2$ уч фазали ротордаги иссиқлик исрофлари қуввати бўлади.

Иссиқлик исрофлари қувватининг айлантирувчи майдон қувватига нисбати

$$\frac{P_{эм} - P_2}{P_{эм}} = \frac{M_{W1} - M_{W2}}{M_{W1}} = S \quad \text{яъни электр двигателининг сирпанишига тенг.}$$

Келтирилган ифода тормозловчи момент ва айлантирувчи момент ҳам ўзгармас бўлган ҳолда ротор актив қаршилигининг ортиши билан сирпанишнинг ортишини, ротор айланишлар тезлигини эса камаяйишини кўрсатади.

4. Асинхрон двигателлар (АД) нинг қувват ва фойдали иш коэффициенти.

Хар – бир электр қурилмасида ҳамма вақт бирга яқин бўлган $\cos\phi$ хосил қилишга интилиш керак. Асинхрон двигатель билан қуролланган электр қурилмаси қувват коэффициентини турли усуллар билан яхшилаш мумкин:

1. Электр моторни қувватига қараб тўғри танлаш. Бу усулда электр двигателини шундай танлаш керакки, у ишлаш вақтининг кўп қисмида номинал қувватга яқин юклама билан ишлайдиган бўлсин.

2. Агар асинхрон моторнинг юкламаси номинал қувватининг 40 % га етмаса ва статор чулғамлари учбурчак усулда уланган бўлса, у холда чулғамларнинг юлдуз системасига қайта улангани мақул бўлади.

3. Двигателга параллел уланган конденсаторни ишлатиб ҳам қувват коэффициентини яхшилашга эришиш мумкин.

4. Қуввати анча катта бўлган асинхрон двигателни $\cos\phi$ сини яхшилаш учун фазалар силжишини хосил қилувчи синхрон компенсаторни ишлатиш керак бўлади. Юқоридаги усуллардан фойдаланиб асинхрон двигателни фойдали иш коэффициентини ҳам орттириш мумкин.

Айланувчи магнит оқимини уч фазали ток ёрдамида ҳам, бир фазали ток ёрдамида ҳам хосил қилиш мумкин. Бир фазали ток ёрдамида магнит оқимини хосил қилиш учун статорда бир – бирига нисбатан 90° бурчакка силжиган иккита АХ ва ВУ чулғам жойлаштирилади. Агар хар бир фазадаги ғалтаклар сонини икки марта кўпайтирсак, оқим тўрт қутбли бўлади, унинг айланишлар тезлиги икки мартага камаяди.

Айлантирувчи оқим худди уч фазали двигателдаги сингари қисқа туташтирилган роторни айлантиради. Роторни айланиш йўналишини ўзгартириш учун чулғамлардан бирини токини йўналишини ўзгартириш кифоя. Бунинг учун чулғамни ток манбаасига боровчи учларини алмаштириб уланади. Асинхрон двигателни тезлиги ни унинг жуфт қутблар сонини ўзгартириш билан ҳам ростлаш мумкин. Электр двигателидаги жуфт қутблар сонини масалан, икки марта орттириш билан магнит майдонининг ва, демак электр двигатели айланишлар тезлигини икки мартага камайтирамиз. Тезликни ростлашнинг бундай усулида статор чулғамининг хар бир фазасини кетма – кет ёки параллел улаш мумкин бўлган иккита бир хил қисмдан

иборат бўлиши керак. Ўзаро мос иккита қисми катма – кет уланганда статор чулғамларини кутбларининг сонини параллел улангандагига нисбатан икки марта кўп, айланишлар тезлиги эса икки марта кам бўлади.

Назорат саволлари.

1. Асинхрон мотор нима? 2. Асинхрон двигателнинг тузилиши қандай?
3. Электродвигателларнинг ишлаш принципи қандай?
4. Двигателни қуввати нима? 5. Двигателларнинг қандай турларини биласиз?
6. Асинхрон моторни қандай параметрларини биласиз?
7. Уни қувват коэффициентини яхшилаш мумкинми?
8. Асинхрон моторнинг тезлигини қандай ростлаш мумкин?

14-мавзу: СИНХРОН МАШИНАЛАР

- Режа: 1. Синхрон машиналарини вазифалари.
2. Уларнинг тузилиши ва ишлаш принципи.
3. Синхрон электр двигатели.
4. Синхрон машиналарнинг турлари.

1. Синхрон машиналарини вазифалари.

Синхрон машиналар электр энергияси хосил қилувчи генераторлар, двигателлар ва реактив қувват компенсаторлари сифатида кўп қўланилади. Барча электр машиналари сингари у ҳам қайтувчанлик хоссасига эга. Бу двигателни ҳам 1889 – 91 йиларда М.О. Доливо – Добровольский томонидан ўзгарувчан ток тизимлари яратилгандан сўнг кашф қилинган. Синхрон машиналар асосан барча электростанцияларда, уч фазали генераторлар сифатида ишлатилиб келинмоқда. Замонавий иссиқлик электростанцияларда қуввати 800 кВА ва ундан ортиқ бўлган генераторлар ўрнатилган. Гидравлик электростанциялардаги генераторларнинг қуввати бир – мунча кам бўлиб, 500 – 600 кВА ни ташкил қилади. Атом электростанцияларида эса битта энергия блокнинг қуввати 1,5 мВА етади. Бундан кўриниб турибдики атом энергоблокининг қуввати бошқаларникига нисбатан бир неча баробар катта экан.

2. Уларнинг тузилиши ва ишлаш принципи.

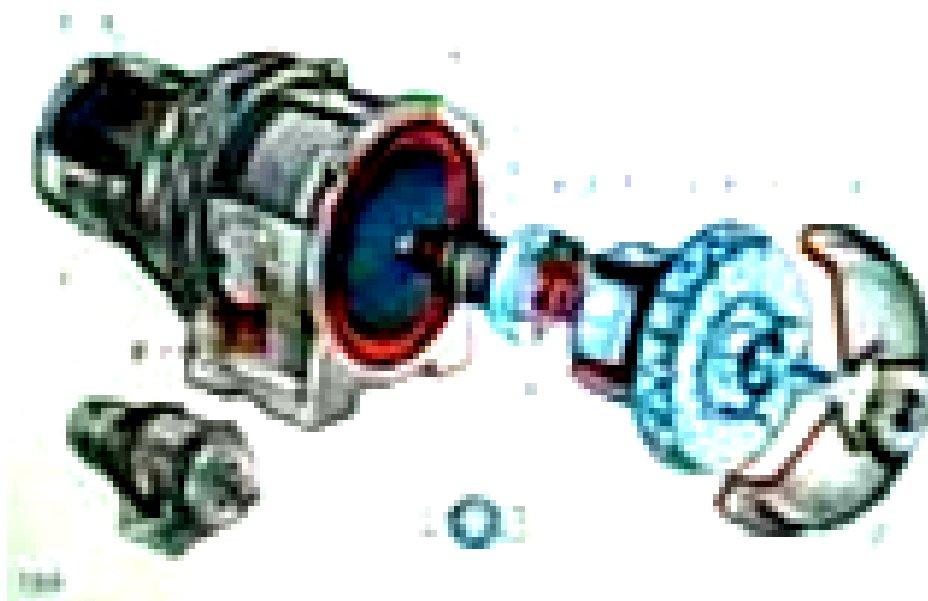
Ўзгарувчан ток двигателлари қўзғалмас статор ва айланувчи ротордан иборат.

Синхрон двигателларни ротор чулгамига ўзгармас ток берилади. Бу электродвига-телларни статор чулғамларида эса ўзгарувчан, ЭЮК индукцияланади ва ўзгарувчан ток оқади. Демак статор ва ротор ариқчаларида чулғамлар жойлашган бўлади. Двигателни статор чулғамлари уч фазали тармокка уланганда айланувчи магнит майдони хосил бўлади.

Статор чулғамларидан оққан ток хосил қилган айланувчи магнит майдон ротор чулғамларини кесиб ўтиб уларда ЭЮК индукциялайди, натижада улардан ток оқади. Синхрон электр машиналари асосан икки хил бўлади.

1.Ноаён қутбли, 2.Аён қутбли.

Аниқ намоён қутбли – аён қутбли генераторларнинг даигатели сифатида кўпинча гидравлик турбина ишлатилади. Шунинг учун бундай генераторлар гидрогенераторлар – деб аталади. Уларнинг айланишлар тезлиги 60 дан 750 айл/мин гача ораликда бўлади. Тезликнинг бундай катта фарқда ўзгариши гидростанцияларда сувнинг босими ва исрофининг турлича бўлиши билан боғлиқдир. Гидрогенераторларнинг қутб-



66-расм. Синхрон машиналарни конструкцияси.

ларини сони гидротурбинанинг тезлигига боғлиқ холда бир неча ўнтагача бўлиши мумкин. Масалан, турбинанинг айланишлар тезлиги 75 айл/мин ва стандарт частотаси 50 Гц бўлганда $P = \frac{60f}{n_2} = \frac{60 \cdot 50}{75} = 40$ та жуфт қутблар ёки 80 та қутб бўлади.

Яққол кўринмайдиган – ноаён қутбли синхрон машиналар асосан роторнинг айланишлар тезлиги кўп бўлган 1500 айл/мин, 3000 айл/мин тезликларда

қўлланилади. Бундай машина ротори конструкциясининг кутблари бўртиб чиқмаган кутб сифатида бўлиб, уйғотиш чулғамлари жойлаштириладиган пазлар цилиндрсимон шаклда ясалади. Яққол кўринмайдиган кутбли синхрон машиналарни бирламчи двигатели сифатида буғ турбинаси қўлланилганлиги учун бу генераторлар – турбогенераторлар деб аталади.

Синхрон двигателлар қуввати бир – неча 10 000 кВА гача яққол кўринмайдиган кутбли қилиб ишлакб чиқарилади. Яққол кўринадиган кутбли синхрон машиналарни тайёрлаш технологияси ҳамда конструкциясининг механик мустахкамлигини уларни айланишлар тезлиги 1000 айл/мин дан кам бўлган холларда қўллаш тавсия этилади.

Синхрон машиналар кўпинча генераторлар сифатида ишлатилади. Ўзгарувчан ток генераторларини хаммаси деярли истоносиз синхрон машиналардир. Синхрон электродвигателлар асинхрон электродвигателларга қараганда нисбатан кам ишлатилади. Улар одатда бирдай қувват ва бир хил иш режимида асинхрон электр двигателларига қараганда тежамлироқ бўлган холлардагина ишлатилади. Катта қувватли синхрон электродвигателлари хаво хайдовчи насосларда, фазаларни силжитиш компенсаторлари сифатида ва кичик қувватлилари эса автоматик бошқариш системаларини қисмларини ҳаракатга келтиришда қўлланилади.

3. Синхрон электр двигатели.

Двигателнинг ротори айланувчан магнит оқими билан бир хил тезликда (синхрон) айланади, шунинг учун уни синхрон электродвигательб – деб номланади. Синхрон машина айланишлар тезлиги n , оқим p , частота f орасидаги ўзаро боғланишлар маълум $f = n \cdot p / 60$ формула билан ифодаланади. Одатда синхрон машиналар ўзгармас частотада ишлайдилар, шунинг учун уларни айлантирувчи бирламчи двигатель буғ ёки гидравлик турбиналарнинг ҳам айланишлар тезлиги ўзгармас бўлиши керак.

Статор ва ротор синхрон машиналарнинг асосий қисмлари ҳисобланади. Статорнинг ўзаги ўзаро изоляцияланган қалинлиги 0,35...0,5 мм ли пўлат листлар дан иборат бўлиб, цилиндрсимон яхлит корпуснинг ичига пресслаб махкамланади. Статор ўзагининг ичидаги пазларга уч фазали ўзгарувчан ток чулғамлари жойлаштирилади. Машина ўқига махкамланган контакт халқаларга ротор чулғамининг икки учи махкамланган булиб, халқалар сиртида ўхгармас ток ўтувчи чўткалар сирпана

ди. Ротор учун доимий ток мабааси сифатида қуввати унча катта бўлмаган ўзгармас ток генератори уйғоткич ишлатилади. Одатда уйғоткичнинг қуввати синхрон машининг қувватига нисбатан 1%-3 % ни ташкил этади. Айрим холларда синхрон генераторлари хосил қилган токни тўғрилаш йўли билан доимий ток хосил қилинади.

Синхрон машиналарнинг ишлаш принципи ротор чулғамига ўзгармас ток берилганда ўзгармас магнитмайдони хосил бўлиши ва ротор билан бирга айланиб, статор чулғамини кесиб ўтади. Шунда уларда частотаси f тенг бўлган ЭЮК ни индукциялашга асосланган. Агар статор чулғамларига нагрузка қаршилиги Z_n ни уласак, генераторларнинг фаза чулғамларида хосил бўлган $u_a u_b u_c$ тоқлар айланишлар тезли-гини $n=60 f/P$ ротор айланишлар тезлигига тенг бўлган айланувчан магнит майдони хосил қилади. Шунинг учун бундай электр машиналар роторининг айланишлар тезлиги статорнинг магнит майдони айланишлар тезлигига тенг бўлганлиги учун синхрон машиналар хисобланади.

4. Синхрон машиналарнинг турлари.

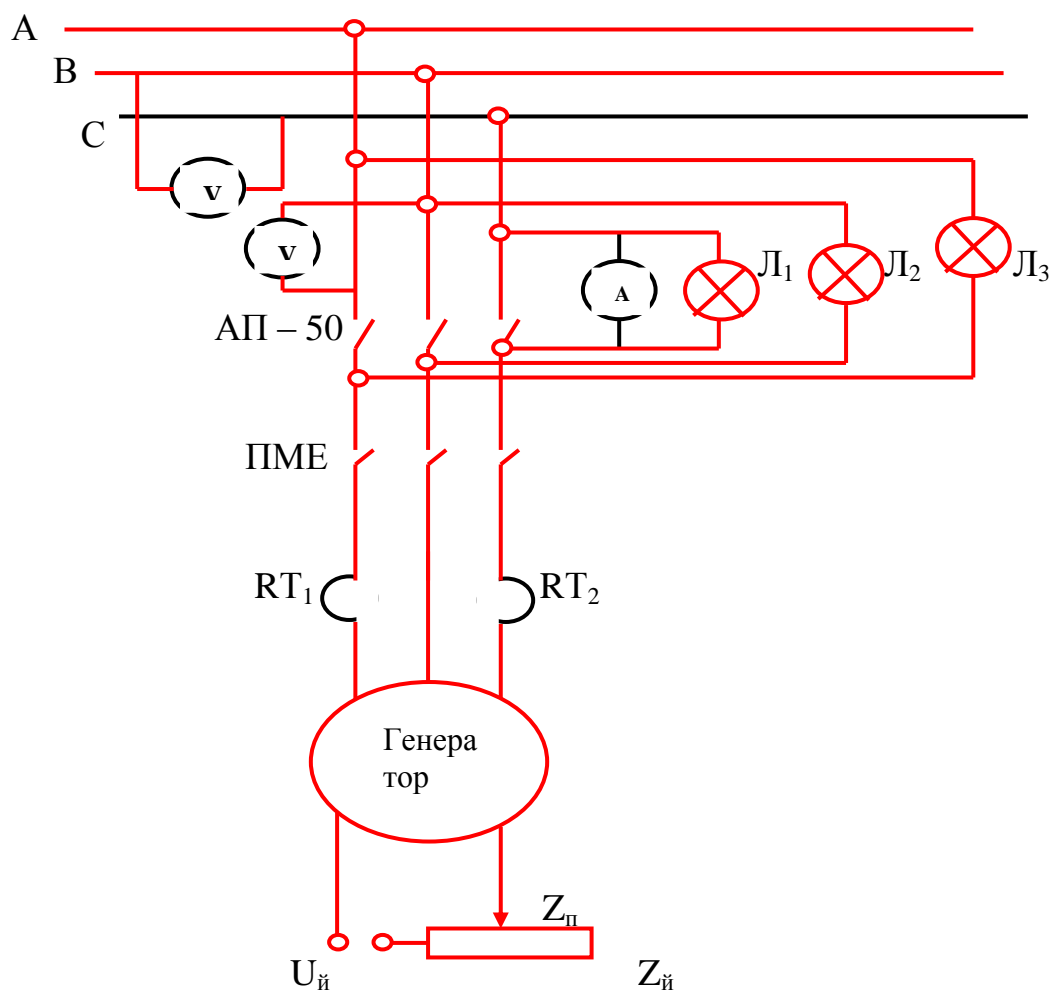
Синхрон машиналар кўпинча яққол кўпинадиган қутбли ёки яққол кўринмайдиган қутбли қилиб ишлаб чиқарилади. Қуввати нисбатан катта бўлмаган (100 кВА гача) бўлган ўзгармас ва ўзгарувчан ток чулғамлари, кўпинча ўзаро ўрин алмашган бўлади. Истеъмолчилар уланадиган чулғам роторга, уйғотиш чулғами эса статорга жойлаштирилади.

Катта қувватли замонавий электростанцияларда тизим билан параллел уланадиган бир неча синхрон генераторлар ишлатилади. Масалан Тошкент ГРЭС ида ҳар бирининг қуввати 160 мВА га тенг бўлган 12 та турбогенератор ўрнатилган. Асосий саноат ройонларида бир неча электростанцияларни ўзаро бирлаштирилиб, йирик энергетик ситемалар ташкил этилади. Чунончи, Ўрта Осиё энегосистемаси Ўзбекистон, Туркманистон, Тожикистон, Қозоғистон, Қирғизистондаги барча саноат корхоналари электр энергияси билан таъминлайдиган электростанцияларни ўзига бирлаштирган. Шунинг учун синхрон генераторларнинг ягона энегосистемага бирлашиб ишлай олиши оддий иш режими хисобланади. Синхрон генераторлани параллел уланганида уларни авариясиз холда барқарор ишлаши учун баъзи махсус шартларни бажариш талаб этилади. Биринчидан генератор тармоққа уланганида токнинг кескин

ортиб кетишига йўл қўймаслик керак. Акс холда ситеманинг автоматик химоя воситалари (ёлғондан) ишлаб кетишига сабаб бўлади ва генератор ёки биламчи двигателни ишдан тўхтаб қолишига сабаб бўлади. Бошқа генераторлар электр энергияси билан таъминлаётган уч фазали тармоққа яна бошқа генераторни улаш учун қуйидаги тартибга риоя қилиш керак. Тармоқ билан параллел ишлашга уланаётган генератор ЭЮК сининг оний қиймати уланаётган вақтда манбаа кучланишининг оний қиймати билан тенг бўлиши керак.

Буни эса қуйидаги уч шарт билан амалга ошириш мумкин. а) манбаа кучланиши ва генераторни ЭЮК сини ампледудаси ёки эффектив қийматлари ўзаро тенг бўлиши керак. $U_m = U_2$. б) уларнинг частоталари ўзаро тенг бўлиши керак. ($W_m = W_2$) $f_m = f_2$. в) U_m ва E_2 векторлари фаза жихатидан мос тушганда бошланғич фазаларининг тенг бўлиши $\alpha_m = \alpha_2$ дир. Бундан ташқари уч фазали генераторда тармоқ билан генератор учун фазалар алмашилиши тартибини мослаштириш керак.

$$U_m = \text{Sin}(W_m t - \alpha_m) = E_m \text{Sin}(W_2 t - \alpha_2)$$



67-расм. Синхрон генераторни системага параллел улаш схемаси.

Маскур барча талабларни бажарилиши синхронлаш дейилади. Уни принцииал схемаси куйида келтирилган. Уланаётган генераторни синхронлаштириш куйидагича амалга оширилади. Бирламчи двигател ёрдамида генератор тахминан синхрон тезликкача айлантирилади. Бу иш ростлаш реостати ёрдамида амалга оширилади, уни ЭЮК си шундай ўзгар тириладики, бунда генератор қисмлари ўрнатилган вольт метр манба қийматига тенг кучланишни кўрсатади. Бунда генераторнинг фазалари кетма–кетлиги манба фазалари кетма–кетлиги билан мос тушсин. Генератор частота си манбаа частотасига қанча яқин бўлса, лампанинг ёруғлик нури шунча секин тебранади.

Айрим ёниб – ўчиш вақти 3 – 5 секунд бўлган вақтда, лампани тўлиқ ўчган вақтида генераторни манбаага улаш мумкин бўлади. Генераторни манбаага улангандан кейин эса уни тезлигини ростлаш – синхронлаш автоматик тарзда давом эттирилади.

Синхрон компенсаторлар. Ўқида юкланиши бўлмаган, яъни салт режимида ишловчи, ўта тўйинган, уйғотиш режимида – фақат салт ишловчи синхрон двигатель – синхрон компенсатор деб аталади. У қувват коэффициентини яхшилаш, хамда тармоқ кучланишини барқарорлаш учун хизмат қилади. Электр тармоқларида индуктив юклама кўп бўлган тақдирда айниқса уни қўллаш кўпгина ахамият касб этади. Агар тармоқда ток бўлса уни актив ва реактив ташкил этувчиларга бўлинади. Агар реактив ташкил этувчи оширилса, $\cos\varphi$ камаяди. Одатда бу коэффициентни 0,92...0,95 % гача орттиришга ҳаракат қилинади. У куйидагича формула билан аниқланади.

$$\cos\varphi = \frac{P}{\sqrt{P^2 + (Q_c - Q_{ck})^2}}$$

Назорат саволлари.

1. Синхрон машина деб нимага айтилади? 2. Уларни тузилиши қандай?
3. Синхрон двигателни ишлаш принципи қандай?
4. Синхрон машинанинг турлари қандай? 5. Тезлигини қандай ростлаш мумкин?
6. Манбаа кучланиши ва генератор кучланиши нимага тенг бўлади?
7. Синхронлаш қандай амалга оширилади? 8. Параллел ишлатиш схемаси қандай?

15-мавзу: ЭЛЕКТРОНИКА АСОСЛАРИ

- Режа: 1. Электроника ҳақида асосий тушунчалар.
 2. Электрониканинг асосий элементлари.
 3. Электрон асбобларнинг турлари.

4.Транзисторларни тузулиши ва ишлатилиши.

5.Транзисторларни уланиш усуллари.

1.Электроника хақида асосий тушунчалар.

Хозирги кунда электрон, яримўтказгичли ва электромагнит элементлар асосида турли электрон қурилмалар, автоматик саноат роботлари ва манипуляторлар яратил моқда. Улар ёрдамида технологик жараёнлар, бошқариш, назорат ва алоқа тизимлар такомиллаштирилмоқда. Электротехника ва электроникадан фойдаланмасдан туриб фан тараққиёти ва ишлаб чиқаришни барча сохаларини замон талаби даражасида ривожлантириш мумкин эмас.


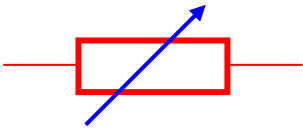
Хозирги кунда дастгоҳлар, учиш аппаратлари, автомобиль ва ш. у. ларни бошқариш учун мураккаб қурилмалар тузиш учун дискрет транзисторлар, интеграл микросхемалар ишлатилиши шарт бўлмай, бальки имкониятлари бўйича универсал бўлган ярим ўтказгичли бошқарув қурилмалари, яъни микропроцессорлардан фойдаланиш мақсадга мувофиқдир. Аммо барча электроника элементларини ўрганмасдан аввал бундай микропроцессорларни қўллашга ўтишимиз қийин бўлади. Шунинг учун электрониканинг асосий элементлари хисобланган резисторлар, индуктивлик, конденсаторлар, диодлар, тиристорлар, транзисторлар каби элементларни тузилиши, ишлаш принципи ва конструкциясини ўрганиб чиқамиз.

2.Электрониканинг асосий элементлари.

Электроникани асосий узеллари ва схемалари хар қандай электроник аппарат таркибига кирувчи қуйидаги асосий бирламчи элементлар базасида тузилади.

1)Резисторлар; 2)Индуктивлик; 3)Электр конденсаторлар; 4)Микросхемалар.

Резисторлар– анод ва коллектор юкламалари, ростлаш қаршиликлари, кучланиш бўлгич вазифаларини бажаради. Конструкцияси бўйича симли ва симсиз, ўзгарувчан ва ўзгармас бўлади. Резисторни параметри қуйидагича топилади.


$$R = \frac{\rho \cdot L}{\pi \cdot D \cdot h} \text{ Ом,}$$


бу ерда, ρ –солиштира қаршилик, L –ўтказгич узунлиги, D –стержен ташқи диаметри, h – ўтказгич қалинлиги.

Индуктивлик– кўп холларда ностандарт бўлади ва бир конкрет холатда маълум

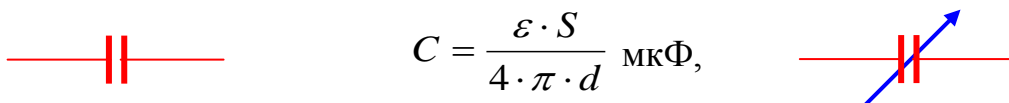


техник шароитларга қараб ҳисоб қилинади. Индуктивлик ғалтакни геометрик ўлчамларига, ўрамлар сонига ва унга киритилган магнит ўзакка боғлиқ бўлади. Кўп қаватли ғалтакни индуктивлиги қуйидаги формула билан топилади.

$$L = \frac{0,08 D_{yp}^2 N^2}{3 D_{yp} + 9 \cdot l + 10 \cdot t} \text{ Гн};$$

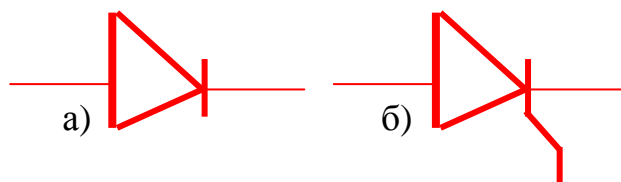
бу ерда, L –ғалтак индуктивлиги, D –ўрамлар ўртача диаметри, t –ўрамларнинг радиал чуқурлиги, l –чулғамнинг узунлиги, N –ўрамлар сони.

Сиғим – электрроникани асосий элементларидан бири ҳисобланиб электр зарядларини тўпламига асосланган хоссасига биноан ишлайди. У асосан уч хил қилиб тайёрланади. 1.Пакетли конструкция; 2.Найчали конструкция; 3.Ўрама конструкция. Хаво изоляцияли, мой изоляцияли қилиб тайёрланади. Ясси электродли конструкциядаги конденсаторларнинг сиғимини ҳисоблаш қуйидагича бўлади.



$$C = \frac{\varepsilon \cdot S}{4 \cdot \pi \cdot d} \text{ мкФ},$$

бу ерда, ε –диэлектрик нисбий сингдирувчанлик, S – пластинкаларнинг юзи см^2 , d – диэлектрик қатлам қалинлиги.



68-расм. а) диод; б) тиристор;

Диод – яримўтказгичли материаллардан тайёрланган бўлиб электр токини бир томонга ўтказиши.

Тиристор – диодни сингари ишлайди ундан фарқи, унинг бошқариладиган электродини борлиги ҳисобланади.

Транзистор–яримўтказгич материаллардан тайёрланиб, база, эмиттер, коллектор каби учта чиқишга эга бўлади.

Интеграл микросхемалар–деб электрон аппаратуранинг сигналларини ўзгартириш ва уларга ишлов бериш вазифасини бажарадиган махсус усулда электрик бриктирилган кристаллардан иборат жажжи узелларга айтилади. Интеграл микро-

схема (ИМС) ларни қуйидаги турлари бор; плёнкали, ярим ўтказгичли, гибрит ва аралаш (комбинацияланган). У гармоник ва махсус шаклдаги сигналлар генераторининг схемасидан, паст, юқори, оралиқ частота кучайтиргич схемасидан, электрон калит ва коммутатор схемасидан, хисоблаш техникасининг мантиқий схемасидан иборат бўлиши мумкин. ИМС лардан фойдаланиш электрон бошқариш арматурасининг ишончилигини оширишга, оғирлиги ва габаритини камайтиришга имкон беради. Интеграл микросхема – бу бир неча ўзаро боғланган диодлар, транзисторлар, конденсаторлар, резисторлар ва ш.у.лар йигиндиси бўлиб у бир пайтни ўзида жамланган холда йиғилган бўлади. Уни вазифаси - электр сигналларини ўзгартириш

3.Электрон асбобларнинг турлари.

Барча электрон асбоблар икки гуруҳга бўлинади: ***электровакуум*** ва ***яримўтказгичли***. Электровакуум асбобларда электр зарядларини ҳаракати бўшлиқда ёки газ тўлғазилган асбобларда кузатилади. Бунда электронлар электр заряди ташувчилар хисобланиб улар манбааси эса ***катоддир***. Барча электровакуум асбобларда катоддан ташқари ***анод*** ҳам бўлади, у электронларни йиғувчи “коллектор” вазифасини бажаради. Зарядларни ҳаракатланиш жараёнини характери буйича барча электровакуум асбоблар икки гуруҳга бўлинади: ***электрон ва газоразряд***.

Электрон асбобларга - электрон лампалар, электрон нур трубкалари, вакуум фотоэлементлари ва фотоэлектрон купайтиргичлар киради.

Газоразряд асбобларга - газотрон, тиратрон, симобли тўғрилагичлар киради. Бундай асбобларда ток фақат электронларнинг ҳаракатигагина эмас бальки уларни газ атомлари билан тўқнашишлари натижасида ҳосил бўладиган ионларнинг ҳаракатига ҳам боғлиқ бўлади. Шунинг учун бундай асбобларни ***ион асбоблар*** деб ҳам аташади.

Ярим ўтказгичли—асбобларда электр зарядларини ҳаракати қаттиқ жисмларда (яримўтказгичларда) содир бўлади. Уларга диодлар, транзисторлар, тиристорлар, фоторезисторлар, фотодиодлар, фототранзисторлар ва ёруғлик диодлари киради.

Ярим ўтказгичли диодлар асосан ўзгарувчан токни ўзгармас токка айлантирадиган қурилмаларда ишлатилади. Ҳозирги кунда бундай тўғрилагичларни турли схемалари мавжуд. Ярим ўтказгичли транзисторлар эса асосан радиотехника, телевидение ва алоқа сохаларида кучайтиргич вазифасида қўлланилади.

Тиристорларни асосий вазифаси электр занжирларини контактсиз узиб-улаш (коммутация қилиш) дир. Улар бошқарувчи занжири бўлганлиги туфайли истеъмолчига кетма-кет уланган холда ундаги токни ростлаши ҳам мумкин. Фоторезистор, фотодиод, фототранзистор ва ёруғлик диоди фотоэлемент ҳисобланади. Қаршилиги ёритилганликка боғлиқ бўлган ярим ўтказгичли асбобга **фоторезистор** деб аталади.

Ёруғликдан электр энергияси олиш учун ишлатиладиган махсус фотодиодлар **қуёш батареялари** деб аталади. Шунинг учун фотодиодларни схемаларда электр манбаасиз ишлатилади, чунки уни ўзи ток манбааси ҳисобланади ваҳоланки, ток кучи ёритилганликка тўғри боғланганлигидадир.

Мультивибратор – импульслар генератори ҳисобланиб, ундаги кучайтириш элементлари калит режимида ишлайди.

Мантиқий элемент - бу электрон қурилма ҳисобланиб оддий мантиқий операцияларни бажаради.

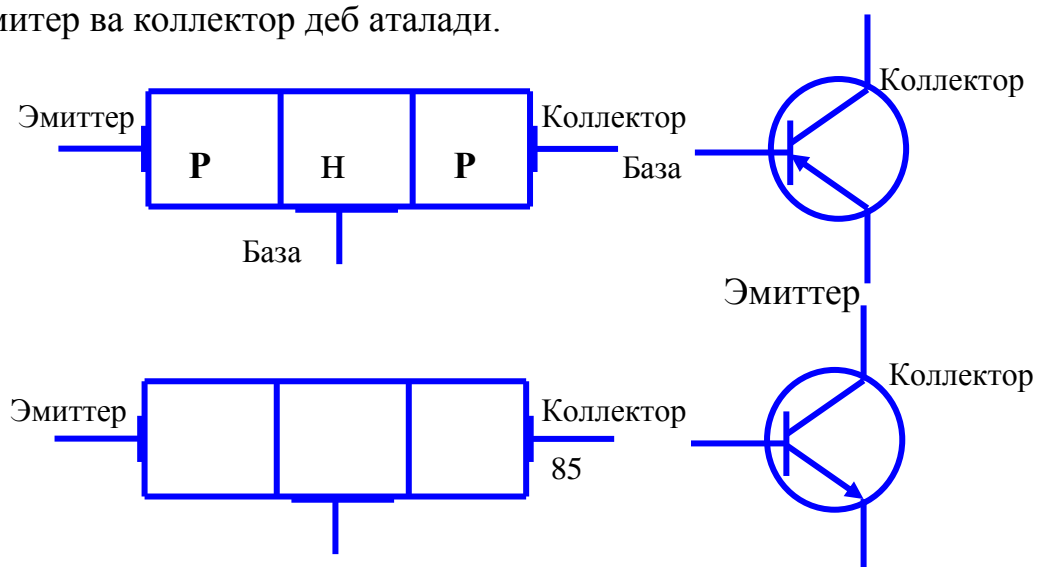
Триггер - деб шундай электрон қурилмага айтиладики, у иккита мувозанат ҳолатни эгаллаган холда биринчисидан иккинчисига сакраб ўта олади.

Микропроцессор - юқори даражали интеграл микросхемадан тузилган бўлиб муҳим функционал тугалланган буюм ҳисобланиб, уни таркибига арифметик ва мантиқ қурилмалари, командалар дешифратори ва бошқарув қурилмалари киради. Микропроцессор ахборотларни сақлаш, ўзгартириш ва мантиқий қайта ишлаш учун ишлатилади.

4. Транзисторларни тузулиши ва ишлатилиши.

Транзисторлар радиотехникада электр сигналларни генерациялаш ва уни кучайтиришда ишлатилади.

Транзисторларни схемалари 69- а. б-расмларда кўрсатилган. Транзистор 3 та қатламдан ташкил топади. Транзисторни ўрта қатлами база деб, четки қатламли эса эмиттер ва коллектор деб аталади.



Н Р Н База

База

Эмиттер

69-расм. а.б.в.г. Транзисторларни схемалари.

Транзисторларни асосий параметрлари.

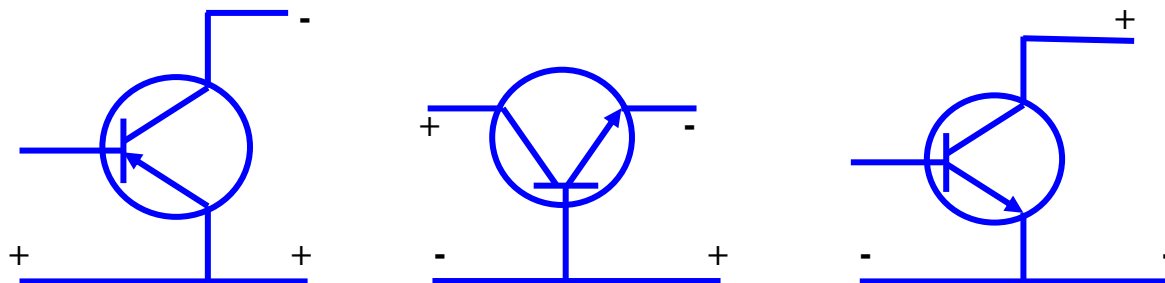
Кириш ва чиқиш қаршиликлари, коллекторининг тескари токи ҳамда ток бўйича кучайтириш коэффициенти транзисторларнинг асосий параметралари ҳисобланади.

Кириш қаршилиги R_x деб, чиқиш занжири очиқ турган ҳолатдаги база билан эмиттер орасидаги қаршиликка айтилади.

Чиқиш қаршилиги R_x деб, кириш занжири очиқ турган ҳолатдаги коллектор билан база орасидаги қаршиликка айтилади.

Ток бўйича кучайтириш коэффициенти β коллектор токи ўсишининг база токи ўсишига нисбати билан аниқланади. $\beta = \frac{\Delta I_K}{\Delta I_B}$ бунда $U_K = const$

Транзисторларни уланиш усуллари 70-расм а. б. в да кўрсатилган.

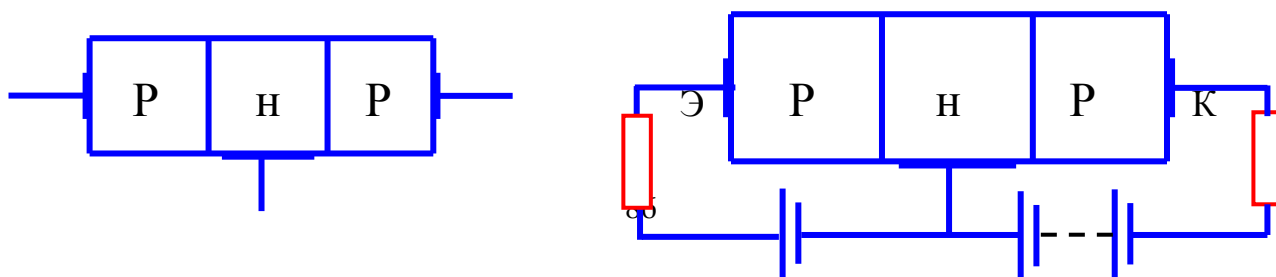


70-расм.

Транзисторларни умумий эмиттерли (а), умумий базали (б), умумий коллекторли (а) усулда уланиши.

Биполяр транзисторлар. Биполяр транзисторларда эмиттер, база ва коллектор қатламлари яхлит монокристаллардан ҳосил қилинган бўлади (71 а-расм). Бу қатламлардаги эркин ток ташувчиларнинг концентрацияси ва қатламларнинг қалинлиги қатъий қийматга эга.

71-б расмда биполяр транзисторларни занжирга уланиш схемаси келтирилган.



P_E E_E Б E_K P_K

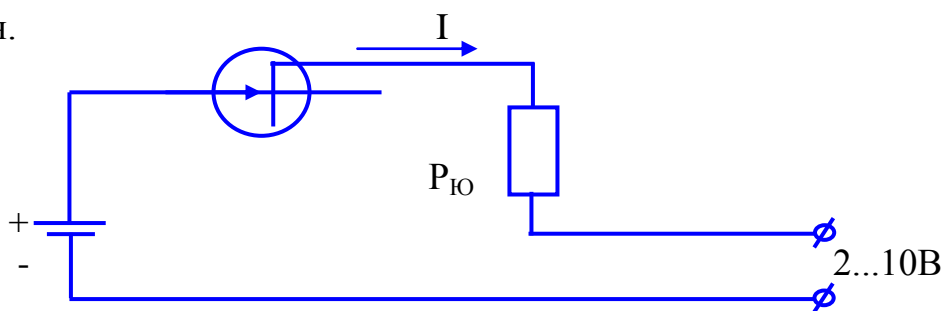
+ - + -

71-расм а, б - биполяр транзисторларни электр занжирига улаш.

Майдон транзисторлари. Маълумки, транзисторлар конструктив тузилишига қараб биполяр ва униполяр транзисторларга эга бўлади.

Майдон транзисторлар униполяр транзисторлар қаторига киради.

Майдон транзисторларда ишчи ток ярим ўтказгич учун асосий бўлган заряд ташувчилар (электрон ёки ковак) ёрдамида вужудга келади. Биполяр транзисторларда эса ишчи токни ҳосил қилишда ҳар икки тип ток ташувчилар ҳам катта роль ўйнайди. P-n ўтишли майдон транзисторларини уланиши схемаси 72-расмда кўрсатилган.



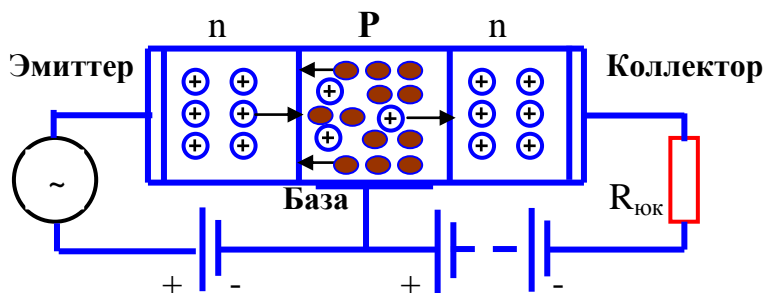
72-расм. Майдон транзисторларни тармоққа уланиш схемаси.

5. Транзисторларни уланиш усуллари.

Транзисторни электр занжирига уланиш схемаси 73-расмда кўрсатилган.

Транзисторни ишлаш принципи қуйидагича: эмиттер ичидаги электр токи асосий зарядланувчилар бўлган коваклар ҳаракатидир.

Бу коваклар асос соҳасига **инженцияланади** ва асосий бўлмаган заряд ташувчилар сифатида коллекторга қараб ҳаракатланади. Бу ерда мусбат коваклар ўтиш ичида таъсир кўрсатилаётган майдон томонидан тортиб олинади. (манфий зарядлар коллекторга тортилади) ва коллектор ичида асосий заряд ташувчилар тарзида коллектор токини ўзгартиради.



73-расм. Транзисторни электр занжирига уланиш схемаси.

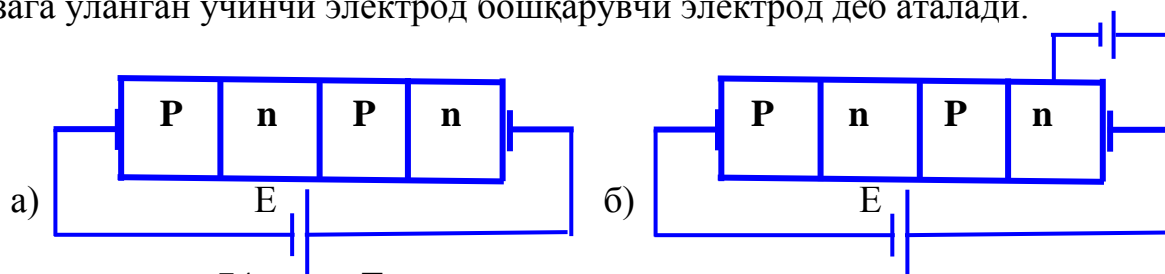
Эммитер занжирида токнинг хар қандай ўзгаришлари занжирдаги токни ўзгартиради. **Коллектор** занжиридаги юклама қаршилигидаги кучланиш ўзгаришларини эммитер занжирида бу ўзгаришлар хосил қилувчи кучланишидан катта қилиб олиш орқали, коллектор занжирида ўзгарувчан ток юклама қаршилигида эса ўзгарувчан кучланиш хосил қилиш мумкин. Бунда ўзгарувчан токнинг юклама қаршилигида ажраладиган қуввати эммитер занжирдан сарфланадиган қувватдан катта қилиб олиш мумкин, яъни қувват кучайиши содир бўлади.

Кўриниши, тузилиши ва ишлаш принцига қараб транзисторлар ясси, биполяр, майдон транзисторларга бўлинади.

Тиристор ва динисторлар.

Тиристор уч ва ундан кўп p-n ўтиш ва икки турғун ҳолатга бўлган очик ҳолатдан ёпиқ ҳолатга ва аксинча ўта оладиган ярим ўтказгичли асбобдир. Урта чиқиш учлари бўлган **p-n-p-n** структура **тиристор** деб аталади.

Тиристордаги четки p-қатлам анод вазифасини, четки n-қатлам эса катод вазифасини бажаради ва тиристорларнинг эмиттерлари деб аталади. Оралиқдаги p-базага уланган учинчи электрод бошқарувчи электрод деб аталади.



74-расм. Тиристор ва динисторни уланиш схемалари.

Факат икки чиқиш учлари бўлган **p-n-p-n** структураси **динистор** деб аталади.

Динистор бошқарилмайдиган диод ҳисобланиб тармоқ кучланиши маълум миқдорга етгунга қадар у ёпиқ бўлади. Тармоқ кучланиши белгиланган миқдорга етганда у очилади. Шунинг учун динисторлар узиб-улагич сифатида кутувчи режимда ишловчи элемент деб аталади.

Тиристорларда учинчи бошқарувчи электродига кичик кучланишни бориш йўли билан қаршилигини кескин камайтириш мумкин.

Шунинг учун тиристорларни бошқариладиган узиб улагич деб ҳам аташади. Тиристорлар катта кучланиш ва кичик ток билан бошқарилади.

Назорат учун саволлар.

- 1.Электроника асослари нима? 3.Электрон асбоблар нима? 4.Диод нима ва тузулиши қандай?
- 2.Электроникани асосий элементлари нима? 6.Тиристор нима, схемаси ва уни тузулиши қандай?

5.Транзисторни тузилиши қандай? 7.Интеграл микросхема нима? 8.Газоразряд асбоблар қандай?
9.Ион асбоб қандай ишлайди? 10.Фоторезистор ва фотоэлемент нима? 11.Микропроцессор нима?

16-мавзу: ЭЛЕКТР ЮРИТМА ХАҚИДА УМУМИЙ ТУШУНЧАЛАР

- Режа: 1.Электр юритма хақида умумий маълумотлар.
2.Электрик юритмаларни классификацияланиши.
3.Электрик юритмаларни механик характеристикаси.
4.Электродвигателларни қизиши ва совуши.
5.Электромоторни қувватини танлаш.
6.Электр юритмани автоматик бошқариш ва химоя воситалари.

1.Электр юритма хақида умумий маълумотлар.

Мотор, ҳаракат узатиш механизм ива иш машинасидан таркиб топган машиналар бирлашмаси ишлаб чиқариш агрегати дейилади. Шунга кўра мотор, уни бошқарувчи система шунингдек, ҳаракат узатиш механизми биргаликда юритма деб аталади. Электр энергиясини механик энергияга ўзгартириб берадиган ва механик энергияни электр аппаратлари билан бошқаришни таъминлайдиган машина қурилмаси электр юритма дейилади. Электр юритма асосан электр мотори узатма ва бошқариш системасидан иборат. Замонавий электр юритмаларни якка ва кўп двигателли электр юритмаларга ажратиш мумкин. Битта двигатель ёрдамида ҳаракатга келадиган электр юритма **якка двигателли** электр юритма дейилади. Бунга мисол қилиб қуйидагиларни айтишимиз мумкин. Масалан, бир шпинделли пармалаш дастгоҳи, металлга оддий ишлов берувчи (пармалаш, тешиш) дастгоҳлари, сув насослари, вентиляторлар, маиший хизматда қўлланиладиган қўл электр жихозлари (сепаратор, плесос ва ш.ў.) ни келтиришимиз мумкин.

Мураккаб ишлаб чиқариш агрегатларининг айрим ишчи органларини ҳаракатга келтирувчи бир неча якка электр юритмалар мажмуи **кўп двигателли** электр юритма дейилади. Бундай электр юритмаларга мисол қилиб, металлга мураккаб ишлов берувчи дастгоҳлар, токарлик ва фрезарлик дастгоҳлари, тўқимачилик дастгоҳлари, прокат станлари ва бошқаларни келтиришимиз мумкин.

Инсоният тараққиёти ривожлана боргани сари ҳар хил талабларга эҳтиёж туғила боради. Шу жумладан, электр юритманинг юзага келишига ҳам шундай эҳтиёжлар сабаб бўлган десак хато қилмаган бўламиз. Чунки, ибтидоий жамоа тузуми давридаёқ инсонлар хайвонларни ўлдириб ейиш учун таёқ ва қиррали тошни бирлаштириб ўзлари билмаган холда механик юритмани яратиш олганлар. Бундан кейин инсоният

электрик юритмани ўзлаштириб олгунга қадар анча узоқ вақтлар ўтди. 1838 йили рус академиги Б.С.Якобы биринчи электрик юритмани яратди. У ўзи яратган ўзгармас ток машинасини кемага ўрнатиб, уни ҳаракатга келтирди. Аммо у пайтда тежамли электр манбаалари бўлмаганлиги учун электрик юритмани тараққиётга жалб этилиши амалга оширилмади.

1889 – 1891 йилларда М.О.Доливо – Добровольский томонидан кашф этилган уч фазали система, трансформатор ва асинхрон машиналар техника тараққиётида хусусан, электрик юритмани техника тараққиётига жалб этилишига катта таъсир кўрсатди. Барча мавжуд бўлган электр машиналари ва электр манбаалари электр юритмани ишлаб чиқаришга қўлланилишида жуда катта аҳамиятга эга бўлди. Электр юритмалар ишлаб чиқаришга тадбиқ этилгандан кейин у жуда тез тараққий этиб гуркираб ривожлана бошлади. 1922 йилда профессор С.А.Ринкевич раҳбарлигида Ленинград электротехника институти (ЛЭТИ) да очилган «Саноатни электрлаштириш ихтисослиги бўлимида Электрик юритма ва саноатни электрлаштириш бўйича етук инженерлар етишиб чиқа бошлади.

Электрик юритмани автоматик ишлатиш йўлларини ривожлантиришда академиклар М.П.Костенко, А.Г.Иосифьян, В.Д.Васильев, профессорлар Г.И.Назаров, М.З.Хомудхонов, Н.М.Усмонходжаев, С.М.Мажидов ва бошқа олимларнинг хизмати каттадир. Хозирги кундаги инсонларнинг иштирокисиз ишлаётган конвеер сифатидаги ишлаб чиқариш цехларини, қишлоқ хўжалигидаги маҳсулотларни қайта ишлаш корхоналарини, узоққа бормайликда ўзимизни Асака шахрида ишлаётган Уз ДАЕВОО автомобил заводини ёки Самарқанд шахридаги ИЗУЗИ Ўзбекистон – Япония қўшма корхонасини айтишимиз мумкин. Уларда ишлаб чиқарилаётган автомобиллар жаҳон стандартлари талабларига тўла жавоб беради ва бизни узоғимизни яқин қилишда хизмат кўрсатаяпти. Бундан ташқари электрик юритмалар фан – техника тараққиётида ҳам алоҳида ўрин тутди. Чунки хозирги кунда космос йиллаб учаётган космик кемаларнинг ҳаракатини, мана яқин кунларда Марс планетасига учиб бориб ундан тупроқ намунасини ва фан учун аҳамиятли бўлган маълумотларни ажойиб фотосуратларни юбораётган суний ер йўлдошларини ҳаракатини электрик юритмаларсиз тасаввур қилиб бўлмайди.

2.Электр юритмаларнинг классификацияланиши.

Электр мотори билан харакатга келтириладиган машиналар сонига ёки ишлаб чиқариш агрегати моторлари сонига кўра электр юритмалар қуйидагича бўлади.

- а) ишлаш шароитига қараб стационар ва кўчма электр юритмалар.
- б) электр мотор хизмат қиладиган машиналар сонига қараб трансмиссияли, якка ва кўп двигателли.
- в) айланишлар тезликларини ўзгартирилишига қараб бир тезликли ва кўп тезликли.
- г) бошқариш усулига қараб автоматлаштирилган ёки автоматлаштирилмаган ёки қисман автоматлаштирилган.

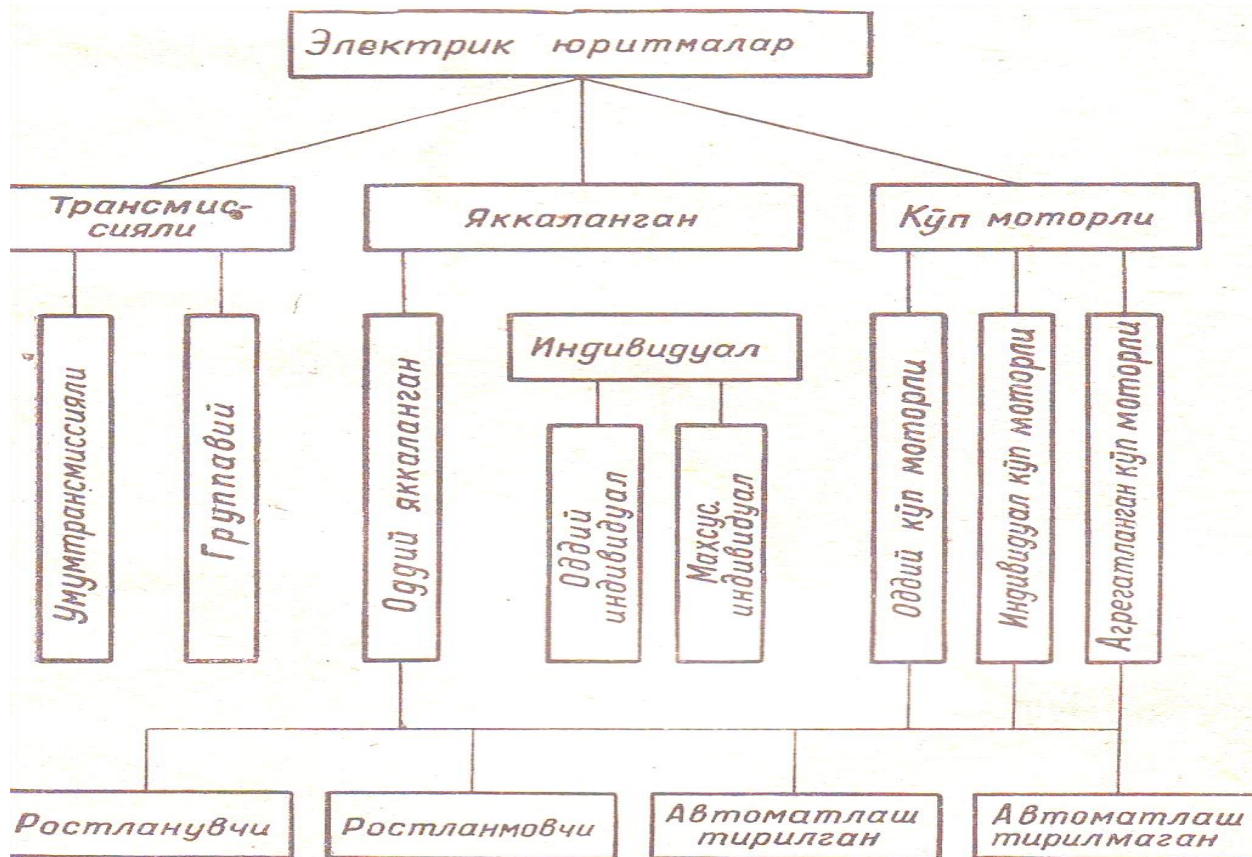
Трансмиссияли электр юритмалар (ЭЮ). Электр мотор харакатини пўлат арқон ёки тасмалар воситасида ишлаб чиқариш корхонаси цехларидаги бош трансмиссияларга узатувчи юритма умумий трансмиссияли ЭЮ дейилади. Бунда хапр бир иш машинасига харакат тасмалар орқали бош трансмиссиядан узатилади. Умумий трансмиссияли электр юритмалар тежамсизлиги ва ноқулайлиги сабабли хозирги пайтда умуман қўлланилмайди.

Гурухли электр юритма. Бош трансмиссияда бир гурух ишчи машиналарга харакат узатувчи юритма гурухли ЭЮ дейилади. Гурухли электр юритма ҳам тежамсизлиги ва ноқулайлиги туфайли хозирги пайтда деярли қўлланилмайди.

Оддий якка моторли электр юритма. Хар бир иш машинаси ундан алохида ўрнатилган электр мотори билан харакатлантириладиган юритма оддий якка моторли ЭЮ дейилади. Бунда иш машинасининг кинематикаси ва харакат узатилишига ҳеч қандай ўзгартириш киритилмайди. Улар тежамли, қулай, самарали бўлганлиги учун ЭЮ нинг ривожланишида катта ўрин тутди.

Махсус индивидуал электр юритма. Электр мотор иш машинасига ўрнатилган ва у билан бир бутун агрегат ташкил қилган ЭЮ, махсус индивидуал ЭЮ дейилади. Бундай агрегатлар шовқинсиз, енгил, оддий, ишлатишга қулайдир. Уларнинг фойдали иш коэффициентлари юқори ҳамда автоматлаштириш имконияти катта бўлади.

Кўп моторли электр юритмалар. Бундай электр юритмаларда хар бир иш машинаси учун алохида электромотор талаб қилинади. Шунинг учун уларни кўп моторли ЭЮ лар дейилади. Кўп моторли электр юритмалар мураккаб қурилмалар ёки машиналарнинг иш органларини улардан алохида ўрнатилган мустақил электр



моторлардан ҳаракат олиб ишлайди (масалан, АВМ – 0,4 витаминли ун тайёрлаш агрегатида тўққизта электр мотор бор, СЗСБ – 8,0 дон қуритиш агрегатида эса ўнта электр мотор бор). Электр мотор билан ишчи машинанинг бирлаштирилишини бир неча усули бор. Бевосита турли муфтлар орқали бирлаштириш усули иш машинаси билан электр моторнинг айланишлар тегилигининг частотаси бир хил бўлганда қўлланилади. Агар иш машинаси айланишлар частотаси электр мотор айланишлар частотаси билан тенг бўлмаса, у ҳолда буларни бир бирига ҳаракат узатиш учун тасмали, занжирли, тишли узатмалардан фойдаланилади.

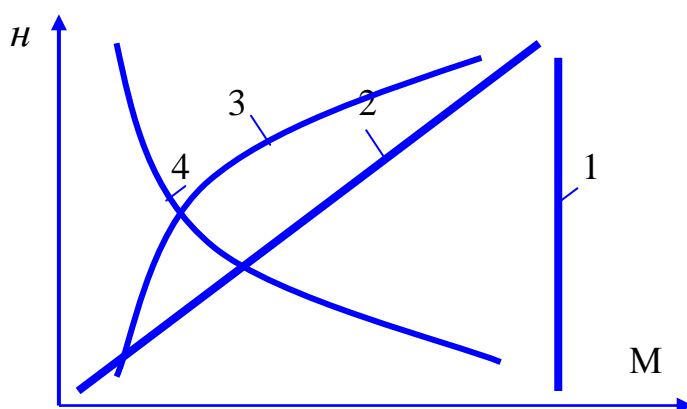
3. Электр юритмаларнинг механик характеристикаси.

Электр юритманинг тезлигини моментга боғлиқлиги ёки унга қараб ўзгариши электр юритманинг механик характеристикаси дейилади. Мазкур характеристикани шартли равишда иш механизмларининг ва электродвигателларнинг механик характеристикасига ажратиш мумкин. Электр юритмаларнинг иши шу иккала шартли қисмларнинг механик характеристикаларига мос келишига боғлиқдир. Механизмнинг қаршилик momenti билан айланишлар тезлиги орасидаги боғланиш

унинг механик характеристикаси дейилади $\eta = \frac{P_2}{P_2 + \Delta P}$. Қаршилик моменти характерига қараб, механизмларни механик характеристикалари турлича бўлиши мумкин. Уларни графикларда қуйидагича тавсифлаш мумкин (75-расм).

1.1-тўғри чизиқ қаршилик моменти айланишлар тезлигига боғлиқ бўлмаган механизмнинг характеристикаси. $X=0$ бўлади, $M_k = \text{const}$.

$$X=1 \text{ бўлади, } M_k = M_0 + \frac{M_{кн} - M_0}{n_H} n .$$



75-расм. Электрик юритмаларни механик характеристикаси.

2.2-тўғри чизиқ қаршилик моменти айланишлар тезлигига қараб ўзгариб боровчи механизмнинг механик характеристикасини билдиради.

3.3-эгри чизиқ қаршилик моменти айланишлар тезлигига қараб чизиқли бўлмаган холда (парабўлага ўхшаб) ўзгариб боровчи механизмнинг механик

характеристикаси. $X=2$ бўлади, $M_k = M_0 + \frac{M_{кн} - M_0}{n_H} n^2$

4.4-эгри чизиқ қаршилик моменти айланишлар тезлигига қараб чизиқли бўлмаган тарзда камайиб боровчи механизмларнинг механик характеристикаси. $X = -1$ бўлади, $M_k \leq M_{дв}$. Механизмларнинг қаршилик моменти қуйидаги формуладан топилади.

$M_k = M_0 + (M_{кн} - M_0) \left(\frac{n}{n_H}\right)^x$, бу ерда M_k – қаршилдик моменти, M_0 – салт ишлаш режимидаги қаршилик, $M_{кн}$ – номинал иш режимидаги қаршилик, x – коэффициент.

4. Электродвигателларни қизиши ва совуши.

Электродвигателларни ишлаш жараёнида қизиб кетиши уларга юклатилган юкламага боғлиқ бўлади. Электродвигателни ишлаш шароитида хосил бўладиган энг

юқори температура ундан фойдаланиш даражасини кўрсаткичи бўлиб хисобланади. Двигателлар ишлаётганида албатта қизийди, бу барча двигателларда содир бўладиган энергия исрофи хисобланади. Двигателлардаги барча энергия исрофи иссиқликка айланади ва унинг бир қисми ташқи мухитга, бир қисми машинанинг ўзини қизишига сарф бўлади. Агар стандарт бўйича ташқи мухит температурасини 40°C деб қабул қилинса у холда электродвигатель изоляцияси температурасидан ортиши 105°C (А синфидаги изоляцияланган двигателлар учун), 130°C (В синфидаги изоляцияланган двигателлар учун) ва 180°C (Н синфидаги изоляцияланган двигателлар учун) чегарасигача рухсат этилади. Чулғам изоляцияси температураси стандартда кўрсатилгандан ортишига йўл қўйилмайди, чунки бу электродвигатель изоляциясининг бузулишига ва хизмат муддатини камайишига олиб келиши мумкин. Электродвигателларни қизишини қуйидаги келтирилган формула орқали топиш мумкин.

$$Q = 0,24\Delta P \cdot t = 0,24 \cdot I^2 \cdot R \cdot t \quad (\text{ккал}),$$

Агар двигателни қизиш температураси рухсат этилган барқарор температурага яқинлашсаю, аммо ундан ортиб кетмаса, у холда уни бу иш режимида тўла фойдаланиш мумкин бўлади. Шунинг учун ҳам двигателнинг қизиши ва совуши хусусиятларига қараб давлат стандарти бўйича танлаш мумкин бўлади.

Электродвигателларда асосан қуйидагича учта иш жараёни бўлади

- узок муддатли, - қисқа муддатли, - такрорланадиган қисқа муддатли.

Электрик юритмаларни иш жараёнларига қараб улар танлаб олинади.

Электромоторни қувватини тўғри танлаш катта ахамиятга эга бўлиб, ЭЮ (электр юритма) қувватини бошланғич минимал қийматини ва уларни эксплуатация қилишда юзага келувчи энергия исрофини камроқ бўлишини таъминлайди. Барча холларда ҳам двигателнинг номинал иш режимларини ишчи механизмларининг режимларига мос холда танлаш керак. Узок муддатли иш режими учун двигатель танлашда, халқ хўжалигининг аксарият тармоқларида турли механизмларнинг юкламаси узок муддат давомида ўзгармас ёки кам ўзгарувчан бўлиши мумкин. Агар бундай механизмлар истеъмол қиладиган қувват маълум бўлса, у холда двигателнинг қуввати каталогдан танланади.

Танланаётган двигателнинг қувват коэффициентини яхшилаш учун даставвал уларни тўла юклама билан танлаш лозим. Бунинг учун: 1) технологик жараённи

мукаммаллаш зарур, 2) кам юклама билан ишлайдиган моторларни кичик қувватли двигателларга алмаштириш зарур, 3) юклама қиймати $P=(0,3\dots 0,4)P_n$ бўлса, у холда моторни учбурчак шаклда уланишидан, юлдуз шаклига ўтказиб ишлатиш зарур, 4) салт ишлаш режими вақтида ишлашини иложини борича камайтириш зарур, 5) двигатель ремонтини сифатли ўтказиш лозим бўлади.

Бундай табиий усуллар билан қувват коэффициентини оширишда, двигателни фойдали иш коэффициенти хам ортади. $\eta = \frac{P_2}{P_2 + \Delta P}$ бу ерда P_2 – фойдали қувват,

$$\Delta P = \frac{P}{P_n} - \text{орттирилган қувват исрофи.}$$

Агар табиий йўллар билан қувват коэффициентини етарлича орттириб бўлмаса, у холда сунъий йўллар қўлланилади. Хусусан, бундай усуллар ичида энг кўп тарқалгани қонденсаторлар батареяси билан қувват коэффициентини $\cos\phi$ ошириш. Асинхрон моторларни ўрнини синхрон моторларга алмаштириб хам қувват коэффициентини орттириш мумкин.

5. Электромоторларни қувватини танлаш.

Машина ва механизмлар учун электродвигателлар қувватини аниқлашда уларни юклама диаграммалари хамда иш режимлари вазифани бажаради. Хар қандай электромотор номинал режимда ишлаши керак. Уларни иш режимлари биркасида кўрсатилган бўлади. Машингасозлик саноатида асосан 3 хил иш режимида ишлайдиган а) S1 – давомли, б) S2 – такрорланувчи, в) S3 – қисқа такрорланувчи электродвигателлар ишлаб чиқарилади.

S1 – режимида двигатель давомли равишда ўзгармас юклама билан ишлайди.

S2 – режимида двигатель такрорланувчан (иш сменаси давомида 2 – 3 марта) юклама (ўчирилиб ёқилиши) да ишлай олади.

S3 – режимида электромотор хар соатда қайта ўзгарадиган ёки ўчириб ёқиладиган юклама билан ишлаши мумкин.

Узоқ муддатли ўзгармас юкламада мотор қувватини танлаш. Бу иш режимида эга бўлган механизм учун мотор қуввати амперметр ёки ваттметр билан чизилган юкланиш диаграммаси, электр энергия сарфланишини ҳисобга олиш билан исте

мол қилинувчи қувват нормалари ҳамда назарий хисоблашларга асосланиб топилади. Танланган моторни фақат ишга тушириш моментига кўра текширилади. Чунки кўпгина иш механизмларини ишга туширишдаги қаршилик momenti бирмунча катта бўлади. Узок муддатли иш режимига вентилятор, насос ва ш у каби механизмлар эгадирлар. Вентилятор учун мотор қуввати қуйидаги ифодадан аниқланади.

$$P_M = \frac{QH}{102\eta_v\eta_y} \text{ кВт}, \quad \text{бунда } P_M \text{ узок муддат давомида мотор валидаги ўзгасмас}$$

қийматли қувват Q ($\text{м}^3/\text{сек}$) вентиляторнинг иш унуми; H ($\text{кг}/\text{м}^2$) вентиляторнинг босими; η_v , η_y , вентилятор ва узатманинг фойдали иш коэффициенти.

Қишлоқ хўжалигида кўпроқ қўлланиладиган истеъмолчи хисобланган насослар учун $P_H = \frac{Q \cdot H \cdot \gamma \cdot K_3}{102 \cdot \eta_n \cdot \eta_y}$ кВт; бу ерда Q – насоснинг иш унуми $\text{м}^3/\text{с}$; H – тўла

босим; γ – хайдаладиган суюқликнинг солиштирма оғирлиги $\text{кг}/\text{м}^3$; K_3 – эҳтиётлик коэффициенти ($P \leq 50$ кВт бўлганда $K_3 = 1,2$; $50 \dots 360$ кВт гача $K_3 = 1,15$; 360 кВт дан юқори бўлган двигателлар учун $K_3 = 1,1$); η_n – η_y – мос холда насоснинг ва узатманинг фойдали иш коэффициенти.

Кўпгина механизмлар узок муддатли ўзгарувчан юкламада ишлайди. Бундай қурилмалар учун электромотор қувватини юклама диаграммаси ёки ўртача қувватлар исрофи усулида аниқлаш мумкин. Ўртача қувватлар исрофи усули двигателни танлашда ишлаш давридаги ўртача қувват исрофи

$$\Delta P_{\text{урт}} = \frac{\Delta P_1 \cdot t_1 + \Delta P_2 \cdot t_2 + \dots + \Delta P_n \cdot t_n}{t_{\text{цикл}}} \quad \text{бу ерда } \Delta P_1, \Delta P_2, \dots, \Delta P_n - m_n \text{ вақт}$$

бирлигидаги қувват исрофлари. $t_{\text{цикл}}$ – циклнинг вақт бўйича давомийлиги.

Агар моторни магнит оқими ўзгармас бўлса (агар мотор параллел уйғотишли ўзгармас ток мотори ёки синхрон мотор бўлса), моторни эквивалент айлантириш моментига кўра танлаш мумкин.

$$M_3 = \sqrt{\frac{M_1^2 \cdot t_1 + M_2^2 \cdot t_2 + \dots + M_n^2 \cdot t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}}; \quad \text{чунки } M = C_M \Phi I \text{ ва } \Phi = \text{сонст бўлганда,}$$

момент токка пропорционал бўлади. Агар берилган юклама графиги қувватни вақтга боғликлигидан иборат бўлса ва юкламанинг тезликка таъсири жуда кам бўлса (масалан асинхрон ва синхрон мотор) у холда электромоторни эквивалент қувват бўйича танлаш мумкин.

$$P_3 = \sqrt{\frac{P_1^2 \cdot t_1 + P_2^2 \cdot t_2 + \dots + P_n^2 \cdot t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}}; \text{ чунки } P=Mw \text{ ва } w=const \text{ бўлганда кувват,}$$

момент ва токка пропорционал бўлади.

Бундан ташқари эквивалент ток усули билан ҳам электромоторни турли юкламалардаги ток миқдорлари аниқланиб сўнгра шу ток қийматига тенг ёки ундан биров катта бўлган электромотор танланилади.

Қисқа муддатли иш режимида мотор қувватини танлаш. Қисқа муддатли режимда ишлайдиган кўпгина механизмларнинг ишга тушириш моментлари нисбатан катта бўлади. Шунга кўра 15,30 ва 60 минутли иш давлари учун момент бўйича механик жихатдан пишиқроқ ишланган махсус моторлар ишлатилади. Бундай холларда дастлаб эквивалент қувват аниқланади ва ишлаш вақти бўйича каталогдан мотор танланади.

Такрорланувчи қисқа муддатли иш режими учун мотор қувватини танлаш. Бу режим иш давларининг нисбий узоклик коэффиценти ПВ орқали характерланади.

$$ПВ\% = \left(\frac{t_{иш}}{t_{иш} + t_0} \right) 100 = \frac{t_{иш}}{t_{цикл}} 100 = \varepsilon 100, \text{ бунда } t_{иш} \text{ –моторнинг } P \text{ нагрузка билан}$$

ишлаш

даври, t_0 – моторнинг электр тармоғидан ажратилган даври.

Бунда цикл даври 10 минутдан ортмайди, бу режимда моторни ишга тушириш ва уни тормозлаш жараёнлари тезда такрорланиб туриши туфайли, қўлланиладиган мотор механик жихатдан анча зўрайтирилган бўлиб, катта қийматли ишга тушириш ва максимал моментларга эга бўлиши керак.

Бундай махсус моторларнинг параметрлари каталогларда турли стандарт ПВ % лар (15, 25, 40 ва 60 %) учун келтирилади.

Электромоторлар ўзларининг паспортида кўрсатилган номинал иш режимида ишлатишга мўлжаллаб ишлаб чиқарилган бўлади. Ишчи машинанинг қаршилиқ momenti M_{κ} , қуввати P , бурчак тезлиги w каби катталикларини вақт билан боғланиши характеристикасидан яъни M_{κ} , P , w $w=\phi(m)$ ни билдириб электр юритмани иш режимлари-ни ифодалайди. Ишчи машинани юкламаси ўзгармас ва ўзгарувчан бўлиши мумкин.

Ўзгармас юклама билан хаво сўргичлари, сепараторлар, марказдан қочма сув сўргичлари каби бир неча турли электрик юритмалар ишлайди.

Ўзгарувчан юклама билан эса электр юритмалардан озуқа майдалагичлар, комбайнлар, поршенли сўргичлар, токарлик дастгохлари, фрезарлик дастгохлари, ёғочга ишлов берувчи дастгохлар каби бир неча хил электр юритмалар ишлайди.

Маълумки юкламаси тез ўзгарадиган жихозларга маховикли юритмалар киради ва уларни характеристикалари қуйидагича графикларда ифодаланади.

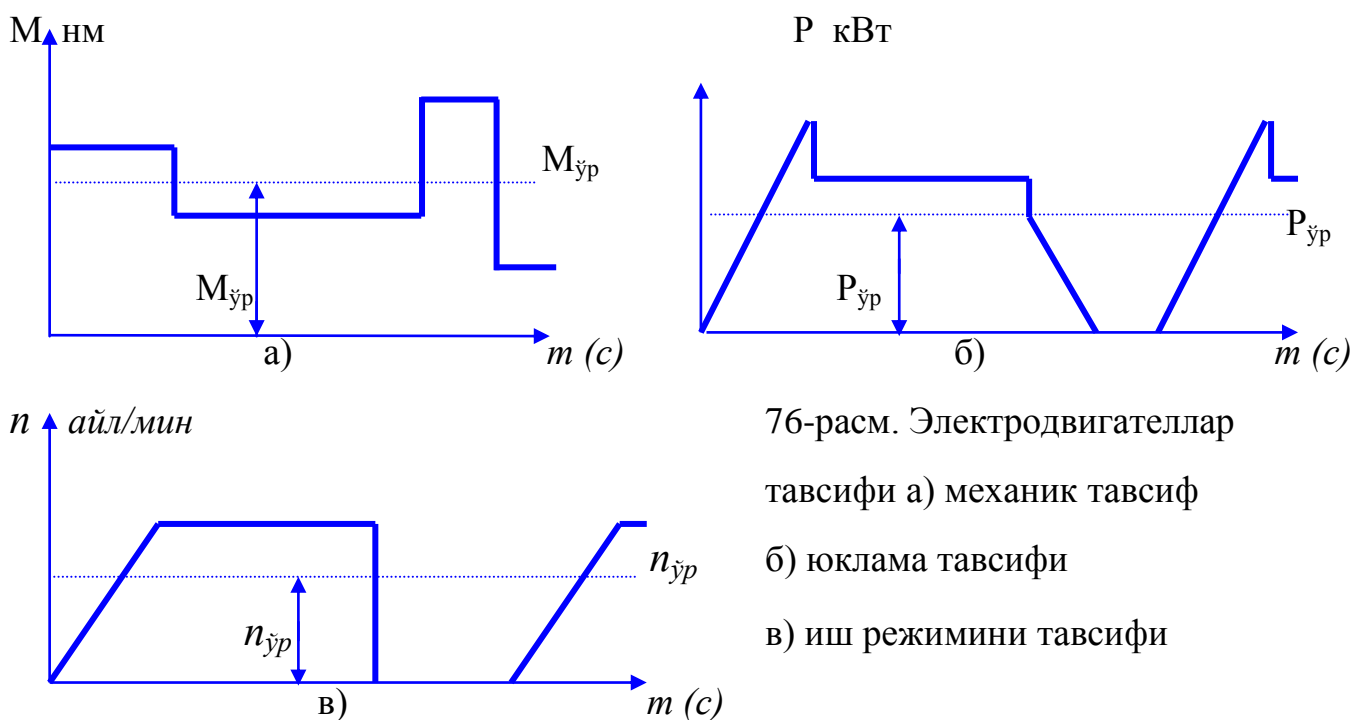
Ишлаб чиқариш корхоналарида жуда кенг тарқалган асинхрон моторлар ва шу каби электромагнит чулғамларга эга бўлган қатор истеъмолчиларда ўзгарувчан магнит майдони хосил қилиш учун реактив қувват талаб қилинади. Реактив қувват $\cos\varphi$ коэффициент билан характерланади ва қуйидаги формуладан аниқланади.

$$\cos\varphi = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot I} = \frac{P}{S}$$

Тоқ манбаасидан талаб қилинадиган реактив қувват қийматини камайтириш, яъни қувват коэффициенти $\cos\varphi$ ошириш мухим масалалардан хисобланади. Хақиқатан $\cos\varphi$ нинг ахамиятини энг кўп тарқалган истеъмолчилардан, асинхрон двигател учун трансформатор танлашдан бошлаб кўриб чиқайлик.

Масалан, 100 кВт ли актив қувватга эга бўлган Асинхрон двигател учун $\cos\varphi = 0,85$

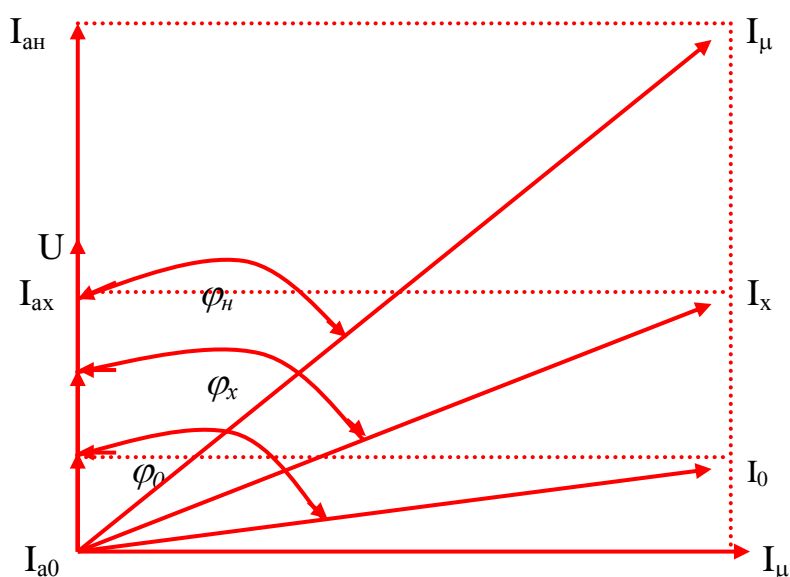
бўлганда унинг қуввати $P_{mp} = \frac{P}{\cos\varphi} = \frac{100}{0,85} = 117$ кВА бўлган трансформатор танланади



агар $\cos\varphi=0,5$ бўлса, у холда қуввати $P_{mp} = \frac{P}{\cos\varphi} = \frac{100}{0,5} = 200$ кВА бўлган

трансформатор танланиши керак. Бундан $\cos\varphi$ нинг камайиши билан трансформатор ва генератор катта қувватга танланиши кўриниб турибди.

Қувват коэффицентини камайиши сабаблари. Буни асинхрон двигателлар мисолида кўриб чиқамиз. Моторни ишлатишда магнит майдони хосил қилиш учун унга берилаётган токнинг бир қисми реактив, қолган қисми актив токдан иборат бўлади. Қуйида келтирилган диаграммада юклама салт ишлаш режимидан номинал қийматгача ўзгариши билан φ бурчакнинг ўзгариши кўрсатилган.



77-расм. $\cos\varphi$ нинг актив юкламага боғлиқлиги.

Моторга берилаётган кучланиш миқдорини ўзгармас, яъни $U=const$ деб бегиланса, у холда манфий оқим Φ ва тоқлар I_μ ҳам ўзгармас бўлади.

Демак юклама ўзгариши билан токнинг фақат актив қисми ўзгаради. Бунинг натижасида турли юкламалардаги I_x токни кучланишга нисбатан силжиш бурчаги φ_x ҳам ўзгаради. Яъни актив юклама камайиши билан φ бурчак орта боради. Бунда қувват коэффицентини $\cos\varphi$ камайиб боради. Шунга кўра двигателни мумкин қадар тўла юклама билан ишлатиш тавсия қилинади.

6. Электр юритмани автоматик бошқариш ва химоя воситалари.

Хозирги кунда технологик жараёнларни бошқариш замонавий техникаларни мураккаблашиб боргани сари, ўта мураккаб ҳолатларни келтириб чиқаради. Бундай ҳолатларни амалга ошириш учун албатта қўл билан ёки автоматик бошқариш қурил

маларидан фойдаланилади. Қўл билан бошқариладиган воситаларни тузилиши, иш-лаш принципи, ишлатилиш сохалари билан танишиш фойдадан холи бўлмайди. Бошқариш воситаларини тўғри танлаш техник тизимлар таркибига кирувчи машина ва механизмлари пухта ва узлуксиз ишлашини таъминлашда кафолатловчи мезон ҳисобланади. Кўп ҳолларда бошқариш воситаларини нотўғри танлаш техник тизимларни ишдан чиқишига, натижада уларни тўхтаб қолишига сабаб бўлади.

Техник тизимларни бошқаришда қўл билан бошқариладиган воситаларга бир иктиргич - ажратгичлар (рубильниклар), йиғма узгичлар (пакет узгичлар), бошқарувчи узиб-улагичлар (контролёрлар), йўл узгичлари (путевые выключатели), бошқариш тугмачалари ва универсаль алмашлаб улагичлар (переключателлар) киради.

Эрувчан сақлагичлар ва иссиқлик релелари электр қурилмаларининг асосий химоя воситалари ҳисобланади, улар билан танишиш ва уларни ўрганиб чиқиш ҳозирги замон мутахассисларининг асосий вазифаларидан бири ҳисобланади.

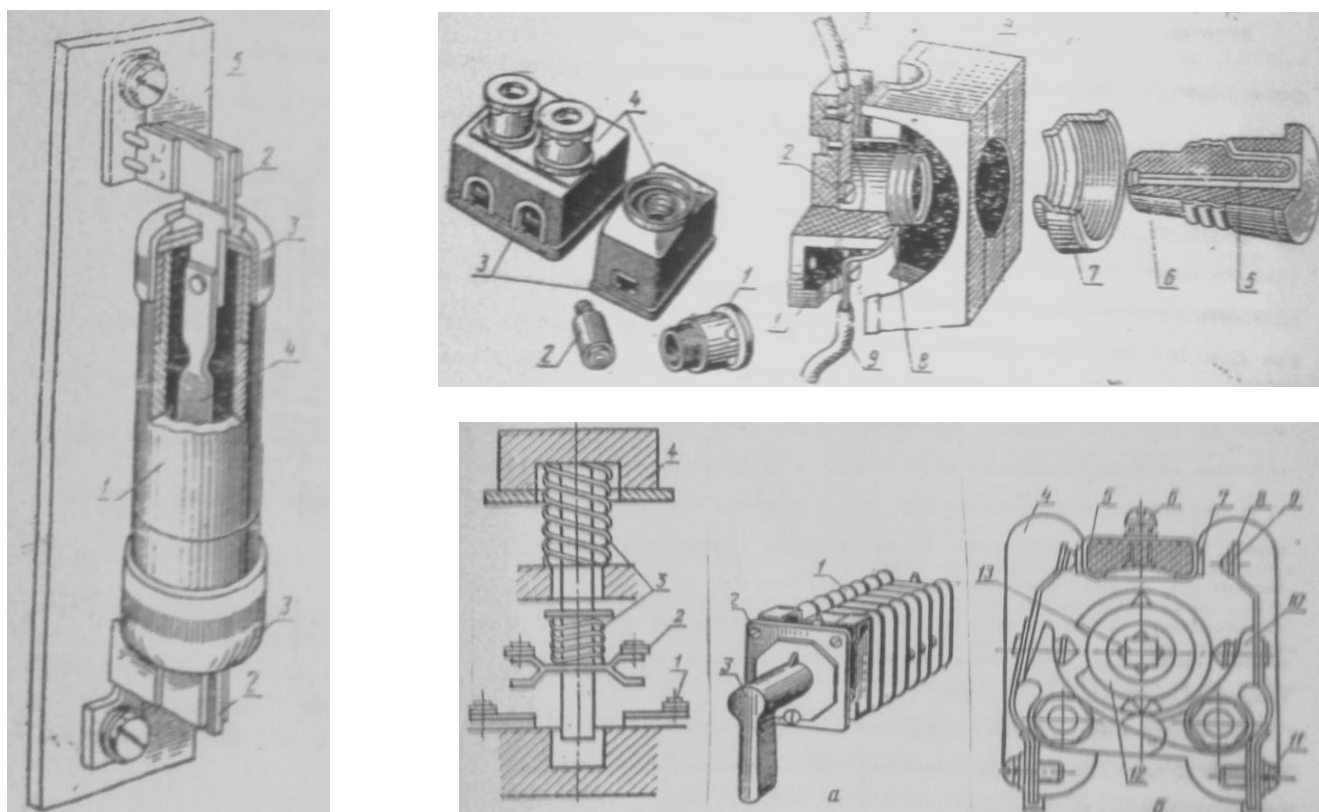
Эрувчан сақлагичлар техник тизимлар электр жихозларини ортиқча юкланишдан ва қисқа туташувдан сақлаш учун қўлланиладиган содда қурилмадир. Эрувчан сақлагичларни узувчи элементи бўлиб ток занжирига уланган эрувчан қуйма (мисдан, рухдан, қўргошиндан тайёрланган) хизмат қилади. Сақлагични химоя таъсири шундаки, қисқа туташув ёки ўта юкланиш содир бўлиб, юклама токи номинал миқдордан кескин ортиб кетган тақдирда эрувчан қуйма куйиб шу ток занжирини манбаадан узиб қўяди.

Тузилиши бўйича сақлагичлар резбали ва трубкали бўлади. ПРС русумли резбали (пробочный) сақлагичлар. 6 А (қуйма 1, 2, 4, 6 А); 20 А (қуйма 10, 16, 20 А); 63 А (қуйма 25, 40, 63 А); 100 А (қуйма 80, 100 А) номинал тоқларга ишлаб чиқарилади. Н русумли резбали сақлагичлар ёпиқ, тўлдиргичсиз бўлади. Улар ёритиш тармоқларини ҳамда кучланиши 380 В бўлган кам қувватли электродвигателларни химоя қилиш учун қўлланилади. Эрувчан қуймасини номинал токи 2,5...60 А.

ПР-2, ПН-2 (йиғма) ва НПН (бир бутун) русумли сақлагичлар 380 ва 500 В ли тармоқларда қўлланилади. ПР-2 сақлагичларда патрон 1 трубка кўринишида фибрадан тайёрланиб, уни ичига 6...600 А га мўлжалланган қўргошинли листдан тайёрланган эрувчан қуйма жойлаштирилган. Эрувчан қуйма куйганда у ўзининг стандартда-

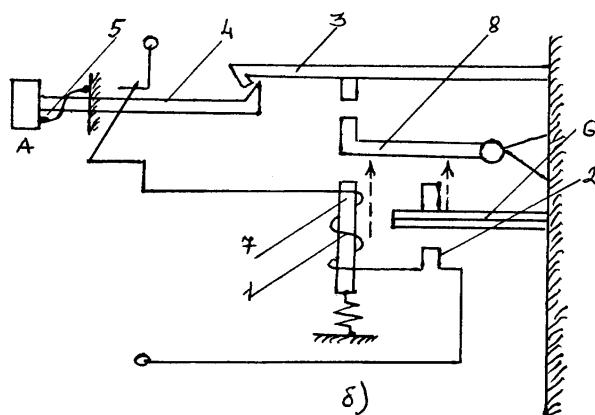
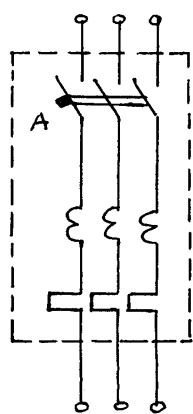
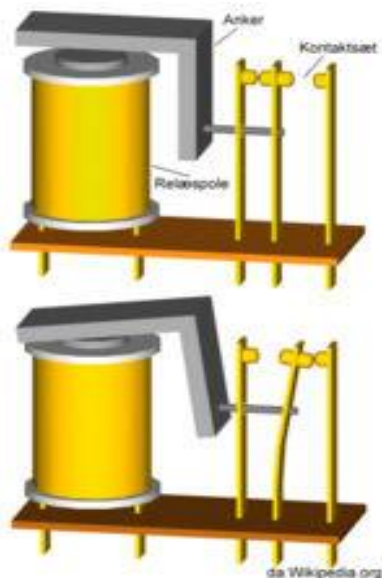
гисига алмаштирилади. ПН-2 саклагичларда патрони фарфордан тайёрланиб кварц қуми билан тўлғазилади. 30...600 А га мўлжалланган куйган эрувчан қуймаларни кўп мартаба алмаштириш кўзда тутилган. Эрувчан қуйма токи электродвигателлар-

ни химоя қилиш учун қуйидаги формуладан топилади. $I_{эр.к} = \frac{I_{юр.г}}{\alpha}$; бунда $I_{юр.г}$ - электродвигателни юргизиш токи, α -элек-тродвигателни иш шароитига боғлиқ коэффицент, $I_{эр.к}$ - бўйича саклагич русуми ва номинал токи танланади.



78-расм. Қўл билан бошқариш ва химоя воситалари.

Иссиклик релелари техник тизимлар электр жихозларини ортиқча юкланиш токидан химоя қилиш учун ишлатилади. Умуман олганда реле занжирга кетма-кет уланган иситгич (нихромдан тайёрланган сим ёки металдан тайёрланган спирал), ҳамда бошқариш занжирига уланган биметалл пластина (инварь – латун ёки инварь – никель) ва контактлардан тузилган. Иситгичдан ажралиб чиққан иссиқликдан биметалл пластина эгилади ва ричаг-лар тизими орқали таъсир кўрсатиб контактларни узиб қўяди. Биметалл пластина совигандан сўнг контактларни асл холига қайтариш учун махсус тугмачалари боси-лади. Иссиқлик релелари магнитли юргизгичларга ўрнатилган бўлади. Уларни танлашда қуйидаги формуладан фойдаланилади. $I_{б.м} = 1,05 \dots 1,1 I_{иш}$



79-расм.Реле тузилиши ва иссиқлик релесини принципиал схемаси.

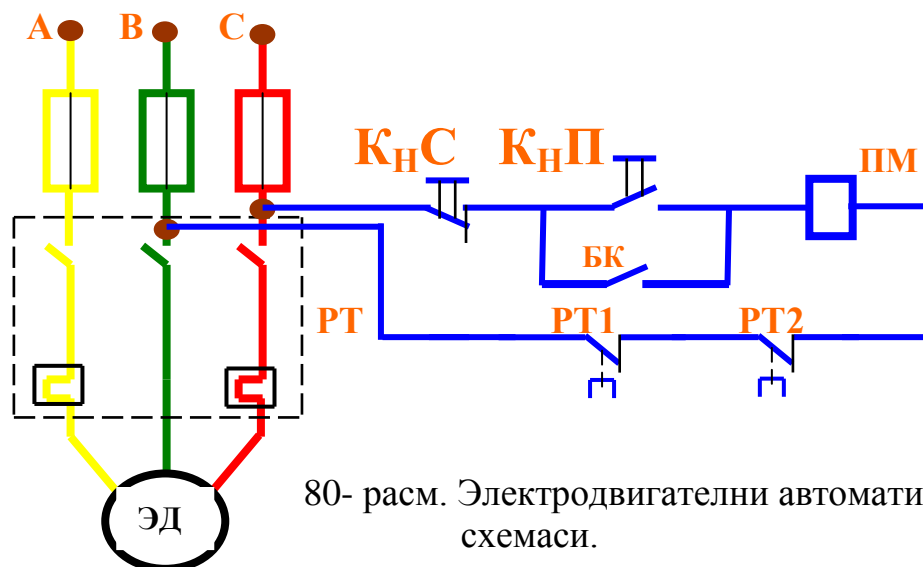
Аммо ярим ўтказгичли асбоблар асосида йиғилган УВТЗ-1 ва УВТЗ-4Б қурилмалари электродвигателларни ортиқча қизиб кетишдан сақлашда ўта такомиллашган химоя воситалари ҳисобланади.

Электродвигателларни автоматик бошқариш схемалари.

Ишчи машиналарнинг ҳаракатдаги қисмларини инерция моменти миқдорини ва ўзгариш характеристикасини ифодалайди. Маълумки айланма ҳаракат қилувчи машиналарни ишчи қисмларининг инерция моменти ўзгармас бўлади. Инерция моменти миқдори ва ўзгариш даражаси машиналарнинг иш вақтидаги юргизиб юбориш давомийлигини ва бир меёрдаги ҳаракатини баҳолаш учун ишлатилади.

Технологик жараёнлар ва ишчи машинанинг электр юритмага талаби улар учун умумий ҳисобланади. Шунинг учун ҳамма ҳолатларда ишчи машинани хусусиятларини яхши билиш керак ва уларни электрик юритма танлашда ишлатилади ёки қўлланилади. Бундан ташқари ташқи муҳитни электр энергияси билан таъминланганли-

гини ҳисобга олиш керак бўлади. Саноатда ва халқ хўжалик ишлаб чиқаришида ай-ниқса, сервис хизмати кўрсатиш устaxonаларида барча фойданиладиган дастгоҳлар-ни ҳаракатга келтириш учун **стационар** электрик юритмалар ҳамда **қўчма** электрик юритмалар ишлатилади.



80- расм. Электродвигателни автоматик бошқариш схемаси.

Якка двигателли электрик юритмалар ҳар бир иш машина учун алоҳида электр двигателидан ҳаракат олиб ишлайди. Бундай электр юритмалар қишлоқ хўжалигида зарур бўлган таъмирлаш устaxonаларида токарлик, фрезарлик, металлга биринчи ишлов берувчи кичик қувватли дастгоҳларда қўлланилади. Якка двигателли юритмалар оддий яккаланган ва индивидуал электр юритмаларга бўлинади.

Назорат саволлари.

- 1.Ишлаб чиқариш жараёнларида ЭЮ ни ахамияти қандай?
- 2.Электр юритма деб нимага айтилади ва у қачон яратилган?
- 4.ЭЮ қандай классификацияланади? 5.Трансмиссияли ЭЮ қандай бўлади?
- 6.Индивидуал ЭЮ нима? 7.Электродвигателни қувват коэффициентини нима?
- 8.Қувват коэффициентини ошириш учун нима қилиш керак?
- 9.Двигателни фойдали иш коэффициентини қандай топилади?
- 10.Қувват коэффициентини камайиш сабаблари ва ошириш усуллари қандай?
- 11.Механик характеристика нима, ўтиш жараёни нима?
- 12.Электродвигателларни маҳаник характеристикаси қандай?
- 13.Қўл билан бошқариш воситалари нима? 14.Сақлагич вав иссиқлик релеси нима?
- 15.Автоматик химоя воситаларини тузулиши ва ишлаши қандай?

17-Мавзу: КОРХОНАЛАРНИНГ ЭЛЕКТР ТАЪМИНОТИ АСОСЛАРИ

- Режа. 1.Электр энергия ҳосил қилиш ва уни тарқатиш.
2.Истеъмолчиларининг электр таъминоти тизими, нимстанция (подстанция) лар.
3.Юқори ва паст кучланишли электр тармоқлари.

1.Электр энергия ҳосил қилиш ва уни тарқатиш.

Электр энергия электростанцияларда ишлаб чиқарилади. Уларда турли энергиялар электр энергияга айлантирилади. Ишлатилаётган бирламчи энергия турига қараб электростанциялар қуйидаги турларга бўлинади: гидравлик (ГЭС), иссиқлик (ИЭС), атом (АЭС). Хозирги кунда иссиқлик электростанциялари кўп тармоқли бўлиб уларни улушига барча ишлаб чиқарилаётган электр энергиясининг 80-85 % миқдори тўғри келади.

Гидравлик электростанция (ГЭС) ларда сув оқими энергияси бирламчи энергия хисобланиб гидрогенераторлар ёрдамида электр энергиясига айлантирилади.

Иссиқлик электростанция (ИЭС) ларида қаттиқ, суюқ, газ кўринишидаги ёқилгиларни кимёвий энергияси электр энергияга айлантирилади. ИЭС лари буғ турбинали, газ турбинали ва ички ёнув двигателли бўлиши мумкин. Аммо буғ турбинали электростанциялар кўп тарқалган. Баъзи иссиқлик электростанциялари истеъмолчиларни электр энергияси билан таъминлаш билан бар қаторда буғ ва иссиқ сув билан ҳам таъминлайдилар (ТЭЦ).

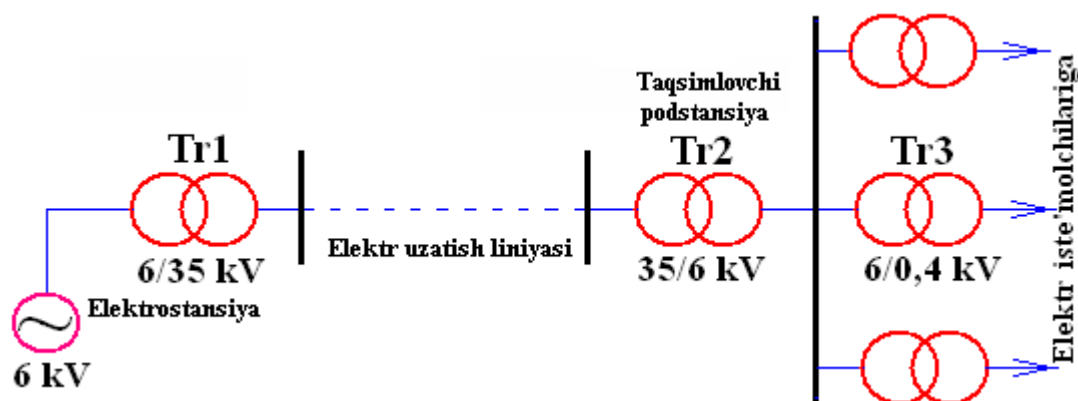
Атом электростанция (АЭС) ларида энергия манбааси сифатида ядро ёқилғиси ишлатилади. Занжирли реакция туфайли парчаланиш натижасида ядро ёқилғиси иссиқлик ажратиб чиқаради ва у сувни буғга айлантиради. Хосил бўлган буғ турбинага юборилади. Буғ хосил бўлиш жараёни турли схема ва цикллар бўйича амалга оширилади. Бошқа жихатлари томонидан АЭС лар ИЭС лардан фарқ қилмайди.

Хозирги кунда қуёш энергиясидан, ер ости сувларининг иссиқлигидан, шамол энергиясидан, денгиз оқимларининг қалқишидан фойдаланиш ҳамда атом ва иссиқлик энергиясидан тўғридан-тўғри электр энергияси хосил қилиш бўйича тадқиқотлар олиб борилмоқда.

Таъкидлаб ўтиш жоизки, жихозлар ҳамда энергетик ресурсларлан оқилона фойдаланиш мақсадида турли электростанциялар **энерготизим**ларга, айрим энерготизимлар эса **бирлашган энергетика тизим**лари (БЭТ)га бирлашадилар. Тўлақонлилик билан айтиш мумкинки, хозирги кунда Ўзбекистон Республикасида ягона бирлашган энергетика тизими мавжуд.

2. Истеъмолчиларини электр таъминоти ва нимстанция (подстанция) лар.

Хозирги кунда мамлакатимизда саноат корхоналари ва қишлоқ хўжалик истеъмолчиларини электр таъминоти марказлаштирилган давлат энергетика тизимидан амалга оширилади. Электр таъминоти схемаси билан танишиб чиқамиз:

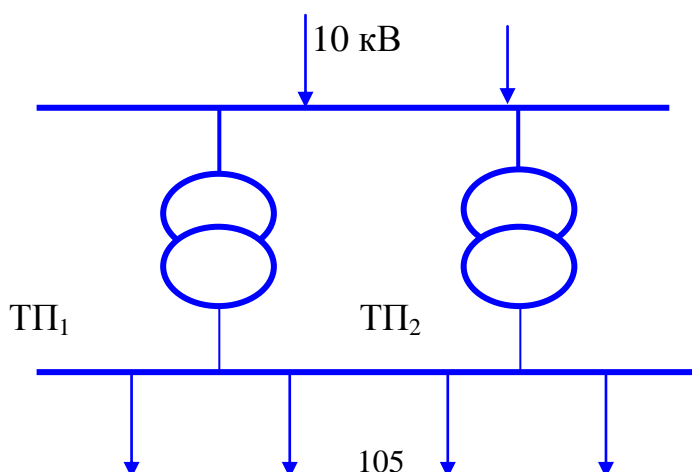


81-расм

энерготизимни 500 кВ ли, 380 кВ ли, 220 кВ ли, 110 кВ ли юқори кучланишли тармоғидан 35 кВ ли нимстанция орқали 35 кВ ли таъминлаш линияси кетади. Уларга 35/6...10 кВ ли район нимстанциялари уланади, улардан эса 6...10 кВ ли таксимловчи линиялар кетади. Бу линияларга 6...10/0,4 кВ ли пасайтирувчи нимстанциялар уланади. Қоида бўйича бундай нимстанциялар истеъмолчиларга яқин жойларга ўрнатилади. Улардан эса 380/220 В ли паст кучланишли тармоқ орқали тарқатилади. Истеъмолчиларни электр энергияси билан таъминлаш схемаси куйидаги расмда келтирилган (82-расм).

Барча барча электр энергияси истеъмолчилари 3 тоифага бўлинадилар.

Биринчи тоифа истеъмолчиларини электр таъминотида узилишларга йўл қўйилмайди. Шунинг учун улар икки мустақил юқори кучланишли тармоғига уланган иккита трансформаторлар нимстанцияларидан таъминланадилар. Бу тоифага кирувчи истеъмолчиларига куйидагилар киради: автомобил заводлари, чорвачилик комплекслари, парранда фабрикалари, иссиқхоналар, дон қуритиш комплекслари.



82-расм. Истеъмолчиларни энерготизимдан таъминланиш схемаси.

Иккинчи тоифа истеъмолчиларига электр таъминотида узилишлар 3,5 соатдан ошмаслиги керак, акс холда технологик жараён бузилиши мумкин ва бу холат махсулотларни бузилишига олиб келади. Бу тоифага кирувчи истеъмолчиларга электрлаштирилган сут соғиш қурилмалари, унча катта бўлмаган парник хўжаликлари, консерва заводлари мавжуд бўлган фермер хўжаликлари ва ш.у. киради.

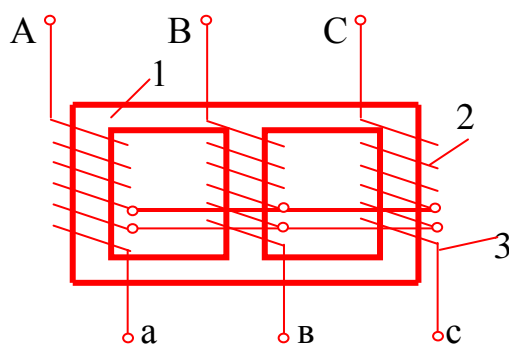
Учинчи тоифага истеъмолчиларининг 1 ва 2 тоифага мансуб бўлмаган истеъмолчилари киради. Аммо истеъмолчиларда электр таъминотидаги узилишлар бир суткадан ортмаслиги керак.

Трансформаторлар нимстанциялари кучайтирувчи ва пасайтирувчи бўлади.

Кучайтирувчи нимстанциялар электр энергиясини юқори кучланишларда узатиш мақсадида электр станциялар ёнига қурилади.

Пасайтирувчи нимстанциялар эса истеъмолчига якин жойда қурилади. Таъминловчи юқори кучланишли линия кучланишини истеъмолчилар кучланиши (0,4/0,23 кВ)гача пасайтириб берадиган нимстанция **истеъмолчи нимстанция** деб аталади. Қишлоқ хўжалиги худудларида очик (минорали, йиғма) ва ёпиқ уч фазали ва бир фазали трансформаторли нимстанциялар қўлланилади (83-расм).

Трансформатор нимстанцияларида қўлланиладиган уч фазали куч трансформаторлари пўлат листлардан йиғилган ўзакдан ҳамда бирламчи ва иккиламчи чулғамлардан иборат бўлади. Ўзак ҳамда чулғамлар мой тулғазилган металл бакка жойлаштирилади. Мой трансформатор изоляциясини электр мустахкамлигини оширади ва



83-расм. 3 фазали трансформатор схемаси.
1-магнит узак,
2-бирламчи чулғам,
3-иккиламчи чулғам.
A,B,C-юқори кучланиш,
a,b,c-паст кучланиш чулғами.

чулғамларни совутишни яхшилаиди. Электротехника саноати куйидагича русумли трансформаторларни ишлаб чикаради: 25; 40; 63; 100; 160; 250; 400; 630; 1000; 2500; 4000; 6300; кВ А ва бошка.

3.Юқори ва паст кучланишли электр тармоқлари.

Электр энергияси электростанциялардан истеъмолчиларга юқори кучланишли (1000 В дан юқори) ва паст кучланишли (1000 В гача) линиялар орқали узатилади. Электр таъминоти тизимида 6, 10, 20 ва 35 кВ ли юқори кучланишли уч симли хаво тармоқлари ҳамда 380/220 В кучланишли ерга уланган нуль симли паст кучланишли (хаво ва кабель) тармоқлари қурилади.

Хаво линияларини асосий элементларига таянчлар, симлар, изоляторлар ва арматура киради. Ёғочли ёки темир бетон таянчларга симлар осилади. Хаво тармоқлари учун қуйидаги симлар ишлатилади; очик алюминийли (А), пўлат – алюминийли (АС), пўлат кўпсимли (ПС, ПСМ) ва бир симли (ПСО). Хаво линия (тармоқ)ларини кесим юзалари қизишни рухсат этилган қиймати, кучланишни йўқолиши ва механик бикрлигининг хисоби бўйича топилади. Масалан, кучланиш йўқолишини рухсат этилган миқдори (2...3 %)ни белгилаб уч фазали тармоқ фаза сими кесим юзасини қуйидаги формуладан топиш мумкин.

$$F = \frac{\rho \cdot P \cdot \ell}{\Delta U \cdot U} \cdot 10^{-6} \text{ мм}^2,$$

бунда ρ -симни солиштирма қаршилиги, Ом, P –юклама қуввати Вт, ℓ -линия узунлиги м, U –тармоқ номинал кучланиши В, ΔU –кучланиш йўқолишини рухсат этилган қиймати В.

Бир фазали тармоқ симини кесим юзаси қуйидагича топилади.

$$F = \frac{2 \cdot \rho \cdot P \cdot \ell}{\Delta U \cdot U} \cdot 10^{-6}$$

Симларни қизиши бўйича кесим юзасини топишда аввало юклама токи топилади, сўнгра ушбу ток бўйича маълумотномадан мақбул стандарт кесим юзаси аниқланади. Бунда қуйидаги шарт бажарилиши керак: симни стандарт кесим юзаси токи I_n юкломани хисобланган токи $I_{ю}$ дан катта бўлиши шарт $I_n > I_{ю}$.

Маълумки, электр қурилмаларини ишлатиш жараёнида қувват коэффициенти $\cos\varphi$ юкломани миқдорига ва характерига қараб ўзгаради. Қувват коэффициентини оз миқдорларида симлардаги исрофлар кўпаяди, аммо исрофларни ўзгартирмасдан

ушлаб туриш учун эса сим кесим юзасини ошириш керак бўлади. Демак, қувват коэффициентини $Cos\varphi$ – электр энергиясидан оқилона фойдаланиш кўрсаткичи хисобланади. Яна $Cos\varphi$ ни паст бўлиши истеъмолчи тоқини ортишига олиб келади, бу ўз ҳолатида юклама тоқини ошишига, исрофларни кўпайишига, сим кесим юзасини катта бўлишига олиб келади. $Cos\varphi$ ни ошириш усуллари қуйидагилар:

- электродвигатель қуввати ишчи машина қувватига тўғри келиши керак;
- ишчи машиналарга айланиш частотаси юқори бўлган двигатель танлаш керак;
- электродвигателларни номинал юкламада ишлашини таъминлаш керак;
- электродвигателларни юкломасиз ишлашини чеклаш лозим;
- қувват коэффициентини ошириш учун конденсаторлардан фойдаланиш керак.

Назорат саволлари.

- 1.Электр энергия хосил қилинишини изоҳланг?
- 2.Энергияни қандай тарқатилади?
- 3.Электр таъминоти к/х да қандай?
- 4.Нимстанциялар нима?
- 5.Трансформаторларни изоҳланг?
- 6.Истеъмолчиларнинг тоифалари қандай?
- 7.Электр энергияси қандай узатилади?
- 8.Паст ва юқори электр тармоқларини изоҳланг?

18-мавзу: ЁРИТИЛГАНЛИК ВА НУР ЭНЕРГИЯСИДАН ФОЙДАЛАНИШ

- Режа.* 1.Умумий тушунчалар. 2.Оптик нурланиш манбаалари.
3.Ёритиш ва нурлантириш қурилмалари. 4.Электр билан ёритиш тизими.

1. Умумий тушунчалар.

Нурланиш – бу жисмни ўзида тўплаган энергияни электромагнит тўлқинлари кўринишида тарқатишидир. Халқ хўжалиги ишлаб чиқаришида тўлқин узунлиги 420000...180 нм (1 нанометр= 10^{-9} м) бўлган нурлар ишлатилади. Бу ораликда уч хил нурланиш мавжуд: кўзга кўринмайдиган, инфрақизил (ИК)-420000...780нм, ва кўринадиган (К) -780...400 нм ва ультрабинафша (УБ)- 400...180 нм. Инфрақизил нурлар металлургия саноатида кўзга кўринмайдиган тирқишларни аниқлашда, маҳсулотларни қуриштириш, медицина соҳасида эса оғритадиган микроблар ва захарли зараркурандаларни қириш ва асосан хайвон ва паррандани жойида иситиш учун ишлатилади. Инфрақизил нурлар энергияси хайвонлар териси остига кириб иссиқликка айланади ва у қон айланишини тезлаштириб модда алмашинувини яхшилайдди. Инфрақизил нурлар учта гуруҳга ажратилади. **A** соҳа 780 ...1400 нм, биологик жихатдан актив бўлиб тирик организмларга фойдали таъсир кўрсатади. **B** соҳа 1400...3000 нм, биоло

гик жихатдан актив бўлиб тирик организмларга ҳеч қандай таъсир кўрсатмайди. С соха 3000 нм дан юқори биологик жихатдан актив бўлиб салбий таъсирга кўрсатади.

Ультрабинафша (УБ) нурлар хайвон ва парранда организмига кучли, ҳар томонлама биологик таъсир кўрсатади. УБ нурланишини барча спектри тўлқин узунлиги бўйича учга бўлинади.

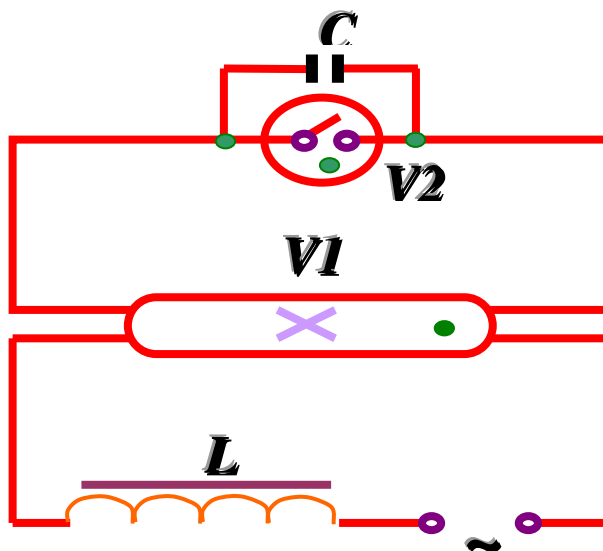
А соха 380..315 нм, *В* соха 315..280 нм, *С* соха 280...100 нм дан қисқа.

А соха нурланишини биологик таъсири оз, у асосан маҳсулотлар сифатини баҳолашда ва сигнал қурилмаларида ишлатилади. *В*-соха нурланиши терини қизартиради, антирахит таъсирга эга бўлиб провитаминни актив таъсир курсатувчи *Д* витамини га айлантиради. *С*-соха нурланиши бактерицид таъсири билан характерланади. У хона хавосини, сувни, идишларни зарарсизлантириш учун ишлатилади. Кўринадиган нурлар ўсимликларда фотосинтезни яхшилади. Ёруғлик таъсирида хайвон ва парранда организмида модда алмашинуви яхшиланади, касалликларга чидамлик ортади, уларни маҳсулдорлиги ошади ва янги туғилган хайвонларни сақланиши ва яхши ўсиши кафолатланади. Оптик нурланишни катталикларига қуйидагилар киради: 1-ёруғлик оқими, яъни оптик нурланишни интенсивлиги (ЛМ); 2-ёруғлик кучи, яъни ёруғлик оқимини зичлиги (КД); 3-ёритилганлик, яъни ёритилаётган юза бирлигига тўғри келувчи ёруғлик зичлиги.

2. Оптик нурланиш манбаалари.

Кўзга кўринадиган нурларни манбаларига, чўғланма лампалар, паст босимли симобли лампалар ва юқори босимли симобли ёй лампалар киради. Чўғланма лампаларни ишлаши ҳарорат таъсирида жисмлардаги нурланишга асосланган. Вольфрам толаси 2400...3000 К ҳароратда ўзидан нур чиқара бошлайди. Чўғланма лампалар 127, 220...235 В кучланишга мўлжалланган бўлиб қуввати 15 дан 1500 Вт гача бўлади. Паст босимли (0,01 мм сим. уст.) люминицент лампалар цилиндрик қувур кўринишида бўлиб уни ичидан ҳаво чиқариб ташланади ва маълум миқдорда симоб буғи ва инерт газ кирилади. Уни иккала томонида спираль жойлашган бўлади. Шиша идишни ички юзаси люминофор билан қопланган бўлади. Люминофор ультрабинафша нур таъсирида ўзидан кўзга кўринадиган нурлар чиқаради. Люминицент лампаларни ишлаш принципи электролюминисцентция ва фотолюминисцентция ходисаси

дан фойдаланишга асосланган. Люминисцент лампалар тармокка стартёр ва дроссель орқали уланади



C-конденсатор; **V2**-стартёр, газоразрядли лампа; **V1**-люминисцентлампа; **L**- дроссел.

84-расм. Люминисцент лампани тармокка улаш схемаси.

Стартёр лампани ёқиш учун ишлайди, дроссель эса ундаги токни мўтадиллаштириб туриш учун хизмат қилади. ДРТ типдаги симоб-кварц, ЛЭ типдаги эритём, БУВ, ДБ лампалари, ультрабинафша нур манбаалари хисобланади. ИКЗ-220-500, КИ-220-1000 ва ТЭН кўринишидан ИК лампалар эса, инфрақизил нур манбаларидир.

3. Ёритиш ва нурлантириш қурилмалари.

Ёритиш қурилмаларига ёритгичлар киради ва улар ёруғлик манбааларини, ташқи мухит таъсиридан сақлайди ва ёруғликни мақсадли йўналишини таъминлайди. Ёритгичлар вазифаси, тузилиши, ўрнатилиш усули, қуввати ва лампалар сони, ёруғлик тарқатиш характери бўйича фарқланади. Қишлоқ хўжалигидаги нормал шароитли хоналарда “Люцетта” “Шар” русумли ёриткичлар чўғланма лампалар билан, ЛД ва ЛДР-2 x 40 русумли ёритгичлар эса люминисцент лампалар билан ишлатилади. Зах хоналарда чанг ва нам ўтказмайдиган ПНР-1x100, ПСХ-60, ПНП-2x100, НСПО-1x60 чўғланма лампали ёриткичлар ва ПВЛМ-2x40, ПВЛП-2x40 люминисцент лампали ёритгичлар кулланилади. Кўчаларни ёритиш учун эса СПО-200, СПП-200 ёритгичлари чўғланма лампалар билан, СКЗЛ-3x40м ойнаванд люминисцент лампалар билан ва СКЗРП-500 ДРЛ лампали ёритгичлар ишлатилади. Хайвон ва паррандаларни ультрабинафша нурлар билан нурлантириш учун ДРТ-75, ЭО-1-30М, О7СПО-2x40, осма типдаги УО-4М ва узиюрар УОК-1, ОБУ-1-15, ОБУ-1-30 типдаги турли мақсадлар учун мўлжалланган қурилмалар ишлатилади. Қишлоқ хўжалик ишлаб

чиқаришида инфрақизил нур таркатадиган қуйидагича русумли қурилмалар мавжуд:
4ҚО-4, ССПО1-250-001-К3, ИКУФ-1, ОКБ, ОТ-6-40 .

4.Электр билан ёритиш тизимлари.

Электр билан ёритиш қуйидагича уч хил катталиклар билан характерланади.
Ёруғлик оқими $\Phi = \frac{W}{t}$ (Лм); Ёруғлик кучи $F = \frac{\Phi}{w}$ (Кд); Ёритилганлик $E = \frac{\Phi}{S}$ (Лк).
Қоидада кузда тутилишича, лойихалаштирилган ёритиш ва нурлантириш қурилмаси минимал харажатлар билан етарли ёритишни ва нурланишни таъминлаши керак. Иш жойларидаги талаб қилинган ёритилганлик ёритишни танланган кўриниши ва тизим ёрдамида хосил қилинади. Ёритиш кўринишлари: **ишчи ва аварияли**. Ёритиш тизимлари: **умумий, маҳаллий ва аралаш**. Ёритиш тизимларини хисоблаш орқали манбаа қуввати, ёритгичлар тури ва сони, уларни жойлашиш ва осилиш баландлиги аниқланади. Маълумотномаларда келтириладиган жадвалларда биноларнинг ёритилиши учун қўлланиладиган ёриткич тури ва ёритилганлик нормалари аниқ берилган бўлади.

Назорат саволлар.

- 1.Халқ хўжалигида қандай тўлқин узунлигидаги нурлардан фойланилади?
2. Инфрақизил нурлардан қандай мақсадларда фойдаланилади?
- 3.Ультрабинафша нурлардан қандай мақсадларда фойдаланилади?
- 4.Оптик нурланиш манбааларига нималар киради?
- 5.Чўғланма ва люминисцент лампаларни тушунтиринг?
- 6.Ёритгичларни вазифаси нимадан иборат?
- 7.Ёритиш ва нурлантириш қурилмаларини изоҳланг?
- 8.Ёритиш системаларини сананг?
- 9.Ёритиш системаларини хисоблашдан мақсад нима?

МУНДАРИЖА

1.Кириш. Фаннинг тарихи ва ривожланиш ғоялари	3
2.Ўзгармас ток чизиқли электр занжирлари	9
3.Бир фазали ўзгарувчан ток электр занжирлари	20
4.Уч фазали ўзгарувчан ток электр занжирлари	26

5.Электр занжирларидаги ўткинчи жараёнлар _____	30
6.Даврий носинусоидал электр занжирлари _____	38
7.Ночизикли электр занжирлар _____	44
8.Электр ўлчашлар ва электр ўлчаш асбоблари _____	51
9.Магнит занжирлар _____	53
10.Трансформаторлар _____	58
11.Ўзгарувчан ва ўзгармас ток электромагнит қурилмалари _____	63
12.Электр машиналари _____	65
13.Асинхрон машиналар _____	69
14.Синхрон машиналар _____	75
15.Электроника асослари _____	80
16.Электр юритмалар ҳақида умумий тушунчалар _____	87
17.Корхоналарнинг электр таъминота асослари _____	102
18.Ёритилганлик ва нур энергиясидан фойдаланиш _____	106

Фойдаланилган адабиётлар.

- 1.С.Мажидов. «Электротехника». Тошкент. Ўқитувчи. 2000.
- 2.С.Мажидов. «Электр машиналари ва электр юритма». Тошкент. Ўқитувчи. 2002.
- 3.И.Ф.Евдокимов. «Умумий электротехника». Тошкент. Ўқитувчи.1985.
- 4.Колесов В.Л., Карпов В.Н. ва бошқалар «Қишлоқ хўжалик агрегатлари ҳамда установкаларини электрик жихозлари ва автоматлаштириш». Тошкент. Ўқитувчи. 1986.
- 5.М.Хомудхонов.,С.Мажидов. «электрик юритма ва уни бошқариш асослари». Тошкент. Ўқитувчи. 1970.
- 6.Ю.Т.Додобоев. «Қишлоқ хўжалигини электрлаштириш». Тошкент. Ўқитувчи. 1983
7. www. Зиё.нет
- 8.Электротехническое оборудование СП Ташэлектр аппарат [хтп://www.ташэлектр.ком](http://www.ташэлектр.ком)
9. www.вам.ру. Владимирский электромоторный завод. Технический каталог.

