

П.А. БУТЫРИН, О. В. ТОЛЧЕЕВ, Ф. Н. ШАКИРЗЯНОВ

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

ОҚУ ҚҰРАЛЫ

П.А. БУТЫРИННІҢ редакциялығымен

*«Білім беруді дамыту федералды институты» федералды
мемлекеттік автономиялық мекемесі («БДФИ» ФМAM)
тарапынан Бастауыш кәсіптік білім беру
бағдарламаларын жүзеге асыратын білім беру
мекемелерінің оқу үрдісінде оқу құралы ретінде пайдалану
үшін ұсынылады*

*Пікірдің тіркелу нөмірі 778
26 желтоқсан 2012 ж. «ФБДИ» ФМAM*

11-ші басылым, стереотипті



Москва
«Академия» баспа орталығы
2015

Бұл кітап Қазақстан Республикасының Білім және ғылым министрлігі және «Кәсіпқор» холдингі» КЕАҚ арасында жасалған шартқа сәйкес «ТжКБ жүйесі үшін шетел әдебиетін сатып алуды және аударуды ұйымдастыру жөніндегі қызметтер» мемлекеттік тапсырмасын орындау аясында қазақ тіліне аударылды. Аталған кітаптың орыс тіліндегі нұсқасы Ресей Федерациясының білім беру үдерісіне қойылатын талаптардың ескерілуімен жасалды. Қазақстан Республикасының техникалық және кәсіптік білім беру жүйесіндегі білім беру ұйымдарының осы жағдайды ескеруі және оқу үдерісінде мазмұнды бөлімді (технология, материалдар және қажетті ақпарат) қолдануы қажет.

Аударманы «Delta Consulting Group» ЖШС жүзеге асырды, заңды мекенжайы: Астана қ., Иманов көш., 19, «Алма-Ата» БО, 809С , телефоны: 8 (7172) 78 79 29, эл. поштасы: info@dcg.kz

Пікір білдіруші —

БДҒЗИ кәсіптік білім мазмұнының өңірлік компоненті зертханасының меңгерушісі, педагогика ғылымдарының кандидаты *А. Володарская*

Бутырин П.А.

Б93 **Электротехника:** орта кәсіптік білім беру мекемелерінің студенттеріне арналған оқулық / П.А. Бутырин, О.В.Толчеев, Ф.Н.Шакирзя - жаңа ; П.А. Бутыриннің редакциялығымен. — 11-ші басылым., стер. — М.: «Академия» баспа орталығы, 2015. — 272 с.

ISBN 978-601-333-185-0 (каз.)

ISBN 978-5-4468-2309-3(рус.)

Электрлі және магнитті тізбектерге байланысты негізгі мәселелер, электр энергиясын өндіру және тұтыну тәсілдері қарастырылған. Кең ауқымда қолданылып жүрген электронды құралдар, электр аппараттары мен машиналардың құрылысы және жұмыс істеу қағидалары сипатталған.

Ұсынылып отырған оқулық электротехникалық бейіндегі кәсіп түрлері бойынша білікті мамандар даярлау үшін ұсынылады.

Орта кәсіптік білім беру мекемелерінің студенттеріне арналған.

ӨӘЖ 621.3(075.32)

КБЖ 31.2я722

© Бутырин П.А., Толчеев О.В., Шакирзянов Ф.Н., 2010

© «Академия» білім беру-баспа орталығы, 2010

© Ресімдеу. «Академия» баспа орталығы, 2010

ISBN 978-601-333-185-0 (каз.)

ISBN 978-5-4468-2309-3(рус.)

КІРІСПЕ

Электротехника – техникалық құрылғылардағы электрлік және магниттік құбылыстарды зерттеуге және пайдалануға байланысты ғылым мен техника саласы. Электротехника мыналарды зерттейді: техникалық құрылғылардағы электромагниттік құбылыстар; электромагниттік құбылыстарды пайдалануға негізделген электротехникалық құрылғылар; электромеханикалық құрылғыларды өндіріс жүйелерінде (генерациясында), электромагнитті энергияны беру, тарату және өңдеу барысында қолдану.

Электротехникалық құралдар тұрмыста (жарықтандыру құралдары, тоңазытқыштар, электр жылыту құрылғылары) және өндірісте (электрлендірілген станоктар, конвейерлер, электр дәнекерлеуші аппараттар), медицинада (диагностикалық аппараттар – рентген, томограф және басқалары, медициналық құралдар – лазерлер, стоматолог мамандардың бормашиналары) және әскери істе (байланыс тораптарын, командалық қосындарды, аэродромдарды, ракеталардың бастапқы ұшу орындарын, ұшақтардың, кемелердің және су асты кемелердің электр құрылғыларын электрмен қамтамасыз ету), көлікте (трамвай, троллейбус, метро, темір жолдардың электрмен жылжитын составтары, автомобильдердің электр құрылғылары) және байланыс саласында (телефон, телеграф, радио байланысы) кеңінен қолданылады.

«Электротехника» пәнінде электротехникалық құрылғылардағы электромагниттік құбылыстар, электр құрылғыларын жобалау және электромагнитті энергияны өндіру, беру және тұтыну үшін оларды пайдалану жолдары зерттеледі.

Осы тақырыпты зерделеу міндеттері техникалық құрылғылардағы электромагниттік құбылыстар саласында білімнің теориялық принциптерін меңгеру; түрлі мақсаттағы электротехникалық құрылғылармен танысу, олардың жұмыс қағидалары, сипаттамалары, энергетикалық көрсеткіштері; электр энергиясын өндіру, беру және тұтыну саласындағы білімді игеру болып табылады.

«Электротехника» пәнін оқытудың мақсаты - арнайы пәндерді оқып-үйрену және тәжірибелік өндірістік дағдыларды меңгеру үшін электротехника саласындағы болашақ маманның жалпы дайындығын қамтамасыз ету.

Бұл пән математика және физиканың негізгі курстарының ережелеріне негізделген. Негізгі ұғымдар электр энергиясының (генератор мен тұтынушы), электр тогының және кернеудің, қуаттың, электр және магниттік тізбектердің, электр жабдықтары болып табылады.

Алғашқы электр құрылғысы (компас) осыдан төрт мың жыл бұрын Қытайда жасалған. Бұдан кейін де адамдар электромагниттік құбылыстарға және оларды өмірде қолдануға үнемі қызығушылық танытты. Дегенмен, осы саладағы ілгерілеушілікке XVII ғасырдың басында ғана ағылшын тілінің ғалымы В. Хильберттің «Магнит, магниттік денелер және ірі магнит - Жер туралы» ғылыми еңбегі жарық көрген кезде ғана қол жеткізілді, бұл еңбекте жалпы магниттік құбылыстар мен магниттік компас стрелкасының қозғалысы, сондай-ақ автор электр ретінде сипаттайтын құбылыстар туралы сөз болған еді.

XVIII ғасырдың ортасында Лейден қаласында голландиялық ғалым П.Мюнхенбрук тарапынан алғашқы электр энергиясы көзі жасақталды, ол «лейден банкасы» деп аталды. Дәл осы кезде ресейлік ғалым М.В.Ломоносов және оның оқушысы Г.В.Рихман өздері әзірлеген ең алғашқы электр өлшеуіш құрал – найзағай машинасының көмегімен атмосфералық электромагниттік құбылыстарға зерттеулер жүргізуді бастады. 1785 жылы француз физигі Ш.О.Кулон екі зарядталған дененің өзара әрекеттесу күшінің олардың зарядтарының көлемі мен екі дене арасындағы қашықтыққа байланысты екендігін анықтады – бұл электромагнетизм саласындағы құбылыстың ең алғашқы сандық сипаттамасы болып табылады (Кулон заңы).

XIX ғасырда электромагнетизмді зерттеу жетістіктері өзінің шарықтау шыңына жетті: жаңа электромагниттік құбылыстар үздіксіз ашыла бастады; осы құбылыстардың субъектілері болатын заңдар анықталды; түрлі электр құрылғылары шығарылды.

Электромагниттік құбылыстарды зерттеу саласында осы кезеңдегі ең маңызды кезеңдер ретінде төмендегілерді атап көрсетуге болады:

1820 ж.— дат физигі Х.К. Эрстедтің электр тогының магниттік стрелкаға әсерін ашуы, бұл электр және магниттік құбылыстарды өзара байланыстыруға мүмкіндік берді;

1821 ж.— неміс ғалымы Т.Зесибек термоэлектрлік құбылыстарды ашты;

1831 ж.— ағылшын ғалымы М. Фарадей электромагниттік индукция құбылысын ашты;

1888 ж.— неміс физигі Ж.Р. Герц, электромагниттік және жарық толқындардың қасиеттерін анықтауға мүмкіндік беретін тәжірибелік жұмыстар жүргізуді бастады;

1888 ж.— орыс ғалымы А.Г.Столетов фотоэффект құбылысын ашты.

Электромагнетизм теориясының дамуында XIX ғасырдың келесі кезеңдері маңызды орынға ие болды:

1820 ж.— француз физик А.Ампердің екі өткізгіштің өзара әрекеттесу күшін анықтауы (Ампер заңы);

1827 ж.— неміс физигі Г.С.Ом кернеу, өткізгіш тоғы және оның кедергісі арасындағы байланысты анықтады (Ом заңы);

1847 ж.— неміс ғалымы Дж.Р. Кирхгоф электр тізбегінің теорияларының екі негізгі заңын анықтап берді (Кирхгофтің бірінші және екінші заңдары);

1873 ж.— ағылшын ғалымы Д.К. Максвелль электромагниттік өріс теңдеулерінің іргелі жүйесін қалыптастырды (Максвелльдің теңдеулер жүйесі).

Электр құрылғыларын жасау саласында қарастырылып отырған кезеңнің маңызды оқиғалары ретінде төмендегілерді қарастыруға болады:

1828—1832 жж.— орыс ғалымы П.Л.Шиллинг телеграфты ойлап тапты;

1832 ж.— француз инженерлері ағайынды Пиксилер электр генераторын жасап шығарды;

1834 ж.— өмірінің кейінгі жылдары Ресейде қызмет еткен Кенисбергтік ғалым Б.С.Якоби электр қозғалтқышты ойлап тапты;

1848 ж.— неміс механигі Г.Румкорф трансформатор жасап шығарды;

1872 ж. — орыс электротехнигі В.Н.Чиколаев электрлендірілген станок – жетегі бар тігін машинасын ойлап тапты;

1876 ж.— американдық ғалым Г.Белл телефон жасап шығарды;

1876 ж.— орыс ғалымы П.Н.Яблочков электр шамын ойлап шығарды, кейіннен 1879 жылы американдық өнертапқыш Т.А.Эдисон оны заманауи электр лампасы түрінде қайта жасақтады;

1879 ж.— неміс инженері Э.В.Сименс шағын электр темір жолын жасап шығарды;

1889 ж.— орыс өнертапқышы М.О.Доливо-Добровольский үш фазалы электр қозғалтқышын, кейінірек – үш фазалы трансформатор, электр генераторы және электр тарату торабын жасап шығарды;

1895—1897 жж. — орыс ғалымы А.С.Попов және италяндық инженер Ж.Маркони радио жасап шығарды (бір-бірінен тәуелсіз).

XIX ғасырдың екінші жартысында электротехника өнеркәсібі пайда болды.

Электр техникасының ғасыры ретінде XX ғасырды айрықша атап көрсетуге болады. Электрлендіру қоғамның өмірінің барлық саласына әсер етеді. Бұл көрсеткішті Ресейдің тарихынан да аңғару қиын емес. XX ғасырдың басында Ресей электрэнергетика саласы дамымаған, шетел капиталымен салыстырғанда 70% дейін әлсіз электрлендірілген ел болды. Ал, XX ғасырдың екінші жартысында Ресей экономикасы дамыған энергетикалық күшке айналды және халық үшін өте жоғары деңгейде өмір сүрді, содан кейін Ресейді электрлендіру жөніндегі мемлекеттік комиссияның жоспары құрылды (РЭЖМКЖ). РЭЖМКЖ жоспары - халықтың әл-ауқатын және ел экономикасының деңгейін түбегейлі жақсарту үшін адамзат тарихындағы алғашқы жоспар - өнеркәсіпті енгізу және энергетикалық ресурстарды игеруімен үйлестірілген электр

станциялар мен электр желілерін салу үшін қарастырылған. 1920 жылы көрнекті ғалым және мемлекет қайраткері Г.М. Кржижановскийдің төрағалығымен осы жоспарды әзірлеу және іске асыру үшін арнайы комиссия құрылды, ол сол уақыттың ең көрнекті электротехник мамандарының басын қосты: А.В.Винтер, А.А. Горев, Г.О. Графтио, К.А.Круг, В.Ф. Миткевич, А.А.Смуров, М.А.Шателен. 15 жыл ішінде бұл жоспар толығымен орындалды, ал Ресей 1936 жылы Еуропада екінші орынды иеленді. Қазірдің өзінде 1921 жылы алғашқы электр жүйелері пайда болды - Мәскеу және Петроградск. 1930-шы жылдары Орталық Энергия жүйелерін Орта Еділ, Орал және Орал маңы энергия жүйелерімен біріктіру үдерісі басталды, бұл еліміздің еуропалық бөлігінің Біртұтас электр энергетикалық жүйесінің (БЭЖ) қалыптасуының басы болды.

1960-шы жылдары БЭЖ басқа елдердің энергетикалық жүйелерімен байланысты болды. Осы энергетикалық жүйелердің диспетчерлік басқару қызметтері Орталық диспетчерлік басқарманың (ОДБ) қалыптасуымен біріктірілді. ОДБ құрылған электр энергетикасы өте жоғары сенімділікке ие. XX ғасырда онда іс жүзінде ешқандай негізгі жүйелік ақаулар байқалған жоқ.

Электрлендіру ауыр индустрияны, арнайы инженерлік, авиациялық және кеме жасау салаларын қарқынды дамытуға ықпал етті, бұл қысқа уақыт ішінде елге қиын сынаққа - Ұлы Отан соғысына дайындықты қамтамасыз етті және оған төтеп беру құрметіне ие болды..

Электрлендіру өндірістің сипатын едәуір өзгертіп, адамның ауыр физикалық және төмен білікті жұмысшылардан босатылып, оның шығармашылығын арттыра түсті.

Бүгінгі күні электротехника, көлік және ғарыш техникасы, жарықтандыру технологиясы, жоғары кернеулі технологиялар, өнеркәсіптік электротехника, медициналық электротехника, электротехника және аспаптық құрал-жабдықтар, информатика, робототехника, электротехника және т.б. ғылыми-техникалық прогрестің бағытын айқындайды.

Оқулық үш бөлімнен тұрады. «Электрлік және магниттік тізбектер», «Электротехникалық құрылғылар» секциясында «Электр энергиясын өндіру, бөлу және тұтыну» секциясында әртүрлі мақсаттар үшін электрлік қондырғылардың белгіленуі, жіктелуі, жұмыс істеу принциптері, «Электрлік және магниттік тізбектер», Электр энергиясын өндіру, беру және конверсиялау элементтері мен жүйелері қарастырылады, сондай-ақ электротехниканың даму перспективаларына да көңіл бөлінеді.

І ТАРАУ

ТҰРАҚТЫ ТОҚТЫҢ ЭЛЕКТРЛІ ТІЗБЕКТЕРІ

1.1. Электр тізбегі, электр тоғы, кернеу, электр қозғаушы күш ұғымдары туралы түсінік

Электр тізбегі - электромагниттік процестерді электр қозғалтқыш күші, ток және кернеу ұғымдарының көмегімен сипаттайтын құрылғылар жиынтығы.

Электр тізбегіне кіретін жеке құрылғы *электр тізбегі элементі* деп аталады. Электр тізбегінің негізгі элементтеріне төмендегілерді жатқызуга болады:

электромагниттік энергия көздері (бұдан әрі - көздер) - аккумуляторлар, термоэлектрлік элементтер, электр генераторлары, фотоэлектрлік элементтер және т.б. – кез-келген түрдегі энергияның (химиялық реакциялардың энергиясы, жылу энергиясы, механикалық энергия, жарық энергиясы және .) электр энергиясына айналуы;

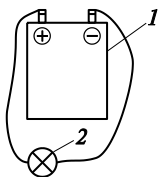
Электромагнитті энергияның берілу элементтері - қосылуға арналған сымдар, электр желілері, электр кабельдері;

электр энергиясын қабылдаушылар (бұдан әрі - қабылдағыштар) - электромагниттік энергия басқа түрдегі (термиялық, механикалық және т.б.) энергияға айналатын электр шамдары, электр пештері, электр қозғалтқыштары және т.б..

Электрлік шамды қосудың ең қарапайым электр тізбегі 1.1-суретте келтірілген, онда энергия көзі - батарея, алушы - электр шам, ал беру элементі сым болып табылады. Электр тізбектерінің элементтерін бейнелейтін және олардың сымдарын байланыстыратын суреттер монтаждау сызбалары деп аталады.

Электр тізбектерін анықтауға және зерттеуге кіріспес бұрын, электр тізбегін анықтау кезінде пайдаланылатын электр тоғының, кернеудің және электр қозғалтқыш күштерінің ұғымымен танысайық.

Электр тоғы — электр зарядтарының бағытталған қозғаюсын сипаттайтын құбылыс. Тоқтың оң бағыты үшін оң зарядтардың қозғалыс бағыты қабылданады.



1.1-сурет. Электр шамын қуаттандыруға арналған қарапайым электр тізбегі:

1 — аккумулятор; 2 — электр шамы

I ток күшін t уақыты ішінде өткізгіштің (бұл жағдайда зат) кейбір қиылысы арқылы өтетін q суммарлы зарядына байланысты қатынасы ретінде анықтайды, бұл ретте: $I = q/t$.

Егер бір секундта (1 с) осы бөлікте зарядтардың бір кулон * (1 Кл) өтетін болса, онда ток бірлігі ампер деп аталады (1 А = = 1 Кл/с).

Іс жүзінде, ток-ампер қуатының негізгі бірлігімен қатар ұзын және көп өлшемді бірліктерді пайдалану қарастырылған: миллиампер (1 мА = $1 \cdot 10^{-3}$ А) және килоампер (1 кА = $1 \cdot 10^3$ А).

Тізбек аймағының кернеуі U — электр өрісінің A бөлігінің осы бөлім бойында оң зарядты q ауыстыру бойымен зарядтау мәніне қатынасы: $U = A/q$.

Егер зарядты бір кулонға (1 С) ауыстыру үшін бір джоульге (1 Дж) жұмыс істеу қажет болса, онда кернеу бірлігі вольт (1 В = 1 J / С) деп аталады. Іс жүзінде, кернеудің негізгі бірлігі – вольт – ретінде ұзақ және қысқа бірліктер қолданылады: милливольт (1 мВ = $1 \cdot 10^{-3}$ В) және киловольт (1 кВ = $1 \cdot 10^3$ В).

Электр қозғаушы күш (ЭҚК) сыртқы күштердің (механикалық, химиялық реакциялардың күші және т.б.) немесе индукцияланған өрістердің (3-тарауды қараңыз) электр тогын генерациялау қабілетін сипаттайды.

Электр қозғалтқыш күші E формальды түрде кернеу: $E = A / q$ сияқты анықталады. Бірақ жұмыс A қозғалысы сыртқы өріс күштерімен жүзеге асырылады және ол жұмыс істейтін тізбектің учаскесінде ЭҚК бағыты осы бөлімнің кернеу бағытымен қарама-қарсы (1.2 және 1.3 бөлімдерін қараңыз). ЭҚК тұжырымдамасы сыртқы күштер әрекет ететін тізбектің бөліктері үшін ғана енгізіледі (1.1-суретте көрсетілген сызбада бұл батареямен бірге). Emf құрылысы, сондай-ақ кернеу, кернеу ретінде(V) вольт қарастырылады.

Электротехникада ток, кернеу және ЭҚК, әдетте, I , U , E әріптерімен анықталады, бұл олар уақыт t межесінде өзгермеген жағдайда жүзеге асырылады.

Егер олар тұрақты емес болса, яғни уақыт t функциясы болып табылса, оларды сәйкес әріптермен таңбалайды: $i = i(t)$, $u = u(t)$, $e = e(t)$.

* Қарапайым зарядталған бөлшек - электрон – заряды — $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл тең.

1.2. Электр тізбектерінің элементтері, сызбалары және олардың жіктелуі

Нақты элементтердің (электр беру желілері, генераторлар, трансформаторлар және т.б.) электр тізбектерін сипаттаудың күрделілігі кез-келген нақты элементтерді сипаттайтын комбинациялар көмегімен кейбір идеалданған элементтерді оқшаулауға қажет болды. Электр тізбегінің идеалданған элементтері (1.2-сурет) мыналарды қамтиды: ЭҚК көзі, тоқ көзі, резистор, конденсатор және индуктивтік катушкалар.

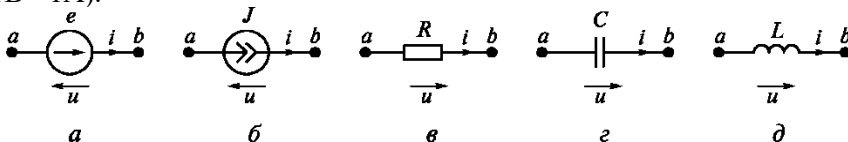
ЭҚК көзі үшін (1.2. а-суретті қараңыз) оның шығу жолдарының электр қозғаушы күші арасындағы кернеулердің теңдік сипаты тән: $u_{ba} = u = e$; тоқ көзі үшін (1.2, б-суретті қараңыз) — i тоқ мәні мен J тоқ көзіні элементі арасындағы теңдік тән: $i = J$; резистор үшін (1.2, в-суретті қараңыз) — кернеу мен тоқтың желілік байланысы: $u = Ri$ ($i = Gu$, $G = 1/R$); конденсатор үшін (1.2, г-суретті қараңыз) — өнімділік кернеуі мен элемент тоғының арасындағы желілік

байланыс: $i = C \frac{\Delta u}{\Delta t}$; катушка үшін (1.2, д-суретті қараңыз) — желілік

Ат т А і өнімділік тоғы кернеуі арасындағы байланыс тән: $u = L \frac{\Delta i}{\Delta t}$

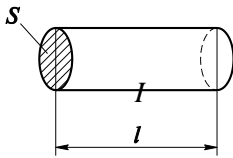
Электр тізбегінің жоғарыдағы теңдеулері қарастырылып отырған элементтердің құрамдас теңдеулері деп аталады, ал R , C және L элементтерінің параметрлері резистордың кедергісі, конденсатордың сыйымдылығы және катушкалардың индуктивтілігі ретінде қарастырылады.

$U = Ri$ өрнегі Ом заңы деп аталады және кернеу мен ток ағымының лездік мәндерінің өнімі дереу $p = ui$ деп аталады. Резистор үшін $p = ui = Ri^2$ (Джоуль-Ленц заңы). Бұл жағдайда қуат резистор шығаратын жылу мөлшерін анықтайды. Осылайша, резистор (резистивтік элемент) - оның электр кедергісін пайдалануға арналған элемент болып табылады. Кедергі бірлігі ретінде ом қарастырылады (1 Ом = 1В/1А), бәр сәттік қуат бірлігі — ватт (1Вт = 1В • 1А).



1.2-сурет. Электр тізбектерінің негізгі элементтері:

а — ЭҚК көзі; б — тоқ көзі; в — резистор; г — конденсатор; д — индуктивті катушка



1.3-сурет. Өткізгіш

R кедергісімен қатар, резистор кейде өткізгіштігі деп аталатын $G = I / R$ өзара жауап береді. Электр өткізгіштік бірлігі Siemens (1 См = 1А / 1 В). Диаграммалар осы мәндердің біреуін көрсетеді - кедергісі R немесе өткізгіштігі G. Электр өткізгіштігін енгізу кейде бірнеше резисторлар бар тізбектің теңдеулерін түрлендіруді жеңілдетеді.

R кедергісі l ұзындығының кез келген өткізгішімен және S көлденең қимасының ауданымен сипатталуы мүмкін (1.3-сурет). Егер тоқ өткізгіштің

қиылысы бойымен біркелкі орналасқан болса, онда $R = \rho \frac{l}{S}$,

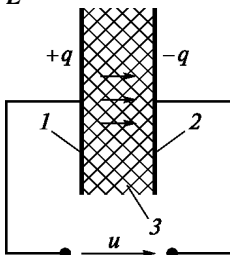
мұндағы ρ — өткізгіш материалының үлестік сипаттаушы қасиеті, электр кедергісі болып табылады.

Электр кедергісі бірлігі Ом болып табылады, ол метрмен көбейтіледі (Ом • м). Электр тізбегін ауыстыру тізбегінде резистивтік элементтер тек резисторларды ғана емес, сондай-ақ трансформаторлар мен электр машиналарының орамдары салынатын өткізгіштердің кедергісі және т.б. Кейбір өткізгіштердің 20 ° C, мкм • м температурасында арнайы электр кедергісі төмендегі мәндерге ие болып табылады:

Күміс	0,016
Мыс	0,0175
Алюминий	0,029
Вольфрам	0,056
Болат	0,13...25
Константан, манганин	0,4,0,5
Нихром	1,1

E

Конденсатор (сыйымдылық элементі) электр



1.4-сурет.

Конденсатор:

1, 2 — металл
пластиналар; 3 — ди-
электрик

өрісі энергиясын Cu^2 сақтайды $W_3 = \frac{Cu^2}{2}$;

оның бір сәттік қуат мөлшері $p = ui$ бұл энергияның уақыт межесіндегі өзгеру жылдамдығын сипаттайды. Конденсатор құрылымы диэлектриктің 3 қабатынан бөлінген 1, 2 металдан жасалған екі табақша түрінде жасалған (1.4-сурет). Конденсатордың шығарылатын сыйымдылығы - бұл екі шамаға тең, бірақ бұл элементтің $C = q/u$ кернеуіне кеңістікте орналастырылған тақталардың керісінше заряды. Сыйымдылығы бірлік - фарад

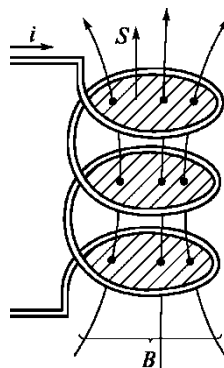
($1 \Phi = 1 \text{ Кл} / 1 \text{ В}$). Сыйымдылығы конденсатор ғана емес, сонымен қатар қуат беру сымдарының жұптары болып табылады, сыйымдылық бұл сымдардың әрқайсысының жерге қосылуын сипаттайды. Нақты тізбекті ауыстыруға арналған тізбекті құрастырған кезде, мұндай қосылыстар конденсатордың қатарымен бірге контурдың бөлігі болып табылатын сыйымдылықты элементтермен ауыстырылады.

Индуктивтік катушкалар (индуктивті элемент) магниттік өрісті $J_m = - \wedge \sim$ энергиясын сақтайды; оның бірден күші $p = ui$ бұл энергияның өзгеру уақытын сипаттайды Li^2 . Конструкциялық жағынан, мұндай катушка бұрандалы сызық түріндегі өткізгіштен жасалған (1.5 сурет). Ағымдағы i магнит өрісін жасайды, индукция бағыты көрсеткілермен көрсетілген (3-тарауды қараңыз). В индукция тығыздығының катушкалардың S көлденең қимасында бірдей екендігін ескере отырып, магнит өрісі магниттік ағыны $F = BS$ арқылы сипатталуы мүмкін. Бұл ағынның катушкалардың катушкаларының өндірісі флюс байланысы деп аталады $= \phi w$. Индуктивтілік флюс байланыстары мен ағымның арасындағы байланысты анықтайды: $\Psi = Li$. Магнит ағынының бірлігі - Tesla ($1 \text{ Т} = 1 \text{ Вб} \cdot 1 \text{ м}^2$, Индуктивтілік бірлігі - генри ($1 \text{ Гн} = 1 \text{ Тл} / 1 \text{ А}$) болып табылады.

Осылайша, индуктивтілік катушка индуктивтілік мүмкіндіктерін пайдалану үшін жасалған тізбектің элементі болып табылады. Катушкаларға қосымша индуктивтілік нақты электр тізбегінің басқа элементтеріне, атап айтқанда, электр желілерінің сымдарына сәйкес келеді, олар тиісті тізбектерді ауыстыру тізбектерінде көрініс табуы тиіс.

Осылайша, нақты электр тізбегінің кез-келген бөлігі тізбектелген барлық параметрлерге ие (R, L, C), сондай-ақ резистор, конденсатор, катушкалар қарсылық, сыйымдылық және индуктивтілік сәйкесінше негізгі параметрлер болып табылатын элементтер болып табылады, ал олардың басқа параметрлері әдетте елемейді.

Электр тізбегі ыңғайлы электр тізбегі деп аталатын сызба түрінде ұсынылады, ол тізбектің элементтерінің рәміздерінен тұрады (1.6-сурет) және олардың қосылуын көрсетеді. Электр сызбасына сәйкес электр сызбаына еәйкее (1.1.1-суретті қараңыз) электрбұйымды құрастыруға болады (1.6-сурет, а), онда ЭҚК көзі аккумуляторға сәйкес келеді, ал жүктің кедергісі (тұтынушы) Ян - электр шам. қарсылық сым (L_n салыстыруға) жеткілікті үлкен мәні бар болса, сызбасына арқылы суретте диаграмма құра алады. 1.5. Индуктивті-резистивті элементтік катушкалар (1.6-сурет, б), онда $R1$ осы қарсылықты есепке алады. энергия көзі неғұрлым күрделі сызбасы балама болуы мүмкін. ЭҚК көзінен тұратын электр



тізбегінің тізбегі, R индуктивті катушка L және конденсатор C 1.7-суретте көрсетілген..

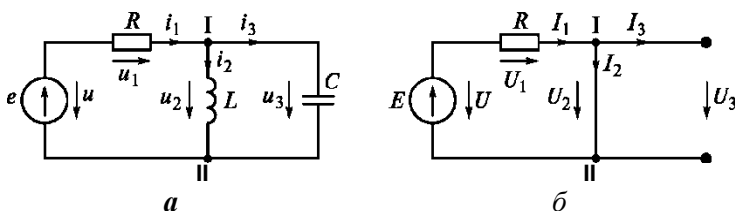
Электр тізбектеріндегі тізбектерде бір тармақтарды - бір ток бар элементтер тізбегін және түйіндерді - бірнеше тармақтарды біріктіруді әдетке айналдыру қажет. Осылайша, 1.7 а-суретте көрсетілген сызбада тиісінше i_1 , i_2 , i_3 токтарының үш тармағы және сәйкесінше I және II түйіндері бар.

Электр тізбектері электромагниттік процестердің типіне және элементтердің түріне қарай жіктеледі.

Электромагниттік процестердің түріне сәйкес электр тізбектері тікелей ток тізбектеріне бөлінеді (егер барлық элементтердің токтар мен кернеулер уақытымен өзгермейтін болса) және айнымалы ток тізбектері (токтар мен кернеулер уақытша өзгерсе). Айнымалы ток тізбектерінің ерекше ерекше жағдайлары - синусоидальды ток тізбектері (осындай тізбектердің токтарының және кернеулерінің синусоидальдық заңмен бірге әр түрлі болуы мүмкін), ол 4-тарауда талқыланатын болады.

Сызбалардың ең қарапайым класы тікелей ток тізбегі болып табылады, өйткені оларды ауыстыру тізбектерінде индуктивті катушкалар мен конденсаторлар кірмейді. Тұрақты ток күшінің

компонент теңдеуінен $u = L \frac{\Delta i}{\Delta t}$ (1,2-суретті қараңыз, d) көретініміз,



1.7-сурет. Айнымалы (а) және тұрақты (б) электр тізбектерінің сызбалары

берілген жағдайда кернеу нөлге тең болады; тұрақты тізбектегі контурды ауыстыру үшін тізбектің ішіндегі өзі - нөлдік кедергісі бар тамаша өткізгіш - қысқа тұйықталу тізбегі болады. Конденсатордың сыйымдылығының теңдеуінен тұрақты конденсатор үшін тұрақты кернеу болжамынан (1,2-суретті қараңыз, г), ол тұрақты ток тізбегіндегі үзіліс болып табылады. Осылайша тұрақты токтың айнымалы ток тізбегінің тізбегі (1.7-сурет, а) ауыстыру тізбегіне сәйкес болады (1.7-сурет, б).

Электрдің түріне қарай электр тізбектері желілік және желілік емес болып бөлінеді. Егер барлық элементтер желілік болса, онда олардың параметрлері (қарсылық, индуктивтілік, сыйымдылық, ЭҚК, ток көздерінің ағымдары) процестердің қарқындылығына байланысты болмайды. Егер тізбектегі кем дегенде бір желілік элемент болса, сызба желілік болып есептеледі.

1.3. Тұрақты токтың электр тізбектерінің элементтері. Ом және Кирхгоф заңдары. Тізбектерді есептеп шығару

Желілік тұрақты электр тізбектерінің тізбектері элементтердің тек үш түрі - резистивті элементтер, ток көздері және ЭҚК көздері. Тұрақты электр тізбегіндегі үш идеалданған элементтердің көмегімен нақты элементтердің қасиеттерін, әсіресе энергия көздерін көрсетуге болады.

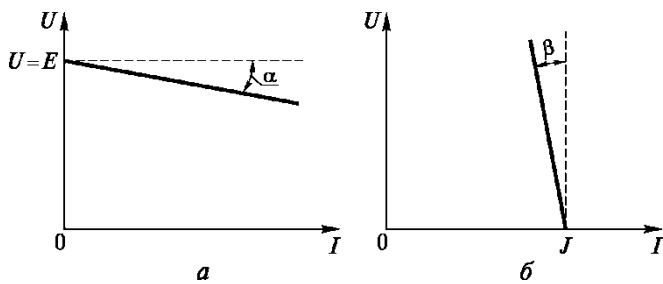
Мұның қалай орындалатынын түсіну үшін электр энергиясының нақты көзінің ағымдағы U (I) кернеуіне тәуелділігін қарастырыңыз, мысалы, 1.1 суретте көрсетілген аккумуляторды алуға болады. Сыртқы сипаттамасы деп аталатын бұл тәуелділік жиі көлбеу Желілік нысаны болады (1.8-сурет, а). Бұл жағдайда оны келесі теңдеу арқылы сипаттауға болады: $U = E - R_{вн}I$.

Бұл теңдеуге кіретін ток көзінің ішкі кедергісі

$$R_H = \frac{m_E}{m_1} \operatorname{tg} \alpha$$

мұндағы m_E и m_I — масштабты коэффициенттер; α — сыртқы бүгілу сипаттамасының абсцисс (тоқ осьтері) осіне қатынас бұрышы.

Нақты ток көзінің шығу жолдарында U кернеуі L_V ішкі кедергісі ішінара кернеудің $R_{ішк}$ төмендеуіне байланысты оның көрсеткішінен аз. Егер $R_{ішк}$ өте кішкентай және сыртқы сипаттамасы өте жақын болса (1.8а суреттегі сызылған сызық), онда



1.8-сурет. Нақты ЭҚК (а) көзі мен нақты ток көзінің (б) сыртқы сипаттамалары

олар көзге елестетіп, көзі тамаша бола алады. Электр сызбасына сәйкес электр сызбаларын (1.6, а, б суреттерін қараңыз) құрастыру кезінде қолданылған болатын (1.1-суретті қараңыз). Егер екінші жағынан H_s мәні ескерілмеуі мүмкін болса, онда сыртқы эмитенттің контуры ЭМӨ көзі және кедергісі R_{BH} бар ЭМӨ нақты көзінің сызбасына сәйкес келеді (1.9-сурет, а). Сыртқы сипаттаманың өрнегін

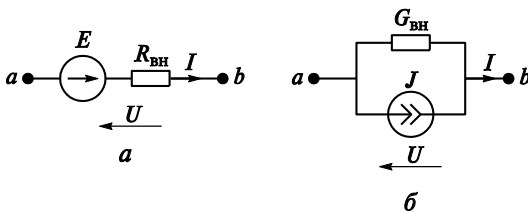
$I = \frac{E-U}{R_{BH}}$ пішініне түрлендіріп, ток тізбегінің бөлігі үшін Ом заңы деп

аталатын кернеуге тәуелді болады.

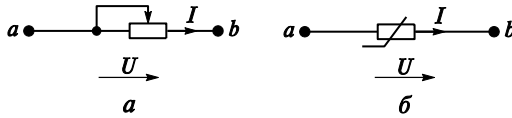
Ток көздерінің кейбір түрлеріне сыртқы сипаттамалар дерлік тік сызық түріне ие (1.8-сурет, б). Бұл жағдайда $I = J - G_{BH}U$ теңдемесінде сипатталуы мүмкін, мұнда бастапқы ток көзінің өткізгіштігі келесі

мәнге тең болады:

Бұл көзі суретте көрсетілгендей ауыстыру сұлбасына сәйкес келеді. 1.9, б. Егер $G_m \ll 0$, яғни сыртқы сипаттамалары нүктелік сызыққа жақын (1.8, б суретін қараңыз), онда мұндай қуат көзі ток тізбегіндегі кернеуге тәуелді емес, ток көзінің тамаша көзі ретінде қарастырылуы мүмкін. Әйтпесе,



1.9-сурет. Нақты ЭҚК (а) көзі мен нақты ток көзінің (б) алмасу сызбасы

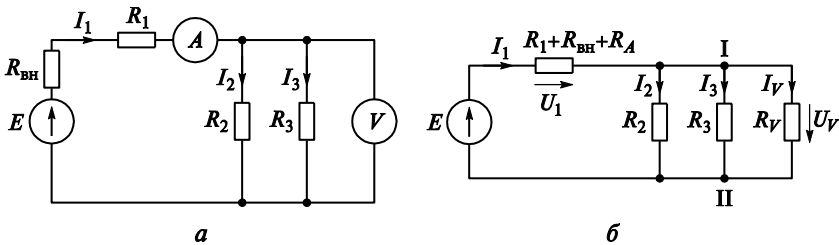


1.10-сурет. Реттелетін (а) және желілік емес резисторлардың (б) шартты белгіленуі

шынайы көздің ағымы мен идеал көзінің ағымынан гөрі аз болып шықса $G_{вн}$. U , яғни көздің ішкі өткізгіштіктің тоғы ретінде сипатталады.

1.8а суретте көрсетілген сыртқы сипаттамалар батареяларға, шамдарға арналған батареяларға және басқа да гальваникалық ұяшықтарға, тұрақты ток машиналарына және суретте көрсетілген сыртқы сипаттамаларға тән. 1.8, б, - транзисторларға негізделген энергия көздері үшін.

1.10-суретте реттелетін резистордың символы көрсетіледі, оның қарсылықтары $R_{min} < R < R_{max}$ белгілі бір шегінде өзгеруі мүмкін, ол әдетте арнайы сырғанайтын контактінің механикалық қозғалысы арқылы жүзеге асырылады. Суретте. 1.10, б Желілік резистордың әдеттегі нұсқасы көрсетіледі, оның қарсылығы тоқ кернеуіне немесе кернеуіне байланысты. Құрылымдық тұрғыдан әртүрлі күштер мен мақсаттардың резисторлары айтарлықтай өзгеше болуы мүмкін. Ортақ ерекшелігі жоғары төзімділігі олардың конструкциялары материалдар қолдану болып табылады, т.б. тұрақты концентрациясы, магнийлі, тізбектің қуаты элементтерімен қатар осындай токтар және вольтметр өлшеу үшін (шеңбер А белгісімен белгіленеді) өлшеу токтарының ретінде құрылғыларды, өлшеу қамтуы мүмкін (белгіленеді кернеуді өлшеу үшін айналдырады V). 1.11-суретте және ағымдағы метр (ағымдағы өлшеу, X) тұратын тізбек және (кернеу $U_2 = U_3$ өлшеу) бір вольтметр көрсетеді. Дұрысы, осы құрылғылардың, соның ішінде кезде ешқандай режимін өзгерту бар (яғни, ток және кернеу тізбегіндегі компоненттер өзгерген немесе өзгерген жоқ).



1.11-сурет. Амперметр және амперметр мен вольтметрден тұратын электрлі сызба (а), және оларды алмастыру сызбасы (б)

Бұл амперметрдің ішкі кедергісі R_A -ның өте аз екендігіне байланысты және вольтметрдің R_V ішкі кедергісі өте жоғары. Бұл кедергілерді 1.11б-суретте көрсетілген сызба бойынша ескеруге болады. Егер

$R_A \ll R_{SH}$, ал $R_V \gg R_2$ және $R_V \gg R_3$ болса, онда келесі мән қабылдануы мүмкін: $R_A = 0$, $R_V = \infty$.

Тізбектегі компоненттік теңдеулермен қатар, Кирхгофның екі заңы оның электромагниттік процестерінің толық сипаттамасына қолданылады.

Кез келген түйін үшін бірінші Кирхгоф заңы жарамды: бұл түйінге қосылған тармақ токтарының алгебралық сомасы нөлге тең. Бұл жағдайда түйіннен ағып жатқан ток, қосу белгісімен, ал ағымдағы токқа минус белгісі бар түйінге келеді. 1.11-суретте көрсетілген I түйіні үшін бізде келесі мән болады

$$-I_1 + I_2 + I_3 + I_V = 0.$$

Кез келген контур үшін бірнеше элементтерден өтетін жабық жол (*Кирхгофтың екінші заңы*) жарамды: контурдың барлық элементтеріндегі кернеулердің алгебралық сомасы нөлге тең. Осы заңның практикалық қолданылуы үшін контурды айналдырудың белгілі бір бағыттарын анықтау қажет, содан кейін айналма бағытымен сәйкес келетін элементтердің кернеулері минус белгісімен сәйкес келмейтін плюс белгісімен қабылданады. 1.6-суретте көрсетілген бір тізбекті диаграмма үшін, контурдың сағат тілімен бұрылысымен, бізде келесі мән болады — $U + U_1 + U_n = 0$.

Жалпы, тізбек филиалдарының саны B тең болса, және түйіндер саны — Y , бірінші Кирхгоф заң бойынша құрылуы мүмкін тәуелсіз теңдеулер саны, сол $Y - 1$, ал екінші: $B - (Y - 1)$ $B = -Y + 1$. Осылайша, Кирхгоф ықтимал заңдарына барлық теңдеуін жасауға. B -компонент теңдеулер осы теңдеулерді қосу арқылы, біз осы тізбегінде токтар мен кернеулер анықтау үшін қажетті теңдеулер $2B$, алу. Бұл теңдеулер теңдеулер электр тізбегі жүйесін аяқтау $2B$ деп аталады. белгісіз токтар және кернеу филиалдарын есептеу үшін алдын ала белгіленген үлгі бойынша, және параметр мәндерін — Олар (талдау) тізбек есептеу мәселесін шешуге мүмкіндік береді.

1-мысал. Сызба үшін бізде қолда бар мән (1.11-суретті қараңыз, б) $B = 4$, $Y = 2$ болып табылады. Кирхгофтың бірінші заңына сәйкес, біз бір теңдеу жасаймыз: $I_2 + I_3 + I_V = I_1$, Кирхгофтың екінші заңына сәйкес, біз үш теңдеу жасаймыз: $U_2 - U_3 = 0$; $U_2 - U_V = 0$; $U_1 + U_2 = E$. Сонымен қатар, біз төрт құрамдас теңдеулерді құрдық: $U_1 = (R_1 + R_{SH} + R_A)I_1$; $I_2 R_2 = U_3$; $I_2 R_3 = U_3$; $I_V R_V = U_V$. Алынған сегіз теңдеулер жүйесін шешу тізбектің барлық тармақтарының ағымдары мен кернеулерін береді. Талданатын талдау жолдары қажет емес.

Осындай кешенді талдау проблемаларын шешу үшін арнайы

әдістер жасалды, олар 1.4-1.6-бөлімдерде қаралады.

1.4. Тұрақты тоқтың күрделі тізбектерін есептеу сызбаларын түрлендіру. Эквивалентті генератор әдісі.

Қосымша резистивтік тізбектер деп аталатын тұрақты ток тізбектерін есептегенде, құрамдас теңдеулерді және Кирхгоф теңдеулерін пайдалануға негізделген келесі өзгерулерді пайдалануға болады:

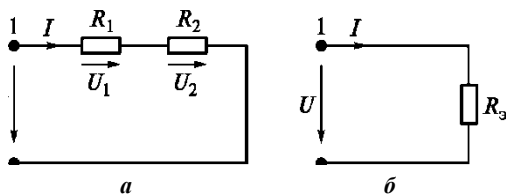
Рет-ретімен қосылған R_1 және R_2 кедергісі бар резисторларды (1.12,а-сурет) U тармақтағы кернеу мен жалпы тоқты I өзгертпестен, $R_b = R_1 + R_2$ (1.12, б-сурет) кедергісі бар бір эквивалентті резистормен ауыстыруға болады;

Өткізгіштігі $G_1 = 1/R_1$ және $G_2 = 1/R_2$ (1.13, а-сурет) болатын бір-біріне параллель қосылған резисторларды өткізгіштігі $G_s = G_1 + G_2$

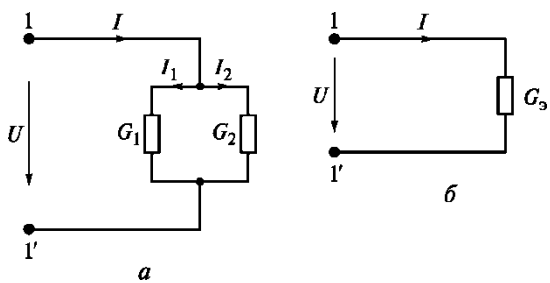
(кедергісі $R_s = \frac{1}{G_s} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$) (1.13, б-сурет) болатын бір

эквивалентті резистормен алмастыруға болады, және бұл ретте, қарастырылып отырған тізбектегі ток I және кернеу U мәнін $R_1 + R_2$ мәнін өзгертпеуге де болады;

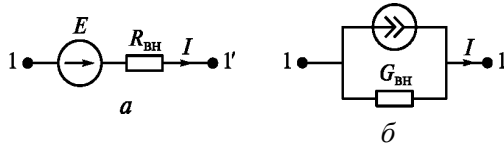
ЭҚК көзінің E ішкі кедергісі $R_{\text{вн}}$ (1.14, а-сурет) болған жағдайда, ішкі өткізгіштігі бар ток көзін J төмендегі жағдайларға сәйкес өзгертуге болады $G_{\text{вн}}$ (1.14, б-суретті қараңыз).



1.12-сурет. Бірінен соң бірі орналасқан екі резисторды (а) бір эквивалентті резистормен алмастыру



1.13-сурет. Екі параллель қосылған резисторларды (а) бір эквивалентті резистормен алмастыру (б)

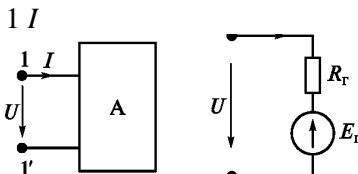


1.14-сурет. ЭҚК көзін (а) ток көзімен (б) алмастыру

$J = E/R_{BH}$, $G_{BH} = 1/R_{BH}$; Сол сияқты, ішкі өткізгіштікке ие G (G_{14}) ағымдық көзі (1.14, б суреттерін қараңыз) ЭҚК $E = J / G_m$ көздерімен $R_m = 1 / G$ ішкі қарсыласуымен алмастыруға болады (1.14, а-сурет) қарастырылып отырған ток тізбегінің сегментінің I және кернеу U мәні өзгертіледі.

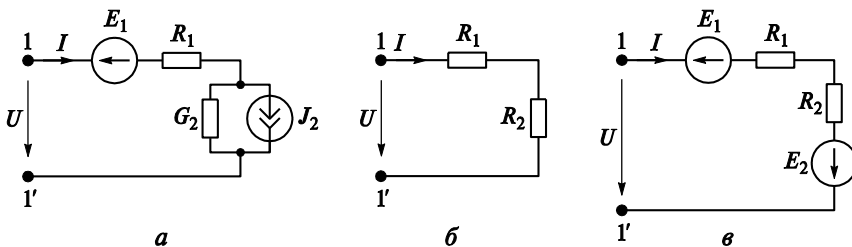
Осындай трансформациялық әдістерді пайдалана отырып, сызба конструкцияларын айтарлықтай жеңілдетуге және, тиісінше, токтар мен кернеулерді есептеуге болады. Тұрақты ток тізбектерін немесе әдетте, кез-келген таза резистивтік тізбектерді есептеудің ұқсас әдістерімен қатар олардың тізбектерін жеңілдетудің арнайы әдістері де бар.

Ең танымал кез-келген (яғни энергия бар) белсенді екі терминал желісі (тізбектің екі түйіндер қалған қоса тіркеледі яғни энергия көзінен тұратын) A (1.15, а-сурет) ЭҚК Эр көзі, ауыстыру тең балама генератор, әдісі болып табылады сериялы байланысты ішкі кедергісі бар эквивалентті генератордың ЭҚК деп аталады (1,15, б-сурет). кернеу E_r магнитудасы яғни, деп аталатын жұмыс істемейтін болып табылады. ашық екі полюсті терминалдар бойынша E . U кернеу. ол белгілі параметрлері бар сызба ретінде анықталады, егер осы кернеу тізбек нақты құрылғылар түрінде болса тікелей өлшенеді, немесе есептеуге болады. Мұндай генератордың ішкі қарсылығын A -терминалдың жабық ЭҚК көздерімен және ағымдағы көздермен сынған тармақтарының кедергісі ретінде анықтайды.



1.15-сурет. Белсенді қос полюсті құрылғыны (а) эквивалентті генераторға алмастыру (б)

2-мысал. Белсенді қос полюсті құрылғының эквивалентті генераторының параметрлерін анықтап көрелік (1.16,а-сурет). ЭҚК көзін E_i қысқартып және тармақты ток J_2 көзімен бөліп эквивалентті кедергісі $L_r = R_1 + 1/G_2$ эквивалентті генератордың ішкі кедергісіне эквивалентті болып шығатын сызбаға қол жеткіземіз. Осы генератордың ЭҚК анықтау үшін өткізгіштігі G_2 ток көзін ЭҚК эквивалентті өткізгіштігі $E = J_2 / G_2$ тең болатын $R_2 = 1/G_2$ кедергісі бар қуат көзіне қосамыз.



1.16-сурет. Белсенді қос полюсті құрылғының параметрлерін анықтауға арналған сызбалар (а-в)

Алынған тізбектегі бос жұмыс кернеуі ($I = 0$) $U = E_1 - E_2$ болады. Осылайша, 1.16, а-суретте көрсетілген сызба $E_r = E_1 - J_2 / G_2$,

$R_r = R_1 + 1 / G_2$ параметрлерімен 1.15, б суретте көрсетілген баламалы генератормен ауыстырылуы мүмкін.

Сызбаның қалған бөлігіне қосылатын жеке қосалқы тізбектерді тек екі түйінмен ұқсас баламалы генераторлармен ауыстыру арқылы сызба конструкциясын айтарлықтай жеңілдетуге болады.

3-мысал. ЭҚК сызбасының суретте көрсетілген сызбадағы қуат көзінің тогын есептеп көрейік. 1.11, б. $E = 0$ кезінде $G_r = G_2 + G_3 + G_V$ ($G_2 = 1 / R_2$, $G_3 = 1 / R_3$, $G_V = 1 / R_V$) балама өткізгіштігі бар үш параллель байланыстағы резистивтік буындардың өткізгіштігін ауыстыру, содан кейін тізбектің жалпы қарсылығын есептеу $R_{\Sigma} = R_A + R_E + R_{ВН} + R_1 + R_r$, ($R_r = 1 / G_r$) $E_3 = 0$ ескере отырып, ағымдағы $E_3 = E / R_{\Sigma}$ қажетті мәнін аламыз.

Кейінгі тізбектің басқа элементтерінің токтарының және кернеулерінің есептелуі қандай да бір қиындықты тудырмайды.

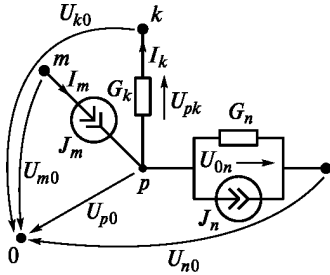
Жалпы алғанда, қарапайым қосалқы тізбектерді (мысалы, екі порт үшін эквивалентті генераторлар) ауыстыру негізіндегі күрделі электр тізбегін есептеу әдісі *диакоптикалық электр тізбегі* деп аталады.

1.5. Тораптық кернеу әдісі

1.4-бөлімшеде қарастырылып отырған кешенді резисторлық тізбектерді есептеу әдісі өте тиімді, бірақ тұтастай ресімдеу қиын. Электр тізбектерінің тізбектерін есептеудің формальды әдісін

қарастырайық. Ол Кирхгоф заңының теңдеуін тармақтардағы кернеулері арқылы жазу идеясына негізделген. Түйіндік кернеулер әдісімен теңдеулер жасау үшін сұлбаның түйіндерін нөлден бастап дәйекті сандар қатарында санау керек. 0 деп белгіленген түйін негізгі түйін деп аталады. Осы әдіспен құрастырылған теңдеулер жүйесі келесі сипатқа ие болып табылады:

$$G_0U - G_1U_2 - \dots - G_nU, = J_n;$$



1.17-сурет. Үш сәулелі жұлдыз

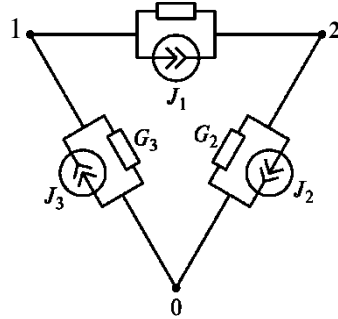


Рис. 1.18. Сызба электрической цепи с тремя узлами

$$\begin{aligned}
 -G_{21}U + G_{22}U_2 - \dots - G_{2l}U_l &= J_{22}; \\
 -G_{l1}U_1 - G_{l2}U_2 - \dots + G_{ll}U_l &= J_{ll},
 \end{aligned}$$

мұндағы $G_{11}, G_{22}, \dots, G_{ll}$ — тораптардағы 1, 2, ..., l желілік өткізгіштігі. Олардың әрқайсысы j торабына жақындаған тармақтардың өткізгіштігінің сомасына тең, мұнда $j = 1, 2, \dots, l$. Өткізгіштігі $G_{kl} = G_{lk}$ - k және l тораптары арасындағы тармақтардың өткізгіштігінің сомасына тең k және l тораптарының өткізгіштігі. U_1, U_2, \dots, U_l кернеуі тораптық кернеулер деп аталады. Тораптық кернеу U_j - 0-базалық торапқа қатысты тораптың кернеуі. Егер соңғы нөлге тең әлеуетін алсақ, онда U_j - j тораптың әлеуеті. Сондықтан бұл әдіс *тораптық әлеует әдісі* деп аталады. $J_{11}, J_{22}, \dots, J_{ll}$ токтарын тораптық ток деп атайды. Ток түймесінің j j ағымдағы ағындардың j түйініне қосылған токтардың алгебралық қосындысына тең (көз j түйініне бағытталса, бұлшық белгісі көзден осы түйіннен бағытталса). Теңдеулер жүйесінен U_j ($j = 1, 2, \dots, l$) белгісіз кернеулерін анықтағаннан кейін барлық тармақтардың кернеулерін табуға болады. U_{kp} - Осылайша, түйіндері k және p қосылу кернеуі УКП жолы, $U_{kp} = U_k - U_p$ УКП болады. Теңдеулер жүйесін құру үшін тізбектің түйіндері бірінші түйіннен бастап дәйекті түрде өңделеді. Суреттегі түйін үшін. 1.17, $G_{pp} = G_k + G_n$, $G_{pm} = 0$, $G_{pk} = G_k$, $J_{pp} = J_m - J_n$ және тораптың бар екенін теңдеу өзі қамтитын болады ($G_k + G_n$) $U_p - G_n U_n - G_m U_m = J_m - J_n$

4-мысал. Тораптық кернеу әдісін пайдалана отырып, тізбек тораптарындағы кернеуді анықтап көрелік,

$$G_{11}U_1 + G_{12}U_2 = J_{11};$$

$$G_{21}U_1 + G_{22}U_2 = J_{22};$$

мұндағы $G_{11} = G_1 + G_3$; $G_{22} = G_1 + G_2$; $G_{12} = G_{21} = G_1$; $J_{11} = J_3$; J_1 ; $J_{>2} = J_1$; J_2 ; $U_1 = U_{10}$; $U_2 = U_{20}$

У және U_2 кернеулерін теңдеулер жүйесінен анықтаған соң, бірінші тармақтың кернеуін табуға болады, ол үшін Кирхгофтің екінші заңын қолдану қажет $U_{12} = U_1 - U_2$.

5-мысал. Токсанды кернеу әдісін қолдану арқылы есептеу 1.11, б-суретте көрсетілген күрделі тізбек үшін бірінші тармақты $G = 1 / R$ параллельді өткізгіштігі Мұнда біз қарастырып отырған кернеу келесі бар және $J = E / R$ ток көзі бар жалпы $R = R_{BH} + R_A + R_1$ және ЭҚК тармағын ауыстырамыз. Тораптық кернеу әдісіне сәйкес

$$G_{11}U_1 = J_{11}; J_{11} = J; G_{11} = G_2 + G_3 + G_Y + G.$$

мәнге тең болады:

$$U_1 = U_{10} = \frac{J_{10}}{G_{11}} = \frac{\frac{E}{R_{BH} + R_1 + R_A}}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_V} + \frac{1}{R_{BH} + R_1 + R_A}}$$

Егер сызбада тек екі түйін (мысалдағыдай 5) болса, онда түйіндік стресс әдісі интерстициальды кернеуді табуды оңай етеді және *екі торап әдісі* деп аталады.

1.6. Контурлық ток әдісі

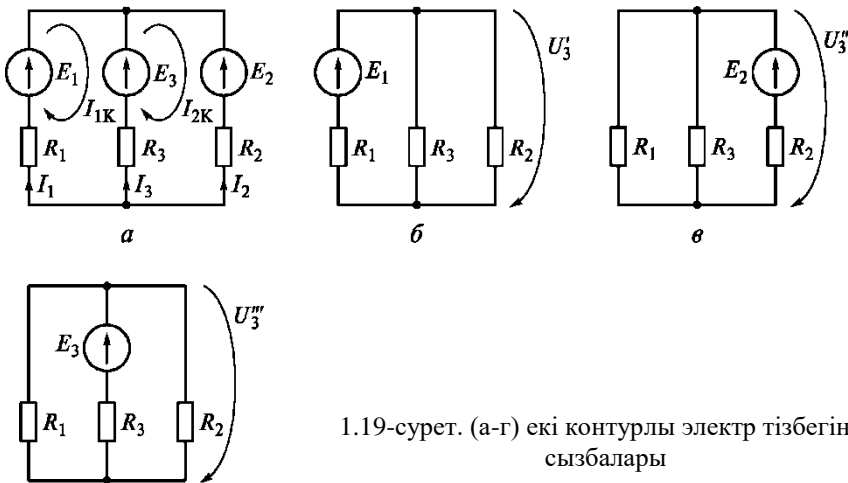
Бұл әдіс Кирхгоф заңы екінші тармақтарды жазу идеясына негізделеді және барлық токтар қолданылмайды, бірақ олар арқылы басқа ағымдар анықталуы мүмкін.

Энергия көздері ғана ЭҚК көздерін қамтиды (қажет болған жағдайда ағымдағы көздері ЭҚК көздерін айналдыруға болады, 1.4-бөлімді қараңыз) электр сызбасы болсын. бұл ілмектер айналасында таңдалған бағыттары, Контурлық токтар әдісі бойынша ресми ережелер деп аталатын контур теңдеулерді жасауға болады; осы тізбек К тәуелсіз контурын (- Y түйікталу компоненттерін саны филиалдарының саны - - B Y + 1, K = B) қамтиды. Егер біз бұл мысалда көрсету, қос-тізбек сызбасы (1.19, а-сурет) бағыттары көрсеткілері арқылы көрсетіледі, айналма тізбектер, және әрбір цикл өз цикл ағымдағы $I_{1K} = I_1$, $I_{2K} = I_2$ бар. Контурлық токтар әдісі бойынша теңдеулер жүйесі бар. Біз оны екі сызбалы тізбектің мысалында көрсетеміз (1.19-сурет, а), контурларды көрсеткілермен көрсететін бағыттар және әрбір контур оның контурлық ток $I_{1K} = I_1$, $I_{2K} = I_2$ сәйкес келеді. Контурлы токтар әдісіне сәйкес, бізде теңдеулер жүйесі бар

$$R_{11}I_{1K} + R_{12}I_{2K} = E_{11}$$

$$R_{21}I_{1K} + R_{22}I_{2K} = E_{22}$$

мұндағы R_{11} және R_{22} — 1 және 2 контурларының жеке кедергілері, олар сәйкес контурға кіретін барлық кедергілердің қосынды мәніне тең болып табылады:



1.19-сурет. (а-г) екі контурлы электр тізбегінің сызбалары

($R_{11} = R_1 + R_3$; $R_{22} = R_2 + R_3$); $R_{12} = R_{21} = -R_3$ — 1 және 2 тізбектерінің толық кедергісі, соңғы контурдың өту бағыттары осы кедергіге сәйкес келетін болса, және егер контурдың өту бағыттары осы қарсылыққа сәйкес келмесе, минус белгісі бар (біздің жағдайда $R_{12} = R_{21} = -R_3$); R_{11} және R_{22} - эмф кіретін 1 және 2 сызбаларының алгебралық сомасына тең контурлық emfs (ЭҚК бағыты сызбаның айналу бағытына сәйкес келетін болса, белгісі - минус белгісі болса, біздің жағдайда,

$$E_{11} = E_1 - E_3; E_{22} = E_3 - E_2$$

Сонымен, контурлық теңдеулер жүйесі мынада сипатқа ие

$$(R_1 + R_3)I_{1K} - R_3 I_{2K} = E_{11};$$

$$-R_3 I_{1K} + (R_2 + R_3) I_{2K} = E_{22}$$

$I_{1K} = I_1$ и $I_{2K} = I_2$ ағымдары үшін оны шеше отырып, I_3 -ші Кирхгоф заңына сәйкес ток I_3 -ні табуға болады. $I_3 = I_{1K} - I_{2K}$ контурлы ток әдісі кез-келген тізбекті қамтитын сызбаның тізбегі үшін қорытылуы мүмкін.

1.7. Келтіру қағидасы

Сондай-ақ, (суперпозиция принципі ретінде белгілі) *суперпозиция қағидасы бойынша* электр тізбектерін есептеу негізделетін басқа көздерден іс-әрекеттерінің әр көзі тәуелсіз Желілік электр тізбектері нәтижесі. Осы принципке сәйкес, бірінші (- ашық ЭҚК көздері тұйықталған және ағымдағы көздері қарастырылады) басқа

ешқандай көздері бар деп болжанғанда бірінші көзі әрекетке байланысты тұйықталу элементтерін ағымдағы және кернеу есептелген. Сол сияқты есептеледі ток және кернеу екінші әрекет туындаған, үшінші және басқа да көздер. Осы ішінара нәтижелерін алгебралық сомасы ток және кернеу филиалдарының қалаған бөлу (режим) береді.

Пример 6. Үшінші тармақтың кернеуін есептеңіз (1.19-суретті қараңыз, а), суперпозиция қағидатын қолданыңыз. EMF көздері E_2 , E_3 қысқарды (1.19-суретті қараңыз, б). Содан кейін R_2 және R_3 қарсылығын қатарлас параллельді қосылыс балама қарсылықпен ауыстырылуы мүмкін және ЕМІ E_1 әсерінен туындаған үшінші тармақтың кернеуі екі түйін әдісіне сәйкес болады

$$U_3 = \frac{\frac{E_1}{R_1}}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_3}}$$

Бұл өрнекті екі түйін әдісін 1.19,б-суретте көрсетілген сызбаға қолдану арқылы алуға болады.

Сонда біз ЭҚК-ның E_1 , E_3 -тің қайнар көздері қысқартылған деп есептейміз және дәл осы жолмен EMF E_2 -нің әрекетіне байланысты кернеуді есептеудеміз (1.19,в-суретті қараңыз):

$$U_3 = \frac{\frac{E_2}{R_2}}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_3}}$$

Сонымен қатар, E_1 және E_2 ЭҚК көздері қысқартылған және ЭҚК E_3 әсерінен кернеуді анықтаңыз (1.19-суретті қараңыз, d):

$$U_3 = \frac{\frac{E_3}{R_3}}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_3}}$$

$$U_3 = \frac{\frac{E_1}{R_1} + \frac{E_2}{R_2} + \frac{E_3}{R_3}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

Ең соңында табатынымыз $U_3 = U_3 + U''_3 + U'_3$, немесе

Соңғы сөйлемшенің 1.19-суретте бейнеленген тізбектің екі түйін әдісінің көмегімен құрастырылған теңдеудің жазбасы екендігін көруге болады, бұл біздің есептеулеріміздің жарамдылығын растайды.

Келтіру қағидасы желілік электр тізбектерін сипаттайтын теңдеулердің Желілікғынан туындайды және жалпы жағдайда Желілік емес тізбектерге қолданылмайды.

1.8. Тұрақты ток тізбектеріндегі энергетикалық қатынастар

Электр тізбектеріндегі процестердің энергетикалық жағын сипаттайтын ең маңызды заң - энергияны сақтау туралы заң. Резистивті электр тізбегі үшін энергияны сақтау заңы барлық қуат көздері - резисторлар шығаратын тұтынылатын тұтынушылардың (жылуға түрлендірілген) қуаттарының теңдік түрінде жазылады. Сонымен, сызбасы 1.6,б-суретте сызбасы көрсетілген тізбек үшін бізге белгілісі $EI = U_1I + U_nI$.

Осы теңдеудің негізділігінде оның сол және оң жағына U_b , I (1-мысал, 1.3 бөлімін қараңыз) мәндерін алмастыру арқылы тексеру оңай. Бұл мәлімдеменің мәні мынада: көздер арқылы өндірілетін барлық энергия тұтынушыларға жұмсалады (Джоуль-Ленц заңына сәйкес жылу түріне айналады, 1.2 бөлімін қараңыз). Энергияның энергиясы қарқындылығын сипаттайды және энергияны өндіретін (көздер үшін) немесе бірлік уақытында тұтынылатын қуат (резистор үшін) ретінде анықталғанын есте сақтаған жөн.

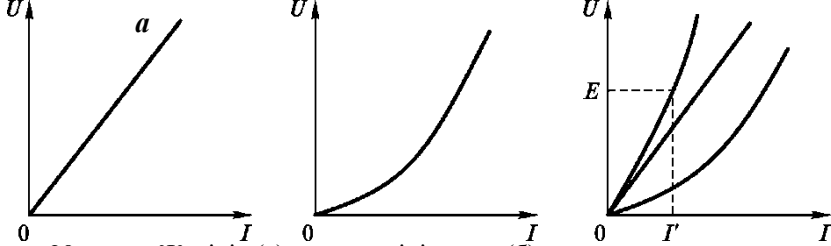
Генераторлардан, тұтынушылардан (жүктемеден) және энергияны беру элементтерінен тұратын тізбектегі энергия процестерінің энергетикалық жағынан энергия үнемдеу заңын жүзеге асырумен қатар тиімді әрекет коэффициентін (ТӘК) сипаттау ыңғайлы. ТӘК тұрғысынан қарағанда, өнімділік - бұл жүктеме тұтынатын энергия көздеріне пайызбен көрсетілген қуатқа қатынасы. Сонымен, 1.6,б-суретте көрсетілген тізбек үшін бізге белгілісі

$$\text{КПД} = \frac{p_H}{p_r} 100 = \frac{I^2 R_H}{IE} 100 = \frac{R_H}{R_H + R_1} 100$$

яғни, ТӘК жағдайында энергияның мұндай жолмен берілуі оның кедергісімен R_1 салыстырғанда аз болады.

1.9. Тұрақты токтың желілік емес тізбектері

Желілік емес тізбектер құрамдас теңдеулер Желілік емес элементтерді қамтиды. Желілік емес көздердің теңдеулері болуы мүмкін, содан кейін олардың сыртқы сипаттамалары желілік тұрғыдан қарастырылады,



1.20-сурет. Желілік (а) және желілік емес (б) резисторлардың вольт-амперлік сипаттамасы, сондай-ақ олардың реттік қосылыстары (в)

және резистивтік элементтердің теңдеулері, олардың толқындық ампер сипаттамалары (ВАХ), $U(I)$ Желілік емес болады. Желілік резистордың ток кернеуінің сипаттамасы (1.20, а-сурет) теңдеуі $U = IR$ теңдеуіне сәйкес U, I жазықтықтың шығу тегі арқылы өтетін тікелей Желілік нысаны болады. Сызықсыз резистордың ағымдағы кернеу сипаттамасының ВАХ мысалы 1.20, б-суретте келтірілген.

Беттестіру принципі Желілік емес сызбаларға қолданылмайды. Желілік компонент теңдеулерін шешуге байланысты олардың есептеуі өте күрделі. тұйықталу элементтері ВАХ графикалық анықталады, және осындай элементтер саны салыстырмалы аз, Желілік емес элементтері бар тізбектерді есептеу графикалық әдісі үшін пайдалы болып табылады. Кейбір қарапайым жағдайларда, Біз (1.20, а -суретті қараңыз) резистор тән $R1$ Желілікк $elementa$ предпологая, бұл б, осы мысалда сызбасын суретте 1.6 көрсетілген көрсету және Желілік емес жүктеме сипаттамасы RL (қараңыз. Сур. 1.20, б). Осы элементтердің Кирхгоф кернеу екінші заңына сәйкес қосылады, және олар дәйекті қосылған бастап (яғни. E . Олардың ағымдар тең), содан кейін олардың қосылыстары ВАХ шама кон қосу арқылы салынған болуы мүмкін IVC (қараңыз. сур. 1.20, б) сол абсциссе кезінде. Осы қосудың нәтижесі күріш. 1.20, б. Осы тікелей ток сипаттамасының қиылысы, сыртқы көзқарасқа сәйкес ЭҚК көзіне тең болады.

Жалпы алғанда, желілік элементтер және, тиісінше, оларды қамтитын тізбектер процестің қарқындылығының белгілі бір ауқымында болуы мүмкін. Бұл диапазоннан тыс шығыс сызықсыздыққа әкеледі. Кейде сызықсыздық қажет емес, бірақ жиі осы элементтің ерекшелігі практикалық маңыздылығын анықтайды. Осылайша, тек бір бағытта өтетін клапандардың әрекет принципі олардың сипаттамаларының бейжелісіне негізделген. Желілік емес тізбектер класы Желілікк тізбектерге қарағанда әлдеқайда жалпы, ал қазіргі заманғы электротехника негізінен Желілік емес электротехника болып есептеледі.

Бақылау сұрақтары

1. Электр тізбегі, электр сызбасы, электр тізбегінің тізбегі дегеніміз не? Электр тізбегінің сызбасын жасау кезінде электр сызбасының рөлін түсіндіріңіз.

2. Электр тогы, электр кернеуі, электр қозғалтқыш күші дегеніміз не? Егер формальды түрде электрлік кернеу мен электр қозғалтқыш күш бірдей өрнектермен анықталса, онда бұл түсініктер арасындағы айырмашылық қандай?

3. Ом заңының мәнін, тізбек аймақтарындағы Ом заңы мен толық тізбектегі Ом заңы туралы жазыңыз.

4. Электр энергиясы көзінің сыртқы сипаттамасы дегеніміз не?

5. Кирхгофтың бірінші және екінші заңдарын құрап көріңіз.

6. Эквивалентті генератор әдісінің маңызы неде?

7. Желілік тізбектердегі келтіру қағидасы туралы айтыңыз.

8. Тұрақты тоқ тізбектеріндегі генерацияланатын және тұтынылатын қуаттың ара қатынасы қандай?

9. Қандай электр тізбектері желілік деп аталады?

10. Желілік емес тізбектерде Кирхгоф заңы сақтала ма? Бұл тізбектер үшін келтіру қағидасының неліктен жарамсыз екендігін түсіндіріңіз.

Реферат тақырыптары

1. Тұрақты тоқтың желілік электр тізбектерін есептеу әдістері.

2. Тұрақты тоқтың желілік емес электр тізбектерін есептеу.

2 ТАРАУ

МАГНИТТИ ТІЗБЕКТЕР

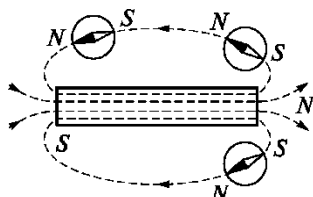
2.1. Магниттік өрістер: негізгі түсініктер және олардың шамалары

Магнит өрісі әрдайым электр қозғалысы немесе электр тогының қозғалысы кезінде пайда болады. Жиі магнит өрісі тұрақты магнит деп аталатын арнайы заттармен қозғалады. Магнит өрісін пайдалану үшін оның қасиеттерін білу қажет. Магнит өрісінің басты қасиеті - онда қозғалатын зарядталған органдардың немесе ток өткізгіштерінің күштік әрекеті. Мәжбүрлеу әрекеті магнит өрісіне енгізілген заттың қасиеттеріне байланысты.

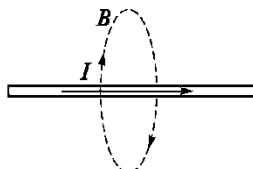
Магнит өрісінің белгілі бір бағыты бар, ол вектормен сипатталады. Әдетте, магнит өрісі күш сызықтары болып табылады. Магнит өрісінің күш сызығы - бұл магниттік өрісті индукцияға сәйкес келетін сызықты сызық. Вектор B магниттік компастың магнит игілігімен сәйкес келеді (2.1-сурет). Магниттік өрістер әрдайым жабылады. 2.1 суретте тұрақты магнит сызықтары, ал 2.2-суретте - ток өткізгіштің магнит өрісі берілген.

Тұрақты магнит (немесе магниттелген шыбық) әрдайым екі бағанға ие: N - солтүстік (солтүстік), мұнда күш сызығы пайда болады, ал S - оңтүстікке (оңтүстікке) кіреді. Егер магнит өрісі магнит өрісіне орналастырылса, ол әрдайым күш сызығына бағдарланатын болады, өріс сызығының бағытымен көрсеткі N магнит полюсі көрсетіледі.

Магнит өрісі жиі орамнан ағып жатқан электр тоғын, мысалы, соленоидты пайдалану арқылы жасалады. Соленоид магнит

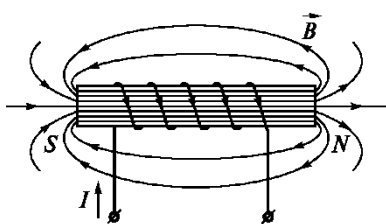


2.1-сур. Тұрақты магниттің магниттік өрісі

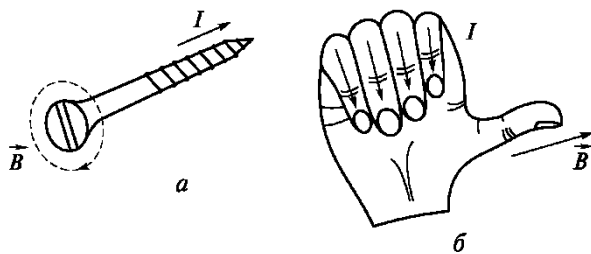


2.2. Тоғы бар өткізгіштің магниттік өрісі

материалының ядросы бар катушка жатады (2.3-сурет).



2.3-сурет. Соленоидтің магниттік өрісі



2.4-сурет. Оң жақ бұранда (а) және қол (б) ережесі

Бұл жағдайда қалыптасқан магнит өрісі екі бағана да болады.

Магнит өрісінің бағыты (индукциялық вектордың бағыты) дұрыс бұрандасының ережесі (сурет 2.4а) немесе оң қол ережесі арқылы анықталуы мүмкін (2.4 сур., В). Өткір двигателдің ағымын дұрыс бұрандама бойымен бұрау арқылы, бұранда басын айналып өтіп, ток өткізгіштің магнит өрісінің бағытын анықтаймыз. Соленоидтағы өріс оң қолының ережесімен оңайырақ болады. Ол үшін оң қолдың саусақтарын соленоидтың катушкаларындағы ағым бағытына қойыңыз, содан кейін саусақты магнит күші сызығының бағытын көрсетеді.

М магниттік индукция магнит өрісінің күшін анықтайды. Магниттік индукция өлшеу бірлігі - тесла (Тл) деп аталады.

Магнит өрістерін есептеу үшін тағы бір физикалық мөлшер, яғни магниттік өрістің Н қарқындылығы қолданылады. Магнит өрісінің күші бірлігі - метрге ампер (А / м). Магниттік емес материалдардағы индукция және магнит өрісінің күші арасындағы байланыс білдіру арқылы анықталады $B = \mu_0 H$, мұндағы

μ_0 — магниттік тұрақты, ол $4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\Gamma_H}{M}$ Кернеу де \vec{H} векторлық шама

болып табылады және индукция векторымен \vec{B} сәйкес келеді.

Егер қуат магниттік сызығы кейбір S бетінің аймағына енсе, онда

осы аймақ арқылы магнит ағынының тұжырымдамасын қолданыңыз: $\Phi = BS$. Магнит ағынының бірлігі – вебер (Вб) болып табылады.

2.2. Заттардың магниттік қасиеттері

Магнит өрісіне орналастырылған заттар әртүрлі әрекет етеді. Алтын, күміс, мыс, мырыш және басқа да көптеген заттар заттардың ішіндегі магнит өрісін сәл әлсіретеді. Олар диамагнетика деп аталады.

Платина, магний, алюминий, хром, палладий, сілтілік металдар, оттегі және т.б., керісінше магнит спектрін сәл арттырады. Олар парамагнеталар деп аталады.

Дұрыс (ішкі) магнит өрісі пайда болған сыртқы өріс жүздеген және мыңдаған есе асатын заттар ферромагнетиктер деп аталады. Бұлар құрамында темір (Fe), кобальт (Co), никель (Ni), сирек кездесетін топырақ элементтері, сондай-ақ осы элементтерге негізделген қорытпалар.

Электротехникада барлық заттарды магнитті (ферромагнетиктер) және магнитті емес (диамагнетиктер мен парамагнетиктер) деп бөлу қалыптасқан.

Магниттік өріс магмалық өріс сыртқы өріс әсерінен іс жүзінде өзгермейді, өйткені ферромагнетиктер ерекше қызығушылық тудырады. Ферромагнетизм шағын магниттелген облыстардың - атомдардың магниттік сәттері бірдей бағытта болатын домендердің болуымен байланысты. Негізінде, әр домен шағын магнит болып табылады. Домендерді өте күшті микроскопта көруге болады.

Ферромагнетик сыртқы магнит өрісі болмаған жағдайда, ферромагнетик магниттік емес болып қала береді.

Ферромагнетик сыртқы магнит өрісіне орналастырылған кезде, сыртқы бағыттың күштер желісіне жақын бағыттары өсіп келе жатқан домендер, ал сыртқы өрістерге магниттелген домендер төмендейді және соңында жоғалады. Сыртқы өрістің беріктігін одан әрі ұлғайта отырып, барлық домендер өріс күштері бойымен белгіленеді, магниттік қанықтыру жүреді және магнитизация дерлік артып кетпейді.

Қазір біз нөлдік сыртқы өріске шиеленісті азайту болса, домен бағдар тек ішінара сынған, сондықтан ферро магниттелген төмендейді, бірақ нөлге емес. үлгідегі қалдық магниттелген жойып үшін, ол қарама-қарсы бағытта қажетті $\mu_0 H_c$ сыртқы өрісі болып табылады. Мұндай өрістің күші H_c мәжбүрлі күші деп аталады. Әрбір ферромагниттік температура оның ферромагниттік қасиеттері жоғалады, ол жоғарыда бар. Бұл Кюри нүктесі деп аталады. Темір үшін Кюри нүктесі 768°C тең, никель үшін - 358°C және кобальт үшін — 1120°C тең.

Ферромагнетте В магниттік өрісін индукциялауды есептеу үшін материалды магнитизациялау мүмкіндігін ескере отырып, өрнек қолданылады, $B = \mu_r \mu_0 H = \mu_a H$, мұнда H - сыртқы магнит өрісінің беріктігі; μ_r - материалдың салыстырмалы магнит өткізгіштігі; μ_a - материалдың абсолютті өткізгіштігі.

Магниттелетін ферромагнетиктердің қасиеттері рг ескеріледі, сондықтан ферромагнетиктер үшін $\mu_r \gg 1$, ал магниттік емес материалдарда $\mu_r \approx 1$ болып табылады.

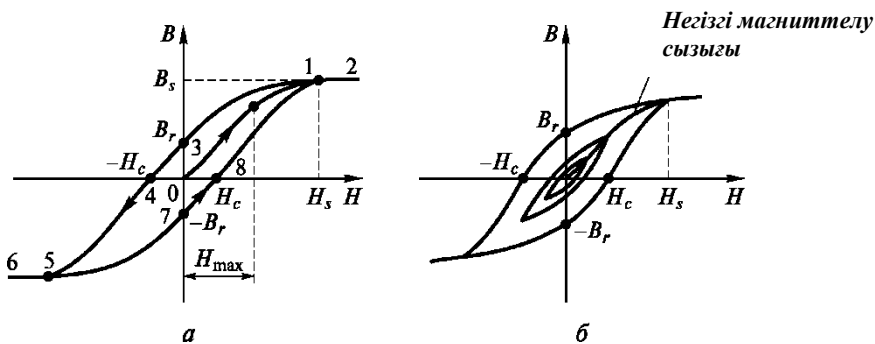
2.3. Магнитті материалдардың сипаттамалары

Ферромагнетиктердің негізгі сипаттамалары - В (H) және гистерезис циклінің магнитизациялау қисығы (2.5,а-сурет). Гистерезис циклін алу үшін H нөлден бастап H_{max} -ге дейін біртіндеп ұлғайту қажет, одан кейін H_{max} бастап $-H_{max}$ азайту ұсынылады.

Магниттелу циклдарының қатарынан кейін гистерезис циклы деп аталатын тұйық қисық алынды. H_{max} түрлі мәндері үшін гистерезис ілмектерінің тұқымдары алынады (Сурет 2.5, б). Егер магнит өрісінің беріктігінің мәні магнитті қанықтыру орын алатын мәннен асып кетсе, яғни. $H_{max} > H_s$, онда циклдің өлшемдері арта бермейді, тек гистерезиссіз секциялар өседі (суреттегі 2,5а-ден 1-2 және 5-6 см). Мұндай цикл шектік гистерезис циклы деп аталады.

Алдымен магнит өрісіне орналастырылған ферромагниттік материалдың магниттелуі 0-1 жолында өтеді. Шектеулі гистерезис циклінің 8 және 4-тармақтарының H_c (- H_c) мәжбүрлі күші сәйкес келеді, және 3 және 7-тармақтар қалдық индукция мәнін береді B_r (- B_r).

Барлық гистерезис қисықтардың отбасында шыңдарды біріктіре отырып, ферромагнеттің негізгі магниттелу қисығын аламыз..



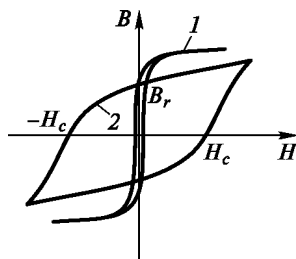
2.5-сурет. Ферромагнетиктердің магниттелу сызықтары: а — гистерезис бауы; б — жиі және шектік циклдер

Бұл қисық негізінен техникалық есептеулерде пайдаланылады және шамамен 0 - 1 бастапқы магнитизациялау қисығымен сәйкес келеді (2.5 суретін қараңыз, а). Ыңғайлы болу үшін ол тек оң мәндер үшін беріледі.

2.6-суретте түрлі магниттік материалдарға арналған гистерезис ілмектері көрсетілген. Мәжбүрлі күштің мәніне байланысты барлық магниттік материалдар әдетте жұмсақ магнитке (қисық 1) және магнитикалық қатты (қисық 2).

Магнитті жұмсақ материалдардың кішкене мәжбүрлі күші және салыстырмалы түрде тар гистерезис циклі бар. Осы топқа электротехникалық болат, пермаллойлар, феррит кіреді. Бұл материалдарды электр машиналарына, трансформаторларға, электр аппараттарына және т.б.

Магнитті қатты материалдардың үлкен мәжбүрлі күші және кең гистерезис циклі бар. Магнитизация болғандықтан, магнит өрісін жоюдан кейін тіпті магнитизацияны сақтайды. Осы материалдардың әрқайсысында кеңінен қолданылатын тұрақты магниттер өндіріледі.



2.6-сурет. Магнитті жұмсақ (1) және магнитті қатты (2) ферромагнитті материалдар гистерезисінің баулары

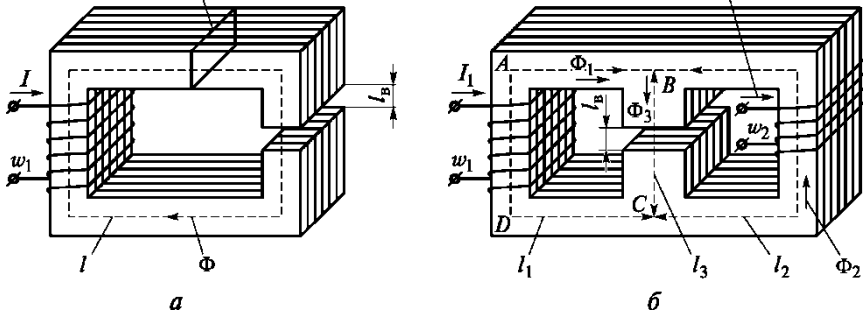
2.4. Магнит тізбектерінің жіктелуі, элементтері және сипаттамалары

Электр машиналары мен көптеген электр құрылғылары үшін негізгі функционалды элемент магниттік жүйе болып табылады. Әдетте магниттік жүйе магнит тізбегі ретінде ұсынылады.

Магниттік сызбада магнит өрісінің көздері, ферромагниттік материалдан жасалған магнитті өткізгіштер жүйесі, басқа заттар немесе магниттік ағынның тұйықталған ауа ағыны бар (2.7-сурет).

Магнит өрісінің қайнар көзі ретінде әдетте қолданылатын ток ағыны бар бірқатар бұрылыстары бар катушка қолданылады, қазіргі кездегі магнит өрісін қозғайды және магнитті қозғалтқыш күші (МҚК) $F = Iw$ арқылы сипатталады. МҚК модулі ампер (А), екіншісі ампер-айналым деп аталады. Магниттік сызбада электродтарда ЭҚК сияқты рөл атқарады.

Электр тізбегіне ұқсастығын көрсететін болсақ, магниттік сызбада сымдар рөлі ойнатылып жатқанын және тығынның рөлі, әдетте, белгілі бір магнит өрісі болатын ауа ағынымен ойнатылатынын ескерміз.



2.7-сурет. Тармақталмаған (а) және тармақталған (б) магнит тізбектері

Магниттік тізбектің ажыратылмауы мүмкін (2.7а-суретті қараңыз) және тармақталған (2.7-суретті қараңыз, б). Нақты магниттік сызба магниттік ағынмен ғана емес, магнит тізбегі бойымен, сондай-ақ шашырау ағындары арқылы сипатталады, сондай-ақ магниттік өріс сызықтарымен ауаның бөліну аймағында пайда болады. Әдетте, магниттік тізбектерді талдау кезінде келесі болжамдар қолданылады: индукция B -қимасы бойынша тұрақты деп есептеледі; Шашырау және бүгілу ағындарын елемеу; магниттік тізбектің әртүрлі бөліктерінің орташа ұзындығына енгізіледі.

2.5. Магнит тізбектерінің негізгі заңдары. Қарапайым магнит тізбектерін есептеу

Магниттік тізбектерді есептеу Кирхгоф заңдарының магниттік тізбектеріне негізделген. Бұл заңдардың саны - екі.

Кирхгофтің бірінші заңы (немесе магнит өрісінің үздіксіздігі қағидасы) тармақталған магниттік тізбектің магниттік түйіндеріне қолданылады. Осы заңға сәйкес ағындардың алгебралық сомасы нөлге тең. Тізбектер үшін (2.7, б-суретті қараңыз) бізде қолда бар мән $\Phi_1 + \Phi_2 - \Phi_3 = 0$ тең болады.

Кирхгофтің екінші заңы (немесе жалпы ток заңы) магниттік тізбектерге қолданылады. Осы заңға сәйкес магниттік кернеулердің алгебралық сомасы контурдағы магниттау күштерінің алгебралық сомасына тең.

$ABCD$ контуры үшін (2.7, б-суретті қараңыз) алатын мәніміз

$$I_1 w_1 = H_1 l_{DA} + H_1 l_{DB} + H_3 l_{BC} + H_B l_B + H_1 l_{CD}$$

$$I_1 w_1 = U_{MDA} + U_{MAB} + U_{MBC} + U_{MCD}$$

немесе $U_{MDA}, U_{MAB}, U_{MBC}, U_{MCD}$

мұндағы — магниттік тізбектің түрлі бөліктеріндегі магниттік кернеулер.

Магнитті кернеудің өлшем бірлігі $U_m = Hl$ ампер (А) болып табылады.

Магнит тізбектерін есептеу кезінде Ом заңы магниттік тізбектің бір бөлігі үшін жиі қолданылады. Электр тізбегіне ұқсас магниттік кедергі $R_m = U_m / \Phi$ қатынасы арқылы анықталады.

$$R_{m,m} = \frac{U_{m,m}}{\Phi} = \frac{Hl}{BS} = \frac{Hl}{\mu_r \mu_0 HS} = \frac{l}{\mu_0 S}$$

Магниттік тізбектің магниттік тізбегінің магниттік кедергісі 2.7,а-суретте бейнеленген,

$$R_{m,B} = \frac{U_{m,B}}{\Phi} = \frac{H_B l_B}{BS} = \frac{H_B l_B}{\mu_r \mu_0 HS} = \frac{l_B}{\mu_0 S}$$

Көрсетілген тізбектің ауа саңылауының магниттік кедергісі R_{UJ}

Мұнда: $U_{m,m}$, $U_{m,B}$ — магниттік сызбаның магниттік кернеуі мен ауа ағыны тиісінше; S — магнитті жүрекшенің алаңы.

Тармақталмаған магниттік тізбекті есептеу кезінде екі проблема бөлінеді: тікелей және кері. Тікелей белгілі геометриялық өлшемдерде, магниттік тізбектің магниттік қасиеттері және магниттік индукция B немесе магниттік ағынның мәні Φ .

Магниттік тізбектің тікелей міндетін қарастырып көрейік (2.7а-суретті қараңыз). Толық тоқ заңы $I\omega = Hl + H_B l_B = Hl + 8 \cdot 10^5 B l_B$

$$H_M = \frac{B}{\mu_0} = \frac{B}{4\pi \cdot 10^{-7}} = 8 \cdot 10^5$$

Ағын $\Phi = BS$ қатынасының индукциясымен байланысты, сондықтан берілген ағын жағдайында B индукциясын табамыз.

Одан кейін магниттелі сызығынан B (Н) H мәнін табамыз, және, ең соңында, $I\omega$ табу қажет болады.

1-мысал. Электр магнитті магнит ағыны $I = 20A$ болғанда және якорь тартылатын ағын, $\Phi = 30 \cdot 10^{-4} B6$, электромагнетаның орамдарының санын анықтаңыз (2.8-сурет). Магниттік ядро E330 электрлік болаттан жасалған. Электромагниттік өлшемдері: $l_1 = 30$ см; $l_2 = 2,5$ см; $l_3 = l_4 = 12$ см; $l_B = 0,5$ см; $S_1 = 30$ см²; $S_3 = 25$ см².

Шешімі.

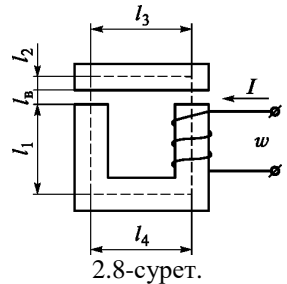
Магнит сымы аймағындағы магниттік

$$B_1 - B_B = B_4 = \frac{\Phi}{S_1} = \frac{30 \cdot 10^{-4}}{30 \cdot 10^{-4}} = 1 \text{Тл}$$

$$B_3 = \frac{\Phi}{S_3} = \frac{30 \cdot 10^{-4}}{25 \cdot 10^{-4}} = 1,2 \text{Тл}$$

индукция

E330 болатының B (Н) магниттелуінің қисық сызығынан (2.9 сурет) келесі мәнді табамыз $H_1 = 312,5$ А/м, $H_3 = 500$ А/м.



2.8-сурет.
Электромагниттің магниттік тізбегі

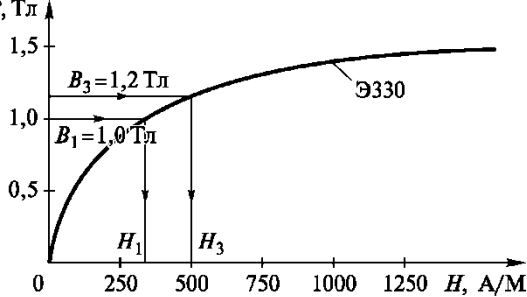


Рис. 2.9. Кривая намагничивания

2.9-сурет. Магниттелу сызығы

Ауа саңылауындағы кернеу $H_B = 8 \cdot 10^4 = 8 \cdot 10^5 \text{ А/м}$.

Магнит қозғаушы күш $Iw = H_1(2l_1 + l_4) + H_B \cdot 2l_B + H_3(2l_2 + l_3) = 312,5 (2 \cdot 30 + 12) \cdot 10^{-2} + 8 \cdot 10^5 \cdot 2 \cdot 0,5 \cdot 10^{-2} + 500(2 \cdot 2,25 + 12) \cdot 10^{-2} = 8310 \text{ А}$.

Тармақтар саны $w = \frac{Iw}{I} = \frac{8310}{20} = 416$

Тармақталған магниттік тізбекті мысал арқылы қарастырып көрейік.

2-мысал. I_1 және I_2 токтарының магнит тізбегі w_1 және w_2 бұрылыстарының санымен есептеңіз (2.7-сурет, b суретін қараңыз).

Берілгені: $l_1 = 80 \text{ см}$; $l_2 = 60 \text{ см}$; $l_3 = 20 \text{ см}$; $l_B = 1 \text{ мм}$; $S_1 = S_2 = S_3 = 10 \text{ см}^2$; $\Phi_1 = 1,25 \cdot 10^{-3} \text{ Вб}$; $\Phi_2 = 0,25 \cdot 10^{-3} \text{ Вб}$; $w_1 = 500$ тармақ; $w_2 = 200$ тармақ; болат Э330. Тәуелділік $B(H)$ 2.9-суретте берілген.

Шешімі.

Кирхгофтың бірінші заңы бойынша Φ ағынын табамыз

$$\Phi_3 = \Phi_1 + \Phi_2 = 1,25 \cdot 10^{-3} + 0,25 \cdot 10^{-3} = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ Вб}.$$

Өзектердегі және ауа саңылауындағы индукцияны есептеп шығарамыз

$$B_1 = \frac{\Phi_1}{S_1} = \frac{1,25 \cdot 10^{-3}}{10 \cdot 10^{-4}} = 1,25 \text{ Тл}; \quad B_2 = \frac{0,25 \cdot 10^{-3}}{10 \cdot 10^{-4}} = 0,25 \text{ Тл};$$

$$B_3 = \frac{1,5 \cdot 10^{-3}}{10 \cdot 10^{-4}} = 1,5 \text{ Тл}; \quad B_B = B_3 = 1,5 \text{ Тл};$$

В (Н) сызығы бойынша өзектердегі кернеулілікті табамыз

Магниттелуші күштерді табамыз

$$F_1 = I_1 \quad I_1 = \frac{F_1}{w_1} = \frac{2525}{500} = 5,05A; \quad I_2 = \frac{F_2}{w_2} = \frac{1348}{200} = 6,74A; \quad ;25A;$$

Бақылау сұрақтары

1. Магнитті және магниттік емес материалдарды атаңыз.
2. Магниттік сызба дегеніміз не?
3. Электр және магниттік тізбектердің ұқсастығы қандай?
4. магниттік тізбектің магниттік кедергісін қалай анықтау керек?
5. Кирхгоф теңдеулерін тармақталған магниттік сызбаға жазыңыз.
6. Жұмсақ магниттік және магнитті қатты материалдар қолданылатын құрылғыларды атаңыз.
7. Ферромагнетиктердің магниттел уе механизмін түсіндіріңіз.

Реферат тақырыптары

1. Жұмсақ магнитті және магнитті қатты материалдардың қасиеттері. Машина жасаудағы магнитті материалдарды қолдану.
2. Берілген геометрияның соленоидтарының сымның көлденең қимасында магниттік күші мен бұрылыстар санына тәуелділігі.

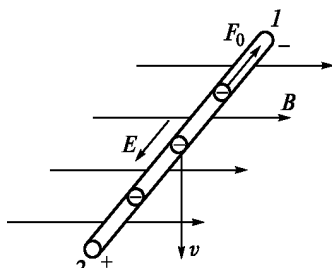
3 Т А Р А У

ЭЛЕКТРОМАГНИТТІК ИНДУКЦИЯ

3.1. Электромагниттік индукция заңы

Магнит өрісіндегі жылдамдықты v қозғайтын ұзындық l өткізгішті қарастырайық (3.1-сурет). Өткізгіште магнит өрісінде өткізгішпен бірге жүретін еркін электрондар бар. Магниттік өріс осы электрондарға F_0 күші арқылы әсер етеді, ол электрондарды l өткізгіштің соңына ауыстырады. Басқа өткізгіштердің екінші жағында оң зарядтар шоғырланады (электрондардың жетіспеушілігі бар).

Нәтижесінде өткізгіште электр қозғалтқыш күші пайда болады (электромагниттік индукция ЭҚК) және оның пайда болуы электромагниттік индукция деп аталады.



3.1-сурет. Өткізгіштегі индукция ЭҚК

ЭҚК-ақ электрондық $= Bv \sin$ беріледі. жылдамдық векторы V , содан кейін бұл жағдайда электрондық $= BVl$ жылы $= 90^\circ$ V перпендикуляр болса. E бағыты оң жақ ереже бойынша анықталуы мүмкін: алақанға бөлігінде магнит күш сызықтарымен, егер және flesh-илген жылдамдығы V қарай, содан кейін алақанды кеңейтілген төрт саусақтың *электромагниттік индукция заңын* ашқан ағылшын физик Майкл Фарадей ашқан болатын көрсетеді. Ол төмендегідей тұжырымдайды:

кез-келген пішіндегі дирижері, дирижер электромагниттік индукция электр күшінің пайда болуын тудырады, ол ішіне магнит өрісінің кез келген өзгерісін қабылдайды.

3.2. Контурдағы индукция ЭҚК. Ленц заңы

Біз магнит өрісінде тұйық контурды орналастырамыз - индукция сызықтарына перпендикулярдық жылдамдықпен ауысатын өткізгіштердің рамалары (3.2-сурет). Егер магнит өрісі біркелкі болса (өрістің барлық нүктелерінде бірдей болса), онда 1-4 және 2-ші және 3-ші фреймдерде бірдей ЭҚК индукцияланатын болады, ал 1-2 және 3-4 өткізгіштерде өріс күші сызығын кесіп өтпегендіктен, пайда болмайды. Сызбадағы жалпы ЭҚК мәні нөлге тең болады.

Біртекті емес магниттік өріс жағдайында онда ЭҚК көрініс табатын болады, оның ДФ келесі формула бойынша есептеп

$$\text{шығарады } e = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

мұндағы $\Delta\Phi$ — Δt уақыт ішінде контурдың ішінен өтетін магниттік ағынның өзгерісі. Магниттік ағынның өзгерісі әр түрлі себептерге байланысты орын алуы мүмкін:

кадрдың қозғалысы кезінде магнит өрісінің біркелкі болмауына байланысты; уақыт ағымының өзгеруіне байланысты $\Phi = f(t)$; раманың өзі деформацияланған кезде.

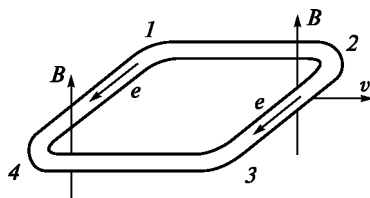
Рамадағы индуцирленген ЭҚК оған ток пайда болуына әкеледі. Ресейлік ғалым Э.Х.Ленц алғаш рет индукцияланған ЭҚК мен ток ағымының бағытын анықтауға мүмкіндік беретін заң дайындады. Бұл заң *Ленц заңы* деп аталады. Ол мынадай түрде тұжырымдалған: магниттік өріске орналастырылған тұйық циклде магнит ағынының өзгеруін болдырмау үшін ток осындай бағытқа енгізіледі.

Егер рамадағы магниттік ағын күшейіп кетсе, кадрдағы индукцияланған ток көзін азайтуға тырысады, керісінше, ағынның азайған кезде индукцияланған ток жалпы ағынның көлемін арттырады. Бұл ЭҚК есептеу үшін формуладағы минус белгісі арқылы көрсетіледі.

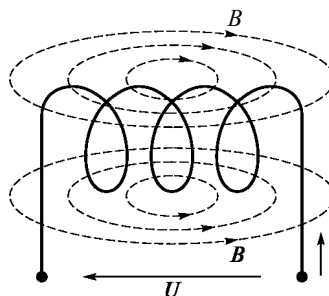
3.3. Өздік индукция ЭҚК және катушканың индуктивтілігі

Уақыт бойынша өзгертін электр тоғының ішіндегі катушкалар арқылы өтеміз (3.3-сурет). Бұл ток айнымалы магнитті ағын қалыптастырады, және, демек, ЕМҒ пайда болады, ол өзін-өзі индукция e_L деп аталады. Бұл ЭМӨ-ні сандық анықтау үшін ағындардың байланысын түсіну мәнін енгізеді W_L .

Катушкалардың катушкалар күштердің әр түрлі санымен перфорацияланғанымен, W_L ток тізбегінің толқындық магнит ағыны ретінде анықталуы мүмкін: $W_L = \Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3 + \dots + \Phi_n$, онда $\Phi_1, \Phi_2, \Phi_3 \dots \Phi_n$ магнит өзіндік индукцияның ағындары бірінші, екінші, үшінші және т.б. ағынды ағыммен бұрылады i .



3.2-сурет. Жиектемедегі индукция ЭҚК



3.3-сурет. Тоғы бар катушканың магнит өрісі

Тұрақты магнит өткізгіштігі бар ортада арасындағы сызықтық байланыс бар; $\psi = L_i$, онда L - катушкалардың индуктивтілігі деп аталатын пропорционалды коэффициент. Индуктивтілік бірлігі - генри (Гн) деп аталады.

Формуланы кіші бөлімнен қолдану. 3.2, біз үшін өрнек аламыз $\Delta\Psi$ және Δi

өзін-өзі индукциялау
$$e_L = -\frac{\Delta\Psi_L}{\Delta t} = -L\frac{\Delta i}{\Delta t}$$
 ЭҚК мұндағы

$\Delta\Psi_L$ және Δi — ағынды тізбектелі өзгерісі және Δ уақыт ішіндегі ток мәні қандай

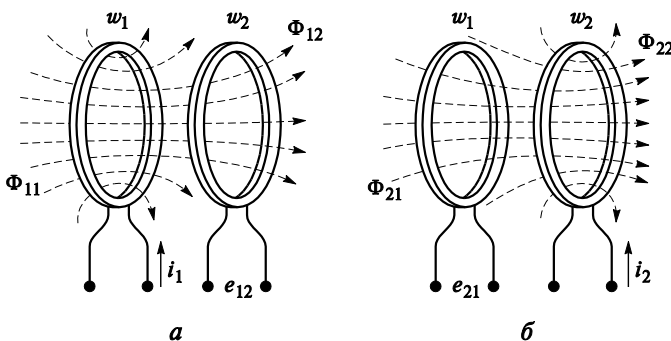
ЭҚК индукциясындай, өзіндік индукциялық ЭҚК Ленц заңына бағынады, яғни. ағынның (ағынды) катушкаларда алдын алады.

3.4. Өзара индукция ЭҚК. Құйынды токтар

Екі катушкалар бір-біріне жақын жерде орналасқан және олардың біреуі i_1 ағынын қарастырған жағдайды қарастырайық (3.4-сурет, а). Бұл ток 1-ші және ішінара катушка толығымен енетін өзін-индукция Φ_{11} -дің ағыны жасайды. 2-катушканы кіргізетін Φ_{12} ағыны өзара индукция ағыны деп аталады.

w_1 және w_2 катушкаларының катушкаларына байланған ағындар ағындарды Ψ_{11} $\Psi_{11} = w_1\Phi_{11}$ және $\Psi_{12} = w_2\Phi_{12}$ құрайды.

Екі ағындық байланыстар бір токпен жасалады және тұрақты магнит өткізгіштігі бар ортада оған пропорционалды болады. $\Psi_{11} = L_1i_1$ және $\Psi_{12} = M_{12}i_1$, мұнда L_1 - бірінші катушаның индуктивтілігі, M_{12} - өзара индуктивті деп аталатын пропорционалды фактор. Өзара индуктивтілік бірлігі Генри (Гн) деп аталады.



3.4-сурет. Байланысты катушкалардың индуктивті магниттік өрісі:

a — 1 катушкадағы ток; b — 2 катушкадағы ток

Егер екінші катушкалардағы бірінші катушкалардағы ток болмаса, ток i_2 арқылы өтеді, содан кейін Φ_{22} екінші катушкасының өзіндік индукция ағыны және өзара индукция Φ_{21} ағыны пайда болады (3.4, b-сурет). Өзара индукция ψ_{21} -ның байланысуы өрнекпен анықталады $\psi_{12} = M_{12}i_1$.

Ферромагнетиктерсіз ортада $M_{12} = M_{21} = M$. M өзара индуктивтілік M катушкалардың мөлшері мен орналасуына, бұрылыстардың және магниттік орта.

Егер ағымдағы i_1 уақыт өткен сайын өзгерсе, онда Φ_1 және Φ_{12} ағындарының байланыстары да уақытқа байланысты болады. Екі катушкаларда индукция e_1 және e_{12} эмфтері пайда болады, ал e_1 - бірінші катушкалардың өзіндік индукциялық эмфенті, ал e_{12} - өзара индукцияның ЭҚК (3.4 суретті қараңыз). Олар келесі өрнектермен

$$e_1 = -\frac{\Delta\psi_{11}}{\Delta t} = -L\frac{\Delta i_1}{\Delta t}; e_{12} = -\frac{\Delta\psi_{12}}{\Delta t} = -M\frac{\Delta i_1}{\Delta t};$$

анықталады:

ЭҚК өзара индукция кез келген тұйық циклде қалыптасады, ол өзгертін ағынмен өтеді. Осылайша, трансформатор корпусының бөлімі ЭҚК сақиналық токтар жасайтын тізбек ретінде қарастырылуы мүмкін. Бұл ағымдар құйынды деп аталады. Олар әртүрлі құрылғылардың магниттік ядроларындағы жоғалуды тудырады. Қабыршақты ағынды азайту үшін жүрек трансформаторлары бір-бірінен оқшауланған электрлі болаттан жасалған жұқа парақтардан қабылданады.

Бақылау сұрақтары

1. Электромагниттік индукция заңы дегеніміз не?
2. Ленц заңының ерекшеліктері туралы айтыңыз.
3. Өзіндік индукцияның ЭМӨ және өзара индукцияның ЭМӨ деп аталады?
4. Индуктивтілік және өзара индуктивтілік ұғымдарын анықтаңыз.
5. ЭҚК индукциясының бағытын қалай анықтау керек?
6. Құйынды ағымдар дегеніміз не? Электрқұрылғылардағы қуатты ағымдардың оң және теріс рөлі қандай.

Реферат тақырыптары

1. Электромагниттік индукция заңына негізделген электр аспаптарының құрылысы.
2. Электр магниттерді өшіру кезінде электр магниттік индукция заңының рөлі, магниттік ядролары бар басқа да электрлік

құрылғылар.

3. Өнеркәсіпте құйынды ағындарды қолдану.

4 Т А Р А У

АЙНЫМАЛЫ ТОҚТЫҢ ЭЛЕКТР ТІЗБЕКТЕРІ

4.1. Негізгі түсінік және сипаттамалары

Көптеген электрлік құрылғылар энергияны айырбастау, энергияны тасымалдау және маңызды қашықтықтарға ақпарат беру үшін жасалған. Осы міндеттердің барлығы ауыспалы токтар мен кернеулердің көмегімен шешуға оңай. Айнымалы ток тізбектерінде ауыспалы ток көздері және айнымалы ЭҚК көздері пайда болады.

Айнымалы токтар, кернеулер және ЭҚК - бұл уақыттармен өзгертін токтар, кернеулер және ЭҚК деп аталады.

Уақыттың уақытша нүктелеріндегі ток мәндері сәтте ағымдық мәндер деп аталады және $i(t)$ арқылы белгіленеді. Осындай түрде анықталған кернеудің және ЕМҚ-ның лездік мәндері тиісінше анықталады, яғни $u(t)$ және $e(t)$.

Технологияда ең жиі қолданылатын мерзімді ток, кернеу және ЭҚК болып табылады, олардың мәндері мерзімді түрде қайталанып отырады, яғни. тұрақты түрде (4.1-сурет).

Ең қарапайым мерзімді айнымалы ток - бұл электр энергетикасында кеңінен қолданылатын синусоидалды ток (4.2-сурет). мен кернеулер электр құрылғыларының ең үнемді жұмыс

$$i(t) = I_m \sin(\omega t + \Psi_i);$$

$$u(t) = U_m \sin(\omega t + \Psi_u)$$

$$e(t) = E_m \sin(\omega t + \Psi_e)$$

режимдерін қамтамасыз етеді.

Синусоидалды токтардың лездік мәндері $i(t)$, кернеу $u(t)$ және ЭҚК $e(t)$ математикалық тұрғыда мына формуламен есептеледі:

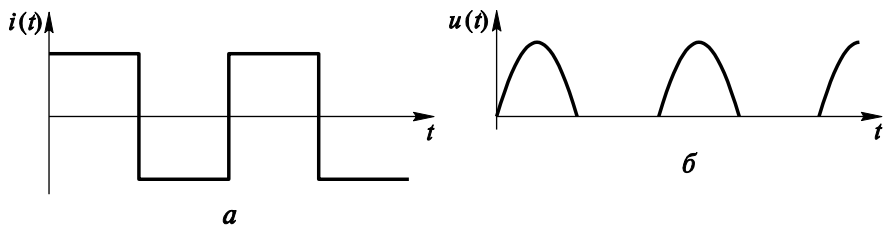
мұндағы I_m , U_m , E_m — ток, кернеу және ЭҚК амплитудасының мәндері; ω — синусоидалы функцияның бұрыштық жиілігі; Ψ_i , Ψ_u , Ψ_e — ток, кернеу және ЭҚК бастапқы фазалары.

$$\omega = 2\pi f = 2\pi T$$

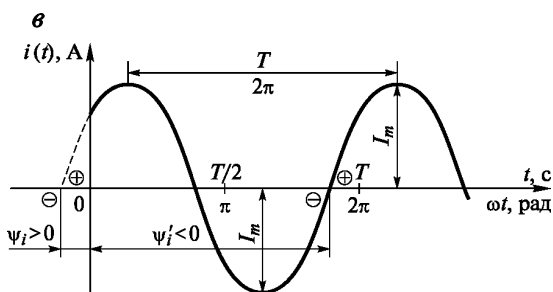
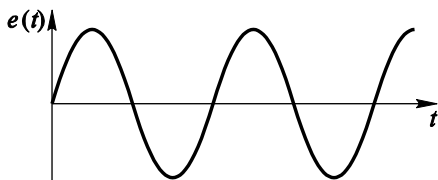
Бұрыштық жиілік

мұндағы f — синусоидалды функция жиілігі; T — синусоидалды функцияның кезеңі синусоидалдық мәннің лездік мәндері қайталанатын ең аз уақыт аралығы болып табылады.

СИ жүйесінде t уақыт және T кезең секундпен (с) өлшенеді, жиілік f , секундтағы кезеңдер санына тең, герцпен (Гц).



4.1-сурет. Ток (а), кернеу (б) және ЭҚК (в) лездік міндерінің сызбалары



4.2-сурет. Синусоидалды тоқтың лездік мәнінің сызбасы

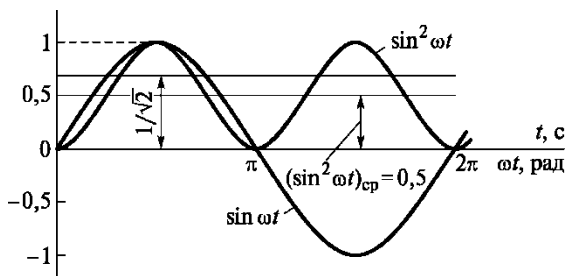
Ресей Федерациясы және әлемнің көптеген елдерінде жиілігі 50 Гц болатын синусоидалды тоқтар пайдаланылады, ал Солтүстік және Оңтүстік Америка елдерінде, Оңтүстік-Шығыс Азия, Африка елдерінің бірқатарында оның шамасы — 60 Гц құрайды.

Автономдық объектілердің (өзен және теңіз кемелері, ұшақтар, тікұшақтар және т.б.) энергетикалық қондырғыларында 200, 400, 1000 Гц жиіліктері пайдаланылады. Радиохабар тарату, радиобайланыс, теледидар, радиолокация 10 10 Гц және одан жоғары жиіліктерді пайдаланады.

Бұрыштық жиілік ω жиілігі секундына радиан болып табылады (рад/с).

Синусоидалы функцияның $(\omega t + \psi)$ дәлелі ағымдағы фаза деп аталады. Фазасы $(\omega t + \psi)$ және бастапқы саты ψ радиандармен немесе градустармен көрсетілген.

Екі синусоидальды тоқтар мен фазалардың ауытқуының бастапқы фазалары арасындағы айырмашылық фаза ауысымы деп аталады. Егер $\psi_u - \psi_j = 0$ болса, онда мұндай кернеу мен ток фазалық деп аталады. Егер $\psi_u - \psi_j = \pm \pi = \pm 180^\circ$ болса, онда мұндай кернеулер мен тоқтар антафазда айтылады. Егер $\psi_u - \psi_j = \pm \pi/2 = \pm 90$ болса, онда мұндай кернеулер мен тоқтар квадратта деп айтылады.



4.3-сурет. Синусоид, синусоидтың квадраты, синусоидалды 0,5 квадратының орташа мәні және орташа квадрат синусоидалық мәні $1/\sqrt{2}$

Егер $\psi_u - \psi_i > 0$ болса, онда кернеу асып ағымдағы бұрышпен $\psi_u - \psi$, немесе ток кернеу бұрышынан кешігу $\psi_u - \psi_i$.

Айнымалы ток $j(t)$ оның айнымалы тоқтың rms мәніне тең тиімді

мәнімен сипатталады: $I = \sqrt{(i^2)_{cp}}$

Айнымалы тоқтың сандық әрекет ету шамасы тікелей ток тогының шамасына тең, сол кезде жылудың бірдей саны белгілі бір айнымалы токты беретін кезеңде босатылады:

$$R I^2 = R (i^2)_{cp}$$

Синусоидалды ток жағдайында

$$I^2 = (i^2)_{cp} = (i_m \sin^2 \omega t)_{cp} = p_m/2$$

Осылайша, $I = I_m / \sqrt{2}$. синусоидалды ток тиімді мәні. Сол сияқты,

$$\sqrt{2} \cdot \text{синусоидалды кернеу мен ЭҚК тиімді мәндері } U = U_m / \sqrt{2} ;$$

$$E = E_m / \sqrt{2} .$$

Синусоидалы токтардың тиімді мәнін есептеудің мәні 4.3-суретте түсіндіріледі.

4.2. Синусоидалды функцияларды векторлар және күрделі сандар арқылы ұсыну

Кирхгоф, Ом, Фарадей, Джоуль-Ленц заңдарына негізделген әдістерді қолданып, синусоидальды ток тізбектеріндегі токтар мен кернеулерді есептеу тригонометриялық функциялармен күрделі әрекеттерді орындау қажеттілігінен әлдеқайда күрделі. Есептеу қиындықтары күрделі сандармен операциялар арқылы синусоидалы

функциялармен операцияларды ауыстыру негізінде кешенді әдісті қолдануды жеңілдетеді.

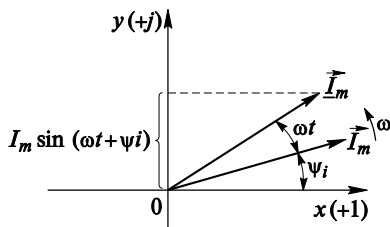
Алдымен, xOy жазықтығында айналатын векторлар арқылы синусоидалды функциялардың көрінісін қарастырайық (4.4-сурет). V осьіндегі (осьтік ортаның) осы Ox (абсцисса осі) бар бұрышы бар W именовт тіркелген вектордың проекциясы - $I_m \sin \Psi$ тең.

Егер біз вектор Im тұрақты бұрыштық сағат тіліне қарсы W жылдамдығы, және Wt айналады деп болжауға болса - уақыт $T = 0$ кезінде оған және x осінде арасындағы бұрыш, кездейсоқ уақыт T , бұл бұрышы уит артады және (кем тең болады $+ \Psi$), Осы уақытта ордината осінде оның проекциясы Im күнә (O) $T + W$, m тең болады. $E. i$ (T) синусоидалы токтың лездік мәні үшін мынадай формула бойынша сипатталған болады. Сондықтан мен (T) бұл жағдайда векторын бейнеленген деп аталады айналмалы векторы IM , бір проекциясы ретінде ұсынылуы мүмкін, бұл синус функциясы.

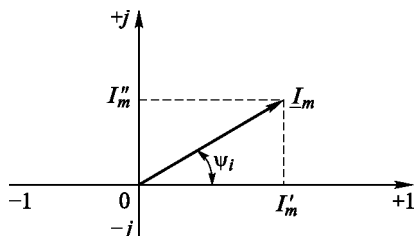
Бұл ұсыныс күрделі математикалық операцияларды синусоидалы функциялармен векторлармен қарапайым операциялармен ауыстыруға мүмкіндік береді.

Векторлар тек қана xOy жазықтықта ғана емес, кешенді жазықтықта күрделі сан түрінде де ұсынылуы мүмкін. Күрделі сан нақты (нақты) және саналы бөліктерден тұрады. Нақты бөлік абсцисс осі мен ординат бойындағы кешенді санның мнималды бөлігі бойымен салынған. Нақты ось $+1$ және -1 , және бертінжәне $-j$. j әрпімен электротехникада бертінгі бірлік белгіленеді $j = \sqrt{-1}$.

Кешенді сандар Im төменгі сызығы арқылы белгіленеді, Im басындағы нүктені белгілеуге болады. $Im = Im + jIm$ кешенді нөмірі бастапқы және нүктені координаттары $I_m = \text{Re}(I_m)$ және $I_m = \text{Im}(I_m)$, нақты (Re) және виртуалды (Im) бөліктерге тең нүктемен байланыстыратын вектормен бейнеленеді Кешенді нөмірді ұсыну және жазудың бұл түрі алгебралық деп аталады. Кешенді нөмір полярлы координат жүйесінде (4.5-сурет) модулі бар вектор түрінде ұсынылуы мүмкін $I_m = \sqrt{I_m^2} \angle \Psi_i$, Полярлық осьмен ($+1$ осі) қалыптасқан бұрыш $\psi_i = \arctg(I_m / r_m)$. Бұл күрделі санның көрінісі



4.4-сурет. Айналып тұратын вектор арқылы синусодитарды көрсету



4.5-сурет. Кешенді жазықтықта күрделі санның бейнесі

экспоненталық $Im = Im e^{j\psi_i}$ және поляр $Im = Im Z_{\psi_i}$, күрделі санды жазу формасына сәйкес келеді. Күрделі санның тағы бір түрі - тригонометриялық - Эйлер формуласының көмегімен алынуы

мүмкін $I_m = I_m e^{j\Psi} = I_m \cos\Psi + jI_m \sin\Psi$.

Әрине, что $I'_m = I_m \cos\Psi$, $I''_m = I_m \sin\Psi$.

Сонымен $I_m = I'_m + jI''_m = I_m \angle\Psi_i = I_m e^{j\Psi_i} = I_m \cos\Psi + jI_m \sin\Psi$, — кешенді сандарды жазу формуласы.

Кешенді жазықтықта айналатын вектор күрделі функцияға сәйкес келеді $F(j\omega t) = I_m e^{j(\omega t + \Psi_i)} = I_m e^{j\Psi_i} e^{j\omega t} = I_m e^{j\omega t}$ (4.4-суретті қараныз).

Әйлер формуласы бойынша $F(j\omega t) = I_m e^{j(\omega t + \Psi_i)} = I_m \cos(\omega t + \Psi_i) + jI_m \sin(\omega t + \Psi_i)$, яғни, синусоидалы токтың лездік мәні күрделі функцияның мнималды бөлігіне сәйкес келеді $F(j\omega t)$:

$$i(t) = \text{Im}\{I_m e^{j(\omega t + \Psi_i)}\} = I_m \sin(\omega t + \Psi_i).$$

Кешенді әдіс синусоидалы токтар мен сол жиіліктің кернеулерін есептеу үшін пайдаланылады. Токтар мен кернеулерге сәйкес келетін кешен функциялары бұрыштардың өзгермейтінін сақтай отырып, сол бұрыштық жиіліктегі кешенді жазықтықта айналатын векторлармен ұсынылған. Сондықтан күрделі функциялармен барлық есептеулер көрсетілген айналымды есепке алмастан, орындалуы мүмкін, яғни $e^{j\omega t}$ коэффициентін «құлатуға» негізделеді. Бұл дегеніміз, синусоидалды уақыт функциясы күрделі функциямен (айналмалы вектор) емес, күрделі санымен (тіркелген вектор) ұсынылуы мүмкін. Нәтижесінде синусоидалды уақыт функцияларымен кешенді математикалық амалдар күрделі сандармен ауыстырылады және синусоидалды функцияларды салыстырудың орнына күрделі жазықтықтағы векторларды қарастырады, яғни векторлық диаграммалар.

Кешенді сандарды жинақтау және есептеу үшін $A = A' + jA''$ және $B = B' + jB''$ оны алгебралық формада жүргізген ыңғайлы

$$A \pm B = (A' + jA'') \pm (B' + jB'') = (A' \pm B') + j(A'' \pm B'').$$

Қарапайым сандарды көбейту және бөлу полярлы түрде оңайырақ болады. Егер $A = A \angle \alpha$, ал $B = B \angle \beta$, то $AB = (A \angle \alpha)(B \angle \beta) =$

$$\frac{A}{B} = \frac{A \angle \alpha}{B \angle \beta} = \frac{A}{B} \angle (\alpha - \beta)$$

$AB \angle (\alpha + \beta)$,

Қарапайым сандарды алгебралық түрде көбейтуге және бөлуге болады, оның ішінде сандар қарапайым қосмүшелермен есептеледі:

$$\begin{aligned} \underline{AB} &= (A' + jA'')(B' + jB'') = A'B' + jA''B' + jA'B'' + j^2A''B'' \\ &= (A'B' - A''B'') + j(A''B' - A'B'') \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{A}{B} &= \frac{A' + jA''}{B' + jB''} = \frac{(A' + jA'')(B' + jB'')}{(B' + jB'')(B' + jB'')} = \\ &= \frac{(A'B' + A''B'') + j(A''B' + A'B'')}{(B')^2 + (B'')^2} = \\ &= \frac{A'B' + A''B''}{(B')^2 + (B'')^2} + j \frac{A''B' + A'B''}{(B')^2 + (B'')^2} \end{aligned}$$

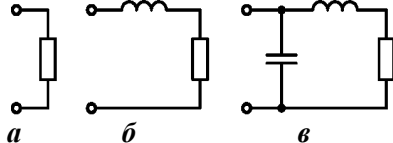
Бөлімде $B = B' + jB''$ деноминаторы және $A = A' + jA''$ нумераторы $B = B' - jB''$ санымен көбейтілді. Абсолюттік мәнде және керісінше белгісімен бірдей нақты бөлшектері бар және саналы бөліктерге ие күрделі сандар конъюгат деп аталады. Екі кешенді ұштасқан сандардың өнімі саналы және нақты бөліктердің квадраттарының сомасына тең: $(B' + jB'')(B' - jB'') = (B')^2 + (B'')^2$.

4.3. Ауыспалы ток тізбегінің идеалды элементтері. Нақты элементтерге арналған ауыстыру сызбалары

Электр тізбегінің шынайы пассивті элементтерінде (резисторлар, конденсаторлар және индукторлар) синусоидальды токтар электр және магнит энергиясын жинақтау және қайта бөлу және оларды жылу энергиясына айналдыруға байланысты күрделі процестерді тудырады. Сондықтан олардың баламалы сызбаларына мінсіз, резистивтік, сыйымды және индуктивті элементтер жатады.

Мінсіз резистивтік элемент электрлік энергияны жұмысқа, жылуға немесе энергияның басқа түріне айналдыруды жүзеге асыратын тізбектің элементі болып табылады. Айнымалы ток тізбегіндегі мінсіз төзімді элемент тұрақты ток тізбегінде - тіктөртбұрышта сияқты көрінеді.

Нақты реактивтік элементтер - резисторлар әртүрлі материалдардан жасалған және әр түрлі конструкцияларға ие. Дизайн түріне байланысты энергия сақталатын электр және магнит өрісі жасалады, яғни Резисте индуктивті және сыйымдылық элементтерінің қосымша қасиеттеріне ие. Өндірістік жиілікте бұл компоненттер кішкентай болып табылады және олар резистордың мінсіз екендігін ескере отырып, назардан тыс қалуы мүмкін. Шынында да, спиральдың ішіне соққан өткізгіш лабораториялық реостатты қарастырайық. Спиральдың бұрылыстарының арасында сыйымдылық бар, ал спиральдың өзі индуктор болып табылады. Жиілік радио жиілігіне дейін ұлғайтылған кезде қосымша (паразиттік) сыйымдылықтарды және индуктивтерді үйрену қажет. 4.6-суретте әртүрлі жиілікте резисторды ауыстыру тізбектері көрсетілген.



4.6-сурет. Төмен (а), орташа (б) және жоғары (в) жиіліктердегі резистордың ауыстыру сызбалары

Нақты резистордың жұмыс параметрі қарсылық болып табылады, ал паразиттік параметрлер - сыйымдылық пен индуктивтілік деп аталады.

Міндетті индуктивті элемент магнит өрісінің энергиясы сақталатын тізбектің элементі

болып табылады. Айнымалы ток тізбегіндегі мінсіз индуктивті элемент L әрпімен белгіленеді. Сол хатта индуктивтілік элементтің ағынының байланысына қатынасы бар санға тең, индуктивтілік деп аталады $L = \Psi/i$.

Индуктивтілік - индуктивтілік элементінің параметрі. Индуктивтілік бірлігі Генри (НН) болып табылады. Амплитудалардың немесе кернеудің және тоқтың тиімді мәндерінің қатынасы индуктивті қарсылық деп аталады және ол арқылы белгіленеді $X_L (X_L = U_{Lm}/I_n = \omega L/I)$.

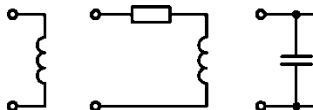
Белгілі индуктивтілік L және бұрыштық жиіліктен бастап индуктивтілік кедергісі $X_L = \omega L$. ωL шамасының инволюциялық өткізгіштігі деп аталады. Индуктивтілік элементіндегі синусоидалы ток кернеуді $n / 2$ бұрышымен (немесе 90°) жоғарылатады. Егер $u_L(t) = U_L \sin \omega t$ кернеуі болса, онда ағымдағы $i(t) = I_m \sin(\omega t - 90^\circ)$. Кешенді түрде $U_L n = j \omega L I_n$ немесе $U = j \omega L I$. Идеал индуктивті элемент жақсы өткізгіш сымнан жасалған сым катушкаларына қасиеттерге жақын.

Нақты индукторлар электр тогының ағысына нөлдік емес қарсылықтары бар өткізгіш материалдардан жасалады. Олардың арасында кезек аралық қуаты мен қуаттың арасындағы сыйымдылық бар. Сымның кедергісі мен жиілігі аз болған жағдайда, индукторды мінсіз деп санауға болады.

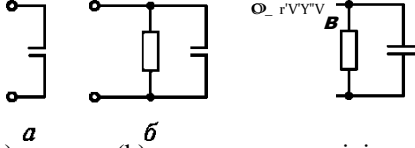
Нақты катушкалар үшін ауыстыру сызбалары қолданылу саласына байланысты өзгеруі мүмкін (4.7-сурет). Көбінесе жылудың энергия шығыны есепке алынады, ал радиожіліліктерде - паразиттік сыйымдылық. Индуктордың жұмыс параметрі индуктивтілік және

паразиттік параметрлер - сыйымдылық және қарсылық деп аталады.

Мінсіз сыйымдылық элементі - электр өрісінің энергиясы сақталатын элемент. Мінсіз сыйымдылық Сур. 4.7. Төмен (а)



деңгейдегі ауыспалы ток индуктивтілік тізбегіндегі катушкалар үшін ауыстыру тізбегі C әрпімен белгіленеді. Сол орташа (б) және жоғары (в) жиіліктерде әріптің саны,



4.8-сурет. Төмен (а), орташа (б) және жоғары жиіліктерде конденсатордың орын алмастыру сызбалары

сыйымдылықтың q коэффициентінің кернеуге қатынасына сандық түрде тең болады және ол сыйымдылық деп аталады $C = q/U_C$.

Сыйымдылығы сыйымдылық элементінің параметрі болып табылады. Сыйымдылығы бірлік фарад (Ф) деп аталады.

Амплитудалардың және кернеудің және токтың тиімді мәндерінің қатынасы ыдыстық қарсылық деп аталады және $X_C = U_{Cm} / I_m = U_C / I$ деп аталады. Белгілі қуаттылық S және бұрыштық жиілік ω болғанда, сыйымдылықтың кедергісі $X_C = 1 / \omega C$. Ыдыстық қарсылық бірлігі - Ом (Ом). U_C саны, X_C и $I_c = -j \frac{1}{\omega C} I$. $\varphi = 1 / X_C$ сыйымдылықты өткізгіш деп аталады. Синусоидалы ток кернеудің 90° -қа дейінгі мінсіз сыйымдылықтағы элементінен алда. Егер $u_C(t) = U_{Cm} \sin(\omega t)$ кернеуі болса, онда ток $i(t) = I_m \sin(\omega t + 90^\circ)$ кезінде. Кешенді

түрде оның мәні төмендегідей: $U_{Cm} = -j \frac{1}{\omega C} I_m$ және $U_C = -j \frac{1}{\omega C} I$

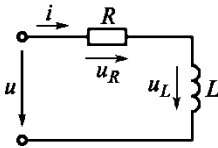
Жылжымайтын ыдыстық элементі - конденсатор - изолятор бөлінген екі немесе одан да көп өткізгіш пластиналар жасалған. Жылжымайтын диэлектриктер өте жоғары кедергісі бар, сондықтан өте жиі конденсатор тамаша ыдыстық элементіне оның қасиеттері ұқсас болжауға болады. төмен жиілікте нақты конденсатор мінсіз сыйымдылық элементі ретінде баламалы сызбалары бейнеленген (4.8 а сурет.). ортасында жиілікте назарға диэлектрлік шығындар алады, ол тізбек кедергісі элементі қосылады, ал жоғары жиілікте (4.8, б сурет.) - Сондай-ақ, индуктивті элемент, (бұл көрсеткіш 4,8) назарға металл бөлшектер мен конденсатор әкеледі индуктивті отырып қарастырылады.

Конденсатордың жұмыс параметрі сыйымдылық, ал паразиттік параметрлер - қарсылық және индуктивтілік деп аталады.

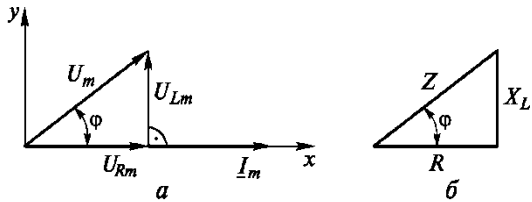
4.4. RL-тізбектің синусоидалды тоғы

R және L серияларының байланысты элементтерінде (4.9 сурет) ток синусоидалдық тәртіпте өзгереді: $I = I_m \sin \omega t$.

Кернеуі $u(t)$, яғни амплитудасы U_m және бастапқы фаза табу керек.



4.9-сурет. Резистивті және индуктивті кедергілері бар (б) RL тізбекті сызбасы



4.10-сурет. Векторлық диаграммалар (а) және үшрезистивтік және индуктивтік элементтер

Екінші Кирхгоф заңына сәйкес қарастырылып отырған тізбек үшін $u = u_R + u_L$, мұндағы $u_R = Ri = RI_m \sin \omega t$; $u_L = \omega LI_m \sin(\omega t + 90^\circ)$. Төмендегі мәнді алатындығымызға көз жеткізе отырып,

$$u(t) = U_m \sin(\omega t + \varphi) = RI_m \sin \omega t + \omega LI_m \sin(\omega t + 90^\circ).$$

Кернеудің қажетті амплитудасы және бастапқы фазасы векторлық диаграмма арқылы анықталуы мүмкін.

Векторлық диаграмма - сол жиілік шамасымен жазықтықта синусоидалды көрінетін векторлардың жинағы. Әрбір вектор жазықтықтағы абсцисс осінен өлшенген бастапқы фаза ескерілген. Біз ағымдық векторды шыққан жерден шығарамыз (4.10-сурет). Сол бағытта біз ағымдық вектормен фазаға сәйкес келетін резистордың кернеу векторын сызамыз. Резистедегі кернеу векторының соңынан бастап, ағымдағы векторға перпендикулярлы (яғни ағымдық вектормен бұрыштық $\pi/2$ жасайтын) кернеу векторын саламыз, өйткені кернеудегі кернеу ток ағымын $\pi/2$ бұрышымен (90°) ашады. Осы векторлардың қосындысы тізбектің кірісіне қолданылатын кернеу векторына тең.

Кернеу үшбұрышынан алатынымыз: $U_m^2 = U_{Rm}^2 + U_{Lm}^2 = R^2 I_m^2 + X_L^2 I_m^2 = (R^2 + X_L^2) I_m^2 = Z^2 I_m^2$, бұл жерден кернеудің бастапқы амплитудасын алуға болады

$$U_m = \sqrt{R^2 + X_L^2} I_m = Z I_m$$

мұндағы Z — RL-тізбектің толық кедергісі, $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2}$

Эмменттік стрестің үшбұрыштары үшін теңдеудің екі жағын бөліп, біз резистенттің үшбұрышын аламыз (4.10-сурет, б). Екінші қажетті параметр - фазалық ығысу - қарсылық үшбұрышының қарапайым тригонометриялық қатынасынан алынады $\varphi = \arctg(X_L/R)$.

Ағымдағы және кернеудің нақты мәндері үшін біз мына мәндерді аламыз:

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{U_m}{\sqrt{2} \cdot \sqrt{R^2 + X_L^2}} = \frac{U}{Z}$$

Демек, синусоидалы кернеулер мен токтар үшін Ом заңы тиімді құндылықтарға ие.

4.5. RC-тізбектің синусоидалды тоғы

Өзара параллельді R және C элементтеріне қосылғанда, $u=U_m \sin \omega t$ кернеуімен қамтамасыз етіңіз (4.11-сурет). Ағымдағы $i(t)$, оның амплитудасы және $u(t)$ қатысты фазалық жылжуын табу қажет. Кирхговың бірінші заңы бойынша $i = i_R + i_C$, мұндағы $i_R = I_{Rm} \sin \omega t$; $i_C = I_{Cm} \sin(\omega t + n/2)$, $I_{Rm} = U_m / R = G U_m$; $I_{Cm} = U_m \times C = B C U_m = a C U_m$.

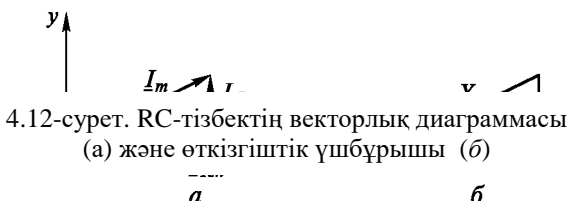
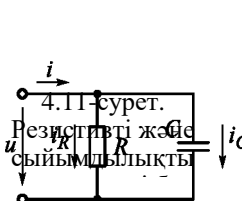
Осыны есепке ала отырып, $i(t) = G U_m \sin \omega t + a C U_m \sin(\omega t + n/2) = I_m \sin(\omega t - \phi)$. Тоқ үшбұрышынан алатынымыз (4.12, а-сурет)

$$I_m = I R m + I^2 C m = G^2 U^2 + B C U m = (G^2 + B C) U^2 m = Y^2 U m,$$

$$I_m = Y U_m = \sqrt{G^2 + B^2 C} U_m$$

осы жерден тоқтың бастапқы мәні шығады:

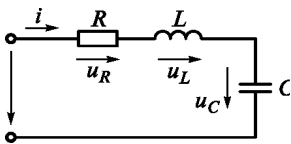
Элементтердің үшбұрышының өткізгіштігінің үшбұрышына сәйкес келеді (4.12-сурет, б). Екінші қажетті параметр - фазалық мұндағы Y — RC-тізбектің толық өткізгіштігі



ығысу - қарсылық үшбұрышының қарапайым тригонометриялық қатынасынан табылған $\phi = \arctg(-B_C/R)$.

4.6. Синусоидалы ток тізбегіндегі процестерді R, L, C элементтерді дәйектілікпен байланыстыру арқылы талдау

$U = U_m \sin$ синусоидалды кернеуі R, L және C сериялы элементтерге қолданылуы керек (4.13 суретті қараңыз). Ағымдағы $i(t)$, яғни i . оның амплитудасы I_m және кернеудің $u(t)$.



4.13-сурет. Реттік RLC-тізбектің сызбасы

Кирхгофның екінші заңына сәйкес тізбекті қарастыру үшін $u = u_R + u_L + u_C$.

4.4, 4.5-бөлімдерге сәйкес, элементтерінде кернеулердің амплитудасы ағымдардың өрнектермен байланысты екендігі белгілі $U_{mR} = RI_m$,

$U_{mL} = \omega LI_m$, $U_{mC} = Im$, бұл ретте - иС резистивтік элементтің кернеуі токпен

фазада сәйкес келеді, ал индуктивті және сыйымдылықтағы элементтердің кернеуі $+90^\circ - 90^\circ$ -ге дейінгі фазада өзгереді.

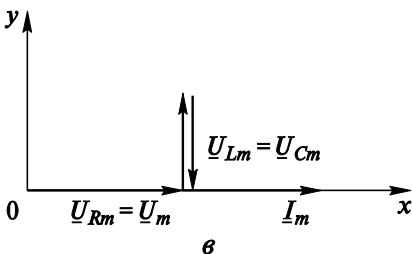
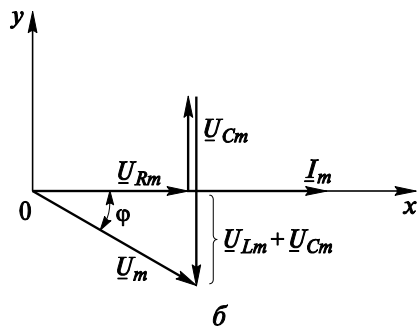
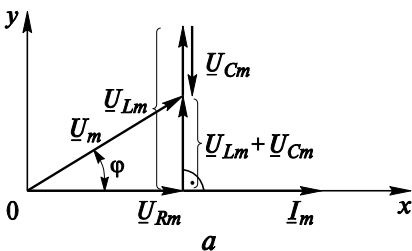
Келесі түрдегі тоқты іздейтін боламыз $i = I_m \sin(\omega t - \varphi)$. Бұл жерде $RI_m \sin(\omega t - \varphi) + \omega LI_m \sin(\omega t - \varphi + 90^\circ) + I_m \sin(\omega t - \varphi - 90^\circ) = U_m \sin \omega t$.

Векторлық диаграмманы құрастыру кезінде үш жағдай болуы мүмкін:

$\omega L > \frac{1}{\omega C}$, т.е. $X_L > X_C$; $U_{Lm} > U_{Cm}$ — сызба белсенді индуктивті сипатқа ие, яғни ток фазалық кернеу бұрышпен φ (4.14а-сурет);

$\omega L < \frac{1}{\omega C}$, яғни, $X_L < X_C$; $U_{Lm} < U_{Cm}$ — тізбек белсенді-сыйымдылықты сипатқа ие ендеше тоқ φ бұрышында фаза бойынша кернеуді басып озады (4.14, б-сурет);

$\omega L = \frac{1}{\omega C}$, т.е. $X_L = X_C$; $U_{Lm} = U_{Cm}$ — тізбек белсенді және резонанс байқалады. Ток және кернеу арасындағы фазалық жылжу нөлге тең (4.14, с-сурет).



4.14-сурет. Реттілікке негізделген RLC-тізбектің векторлық диаграммалары

кернеу үшбұрышынан алатынымыз

$$U_m^2 = U_{Rm}^2 + (U_{Lm} - U_{Cm})^2 = R^2 I_m^2 + (U_L - U_C)^2 I_m^2 = \\ = |R^2 + (X_L - X_C)^2| I_m^2 = Z^2 I_m^2$$

Бұл жерден қарастырғалы отырған тоқ амплитудасы

$$I_m = \frac{U_m}{Z} = \frac{U_m}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}} = \frac{U_m}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}}$$

мұндағы Z — RLC-тізбектің толық кедергісі ,

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{R^2 + X^2}.$$

Кернеу мен тоқ арасындағы фазалардың жылжуы: $\phi = \arctg [(X_L - X_C)/R]$.

4.7. Синусоидалды ток тізбектерін есептеудің кешенді әдісі

Айнымалы ток тізбектерін есептеу кезінде ол элементтер бойынша кернеу кешендерін сипаттау қажет болады R, L, C .

R-элемент үшін $u_R = Ri = RI_m \sin \omega t = U_{Rm} \sin \omega t$.

L-элемент үшін $u_L = \omega LI_m \sin (\omega t + 90^\circ) = U_{Lm} \sin (\omega t + 90^\circ)$.

C-элемент үшін $u_C = \frac{1}{\omega C} \sin (\omega t - 90^\circ) = U_{Cm} \sin (\omega t - 90^\circ)$.

Сәйкес кешендер үшін U_R, U_L және U_C бұдан алатынымыз

$$U_R = RI; U_L = Lj\omega I = jX_L I; U_C = \frac{1}{j\omega C} I = \frac{1}{j} X_C I = -jX_C I,$$

мұндағы $jX_L = j\omega L$ және $-jX_C = -j \frac{1}{\omega C}$

Кешенді әдісті пайдалана отырып, Ом және Кирхгоф заңдары қолдануға болады, бұл символикалық түрдегі токтар мен кернеулерді оңай есептеуге мүмкіндік береді.

Кешенді формадағы Ом заңы:

амплитудалық мәндер кешендеріне арналған $I_m = Um/Z$;

тиімді қолданыс кешендеріне арналған $I = U/Z$;

олардың модульдеріне арналған $I = U/Z$.

Кирхгофтің бірінші заңы: электр тізбегінің кез келген торабында ағымдағы кешендердің алгебралық сомасы нөлге тең: $\sum I = 0$.

Белгілер ережесі: алгебралық сомада түйінге түсетін ағымдар минус белгісімен алынады, нәтижесінде алынған токтар плюс белгісімен.

Кирхгофтің екінші заңы: тізбектің кез-келген контурында ЭҚК кешендерінің алгебралық сомасы осы тізбектің пассивті элементтеріндегі кернеудің төмендеу кешендерінің алгебралық сомасына тең $E = \sum E = \sum IZ$.

Белгілер ережесі: егер ЭМӨ бағыттары мен кернеулері контурдың көрсетілген бағытымен сәйкес келсе, онда алгебралық сомада олар плюс белгісімен қабылданады, әйтпесе - минус белгісі алынады.

4.8. Ауыспалы ток тізбегіндегі кешенді импеданс және өткізулер

4.7-бөлімде көрсетілгендей, айнымалы ток тізбектері бірнеше қарсылықтармен сипатталады.

$$Z = R + j(X_L - X_C) = R + jX = Ze^{j\varphi} = Z \angle \varphi$$

Кешенді кедергі

мұндағы R — белсенді кедергі; X_L — индуктивті кедергі, $X_L = \omega C$; X_C — сыйымдылық кедергісі, $X_C = 1/\omega C$; X — реактивті кедергі, $X = X_L - X_C$; Z — толық кедергі (кешенді кедергі модулі), $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{R^2 + X^2}$; φ — кешенді кедергі аргументі, $\varphi = \arctg [(X_L - X_C)/R] = \arctg (X/R)$.

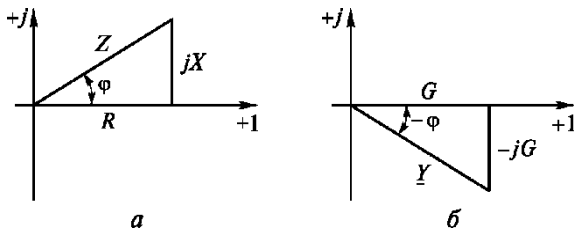
Көлем Y , кері Z , кешенді өткізгіштік деп аталады:

$$Y = \frac{1}{Z} = G - jB = \frac{R}{R^2 + X^2} - j\frac{X}{R^2 + X^2} = G - jB$$

мұндағы G , B — тиісінше, RLC тізбегінің жалпы, белсенді және реактивті өткізгіштігі.

Кешенді жазықтықта векторлық диаграммаларды ғана емес, сондай-ақ, R және G -ны нақты (нақты) сипатқа ие болғандықтан, сондай-ақ, кедергілер мен өткізгіштердің үшбұрыштарын салу ыңғайлы, jX және $-jB$ - мағыналы.

Күрделі жазықтықтағы кедергі мен өткізгіштігінің үшбұрыштары 4.15-суретте көрсетілген.



4.15-сурет. Кешенді жазықтықтағы қарсылық үшбұрышы Активті-индуктивтік (а) және белсенді-сыйымды (б) жүктеме жағдайлары

4.9. Синусоидалды ток тізбектеріндегі қуат

$u = U_m \sin at$ кернеуі қосылған және $i = I_m \sin (at - \phi)$ тоғы өтетін электр тізбегін қарастырып көрейік.

Тізбекке келетін лездік қуат көрсеткіші, $p = ui = U_m I_m \sin at \sin (at - \phi) = UI \cos \phi - UI \cos(2at - \phi)$, екі құрамдас бөліктен тұрады: тұрақты шама $UI \cos \phi$ және косинусоидалды шама — $UI \cos (2at - \phi)$, ол кернеу жиілігі және токпен салыстырғанда, екі еселенген жиілікке ие болып табылады.

Өзгерістердің екі циклін жүзеге асыратын T кезеңіндегі екінші құрамдас бөліктің орташа мәні нөлге тең. Сондықтан да, қарастырылып отырған магнитті тізбекке келіп түсетін белсенді қуат, $P = p_{cp} = UI \cos \phi$ болады.

Көбейткіш мәнде берілетін $\cos \phi$ коэффициенті қуат факторы деп аталады. Белсенді қуат қуат коэффициентіне көбейтілген нақты кернеу мен ток мәндерінің өнімі болып табылады. Яғни, ϕ бұрышы нөлге жақын, жақынырақ $\cos \phi$ бірлікке және, демек, U және I мәндеріне қарағанда, белсенді күш көзден бастап қабылдағышқа беріледі. Электр техникаларының қуат факторын арттыру - бұл экономика үшін маңызды міндет. Белсенді қуат бірлігі - ваттпен (Вт) өлшенеді.

Лездік қуат белсенді қуаттың тұрақты компонентіне қатысты екі есе бұрыштық жиілікте ауытқиды. Кернеу мен ток кернеуі бірдей белгілерге ие болған кезде, сәтте қуат оң болады. Энергия көзден бастап қабылдағышқа жеткізіледі, ол резисторларда таратылады, индукторлардың магнит өрісінде және конденсатордың электр өрісінде сақталады.

Кернеу мен ток айырмашылығы әр түрлі белгілерге ие болған кезде, сәтте қуат теріс болып, энергия көзі қабылдағыштың ішінара қайтарылады.

Электр тізбегінің ағымдағы және кернеуінің ағымдағы мәндеріне тең мән $S = UI$ тізбегінің жалпы қуаты деп аталады, оның бірлігі - вольт-ампер ($V \cdot A$).

Электр тізбектерін есептеу кезінде реактивті қуат тұжырымдамасы қолданылады, ол формула бойынша есептеледі $Q = UI \sin \phi$.

Бұл қуаттың бірлігі - ватт, яғни реактивті кернеу-ампер.

Жалпы қуаты белсенді және реактивті күштердің геометриялық сомасы ретінде анықталады: $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$.

Толық қуатпен қатар, жалпы қуаттылық бірлігі сияқты, $S = P + jQ$ күрделі қуатты қарастырамыз, ол вольт-ампер болып табылады ($V \cdot A$).

4.10. Кешенді қуаттардың теңгерімі

Энергияның балансы электрлік проблемаларды шешудің дұрыстығын тексеру үшін қолданылады және электр тізбегіндегі энергияны сақтау заңының көрінісі болып табылады.

Қуат балансының мәні ауыспалы қуат көздері бойынша электр тізбегіне жеткізілетін қуат оның элементтері арқылы толығымен тұтынылатындығына байланысты төмендейді. Белсенді компонент резисторлармен тұтынылады, ал реактивті компонент реактивті элементтерде айналады.

Электр энергиясының көзі арқылы тізбеге жеткізілетін жалпы қуат кешені өрнекпен анықталады (мұндағы ЭҚК көздері және ток есептеледі) $S_u = UI$, мұнда U - көздердегі терминалдардағы ықтимал айырмашылық кешені; I - көзден сызбаға кіру тогының біріктірілген кешені.

$$\text{Яғни, } U = Ue^{jq.U}, I = Ie^{jv.I}, I = Ie^{-jv.I}.$$

Бұл жағдайда, $S_u = UI = UIe^{j(\nu U - \nu I)} = S_u e^{j\phi}$, мұндағы ϕ — ток пен кернеу арасындағы фазалық ауысу, $\phi = W_U - \dot{W}_I$.

Қуат теңгерімін есептеу үшін бұл теңдеуді алгебралық формаға келтіру керек: $S_u = S_u e^{j\phi} = S_u \cos \phi + jS_u \sin \phi = P_u + jQ_u$.

Осылайша, көздің көзі желісіне берілген S_u , белсенді P_u және реактивтік Q_u қуатын анықтап көрелік.

Есепке алынып отырған тізбектің барлық резисторлары мен реактивтіліктері белсенді $P_u = I^2 R$ және реактивті $Q_u = I^2 X_L - I^2 X_C$ қуаттылықтарды қарастырады.

Осылайша, қуат теңгерімін есептеу әдістемесі келесіге төмендетілді.

Барлық тізбектегі барлық көздердің жалпы қуатын табыңыз, содан кейін белсенді $I P_u$ және реакциялық $I Q_u$ компоненттері көрсетіледі.

Қабылдағыштардың белсенді күші $PR = RI^2$ ағымдағы мәндерден және элемент параметрлерінен есептеледі, формула бойынша $QL = XI^2$ - индуктивті ұяшықтағы қабылдағыштардың реактивті қуаты және $QC = - XI^2$ формуласына сәйкес - сыйымдылық элементтеріндегі реактивті қуат мәніне тең.

Егер көздер мен қабылдағыштардың қуаты белсенді және реактивті компоненттері болса: $I P_u = I P_n$; $I Q_n = I Q_n$, онда қуат теңгерімі қанағаттандырылады.

4.11. Электр тізбектеріндегі кернеу және ток резонанстары

Резонанс индуктивті және сыйымдылықты элементтері бар электр тізбегінің режиміне қатысты, онда тізбектің кірісіндегі ток және кернеу фазада сәйкес келеді. Резонанс кезінде кіріс кедергісі және сызбаның кіріс өткізгіштігі де белсенді болады; Кіріс

реактивтілігі немесе тізбектің өткізгіштігі нөлге тең.

Кернеу резонансы (реттік резонанс) R, L және C сериялы байланысты элементтерден тұратын тізбекті тізбектегі сызбада пайда болуы мүмкін (4.16-сурет). Мұндай реактивтілік

тізбек $X = \omega L - \frac{1}{\omega C}$. Себебі, резонансқа

$X = 0$, тізбекті немесе C және L элементтерінің параметрлерін беретін синусоидалды кернеу жиілігін өзгерту арқылы резонансқа қол жеткізуге болады. L және C тұрақты мәндері үшін резонанс жиілік $\omega_p = 1/\sqrt{LC}$ мәніне тең болады.

Белгілі жиілікте және C сыйымдылығында $L_p = 1/\omega^2 C$ индуктивтілігінің резонанстық мәні, белгілі жиілікте және индуктивте резонанстық сыйымдылық $C_p = 1/\omega^2 L$.

4.6-бөлімде R, L және C сериясындағы байланысты элементтердің ток тиімділігі үшін қажетті өрнек алынып отыр:

$$I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}}$$

Токтың резонанстық мәні $I_p = U/R$.

Токтарға сәйкес келетін ω_1 және ω_2 жиіліктерінің айырмашылығы, I_p мен салыстырғанда $\sqrt{2}$ есе аз, бұл өткізу жолағын береді,

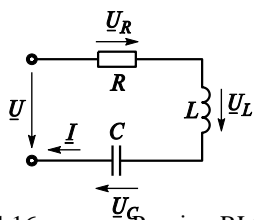
$$\Delta\omega = \omega_2 - \omega_1, Q = \frac{\omega_p}{\Delta\omega} \quad \text{қатынасы реттік контур бойынша ерікті деп аталады.}$$

Қатардағы реактивті элементтердегі кернеудің тізбектегі тізбектегі резонансінде қуат көзінің кернеуіне қарағанда көп. C және L элементтері бойынша кернеудің күрт артуына байланысты серия тізбегіндегі резонанс кернеу резонансы деп аталады: $U_{Lp} = U_{Cp} = UQ$, $U_{Rp} = U$.

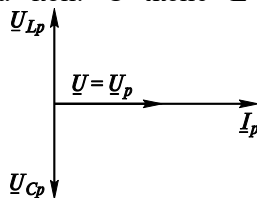
Q-факторы $Q = \omega_p L / R$ контурының параметрлері бойынша есептелуі мүмкін, мұнда R - контурдың өзіне тән кедергісі,

$$p = 4\pi f L.$$

Кернеудегі резонанстық векторлық сызбасы 4.17-суретте келтірілген.

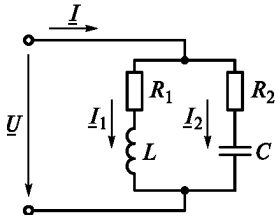


4.16-сурет. Реттік RLC-контур



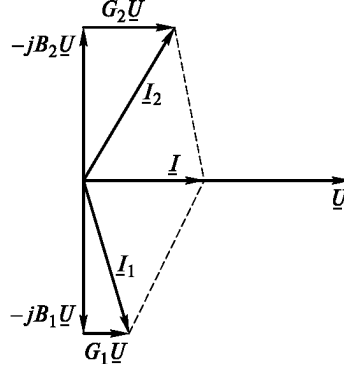
4.17-сурет. Резонанс жағдайындағы реттік RLC-контурдың векторлық диаграммасы

Тоқтардың резонансы (параллель резонанс) екі параллель тармақта



R_1 және L тармақтарының кедергісі $Z_1 = R_1 + j\omega L$ тең, ал R_2 және

4.18-сурет. Параллель резонанстық контур



4.19-сурет. Параллель резонанс жағдайындағы векторлық диаграмма пайдаланылуы мүмкін, яғни олардың біріне R және L элементтері қосылған, екіншісіне — R және C . 4.18-суретте осындай

$$Y_1 = \frac{1}{Z_1} = \frac{1}{R_1 + j\omega L} = \frac{R_1}{R_1^2 + (\omega L)^2} - j \frac{\omega L}{R_1^2 + (\omega L)^2} = G_1 - jB_1$$

$$Y_2 = \frac{1}{Z_2} = \frac{1}{R_2 + j \frac{1}{\omega C}} = \frac{R_2}{R_2^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2} + j \frac{1/\omega C}{R_2^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2} = G_2 - jB_2$$

$$\frac{\omega L}{R_1^2 + (\omega L)^2} - \frac{1/\omega C}{R_2^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2} = 0$$

$$\omega_p = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{\sqrt{L/C - R_1^2}}{\sqrt{L/C - R_2^2}}$$

C тармақтарының кедергісі $Z_2 = R_2 - j \frac{1}{\omega C}$ тең.

Алынған өрнек көздің немесе параметрдің жиілігін өзгерту арқылы резонансты токтардың пайда болуына қол жеткізе алатынын көрсетеді R_1, R_2, L, C .

$Y_p = G_1 + G_2$ резонансында тізбектің кіріс өткізгіштік таза белсенді сипатта болады.

Тізбектің кіре беріс жолындағы резонансты ток $I = Y_p U = (G_x + G_2)U$.

Параллельді резонанс үшін векторлық диаграмма 4.19-суретте келтірілген.

4.12. Индуктивті байланысты элементтері бар тізбектер

Екі кернеу индуктивті байланысқан деп аталады, бұл олардың біреуіндегі ток өзгеруі кернеу екінші жағында пайда болған жағдайда мүмкін.

4.20-суретте екі катушка бар. Бірінші катушаның ағымдағы i_1 магнит ағыны Φ_{11} жасайды. Осы флюидтің Φ_{21} бөлігі екінші катушкалардың катушкаларына еніп, өзара индукция магнит ағыны деп аталады. Екінші бөлік Φ_{15} ағып кету ағыны деп аталады, екінші орамның бұрышынан тыс жабылады.

Екінші катушкалардың бұрылысымен байланыстырылған (бұрандалы) Φ_{21} өзара индукциясының ағыны өзара индукциялық қосылыс ағынын Ψ_{21} құрайды. Егер Φ_{21} ағымы екінші катушаның барлық w_2 бұрылыстарына шығады, онда $\Psi_{21} = w_2\Phi_{21}$.

Ток ағынының Ψ_{21} қатынасының ағымдық ток ағымына қатынасы өзара индуктивті деп аталады M_{21}

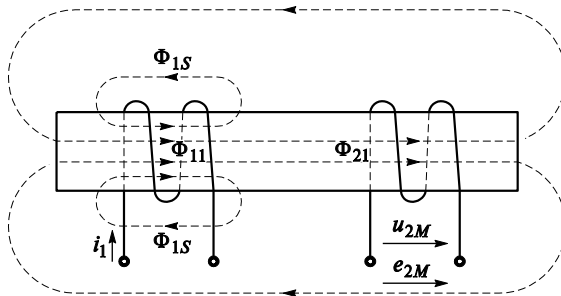
Дәл осындай $M_{21} = \frac{\Psi_{21}}{i_1}$ жолмен де анықталады.

Мысалы, $M_{21} = M_{12} = M$. өзара индуктивтілік бірлігі Генри болып табылады (Гн).

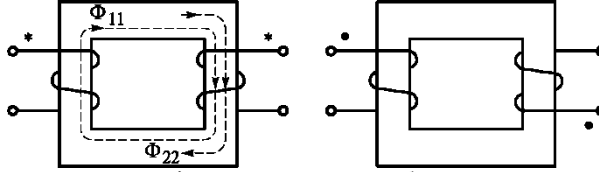
Ағындарды байланыстыру уақытының өзгеруі өзара индукцияның ЭҚК пайда болуына себеп болады. Бірінші катушаның ағымында $i_1 = I_m \sin \omega t$, $e_{2M} = -\omega M I_m \sin(\omega t + \pi/2)$.

Бұл екінші катушкалардың қысқыштары арасындағы өзара индукциялық кернеуге әкеледі. Екінші катушкалардың ашық терминалдары, яғни $i_2 = 0$ кезінде бұл кернеу тең $u_{2M} = -e_{2M} = \omega M I_m \sin(\omega t + \pi/2)$.

Егер екінші катушкаларда ток болса, оған кернеу өзіндік индукциялық кернеуге де, өзара индукциялық кернеуге де байланысты болады.



4.20-сурет. Өзіндік индукция және екі индуктивті өзара байланысты катушкалардың ағындары



Өзараүксас индуктивті катушкалар таңбалау, магнит ағынының

4.21-сурет. Разметка одноименных зажимов при различных направлениях
намотки второй катушки

өзін-өзі индуктивті және өзара индуктивтілік көңіл білуі. магнит ағымдары қысқыштар индуктивтіліктің және олардың әрқайсысы өзара индуктивтілік сол бағытта, сондықтан бірдей ток катушкалар салыстырмалы бағыттары шығарылды, егер осы аттас екі түрлі қысқыш орамалардағы, деп аталады. Ал өзін-өзі индуктивтіліктің және өзара индуктивтілік кернеуі ЭҚК (сондай-ақ кернеу) жинақталады. сол таңбалардың (* немесе • немесе А, және т.б.) тағайындаған сияқты клиптер. 4.21-суретте аттас екінші катушкалар орау әр түрлі бағыттары бойынша екі трансформаторлық орамасының қысқыштар көрсетеді.

Индуктивті байланысқан элементтер қатарлас, параллель немесе түрлі тізбектерде қосылуы мүмкін. Индуктивті байланысқан катушкалар қатарын қосқанда, коммутацияланудың екі жолы бар: үндестіру және санауыш. Сигналды қосу кезінде, тізбектегі ток сол атаудың терминалдарына қатысты бірдей бағытқа ие (4.2.2, а) және керісінше - әртүрлі (4.2.2, б). Синхронды қосу арқылы бірінші катушаның магниттік ағыны $\Phi_1 = \Phi_{11} + \Phi_{12}$, ал екінші катушка $\Phi_2 =$

$\Phi_{22} + \Phi_{21}$. Тиісінше, ағын байланыстары $\psi_1 = \psi_{11} + \psi_{12}$

$$\psi_2 = \psi_{22} + \psi_{21}$$

Қосарланған индуктивті элементтерге сәйкес, олардың жалпы ағыны бір-бірімен байланысады $\psi = \psi_1 + \text{ортақ } \psi_2$, ал индуктивтілік

$$L = \frac{\Psi}{i} = \frac{\Psi_1 + \Psi_2}{i} = \frac{L_1 i + M i + L_2 i + M i}{i} = L_1 + L_2 + 2M \quad \text{с. } L_2$$

4.22-сурет. Екі өзара индуктивті байланысқан катушкалардың келісілген (а) және қарсы (б) қосылу жағдайлары

Элементтерді индуктивтіліктің жалпы санын енгізу кезінде $L = L_1 + L_2 - 2M$.

4.23-сурет өзара индуктивтілікті эксперименттік анықтау үшін тізбекті көрсетеді.

Онда екі индуктивті байланысқан элементтер трансформатор сызбасымен қосылады, яғни, қысқыштары бар бірінші катушкалар синусоидальды ЭҚК көзіне қосылады, ал екінші катушкалар вольтметрге қосылады. Әдетте, вольтметрдің кедергісі өте үлкен, сондықтан екінші катушкалардағы ток нөлге тең деп санауға болады. Екінші катушкалардың қысқыштары арасындағы кернеу тек өзара индукциялық кернеуден тұрады.

Екінші орамның кернеуінің амплитудасы бірінші орамның тоғына қатысты келесі өрнекпен байланысты $U_{m2} = \omega M I_{m1}$. Олардың нақты мәндері де бір-бірімен байланысты $U_2 = \omega M I_1$.

I_1 өлшеу амператоры A және U_2 көмегімен вольтметр V көмегімен біз $Z_M = \omega M = U_2 / I_1$ табамыз, мұнда Z_M - индуктивті қосылуға төзімділік.

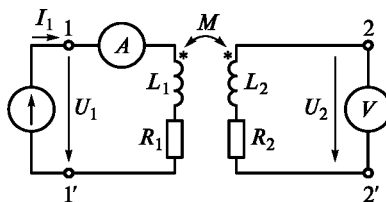
Іздеп отырған өзара индуктивтілік мәні $M = \frac{Z_M}{\omega} = \frac{U_2}{\omega I_1}$.

4.13. Үшфазалы электр тізбектері

Негізгі ұғымдар мен анықтамалар. Үш фазалы электрмен жабдықтау орамдарын қосу жолдары. Үш фазалы электр тізбегі - бұл бірдей жиіліктегі синусоидальдық ЭҚК синхрондалатын үш бастапқы электр тізбегі, олардың бастапқы фазалары $2\pi / 3 = 120^\circ$ бұрышпен ерекшеленеді. Үш фазалық машиналық генераторлар электр және механикалық барлық үш электр тізбегін біріктіреді және сыртқы механикалық энергия көздерімен қозғалады. Үшфазалы тізбектің әрбір бөлігі фаза деп аталады.

Үш фазалы электр тізбектері заманауи электр энергетикасында кең таралған: бір фазалы және басқа мультфазалық тізбектермен салыстырғанда келесі артықшылықтар бар:

- энергияны тасымалдау үнемділігі;
- айналмалы өрісті алудың қарапайымдылығы;
- екі түрлі жұмыс кернеулерінің болуы - фаза және сызықтық;
- Үш фазалы электр қозғалтқыштарындағы механикалық шама шамасы тұрақты және уақытқа байланысты емес.



4.23-сурет. Өзара индуктивтілікті экспериментальды анықтауға арналған сызба

Үш фазалы электр тізбегі элементтердің үш негізгі түрін қамтиды: электр қуат көздері (аралық қосалқы станциялардағы үшфазалы генераторлар немесе трансформаторлар), электр беру желілері мен энергия қабылдағыштары.

Үш фазалы синхронды генератордың терминалдарында үш фазалы ЭҚК жүйесі құрылады.

Ротор айналғанда магнит өрісі бірдей амплитудасы бар бірдей жиіліктегі статор орамаларында электр қозғалтқыш күштерін қозғайды және $2n / 3$ (120°) бұрышпен бір-біріне қатысты фазада ауысады. «Фаза» термині ток тізбегіндегі ток пен кернеу арасындағы фазалық жылжуды, сондай-ақ сындарлы түрде көпфазалы тізбеге қосылған электр тізбектерінің жеке бөліктерін анықтау үшін пайдаланылады.

Үш фазалы генератор немесе фазалы трансформатордың қайталама орамалары үшін фазаны ауыстыру сызбалары 4.24-суретте келтірілген.

Егер бір фазаның ЭҚК (мысалы, А кезеңі) бастапқы фаза бастапқы фазасы ретінде алынады, онда ЭҚК фазаларының лездік мәндері үшін келесі өрнектерді жазуға болады: $e_A = E_m \sin at$; $e_B = E_m \sin (rat - 2n/3)$; $e_C = E_m \sin (rat + 2n/3)$.

Үш фазалы ЭҚК көзінің лездік мәндерінің графиктері 4.25-суретте келтірілген.

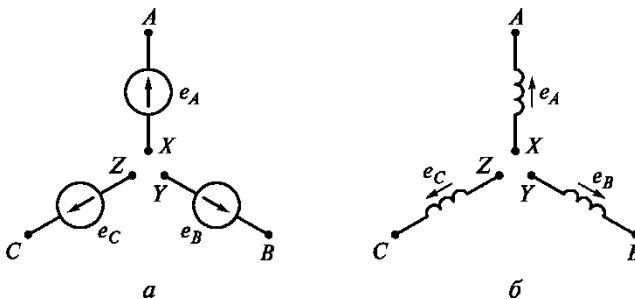
Үш фазалы электр тізбегінің ЭҚК тиімді мәндері

$$E = E; E_B = Ee^{-j2\pi/3} = E Z -120^\circ; E_C = Ee^{j4\pi/3} = Ee^{j3} = E Z 120^\circ.$$

Үш фазалы көздің ЭҚК векторлық диаграммасы 4.25-суретте көрсетілген формаға ие, б.

Кез-келген уақытта ЭҚК мәндерінің сомасы нөлге тең $e_A + e_B + e_C = 0$. Кешенді түрде $E_A + E_B + E_C = 0$ болады.

Қуат көзі фазаларын қосудың екі сызбасы бар: жұлдыз және



4.24-сурет. Үшфазалы генератор (а) және екінші қатардағы үшфазалы трансформатор (б) орамасының фазаларын алмастыру сызбалары

үшбұрыш.

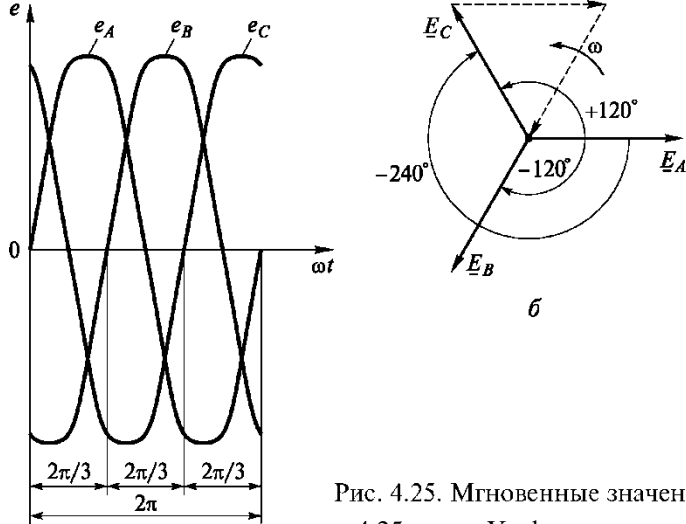


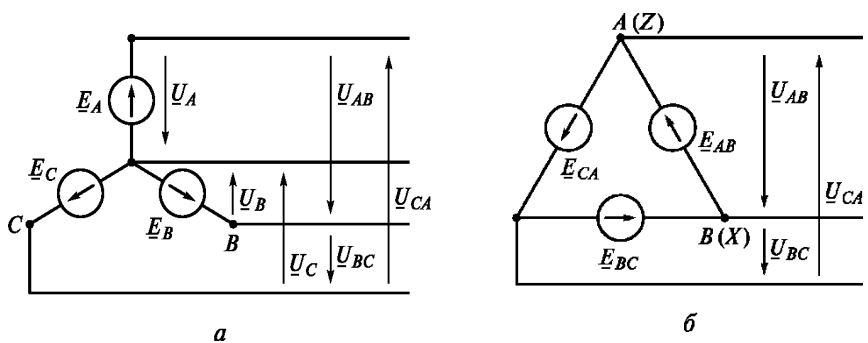
Рис. 4.25. Мгновенные значения (а) и векторлық диаграммасы (б) үшфазалы қуат көзінің ЭҚК лездік мәндері

Жұлдыз қосылса (4.26, а-с) генератордың (немесе трансформатордың) нүктесі деп аталатын бір жалпы түйінге қосылады. Көздің және қабылдағыштың фазаларының басталуын байланыстыратын сымдар желілік деп аталады және көздің және қабылдағыштың бейтарап нүктелерін байланыстыратын сым бейтарап сым немесе бейтарап болып табылады.

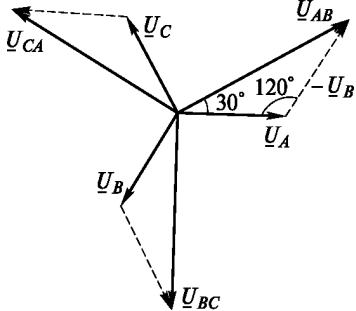
Көздің фазалары үшбұрышпен байланыстырылғанда (4.26, б-сурет) сәйкес фазалардың ұштары бір нүктеге біріктіріледі: X және B; Y және C; Z және A

Бастапқы фазалардың орамдары жұлдызға қосылуға жақсырақ, өйткені мұндай байланыс генераторлардың жұмыс істеуін жақсартады.

Фазалық кернеу - әрбір фазаның басы мен аяғы арасындағы кернеу, ал сызықтық - біреуі екі фазаның басында орналасады.



4.26-сурет. Жұлдыз (а) және үшбұрыш (б) арқылы үшфазалы қуат көзінің қосылуы



4.27-сурет. Жұлдызға қосылған үшфазалы қуат көзінің векторлық диаграммасы

Фазалық және сызықтық кернеулер арасындағы байланыс Кирхгофтың екінші заңымен анықталады:

$$U_{AB} = U_A - U_B;$$

$$U_{BC} = U_B - U_C;$$

$$U_{CA} = U_C - U_A.$$

Векторлық диаграммадан (4.27-сурет) жұлдыздың қосылым сызбасы үшін желі кернеуі керек $U_{AB} = 2U_A \cos 30^\circ = U_A \sqrt{3}$ немесе $U = \sqrt{3}U_{\text{ф}}$, яғни сызықтық кернеу фазалық кернеудің

$\sqrt{3}$ есеге дейін артық болады. МЕМСТ бірқатар сызықтық және фазалық кернеулерді белгілейді, олардың кейбіреулері төменде берілген:

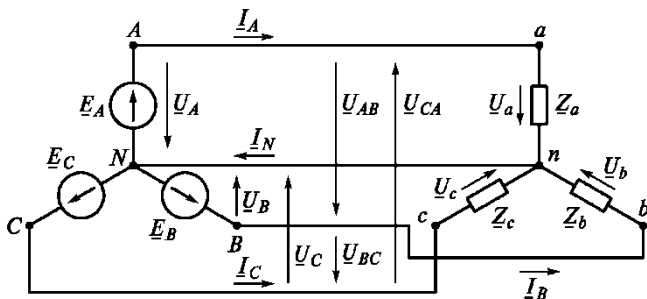
$$U_{\text{л}} = 220 \text{ В}, \text{ и}_{\text{ф}} = 127 \text{ В};$$

$$U_{\text{л}} = 380 \text{ В}, \text{ и}_{\text{ф}} = 220 \text{ В};$$

$$U_{\text{л}} = 660 \text{ В}, \text{ и}_{\text{ф}} = 380 \text{ В}.$$

Жүктеме фазаларының жұлдызбен қосылуы. Егер қабылдағыштың фазалық кедергісі $Z_a = Z_b = Z_c = Z_{\text{сж}}$ болса, онда мұндай қабылдағыштар симметриялық деп аталады, егер бұл шарт орындалмаса, асимметриялық сипатта болады. Жүктеменің фазаларын бейтараптамаcы бар жұлдызмен байланыстырған кезде (4.28-сурет), көздің және қабылдағыштың фазалық кернеуі бірдей:

$$U_A = U_a; U_B = U_b; U_C = U_c.$$



4.28-сурет. Бейтарап мәнді жұлдызы бар жүктеме фазаларының қосылуы

Егер қабылдағыш фазаларының кешенді кедергісі тең болса, онда әрбір фазасындағы токтар бір-біріне тең және бірдей бұрышпен фазалық кернеулерге қатысты фазалық ауыспалы сызықты тең болады:

$$\underline{I}_A = \underline{I}_a = \underline{U}_a / \underline{Z}_a;$$

$$\underline{I}_B = \underline{I}_b = \underline{U}_b / \underline{Z}_b;$$

$$\underline{I}_C = \underline{I}_c = \underline{U}_c / \underline{Z}_c.$$

Кирхгофтың бірінші заңына сәйкес симметриялық қабылдағышпен бейтарап сымдағы ток нөлге тең (4.29)

$$\underline{I}_N = \underline{I}_a + \underline{I}_b + \underline{I}_c = \underline{I}_A + \underline{I}_B + \underline{I}_C = 0.$$

суреттегі векторлық диаграмманы қараңыз):

Демек, симметриялық қабылдағышпен бейтарап сымның қажеттілігі жойылады. Ресивердің фазаларын бейтарап сымсыз жұлдызмен байланыстыратын үш фазалы сызбалар үш сымды сызбалар деп аталады және тек теңгерімді қабылдағыштар үшін қолданылады.

Теңгермеген қабылдағыштар төрт сымдық сұлбалар арқылы қуат көзіне қосылған. Бейтарап сымның арқасында қабылдағыштың әрбір фазасындағы кернеу көздің тиісті фазалық кернеуіне тең болады. Демек, бейтарап сым асимметриялық қабылдағыштың фазалық кернеулерінің симметриясын қамтамасыз етеді. Фазалардың токтарында модуль бойынша тең емес және фазада 120° -дан басқа бұрышпен жылжиды, өйткені күрделі фазалық кедергілер бір-біріне тең емес. Олардың сомасы - бейтарап ток - нөлге тең емес.

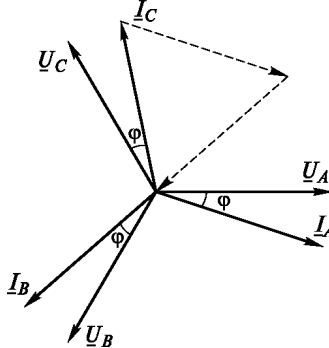
Егер қандай да бір себептермен жұлдызбен байланыспаған теңгермеген қабылдағыштар үш сымды желіге қосылған болса, онда бейтарапты бейтарапты деп аталатын, алушы мен бейтарап нүктелер арасындағы кернеу пайда болады (4.30-сурет).

$$J_{nN} = \frac{U_A Y_a + U_B Y_b + U_C Y_c}{Y_a + Y_b + Y_c}$$

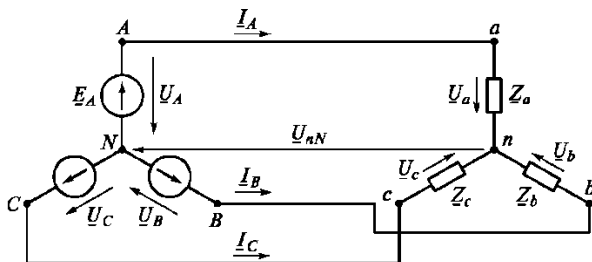
Түйін кернеулерінің әдісіне сәйкес, бейтарапты ауыстыру мәні Қабылдағыштың фазасындағы кернеулерді Кирхгофтың екінші заңы арқылы анықтауға болады:

$$\underline{U}_a = \underline{U}_A - \underline{U}_{nN}; \quad \underline{U}_b = \underline{U}_B - \underline{U}_{nN}; \quad \underline{U}_c = \underline{U}_C - \underline{U}_{nN}.$$

Нейтралды және фазалық кернеулер арасындағы кернеуді білу фазалық токты табу қиынға соқпайды:



4.29-сурет. Жұлдызбен қосылған симметриялық жүктемесі бар векторлық диаграмма



4.30-сурет. Бейтарап мәнсіз жұлдызы бар жүктеме фазаларының қосылуы

$$I_a = U_a/Z_a; I_b = U_b/Z_b; I_c = U_c/Z_c;$$

Жүктеме фазаларын үшбұрышпен қосу. Осыған байланысты тәжірибе, үшфазалы тізбеге кіретін қабылдағыштардың үлкен бөлігі асимметриялық болып табылады, жеке фазалардың жұмыс істеу тәуелсіздігін қамтамасыз ету маңызды. Төрт сымды тізбектен басқа, үш сымды сызбалар қабылдағыштың фазалары үшбұрышпен байланысқан кезде ұқсас сипаттарға ие (4.31-сурет).

Бұл жағдайда қабылдағыштың фазалық кернеуі көздің тиісті кернеулеріне тең $U_{ab} - U_{AB}; U_{bc} - U_{BC}; U_{ca} - U_{CA}$.

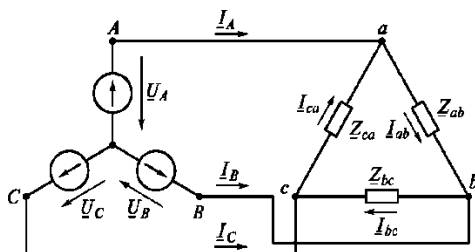
Қабылдағыш фазаларындағы тоқ мәні

$$I_{ab} = U_{ab}/Z_{ab}; I_{bc} = U_{bc}/Z_{bc}; I_{ca} = U_{ca}/Z_{ca};$$

$$I_A = I_{ab} - I_{ca}; I_B = I_{bc} - I_{ab}; I_C = I_{ca} - I_{bc};$$

a , b , және c мәніне сәйкес, сызықтық тоқтар фокустық токпен анықталады, ол Кирхгофтың бірінші заңына негізделген:

Үшбұрышпен байланыстырылған симметриялық жүктеме векторлық диаграммасынан (сурет 4.32), бұл жағдайда симметриялық қабылдағыштарда желілік тоқтар фазалық тоқтардан 43 есе көп, яғни $I_l - 43I_{\phi}$.



4.31-сурет. Жүктеме фазаларының үшбұрышпен қосылуы

Симметриялы үш фазалық қабылдағыштар, атап айтқанда, электр қозғалтқыштары үшбұрышты немесе үшбұрыштағы сымдар тізбегіне, кернеуіне байланысты қосылуы мүмкін. Электр қозғалтқыштарының көптеген түрлерінде алты терминал бар және олардың паспорт тақтасында екі кернеу бар: біреуі қозғалтқыш орамдары жұлдызбен, екіншісі үшбұрышпен бірігеді.

Мысалы, егер экран 380/220 екенін көрсеткен болса, онда қозғалтқыштың фазалық кернеуі 220 В болады және желінің желілік кернеуі 380 В болғанда немесе желінің желілік кернеуі 220 В болған жағдайда үшбұрышпен қосылуы мүмкін..

Үш фазалы электр тізбектерінің қуаты. Үшфазалы көздің

$$P_u = P_A + P_B + P_C = U_A I_A \cos \varphi_A + U_B I_B \cos \varphi_B + U_C I_C \cos \varphi_C$$

белсенді күші жеке фазалардың белсенді күштерінің сомасына тең:

Үшфазалы көздің реактивті қуаты жеке фазалардың реакциялық күштерінің жиынтығына тең:

$$Q_u = Q_A + Q_B + Q_C = U_A I_A \sin \varphi_A + U_B I_B \sin \varphi_B + U_C I_C \sin \varphi_C$$

Үш фазалы тізбектің қабылдағыштарының белсенді күші жеке фазалардың белсенді күштерінің сомасына тең: $P = P_a + P_b + P_c$.

Қабылдағыштардың реактивті қуаты сәйкесінше жеке фазалардың реакциялық күштерінің алгебралық сомасына тең:

$Q = Q_a + Q_b + Q_c$. Толық қуат көрсеткішінің мәні $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$. Симметриялық үш фазалық қабылдағыш жағдайында $P = 3P_{\phi} = 3 U_{\phi} I_{\phi} \cos \varphi_{\phi}$; $Q = 3 Q_{\phi} = 3 U_{\phi} I_{\phi} \sin \varphi_{\phi}$.

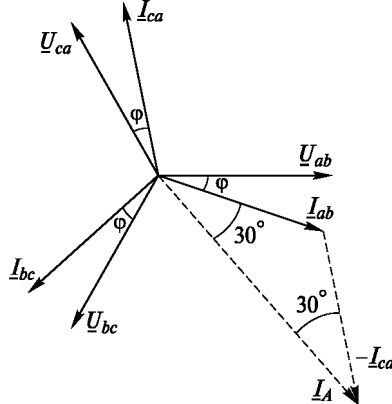
Номиналды шамалар әдетте сызықтық кернеулер мен токтармен қабылданғандықтан, қуат желілік мөлшерде.

Қабылдағыштың фазаларын жұлдызбен қосқанда $U_{\phi} = U / \sqrt{3}$, $I_{\phi} = I$.

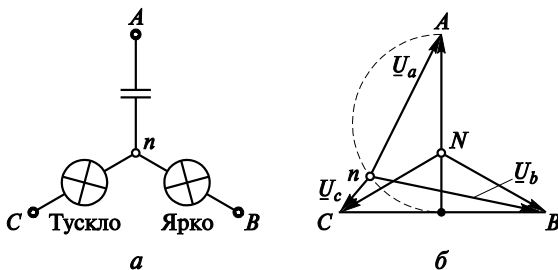
Үшбұрышпен қосқанда $U_{\phi} = U$; $I_{\phi} = I / \sqrt{3}$.

Сондықтан, симметриялық қабылдағыштың фазалық қосылу сызбасына қарамастан, оның белсенді қуаты $P = \sqrt{3} U I \cos \varphi_{\phi} = 3 U_{\phi} I_{\phi} \cos \varphi_{\phi}$. Реактивтік қуаты $Q = \sqrt{3} U I \sin \varphi_{\phi} = 3 U_{\phi} I_{\phi} \sin \varphi_{\phi}$. Толық қуаты $S = \sqrt{3} U I$.

Фазалық тізбектің индикаторы. Үшфазалы тізбектің фазалық тізбегін анықтау қажет, мысалы,



4.32-сурет. Үшбұрышпен байланыстырылған симметриялық жүктемедегі векторлық диаграмма



4.33. Фазалық тізбектің индикаторының сызбасы (а) және векторлық сызбасы (б)

Қозғалтқыштың айналу бағытын немесе трансформаторларды қосу кезінде анықтау. Мұны істеу үшін қарапайым және сенімді құрылғы - фазалық тізбектің индикаторы қолданылады.

Фазалық индикатор (4.33-сурет) - екі шамдар мен конденсатордан тұратын статикалық құрылғы.

Конденсатор $1 / (\omega C) = X_C = R$ жағдайынан таңдалады, мұнда R - шамдардың кедергісі. Құрылғы өлшенген тізбектің фазаларына қосылу үшін икемді сымдармен жабдықталған. Егер фаза А фазасы ретінде таңдалса және оған конденсатор қосылған болса және басқа екі индикатор шамдары болса, онда В фазасындағы жарық жарқын болады, ал фазада С - күңгірт.

4.14. Симметриялық үшфазалық қабылдағыштардың қуаттылық коэффициенттерін арттыру тәсілдері

4.13-бөлімде электр тізбегіндегі қуат екі компоненттен тұрады: белсенді және реактивті. Сызбаның жұмыс істеуінің ең қолайлы режимі - бұл жұмыстың максималды мәні, яғни тізбектегі қуат белсенді қуат P -ге тең. Жалпы реактивті қуат нөлге тең болады ($Q = 0$).

Электр тізбегінде белсенді қуаттың үлесі күш коэффициентімен анықталады $X = \cos \phi = P/S$, мұндағы S — тізбектің толық қуаты, $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$.

Кез келген нақты электр тізбегі пассивті элементтердің үш түрін қамтиды: резисторлар, индукторлар және конденсаторлар. Өнеркәсіптік кәсіпорындар және үй шаруашылықтарының көпшілігінің тұтынушылары негізінен белсенді индуктивті электр қуатын қабылдағыштарға ие. Конденсатордың қосылуы, резисторлар мен индуктивті элементтері бар тізбектердегі қуат коэффициентінің мәнін арттыруға мүмкіндік береді.

Реактивті қуат үшін өтемақы электр қозғалтқышы желінің тұтынатын токін азайтады (генератор үшін, ток желісіне жеткізіледі және демек, белгіленген қуат азаяды). Техникалық және экономикалық есептер көптеген жағдайларда конденсатордың қуат коэффициентін арттыру үшін конденсатор банктерін орнату ұсынылады.

Үлкен қуат жүйелерінде синхронды генераторлар (компенсаторлар) арнайы режимдерде қуат коэффициентін арттыру үшін қолданыла алады.

Өнеркәсіптік энергия тұтынушыларын энергия жүйесімен қаржылық есеппен алғанда, төлем тек тұтынылатын энергия көлеміне ғана емес, сондай-ақ қуат факторына байланысты.

Электр энергиясының шамамен 70% өнеркәсіптік қажеттіліктерге жұмсалады, ал күнделікті өмірде шамамен 30%. Өндірістік жүктің шамамен 70% желден белсенді және реактивті энергияны тұтынатын индукциялық қозғалтқыштардан тұрады.

Трансформаторлар және басқа да өндірістік жүктемелер реактивті энергияны да пайдаланады. Асинхронды қозғалтқыштар мен трансформаторлар тұтынылатын реактивті энергияның 80% ... 90% тұтынады.

Әлбетте, беру желілері мен трансформаторлар реактивті энергия ағынының тиеу экономикалық емес болып табылады және қосымша кернеу шығындар әкеледі. ұйымдастырушылық іс-шаралар есебінен өнеркәсіптік кәсіпорындардың және электр жүйелерінің электр факторын жетілдіру кәсіпорындардың жабдықтар мен қондырғылар мен электр құрылғыларын басқару жұмысын жеңілдету, сондай-ақ КУ арқылы Қуат коэффициентін арттыру үшін шаралар арқылы - синхронды конденсаторлар немесе статикалық конденсаторлар.

4.15. Үшфазалы тізбектерді пайдалану кезіндегі қауіпсіздік техникасы

Кез-келген өнеркәсіптік және тұрмыстық құрылғылардың сақталуында қауіпсіздік негізі электр қондырғыларын пайдалану ережелеріне қатаң сәйкес келеді.

1000 В дейін орнатылатын қондырғыларда электр қондырғыларын пайдалану ережелеріне сәйкес жерге тұйықталған бейтарапты үшфазалы төрт сымды желілер 380 В кернеуі бар электр қуатын және жарық беру қабылдағыштарын қарастырады.

Орнатудың электр қауіпсіздігіне қойылатын талаптарды арттыру кезінде оқшауланған бейтарапты үш сымды желілер пайдаланылады. Бейтарап режимді таңдау техникалық-экономикалық есептеулер, электрмен жабдықтау сенімділігі негізінде жүзеге асырылады; электр қауіпсіздігі.

Өнеркәсіптік жиілік ағымдары 0,01 А-дан асатын адамдар үшін

қауіпті, ал 0.08 A асатын ағымдар өлімге әкеледі. Қауіпті кернеулер мен токтар үшфазалы тізбектің бір фазасына әсер еткенде ғана емес, сонымен қатар апаттың салдарынан дұрыс емес кернеуге ұшыраған жерлендірілген ток өткізгіш автобустар мен сымдарға тиіп кеткен кезде де пайда болуы мүмкін. Егер адам жоғары кернеулі электр беру желілерінің немесе трансформаторлық қондырғылардың соңғысының апатты жағдайда пайдалану жағдайларына жақындаса, адамның аяқтары арасындағы қауіпті кернеу пайда болуы мүмкін.

Оқшауланған бейтарапты үшфазалы тізбектің біреуіне тиюі авария болғанда немесе сапасыз оқшаулау кезінде желі кернеуіне әкелуі мүмкін. Сенсорлық кернеуді азайту үшін, электр қондырғыларының қорғаныш жерлендіргіші қолданылады.

1000 В дейінгі кернеуі бар, бейтараптандырылған төрт сымдық желілерде қорғаныс нөлі қолданылады. Бұл жағдайда оқшаулау зақымданса, фазалық және бейтарап сымдар қысқа тұйықталуға айналады, бұл қорғанысты қамтамасыз етеді.

Бақылау сұрақтары

1. Айнымалы және мерзімді деген қандай шамалар деп аталады?
2. Синусоидалы құндылықты қандай жолмен елестете аласыз?
3. Синусоидалды магнитінің амплитудасын, кезеңін, жиілігін, фазасын және бастапқы фазасын анықтаңыз.
4. Синусоидалды мәннің орташа және тиімді мәнін анықтаңыз.
5. Қандай физикалық құбылыстар айнымалы тізбектердегі ток және кернеу арасындағы фазалық ауысуды тудырады?
6. Резистентті және индуктивтілікті дәйекті қосылымымен тізбектегі энергетикалық процестерді талдаңыз.
7. Резистентті және конденсаторды дәйекті қосылымымен тізбектегі энергетикалық процестерді талдаңыз.
8. R, L және C элементтерінің дәйекті комбинациясы бар тізбектегі энергетикалық процестерді талдау.
9. Синусоидалы ток тізбегіндегі қуат ұғымын сипаттаңыз.
10. Кешенді әдіс дегеніміз не?
11. Күрделі сандардың қасиеттерін келтіріңіз.
12. Синусоидалдық магнитудалардың композицияға өтуі және керісінше?
13. Ом заңын кешенді түрде жазыңыз.
14. Кирхгоф заңдарын кешенді түрде жазып көрсетіңіз.
15. Айнымалы ток тізбектеріндегі белсенді, реактивті және толық өткізгіштігінің анықтамасын беріңіз.
16. Параллель тармақтары бар тізбектердегі өткізгіштігін анықтаудың тәртібі қандай?
17. Тепе-теңдіктің күрделі түрі қандай?
18. Белсенді және реактивті қуаттарды анықтау.
19. Резонанстық RLC тізбегінің әрбір элементі үшін лездік қуат графиктерін сызыңыз.
20. RL, RC және RLC тізбектерінің күрделі импеданстары үшін

өрнек жазыңыз.

21. Ағымдағы кернеу мен кернеу арасындағы қайшылық бұрышы қалай анықталады?
22. Кешенді өткізгіштікке арналған өрнектерді жазыңыз, белсенді және реактивті бөліктерді таңдаңыз.
23. Күш коэффициентін анықтау үшін өрнек жазыңыз ($\cos \varphi$), осы коэффициенттің мәнін түсіндіріңіз.
24. Сызбаның белсенді, реактивті және толық қуатының анықтамаларын беріңіз, сондай-ақ олар анықталған бөліктерді түсіндіріңіз.
25. Белсенді, реактивтік және толық билік ұғымдарының физикалық мәні қандай?
26. Сериялық және параллельді осцилляциялық тізбектерді анықтаңыз.
27. Резонанстық тізбектің белсенді және реактивті элементтеріндегі кернеу коэффициентін анықтайтын өрнек жазыңыз.
28. Қандай режим ағымдардың резонансы деп аталады, бұл режимнің ерекшеліктері қандай?
29. Сектордың Q-факторы қандай, ол қалай анықталады?
30. Неліктен тізбектегі ағым кернеулердің резонансындағы ең үлкен мәнге жетеді?
31. Резонанстық токтардағы резонанстық жиілікті есептеу үшін өрнек жазыңыз.
32. өзара индуктивтілік және оның магнитомоторлық күштерін анықтаңыз.
33. Магнитті байланыстырылған катушкалардың келесі және үндестірілген байланыстарын анықтаңыз.
34. Екі индуктивті сериясы қосылу үшін кіріс кедергісінің мәнін есептеңіз, мәндерді енгізу бойынша келесі параметрлер берілген: $R_x = 3 \text{ Ом}$, $X_1 = 8 \text{ Ом}$, $R_2 = 5 \text{ Ом}$, $12 \text{ Ом} = X_2$ және $X_M = 4 \text{ Ом}$.
35. Бірфазалы тізбектермен салыстырғанда үш фазалы тізбектердің артықшылығы қандай?
36. Электр энергиясының үш фазалы көздерінің фазаларын қосу үшін қандай тізбектер қолданылады?
37. Қандай кернеулер мен токтар желілік деп аталады және фазалық байланысты?
38. Фаза және сызықтық кернеулер арасындағы қатынастар қандай?
39. Қандай жүктеме симметриялы және қандай жүктеме асимметриялық болып табылады?
40. Бейтарапты ауыстыру деген не және ол қалай анықталады? бейтарап дирижер жоқ жұлдызды байланысты жүктеме кернеу теңгерімсіз жүктемені қалай 8.?
41. Бейтарап сымның мақсаты қандай?

Реферат тақырыптары

1. Синусоидалды функцияларды векторлар және күрделі сандар арқылы көрсету

2. 2. Синусоидалды ток тізбегіндегі кедергі және өткізгіштігі.

3. 3. Синусоидалды ток тізбегіндегі қуаттар.

4. 4. симметриялық және ассиметриялық үш фазалық тізбектерді есептеу.

5. 5. Электр тізбектеріндегі сериялық және параллель резонанс түрлері.

5 ТАРАУ

ЭЛЕКТРОӨЛШЕУ ҚҰРАЛДАРЫ ЖӘНЕ ЭЛЕКТР ӨЛШЕМДЕРІ

5.1. Электротехникалық құрылғылар туралы жалпы мәліметтер

Электр қуаты өндірісте және күнделікті өмірде кеңінен қолданылады, өйткені ол жақсы тасымалданады (қашықтыққа тасымалданады), басқа энергия түрлеріне оңай ауысады.

Электр энергиясын трансформациялау электр энергиясын түрлендіреді, ол түрлендірілген энергия түріне сәйкес келеді. Келесі электротехникалық құрылғылар кеңінен қолданылатын қосымшаны табады:

электр энергиясын электрлендіргіштерге (трансформаторлар, түрлендіргіштер, түзеткіштер, кернеу және ток реттеуіштер және т.б.);

электр энергиясын жылуға түрлендіретін құрылғылар (жылытқыштар, электр доғалық пештер, электр дәнекерлеу машиналары, индукциялық пештер және т.б.);

электр энергиясын механикалық энергияға түрлендіретін құрылғылар (электр қозғалтқыштары, электр аппараттары, электр аспаптар, электр құралдары және т.б.);

Электр энергиясын жарыққа (аккумуляторлық шамдар, люминесцентті лампалар, жарық шамдары және жарықтандыру жабдығының басқа түрлері) түрлендіретін құрылғылар.

Электр энергиясын дыбыс, химиялық және басқа да энергия түрлеріне айналдыруға мүмкіндік беретін құрылғылар да бар. Аталған құрылғылар түрлі технологиялық үдерістерде, қазіргі заманғы ақпараттық жүйелерде, ғылыми зерттеулерде қолданылады.

5.2. Электр өлшемдерінің түрлері мен әдістері

Өлшеу жүргізілетін жерде заманауи өндіріс аймағын табу қиын. *Өлшеу* - арнайы техникалық құралдардың көмегімен

эксперименттік құралдармен физикалық шамалардың мәндерін анықтау. Өлшеуді жүзеге асыруға мүмкіндік беретін құрылғылар өлшеу құралдары деп аталады. Өлшеу үдерісіне мүмкіндік беретін электрлік өлшеу техникасы ерекше маңыздылыққа ие болып табылады.

Нәтижелерді алу әдісіне байланысты өлшеулер тікелей және жанама бөлінеді. Тікелей өлшеу деп аталады, бұл қажетті көрсеткіш тікелей аспапта оқылады (ток өлшеу амперметр, кернеу - вольтметр, электр – есептегіш құрылғы). Жанама өлшеулер үшін нәтиже тікелей өлшеу арқылы табылған мәндерді қоса алғанда, формула бойынша анықталады (вольтметрмен және амметрмен электрлік қарсылықты өлшеу - бірінші кернеу мен ток өлшейді, содан кейін Ом заңына сәйкес қарсылықты есептеу жүргізіледі).

Электрлік өлшеудің екі негізгі әдісі бар: тікелей бағалау және салыстыру.

Тікелей бағалау әдісімен өлшенген мән құралды оқу арқылы анықталады. құралы құрылғының дайындау кезінде зауытта анықтамалық құрылғының тиісті өлшенген құнының бөлімшелерінде калибрленген. Мысал ретінде, вольтметр өлшеу, амперметр, фазалық метрлік, ваттметра және т. б. осы әдістің басты артықшылығы қажетті қарапайымдылығы мен шағын өлшеу уақыты болып табылады.

Өлшенген мәнді салыстыру әдісі стандартты немесе үлгілі операциялық шара салыстырғанда болып табылады. Өлшеу дәлдігі әлдеқайда жоғары, бірақ өлшеудің күрделілігі артады.

5.3. Өлшеудегі ауытқулар

Құралдардың жетілмегендігіне байланысты, әр өлшеулерде абсолютті деп аталатын A ауытқуы пайда болады. *A абсолюттік өлшеу ауытқы* - өлшенген санның өлшенген A мен нақты A_q мәндерінің арасындағы айырмашылық. Абсолютті қателік өлшенген шаманың өлшеміне ие және әртүрлі құралдар мен метрологиялық сипаттамаларын салыстыруға мүмкіндік бермейді. Сондықтан, қателіктердің безразмерные нысандарын енгізіңіз - салыстырмалы және азайтылды.

Қатыстық ауытқу δ - абсолюттік қателіктің өлшенген санның шынайы (нақты) мәніне қатынасы. Әдетте, бұл көрсеткіш δ -100 пайызбен көрсетілген.

Өлшенген шаманың шынайы мәні белгісіз, сондықтан әдетте δ ~ $A/100$ өрнегі қолданылады.

А және С мәндері өлшеу дәлдігін сипаттайды. Құралдың қателігін бағалау үшін азайтылған у ауытқу мәні енгізіледі.

Келтірілген ауытқу у - А абсолюттік қателігі мен $A_{\text{қалыпты}}$ нормаланған мәніне қатынасы. $A_{\text{қалыпты}}$ шамасы құрылғының

$$= A_{\text{max}}, \text{ отсюда } \gamma = \frac{\Delta}{A_{\text{max}}} 100.$$

шкаласының жоғарғы шегіне тең болуы үшін таңдалады, яғни $A_{\text{қалыпты}}$

А абсолюттік ауытқу құралдың жүйелі және кездейсоқ қателеріне, сондай-ақ өлшем жүргізетін адамның қатесіне байланысты.

Жүйелі ауытқу тұрақты болып қалады немесе белгілі бір заңға сәйкес өзгереді. Бұл факторлардың әсерінен туындайды. Оларға, мысалы, температура, электромагниттік өрістер, радиация, құралдың жетілмегендігі және т.б. жатқызылады.

Кездейсоқ ауытқулар кездейсоқ заңнамада ескерілмейтін факторларға байланысты туындайды. Бұл қатені бағалау статистикалық әдістерді пайдаланып, көптеген өлшемдермен ғана жасалуы мүмкін.

Айырмашылықтар, сонымен қатар, құрылғыны қолданумен байланысты ауытқулар - негізгі және қосымша болып бөлінеді.

Негізгі қателіктер паспортта көрсетілген қалыпты жұмыс жағдайында туындайды.

Өлшеу шарттары қалыпты жағдайда ауытқып кеткен кезде қосымша қате пайда болады.

Өлшеу құралдарының ауытқуы *дәлме-дәлдік класымен* сипатталады - төмендетілген қателіктің мәні пайызбен. Бұл мән электр құрылғыларына арналған келесі сандардың біріне дөңгелектенеді: 4,0; 2,5; 1,5; 1,0; 0,5; 0,2; 0,1; 0,05.

Дәлдік класы - өлшеу құралының жалпыланған метрологиялық сипаттамасы. Дәлдік класын біле отырып, абсолютті және салыстырмалы қателерді табуға болады

$$\Delta = \gamma \frac{A_{\text{max}}}{100}; \quad \delta = \gamma \frac{A_{\text{max}}}{A}$$

5.4. Электрөлшеу құралдарының негізгі сипаттамалары

Өлшеу құралдары белгілі бір сипаттамаларға ие болуы керек, олардың бастысы: қателік, сезімталдық, өлшеу диапазоны, қуат тұтынуы.

Құрылғыдағы *ауытқу*, p көрсетілген. 5.3, оның дәлдік класы бойынша анықталады.

Құрылғының *сезімталдығы* S - өлшеу индикаторының Аа-н ығысуына қатынасы (мысалы, электромеханикалық құралдың бағыттаушылары) өлшенетін шамаға сәйкес келеді $S = \frac{X}{c}$. Кері сезімталдық шамасы X бағасы деп аталады.

Құралды бөлу шкаласы $c = \frac{X}{S}$.

Өлшеу диапазоны - өлшенген X шамасының диапазоны, ол үшін құрылғының қателігі дәлдік класында болады.

Қуат тұтынуы - қажетті өлшемдерді орындау үшін құрылғы тұтынатын қуат. Энергия тұтынуды төмендететін болсаңыз, құрылғының сапасы соғұрлым жоғары болады.

5.5. Электрөлшеу құралдарының жіктелуі

Оқу мен қолданудың ыңғайлылығы үшін электрлік өлшеу құралдары түрлі сипаттамаларға сәйкес жіктеледі.

Барлық құрылғылар дәлдік класына бөлінеді. Дәлдік класы құрылғының мәнін көрсетеді.


Өлшенген мән түріне сәйкес электрлік өлшеу құралдары электр (кернеу, ток, күш, қарсылық және т.б.) және электр емес (температура, қысым, ылғалдылық және т.б.) мөлшерін өлшеуге арналған құралдарға бөлінеді.

Өлшенген мәнді ұсыну әдісімен құрылғылар аналогтық және цифрлық бөлінеді. Балама құрылғылардың көрсеткіштік шкалалары бар және олар үздіксіз электр сигналдарын өлшеуге арналған. Бұл құрылғылар электромеханикалық немесе электрондық болуы мүмкін. Сандық құрылғылар үздіксіз сигнал, содан кейін сандық құрылғы оқиды уақытты есептейді, өлшейді.

Ток түріне сәйкес тікелей ток, ауыспалы ток және аралас арасындағы айырмашылық бар.

Өлшеу үрдісіне құрылғының өз орнына әсер етеді, ол құрылғының терісіндегі арнайы белгішелермен көрсетіледі. Дәстүрлі рәміздер көмегімен құрылғының циферблатында оның негізгі сипаттамаларын көрсете отырып, оның жұмысын жеңілдету үшін жасалады (5.1-кесте).

Электрөлшеу құралдарының шкалаларындағы белгіленулер

	Белгіленуі
Магнитті электрлі құрал	
Магнитті электрлі логометр	
Электромагнитті құрал	
Электродинамикалық құрал	
Электродинамикалық логометр	
Индукциялық құрал	
Электростатикалық құрал	
Түзету жүйесі құралы	
Трмoeлектрлі құрал	
Тұрақты ток	
Айнымалы ток	
Тұрақты және айнымалы ток	
Шкаланың тігінен орналасуы	
Шкаланың көлденеңінен орналасуы	
Оқшаулану 2 кВ кернеуімен сыналған	
Сыртқы магнит өрістерінен қорғану	
Ішкі электр өрістерінен қорғану	

5.6. Электромеханикалық өлшеу құралдары

Электромеханикалық құрылғылар салыстырмалы қарапайымдылығымен және жоғары сенімділігімен ерекшеленеді. Бұл құрылғылардың дәлдік класы 0,05-ке жетеді. Электромеханикалық құрылғылардың құрылымы келесі жалпы элементтерді қамтиды: өлшеу тізбегі; өлшеу механизмі; демпферлік құрылғы; көрсеткі; ауқымы; корпус және бірқатар қосымша құрылғылар.

Өлшеу контуры өлшенген мәнді өлшеу механизміне әсер ететін мәнге түрлендіруге арналған.

Өлшеу механизмі өлшеу тізбегінен келетін электрлік мөлшерді механикалық қоныс аударуға түрлендіреді (әдетте, бұрыштық).

Демпфирлік құрылғы тепе-теңдік жағдайында көрсеткі тербелістерін жоюға қызмет етеді. Демпфирлік құрылғы көрсеткі қозғалысы кезінде ғана әрекет ететін және нәтиже есептелгенде (көрсеткіні тоқтатқанда) жоғалады.

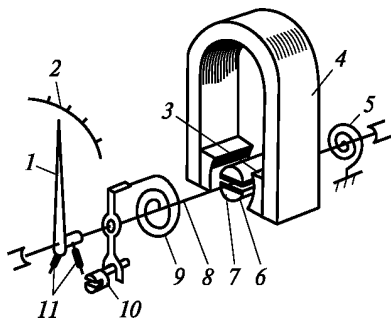
Көрсеткі мен ауқым өлшеу нәтижесін оқуға арналған.

Құрылғының корпусы механизмді ылғалдан, шаңнан, механикалық зақымдалулардан қорғайды. Кейбір құрылғыларда электромагниттік өрістерден қалқанның рөлі бар.

Қосымша қондырғылар $M_{пр}$ моментіне айналады, қозғалыстағы жүйені көрсеткімен, баланстауышпен, нөлдік қондырумен және т.б. еркін айналдыруды қамтамасыз етеді.

Аппараты магнитті жүйе. Бұл құрылғылар жоғары дәлдікпен, төмен қуат тұтынумен, біркелкі масштабта болады. Олар, әдетте, тікелей ток тізбектерінде амметрлер, вольтметрлер және омметрлер ретінде пайдаланылады.

Магнитоэлектрлік жүйенің құрылғыларында магнит өрісінің ағымдық өткізгішке күш әсері. Магнитоэлектрлік өлшеуіш құрылғы (5.1-сурет) 3 полюс бөліктерімен тұрақты магниттен



5.1-сурет. Магнитоэлектрлі өлшеу құралы:

1 — бағыттаушы; 2 — шкала; 3 — полюстік ұштықтар; 4 — тұрақты магнит; 5, 9 — серіппелер; 6 — жылжымалы катушка; 7 — жылжымайтын цилиндр; 8 — ось; 10 — нөлді орнату құрылғысы; 11 — қарсы салмақтар

тұрады. Полюстық бөлшектердің арасында магнитті болаттан жасалған бекітілген цилиндр 7 орналастырылады.

Осындай конструкция цилиндр мен полостің арасындағы радиалды-біркелкі магниттік өріс арасындағы ауадағы айырмашылықты алуға мүмкіндік береді. Бұл өрісте оське бекітілген бірқатар бұрылыстар бар, жылжымалы катушкасы бар. Орамның ұштары өлшеу тізбегіне 5, 9 қосылған.

Ток ағыуы I катушкаларынан шығады. 6-шы катушаның әрбір бұрылысы ұзындығы l-ның екі өткізгіші ретінде ұсынылуы мүмкін. Бұл өткізгіштерде ағым кері бағытта ағып, орамның белсенді бөліктеріне әсер ететін жұп күштерді жасайды. Ампер заңы бойынша, күш $F = BlwlI$. Күш жұбы айналушы сәт тудырады $M_{вр} = 2F \cdot d = BlwdI$, мұндағы d — катушканың ені.

Айналушы сәт қарсы әсер етуші сәтпен теңестіріледі, ол жиектеменің бұрышына пропорционал орналастырылған, яғни, $M_{пр} = \kappa a$, мұнда κ — пропорционалдылық коэффициенті. Бұл ретте, $M_{вр} = M_{пр}$, $BlwdI = \kappa a$ қол жеткіземіз, оның айналу бұрышы арасындағы

болғандықтан, I тоғы бар катушка келесі мәнге сәйкес: $a(I) = \frac{Blwd}{k} I = SI$ Алынған мән ретінде

байланысты табамыз, бұл өрнекті құрылғының сезімталдығын табуға мүмкіндік береді

$$S = \frac{\alpha}{I} = \frac{Blwd}{k}$$

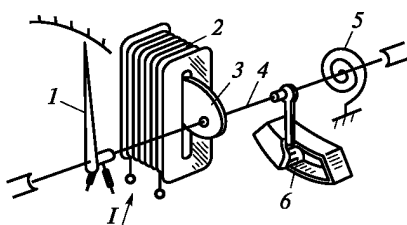
S-магниттік электр қондырғыларының құрылғылары тұрақты болып табылады, с масштабының бөлу бағасы да тұрақты $c = 1$ Дәл осы себеппен S

мұндай құралдардың шкаласы өзара тең болады.

Айнымалы ток тізбектерінде өлшеу үшін түзеткішті қосу керек. Магнитэлектрлік құрылғы мен түзеткіштің мұндай үйлесімділігі түзеткіш жүйе деп аталады.

Электромагниттік жүйелердің құрылғылары. Мұндай аспаптар мен айнымалы ток мәнін өлшеу құралы ретінде ампермерлер, вольтметры және фазалық метр пайдаланылады. Құрылғылар қарапайым, бағыттаушы ретінде кеңінен қолданылады, бірақ олардың дәлдігі мен сезімталдығы төмен.

Электромагниттік өлшеу құрылғысының принципі (5.2-сурет) магнит өрісінің және ферромагниттік жүрекшеге негізделеді. Магнит өрісінің қайнар көзі ретінде ағымның ағымымен жүретін 2 катушкасы бар, ферромагниттік ядро 3 оған орамның магнит өрісі арқылы



5.2-сурет. Электромагнитті өлшеу құралы:

1 — бағыттаушы; 2 — катушка; 3 — ферромагнитті жүрекше; 4 — ось; 5 — серіппе; 6 — демпфер

тартылады және көрсеткі 1 бекітілген осьті 4 бұрады. Қарсы әрекет етуші кезең $M_{\text{пр}} = k_2 a$ спиральды серіппе 5 арқылы құрылады және айналу бұрышымен пропорционалды болып табылады. Көрсеткілер 1 жағдайында ауытқу көрсеткілерін жою үшін ауа қақпақшасы 6 пайдаланылады.

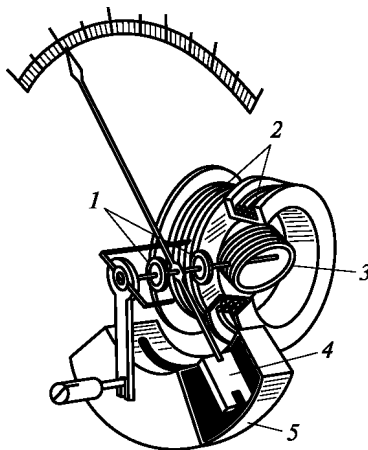
Ампер заңына сәйкес, катушкалар мен ядро өзара әрекеттесу күші $F = BwI$, мұндағы B - магниттік ядродағы индукция; l , w , I , тиісінше, өткізгіштердің белсенді бөлігінің ұзындығы, айналым саны және ток катушкаларының санына сәйкес келеді.

Ядродағы индукция B катушкалардың магнит өрісі арқылы жасалады және ток I -ге пропорционалды болады, яғни. $B = I$ Осылайша, F күші және, демек, $M_{\text{вр}}$ моменті ағымдағы ток квадрасына пропорционалды болады: $M_{\text{вр}} = k_1 I^2$. Крутящий крутящее қарсы қарсы есептеледі ($M_{\text{вр}} = M_{\text{пр}}$). Нәтижесінде алатынымыз $a = -I^2 = kI^2$. Электромагниттік жүйе құралдарының

катушканың кедергісі Y_k ,
$$\alpha = k\left(\frac{U}{R_k}\right)^2 = \frac{k}{R_k^2} U^2$$

мәні - k^2

өлшеуге арналған кернеуді өзгертуге мүмкіндік береді. I мәні U және сопро арқылы беріледі.



5.3-сурет.

Электродинамикалық өлшеу құралы:

- 1 — серіппе; 2 — жылжымайтын катушка; 3 — жылжымалы катушка;
- 4 — бағыттаушы механизм; 5 — демпфирлейтін құрылғы

Құрылғының көрсеткі бұрылу бұрышы крутящего квадратына пропорционалды немесе кернеу катушкалар. Бұл электромагниттік құрылғы ауқымы біркелкі емес дегенді білдіреді.

Электродинамикалық жүйелердің құрылғылары. Бұл құрылғылар DC және айнымалы ток тізбектерінде қолданылады. Олар өте жоғары дәлдікпен (дәлдік класы 0,1, 0,2, 0,5), бірақ олардың ішкі тұтынуының үлкен көлемі және салыстырмалы түрде төмен сезгіштікке ие.

Электродинамикалық өлшеу қондырғысы (5.3-сурет) екі бөліктен тұратын қозғалмайтын катушкалардан тұрады, жылжымалы катушкалар 3, көрсеткі механизмі 4, демпфиратор 5. Жылжымалы катушкалар стационарда орналасқан және көрсеткімен бірге осьте бұрыла алады.

Ағымдағы ток I_1 магнит өрісін жасайтын тіркелген катушкалар арқылы өтеді. Ток I_2 жылжымалы катушкаларға жылжымалы серіппелер арқылы 1 қолданылады. Бұл ток бекітілген катушкалардың магнит өрісімен өзара әрекеттеседі, нәтижесінде қозғалатын катушканы көрсеткімен бұрап жіберетін $M_{уақыт}$ өлшемі алынады. Қарсыласу сәті 1 серіппелі серіппелер арқылы жасалады және көрсеткі тербелісі демпфиратормен 5 сөндіріледі.

Электродинамикалық құрылғының сәті екі ток үшін де пропорционалды: $M_{сп} = kI_1I_2$. Бұл қатынас Ампер заңынан туындайды $F = BlwI$, өйткені тіркелген В категориясы магнит өрісінің индукциясы ағымдағы ИК арқылы құрылады, онда В пропорционалды I_1 .

Синусоидалы токтарда айналып тұрған кездегі өрнек $M_{вр} = kT \wedge \cos \wedge$ формасын алады, мұнда - I_1 және I_2 токтарының арасындағы фазалық ауысу бұрышы.

Электродинамикалық құрылғы токты өлшеу үшін пайдаланылуы мүмкін (бұл жағдайда екі катушкалар бір-бірімен және бір ток арқылы өтетін), қуат немесе фазалық санауыш ретінде қолданылады. Соңғы екі жағдайда құрылғыда екі жұп қысқыш (екі кіріс) бар.

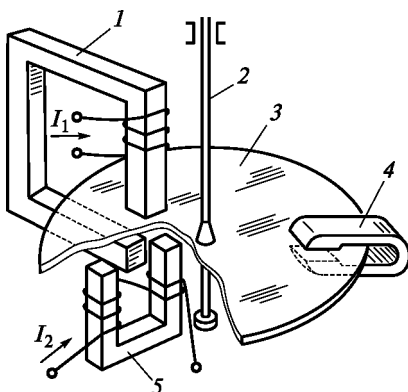
Электродинамикалық жүйенің амперлер мен вольтметрлер шкаласы біркелкі емес.

Индукциялық жүйенің құрылғылары. Индуктивті өлшеуіш құрылғы (5.4-сурет), әдетте, айнымалы ток тізбегіндегі электр энергиясын өлшеуіш ретінде пайдаланылады. Құрылғы екі бекітілген электромагниті бар 1 және 5, осіне 2 бекітілген айналмалы алюминий дискісі 3 алынады.

Электр магниттерінің орамасына сәйкес I_1 және I_2 ағындары синусоидалы ағымдар F_1 және F_2 ағындарын тудырады.

Екі ағын да дискіні жарып өтіп, оның үстіне ағымдық тоғы шығарады.

Ағындардың біреуі тізбектің кернеуіне, ал екіншісі токқа сәйкес келеді. Магнит ағыны F_1 электромагнит 5 жасаған толқынды токтармен және электромагнит 1 арқылы құрылған ағындармен F_2 ағынымен өзара әрекеттеседі. 1. Дискіні бұруға бастайтын $M_{вр}$ крутящий кезде пайда болады. Тұрақты магнит 4 тежеуіш моментін жасау үшін қызмет етеді.



5.4-сурет. Индукциялық өлшеу құралы:

1, 5 — жылжымайтын электромагниттер;
2 — ось; 3 — диск; 4 — тежелу сәтінің магниті

Айналым сәті ағымдағы диск тізбек, және кернеу, сондай-ақ F арасындағы фаза байланысты. кезде тежегіш диск айналу жылдамдығына байланысты, сондықтан тең сәтгері бар ПМБ = MPR диск айналу жылдамдығы MVR ұлғайту артады. диск революцияның саны N уақыт бір t электр энергиясы W пропорционал, осы уақыт ішінде тізбегін тұтынылатын: $W = Pt = CN$, P - Электр тізбектері; c - есептегіш құрылысына байланысты коэффициент.

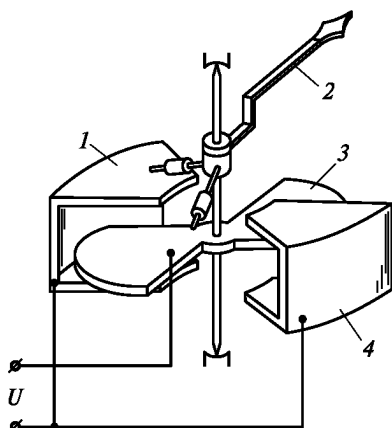
Индуктивті өлшеу тетіктеріне негізделген бірыңғай фазалы және үш фазалы есептегіш айнымалы электр энергиясын эзірленген және шығарылады. Олар дизайндағы қарапайым, өнеркәсіпте және күнделікті өмірде кеңінен қолданылады. Осы құрылғылардың дәлдігі класы 1.0; 2.0; 2.5.

Электростатикалық құрылғылардың құрылғылары. Бұл құрылғылар әдетте айтарлықтай магнит өрісін сызбалары вольтметров ретінде пайдаланылады.

Электростатикалық өлшеу құрылғысы (5.5-сурет) - бекітілген 1, 4 және жылжымалы 3 плиталар арқылы құрастырылған ауа конденсаторы. Тұрақты және жылжымалы табақшалар бірнеше болуы мүмкін. Жылжымалы плита құрылғының 2 көрсеткісі бар бір осьте бекітіліп, бекітілген табақтардың ішіне бұрыла алады.

Өлшенген кернеу U екі пластинада да қолданылады, нәтижесінде олардың үстіне керісінше белгінің электр заряды пайда болады, бұл пластиналар арасында электр өрісін құрайды. Электр өрісі қозғалыстағы табаққа әсер етіп, оны айналдырады және электр өрісінің күштері қозғалатын пластинаны электр өрісінің энергиясының мәні алынады

$$\frac{CU^2}{W_B \cdot 5} \text{----- ол ең жоғарғы мәнге ие.}$$



5.5-сурет. Электростатикалық өлшеу құралы:

1, 4 — жылжымайтын пластиналар; 2 — бағыттаушы; 3 — жылжымалы пластина

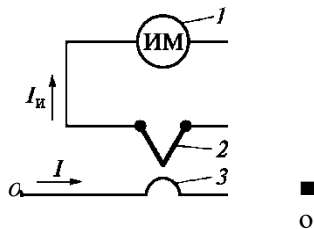
Өлшеу кезінде U кернеуі өзгермейді, сондықтан электр өрісінің қуаты конденсатордың сыйымдылығынан ғана артуы мүмкін.

Конденсатордың сыйымдылығы толығымен жылжымалы жылжымалы пластинамен ең үлкен болғандықтан, жылжымалы пластинасы тартылып, көрсеткіні айналдырады. Пластинаның қозғалысы икемді көктемде құрылған қарсы момент крутящий кезде теңдестіріледі.

5.6-сурет. Термоэлектрлік

түрлендіргіш:

1 — магнитті электрлік құрал; 2 — термобу; 3 — жылытқыш



Электростатикалық көрсеткіш шкаласы біркелкі емес.

Электростатикалық жүйенің вольтметрлері кең жиілік диапазонына ие, қуаттың төмен тұтынылуы магниттік өрістерге тәуелді емес. Дәлдік сыныптарының портативті және панельдік вольтметрлері 0,5; 1,0; 1,5 кернеуі 10-нан 300 В-ға дейін.

Қарастырылған құрылғылардың кемшіліктері төмен сезімталдықты, электр өрістеріне жоғары тәуелділікті (құрылғының механизмін экрандау керек), төмен дәлдікті қамтиды.

Термоэлектрлік жүйенің құрылғылары. Термоэлектрлік құрылғылар термоэлектрлік түрлендіргіш пен магнитті электр қондырғысынан тұрады. Термоэлектрлік құрылғылар әдетте амметрлер мен вольтметрлер ретінде ауыспалы ток тізбектерінде қолданылады. Құралдардың негізгі артықшылықтары кең жиіліктер диапазонында өлшеудің жоғары дәлдігі және ағымдағы қисық сызықтың көрсеткішінің тәуелсіздігі (термоэлектрметрлердің дәлдік класы 1,0, 1,5).

А термоэлектрлік түрлендіргіш (сур. 5.6) шағын термопара 2 және Магнитэлектрлік құрылғы 1. жылытқыш өлшенген ағымдағы шығу термопар I. жылу мөлшеріне пропорционал термоэлектрлік әзірлейді ағып онда constantan немесе нихрома жасалған жұқа сым, әдетте пайдаланылады, жылытқыштар, 3 тұрады жылытқыш ток маған, яғни жылы шығарылған $E = kIT^2$. 1 және ағымдағы өлшеу жүйесі (MI) термоэдс, термопары және механизмін өлшеу қарсылық байланысты. термоэлектрлік құрылғының көрсеткіштері. E. Біртекті емес ауқымды құрылғы ТБЖ алаңында ағымдағы құны, яғни пропорционалды және квадраттық болып табылады.

термоэлектрлік түрлендіргіш, құрылғының сезімталдығын арттырады, өте аз, сондықтан ол жиі Термоэлемент (сур. 5.7) пайдаланылады термобудың мүмкіндігін арттыра түседі.

Құрылғылардың кемшіліктері - жүктемелерге жоғары сезімталдық, термодарктердің шектеулі қызмет мерзімі, электр энергиясының үлкен ішкі тұтынуы, ауқымының біркелкі еместігі.

5.7. Баламалы электронды құралдар

Электрондық өлшеу аспаптары негізгі функционалдық бірліктер ретінде әртүрлі электрондық құрылғыларды қамтитын құрылғылар болып табылады. Бұл құрылғылар әртүрлі көздер мен түрлендіргіштер сияқты тұрақты және айнымалы ток электр шамаларын өлшеу үшін пайдаланылады.

Электрондық құрылғылар баламалы және сандық болып бөлінеді. Баламалы электронды құрылғыларда үздіксіз мәнді өлшеу әдетте магнитті электр жүйесі құрылғының көмегімен жасалады. Сандық метрлерде өлшенген сигнал электрлік кодқа айналады, одан кейін цифрлық түрде көрсетіледі.

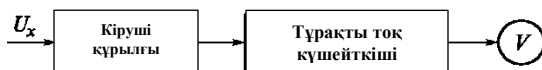
Баламалы электрондық өлшеуіш құралдарды төрт негізгі топқа бөлуге болады:

- 1) вольтметрлер, осциллографтар, жиілік санауыштары, фазалық есепшілер және т.б.;
- 2) электр тізбегінің параметрлерін өлшеуге арналған құрылғылар (қарсыласу, сыйымдылық, индуктивтілік, транзисторлардың параметрлері, диодтар және т.б.);
- 3) әртүрлі сигнал көздері, генераторларды өлшеу;
- 4) өлшеу тізбектерінің элементтері [сигналдық аттенуаторлар (аттенуаторлар), бөлгіштер, фазалық жылжытқыштар және т.б.).

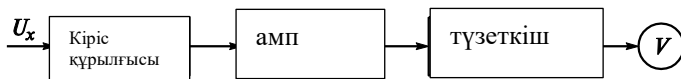
Ең кең таралған электрондық аналогтық құрылғылардың жұмыс принципі қысқаша қарастырайық.

Электрондық вольтметрлер электронды құрылғылардың ең үлкен тобы болып табылады.

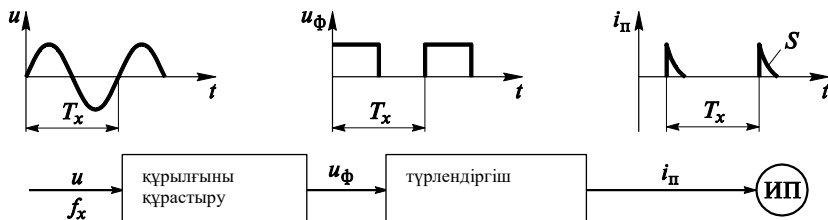
5.8-суретте тікелей ток тогының электрондық вольтметрінің құрылымдық сызбасын көрсетеді. Вольтметр кіріс құрылғысынан, тұрақты ток күшейткіштен және магнитоэлектрлік өлшеуден тұрады. Кіріс құрылғысы ретінде, құрылғының сезімталдықты арттыруға арналған тікелей күшейткіштің кірісіне сигнал берілетін жоғары төзімді резистивтік бөлгіш қолданылады. Біркелкі масштабты және жоғары дәлдіктегі магнитоэлектрикалық құрылғы нәтижені оқуға көмектеседі.



5.8-сурет. Тұрақты токқа ие электронды вольтметрдің құрылымдық сызбасы



5.9-сурет. Айнымалы тоқ электронды вольтметрiнiң құрылымдық сызбасы



5.10-сурет. Электрондық жиілікті өлшеуіштің құрылымдық диаграммасы мен уақыт сызбалары

Құрылымдық сызбасы 5.9-суретте көрсетілген электронды вольтметрi қосымша түзеткіш элементін қамтиды, себебі магнитоэлектрлік өлшеу механизмі тұрақты ток тізбегінде ғана жұмыс істейді.

Электрондық вольтметрдің бірнеше түрі бар. Ең жиі қолданылатын тұрақты тоқ және айнымалы тоқ вольтметрлері, әмбебап вольтметрлер, өлшеу кернеуіне, тоқты, кедергісіне, жиілігіне және басқа көлемдерге мүмкіндік береді.

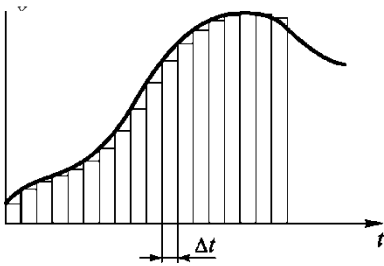
Құрылымдық сызбасы мен уақыт диаграммалары суретте көрсетілгендей басқа электронды аналогтық құрылғы - жиіліктегі өлшегішті пайдалану принципін қарастырайық. 5.10. Жиілікті өлшегіш үлкен кіріс кедергісі бар құрастырушы құрылғыдан (FU) тұрады. Белгісіз жиіліктің f_x -нің U -ның синусоидальдық кернеуі өлшенуге тиіс FU-ге кіруге қолданылады. Пішіндеу құралы синусоидалы кіріс сигналын тікбұрышты импульстарға түрлендіреді. Келесі құрылғыда - түрлендіргіш - тік бұрышты импульстар дифференциацияланып, анықталады (түзетіледі). Нәтижесінде, түрлендіргіш шығуы олардың арасындағы қашықтықта (T_x кезеңінде) айырмашылығы бірдей импульстарды шығарады. Магнитоэлектрлік өлшеу құрылғысы (ИП) ток импульстің S жиілігіне және жиілікке сәйкес пропорционалды орташа мәнін

$$I_{cp} = \frac{S}{T_x} = S f_x.$$

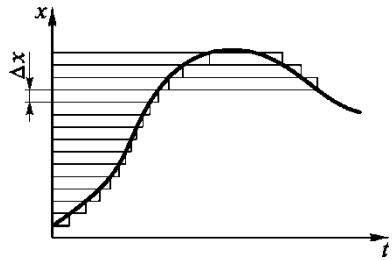
көрсетеді, яғни

5.8. Сандық электронды құралдар

Сандық электронды құрылғыларда үздіксіз (аналогтық) мән дискретті түрде үлгілеу арқылы ауыстырылады, ол уақыт және деңгейі бойынша квантталу дәрежесіне байланысты жүзеге асырылады.



5.11-сурет. Уақыт бойынша сигналды



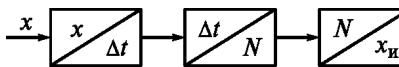
5.12-сурет. Сигналды деңгейі бойынша

5.11-суретте үздіксіз сигналдың іріктеуін A_t дискретизациялануға сәйкес үлестіру жылдамдығымен уақыт бойынша көрсетуге болады. 5.12 - кванттық деңгеймен кванттау жағдайлары берілген. Осы операциялардың көмегімен үздіксіз сигнал мәндердің соңғы саны ретінде ұсынылады.

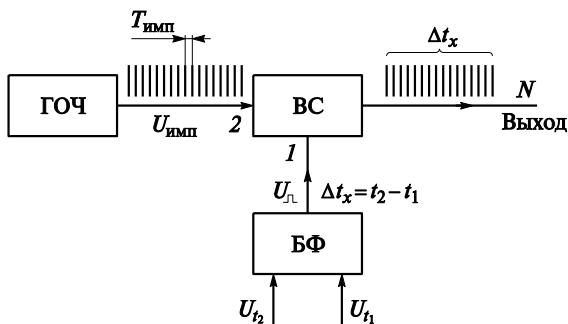
Сынамаларды іріктеу барысында $x(t)$ үздіксіз шамасы $x(tk)$ үлгілерінің дәйектемесімен ауыстырылады. Квантталу үрдісінде $x(t)$ үздіксіз шамасы x_n дискретті мәндерінің соңғы жиынтығымен ауыстырылады, олар бір-бірінен A -дан шамасы бойынша ерекшеленеді, ол сандардың сатысы деп аталады.

Баламалы мән дискретті түрлендірілетін құрылғы баламалы-сандық түрлендіргіш (БСТ) деп аталады. БСТ үш түрі бар: уақыт импульстік трансформациясы, жиілік импульстік трансформациясы және жиілікті-импульстік теңдестіру және разрядты теңдестіру.

Уақытты импульстік айырбастаумен БСТ жұмыс принципін қарастырайық. БСТ осы түрі кернеулерді, ағымдарды, жиіліктерді және т.б. өлшеу үшін сандық құрылғыларда қолданылады. Ол өлшенген көлемді импульстармен толтырылған уақыт интервалына түрлендіруге негізделген. БСТ оңайлатылған блок-сызбасы күрші. 5.13. БСТ кірісінде x өлшенген мәні бірінші блокта A t уақыт аралығына түрлендіріледі. Екінші блокта A уақыт аралығы N импульсінің дәйектілігі түрлендіріледі (сандық код). Сандық код декораторға беріледі, оны сандық оқу құрылғысына әсер ететін кернеулерге түрлендіреді.



5.13-сурет. БСТ жеңілдетілген құрылымдық сызбасы



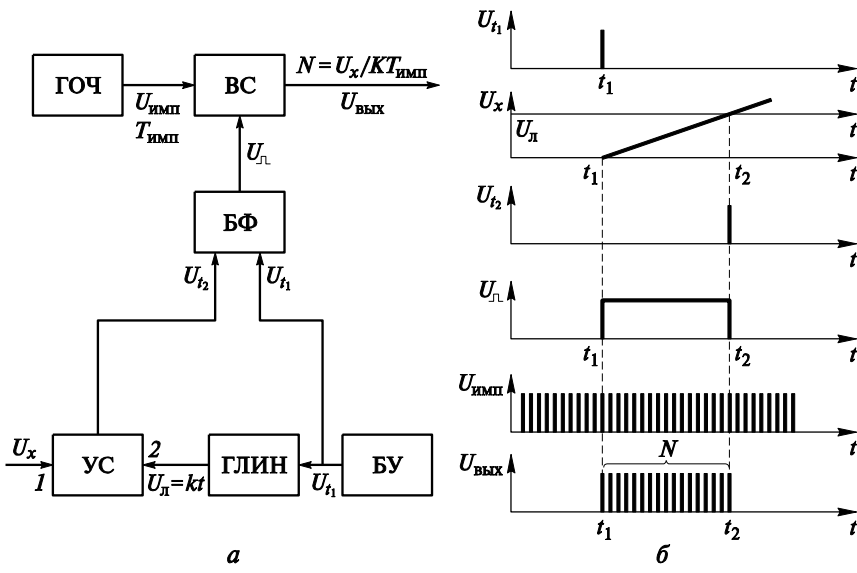
5.14 суретте уақыт аралығын сандық уақытқа импульстік БСТ түрлендіру үдерісінің сызбасы көрсетілген.

Тікбұрышты импульстардың білім блогының (BF) кірістерінің бірі импульстік $U_{\text{имп}}$ алады. Осы сәттен бастап BC тіктөртбұрышты импульсінің $U_{\text{имп}}$ уақытын $\Delta t_x = t_2 - t_1$ ұзақтығы арқылы қалыптастырады. t_2 уақытта басқа қысқа импульс өлшенеді санына сәйкес келеді ут 2, аладыма екінші кірісінде анықталады; уақыт t_2 өлшенген мәнге байланысты, себебі ADC өлшенген мәнді уақыт интервалына түрлендіреді. (BC) уақытша таңдау енгізу 1 беріледі t_1 , - ұзақтығы $U_{\text{имп}} \cdot \Delta t_x = t_2$ тік бұрышты импульс қалыптастырған BF шығуда. Ұшақтың екеуі қысқа тұрақтандырылған импульстардың дәйектілігі мен тұрақты қайталану жылдамдығы бар серпін алады. Бұл импульстар үлгілік жиілігін генераторымен (ҮЖГ) генерацияланады. Уақытша селекторлық енгізу терминалы 1 тікбұрышты импульс BF CTM бірге берілген кезде, BF өлшеу ақпарат аяқталғаннан келген, ..., өзі арқылы Impulse U_{t2} серпін бұл шығысын өтіп тікбұрышты импульс $T_{\text{имп}}$ жасалуын аяқтау үшін бұйрық береді. BC кірісіндегі сигнал нөлге тең болады, және VS ҮЖГ-дан импульстердің шығысқа шығуын тоқтатады. Осылайша, уақыт өлшеу шығу БСТ аяқталады.

ҮЖГ $T_{\text{имп}}$ импульсінің кезеңі Δt_x -ден әлдеқайда аз таңдалып алынады, бұл Δt_x -тің уақыт аралығы БСТ-нің шығуындағы N импульстарының санына пропорционалды екенін анықтауға мүмкіндік береді.

Уақытша импульстік БСТ көмегімен тікелей ток тогының сандық вольтметрін пайдалану принципі қарастырайық. Мұндай вольтметрдің құрылымдық сызбасы 5.15-суретте келтірілген.

Өлшеудің басталуына сәйкес келетін триггерлік импульстік басқару 1 (ББ) басқару блогынан беру блогына (ББ) жеткізіледі және ББ тікбұрышты серпін U ретінде қарастырылады.



Уақыт селекторы (VS) ашылады, ал үлгілік жиілік генераторының (ҮЖГ) импульстері БСТ шығуына жіберіледі. Сонымен қатар, БСТ шығуынан U_j импульсі уақытқа тәуелді кернеудің $u = kt$ импульсін қалыптастыратын сызықтық кернеу генераторының (СКГ) кірісіне өтеді, мұнда k - пропорционалды коэффициент; t - уақыт. ернеу шламсы компаратордың (US) 2 кірісіне беріліп, DC кірісі 1 өлшенген тұрақты ток кернеуі U_x келеді. $U_l < U_x$ қатынасы қанағаттандырылғанға дейін US U_l 2-нің шығу кернеуі нөлге тең болады (5.15-сурет, б). Linearly ұлғайған кернеу тесігі U_x -ге жеткенде, яғни. $u = U_x = k(t_2 - t_1) = kAt_x$ болса, DC2 серпіні U_{l2} шығысында пайда болады. BF кірісіне әсер ететін бұл импульс тік бұрышты импульстік Q. қалыптасуын тоқтатады және BC ҮЖГ-дан БСТ шығуына импульстарды өту үшін жабық.

Нәтижесінде, ADC-дің шығуындағы U_x өлшенген кернеуі Сандық кодпен ұсынылған. Бұдан әрі декодер мен сандық оқу құрылғысын пайдаланып, өлшеу нәтижесін оқимыз.

Сандық құрылғылардың артықшылығы кішігірім өлшеу қателіктері (0,1 ... 0,001), жоғары жылдамдық, кейіннен өлшеу нәтижелерін өңдеу үшін компьютермен интерфейс мүмкіндігі болып табылады.

Сандық құрылғылардың кемшіліктері электромеханикалық құрылғылармен салыстырғанда жобаның күрделілігіне, жоғары құны мен сенімділіктің төмендеуіне жатады.

5.9. Ток және кернеуді өлшеу

Электр тізбегінің режимін сипаттайтын негізгі және кернеу.

Әдетте ағым ток өлшенетін электр тізбегінің элементімен қатарласқан ампермен өлшенеді. Ағзаның кедергісі бар амперметрдің қосылуы өлшенетін тізбектегі ағымды өзгертуге әкеледі, бұл қатеге әкеледі. Құралдарды қосудан туындаған қателіктер әдіснамалық деп аталады.

Амперметрді тізбеге қосу кезінде әдістемелік қателікті қарастырайық (5.16-сурет). Ампермер $I_x = U / R$ болмаған кезде тізбектегі ток. Амперметрді қосқаннан кейін, ток I азаяды: $I = U / (R + R_A)$. Салыстырмалы өлшем ауытқу мәні

$$\delta_A = \frac{I - I_x}{I_x} = \frac{\frac{U}{R + R_A} - \frac{U}{R}}{\frac{U}{R}} = -\frac{R_A}{R + R_A} = -\frac{\frac{R_A}{R}}{1 + \frac{R_A}{R}} =$$

Амперметрлер үшін $R_A \ll R$, осыған сәйкес,

$$\delta_A = -\frac{R_A}{R} = -\frac{R_A I^2}{R I^2}$$

$= -\frac{P_A}{P}$, мұндағы P_A — амперметр тұтынатын қуат; P — өлшенетін

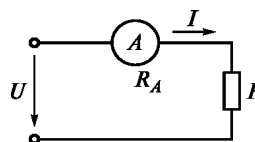
Элементтің қуаты.

Ток бойынша өлшеу әдіснамалық қателігі өлшенген тізбектің қуатымен салыстырғанда ампермермен аз тұтынылатын қуат.

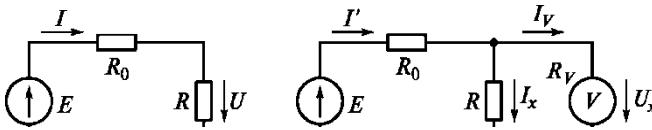
Кернеу вольтметрмен өлшенеді. Вольтметр өлшенген тізбеге параллель қосылған (5.17-сурет). Вольтметр қосылған кезде электр тізбегі режимі де өзгереді және әдістемелік ауытқу пайда болады

$$\delta_v = \frac{U - U_x}{U_x}$$

U — Өлшенген элементтегі кернеудің шынайы мәні; U_x - вольтметрдің соңында кернеу. Кирхгофтың U және U_x заңдарын, 5.17, б-суретке сәйкес, ауыстырылғаннан кейін:



5.16-сурет.
Амперметрдің қосылу сызбасы



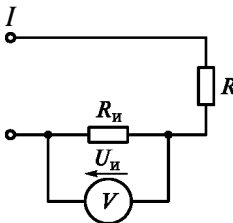
5.17-сурет. Кернеуді өлшеу: *a* — бастапқы сызба; *б* — өлшемдер сызбасы

$$\delta_v = \frac{\frac{R}{R_V}}{1 + \frac{R}{R_V} + \frac{R}{R_0}} \approx \frac{\frac{R}{R_V}}{1 + \frac{R}{R_0}}$$

Әдетте, вольтметрде $R=R_V$, сол себепті R/R_V қатынасы арқылы алмастырғыш көп қарастырыла бермейді.

Вольтты өлшеудің әдіснамалық қателігі кішігірім, өлшенген тізбектің R кедергісімен немесе вольтметрмен өлшенген қуатпен салыстырғанда, өлшенген сызбаның қуатымен салыстырғанда аз тұтынылады.

Электр тоғын өлшеу диапазоны R_H және вольтметрмен өлшеуге болады (5.18-сурет). Бұл жағдайда R_H кедергісі R өлшенетін тізбектің қарсылығына қарағанда әлдеқайда аз таңдалады. $R_H = R$. Кернеуді өлшеуден кейін ағым Ом заңына сәйкес анықталады: $I = U_H / R_H$. Ток өлшеу әдісі зертханалық зерттеулерде, электронды және радиотехникалық сызбаларда, жоғары токтармен жүретін электр тізбектерінде қолданылады. Әмбебап электронды құрылғылар (сандық және баламалы), онда ток өлшеу қарастырылған, кіріс құрылғысында өлшеу кедергісі ток датчигі ретінде қарастырылады.



5.18-сурет.

Өлшеу тоғының вольтметрі және өлшеу кедергісі сызбасы

Өлшеу кезінде өте қиындық тудыратындар - керісінше тым жоғары токтар мен кернеулер. Әдетте төмен ағымдарды өлшеу үшін (100 мкА дейін) әдетте электронды күшейткіштері бар сандық микрометрлер немесе гальванометрлер қолданылады. 100 мкА-ден астам ауыспалы токтар микрометрлерді түзету арқылы өлшенуі мүмкін, ондаған килогертке дейінгі жиілік диапазонында 10 мА-тан 100 А дейінгі диапазондағы токтар әр түрлі жүйелердің ампертері арқылы өлшенеді. Жоғары жиілікте (жүздеген мегагертке дейін), термоэлектрлік жүйе.

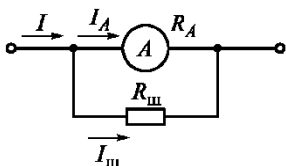


Рис. 5.19. Измерительная схема амперметра с шунтом

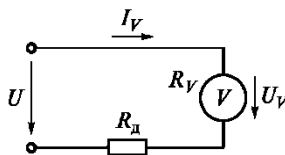


Рис. 5.20. Измерительная схема вольтметра с добавочным резистором

$$I_A = I \frac{R_{ш}}{R_{ш} + R_A}$$

$$\frac{I}{I_A} = n = 1 + \frac{R_A}{R_{ш}}$$

Үлкен тұрақты токтарды өлшеу үшін (100 А астам) шунттағы ам бұл жерде данылады. Сонымен қатар, R_A ішкі кедергісі бар амперметрде $R_{ш}$ кедергісі бар шунт бар (5.19-сурет). Шунт амперметрдің I_A ағымын шектейді, ол кез-келген өлшенген ток бойынша ең жоғары өлшеу шегінен аспауы тиіс: мұндағы n — Амперметр арқылы өлшеу лимиттерін кеңейту

коэффициенті; $R_{ш}$ — шунт кедергісі, Өлшеуіш ток

трансформаторлары үлкен айнымалы токтарды өлшеу қолданылады.

$$R_{ш} = \frac{R_A}{n - 1}$$

Кіші кернеулер жоғары дәлдікпен тұрақты кернеулерді өлшеу мүмкіндік беретін электронды және аналогтық аспаптар, компенсаторлар арқылы өлшенеді. 1000 В-нан астам кернеулерді өлшеу үшін қосымша резисторлар мен кернеулерді өлшейтін трансформаторлармен электронды және электромеханикалық құрылғылар қолданылады.

Көптеген вольтметрлерді өлшеу лимиті вольтметрмен қатарластырылған қосымша резистор R_d көмегімен көбейтілуі мүмкін (5.20-сурет). Өлшенген кернеу мәні $U = U_v +$

$$+ I_v R_d = U_v + \frac{U R_d}{R_v + R_d}, \text{ отсюда } U_v = U - U \frac{R_d}{R_v + R_d} = U \frac{R_v}{R_v + R_d}. \text{ Ко-}$$

Вольтметрмен өлшеу шегін кеңейту коэффициенті

Қосымша кедергі $R_d = R_v (m - 1)$.

$$= \frac{R_v + R_d}{R_v} = 1 + \frac{R_d}{R_v}.$$

$$m = \frac{U}{U_v} =$$

5.10. Электр қуаты мен энергиясын өлшеу

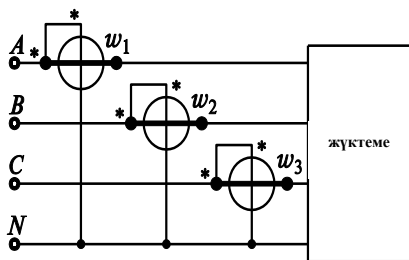
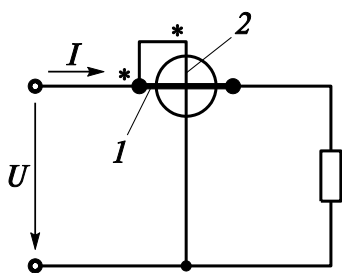
Электр тізбегіндегі қуат ватт өлшеуішпен өлшенеді. Бұл үшін электродинамикалық жүйенің ватт өлшеуіші пайдаланылады. Ватт метрдегі екі орамал бар: ток және кернеу, оның шығу нүктесі нүкте немесе жұлдызша арқылы көрсетіледі (5.21-сурет). Ағымдық орам 1 қалың сымнан жасалған және шағын ішкі кедергісі бар (амперметр сияқты), кернеу орамасы 2, керісінше жұқа сымнан үлкен бұрылыстардан тұрады және үлкен ішкі кедергіге ие (вольтметр сияқты).

Белсенді қуатты өлшеу ваттметра үшін айнымалы ток тізбегі суретте көрсетілгендей тізбек құрайды. 5.21. кернеу мен ток фаза арасында фаза айырмасының - қуат өлшегіш, $\rho \cos$, онда P белсенді қуаты $P = UI$ көрсетеді.

Үшфазалы тізбектерде белсенді қуат үш және екі ватт метрмен өлшенеді. бейтарап дирижер үш фазалы тұйықталу белсенді қуаты P барлық үш оқулары ватт өлшеуіш (5.22-сурет) сомасы болып табылады: $P = P_w + P_w 1 2 + P_w 3$. екі ваттметра әдісін пайдаланған кезде белсенді қуатты оқулары алгебралық сомасы болып табылады (сурет 5.23). Екі ватт өлшеуішпен өлшеу кезінде $P = P_w 1 + P_w 2$. кейбір белгілері теріс болуы мүмкін.

Белсенді қуатты өлшеудің екі әдісі симметриялық және ассиметриялық үшфазалы тізбектерде қолданылады.

Симметриялы жүктемедегі реактивті қуат екі ватт метрмен өлшенуі мүмкін, сонымен бірге суретте көрсетілген сызбаға сәйкес келеді. 5.23. Бұл сызба бойынша реактивті қуат $Q = \sqrt{3} (P_w j - P_w 2)$. Ассиметриялық жүктеме кезінде реактивті қуат арнайы сызбаларға



5.22-жүктеме. Үш ватт өлшеуіш әдісі бойынша белсенді қуатты өлшеу сызбасы

қосылған екі немесе үш ватт метрмен өлшенеді.

S жиынтық қуаты вольтметрмен және амперметрмен өлшенеді. $S = UI$ фазалы айнымалы ток тізбегіндегі үш фазалы $S = \sqrt{3} UI$ тізбегіндегі U және I сызықтық кернеулер және токтар.

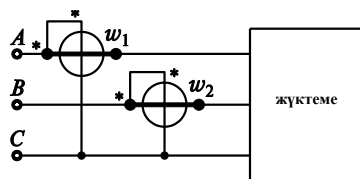
Қуатты өлшеу үшін DC тізбектерінде әдетте ампермер-вольтметр әдісі қолданылады. Қуат тұтыну мөлшері $P = UI$.

Электр қуаты индукциялық есепшілердің көмегімен өлшенеді.

Әдетте есептегіштер ватт метрлермен бірдей сызбаларға енгізіледі. Бірфазалы тізбектерде белсенді энергия ғана есепке алынады, сондықтан осы тізбектердегі реактивті энергия өлшенбейді.

Үш фазалы тізбектерде белсенді және реактивті қуат өлшенеді. Ол үшін үш фазалы электр есептегіштері пайдаланылады. Бұл санауыштардың жұмыс принципі бір фазалық метрлермен бірдей, бірақ бір жағдайда үш есептегіш біріктіріледі.

Тұтынылатын энергияны бақылау үшін негізгі электрлік шамаларды мезгілде өлшеуге мүмкіндік беретін электрондық көпфункционалды есептегіштер шығарылады: белсенді және реактивті қуат; белсенді, реактивті және толық күш; қуат коэффициенті; жиілік; ағымдық; кернеу және т.б. Бұл құрылғыларда микропроцессор, жады бар және электр энергиясын бақылау мен есепке алудың автоматтандырылған жүйесіндегі электр энергиясын бақылауды және есепке алуды автоматтандыруға мүмкіндік береді (ЭБЕАЖ).



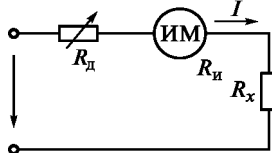
5.23-сурет. Екі ватт өлшеуіш әдісімен қуатты белсенді өлшеу сызбасы

5.11. Кедергі, индуктивтілік, сыйымдылықты өлшеу

Барлық электр құрылғылардың электр кедергісі бар. шағын ($1 \cdot 10^5$ Ом дейін) қарсылық электр құрылғылар, орта (1 Ом дейін) және ($1 \cdot 10^5 \cdot$ Ом артық) үлкен бөлуге болады. Орташа қарсылықты өлшеу өте оңай. Ол үшін ампермер-вольтметр және омметр әдісі қолданылады.

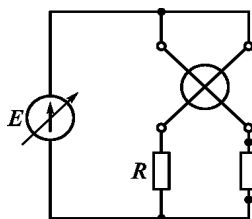
Амперметр-вольтметр әдісі - Ом заңы негізделген қарсылық өлшем жанама әдіс. екі сызбалары бар іске асыру-еріген қосылу вольтметр ерекшеленеді. екі сызбаларын байланысты вольтметр және амперметр R_V және R_A қарсылық қатысуымен ескере белгісіздік қабылдау қажет.

вольтметр өлшеу тұйықталу әдісі жылы магнитті-өлшеу механизмін (MI) қамтиды және резистора R_d (5.24-сурет). I тізбегіндегі ток берілген $I =$.



5.24-сурет.

Мегомметр әдісімен қарсылықты өлшеу сызбасы



5.25-сурет. Мегомметр сызбасы

Көрсеткі а бұрышын ағымға пропорционалды

$$M\theta + R_H + R_x$$

$a = SI$, мұндағы S — өлшенетін механизмнің сезімтадығы. Теңдеуге

$$\alpha = SI = S \frac{U}{R_d + R_H + R_x} \quad \text{жүгіртетін болсақ, бұл}$$

жерде, құрал

шкаласының,

және оның қырланған, кедергі бірліктеріне келтірілген, желілік емес сипатта екенін байқауға болады. Бағыттаушының соңғы жағдайы $R_x = 0$ сәйкес келеді, ал бастапқы мәні

$$R_x \rightarrow \infty.$$

Омметрлер жұмыс істеуге ыңғайлы және қарапайым, бірақ олар өте маңызды. қарсылық, соның ішінде әр түрлі электр шамаларын өлшеуге болады мультиметрлер - Қазіргі кезде қолдану үшін эмбебап сандық құрылғылар кеңінен қарастырылған.

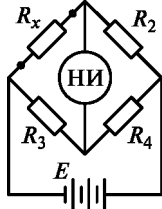
Қарсылық ауыруы әдетте романстық өлшеу механизмдері бар омметрлермен өлшенеді. Мұндай құрылғылар мегомметрлер деп аталады (5.25-сызба). Мегомметр және омметрлер бір-бірінен онша алшақ емес, сондай-ақ қуат көзі кернеуі генераторлары 500 немесе 1000 мөлшерін құрауды талап етпейді.

Шағын кедергілер ампермер-вольтметр әдісі немесе көпір әдісі арқылы өлшенеді. Көпірдің әдісі арнайы өлшеу көпірлерін пайдалануды қамтиды. Өлшеу көпірі R_2, R_3, R_4 және қарсылық R_x қаруланған реттелетін резисторлардан тұрады (5.26-сурет). Көпірдің диагоналі нөлдік көрсеткішті (НК) қамтиды, әдетте магнитозлектрлік гальванометр.

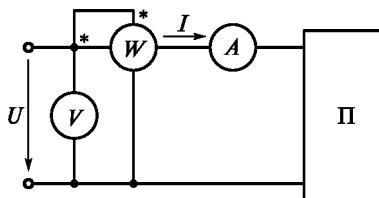
R_2, R_3, R_4 қаруларының кедергісін өзгерту көпірді теңестіреді, яғни NI нөлге тең болған кездегі жағдайға қол жеткізіледі. Теңгерімді көпірде $R_x R_4 = R_2 R_3$. R_2, R_3, R_4 көпірдің кедергісі белгілі болғандықтан, R_x R_2, R_3, R_4 формуласымен анықталуы мүмкін

Қарсылықтарды дәл өлшеу үшін өтемақы әдісі $R_x = \frac{R_2 R_3}{R_4}$ қолданылады.

Оны орташа және шағын кедергілерге қолдану ұсынылады.



5.26-сурет. Көпірлік сызба



5.27-сурет. Амперметр — вольтметр — ваттметр әдісі бойынша индуктивтілік және сыйымдылықты өлшеу сызбасы

Өтелу әдісі дәлдікпен өлшеуге мүмкіндік береді 0,02%.

Электр құрылғыларында индуктивтілікті және сыйымдылықты өлшеу үшін амперметр-вольтметр-ваттметр әдісі кеңінен қолданылады (5.27-график). Біріншіден, ток I , U және қуат P . Одан

$$R = \frac{P}{I^2}, \quad \text{қабылдағыш импеданс } Z = \frac{U}{I} \quad \text{реактив}$$

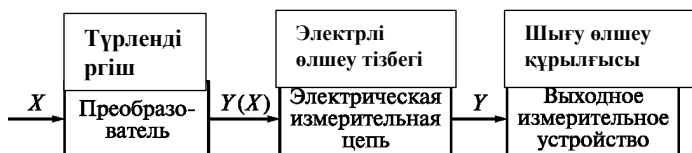
соң алушының қабылдағыш қарсыласуының белсенді қарсылығын

$$\text{есептеледі } X = \sqrt{Z^2 - R^2}$$

Индуктивтілікті анықтау үшін $L = X_L/\omega$ пайдаланылады, сыйымдылықты $C = 1/(\omega X_c)$ бойынша табады

5.12. Электрлі емес шамаларды өлшеу

Өлшеудің жалпы принциптері. Электрлік емес өлшемдер электрлік емес шамаларды өлшеу үшін кеңінен қолданылады. Олар ыңғайлы, қашықтан өлшеулерге мүмкіндік береді және технологиялық үрдістерді автоматтандыруға мүмкіндік береді. Электрлік емес шамаларды өлшеу процесі 5.28-суретте көрсетілген сызбамен ұсынылуы мүмкін. Электрлік емес мөлшер X түрлендіргіш кірісіне беріледі. Түрлендіргіште X X (X) электр сигналына айналады. Бұл сигнал электр өлшеу контурына жіберіледі, онда ол басқа электр сигналына айналдырылатын Y өлшеу үшін ыңғайлы, ол шығыс өлшегіш құрылғыға жіберіледі.



5.28-сурет. Электрлі емес шамаларды өлшеу сызбасы

Пайдалану қағидасына сәйкес түрлендіргіштер параметрлік және генераторға бөлінеді.

Параметрлік түрлендіргіштерде өлшенген мән электр тізбегінің кедергісі R , индуктивтілік L немесе сыйымдылықтың белгілі бір параметріне айналады. Генератордың түрлендіргіштерінде өлшенген мән және ЭҚК.

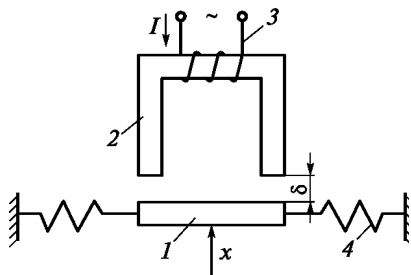
Шығыс өлшеу құрылғысы ретінде аналогты немесе сандық құрылғы пайдаланылады. Аралық блок әдетте конвертордың шығуынан электр сигналының шығуын өлшеу үшін ыңғайлы пішінге жеткізуге мүмкіндік беретін, өтетін немесе өтемдік тізбектерді қамтиды.

Электрлік емес шамалардың түрлендіргіштері. *Резистивті түрлендіргіштер* (5.29-сурет) механикалық шамалардың қарсылығын өзгерту әсерінен болатын параметрлік түрлендіргіштерді білдіреді. Реостатные түрлендіргіштерді, штамм өлшеуіштерін, пьезорезисторларды бөліңіз. Резистивті түрлендіргіштер, олардың қарсылығын өзгертетін, ток немесе кернеудің өлшенген мәнге бара-бар өзгеруін тудырады. Кернеу немесе ток өлшеу қондырғысында пайда болады, шкаласы өлшенген мәндер бірлігінде аяқталады.

Резистивті түрлендіргіштер механикалық қозғалыстарды, қысымды, күшті, сұйық деңгейін өлшеу үшін кеңінен қолданылады.

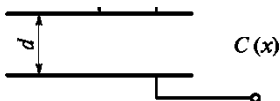
Индуктивті түрлендіргіштердің жұмыс принципі магниттік тізбектің кедергісі ретінде электромагниттік катушканы индуктивтіліктің өзгеруіне негізделген. Бекіткішті жылжытқанда 1 (5.30 сурет), 5 және магниттік тізбектің 2 магнит кедергісі, 3-ші және 3-ші кернеулердегі индуктивтіліктің өзгеруіне әкеп соғатын магнит кедергісі. Бұл ретте катушкалардың токі x , яғни, сызықты ауыстырудан тәуелді болады. $I = f(x)$. 4-ші көктемде қарама-қарсылық жасау үшін қызмет етеді.

Индуктивті түрлендіргіштер желілік және бұрыштық қондырғыларды, механикалық күштерді, қысымдарды өлшеуге арналған.

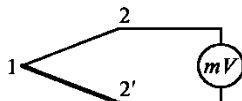


5.30-сурет. Индуктивті түрлендіргіштің сызбасы:

1 — якорь; 2 — магнитті сым; 3 — катушка; 4 — серіппе



5.31-сурет. Термоэлектр түрлендіргіштің сызбасы



5.32-сурет. Түрлендіргіш сызбасы

Сыйымдылықты түрлендіргіш принципі конденсатордың сыйымдылығын пластиналар арасындағы қашықтыққа тәуелділігіне негізделген. Сызықтық ауыстыру x өзгерген кезде, d өзгереді (5.31-сурет) және, тиісінше, C . Сонымен қатар, түрлендіргіштің шығуында тәуелділік $C(x)$.

Сыйымдылықты түрлендіргіштер қозғалыстарды, сұйықтық деңгейін, қысымын өлшеу үшін қолданылады.

Термоэлектрлік түрлендіргіштер (генератор типті түрлендіргіштер) температураны өлшеу үшін кеңінен қолданылады. Осы түрлендіргіштердің әрекеті екі түрлі өткізгіштерден 1 - 2 және 1 - 2' (термопарк) (5.32 сурет) торапты қыздыру немесе салқындату кезінде ЭҚК пайда болуына негізделген. Электродтарды 1-нүктеде қосу операциялық нүкте деп аталады. 2 және 2-тармақтардың температурасы тұрақты. 2 және 1, 2 және 1 нүктелеріндегі температура айырмашылығына байланысты, ЭҚК милливальтметрмен (мВ) өлшенетін тізбекте пайда болады. Әдетте бұл ЭҚК көрсеткіші аз, сондықтан оны өлшеу үшін алдын-ала күшейту немесе компенсация әдісі қолданылады.

Бақылау сұрақтары

1. Электрлік құрылғылар қандай?
2. Тікелей өлшеу деп аталатындар?
3. Жанама өлшеу дегеніміз не?
4. Өлшеу қателіктері қандай?
5. Құрылғының дәлдік класы қандай?
6. Өлшеу құралдарының негізгі сипаттамалары қандай?
7. Баламалы және цифрлық құралдар арасындағы айырмашылық қандай?
8. Электромеханикалық өлшеу құралдарының негізгі құрылымдық элементтерін атаңыз.
9. Магнитэлектрлік құрылғылар, электромагниттік, электродинамикалық, электростатикалық және индукциялық жүйелерінің мақсаты, негізгі артықшылықтары мен кемшіліктері түсіндіріңіз.
10. Электрондық баламалық құралдар дегеніміз не?
11. Сандық электрондық құрылғылардың жұмысының негізгі принципін түсіндіріңіз.

12. Негізгі және кернеудің өлшеу тізбектері қандай?
13. Әдістемелік қате дегеніміз не?
14. Тұрақты, айнымалы және үш фазалы тізбектерде қуаттылық қалай өлшенеді?
15. Кедергі, индуктивтілік, сыйымдылықты өлшеудің негізгі әдістері қандай?
16. Электрлік емес шамаларды өлшеу принципі қандай?

Реферат тақырыптары

1. Сандық өлшеу құралдарын қолдану аясы.
2. Электрондық аналогтық құрылғылардың негізгі ерекшеліктері және олардың қосымшалары.
3. Ақпаратты және өлшеу жүйелерін қолдану.
4. Жоғары кернеулер мен жоғары токтар өлшеу.

6 Т А Р А У ТРАНСФОРМАТОРЛАР

6.1. Типтері, мақсаты, құрылымы және жұмыс принципі

Трансформатор — статикалық электромагниттік құрылғы, бір кернеудің айнымалы тоқын сол жиіліктің айнымалы тоғына, бірақ басқа кернеудің тоғына әсер етеді.

Трансформация қажеттілігі - айнымалы ток кернеуін жоғарылату және төмендету - электр қуатын ұзақ қашықтыққа беру қажеттілігінен туындайды. , Кернеу жоғары тең энергия көзі аз ток қуаты. Демек, сым беру желілері жасалған түрлі-түсті металдар елеулі жинақ, әкеледі аз көлденең қимасы, жүзеге асыру үшін қажетті энергия беру үшін. сымдар электр энергиясын жоғалту, сондай-ақ ағымдағы азайту азаяды. тұтынушыларға электр стансаларының электр беру қайта-қайта кернеу көтеру және түсіру орын алған кезде.

Жасалу мақсаты бойынша трансформаторларды келесі типтерге бөлуге болады:

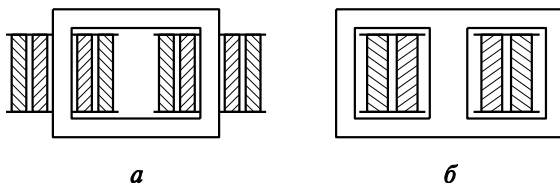
Электр қуатын тарату желілерінде қуаттылығы 1 млн. кВА-қа дейін және 1250 кВ-ға дейінгі кернеу бірнеше бірліктен қуаты бар қуатты бір және үш фазалы трансформаторлар қолданылады. 10-дан 300 В-қа дейін төмен қуатты күштік трансформаторлар, радиотехника, өнеркәсіптік электроника және автоматтандыру құрылғыларында қолданылатын, сондай-ақ билікке жатады. Салқындату арқылы күш трансформаторлары мұнай мен ауаға бөлінеді;

автотрансформаторлар - кернеуді өзгертуге (реттеуге) арналған, әдетте, шығыс кернеуінің тегіс реттелуі;

өлшеу трансформаторлары - өлшеу құрылғыларының элементтері ретінде қолданылады;

арнайы мақсаттағы трансформаторлар – әр түрлі мақсаттар үшін арнайы электрлік құрылғыларда қолданылады. Мысалдар дәнекерлеудің әртүрлі типтері үшін пісіру трансформаторлары, радар технологиясы мен теледидарда жоғары жиілікті импульстік периодтық сигналдарды түрлендіру үшін импульстік трансформаторлар ретінде қызмет ете алады.

Түрлі типтегі трансформаторларда орын алатын дизайн және электромагниттік процестер бір-бірімен ұқсас.



6.1-сурет. Бір фазалы трансформаторлардың орамды (а) және бронь (б) магниттік корпустары орамдарының орналасуы

Сондықтан олардың жұмысын зерттеу үшін бір фазалы екі орамалы трансформаторды қарастырып көрейік.

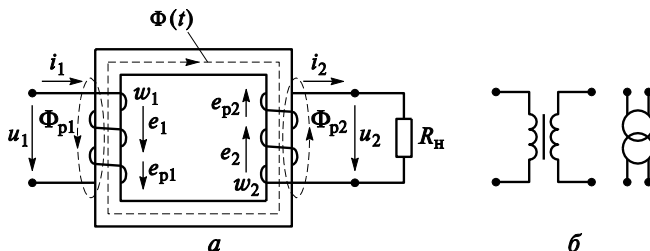
Трансформатор орамалардан және магниттік сымнан тұрады - берік токтардан шығындарды азайту үшін қалыңдығы 0,35 ... 0,5 мм электрлі болаттан жасалған жалпақ болат. Негізгі парақтар бір-бірінен окшаулауға арналған. Орамалар орналасқан магниттік тізбектің бөліктері шоқтар деп аталады. Магниттік сызбаның бөліктері, жабық шыбықтары мөр деп аталады. Трансформаторда жалпы магниттік ағынмен байланыстырылған кем дегенде екі орамасы бар. Орамалар бір-бірінен электрлік окшауланған; бұл жағдайда автотрансформаторлар болып табылады, онда төмен кернеу орамасы жоғары кернеу орамасының бөлігі болып табылады.

Магниттік сызба түріндегі бір фазалы трансформаторлар өзекті және броньдалған болып бөлінеді (6.1-сурет). Төмен қуатты трансформаторларда таяқшаның көлденең қимасы тікбұрышты, ал қуатты трансформаторлар үшін бұл дөңгелекке жақын.

Қуаттандыру көзіне қосылған трансформатордың орамасы бастапқы деп аталады (6.2-сурет). Тиісінше, осы орамаға қатысты барлық шамалар бастапқы деп аталады: бұрылыстар саны w_1 , кернеу u_1 , ток i_1 және т.б.

Жүктеуге қосылған орамал екінші реттік деп аталады, оған байланысты шамалар екінші (w_2 , u_2 , i_2) деп аталады. Кейбір трансформаторларда әр түрлі тізбектерді беретін бірнеше қайталама орамалар болуы мүмкін.

Бастапқы орамдағы ауыспалы кернеудің әрекет етуі бойынша ток i_1 бар және магнит ағыны қозғалады. ЭМӨ өзара E_2 - Бұл трансформаторлық бастауыш өзін-өзі индукциялық ЭҚК E_1 магнит ағынының және екінші орамасының тудырады. EMF e_2 трансформатордың демалыс терминалдарында кернеуді u_2 құрайды.



Жүктеме ағымдағы І2 орта тізбектің жабылуына бастапқы орамасының қозғалысы туралы баттасып, өз магниттік ағыны болып табылатын жүреді. Нәтижесінде жалпы ағынының бағыты F . У1 І1 және кернеу энергия ресивері сияқты алғашқы орамасының болып табылады. Ағынның оң бағыты оң жақ бұранда ережесі бойынша ағымдағы і1-ге байланысты. Электрондық және і2 бағыты бойынша көрсеткілер электр энергиясының қайталама орамасының ұсынылуына сәйкес келеді. магнит өрісінің сызықтары өз кезегінде, бастапқы және қайталама орамасының ЭҚК шашырау көндіру, ол, Φ_{d1} және Φ_{p2} шашырау магнит ағынының құру, катушкалар, орамалардың айналасында өзегін және ауаны екі жабық e_{p1} және e_{r1} мәніне тең болып келеді.

Шашырау ағындары мен орамалардың белсенді кедергісі аздап өзгермейтін трансформатор үшін, және $l = \dots e_1; u_2 = e_2$, қайдан $U_{i_m} = E_{1m}; U_{2m} = E_{2m}$.

$$u_1 = U_{1m} \sin \omega t, \Phi(t) = \Phi_m \sin \left(\omega t - \frac{\pi}{2} \right), \Phi_m = \frac{U_{1m}}{w_1 \omega}$$

Осылайша, синусоидальдық кіріс кернеуде u_1 кезінде магнит ағыны ядродағы (4) ақ синусоидальды болып табылады және кернеуді бұрыштың $n / 2$ -ден жоғарылатады. Ағыны F ^) синусоидальдық EMF-ті инерциялық мәндері бар орамалардың мәнін шығарады $e_1 = E_{1m} \sin(\omega t - \pi)$, $e_2 = E_{2m} \sin(\omega t - \pi)$, мұндағы $E_{1m} = w_1 \omega \Phi_m$; $E_{2m} = w_2 \omega \Phi_m$.

Теңдеуден көріп отырғанымыздай, e_1 және e_2 Φ мәнінен $\pi/2$ бұрышына қалып қойған жағдайда, ал u_1 — π бұрышына қалса.

$$E_1 = \frac{2\pi}{\sqrt{2}} f w_1 \Phi_m = 4,44 f w_1 \Phi_m, \quad E_2 = \frac{2\pi}{\sqrt{2}} f w_2 \Phi_m = 4,44 f w_2 \Phi_m.$$

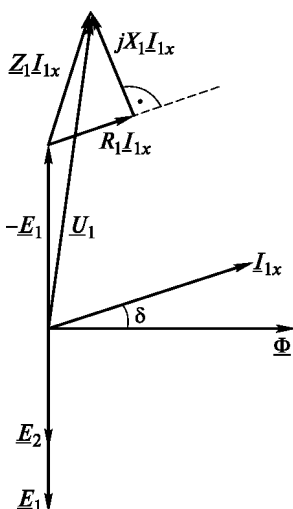
Синусоидальды ЭҚК орамаларының қолданыстағы мәндері

Трансформациялау коэффициенті

$$n = \frac{E_{1m}}{E_{2m}} = \frac{E_1}{E_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{w_1}{w_2}.$$

6.2. Жүктелмеген трансформатордың жұмысына талдау

Жүктелмеген трансформатордың жұмыс режимі қайталама орам ашық болған кезде пайда болады, онда $I_2 = 0$.



6.3-сурет. Жүктелмеген трансформатордың векторлық диаграммасы

Өлшеу құрылғыларының жұмыс режимінде көрсетілуіне сәйкес, гистерез мен берік токтардан негізгі болаттың жоғалуы айнымалы магнитизация кезінде, жүктемелік ток пен трансформация коэффициентінде анықталады.

Бос тұрған кездегі орамаларға арналған теңдеулер мынадай сипатқа ие

$$U_1 = -E_1 + I_1(R_1 + jX_1); U_2 = E_2,$$

мұндағы X_1 — шашырау ағыны есебінен бастапқы ораманың индуктивті кедергісі, $X_1 = \omega L_{p1}$.

Электр трансформатор жүктелген мемлекет (жұмыс істемейтін режим) көрсететін векторлық диаграммасы 6.3 суретте көрсетілген. Ол келесі түрде салынған. Бастапқы вектор барысында, көлденең-кешіктірілді, магнит ағынының векторлық F екі орамдарда үшін бірдей болып табылады алды. $N / 2 F$ артта RMS

құндылықтар ЭМӨ орамасының тиісті векторлары кешендері. алда F ферромагниттік негізгі материал гистерезис болуына байланысты магниттік артта қалуы бұрышы (шығын) δ , бойынша бастапқы ағымдағы I_{1x} векторы кешенді тиімді мәні.

6.3. Трансформатор орамасын келтіру

Трансформатор қатынасы салыстырмалы түрде үлкен. Олардың жұмысын векторлық диаграммада талдай отырып, бастапқы және екінші кернеулерді бір ауқымда бейнелеу қиын. Сондықтан қайталама орамал бастапқы орамның айналым санына айналады, яғни диаграмма мен есептеулерді жасау кезінде w_1 / w_2 трансформация коэффициенті бар нақты трансформатор ауыстырылатын трансформатормен ауыстырылады, оның коэффициенті 1.

Қысқарту бастапқы тізбектің режимін өзгертпеуі керек, ал екінші сызбада энергия жағдайлары өзгеріссіз қалуы керек; белсенді және реактивті қуат және оларды қайталама тізбектің жеке элементтері арасында бөлу. Берілген мәндер бас инсультпен белгіленеді: $E_2 / 2$; R_2 және т.б.

$E_1 = nE_2 = \frac{w_1}{w_2} E_2$, то $E_2' = nE_2 = \frac{w_1}{w_2} E_2 = E_1$. болғандықтан

Сол орайда екінші реттік орамдағы кернеу мен кернеудің

$$U_2' = nU_2; \quad I_2'R_2' = nI_2R_2; \quad I_2'X_2' = nI_2X_2.$$

төмендеуі екінші орамада жүргізіледі:

Ағым қолданылған кезде қайталама орамның магниттелетін күші өзгермейді, сондықтан жүрекшедегі магнит ағыны өзгермейді:

$$I_2w_2 = I_2'w_1, \text{ отсюда } I_2' = I_2 \frac{w_2}{w_1} = \frac{I_2}{n}.$$

Қысқарту кезінде қайталама тізбектің жалпы қуаты өзгермеуі тиіс $S_2 = U_2/2 = U_2/2 = nU_2/2$, бұл жерден шығатын мән $I_2 = \frac{S_2}{U_2/2} = \frac{2S_2}{U_2} = \frac{2nU_2/2}{U_2} = n \frac{I_2'}{n} = I_2'$ құрайды.

$$= \frac{I_2}{n} = \frac{w_2}{w_1} I_2'.$$

Белсенді қуаттың инварианты жағдайынан қайталама орамның

$$I_2^2 R_2 = I_2'^2 R_2' = \frac{I_2^2}{n^2} R_2', \text{ отсюда } R_2' = n^2 R_2 = (w_1/w_2)^2 R_2.$$

төмен белсенді кедергісі үшін өрнекті алуға болады

Өзгеріссіз реактивті қуат жағдайынан қайталама орамның реактивтілігінің азаюы үшін өрнек алуға болады

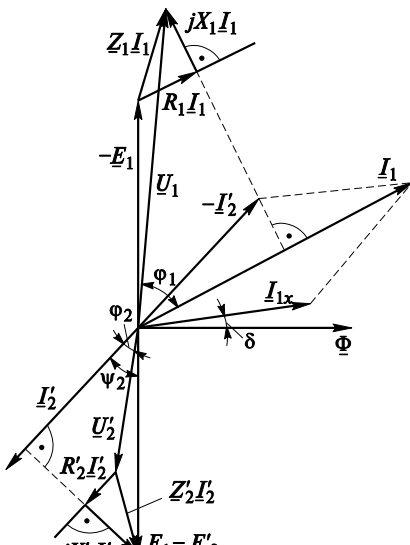
$$I_2^2 X_2 = I_2'^2 X_2' = \frac{I_2^2}{n^2} X_2', \text{ отсюда } X_2' = n^2 X_2 = (w_1/w_2)^2 X_2.$$

6.4. Жүктелмеген трансформатордың жұмысына талдау

Төмендетілген трансформатор үшін теңдеудің күйі үшін келесі сипаттамалық теңдеулер бар:

$$\underline{U}_1 = -\underline{E}_1 + I_1(R_1 + jX_1); \quad \underline{E}_2' = \underline{U}_2' + I_2'(R_2' + jX_2'); \\ \underline{I}_1 = \underline{I}_{1x} - \underline{I}_2'.$$

Трансформатордың жүктемесі белсенді-индуктивтік сипатта болсын делік, яғни, $E_n = R_n + jX_n$.



6.4-сурет. Жүктелмеген трансформатордағы векторлық диаграмма. - -12 (R + jX2) мәніне артта қалады және бұл жағдайда біз жүктелмеген трансформатор мәніне байланысты векторды табамыз.

орамның ток векторын саламыз $Tj = I_{1x} -12$, одан соң бірінші орамадағы вектордың мәні табылады $U_1 = -E_1 + I_1(R_1 + jX_1)$.

Онда екінші ораманың мәні $U_2 = 12 Z H = 12 (RH + jXH)$.

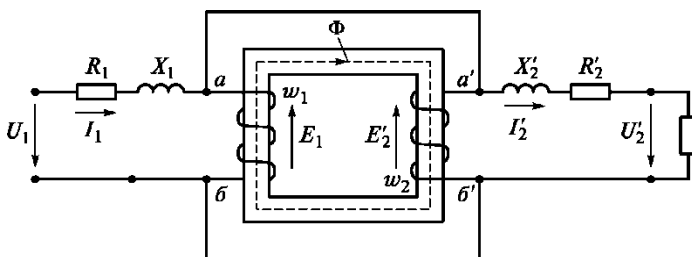
Жүктелген трансформатордың электр күйі векторлық диаграммамен ең ыңғайлы түрде талданады (6.4-сурет). Жүктелетін трансформатордың векторлық диаграммасының құрылысы магнит ағынының векторына байланысты, трансформатордағы физикалық процестердің бастапқы себептері ретінде басталады. ЭҚК ормалардың векторлары Φ на угол $\pi/2$. Ток векторы 12 ЭҚК $E_2 X' + X'$ $u_2 = \arctg \dots$ бұрышында кейін қалады. E_2 векторына ϕ_1 бұрышына сәйкес U_1 кернеуін келтіреміз.

Бастапқы орамның I_{1x} векторын саламыз, ол векторын Φ ядросының ферромагниттік материалында гистерезис болуына байланысты магнитті кідірту (жоғалту) бұрышы 5 арқылы жетеді. Содан кейін біз бастапқы

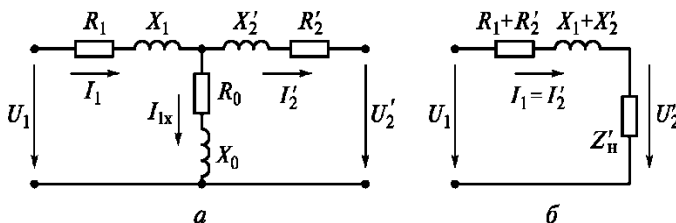
6.5. Трансформаторды алмастыру сызбасы

Нақты трансформаторлық электр орамасының арасында магниттік тіркелу ауыстырды онда баламалы электр сызбасын баламалы ауыстырылған жағдайда ғылыми-зерттеу жұмыстары трансформаторлық айтарлықтай жеңілдейді. Т-тәрізді ауыстырылатын тізбекті қолданыңыз.

Орамасының кедергісі R_1, R_2 және индуктивті қарсылық реактивтік X_1, X_2 , анықталған (6.5-сурет) шашырау бұлақтардың бастауыш және орта орамасының оқшаулау. Жоғарыда келтірілген трансформаторда $E_1 = E_2$ болғандықтан, a және ab және b нүктелері бірдей әлеуетке ие және токтардағы катушалардың қайта бөлінуіне жол бертестен қосылуы мүмкін. өзегі магнит ағынының жүктеме жүзінде тәуелсіз болғандықтан,



6.5-сурет. Трансформаторды алмастырудың эквивалентті сызбасы



6.6-сурет. Т-тәрізді (а) және жеңілдетілген (б) трансформаторды алмастыру сызбалары

w_1 және w_2 орамдарын магнитизациялау күштерінің теңдеуі негізінде I_{1x} бос тұрған токпен бір ораманы ауыстыруға болады, ал бұл, өз кезегінде, кейбір баламалы белсенді және индуктивтік кедергілер R_0 , X_0 (сурет 6.6, а) болуы мүмкін.

Көптеген практикалық есептер үшін жүктемелік ток шамасы ескерілмейді және Т-тәрізді алмастырғыш тізбектен жеңілдетілген (6.6, б-сурет).

6.6. Жалаң жол және қысқа тұйықталу тәжірибелері

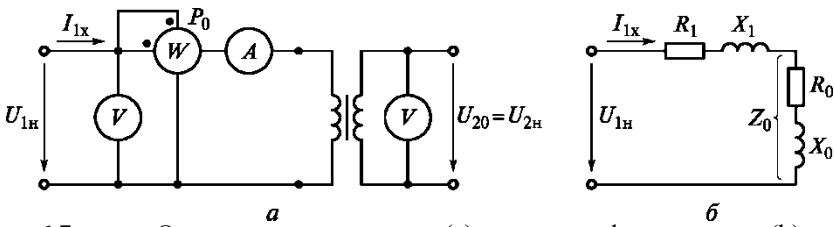
Трансформатордың жұмысын сипаттайтын бірқатар мәндерді анықтау, бос және қысқа тұйықталу эксперименттері.

Құрылғыны айналым сынағындағы қосу сызбасы 6.7-суретте ұсынылған, а. Эксперимент барысында U_1 , U_2 , I_{1x} , P_0 өзгерген кезде өлшенізі, бұл жағдайда, U_1 бастап 0 дейін $i_{1н}$.

Бұл тәжірибеге сәйкес мыналар анықталады:

Түрлендіру коэффициенті n . Вольтметрдің көрсеткіштеріне сәйкес, бастапқы орамасындағы $I_{1x}Z_1$ орамасындағы кернеудің құлдырауын елемей, бастапқы ораманың номиналды кернеуі бақыланады және қайталама ораманың кернеуі өлшенеді. Трансформация коэффициенті келесі формула бойынша есептеледі

$$n = \frac{E_1}{E_2} \approx \frac{U_{1H}}{U_{2H}} = \frac{U_{1H}}{U_{20}}$$



6.7-сурет. Өлшеу қондырғыларына (а) және трансформатордың (б) ауыстыру сұлбасын жүктемемен сынақтан өткізу сызбасы

мұндағы I_{1H} , I_{2H} — трансформатордың номиналды (есептік) жұмыс режиміне сәйкес келетін кернеудің номиналды мәндері; жүктеме ток / I_X . Ампермен өлшенген осы ток әдетте бастапқы ораманың номиналды тогының пайыздық көрсеткіші ретінде

$$I_X = \frac{I_{1X}}{I_{1H}} 100$$

көрінеді

гистерезистен негізгі болаттың жоғалуы. Трансформатор желісінен тұтынылатын және ваттметрмен өлшенген қуат P_0 трансформатордың бастапқы орамасындағы шығынды жабу үшін қолданылады: $P_0 = I_{1X} R_0$. Нақты трансформаторларда $R_1 = R_0$; $X_1 = X_0$, сондықтан P_0 ваттметрінің көрсеткіші магнитті болаттан жасалған шығындардың қуатына сәйкес келеді;

$$Z_0 = \frac{U_{1H}}{I_{1H}}, R_0 = \frac{P_0}{I_{1H}^2}, X_0 = \sqrt{Z_0^2 - R_0^2}$$

алмастыру сызбасы контурының параметрлері (6.7, б-сурет)

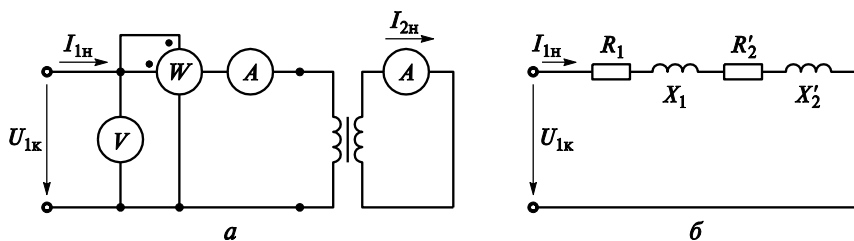
P

Жалаң жүріс қуатының коэффициенті

Магнитті шығындар бұрышы $5 - 90^\circ - \varphi_0$. $\cos \varphi_0 = \frac{P_0}{I_{1X} U_{1H}}$;

Қысқа тұйықталу сынағы трансформатордың бастапқы кернеуінің төмендеуімен орындалады, ол орамдағы токтар номиналға тең (6.8, а-сурет).

Қысқа тұйықталу сынағында (ол кернеу төмендеген кезде), болаттың гистерезге шығуы шамалы және ескерілмейді. Желіден шығатын барлық қуаттар R_1 және R_2 бастапқы және қайталама орамаларының кедергісінде пайдаланылады деп саналады.



Бұл тәжірибеде мыналар анықталады:

P_k орамадағы шығындар, номиналды тоқ жағдайында

$$Z_k = \frac{U_{1к}}{I_{1н}} = \sqrt{R_k^2 + X_k^2}; \quad R_k = R_1 + R_2'; \quad X_k = X_1 + X_2'; \quad R_k = \frac{P_k}{I_{1н}^2};$$

$$X_k = \sqrt{Z_k^2 - R_k^2};$$

(ваттметрмен); алмасу сызбаларының параметрлері (6.8, б-сурет)

$$U_k = \frac{U_{1к}}{U_n} 100 = \frac{I_{1н} Z_k}{U_n} 100.$$

қысқа тұйықталу кернеуінің жалпы төмендеуі (пайызбен)

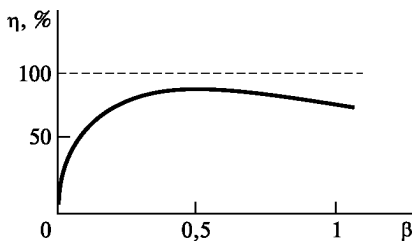
U_k мәні (пайызбен) жұмыс жағдайында трансформатордың қысқа тұйықталу тогын есептеуге мүмкіндік береді. Бұл жағдайда қысқа тұйықталу режимі апаттық жағдай болып табылады, бұл қосалқы станция қызметкерлерінің қателігі, окшаулау бұзылуы және т.б.

Екінші тізбектегі қысқа тұйықталу кезінде Т1 және Т2 ағымдары күрт артады. Бастапқы орамдағы қысқа тұйықталу тогының тұрақты күйі

$$I_{1к} = \frac{U_{1н}}{Z_{1к}} = \frac{100}{U_k} I_{1н}.$$

6.7. Трансформатордың пайдалы әрекет коэффициенті

Трансформатордың тиімділігі қайталама ораманың белсенді қуатын бастапқы ораманың белсенді күші қатынасына байланысты анықталады.



6.9-сурет. Трансформатор КПД жүктемеге тәуелділігі

мұндағы P_0 — электр шығындары, $P_0 = P_K$; P_c — болаттағы

$$\beta = \frac{I_1}{I_{1H}} \approx \frac{I_2}{I_{2H}}$$

$$\text{Тогда } P_2 = U_2 I_2 \cos \phi_2 \frac{I_{2H}}{I_2} = \beta S_H \cos \phi_2; I_1^2 R_K \frac{I_{1H}^2}{I_1^2} = \beta^2 P_K.$$

шығындар, Номиналды жүктеме коэффициенті түсінігін енгіземіз
КПД анықтаудың соңғы сипаты келесі түрде жүзеге асырылады

$$\Pi = \frac{\beta S_H \cos \phi_2}{P_H \cos \phi_2 + P^{2P}_K + P_0}$$

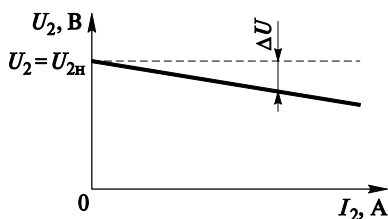
Осылайша, КПД трансформатордағы жүктемеге тәуелді болып келеді $\Pi = f(P)$ (6.9-сурет).

Нақты трансформатор жағдайында Π оның мәні максимум $P \ll 0,5$ болады және 99 % дейін жетуі мүмкін.

6.8. Трансформатордың сыртқы сипаттамасы

Трансформатордағы U_2 кернеуінің екінші кернеуіне $U_1 = \text{const}$ үшін екінші резольтті токке / 2-ге және $\cos \phi_2 = \text{const}$ -ге тәуелділігі трансформатордың сыртқы сипаттамасы деп аталады (6.10-сурет).

Екінші кернеудің ΔU өзгеруі келесі өрнектермен анықталады



$$\Delta U = \frac{U_{2H} - U_2}{U_{2H}} 100;$$

6.10-сурет.
Трансформатордың сыртқы сипаттамасы

$$\Delta U = \frac{U'_{2H} - U'_2}{U'_{2H}} 100 = \frac{U_1 - U'_2}{U_1} 100;$$

$$\Delta U \approx \beta (U_a \cos \varphi_2 + U_p \sin \varphi_2).$$

6.9. Үшфазалы трансформаторлар

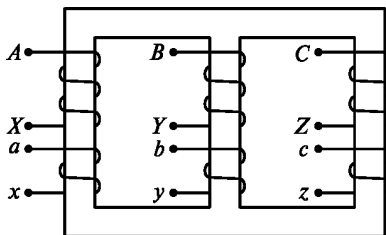
Үш фазалы трансформатордың үш штангасында бір фазаға жататын екі орамал (бастапқы және екінші) орналастырылған (6.11-сурет).

Бастапқы орамалардың басы A, B, C үлкен әріптерімен белгіленеді, ал ұштар X, Y, Z ; қайталама орамалардың басы a, b, c кіші әріптерімен белгіленеді — x, y, z .

Үш фазалы трансформатордың әрбір фазасындағы физикалық процестер бір фазалық трансформатордағы физикалық процестерден еш айырмашылығы жоқ, сондықтан бір фазалы трансформатордың векторлық диаграммасы үш фазалы трансформатордың фазалық диаграммасы ретінде қарастырылуы мүмкін.

Үшфазалы трансформаторлардың орамасын жұлдыз немесе үшбұрыш арқылы жалғауға болады. Мұндай қосылулар шартты түрде X және D символдарымен белгіленеді. Егер жұлдызбен байланысқан орамал бейтарап нүкте шығарылса, жұлдызша символына төменгі индекс 0 ($A \llcorner$) қосылады. Трансформатор орамдарының қосылу сызбасының тағайындалуы фракция түріне ие, оның номері бастапқы ораманы қосу тәсілі көрсетілген, ал екінші жағынан - екіншісі. Мысалы, $A0 / D$ белгісі бастапқы ораманың бейтарап терминалы бар Венаға қосылғанын және екінші орама – үшбұрышпен белгіленеді.

Орамасының қосылыстар топқа бөлу жасалған трансформаторлар бастапқы және қайталама орамасының желісі кернеу бірдей векторлар арасындағы шартты фаза бұрышын анықтау үшін. бастапқы және қайталама орамасының желісі кернеу үш фазалы трансформатор байланыс тобы позиция векторларын көрсету үшін сағат қолына лауазымына салыстырғанда болып табылады. сағат қолмен, топтық санын анықтайды, ол лауазымына - бұл номері 12, және векторлық желісі кернеу орта жағында тұр кезде бастапқы орамасының кернеу векторы желісі минуттық бағытпен үйлеседі (1, 2, 3, 12).



6.11-сурет. Үшфазалы трансформатор орамасының орналасуы

Жұлдыз және дельта байланысының сұлбалары сызықтық кернеулердің фазалық жылжуы бар 12 әртүрлі топтарға ие болуы мүмкін, әр 30° -дан 0-ден 330° -ке дейін. Қосылыстардың алуан түрлі топтары жұмыс істеуге ыңғайлы емес, сондықтан мемлекеттік стандарт түрлі сызбалар мен қосылыстар топтарының санын шектейді: $X/A0 - 0$ (ең көп таралған қосылыстар); $X/D - 11$; $X0/D - 11$.

Сандар 0 және 11 трансформаторлардың орамасының қосылыстар тобын білдіреді, олардың фазалық жылжуы тиісінше 0 және 330° .

X/X қосылған кезде үш фазалы трансформатордың трансформаторлық коэффициенті сызықтық кернеулердің қатынасы ретінде есептеледі, егер X/D фазалық кернеулер арақатынасы ретінде қосылған жағдайда.

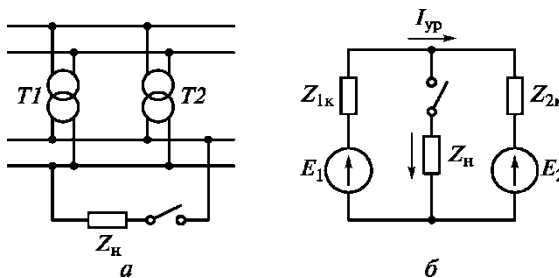
6.10. Трансформаторлардың параллель жұмыстары

Қосалқы станциялардағы электр энергиясын бөлу жүйесінің неғұрлым үнемді және сенімді жұмыс істеуін қамтамасыз ету үшін күштік трансформаторларды қанша орналастырыңыз. Егер бір трансформатор сәтсіз болса, қалғандар тұтынушылардың жүктемесін алып жүреді. Жүктеме азайған кезде, кейбір трансформаторлар ажыратылады, сондықтан басқалары рейтингіге жақын режимде жұмыс істейді және ең жоғары тиімділікпен жұмыс жасайды. Параллель жұмыс барысында түрлі трансформаторлардың бірдей терминалдары желінің бір фазасына қосылады.

Трансформаторлардың параллельді жұмыс істеуі үшін үйлесімділік шарттары, оларды қосудың тізбегін пайдаланып, біртұтас $T1$ және $T2$ трансформаторлары мысалында (6.12, а) және эквиваленттік тізбекті (6.12, б-сурет).

$E_1 \neq E_2$ жағдайында, тізбекте теңестіруші ток болады жүктеме болмаған жағдайда да орын алады.

$$I_{yp} = \frac{E_1 - E_2}{Z_{1к} + Z_{2к}}$$



6.12-сурет. Екі параллель қосылған трансформаторлардың қосылу сызбасы (а) және эквивалентті сызбасы (б)

Жалпыға белгілі Ом заңына сәйкес, жалғанған жүктеме бойынша

$$I_1 = \frac{E_1 - U_H}{Z_{1к}}, \quad I_2 = \frac{E_2 - U_H}{Z_{2к}}.$$

При $E_1 = E_2$: $\frac{I_1}{I_2} = \frac{Z_{2к}}{Z_{1к}}$, но $Z_{1к} = \frac{U_{1к} U_H^2}{S_{1н} \cdot 100}$ и $Z_{2к} = \frac{U_{2к} U_H^2}{S_{2н} \cdot 100}$.

демек, $\frac{I_1}{I_2} = \frac{U_{2к} S_{1н}}{U_{1к} S_{2н}}$.

Егер үшфазалы трансформаторлардағы номиналды қуат тең болса ($E_{1н} = su$, олардың жүктемелік токтар қысқа тұйықталу кернеуіне кері пропорционалды болады). Сондықтан T1 және T2 трансформаторлары арасындағы жүктемені дұрыс бөлу үшін;

Трансформацияланудың біркелкі коэффициенті (ауытқу көрсеткіші $\pm 0,5\%$ аспайды);

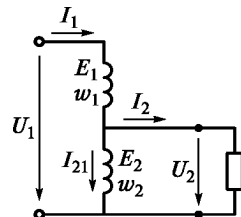
Қысқа тұйықталу кернеуінің теңдігі (ауытқу көрсеткіші $\pm 10\%$ аспайды);

Қосылыстардың біркелкі топтары.

6.11. Автотрансформаторлар

Екі жақты күштік трансформаторлардан айырмашылығы, автотрансформаторлардың жоғары және төмен кернеулер үшін бір орамасы бар. Бұл жағдайда төмен кернеу орамасы жоғары вольтты орамның бір бөлігі болып табылады. Сондықтан орамалардың магнит байланысы ғана емес, сондай-ақ гальваникалық қосылымы бар, сондықтан да энергия екі жолмен - гальваникалық байланысы арқылы және магниттік байланыстың көмегімен беріледі. Бір фазалы төмендету автотрансформаторының сызбасы 6.13-суретте келтірілген.

U1 жоғары кернеуі W1 бұрылыстарымен орамаға қосылған. Бұл орамның бір бөлігі (w2 бұрылысы) төмен кернеу орамасы болып табылады. Ашық қайталама ораммен / 1x тең айнымалы ток орнатылады. Бұл ток электромагниттік индукция заңына сәйкес автотрансформатордың бастапқы және қайталама орамасындағы ЭМҚ-ды индуцирует магнит қозғалтқыш күші (МД) $\Pi x w1$ ($E = 4.44 \phi$). Сонымен қатар, автотрансформаторды түрлендіру коэффициенті $n = E1 / E2 = w1 / w2 \ll 2 // i$, яғни, кәдімгі трансформатордың трансформаторлық қатынасына тең.



6.13-сурет. Бірфазалы төмендетуші автотрансформатордың сызбасы

Жүктемеге қосқанда ағымдағы, I2 MDS жасайды орта тұйықталу, ағындарын қамтамасыз ететін I1 - өзегі магнит ағыны $wI_2I_1 = (W_1/W_2)$ мәніне айналады. Сондықтан $I_2I_1 = (1 - n) I_1$. Осы өрнектен көріп отырғанымыздай, автотрансформаторлар әдетте трансформация коэффициенті $1 < \text{бар } N < 3$, өйткені, орамалардың ортақ бөлігінде ағымдағы әлдеқайда аз болып табылады. Сондықтан автотрансформаторлардың өндірісінде ферромагниттік металл, және сымдар аз алады.

Автотрансформаторы қуатты электр қозғалтқыштарын және кернеу реттеу бастау үшін электр энергиясын электр беру құрылғылары ретінде қолданылады. төмен санатқа - қауіпсіздік астында трансформаторлар бастапқы кернеу жоғары кернеу санатына жатады, және орта онда, пайдаланылуы мүмкін емес. демек Энергия екі орамасының трансформаторлар кем автотрансформаторлардың шығындар, және жоғары тиімділігі автотрансформаторлар бар.

6.12. Өлшеу трансформаторлары

Өлшеуіш трансформаторлар жоғары кернеулі желілерде өлшеу үшін, қауіпті кернеулерден және ағымдардан қызметкерлерді қорғауға және стандартты құрылғылардың өлшемдерін ұзарту үшін қолданылады. Өлшеуіш трансформаторлардың екі түрі бар: кернеу трансформаторлары (VTs) және ток трансформаторлары (KT).

Кернеу трансформаторлары вольтметрлерді, электр энергиясын есептегіштерді, түрлі релелерді және басқа құрылғыларды қосу үшін қолданылады. Кернеу трансформаторлары қайталама ораманың бастапқы ораманың кез-келген номиналды кернеуінде 100 В номиналды кернеуге ие болатындай етіп жасалады. Вольтметрдің көрсеткіштері трансформация коэффициентімен көбейтіледі немесе өлшенген кернеу үшін құрал калибрленеді. Кернеу трансформаторлары жақын жұмыс істейтін режимде жұмыс істейді және дәлдік дәрежесі 0,5; 1.0; 3.0 межесінде болады.

Ағымдағы трансформаторлар өлшеу токтарының электр энергиясын метр, қосқыштар және басқа құрылғылардың түрлі түрлерін қосу үшін пайдаланылады. Бастапқы амперметр жүктеме және орта орамасының бұрылыстар бар сериясы ағымдағы орамасының трансформатор. қайталама орамасының номиналды ток алғашқы орамасының кез келген номиналды тогы 5 А мәні бар. ішкі кедергісі амперметр кішкентай болғандықтан, ағымдағы трансформатор қысқа тұйықталу жақын режимде жұмыс істейді. қалыпты пайдалану айырмашылық MDS орамалардың $(I_1w_1 - I_2w_2)$ тең ағымдағы трансформаторлық магнитодвижущей күші, және күрт екінші орамасының MDS артады ашылғаннан кейін, шығындар арттыру, трансформаторлық қызып және, сонымен қатар, бірнеше жүз вольт дейін қауіпті кернеулер бар. Сондықтан ток

трансформаторының қайталама орамы ашық калуы мүмкін емес.

Ток трансформаторларында дәлдік класы 0,2; 0,5; 1,0; 3,0; 10,0 мәндерін құрайды.

Бақылау сұрақтары

1. Трансформатордың құрылысын сипаттаңыз.
2. Трансформатор принципі қандай заңға негізделген?
3. Трансформатордың қайталама орамасының ЭҚК қандай параметрлерге байланысты жасақталған?
4. Жалаң жүріс кезінде трансформатордағы энергия шығындарының көздері.
5. Трансформатордың жалаң жүріс жағдайындағы алмастырғыш контуры дегеніміз не?
6. Ток трансформатордың магниттік сызбасында трансформатор жүктемесіне байланысты бастапқы токарлық ток пен магнит ағыны қалай анықталады?
7. Бірінші ораманың қайталама орамасының параметрлері қандай?
8. Қысқартылған ток, кернеу, ЭҚК және қарсылықты қалай есептейсіз?
9. Трансформаторды ауыстыру тізбегінің параметрлері қалай анықталады?
10. Жоғарыдағы трансформатордың векторлық сызбасын құрастырыңыз және түсіндіріңіз.
11. Қандай токтар мен кернеулерде бос және қысқа тұйықталудың эксперименттері орын алады?
12. Жүрекше мен трансформатор орамдарының қуаты қалай жоғалады?
13. Трансформатордың қайталама орамасының кернеуі неғұрлым жоғары жүктеме токпен төмендейді?
14. Трансформатордың сыртқы сипаттамасы қандай?
15. Трансформатордың тиімділігі қалай анықталды және бұл нені білдіреді?
16. Трансформатор қандай жүктемені ең жоғары тиімділікке және осы жүктемені қалай анықтауға болады?
17. Үш фазалы трансформатор қалай ұйымдастырылған?
18. Үш фазалы трансформаторларға қосылу әдістерін және байланыс топтарын қалай қабылдайды?
19. Автотрансформатордың екі орамдық трансформатормен салыстырғанда артықшылығы қандай?
20. Трансформаторлық өлшемдердің мақсаты қандай?

Реферат тақырыптары

1. Жүктелген трансформатор. Жұмыстарды талдау, ауыстыру тізбегі, параметрлерді өлшеу.
2. Трансформатордың бос жұмыс режимінде параметрлерін эксперименттік анықтау.

7 Т А Р А У ЭЛЕКТР МАШИНАЛАРЫ

7.1. Мақсаты және жіктелуі

Электр машиналары желінің электр энергиясы электр қозғалтқыш білігінің айналу механикалық энергиясына айналатын құрылғылар болып табылады. Электр машиналарының тағы бір түрі – генераторлар – механикалық энергияны (турбиналар, дизельді қозғалтқыштар, желдер және т.б.) электр энергиясына айналдырады, ол электр торабына кіреді немесе учаскеде тұтынылады.

Электр машиналары сонымен қатар арнайы мақсаттарда (түрлендіргіштер, күшейткіштер, компенсаторлар және т.б.) пайдаланылатын айналмалы білікпен жабдықтарды қамтиды.

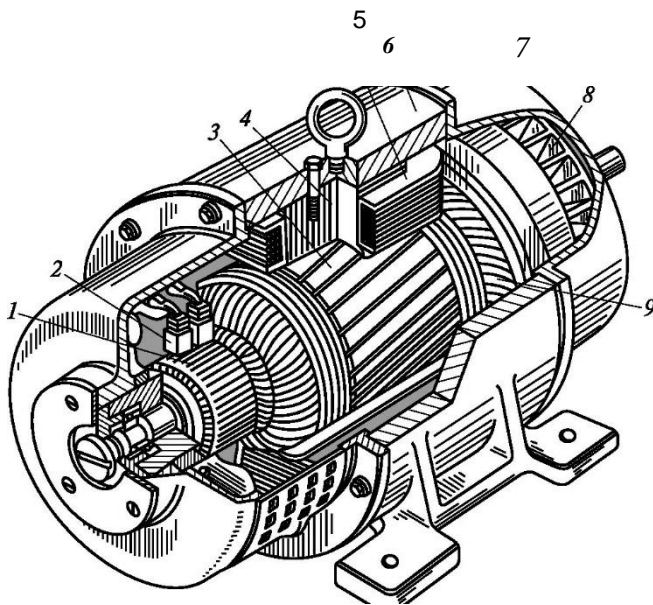
Электр машиналарының жұмыс істеуі осы машинамен тұтынылған немесе өндірілген электр тогының түріне байланысты.

Электр машиналары электрлік машиналарға, DC және AC-ға бөлінеді. Өз кезегінде, электр аппараттарының машиналары бір фазалы және үш фазалық, синхронды және асинхронды болып бөлінеді. Электр машиналарының жоғарыда аталған классификациясы генераторлар мен қозғалтқыштарға да қолданылады.

7.2. Электр машиналарының құрылысы және қайтарымдылық қасиеттері

Кез-келген электр машинасында, DC және AC, стаатор деп аталатын қозғалмайтын бөлікті және ротордың қозғалатын бөлігін таңдай аласыз. 7.1-суретте тұрақты ток құрылғысы көрсетілген. Статор мен ротор арнайы магнитті болаттан жасалған, ротордың барлық пластиналардан алынатын машиналар үшін, ал статор тек қана айнымалы ток машиналары үшін пластина түрінде жасалады. Электр роторлары статор мен роторда жарылып, электр тогы ағып кетеді. Айналмалы шығындарды азайту үшін ротор білігіне тіректерге бекітіледі. Арнайы қосылыстардың көмегімен механикалық құрылғыға қосылады.

Дизайн бойынша генератор мен қозғалтқыш бір-бірінен аздап ерекшеленеді. Электр машиналары қайтарымдылық сипатқа ие,



7.1-сурет. Тұрақты ток машинасының құрылысы:

1 — коллектор; 2 — щетка; 3 — якорь жүрекшесі; 4 — негізгі полюс жүрекшесі; 5 — полюстік катушка; 6 — статор; 7 — подшипникті қалқан; 8 — желдеткіш; 9 —

якорь орамасы
яғни, белгілі бір машина генератор ретінде де, қозғалтқыш ретінде де жұмыс істей алады. Бұл дегеніміз, кез-келген қозғалтқышты генератор ретінде қолдануға болады. Әдетте машиналар қозғалтқыш ретінде немесе генератор ретінде пайдаланылады. Реверсменттің қасиеті қозғалтқыш жұмыс істеп тұрған кезде генераторлық режимге өтуі мүмкін, керісінше, генератор қозғалыс режимінде жұмыс істей бастайды.

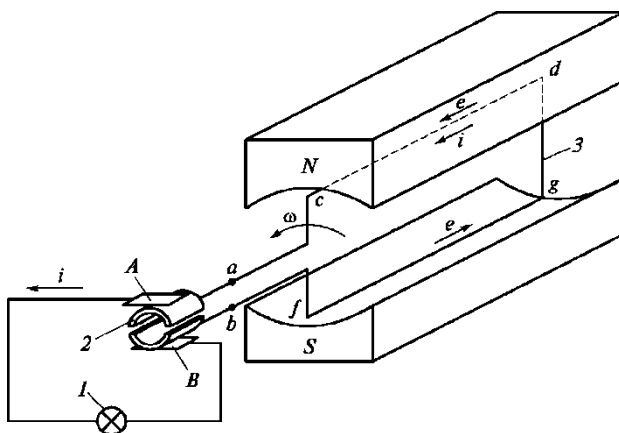
Қозғалтқышта да, генераторлық режимде де, мысалы, стартер генераторларында қолданылатын машиналар қатары да бар.

7.3. Тұрақты ток генераторлары

Тұрақты ток генераторының мақсаты және жұмыс қағидасы.

Тұрақты ток генераторлары тұрақты ток негізінде электр қуатын өндіруге арналған. Олар автономды қуат көздері, дәнекерлеуші генераторлар, машина жасауда, металлургияда, автоматтандыру жүйелерінде қолданылатын ток қозғалтқыштарын жеткізу үшін қолданылады.

Генератордың принципі магнит өрісінде айналатын рамкадағы ЭҚК пайда болуына негізделген (7.2-сурет). *a*



7.2-сурет. Тұрақты ток генераторының жұмыс істеу қағидасы:

1 — шам; 2 — коллектор; 3 — жиектеме; A, B — щеткалар

және *b* қысқыштарын жиектемеде 3 кесілген мыстан жасалған саиналы (коллектор) түрінде қысып көрейік, олар бойынша A және B щеткалары сырғанайды. Рама мен сақина қозғалмайтын сақинаны магнит өрісінің магнит өрісінде N және S полюстерімен айналдыра алатын регламенттерге бекітілген қатаң механикалық жүйені қалыптастырады делік. Мысалы, егер бұрыштық жиілігі бар ω қимасы -d және f-g өткізгіштерде айналса, ЭҚК индукциясы *E*. ЭҚК бағыты оң қолмен белгіленуі мүмкін (3.1 бөлімін қараңыз). Ток беретін нүктенің өткізгіштеріндегі ток тізбегі (егер сызба жабық болса) ЭҚК бағытымен сәйкес келеді..

7.2-суретте келтірілген позицияда ағымдық ток *i* с-d өткізгіштің с нүктесінен с нүктесіне дейін ағылады. Рама 180 ° бұрылып, өткізгіш с-d өткізгіштің fg орналасу орнын алғаннан кейін, онда ағым бағытын өзгертеді және с-дан d бағытына ауысады.

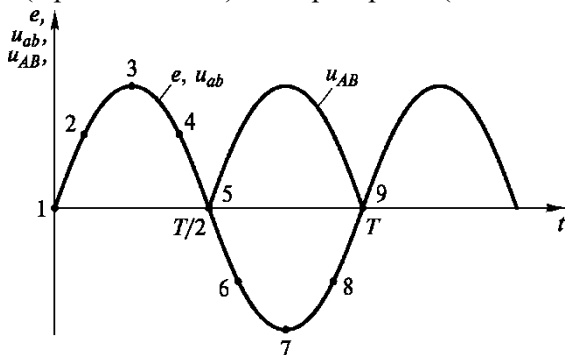
Жақтаудың электр қозғалтқыш күші синусоидальдық заңға байланысты өзгереді: $e = E_m \sin_{\text{tot}}$ (7.3-сурет), мұндағы E_m — ЭҚК амплитудасы.

Бұрыштық $\omega = \frac{2\pi}{60} n$, жиілік, мұндағы *n* — жиектеменің

айналу жиілігі, айн/мин.

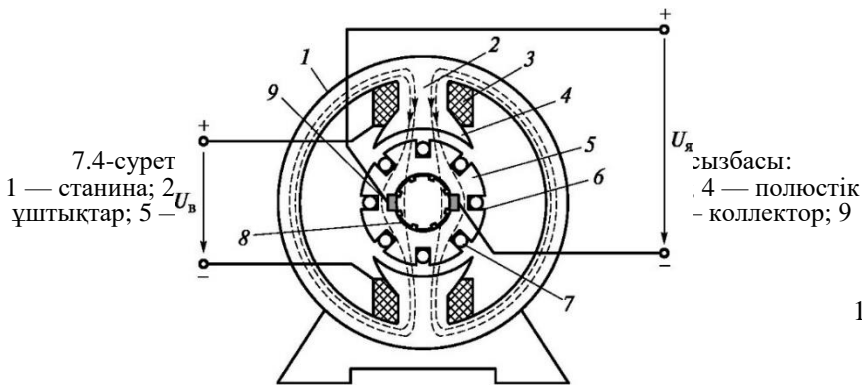
Uab жақтауының *a* және *b* терминалдарындағы кернеу синусоидалы болады. UAB щеткалары кернеуі түзетілген синусоидтың түріне ие болады (7.3-сурет). Осылайша, кесілген мыс сақинасы (коллектор) 3 синусоидальды токты түзейді (1-шам арқылы түзілген ток ағып шығады). Жинақтағы индукцияланған айнымалы токтың механикалық түзеткіші ролін атқарады.

Құрылғы. Тұрақты ток генераторының негізгі бөліктері стационарлы (тіркелген бөлік) және ротордың (жылжымалы бөлігі).



7.3-сурет. Генератор щеткаларындағы кернеу: 1, 2, 9 — қисықтағы нүктелер bl_{ab}

Статор 1 негізгі тіректердің ішкі жағына бекітілген 1-суретінен (7.4-сурет) тұрады, сериялық орамалардың әрқайсысының негізгі полюстері 3 орамасы орналастырылады. Қозғалыс орамасы бөлек ток көзіне немесе арматура орамасына параллель сипатта қосылған (бұл жағдайда генератор динамикалық құрылғы деп аталады). Магнит өрісінің ауаның айырмашылығында біркелкі таралуы үшін басты бағандарда кеңестер бар. 4. Рамка негізгі тіректермен және ұштармен бірге ферромагниттік материалдан жасалған. Қоздырғыш ораммен бірге индуктор деп аталатын жүйе қалыптастырады. Индуктор тұрақты магнит өрісін жасайды, оның күші негізгі полюстермен, ұштармен, анкермен және жақтаумен жабық.



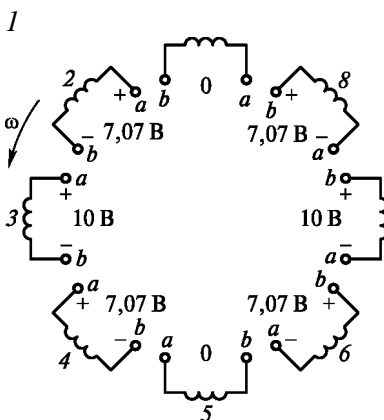
Әдеттегі станоктардың машина төсемі қатты материалдан жасалған, ал полюстар және әсіресе полюстен жасалған бұйымдар табақшадан жасалған (пластиналық қаптама түрінде).

Тұрақты ток машиналарының қозғалатын бөлігі - ротор - әдетте якорь деп аталады. Якорь 5 - цилиндр, магнитті болаттан жасалған парақтан құрастырылған. Цилиндрде 6 якорь бар, онда анкердің орамы салынған. 7.4 Якорь орамасы өткізгіштер ретінде көрсетіледі. Өткізгіштер бөлімдерде біріктірілген катушкалар құрайды. Әрбір бөлім коллекторы бір-бірінен оқшауланып, ротордың және мыс пластинадан жасалған цилиндр бөлігі болып табылады коллекторлық пластиналар коллектор 8 қосылған. Якорь бөліктерінің екі ұшын әр коллектор тақтасына қосылады. Бекітілген щеткалар көмегімен 9 айналмалы якорь орамасының электрлік контактісі жасалады. Іа жүктеме қосылған генератордың, (қозғалтқыштар, дәнекерлеушілер, магниттер, т.б.) шығу кернеуі ретінде қарастырылады.

Якорь айналуы кезінде оның орамасының өткізгіштері индуктивтілік магнит өрісінің жолдарын кесіп өтеді және осы өткізгіштерде индукцияның ЭҚК бар. Якорь қылшақтарындағы кернеу (шығу кернеуі) бөлімдерді құрайтын жеке өткізгіштердің ЭҚК мәндерінен тұрады.

Генераторлар мен тұрақты ток қозғалтқыштарының конструкциялары негізінен бірдей, бірақ генератордың роторы бөтен қозғалтқышпен (дизель, турбина, асинхронды қозғалтқыш және т.б.) айналу арқылы қозғалады және қозғалтқыштың роторы қоздыру токтарымен және тұтынылатын арматурада пайда болатын электромагниттік сәттің әсерінен желі арқылы айналады.

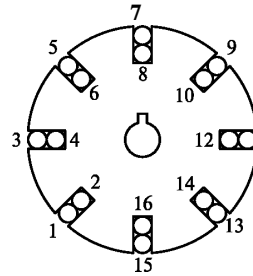
Якорь ЭҚК орамасының конструкциясы. Рама тұрақты магниттік өріске айналғанда (7.2-суретті қараңыз), ЭМӨ кадрлардағы индукция синусоидалық заңға сәйкес өзгереді: $e = E_m \sin \omega t$ (суретті қараңыз. Біз 1, 2, ..., 9, нүктелерінің қысқ сызығымен бір-бірінен $T / 8$ уақытқа ауысамыз. Графикте белгіленген әрбір нүкте кадрдың белгілі бір позициясына сәйкес келеді. Біз осы позицияларды қысқыштары бар катушкалардың позициялар түрінде сызбалық түрде ұсынамыз a, b , (7.5-сурет).



7.5-сурет. Якорь орамасының құрылысын беретін сызба:

1, 2, 8 — якорь айналған кездегі катушканың орналасуы; a, b — катушка қысқыштары

7.6-сурет. Якорьды орау өткізгіштері:
1, 2, ..., 16 — якорь саңылауларындағы
өткізгіштердің нөмірлері



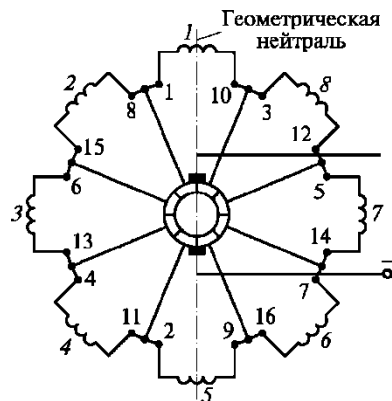
$$= 0 (I_1 = 0), \text{ в точке 2 — } e_2 = 10 \sin \frac{2\pi T}{8} = 7,07 \text{ В, в точке 3 —}$$

$$e_3 = 10 \sin \frac{2\pi 2T}{8} = 10 \text{ В и т.д.}$$

Түсіну оңай болу үшін мысал келтірейік, $E_m = 10$ В, мұндағы $e = 10 \sin \omega t$. ЭҚК лездік мәні 1 нүктесінде келесі өрнекке тең $e_1 = 10 \sin$ 7.5-суретте әрбір уақыт кезеңі үшін ЭҚК лездік мәндері көрсетілген (жиіктеменің әрбір орналасу жағдайы үшін).

Якорьдің сегіз саңылауы бар және екі өткізгіштің әр қаптамаға салынғанын (7.6-сурет) деп қарастырайық: тіпті өткізгіштер ішіндегі, тақ тегіс канавка бетінде. Бұл 16 өткізгіш сегіз катушка құрады, ол 7-суретте көрсетілгендей етіп орналастырылған. Барлық катушкалар жүйесі ω жиілігімен айналады. Барлық тізбектерді осы мәндер бойынша рет-ретімен байланыстырамыз: 1→10→3→12→5→14→7→16→9→2→11→4→13→6→15→8→1.

Нәтижесінде тұйықталған контурға қол жеткіземіз (7.7-сурет), онда ЭҚК алгебралық



7.7-сурет. Якорьлы ораманың қосылу сызбасы:
1, 2, ..., 8 — катушкалардың нөмірлері; 8 — 1, 10 — 3, ..., 6 — 15 — якорь өткізгіштерінің коллектормен қосылған жерлері

сомасы нөлге тең болады, яғни, $I_e = 0 + 7 + 10 + 7 + 0 - 7 - 10 - 7 = 0$. Себебі, $I_e = 0$, ондай жағдайда бұл контурдағы тоқ та нөлге тең болады. Біз білікке сегіз плитадан тұратын коллекторды салып, әр пластиналар катушкалар арасындағы көпірге қосылады (7.7-суретті қараңыз). Контурлық ЭҚК $I_e = 0$, сондықтан токтар әлі де болмайды. Коллектор бойымен сырғитын қылшықтар арқылы арматурамен электрлік байланыс жасалады.

Коллектордағы қалған екі стационарлық, қысқа тұйықталудағы екі іргелес пластинкалар, сондықтан қылшықтар ең кішкентай ЭҚК (геометриялық бейтарап мән бойынша) катушкаларға орналастырылады. Геометриялық бейтарап 1 және 5 катушкалар арқылы өтеді және негізгі тіректерге перпендикуляр.

ЭҚК индукцияланған бухталарда 1 және 5 әрқашан нөлге болады, сондықтан, токтар ауыстырып барынша азайтылған. Жоғарыда көрсетілген арматураның (1→10→3→12 және т.б. т.б.) өткізгіштерінің қосылу тізбегі циклдің орамасына сәйкес келеді. бір пайдалана DC машиналардың якорьлары және көп қабатты толқын орамасының цикл орамалардың қосымша ретінде пайдаланылады.

Магнит өрісін кесіп өтетін өткізгіштегі индукцияның электр қозғалтқыш күші (3.1-суретті қараңыз) $e = V_v$ формуласынан табуға болады, мұнда V - аралықта магнит өрісінің индукциясы; l - өткізгіштің ұзындығы; v - өткізгіштің жылдамдығы.

Тұрақты ток машиналары бос орынның әрбір нүктесінде V индукциясы бірдей болғандықтан дайындалады. Әдетте орташа индукция шамасы $V_p = \Phi / S$ аралығындағы табады, мұндағы Φ - қозғау орамасының аралықта пайда болған ағыны; S - бұл ағын ағып жатқан аймақ. Аудан шамамен полюстердің арасындағы якорь бетіне тең, яғни, мұндағы t — полюстік бөліс, $t = \frac{D}{2}$; D — якорь

$$S = l\tau = l \frac{\pi D}{2p},$$

диаметрі; p —

Полюстер жұбының саны.

Якорьдің желілік жылдамдығы

$$v = \Omega \frac{D}{2} = \frac{2\pi D}{60} n = \frac{\pi D}{60} n,$$

мұндағы Ω — якорьдың бұрыштық айналу жылдамдығы; n — якорьдің айналу жиілігі, мин⁻¹.

Щеткалар якорь орамасын екі бөлікке бөліп тұрады, олар щеткаларға қатысты бір-біріне параллель біріктірілген. Параллель орамалардың щеткаларға қатысты саны $2a$ мәнін білдіреді. Баулы орама үшін бұл мән әрқашан да p тең.

ЭҚК арналған формуланы қоя отырып, B_{cp} , v және M_j — якорь

$$E = B_{cp} l v N_j = \frac{p N_j}{a 60} n \Phi = C_e n \Phi,$$

орамасы сымдарының саны, якорь ЭҚК арналған мән $C_e = \frac{p N_j}{a \cdot 60}$.

мұндағы C_e — осы машинаға арналған тұрақты мән,

Осылайша, ЭҚК якорьдің айналу жиілігі мен магнит ағынына тәуелді болып табылады.

Генератордың электромагниттік сәті. Индуктивтіктің магнит өрісінде, арматураның айналуы кезінде электромагниттік күш ток өткізгішке әсер етеді $F = BIl$, мұндағы B — саңылаудағы индукция; l — өткізгіштің ұзындығы.

Барлығы арматуралық орамда N -өткізгіштер бар, олар секцияда серияларға қосылады. Шөткелерге қатысты бөліктер параллельді түрде қосылады және $2a$ параллель тармақтарды қамтиды. Демек, өткізгіштегі ток $I = \frac{F}{2a}$, мұндағы I_a — якорь тоғы. Якорьға әсер етуші электромагниттік күш N мәнінен, $F = Bl$ — N_a өткізгіштерінен тұрады.

Якорьға әсер ететін электромагнитті сәт $M_{эм}$, күшпен F және $M_{эм} = F \cdot D$ — мәнімен байланысты, мұндағы D — якорьдің диаметрі.

Электромагнитті сәтке арналған соңғы мән келесідегідей

$$M_{эм} = B_{ср} l \frac{I_a}{2a} N_a \frac{D}{2} = \frac{N_a p}{2\pi a} \Phi I_a = C_M \Phi I_a,$$

сипатқа ие

мұндағы C_M — көрсетілген генератор үшін тұрақты коэффициент.

Тұрақты ток генераторының электромагниттік моменті индуктордың магнит ағынына және арматура тоғына байланысты. Егер Φ ағыны тұрақты болса (қозғау ток тұрақты), онда уақыт тек арматура тоқына байланысты болады: $M_{эм} = C_M \Phi I_a = k_M I_a$, мұндағы k_M — генератор тұрақтысы.

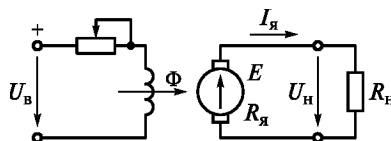
Тік генератордың теңдеуі. Генератордың қозғаушы орамасы, индуктивтикалық Φ ағынын құрастыруға қызмет етеді, кернеудің тұрақты ток көзіне қосылады (7.4 суретті қараңыз). Генератордың роторы (арматура) сыртқы (сыртқы) құрылғы (дизель, бу, гидравликалық қозғалтқыш және т.б.) арқылы айналады. Арматура орамасында индукция $E = C_E \Phi n$ -дің ЭҚК индуцирленген болады. Генератордың баламалы тізбесі 7.8-суретте көрсетілген. I_a жүктемесінің арматурасы орамаға қосылған кезде, онда ток I_a ағып

$$I_a = \frac{E - U_H}{R_a} = \frac{C_E \Phi n}{R_a},$$

өтеді. Генератордың шығуындағы кернеу $u_H = E - I_a R_a$, ал ток

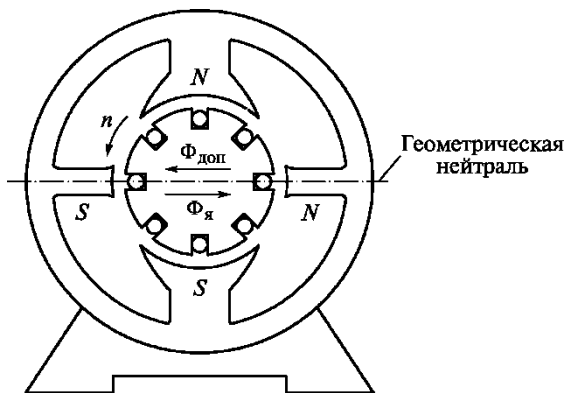
мұндағы R_a — якорь орамасының кедергісі.

Якорьдің реакциясын және коллектордағы коммутацияны жақсарту жолдары.



7.8-сурет. Тұрақты ток генераторының эквивалентті сызбасы

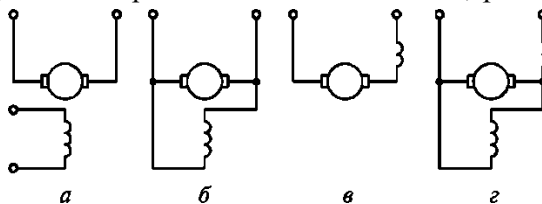
Қоздырғыш токпен шығарылатын индуктордың магниттік ағыны I_B ,



7.9-сурет. Якорь ағыны және қосымша полюстердің бағыты
Геометрическая нейтраль – Геометриялық бейтарап

якорьді солтүстік полюстен N оңтүстікке қарай жарып өтіп, бұрады (7.4 суретті қараңыз). Күш тармақтарының бұл секілді тарауы якорьда ток болмаған жағдайда (якорь тізбегі ашық болғанша) орын алады. L_n жүктемесінің якорь тізбегіне қосқан кезде арматура I_a пайда болады, бұл якорь мәнінің P_i жаңа магниттік ағыны жасайды. Ағынның бағыты $\Phi_{я}$ геометриялық бейтараппен бірдей болады (7.9-сурет). Магниттік ағыны индуктивтілендірілген магнит өрісін бұзады, нәтижесінде $\Phi_{я}$ геометриялық бейтарап қозғалыстардың орналасуы. Щеткалардың орналасуы оңтайлы емес сипатта болады, сондай-ақ коллектордың ұшқындауы орын алады.

Коллектордағы коммутация жағдайын жақсарту үшін стационарлы магниттік жүйеге арматура орамасы бар қатарластырылған орамасы бар қосымша магниттік полюстар қосылады (7.9-суретті қараңыз). Қосымша полюстің орамдары бойымен ағып жатқан арматура ағымы $\Phi_{кос}$ қарама-қарсы бағытталған Феникс ағыны жасайды. Қосымша полюстердің ағыны $\Phi_{кос}$ ағынының орнын толтырады, соның салдарынан $\Phi_{я}$ машинаның геометриялық бейтараптығы $\Phi_{я}$ өзгеріссіз қалады, демек, ауысу жағдайлары қолайлы болып қалады, ұшқын шамасы аз



7.10-сурет. Тәуелсіз (а), параллельді (б), дәйекті (в) және аралас (г) қозуды тікелей ток генераторларының электр сызбаларындағы белгілер

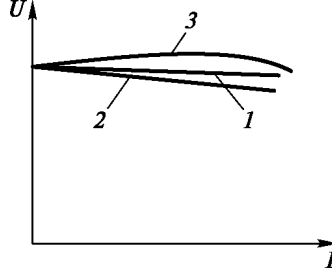
болады.

Тұрақты ток генераторларының түрлері және олардың сипаттамалары. Тұрақты ток генераторларының қасиеттері олардың қозғау әдісіне айтарлықтай тәуелді. Тәуелсіз, параллель, дәйекті және аралас қозу генераторларын бөліп көрсету (7.10-сурет) жағдайлары қарастырылады.

Әдеттегідей, тәуелсіз және параллельді қозғау машиналарының орамдары жұқа сымнан жасалған және көптеген бұрылыстардан тұрады. Бұл орамалардың үлкен индуктивтілігі бар, ол қуат өшірілген кезде ескерілуі керек.

Кездейсоқ қозғау машиналарының орамдары бұрылыс саны аз және үлкен көлденең қимасы бар сымнан жасалған. Мұндай орамалардың индуктивтілігі үлкен емес.

Тұрақты токтың генераторлары кернеудің U кернеуінің $U(I)$ жүктемесінің тоққа тәуелділігімен сипатталады. Бұл тәуелділік сыртқы сипат деп аталады. Бұл сипаттаманың нысаны қозғау әдісіне байланысты. 7.11-сурет әр түрлі қозғау әдістерімен генераторлардың сыртқы сипаттамаларын көрсетеді.

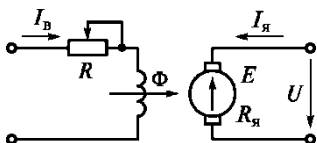


7.11-сурет. Тұрақты ток генераторларының сыртқы сипаттамалары: 1 — тәуелсіз қозғалыс; 2 — параллель; 3 — аралас

7.4. Тұрақты ток қозғалтқыштары

Қозғалтқыштардың құрылысы, әрекет ету қағидалары және теңдеулері. Тұрақты ток генераторларды жобалау ұқсас тұрақты ток генераторларының құрылымына ұқсас. Негізгі тіректермен және қоздыру орамасы бар статор индуктордың магнит өрісін құрады. Өріс орамасы тұрақты кернеу көзіне қосылады. анкерлік, сондай-ақ арқылы ағымдағы ағындары, желі қуат тұтыну катушкалар қамтиды. осылайша мотор ротордың айналады электромагниттік сәт, қалыптастыру, индуктивтілік, магнит ағынының ағымдағы өзара іс-қимыл арматура. Қозғалтқыштың электромагниттік сәті $M_{эм}$ генераторға ұқсас формуламен анықталады: $M_{эм} = C_M \Phi I_a$. Әрине, n қозғалтқыштағы $M_{эм}$ бағыты генератордың бағытына қарама-қарсы, өйткені ток I_a бағыттары кері бағытта өзгереді.

7.12-суретте тұрақты қозғалтқыштың тәуелсіз қозу қозғалтқышының баламалы тізбегі көрсетілген. ЭҚК индукциясының арматура орамасында. Қозғалтқыштың якорінің үшін ЭҚК генераторы сияқты бірдей формулаға ие:



7.12-сурет. Тәуелсіз қозғалыс қозғалтқышының эквивалентті сызбасы

Желідегі кернеу $U = E + R_a I_a$. Осы жерде. якорь тоғы

қозғалтқыштың айналу жиілігі $n = \frac{U - R_a I_a}{C_r \Phi}$.

Қозғалтқыш типтері. Тұрақты ток қозғалтқыштарындағы индукторлардың дизайны DC генераторларындағы индукторларды жобалауға ұқсас. Қозғау әдісімен қозғалтқыштар төрт түрге бөлінеді: тәуелсіз, параллель, дәйекті және аралас қозу. Қоздырғыш орамалар диаграммаларда генераторлардағыдай көрінеді (7.10 суретті қараңыз).

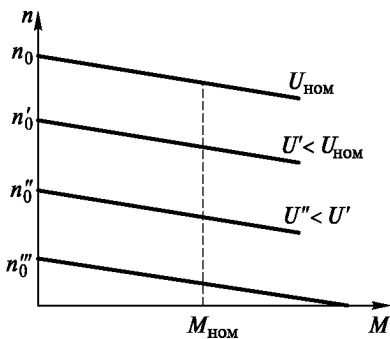
Тұрақты ток қозғалтқыштары қозғалыс әдісіне қарамастан, жоғарыда көрсетілген арматураның ЭҚК, электромагниттік қозғалтқыш моменті, арматура тоғы, қозғалтқыш білігінің жылдамдығы үшін берілген теңдеулермен сипатталады. Осы теңдеулер негізінде әртүрлі қоздыру қозғалтқыштарының сипаттамаларын талдауға болады.

Қозғалтқыштардың негізгі сипаттамалары. Тұрақты ток қозғалтқыштарының жұмыс режимдерін талдау үшін, білу керек: E-якорьдің ЭҚК; U кернеуі; арматура ток I n; электромагниттік сәт $M_{эм}$; якорьдің айналу жиілігі n. Барлық осы шамалар жоғарыда берілген теңдеулермен байланысты. Барлық формулалар сияқты, бұл теңдеулер идеалдандырылған, сондықтан тұрақты ток қозғалтқыштарының жұмысы әр түрлі сипаттамалармен талданады. Қозғалтқыштар үшін ең маңыздысы мыналар болып табылады:

Механикалық сипаттамасы $n = f(M)$, арматура айналу жиілігінің білікке арналған крутяне тәуелділігін білдіреді;

айнымалы жылдамдықтың тәуелділігін білдіретін өнімділік, M моменті, ток I n және тиімділігін n қозғалтқыш білігіне P_2 қатысын білдіреді.

7.13-сурет әртүрлі қуат көзінің кернеулеріндегі тәуелсіз қозғалтқыштың механикалық сипаттамасын көрсетеді. Бұл сипаттамалар қолданылатын кернеуге байланысты қатарлас сызықтар қатарына жатады. Электр қуатының кернеуін біртіндеп



7.13-сурет. Тәуелсіз қозғалыс қозғалтқышының механикалық сипаттамасы

өзгерту арқылы, қозғалтқыштың тәуелсіз қозғалтқышының жылдамдығын тегіс басқаруға болады. Бұл қозғалтқыш жылдамдықты басқарудың ең жақсы нұсқаларына ие, бірақ бұл реттелетін қуат көзін қажет етеді.

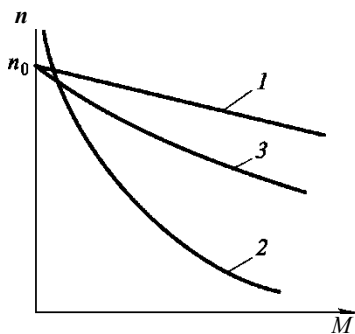
Параллельді қозғау қозғалтқышының механикалық сипаттамалары (7.14-сурет, қисық 1) тәуелсіз қозғау қозғалтқышы үшін бірдей, бірақ бұл біршама круче. Қозғалтқышта қозғалтқыштың төменгі жүктемелер кезінде қозғалысы ($M \wedge 0$) айналу жиілігі күрт артады және механикалық бөліктің бұзылуына әкелетін қозғалтқыштың «аралықты» мүмкін. Сондықтан мұндай режимдер алынып тасталуы керек.

Тұрақты ток қозғалтқыштарының өнімділік сипаттамалары қозғалтқыштың ең оңтайлы жұмыс аймақтарын таңдауға мүмкіндік береді. 7.15-суретте тәуелсіз қозғау қозғалтқышының жұмыс сипаттамаларын көрсетеді. Шамамен бірдей өнімділік параллель қозғау қозғалтқышы бар.

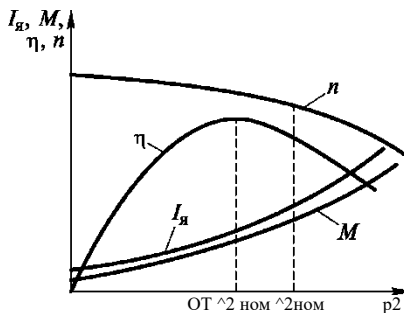
Өнімділікті талдай отырып, КПД максималды тиімділік көрсеткіші P_{2nom} номиналды қуатына емес, біршама аз екенін ескереміз.

Әдетте КПД максималды тиімділік көрсеткіші (0,65 ... 0,7) P_{2nom} белгіленеді. Бұл принцип электр қозғалтқыштарының барлық түрлеріне тән, оның ішінде айнымалы тоққа тән.

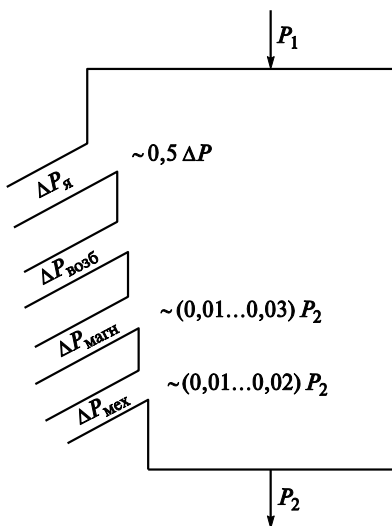
Аралас козу қозғалтқыштары бірқатар сериялы қозғалтқыштардың қасиеттеріне ие және параллель қозғау. $n(M)$ механикалық сипаттамалары жүйелі қоздыру қозғалтқыштарына ұқсас, бірақ қозғау қозғалтқыштары аралас қозғалтқыштармен жұмыс істей алады. Әдетте аралас және дәйекті қоздыру қозғалтқыштары көлікте пайдаланылады, өйткені оларда үлкен іске қосу моменті болады.



7.14-сурет. Параллель (1), реттік (2) және аралас (3) қозғалу қозғалтқыштарының механикалық сипаттамалары



7.15-сурет. Тәуелсіз қозғалу қозғалтқышының жұмыс сипаттамалары



Электр машиналарындағы шығындар. Тұрақты ток машиналары жұмыс істеп тұрған кезде, электр қуатының жоғалуы байқалады, бұл машинаның бөлшектерін жылытуға әкеледі. Параллельді қозғау қозғалтқышының қуат сызбасын пайдаланып шығынды бөлу процесін қарастырайық (7.16-сурет). Қозғалтқыш электр желісінен P_1 электр қуатын жұмсайды, ол P_2 қозғалтқыш білігіне механикалық қуатқа айналады. Қайта айырбастау барысында қуат шығыны пайда болады, олар жылуға түрленеді.

Қозғалыс қозғалтқыштарымен параллельде, якорьдағы жоғалту барлық шығындардың жартысын құрайды. Бұл ысыраптар арматура орамдары мен қосымша полюстердегі ток ағымымен, сондай-ақ қылқалам байланыстарымен байланысты. $\Delta P_{\text{возб}}$ жоғалуы қоздыру ағымында ток ағынының / ағынынан туындайды. Бұл шығындар әдетте $P_{\text{ном}}$ қозғалтқышының номиналды қуатының 0,5% -дан бірнеше пайызына дейін ауытқиды. $\Delta P_{\text{магн}}$ магниттік жоғалуы айналмалы арматура мен полюстердің магниттік тізбегінде орын алады. Олар (0,01 ... 0,03). Арматура мойынтіректерде және машинаның желдеткіш $P_{\text{ном}}$ жүйесінде айналғанда, $\Delta P_{\text{мех}}$ механикалық жоғалуы пайда болады, ол $P_{\text{ном}}$ (0.01.0.02) құралады. Жалпы шығындар $P_{\text{ном}}$ барлық шығындар сомасына тең және қозғалтқыштың КПД тиімділігіне тең.

$$\eta = \frac{P_1 - \Delta P}{P_1}$$

Әдетте DC машиналардың тиімділігі 0.8.0.96 құрайды, мұндағы кіші мәндер, әдетте төмен қуатты машиналар үшін, үлкен машиналардың тиімділігі жоғары.

Қозғалтқыштарды қосу және айналу жиілігін реттеу. Тұрақты ток қозғалтқыштарын іске қосқанда, олар әдетте екі негізгі талаптарды басшылыққа алады:

қозғалтқыштың іске қосу моменті жүктің кедергі сәтін еңсеру үшін жеткілікті болуы керек;

якорь орамасындағы ток рұқсат етілген мәннен аспауға тиіс (әдетте 2,5 $I_{\text{ном}}$).

Бұл талаптарды қозғалтқышты жай ғана қосу арқылы қамтамасыз етіңіз, сондықтан арнайы іске қосу әдістерін қолдануға болады. Егер қозғалтқышты қоссаңыз, мысалы, параллельді қоздыру, электр желісіне тікелей қосылса, онда бастапқы ток 20...25 есе асатын номиналды токпен асады, бұл апатқа әкеледі.

Тұрақты ток қозғалтқыштарының жылдамдығын қалай реттеуге болатынын түсіну үшін айналу жылдамдығына арналған таныс өрнекті қолданамыз

$$n = \frac{U - R_{я}I_{я}}{C_E \Phi}$$

Қозғалтқыштың айналу жылдамдығын реттеуге болады:

қозғалтқыштың U кернеуінің өзгеруі;

якорьдің қарсыласуының өзгеруі;

индуктивтіліктің ағыны қозғау тоқының көмегімен өзгеруі арқылы.

Бірінші және үшінші әдістер жиі n жылдамдығын реттеу үшін жиі пайдаланылады, ал екінші әдіс әдетте іске қосу кезінде қолданылады.

Кернеулердің номиналды қатары және қозғалтқыштардың айналу жиілігі.

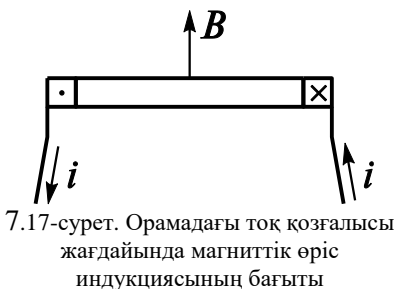
Өнеркәсіптік мақсаттағы токтың тұрақты ток қозғалтқыштары 110, 220, 340 және 440 В үшін жасалады. Кіші қозғалтқыштар үшін 60 В төменгі кернеуі пайдаланылады, үлкен қозғалтқыштар 600 немесе 930 В асқын кернеу үшін дайындалады..

Өнеркәсіптік қозғалтқыштардың айналмалы жиілігі келесі қатарды құрайды: 25, 50, 75, 100, 125, 150, 200, 300, 400, 500, 600, 750, 1000, 1500, 2000, 2200, 3000, 4000, 5000, 6000, 8000, 10000, 12000, 15 000, 18 000, 20000, 22000, 30000, 40000, 60000 об/мин.

Номиналды сипаттамалардан басқа қозғалтқышты таңдаған кезде жұмыс жағдайлары, бекіту әдісі, желдету шарттары және т.б. ескерілуі тиіс.

7.5. Асинхронды машиналар

Жалпы мәліметтер және қолданыс мақсаты. Асинхронды машиналар АС машиналары. Олар негізінен қозғалтқыш ретінде қолданылады. Асинхронды қозғалтқыштардың барлығы электр қозғалтқыштарының барлық паркін 80% құрайды. Құрылыстың қарапайымдылығына және жақсы жұмыс сипаттамаларына байланысты олар мұндай кең таралымды алды. Бұл қозғалтқыштар сенімді жұмыс істейді және минималды техникалық қызмет көрсетуді қажет етеді. Асинхронды қозғалтқыштардың бірнеше нұсқалары бар: үш фазалы, екі фазалы, бір фазалық және сызықтық. Олар асинхронды қозғалтқыштарды кең көлемде - бірнеше ватттан бірнеше мегаваттқа дейін шығарады.



7.17-сурет. Орамадағы ток қозғалысы жағдайында магниттік өріс индукциясының бағыты

Асинхронды қозғалтқыштардың негізгі мақсаты жылдамдықты бақылауға арнайы талаптар жоқ түрлі механикалық қондырғылардың жетегі болып табылады, онда іске қосу, тоқтату, тежеу және біліктің айналу бағытын өзгерту қажет.

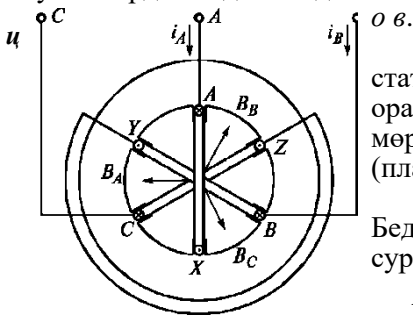
Егер бұл қозғалтқыштар жиілік түрлендіргіштері мен кернеу реттегіштерімен толықтырылса, онда олардың реттелетін қасиеттері бойынша олар тұрақты ток қозғалтқыштарына жақындайды.

Үшфазалық ораманың айналып тұратын магниттік өрісі. Белгілі болғандай, электр тогының ағымы магнит өрісін жасайды. Магнит өрісінің индукция бағыты оң бұранда (бұрғылау) ережесімен анықталуы мүмкін.

Егер ток i синусоидальдық заңға сәйкес өзгерсе, $i = I_m \sin \omega t$, онда индукция B индуцируется синусоидальном тәртіппен сақтай отырып, бағытта кеңістікте 7.17-суретте көрсетілгендей сипатқа ие болады.

Біз ғарышта бір-біріне 120° ауысып, үш фазалы тізбектің токтарымен салыстырған үш катушкаларды орналастырамыз. i_A, i_B, i_C (7.18-сурет). Бұл токтар әр катушкалардың магниттік өрістерінде индуктивтілікпен жасалады B_A, B_B, B_C . Катушкалар секілді, векторлар B_A, B_B, B_C кеңістікте 120° дейін қозғалған. Толық магнит өрісі барлық үш катушкалардың өрістерінің векторлық қосындысы болып табылады.

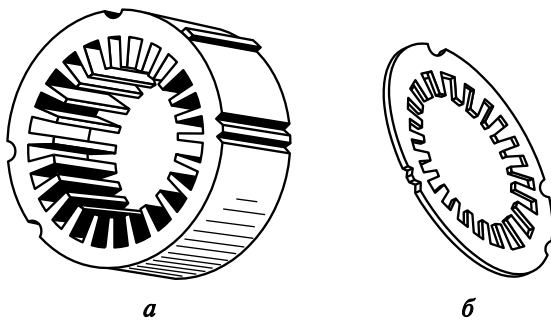
Алынған магнит өрісі B индукциясымен сипатталады, бұрыштық жылдамдықпен боялған ось айналасында жылжитын магнитудасына тең болады. Жылжымалы магнит өрісі катушкаларда пайда болады.



Индукциялық қозғалтқыштың статорлары (7.19-сурет, а) статор орамасының салынады. Статор мөрленген парақтардан (пластиналардан) жасалған.

Бедерленген парақтар (әдетте, 7.19 суретті қараңыз). Асинхронды

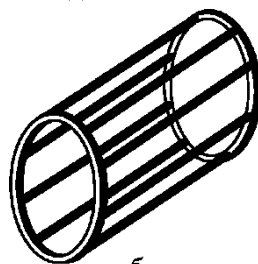
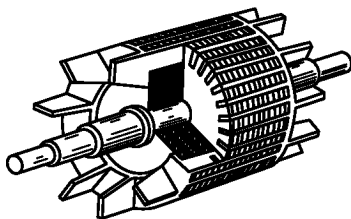
Асинхронды қозғалтқыштың қозғалыс қағидасы және құрылысы. Барлық қозғалтқыштар сияқты, индукциялық қозғалтқыш статордан және ротордан тұрады



қозғалтқыш жинағының статорлары (а) және статор тақтасының (б) қалыңдығы 0,5 мм) бір-бірінен лакпен оқшауланып, қапшықта жиналып, статор корпусын құрады.

Асинхронды қозғалтқыштың роторы (7.20-сурет, а) электрлі болаттан жасалған штампталған парақтардан дайындалады. Ротордың орамасы ротордың ойықтарына орналастырылған. Көп жағдайда ойықтарда металдың сақиналары арқылы екі жағынан қысқарады. Мұндай орамасы дөңгелектің дөңгелегі деп аталады (7.20, б-сурет), ал орамасы бар ротордың қысқа тұйықталған.

асинхрондық қозғалтқыш жұмыс қағидасы айналмалы магнит өрісі негізделген. Ротор кеңістікте орамасының үш фазалық статор айналмалы магнит өрісі жасайды. магнит өрісі ротордың магниттік жүйесін еніп, өз кезегінде, ротордың в I2 құйынды токтар жасайды индукция орамасының ротордың, ЭҚК тудырады. Бұл токтар статордың магнит өрісімен өзара әрекеттеседі, электромагниттік күш пайда болады және ротор айналады. Роторды айналдыру үшін, ротордың орамасында толқынды токтар индукциялануы қажет. Ротор жылдамдығы магнит өрісі айналу жиілігі аз болса, бұл мүмкін болады. Ротор және статордың магниттік өрісінің айналу жиілігі бірдей болғанда ротордың айналуы айнымалы магнит өрісіне ауысады, ал құйынды токтар түзілмейді.



а
7.20-сурет. Жинақтағы асинхронды қозғалтқыш роторы (а) және тін дөңғалағы (б)

Электромагниттік момент нөлге тең. Кедергі ағымдары пайда болу үшін ротордың айналу жылдамдығы өрістің айналу жиілігінен біршама аз болуы керек, яғни. Ротор мен даланың синхронды айналуы болмауы керек. Сондықтан қозғалтқыштар асинхронды деп аталады.

Фазалық роторы бар қозғалтқышта ротордың орамасы іске қосу үшін пайдаланылатын үш фазалы кедергіге қосылады. Болашақта бұл қарсылық қысқа тұйықталған. Ротор білігіне сауналар бар. Подшипник тірегі тіреуіш қалқандар болып табылады, олар статор корпусына бекітіледі. Бұл ротордың статор магнит өрісінде еркін айналуына мүмкіндік береді.

Ротордың сырғанауы және айналу жиілігі. Статорлы магнит өрісінің айналу жиілігі статор орамасының конструкциясына байланысты. үш фазалы статор әрбір фазасы қамтиды тек бір катушкалар болса, осындай машинада магниттік полюстер яғни, екі есе көп болады алты (электрлік катушкалар үшін екі полюс). Статор фазасы орамасының екі, үш, төрт немесе одан да көп катушкалар сериясы байланысты және басқа да фазалардың статор катушкалар отырып кезекпен орналасқан тұруы мүмкін. Бұл жағдайда полюстердің жалпы саны тиісінше 12, 18, 24 және т.б. болады. Әдетте үшфазалы машиналарда машиналарда полюстердің жалпы саны көрсетілмейді, бірақ фаза бойынша полюстердің саны p белгіленеді. Осылайша, 6-полюсті үшфазалы орамада $p = 1$, у 12-полюстік $p = 2$, у 18-полюстік $p = 3$.

Статордың магниттік өрісінің айналу жиілігі $n_1 = \frac{60f_1}{p}$, мұндағы

f_1

—статордың электр тоғының жиілігі. Өнеркәсіптік жиілік үшін $f = 50$ Гц өрістің максималды айналу жиілігі 3000 мин^{-1} $p = 1$ жағдайында болады. Ротордың жылдамдығы n_2 n_1 -ден аз болса, асинхронды қозғалтқыш білігінің айналу жылдамдығы 3000 мин^{-1} аспауы керек. Полярлық жұптардың жұп саны мен статор магнит өрісінің айналу жиілігі n_1 кезінде $f = 50$ Гц:

p	1	2	3	4	5	8	10
$n_1, \text{мин}^{-1}$	3000	1500	1000	750	600	375	300

Айналмалы жиіліктердегі айырмашылық $n = n_2$ сырғасы деп аталады. Әдетте, сырғытпа n_1 -ге қатысты және әріппен белгіленеді

$$s: S = \frac{n_1 - n_2}{n_1} \quad \text{Сырғанау асинхронды қозғалтқыштың өте маңызды}$$

сипаттамасы .

Магнит өрісінің және ротордың айналу жиілігінің айырмашылығына қосымша, сырғанау ротордың ЭҚК қозғалтқыштың айналу жылдамдығымен бастап, білікке күшпен байланысты.

Қозғалтқыштың жылдамдығы n_2 сырғу арқылы көрінеді: $n_2 = pD1 - S$). Әдетте сырғу жүктемемен ерекшеленеді. Номиналды жүктемеде әртүрлі қуаттылық машиналары 0,02-ден 0,05-ке дейін өзгереді. Номиналды режимдегі слиптің аз болғандықтан, n_2 қозғалтқышының айналу жиілігі өріс айналу жиілігіне тең болады n_1 .

1-мысал. Қозғалтқыштың жылдамдығы 975 мин^{-1} болса, индукция моторының полюстерінің жұп санын табыңыз.

Шешімі. Қозғалтқыш білігінің айналу жиілігі n_1 магнит өрісінің айналу жиілігінен сәл азырақ болғандықтан, n_1 -ден жоғарыдағы жоғары тәуелділікті пайдаланып, ең жақын айналу жиілігін анықтаймыз. Мұндай жиілік $n = 1000 \text{ мин}^{-1}$ болады, бұл $p = 3$ -ке сәйкес келеді.

2-мысал. $S = 1$ болатын индукциялық қозғалтқыштың жұмыс режимін анықтаңыз.

Шешімі. S формуласы бойынша $S = \frac{n_1 - n_2}{n_1} = 1$ табымыз, яғни

$n_2 = 0$. Бұл қозғалтқышты қосу режимі, оған сәйкес ротор қозғалыста емес.

Статор және ротор орамаларының ЭҚК. Статор орамасы үшфазалы тізбеге қосылған кезде ораманың фазасында индукциялық ЭҚК пайда болады.

$$e_1 = -\frac{\Delta\Psi}{\Delta t} \cdot \text{ЭҚК қолданыстағы индукциялық мәні}$$

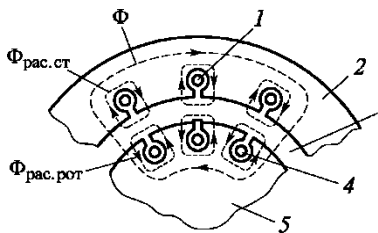
$E_1 = 4,44/f_1\Phi_{m1}k_1$, мұндағы f — желі тоғының жиілігі; w_1 — фаза орамалары тармақтарының саны; Φ_m — статордың магнит өрісінің амплитудасы; k — бірнеше пазада ораманың орналасуын есепке алатын орау коэффициенті.

Магнит ағыны қозғалтқыштың роторына енеді, ол n_2 жиілігінде айналады. Демек, роторға қатысты Φ ағынының айналу жиілігі айналмалы жиіліктегі айырмашылықпен анықталады $n_2 - p_2$, бұл ротор тоғының жиілігіне сәйкес келеді f_2 .

Жиілікті f_2 сырғанау арқылы да көрсетуге болады $f_2 = f_1 S$. Роторға келтірілетін ЭҚК, $E_2 = 4,44/w_2\Phi_{m2}k_2 = 4,44/1 \Phi_{m2}k_2$, мұндағы w_2 — ротордың бір фазасының тармақтарының саны; k_2 — ротордың орау коэффициенті.

Асинхронды қозғалтқыштағы магнит өрісі. асинхронды қозғалтқыштарды статор орамасының айналмалы магнит өрісін жасау үшін әзірленген. Суретте көрсетілгендей асинхронды машина магнит өрісінің үлгі. 7.21. Ротор мен статор магнит тізбектері арқылы шектелген жұмыс магнит ағынының F , ағымдар ағатын арқылы Ротор мен статор өткізгіштер айналасында ауа алшақтықты 3. еніп Ротор $\Phi_{\text{раст}}$ мен статор $\Phi_{\text{раст}}$ өткізгіштік магниттік ағыны қалыптасады. Бұл ағындары өткізгіштердің айналасында жабық және толық Ротор мен статор арасындағы әуе алшақтықты кесіп емес. моторлы баламалы

тізбегінде көрсетілген. Бұл ағынды индуктивті L_x және L_2 білдіреді.



7.21-сурет. Асинхронды машинаның магнит өрісі:

- 1 — статор орамасының өткізгіші;
 2 — статор; 3 — ауа саңылауы;
 4 — ротор орамасының өткізгіші; 5 — ротор

Индуктивтілік L_1 стационарлық $\Phi_{\text{рас.ст}}$ статикалық ағынына сәйкес келеді және статор орамасының индуктивтілігі деп аталады, ал L_2 ротордың шашырау магнит ағынына сәйкес келеді және ротордың орамасының индуктивтілігі деп аталады. Шашыратын ағындар орамалардың өткізгіштерінің айналасында ғана емес, сондай-ақ орамалардың алдыңғы (фронтал) бөліктерінде де қалыптасады.

Индуктивтілік кедергілеріне қосымша $X_1 = \omega L_1$ және $X_2 = \omega L_2$, сондай-ақ статор орамасының R_1 және R_2 ротор орамдарының белсенді кедергісі бар.

Статор және ротор тоқтары. Екінші Кирхгоф заңын стационарлық орамдағы R_1 қарсылығын және индуктивтілік L_p мәнін есепке алып жазып көруге болады:

$$U_i = -E_i + R_{i1} I_1 + jX_{i1} I_1$$

Қозғалтқыштың жұмыс режимінде, статор тогы номиналды мәнен аспаса, R_{i1} және X_{i1} терминдері ЭБ-мен салыстырғанда аз, сондықтан $U_1 \approx E_1$ жаза аламыз.

Асинхронды қозғалтқыш роторының орамасы әрдайым жабылады. Роторлы орамдағы E_2 орамасындағы ЭМФ ағымдық j_2 -ке кедергі келтіреді, ол R_2 кедергісі және индуктивтілік L_2 шектеледі. Ротор тізбегі үшін Кирхгоф екінші заңы қарастырылады:

$$E_2 = R_2 I_2 + jX_2 I_2$$

E_2 роторының эмфи ротордың жылдамдығымен байланысты, сондықтан E_2 әдетте E_2 -нің бұрылмалы (айналмалы емес) ротордың ЭМФ арқылы көрсетіледі, яғни, $E_2 = S E_2$.

Ротордың орамасының X_2 реакторы ротордың электр тогының жиілігіне байланысты және $X_2 = \omega L_2 = 2\pi f_2 N_2^2 L_2 = S r a_2 l L_2 = S X_2$ формуласы бойынша анықталады. Осылайша, ротор тізбегінің теңдеуі $S E_2 = R_2 I_2 + j S X_2 I_2$ формасына ие. Осыдан ротордың ток

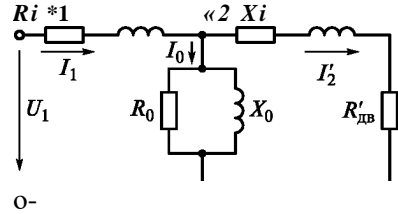
$$I_2 = \frac{S E_2}{\sqrt{R_2^2 + (S X_2)^2}}$$

модуліне арналған өрнек аламыз.

мұндағы E_2 және X_2 — Ротор тізбегіндегі f_2 электр тогының жиілігі жеткізу желісінің жиілігіне тең болған кезде, созылмалы роторды

сипаттайтын тұрақты мәндер, яғни, $f_2 = f_1$.

Асинхронды қозғалтқыштың эквивалентті сызбасы. Алдыңғы бөлімде статор мен ротор тізбектеріне өрнектер берілген болатын.



7.22-сурет. Асинхронды қозғалтқыштың эквивалентті сызбасы

Асинхронды машинаның магниттік ағыны іс жүзінде тұрақты болып қалады және жұмыс режиміне байланысты емес екенін ескере отырып, яғни

$\Phi = \text{const}$, ротордың орамасының U_1 үшін кернеуіне теңдеуді бере аламыз. Бұл жағдайда индукциялық қозғалтқыштың электрлік процестері баламалы тізбемен ұсынылуы мүмкін (7.22-сурет). Стационарлық тізбекте R_1 белсенді қарсылығын және статор орамасының шашырау X_1 реактивтілігін қамтиды, ол бойынша ток ағымы I_1 .

Ротор ротордың R_2 кедергісінің осы мәндерімен және ротордың тогы I_2 ағымының төмендеген реакциялық шашырау қарсыласуымен сипатталады. Қозғалтқыш білігіне механикалық жүктеме R_d сырғыма байланысты байланысты R_d кедергісі арқылы ұсынылады. Ротор тізбегіне статор орамдары мен ротордың трансформация коэффициенті әсер етеді (мән тұрақты және қозғалтқыш тақтайшасының деректерінен белгілі).

Ротор мен статор сызбаларына қосымша, баламалы сызба магнит тізбегінің параметрлерін қамтиды: R_m - магниттік тізбектегі шығындарды сипаттайтын қарсылық; X_m - бұл машинаның магнит ағынына сәйкес келетін қарсылық.

Баламалы тізбектің (R_b X_b R_2 және т.б.) параметрлерін білу, асинхронды қозғалтқышты қарапайым электр тізбегіне қарай азайтуға болады (7.22-суретті қараңыз).

Айналушы сәт. Электромагниттік күш F , статор магнит өрісінде жұмыс істейтін, индукция B , ұзындығы l ұзартқышы бар ротордың сымындағы ток i_2 , $F = Bli_2$ өрнегімен анықталады. Осы формуланың барлық компоненттері дереу мәндер үшін жазылған. Әр сәтте индукция және ток статор арқылы синусоидальды түрде бөлінеді. Әдетте бір кезеңде F орташа күші анықталады, содан кейін айналушы сәтте өтеді: $M_{\text{вр}} = F_{\text{ср}} \cdot d$, мұнда d - ротордың диаметрі.

Төменде келтірілген ойларды қолданған кезде, айналу сипатын кездейсоқ білдіруге болады. Станцияға қосылған статор орамасы айналмалы магнит өрісін жасайды, бұл магнит өрісі ротордың I_2 қарсыласуымен ағып жатқан ағымдық токтарға әсер етеді. Сызбаға сәйкес (7.22-суретті қараңыз), бұл қозғалтқыштың механикалық жүктемесінің электрлік эквиваленті болып табылады.

Ағыны кк төмендеген ротор тогының 12 кезінде қарсылық R бөлінген Power Азаттық, (12) сәйкес РВД = = 3R D беріледі. формула 3 коэффициенті үш кезеңнен сәйкес келеді, және Азаттық электр яғни, сондай-ақ, білік қуат P2, сонымен қатар DRmeh механикалық шығындар кіреді РДВ = P2 + DRmeh- R2nom (0,01 ... 0,02) құрайды механикалық залалдар, P2 алу жағдайын есепке ала отырып = 3Rdv РДВ = (4) P2 2 мұндағы - электр желісіне шыққан ротордың электр және айналмалы магнит өрісі жеткізіледі роторда формула бойынша анықталады механикалық қуат білігінің Rmeh: = Rmeh M2Q2 M2 - қозғалтқыш білігінің кезінде; Q2 - білігінің айналу бұрыштық жылдамдығы.

Механикалық және электр 3Rdv (/ 2) 2 = M2Q2 тең болуы тиіс. Осыдан табатын мәніміз:

$$M_2 = \frac{3R_{db}(I_2')^2}{\Omega_2}$$

Алынған формулада R db, I және Q2 үшін өрнектерді ауыстырудан кейін біз қозғалтқыш білігіне сәтсіз қарапайым формуланы аламыз:

$$M_2 = \frac{kE_1^2}{x_2} \frac{1}{\frac{R_2}{Sx_2} + \frac{Sx_2}{R_2}}$$

мұндағы k — машинаның кейбір жобалау параметрлерін, электр желісінің жиілігін ескеретін коэффициент. Формула индукция моторының механикалық сәті электр желісінің (U1 ~ E1) кернеуінің квадратына пропорционалды екенін көрсетеді. Осылайша, қоректендіру кернеуі 10% -ға азайған кезде индукция моторының білігінің механикалық моменті 20% -ға азаяды.

$$S_{крит} = \frac{R_2}{x_2} \text{ шектік сырғанау деп аталады. } X_2$$

Соңғы сырғанау мәні ең жоғарғы сәтке сәйкес келеді kE_1^2

двигателя $M_{max} = \frac{kE_1^2}{2x_2}$ Динамикалық қозғалтқыштар үшін

Dkrt - «0.1, Mmax» (2 ... 3). Егер білікке жүктеме механикалық сәті Mmax-ден көп болса, қозғалтқыш тоқтайды, одан кейін ол өшірілмеген жағдайда, үзіледі.

Мағынасы мен Mmax формуласын орнына келтіру сәтте қарапайым өрнек M2 аламыз.

$$M_2 = \frac{2M_{max}}{\frac{S}{S_{крит}} + \frac{S}{S_{крит}}}$$

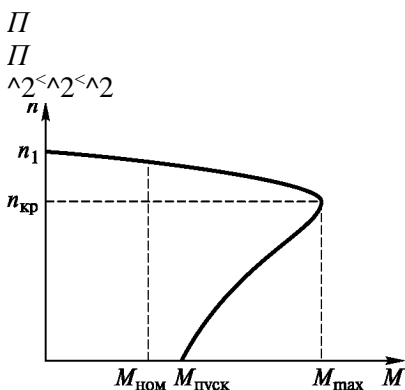
Алынған өрнек ротордың орамасының кедергісіне бастапқы сәттің тәуелділігін табуға мүмкіндік береді. Бастау режимінде $S = 1$. Соңғы формуланы krt үшін өрнекке түрлендіріп аламыз

$$M_{\text{пуск}} = \frac{2M_{\text{max}} R_2}{0,1^2 + 1 x_2} \approx \frac{2M_{\text{max}} R_2}{x_2}$$

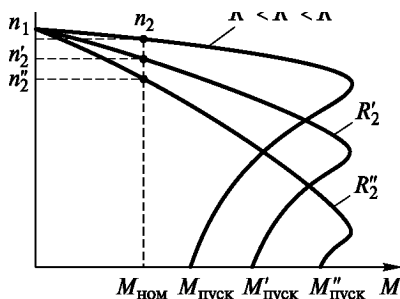
M_{max} және x_2 $U_1 = \text{const}$ кезінде өзгермегендіктен, іске қосу моменті ротордың орамасының кедергісіне байланысты. Қарсылық неғұрлым көп болса, соғұрлым бастапқы сәтте осы мәнге ие болады.

Механикалық сипаттамасы. Механикалық қозғалтқыштың айналу жиілігіне тәуелділігі $N = F(M_2)$ деп аталатын механикалық сипаттамасы. Тәуелділік $n = f(M_2)$ 7.23-суретте көрсетілген. Механикалық сипаттамасы 0-ден $M_{\text{ном}}$ дейін өзгертін жұмыс аймағында жеткілікті қатаң. $M_{\text{ном}}$ асатын уақыт мәндері үшін, механикалық тән круче, және M мәндер үшін $> M_{\text{max}}$ қозғалтқыш мотор, қатты қызып кету ағыны үлкен токтар, статор орамасының тоқтайды. Егер қозғалтқыш электр желісінен ажыратылмаса, бұл статор орамасының бұзылуына әкеледі. Белгіленген жүктемесі бар дәйекті асинхронды қозғалтқыштарда слип 0.02 ... 0,06 аралығында өзгереді. Әдетте, кішірек шектеу қуатты асинхронды қозғалтқыштарға сәйкес келеді.

Ротордың қарсылығын жоғарылату кезінде (ротордың фазалы роторымен қозғалтқышта ротордың қарсылығын раостатты қосу арқылы реттеуге болады), тәуелділік кедір-бұдыр (кемірек) болады (7.24-сурет). Ротордың қарсылықтары R_2 ұлғайған кезде, ротордың жылдамдығы төмендейді.



7.23-сурет Асинхронды қозғалтқыштың механикалық сипаттамасы.



7.24-сурет. Ротордың асинхронды қозғалтқышының механикалық сипаттамаға әсері

($n'' < n_2 < n_2$), ал жіберу сәті арта түседі ($M_{2\text{косу}} > M'_{2\text{косу}} > M_{2\text{косу}}$).

Энергетикалық қатынастар, пайдалы әрекет коэффициенті. Индукциялық қозғалтқыш үшфазалы электр желісінен тұтынылған электр энергиясын басқарылатын құрылғының механикалық айналмалы энергиясына түрлендіреді. Конверсия процесі энергия шығындарымен бірге жүреді. Асинхронды қозғалтқыштың энергия сызбасын пайдаланып қозғалтқыштағы шығындардың пайда болу үрдісін елестету ыңғайлы (7.25-сурет). Диаграмма қозғалтқыштың негізгі элементтерін көрсетеді, онда шығындар болады. Индекс 1 статордағы мәндерге, индекс 2 - роторға сәйкес келеді.

Желіден шығатын қуат кірісі, $P_1 = \sqrt{3} U_{\text{лн}} \cos \phi$. Статор орамасында электр тогы ағып жатқанда оның қызуы орын алады, бұл $\Delta P_{1\text{эл}}$ статорындағы электр шығындарымен сипатталады. Бұл шығындар $\Delta P_{1\text{эл}} = 3R_{1\text{л}} I_{1\text{л}}^2$ өрнекпен сипатталады. Статордағы электр шығындарынан басқа $\Delta P_{\text{марж}}$ магниттік жоғалуы бар, олар ядроның магнитті түрленуіне, гистерезге және тегіс ағымдарға байланысты пайда болады.

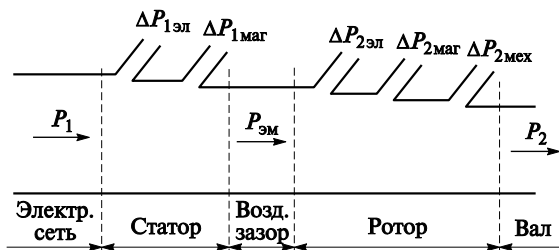
Статор мен ротордың арасындағы ауа ағынында орналасқан электромагниттік қуат $P_{\text{эм}}$.

Айналмалы магнит өрісі арқылы роторға енгізілген I_2 ағымдық токтар $\Delta P_{2\text{эл}}$ роторлы орамасындағы электр шығындарын тудырады. Статордағыдай, статорға қарағанда әлдеқайда аз $\Delta P_{2\text{маг}}$ магниттік жоғалуы бар. Ротор айналғанда айналмалы бөлшектерде механикалық ысыраптар пайда болады $\Delta P_{2\text{мех}}$.

Осылайша, қозғалтқыштың қуаты $P_2 = P_1 - \Delta P$ - ΔP қозғалтқышына өтеді, мұнда ΔP - қозғалтқыштағы жалпы шығындар, $\Delta P = \Delta P_{1\text{эл}} + \Delta P_{1\text{маг}} + \Delta P_{2\text{эл}} + \Delta P_{2\text{маг}} + \Delta P_{2\text{мех}}$. Асинхронды қозғалтқыштың пайдалы әрекет коэффициенті

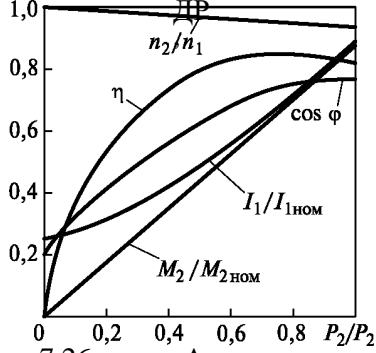
$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_1 - \Delta P}{P_1}, \text{ сериялық қозғалтқыштардың КПД}$$

0,75...0,95 құрайды. Ауқымдағы үлкен мән жоғары қуатты қозғалтқыштарға сәйкес келеді.



7.25-сурет. Асинхронды қозғалтқыштың энергетикалық диаграммасы

Жұмыс сипаттамалары
 Қозғалтқыштың жұмыс сипаттамалары n_2 электромагниттік моменті, $\cos \phi$ қуат коэффициентінің статор токі / және қозғалтқыштың n тиімділігінен P_2 білігінің қуатынан тәуелділігі болып табылады. U_1 желісінің кернеуі өзгермейді деп есептеледі. Өнімділіктің болжамды көрінісі 7.26-суретте көрсетілген. Әдетте, жұмыс сипаттамалары әртүрлі қуаттардың қозғалтқыштары үшін қолдануға мүмкіндік беретін салыстырмалы бірліктерде беріледі.



7.26-сурет. Асинхронды қозғалтқыштың жұмыс сипаттамалары

Орындаудан келесі қорытындылар жасалуы мүмкін: қуат коэффициенті $\cos \phi$ төмен жүктемелерде өте төмен, сондықтан индукция моторын жеңіл жүктелген режимдерде пайдалану ұсынылмайды;

қозғалтқыштың максималды тиімділігі (0,7 ... 0,8) P_2/n ; ротордың жылдамдығы жүктемені сызықтық түрде төмендетеді, ал электромагниттік сәтте, керісінше, сызықтық заңға сәйкес артады.

Асинхронды қозғалтқышты қосу. Асинхронды қозғалтқышты іске қосу кезінде ротор 1-ден S-ге дейін өзгеріп, нөлден n_2 -ге айналу жылдамдығынан тездетіледі. Қосу кезінде келесі шарттар орындалуы керек:

Қозғалтқыштың M_2 қозғалтқышының электромагниттік моменті жүктеме қарсыласу кезінен үлкен болуы тиіс, яғни. $M_2 > M_c$;

Статордағы іске қосу тетігі мүмкіндігінше шектелуі керек. Қозғалтқышты іске қосудың әртүрлі жолдарын анықтайтын осы екі шарт белгіленеді.

Егер жұмыс істемейтін ток елемей қалса, онда статордағы ток 11

$$I_1 \approx \frac{U_1}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R'_2}{S}\right) + (x_1 + x'_2)^2}}$$

баламалы тізбектен табылуы мүмкін (7.22-суретті қараңыз):

Қозғалтқышты іске қосу кезінде $S = 1$, және басынан $S = 0,02, 0,06$ кейін, содан кейін бастапқы басында ағымдағы бастау соңында ағымдағы қарағанда айтарлықтай жоғары болады. Стандартты қозғалтқыштарда бастапқы ток 5,7 есе асатын номиналды ток асады. Бұл іске қосқан кезде мотор қосылған

электр желісі қосымша қуатқа ие болуға тиіс. Бір желіге қосылған басқа тұтынушылардағы кернеу күрт төмендейді, бұл олардың жұмысына теріс әсер етеді және апатқа әкелуі мүмкін. Желінің іске қосылуының зиянды әсерін болдырмау үшін іске қосу тогын шектеу қажет. Мұны келесі жасанды әдістермен жасауға болады:

старт кезінде статор орамасының U_j кернеуін азайту; статордың қарсыласуының белсенді R_j немесе реактивтік X_j мөлшерін ұлғайту, оның ішінде бастапқы кезеңде статор орамасы бар бірқатар қосымша элементтер;

Ротордың қарсылығын арттырыңыз (фазалық ротордың көмегімен қозғалтқыш үшін).

Жоғарыда көрсетілген іске қосу тогының төмендеу әдістеріне сәйкес, асинхронды қозғалтқыштарды іске қосудың келесі әдістері бөлінеді:

тікелей іске қосу (қозғалтқышты желіге тікелей қосу); статор орамаларын ауыстырудан бастаңыз (алдымен орамалар жұлдызбен, сосын үшбұрыш арқылы қосылады);

статор тізбегіндегі қосымша қарсылығын қосудан бастаңыз; автотрансформаторды іске қосу кезінде іске қосу кезінде кернеуді азайтуға мүмкіндік береді;

Ротор тізбегіндегі қосымша қарсылықты қосудан (тек фазалық ротордың қозғалтқыштары үшін ғана мүмкін).

Асинхронды қозғалтқыштарды іске қосудың басқа да күрделі жолдары бар.

Асинхронды қозғалтқыштардың айналу жиілігін реттеу. Өндірістік процесс көбінесе жұмыс тетіктерін айналу жылдамдығын реттеуді талап етеді. Ол үшін түрлі механикалық құрылғылар (жылдамдықты қораптар, вариаторлар) пайдаланылады, бірақ қозғалтқыштың өзіндік жылдамдығын бақылауға болады. Реттеу принципін түсіну үшін, магнит өрісінің айналу жиілігінің таныс өрнегін қарастырайық
$$n_1 = \frac{60 f_1}{p}.$$

Қозғалтқыш ротордың жылдамдығы n_2 сондықтан реттейтін құралдар n_1 және n_2 реттеу мүмкіндік береді, N_1 сәл өзгеше.

Соңғы формуладан қозғалтқыштың жылдамдығын басқарудың екі негізгі жолы бар:

f_1 электр желісінің жиілігін өзгерту; статор орамасының полюстерінің жұптарының санын өзгерту. Техникалық тұрғыдан, бұл қозғалтқыш жылдамдығын басқарудың мына әдістерін орындауға болады:

жартылай өткізгіш технология негізінде жүзеге асырылатын жиіліктерді реттеу арқылы. Бұл реттегіштің көмегімен қозғалтқыштың айналу жылдамдығы біртіндеп өзгереді;

статор орамаларының полюстерінің санын реттеу. Осы мақсатта, статор орамасының және жұп полюстер санын өзгерту орамасының сплит бөліктерін сіңіріледі жұмыс істейді. Осы түзету арқылы

қозғалтқыштың жылдамдығы дискретті өзгереді.

Фазалық роторлы қозғалтқыштар үшін ротордың орамасына қосымша қарсылық қосуға болады, бірақ бұл әдіс көптеген кемшіліктерге ие (реостатта қосымша шығындар, шағын реттеу диапазоны, жұмсақ сипаттамалары).

Асинхронды қозғалтқыштардың айналу жиілігінің орындалуы және сипаттамалары. Асинхронды қозғалтқыштар ең кең таралған болып табылады және келесі мүмкіндіктермен жасалады:

Бекіткіштер (көлденең, тік, басқа біліктердің орналасуы);

күтілетін жұмыс аймағы (қалыпты, тропикалық, солтүстік);

технологиялық еңбек жағдайлары (ылғалдылық, шаңнан өткізбейтін, жарылғыш);

қозғалтқыштың желдету шарттары (табиғи, мәжбүрлі).

Асинхронды қозғалтқыштардың синхрондық жылдамдығы стандартталған.

Желі жиілігі 50 Гц: 3000; 1500; 1000; 750; 375; 300; 250; 187.5; 166.6; 150; 125; 100 айн / мин.

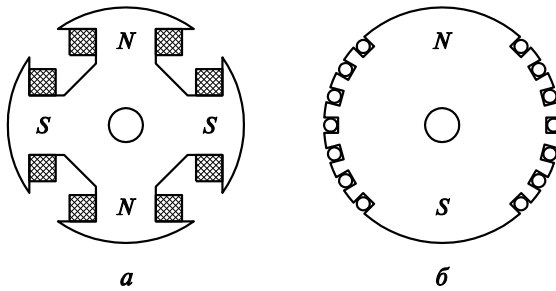
Асинхронды қозғалтқыштардың номиналды жұмыс жиілігі синхронды болғандықтан слиптің болуына байланысты сәл аз болып келеді.

7.6. Синхронды машиналар

Мақсаты. Синхронды машиналар, сондай-ақ барлық электр машиналары қайтымды болып табылады, яғни. Е. Олар генераторы режимінде және автомобиль режимінде пайдалануға болады. Құрылымдық синхронды генераторлар мен қозғалтқыштар әртүрлі болса да, әртүрлі.

Синхрондық генераторлар электр станцияларында электр энергиясын шығаратын негізгі құрылғылар ретінде қолданылады. Үш фазалы синхронды генераторлар - ең қуатты электр машиналары. Заманауи синхронды генераторлардың қуаты 1500 МВА жетеді.

Синхронды қозғалтқыштар тұрақты жылдамдықты қажет ететін құрылғыларда қолданылады. Синхронды қозғалтқыштардың ротордың жылдамдығы жүктемеден тәуелсіз және тұрақты болып қалады. Синхронды электр қозғалтқыштары компрессорлық және сорғы агрегаттарын, желдеткіш, болат дірмен пайдаланылады. Синхронды төмен қуатты электр қозғалтқыштары электр сағатында, дыбыс және бейне жазу жүйелерінде, автоматтандыру құралдарында және т.б. қолданылады.



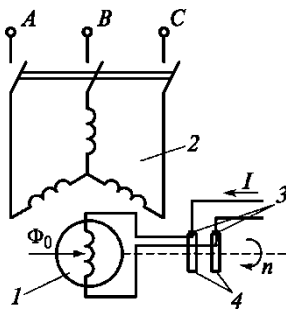
7.27-сурет. Синхронды машиналардың анық полюсті (а) және анық емес полюсті (б) роторлары

Синхронды қозғалтқыштардың маңызды ерекшелігі олардың теріс фазасы φ (ток кернеуінен бұрын) жұмыс істеуге қабілеттілігі болып табылады. Бұл $\cos \varphi$ қуат коэффициентін арттыруға және электр желілері мен жүйелердің өткізу қабілетін арттыруға мүмкіндік береді.

Құрылысы және әрекет ету қағидасы. Барлық электр машиналары секілді, синхрондықтарда статор мен ротор бар. Синхронды машинаның статоры үшфазалы ораманы қамтиды және іс жүзінде асинхронды машинаның статорларынан ерекшеленбейді. Ротор электромагнит. Анық полюстің роторларымен (7.27-сурет, а) және полярлы емес полюсті (7.27, б) түрлерін бөліп алыңыз.

Тұрақты электр тогы индуктор деп аталатын ротордың орамынан шығады. Ол үшін сақиналар мен щеткалар қызмет етеді. Синхронды машинаның жеңілдетілген сызбасы (7.28-график) оның жұмыс принципін түсінуге мүмкіндік береді.

Ротордың орамасы магниттік қозу өрісін жасайтын тікелей ток көзіне қосылады. Статордың үш фазалы орамасы машинаның



(қозғалтқыштың немесе генератордың) мақсатына қарай электр желісіне немесе қуат жүйесіне қосылады.

Генератордағы ротордың синхронды айналу жылдамдығы $n_2 = p \cdot n_1$ бар көмекші құрылғы (және т.б. гидравликалық турбина, бу турбина, дизель) бұрылады. ротордың магнит өрісі индуктивті суретті статор орамасының қорғасын ЭКК бойынша айналмалы жиілік $p \cdot n_1$ кезінде

статор қатысты бұрылады. 7.28. Оңайлатылған сызба Е0. Егер статор сызбасы жабылса, синхронды машинада: ол ағымдағы i шығарады, ол оның ішінде

1 - ротор (индуктор); 2 - кезек, сондай-ақ магниттік торды жасайды;

3 - қылқалам; 4 - орамасының үш фазалы Статор арқылы өрісін айналатын сақина. статор далалық қатысты айналу жиілігі, сондай-ақ, яғни, синхронды N_1 тең болады $w = p \sin \chi r$. Ротордың өрісі бастапқы болғандықтан, айналу кезінде 0 бұрышымен статор өрісін алға айналдырады.

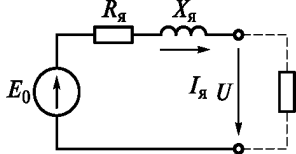
Айта кету керек, ротордың өрісі артындағы статор өрісін «басқарады». Қуат зауытында орналасқан Синхронды генераторлардың статор орамасының, трансформатор арқылы тор қосылған.

Қозғалтқыштың бойында статор орамасының электр желісіне қосылған. Статор ағымдағы ротордың магнит өрісінің өзара іс-қимыл айналмалы синхронды $p \sin \chi r$ жиілігі магнит өрісін жасайды. Ротор мен статор ротордың магниттік полюстер (сур. 7.29) қарама-қарсы болуы керек және қашан статор далалық бұл жағдайда, өз кезегінде, ротордың 0. бұрышпен артында ротордың өрісі, синхронды өзгеше жылдамдықпен мүмкін емес «әкеледі» өйткені бұл жағдайда Ротор мен статор магниттік полюстер синхрондалған мүмкін емес болады. тежегішінің оны - Бұл бір нүкте уақыт статор магнит өрісі басқа уақытта, ротордың айналдыруға болады дегенді білдіреді. синхронды қозғалтқыш ротордың жиілігі синхронды болып табылады, яғни $n_2 = \omega = \omega_{\text{синхр}}$.

Синхронды генератор. *Синхронды генератор теңдеуі, баламалы сызба.* Синхронды генераторда ротордың токі (қозғау) статорға қатысты синусондық синхронды жиілікте ротормен бірге айналатын Φ_0 ағынымен магнит өрісін құрады. Ротордың айналмалы магнит өрісі статор орамасының қатарларын қиып, оған EMF деп аталатын EMF E_0 индуцирует. Егер статор орамасы ашық болса (жүктеме болмаса), статор ток I нөлге тең болады.

Егер сіз жүктемені қоссаңыз, $\Phi_{\text{ря}}$ ағынының айналатын магнит өрісі статор құрылатын болады статор ток I , бар. Бұл магнит өрісі статордың тоқына пропорционалды және фазада онымен сәйкес келеді. $\Phi_{\text{ря}}$ статорының магнит ағыны арматура реакциясы деп аталады. $\Phi_{\text{ря}}$ статор ағынының ток және $F_{\text{руа}}$ фазалық магнит ағынының тұрақты емес, бірақ жүктеме байланысты, сондықтан мен, жүктеме түріне байланысты фазалық ток фазасында.

ағымдағы ағындары $\Phi_{\text{ря}}$ шашырау ағымы пайда болған кезде Сонымен статор $\Phi_{\text{ря}}$ якорьдың реакция ағынының орамасының. Оның табиғаты асинхронды машинадағы шашырау ағынына ұқсас. Фрастың ағыны статордың ағымымен байланысты, оған пропорционалды және фазада онымен сәйкес келеді.



7.30-сурет. Синхронды генератордың эквивалентті сызбасы

Осылайша жүктелген синхронды генераторда келесі магниттік ағындарды ажыратуға болады: F_0 қозғауының магнит ағыны, $\Phi_{ря}$ анкерлі реакциясының магнит ағыны және $\Phi_{рас}$ шашырау магнит ағыны. Синхронды $\Phi_{рас}$ осцилляторының жалпы магниттік ағымы кешенді түрде барлық ағындардың сомасына тең. $\Phi_{рас} = \Phi_0 +$

$\Phi_{р.} + + \Phi_{г.} \Phi_{г}$ және $\Phi_{рас}$ ағындары бір токпен және фазада сәйкес келеді, сондықтан олар жиі бір ағынды сипатта көрсетеді $\Phi = \Phi + \Phi$
 $:\pm .я : \pm .р .я \wedge ; * .рас *$

Шын мәнінде Синхронды генераторлардың статор ғана таза ағыны CNC және $\$ 0$ қалған компоненттері бар, және $\Phi_{ря}$ электр генератор $\Phi_{рас}$ талдау процестерді ыңғайлы болу үшін енгізілген. генераторы контурының $\Phi_{ря}$ балама магнит ағынының индуктивтілік L_q (немесе реактивті ХП) болып табылады. Реактивті кедергісі ХП магнит қаңғыбас өрісін және арматура реакция сипаттайтын, синхронды индуктивті қарсылық деп аталады. Н-ге қоса, статор орамасының L_a белсенді қарсылықтары бар. Синхронды генератордың балама сызбасы 7.30-суретте берілген.

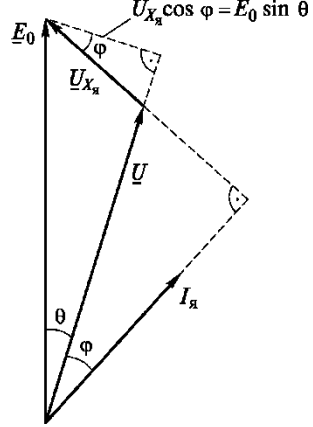
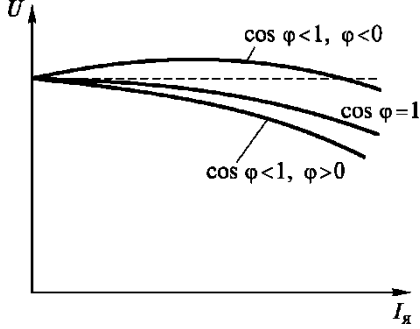
Әдетте синхрондық генераторда Н? Яя. Бір фазаға арналған генератордың күйінің теңдеуі мына формаға ие: $U = E_0 - / X_n /$. Синхронды машиналардың жылы симметриялы, синхронды машинаның қосылған әдетте үш фазалы тұйықталу, бері, бір кезеңін талданды.

Синхронды генератордың сипаттамалары. Синхронды генератор үшін әдетте келесі сипаттамалар ұсынылады: бос тұру E_0 (/ ауыз); қысқа тұйықталу тогының ротордың тоқына тәуелділігі; U (In) генераторының сыртқы сипаттамасы.

U (In) сыртқы сипаттамасы генератордың шығуындағы кернеулердің статистиканың (арматура) / n тоқының функциясы ретінде өзгеруін көрсетеді. Белсенді және индуктивті жүктемелер кезінде кернеу ток күшейгенде төмендейді, жүктемелік жүктеме сипаты (<0), генератордағы кернеу тіпті артады (7.31-сурет).

Синхронды генератордың электромагниттік сәті және қуаты. Үш фазалы генератордың P_2 шығу қуаты үш фаза бойынша (фазалардың саны) бір фаза үшін күш формуласымен есептеледі: $P_2 = 3U/ji \cos \phi$.

Генераторды айналып өтетін жетек құрылғыларының P_1 механикалық күші келесі мәнмен беріледі $P_1 = \wedge \wedge \text{ЭмПсинхр}$,



7.31. Синхронды генератордың сыртқы сипаттамалары

7.32-сурет . Синхронды генератордың векторлық диаграммасы

мұндағы $M_{эм}$ — генератордың электромагниттік сәті, жетек құрылғыларының сәтіне қарсы; -синх- статор магнит өрісінің бұрыштық жылдамдығы, синхронды тең.

Статордағы шығындарды есепке ала отырып, $P_1 \sim P_2$,

бұл жерде
$$M_{эм} = \frac{3UI_a}{\Omega_{синхр}} \cos \varphi.$$

синхр деп алуға болады.

Бұрын ротордың токі магнит ағыны F_0 құратынын ескертеді, бұл статордағы E_0 бос тұрған EMF-ті орбитаға шығарады. Алынған магнит ағыны генератордың шығуындағы кернеуге байланысты. U кернеуі E_0 қателік бұрышынан θ артта қалады (F_0 ағыны «Фрес ағыны», одан алдыңғы бұрышта 0). Әдетте синхронды генераторлар $\varphi > 0$ және $\cos \varphi \sim 0,9 \dots 0,95$ жұмыс істейді. Суретте. 7.32 синхронды генератордың векторлық диаграммасы. Тік бұрышты үшбұрыштардан

алатын мәніміз: $E_0 \sin \theta = U \cos \varphi = X_a I_a \cos \varphi$. Көрсетеміз: $I_a \cos \varphi = \frac{E_0}{X_a}$

Электромагниттік сәтте формулада алынған өрнек алмастырамыз: тұрақты болып қалады

$$M_{эм} = \frac{3UI_a}{\Omega_{синхр}} \cos \varphi = 3 \frac{UE_0}{\Omega_{синхр} X_a} \sin \theta = M_{\max} \sin \theta,$$

генератор мәні; $M_{\max} = 3 \frac{UE_0}{\Omega_{синхр} X_a}$ Өзгеріссіз U, E_0 жағдайында бұл

мұндағы M_{\max} — максималды синхронды электромагниттелу сәті.

Жоғарыдағы өзгерістерді ескере отырып, генератордың шығу қуатын есептейміз: UE

$$P_2 = 3UI_{я} \cos \varphi = 3 \frac{UE_0}{X_{я}} \sin \theta = P_{\max} \sin \theta,$$

мұндағы P_{\max} — U және E_0 ; $P_{\max} = 3 \frac{UE_0}{X_{я}}$. тұрақты мәндері

жағдайында синхронды генератордың максималды қуаты.

Осылайша, U тұрақты кернеуі және тұрақты қозу ($E = \text{const}$) синхронды генераторда $M_{\text{ам}}$ және P_2 қуаты электромагниттік сәтте қатенің 0 бұрышына ғана байланысты. Бұл бұрыш әдетте 30° аспайды.

Синхронды қозғалтқыш. *Құрылғы және іске қосу.* Синхронды мотор электр энергиясын желіден жұмсайды және оны қозғалтқыш білігіне механикалық қуатқа айналдырады. Негізінде синхрондық мотордың дизайны генератордан аз ерекшеленеді. Қозғалтқыштың статор орамасы (арматура) электр желісіне қосылады және ротордың орамдары сақиналар мен қылшақтардың көмегімен тікелей ток көзіне (әдетте түзеткіш) қосылады. Статор орамасы асинхронды қозғалтқыштағыдай айналмалы магнит өрісін жасайды және ротор электромагнит сияқты орамдағы тікелей ток ағымына байланысты әрекет етеді. Статордың және ротордың магнит өрісі өзара әрекеттеседі, бірақ синхронды қозғалтқышта іске қосу сәті болмайды. Статордың және ротордың магнит өрісінің өзара әрекеттесуі нәтижесінде пайда болатын электромагниттік күш өз белгісін секундына 50 рет өзгертеді, сондықтан ротордың айналуы мүмкін емес.

Синхронды қозғалтқыштардың бұл кемшіліктерін жою үшін роторға қосымша қысқа тұйықталуды қосу (асинхронды қозғалтқыш сияқты) қосылады. Бұл орамал жеңіл, сондықтан синхронды қозғалтқыш механикалық жүктеме болмағанда жүзеге асырылады. Әдетте іске қосу осы тәртіпте жүзеге асырылады:

ротордың DC тізбегінен қозғау орамасын ажыратыңыз;

Ротордың орамасын резисторға жабыңыз, оның қарсылық орамасының кедергісінен 10 ... 15 есе артық. Бұл іске қосу кезінде өрістің орамасының бұзылу қаупін төмендетеді және іске қосу сәтін арттырады;

механикалық жүктемені қозғалтқышты іске қосыңыз (статорды желіге қосыңыз);

қозғалтқыш асинхронды режимге жеткенде айналу жылдамдығы $n_2 \sim 0.95 \text{sinchr}$, қоздыру орамасы тікелей ток тізбегіне қосылады;

қозғалтқышқа механикалық жүктеме береді.

Синхронды қозғалтқыштар тұрақты жылдамдықтағы құрылғыларда (компрессорлар, күшті сорғылар, илектеу станоктары) қолданылады.

Синхронды қозғалтқыш теңдеулері. Синхронды қозғалтқыштың баламалы электр тізбегі (7.33-сурет) генератормен бірдей, ал электр энергиясы механикалық түрге айналады, демек, ток U -дан E_0 -ға дейін жетеді. Мотордың электр күйі теңдеу арқылы сипатталады $U = jX_a I_a + E_0$.

U желісінің кернеуі айналмалы магнит өрісін жасайды, оған арматура реакциясының өрісі (1π ағыны себебінен) төгіледі. Форс статорының нәтижелендіруші магнит өрісі $P02$ роторының магнит өрісімен өзара әрекеттеседі, Маем крутаты пайда болады. $\Phi 0$ ағыны Фрезден 0 бұрышымен (флюс Фрез «ротордың ағынына» әкеледі), кернеу U -де 0 бұрышынан алда.

Тұрақты ток кернеуі U және тұрақты қоздыру тоқымен, Маам моменті генераторға ұқсас формула бойынша анықталады (тек оның

$$M_{эм} = \frac{3UE_0}{\Omega_{синх} X_a} \sin \theta = M_{max} \sin \theta.$$

бағыты өзгереді),

Жүктеме жоғарылағанда, сәйкес келмеу бұрышы өседі, қозғалтқыштың максималды моменті $\theta = 90^\circ$ аралығында болады. Бірақ бұл бұрышта қозғалтқыш тұрақсыз. Тұрақтылықтың қажетті маржасын қамтамасыз ету үшін синхронды қозғалтқыштар $\theta < 30^\circ$ деңгейінде жұмыс істейді.

Желінің электр қозғалтқышы тұтынатын электр қуаты генераторға ұқсас формуламен анықталады,

Синхронды қозғалтқыштың сипаттамалары және жұмыс режимдері. Синхронды қозғалтқыштың маңызды сипаттамасы -

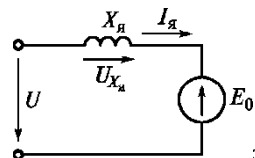
$$P = 3UI \cos \varphi = \frac{3UE_0}{X_a} \sin \theta.$$

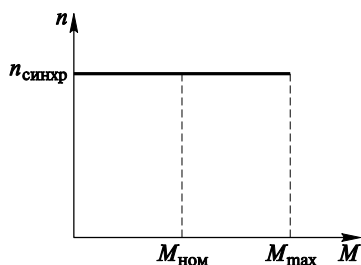
суретте көрсетілген механикалық қасиеті n (М). 7.34. Осы сипаттамаға қарағанда, қозғалтқыштың айналу жиілігі тұрақты, $\sin \theta$ -ге тең және M жүктемесіне байланысты емес екенін көруге болады.

қозғалтқыш сәтке жоғарыда өрнектерді, тұрақты жүктеме және тұрақты кернеу U желіде жұмыс болса, онда ол сол E_0 күнә $\theta = \text{const}$ мынадай. E_0 мәні Eq. 7.33.

Қоздырғыштар тоғынан ғана (ағымдағы ротордың сызбасы синхронды). Қозғалыс ағымын бақылау арқылы бақылауға болады.

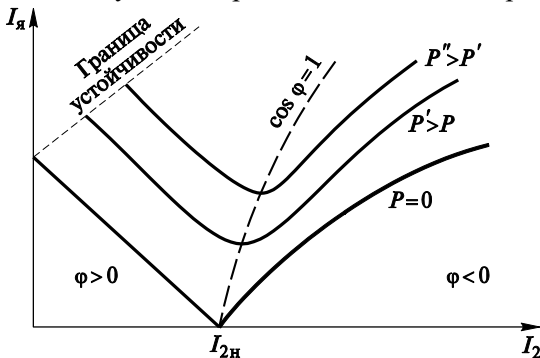
Егер қозғалтқыш тұрақты жүктемеде және





У желісінің тұрақты кернеуінде жұмыс істеп тұрса, онда жоғарыда көрсетілген сәттен бастап $E_0 \sin \theta = \text{const}$ керек. E_0 мәні Eq. 7.33. Қоздырғыш токтардан эквиваленттілік (ағымдағы ротордың тізбегі синхронды). Қозғалыс ағымын реттеу арқылы реттеуге болады. E_0 өзгерісі ағымдағы фазаның белгісінің өзгеруіне әкелетінін көрсетуге болады

«. Осылайша, тозу режимінде (ток $I_2 > 1$ м болғанда) статор ток I статорданың кернеуінен асып түседі, ол белсенді-сыйымдылық режиміне сәйкес келеді. Бұл факт практикада қолданылатын, сондықтан барлық ірі синхронды электр қозғалтқыштары жалпы $\cos \phi$ қуаты жүйесін арттыру, реактивті қуат өтеуге болады теріс бұрышы р жұмыс р-сhtі отыр. мотор алдын ала белгіленген жылдамдықпен механикалық құрылғыны айналады. Суретте. 7,35 жүктеме түрлі мәндері 1-ші далалық ағымдағы I_2 жылғы статор тогының тәуелділігін көрсетеді. Бұл тәуелділік синхрондық қозғалтқыштың V-пішінді сипаттамалары деп аталады. ыдыстық жүктеме реактивті қуат QC - кезінде қозу ағымдар, $I_2 I_2N < I_2N$ моторлы индуктивті



жүктемені, реактивті қуат Q_1 , I_2 білдіреді». Осы режимдердің Екі номиналды қоздыру ағымдағы $I_{2ном}$ сәйкес келетін $F = 1$, $\cos \phi$ пунктир бөледі.

синхронды қозғалтқыштар, далалық тұйықталу әдетте ротордың 50 ... 60% -дан аспайды ағымдағы береді.

Синхронды қозғалтқыштардың тиімділігі жоғары, қозғалтқыш қуаты неғұрлым жоғары. барлық қозғалтқыштар сияқты, ең тиімділігі $P_{ном}$ (0,7 ... 0,8) тең билік сәйкес келеді. Үлкен қозғалтқыштар үшін тиімділік 0.91.0.96 жетеді.

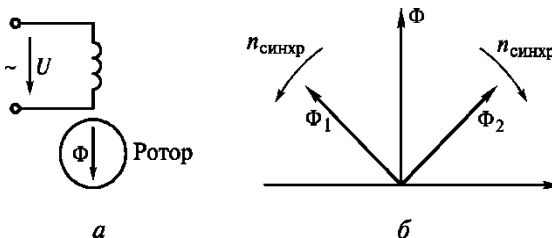
7.7. Бірфазалы қозғалтқыштар және аз қуатты қозғалтқыштар.

Жалпы мәліметтер. дәстүрлі тұрақты ток электр және қуаттылығы аз айнымалы ток электр қозғалтқыштары қатар өнеркәсіпте қолданылады. Осы қозғалтқыштардың қуаты ауқымы бірнеше квт Ватт деген фракцияларынан өзгереді. төмен қуат электр қозғалтқыштары тұрмыстық құрылғыларға (бұрғылар, ұшақтар, ара, т.б.) әр түрлі, автоматты басқару тізбектерінде пайдаланылады жоғары айналу жылдамдығы талап қолданбаларда (тоқыма өнеркәсібі автобустар, тігін машиналар), төмен қуатты тетіктері жүргізеді.

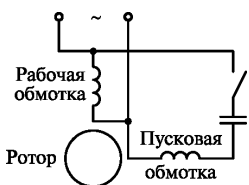
Шағын қозғалтқыштарды қолданылу принципі бойынша топтарға бөлуге болады: бір фазалы индукциялық электр қозғалтқыштары; конденсаторлық қозғалтқыштар; бірфазалы режимде үш фазалы электр қозғалтқыштары; ауыспалы ток коллекторлық машиналар. Әр топтың машиналарының ерекшеліктерін бөлек қарастырайық.

Бірфазалы асинхронды қозғалтқыштар. Мұндай қозғалтқыштардың бірфазалы ток желісі жұмыс істейді. Осы қозғалтқыштардың статор орамасының тіпті бір фазалы, екі фазалы және үш фазалы болуы мүмкін. асинхронный мотор статор бір кезеңін орамасының қамтиды Егер (7.36, а-сурет), мұндай катушкалар тек ағынының F . бар импульстік магнит өрісі жасайды пульсирующий магнит өрісі амплитудасы бірдей айналу жиілігін екі қарсы айналмалы магнит өрістерінің бөлуге болады $\psi \sin \theta$ бірдей амплитудасы және жартысында тең магнит ағынының F , яғни $F_1 = F_2 = F$ (сур. 7.36, б). Ол импульстік магнит өрісі бастапқы нүктесін жасайды екені түсінікті, бірақ сіз жасанды ротор қосатын болсаңыз, онда айтарлықтай бұрау моменті болады және ротордың айналдыруға болады.

Бір фазалы асинхронды қозғалтқыш үшін іске қосу моментін жасау үшін статорға әдетте қосымша орам салынған,



7.36-сурет. Бірфазалы қозғалтқыш:
а — сызба; б — соғып тұрған магнит өрісінің орналасуы

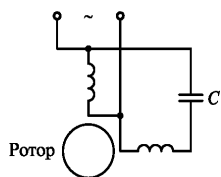


7.37-сурет. Іске қосу орамасы бар бірфазалы қозғалтқыштың сызбасы
Жұмыс орамы Ротор Қосу орамы

ол іске қосылған кезде ғана жұмыс істейді (7.37-график). Әдетте, қозғалтқыштың жұмыс орамасы стационарлық ойықтардың $2/3$ бөлігін алады, ал ойықтардың үштен бір бөлігі бастапқы орамда. Бастапқы ораманы іске қосу кезеңі үшін C конденсаторына немесе резисторға (жиі конденсаторға) жабылады. Кеңістіктегі бастапқы орамасы жұмыс орамына қатысты 90° ауысады, сондықтан бастапқы сәтке қол жеткізіледі. Бастапқы орамды арнайы құрылғы арқылы өшіреді (уақыт релесі, ток релесі және т.б.).

Бір фазалы асинхронды қозғалтқыштар тұрмыстық құрылғыларда (тоңазытқыштар, мұздатқыштар, кондиционерлер және т.б.) кеңінен қолданылады. Әдетте олардың қуаты 700 Вт аспайды.

Конденсаторлық қозғалтқыштар. Күшті электр қозғалтқыштары екі статор орамасы бар асинхронды қозғалтқыштар деп аталады (7.38-сурет). Олардың әрқайсысы статор ұяларына жартысын алады және осылайша магнит ағымдары 90° кеңістікте жылжыту. орамдағы бірі айналмалы магнит өрісі және барысын қамтамасыз үшін конденсатор жабылды. Бірфазалы асинхронды қозғалтқыштан айырмашылығы, екі орам үнемі қосылып тұрады. Кейде, қосымша іске қосу әлеуетін қосуға қосу сәттен бастап арттыруға мүмкіндік береді, және пайдалануға қойылатын іске қосу кезінде мотор конденсаторлар - орнына эллипс Айналмалы магнит өрісі қарағанда, дөңгелек бар.



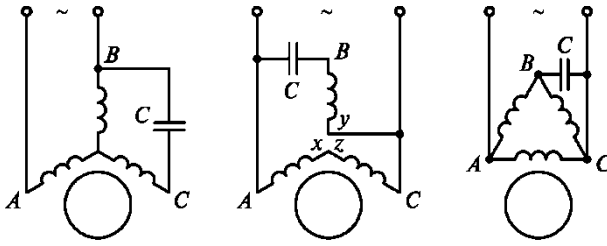
7.38-сурет.
Конденсаторлық қозғалтқыштың сызбасы

Әдетте, қосымша шығындардың арқасында бірфазалы және конденсаторлық индукциялық қозғалтқыштардың тиімділігі үш фазалық тиімділікке қарағанда айтарлықтай төмен. Тұрмыстық техникаларда (кір жуғыш машиналар, кондиционерлер, желдеткіштер және т.б.) кеңінен қолданылады..

Бірфазалық режимдегі үшфазалық асинхронды қозғалтқыштар. Кейбір фазалы қозғалтқыштар ретінде үш фазалы асинхронды қозғалтқыштар кейде қолданылады. Айналып өтетін магнит өрісін құру үшін фазалық ауыспалы конденсаторлар бар арнайы тізбектер қолданылады. Статор орамасының қосылыстарына байланысты, күріш. 7.39.

Суретте көрсетілген диаграммалар. 7.39, а, b қозғалтқыштың орамасын жұлдызбен қосқанда пайдаланылады, күріш. 7.39, с - қозғалтқыш орамдарын үшбұрышқа қосу кезінде пайда болады.

Өнеркәсіптік жиілік желісі үшін фазалық ауыспалы конденсатор C сыйымдылығы шамамен формулада болуы мүмкін



$$C = \frac{2800 I_{\Phi}}{U}$$

а

7.39 а, б, а -суретте көрсетілген сызба бойынша,

Формуласы

$$C = \frac{4800 I_{\Phi}}{U}$$

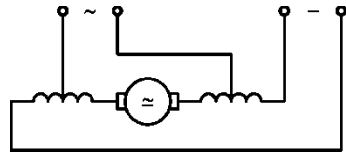
микрофарадтарда (μF), ампердегі (А) фазалық токтар

және кернеулердегі (V) кернеу.

Бірфазалы режимде үшфазалы мотор төмен тиімділікпен жұмыс істейді және номиналды қуаттылықтың 60 ... 70% ғана дамуы мүмкін.

Коллекторлық айнымалы ток машиналары. Айнымалы токтың коллекторлық машиналары тұрақты ток машиналары сияқты автомобильдер және екі тұрақты ток тізбектері, және айнымалы ток тізбегінде жұмыс істей алады, сондықтан олар сондай-ақ әмбебап электр қозғалтқыштары деп аталады. Құрылымдық жағынан, олар сериялы қоздырудың екі-щетка DC машиналары. Оның айырмашылығы, бұл қозғалтқыштардың статорлары мен роторы тұтынылған магнитті материалдардан жасалған. Әмбебап қозғалтқыштың сызбасы күріш. 7.40. Қозғалтқыш орамасы қозғалтқыш щеткаларына қосылған екі бөлінген орамнан тұрады. Сериялық қоздыру қозғалтқышы басқа тұрақты токтың қозғалтқыштарына қарағанда төмен индуктивтілігіне ие, бұл бізге қолайлы AC ауысу жағдайын алуға мүмкіндік береді.

Ауыстырылған токпен жұмыс істегенде, қозғалтқыштың орамасының бір бөлігі ғана тұрақты жұмыс істейді 7.40- сурет.



Коллектор қозғалтқышы айналмалы жылдамдықта жұмыс істей алады (30 000 айн / мин дейін). Жылдамдықты қарапайым құралдармен қамтамасыз етеді.

Коллекторлы қозғалтқыштар көптеген тұрмыстық техникаларда (шаңсорғыштар, тігін машиналары, электрлі бұрғылар), сондай-ақ жоғары жылдамдықты қажет ететін өндірісте қолданылады (тоқылған машиналар, шаттл машиналары және т.б.).

Бақылау сұрақтары

1. Электр машиналары дегеніміз не?
2. Электр машиналарының негізгі элементтері қандай?
DC генераторының принципін түсіндіріңіз.
4. Электр машиналарында коллектордың мақсатын түсіндіріңіз.
5. Тұрақты ток электр станцияларындағы щеткалар қандай рөл атқарады?
6. DC генераторлық арматураның e_{mf} үшін өрнек жазыңыз.
7. Мотордың электромагниттік моментіне арналған өрнек жазыңыз.
8. Якорь қалай әрекет етеді?
Тұрақты ток электр машиналарының түрлері қандай?
10. Тұрақты генераторлардың әртүрлі типтерінің сыртқы сипаттамаларын түсіндіріңіз.
11. Қайтару принципі қандай болады?
- 12., параллельді, дәйекті және аралас қозғау қозғалтқыштарының механикалық сипаттамаларын түсіндіру.
13. Тұрақты ток қозғалтқыштарындағы шығындардың негізгі түрлері қандай?
14. Тұрақты ток қозғалтқыштарының жылдамдығын қалай басқара аламын?
15. Айналмалы магнит өрісі дегеніміз не?
16. Индукциялық қозғалтқыш қалай жұмыс істейтінін түсіндіріңіз.
17. Индукциялық қозғалтқыштың негізгі бөліктерін көрсетіңіз.
18. Синхронды айналу жиілігі полюстердің жұптарымен қалай байланысты?
19. Егер қозғалтқыштың номиналды қозғалтқышының жылдамдығы $f_2 = 50$ Гц болса, онда мотор фазасында қанша катушкалар бар, олар сериялық жалғанған кезде?
20. Жылжымалы зат дегеніміз не?
21. Статордың және ротордың ЭМӨ үшін өрнектерді жазыңыз.
22. Статор мен роторлы токтарға арналған өрнектерді жазыңыз.
23. Қозғалтқыштың электромагниттік сәті нені анықтайды?
24. Қозғалтқыштың механикалық сипаттамасы қандай?
25. Максималды қозғалтқыш моменті дегеніміз не?
26. Асинхронды қозғалтқышта қандай шығындар бар?
27. Қозғалтқыштың өнімділігі қандай?
28. Тікелей бастаудың қандай кемшіліктері бар?
29. Қозғалтқыштың іске қосу моменті неге байланысты?
30. Асинхронды қозғалтқышты іске қосудың тәсілдері.
31. Индукция қозғалтқышының жылдамдығын бақылаудың

кандай жолдары бар?

32. Неғұрлым аз жүктелген асинхронды қозғалтқыштарды пайдалану ұсынылмайды?
33. синхронды қозғалтқыш қалай жұмыс істейтінін түсіндіріңіз.
34. Синхронды қозғалтқыштың негізгі бөліктері қандай?
35. Синхронды мотор арматурасының реакциясы қандай?
36. Синхронды индуктивті қарсылық дегеніміз не?
37. Синхронды қозғалтқыштың тең синхронды генераторын салыңыз.
38. Синхронды қозғалтқышта неге іске қосу моменті болмайды?
39. Синхронды қозғалтқыш қалай жұмыс істейді?
40. Синхронды қозғалтқыштың негізгі теңдеулерін жазыңыз.
41. Синхронды генератордың сыртқы сипаттамасын сызыңыз.
42. Синхронды қозғалтқыштың механикалық сипаттамасын сызыңыз.
43. Синхронды қозғалтқыштың V-пішінді сипаттамасын түсіндіріңіз.
44. Қандай жұмыс режимінде синхронды қозғалтқыш реактивті қуатты толтырады?
45. Асинхронды фазалы қозғалтқыш қалай жұмыс істейтінін түсіндіріңіз.
46. жұлдызды байланысын статор орамасының бір фазалы тұйықталу бар үш фазалы асинхронды қозғалтқыш жылы тізбек ауыстырып салыңыз.
47. Конденсатты қозғалтқыш қалай жұмыс істейтінін түсіндіріңіз.4. АС коммутатор қозғалтқышы мен тұрақты ток қозғалтқышы арасындағы айырмашылық қандай?
49. Неліктен АС коллекторлы қозғалтқыштар қолмен істейтін электр құралдарында, тұрмыстық техникада кеңінен қолданылады?

Реферат тақырыптары

- 1.Тұрақты ток электр қозғалтқыштарын қолдану аясы.
2. Тұрақты токтың генераторларын қолдану. Олардың артықшылықтары мен кемшіліктері.
- Тұрақты ток қозғалтқыштарындағы шығындар түрлері және оларды азайту жолдары.
4. жара ротордың, мен оларды қолданудың өрісі бар асинхронды қозғалтқыштардың құрылымдық ерекшеліктерін.
- Сіздің мамандыққа байланысты 5. қондырғылар, ргіменуауут–суа асинхронды электр қозғалтқыштары.
- асинхронды қозғалтқыштардың және тұрақты ток электр 6. артықшылықтары мен кемшіліктері.
7. Асинхронды қозғалтқыштар үшін жұмсақ іске қосу құрылғылары.
8. Синхронды генераторларды пайдалануды қалайтын қондырғылар.
9. Синхронды генератордағы кернеу мен жиілікті сақтау әдістері.

ЭЛЕКТРОНДЫ ҚҰРАЛДАР МЕН ҚҰРЫЛҒЫЛАР**8.1. Жалпы мәліметтер**

Электрондық құрылғылар ретінде белсенді вакуум, газсыздандыру және электр тізбектерінің жартылай өткізгіш элементтер қарастырылады. Белсенді емес элементтер (резисторлар, индуктивтілік катушкалары мен конденсаторлар) бірге олар электр тізбегінің электромагниттік энергия түрлендіріледі онда құрылғылар мен сигналдар болып табылады. айырбастау ең қарапайым түрі, неғұрлым күрделі айнымалы ток түзету болып табылады - күрделі нысандары генерациялау DC-AC, күшейтуді және айналдыру арқылы инвертацияланады. Вакуум және жартылай өткізгіш электрондық құрылғылар бар.

Электронды вакуумдық құрылғылар вакуумдық лампалар (диодтар, транзисторлар, тетродтар, пентодтар, және т.б.), вакуумды фотоэлементтер, фотоумножителями, электронды-сәуле түтіктеріне осциллографтар, теледидар, компьютерлік мониторлар, микротолқынды генераторлары (klystrons, магнетрондар, Митрон соавт.) Қамтиды. Электровакулярлық құрылғыларда электр тогы электрондардың қозғалысы арқылы құрылады. Электрондар қыздырылған термопары және анод және анод қарай катодты Жылжытуға арасындағы кернеу салдарынан катодты арқылы (шығаратын) негізінен бөлінеді. Сонымен қатар басқа да электродтар мақсатына байланысты олардың арасында анодтық және катодтық (торлар және экрандар) ұйымдастырды, және электронды ағыны жылдамдығының қарқындылығын реттейді. катодты электрондардың ғана емес газ және орта өндірілетін электр ағымдағы қозғалысына, сондай-ақ электрондық және байланысты өндірілген оң иондар қозғалысы пайда осы физикалық процестерді жылы .. газотрон, тиратрон, игнитрон, сынап түзеткіштер, т.б.: электрондық құрылғылар үшін, сондай-ақ құрылғыларды босатуға жатыр инертті газдар немесе сынап буларының иондалуы.

жартылай өткізгіш құрылғылар, электр токтар қатты ағып - өткізгіш. Сондықтан оларды жиі қатты күйдегі электрондық құрылғылар деп атайды. Бұл жартылай өткізгіш Диодтар, транзисторлар (транзисторлар), Тиристорлық, жарықдиодтарымен, фоторезисторлар, фототранзисторларды қамтиды.

Жартылай өткізгіш электрондық құрылғылар қазіргі заманғы электронды құрылғыларда жиі қолданылады

8.2. Жартылай өткізгіштер: негізгі ұғымдар, электр өткізгіштік типтері

Жартылай өткізгіш аспаптар - олардың электр өткізгіштігінің жолсеріктер және оқшаулағыштар арасындағы аралық болып табылады және материалдардың кең қолданыс класына жатқызылады. 10-6 ... 108 Ом • м, Диэлектрик - - 107 ... 1017 Ом • м бөлме температурасына, өткізгіштердің 10-8 қарсылық көрсеткіші ... 10-5 Ом • м жартылай өткізгіштік жағдайында және т.б. арсенида галлий, мырыш тотығы, - периодтық төртінші тобы, сондай-ақ бірнеше қосылыстар орналасқан және кремний-германий барынша кенінен қолданылады жартылай элементтері,

Таза жартылай = 0 К температура Т жоқ электр заряды тасымалдаушылар кезде. Жартылай өткізгіш температураны арттыру екі белгілерін электр зарядтарының тасымалдаушылар көрініс табады.

Температураның әсерінен заряд тасымалдаушылардың қалыптасу процесі тасымалдаушылардың жылу генерациясы деп аталады. Кері үдеріс тасымалдаушыны рекомбинация деп аталады. Сандық тұрғыдан алғанда, жартылай өткізгіштегі заряд тасымалдаушылар өзара бір-бірін өтейді. Температураның әсерінен заряд тасымалдаушылардың пайда болуына байланысты жартылай өткізгішті электрөткізгіштігі ішкі деп аталады.

Жартылай өткізгіштердің электр өткізгіштігі қатты қоспалардан әсер етеді.

Жартылай өткізгіштік, салдарынан теріс белгісі тасымалдаушылар электр заряды, яғни. Е. Тегін электрондар, N-өткізгіштік түрі деп аталады, және жартылай өткізгіш өткізгіштік N-типті жартылай өткізгіш N-түрі деп аталады жүзеге асырады отыр. N-деп аталатын донордың өткізгіштік түрлерін анықтайды қоспалардың (қайырымдылық) көрсеткіші деп танылады.

Жартылай өткізгіштің артық мөндерінің болуы салдарынан оң белгісі, яғни тасымалдаушыларға жартылай өткізгіштік, электр заряды қалыптасады. Тегін саңылаулар P-түрі өткізгіштік және P-түрі өткізгіштігі жүзеге асыру жартылай өткізгіш деп аталады, P-типті жартылай өткізгіш деп аталады. (Қабылдау) деп аталатын P-түрі акцептором өткізгіштігінің анықтайды қоспалық.

процесс termogeneratsii алынған заряд тасымалдаушылардың үстінен сандық басым жартылай өткізгіш ішіне қоспалардың қосу арқылы құрылған электр зарядының тасымалдаушылар, сондықтан N-жартылай өткізгішті және P-жартылай саңылауларында электрондар, негізгі заряд тасымалдаушылар деп аталады. Өз кезегінде, p-жартылай өткізгіштердегі электрондар және n-жартылай өткізгіштердегі тесіктер электр зарядының минералды тасымалдаушылары деп аталады.

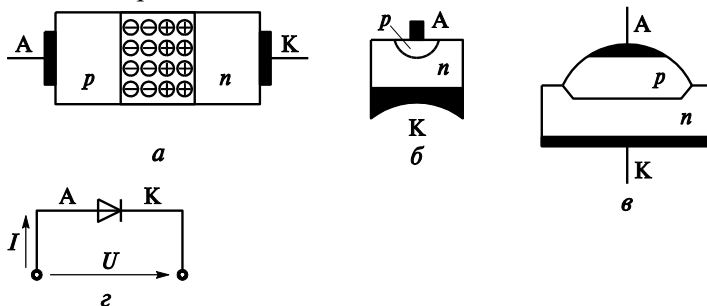
8.3. Жартылай өткізгіш диодтар

Жартылай өткізгіш диод екі терминал бар, бір электр ректификациялық тоғысқан бар жартылай өткізгішті құрылғы деп аталады. Электр көшу ректификациялық (а, сур. 8.1) P- және N-кристалды жартылай өткізгішті аймақты бөліп PN PN торабы болып табылады.

Металл түйреуіштер кристаллдың р-мен у-аймақтарына дәнекерленген немесе дәнекерленген, және бүкіл жүйе металдан, цементпен, шыныдан немесе пластиктен жасалған корпуста тұрады. Дизайн сәйкес, нүктелер нүктелері (8.1, b-сурет) және жазық диодтар (сурет 8.1, с) ерекшеленеді. Электрлік тізбектердегі жартылай өткізгіш диодтың дәстүрлі белгіленуі 8.1-суретте келтірілген, d.

Егер диодты терминалдарға тікелей кернеу көрсетілген болса, күріш. 8.1 г, олар өндірген электр өрісінің күші (U кернеудің артуына отырып) базалық облысында деформацияланған-ғарыш тегін бағытына керісінше болады, ол базалық заряд тасымалдаушылардың I-аймаққа іргелі болып табылмайтын тесіктердің санын арттыру (айдау) басқарылатын болады және диод I. алға ток қалыптастыру

Терминалдарына диод кері кернеу қолдануға болса - U , олардың электр өрісі жағдайында, заряд шиеленіс бағытына сәйкес келетін әлеуетті тосқауыл арттырады және іргелес ауданда көпшілігі тасымалдаушылардың беруді болдырмайды. Алайда, электр өрісінің жалпы қарқындылығы кері ағымдағы PN ауысуды қалыптастыру азшылық заряд тасымалдаушылардың, қалпына (экстракция) жеңілдетеді. Аз мөлшерде заряд тасымалдаушылардың саны температура өзгеруімен, температура жоғарылауымен арта отырып айтарлықтай өзгереді.



8.1-сурет. Электронды-саңылаулы p —и-ауысу (а), нүктелік (б) және жазықтықты (в) диодтар, диодтардың шартты белгіленуі сызбаларда (г) берілген:

A — анод; K — катод

Осылайша, миноритарлы тасымалдаушылармен қалыптасқан кері ток жылу ток (10) деп аталады. Диодтың ағымдағы кернеу сипаттамасы күріш. 8.2.

Кернеудің бейнесінің белгілі бір шамасы бар, рп түйінінің электр разрядына сәйкес келетін ағымдық өсу / опқа көшу процесі (8.2 суреттегі АБ бөлімі) болып табылады.

Кернеудің көрінісінің белгілі бір мәнімен, рп түйінінің электр разрядына сәйкес келетін ағымдық өсу / опцияның көшкін тәрізді процесі басталады (8.2 суреттегі АБ бөлімі).

Егер ағым қазіргі уақытта шектелмесе, электр бөлшектемесі термиялық бұзылысқа (В нүктесінен кейінгі I-V сипаттамасының бөлігіне) ауысады. Қазіргі кездегі агломерацияның көшкін үдерісінің мұндай тізбегі кремний диодтары үшін тән. Артқы кернеудің ұлғаюымен герман диодтары үшін рп түйінінің жылу үзілуі ағымдағы ағымның көшкін тәрізді процесінің басталуымен бір мезгілде орын алады. Электр бөлшектемесі кері қайтарылады, яғни. кернеу төмендегеннен кейін және диодтың жұмысы I-V сипаттамасының кері бөлігінің нәзік бейімделетін бөлігіне сәйкес келеді. Жылу сөнуі қайтарылмайды, өйткені ол рп түйінін бұзады.

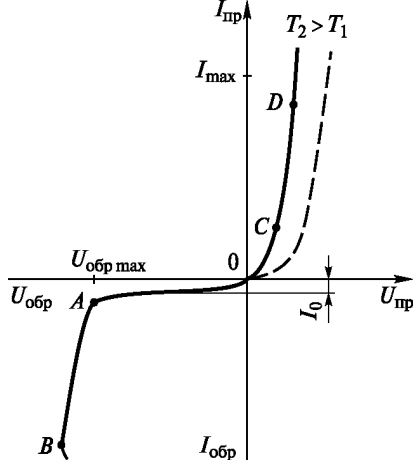
Диодтың тікелей ағымдағы кері ток қарағанда әлдеқайда аз дәрежеде болса да, оның жоғары арттыру, сондай-ақ қоршаған ортаның температурасына тәуелді. В желісі филиалдарының өзгеру сипаты температура суретте көрсетілген. 8.2.

ең кең тәжірибеде түзеткішті диодтың, күріш көрсетілген кәдімгі графикалық символы пайдаланылады. 8.3, а.

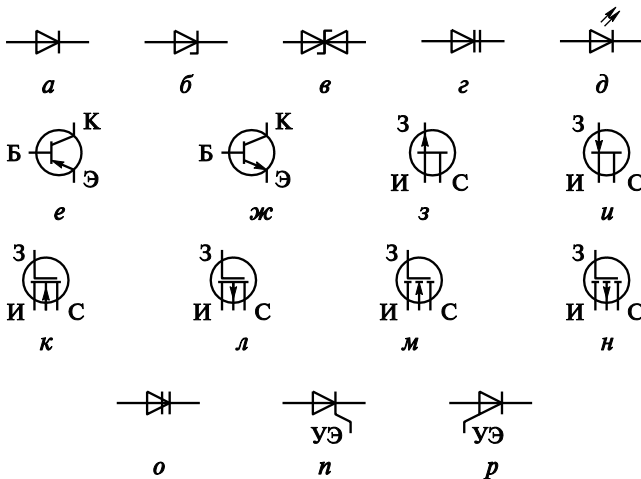
Диодтың түзеткіш мәні оған қолданылатын кернеу тарапынан басқарылады және электрондық қосқыш болып табылады. Тікелей кернеумен, кілт жабық, керісінше - ашық. Алайда, екі жағдайда да, бұл кілт идеалды емес. Тікелей кернеу қолданылғанда, кілтке аз кедергі болады. Сондықтан, салдарынан кіріс кернеу бірнеше төмен жүктеме құрылғыдан алынған ашық UNP диод түзетілген кернеу, кернеу құлдырауына (UNP кремний, ал у германий диоды 0,5, нан аспауы тиіс 1,5 В).

Түзеткіш диодтардың негізгі параметрлері мыналар болып табылады:

$I_{пр·ср max}$ — диод тоғының орташа тура максималды (кіру кернеуі кезеңі үшін) мәні;



8.2-сурет. Диодтың вольт-амперлік сипаттамасы



8.3-сурет. Жартылайөткізгішті x құралдардың шартты графикалық белгіленуі:

a - түзеткіш және импульстік диодтар; b - зерердің диод және тұрақтандырғыш; c - симметриялық зерердің диоды; d - varicap; d - сәулеленетін диод; e-биполярлы транзистор p-n-p-типі; ж -п-у-типі биполярлық транзисторлар; z - i-каналы p-у-түйісімен басқарылатын, далалық-эсерлі транзистор; және - pn арна бақылауының pn түйінімен далалық эсер транзисторы; k - N-каналы орнатылған MIS транзисторы; l - далалық эсерлі транзистор, интеграцияланған p-каналы; m - индукцияланған n-каналы MIS транзисторы; n - индукцияланған p-каналы MIS транзисторы; o - динистр; және p - тиісінше катодты және анодты басқаратын тревизор; B - базасы; K - коллектор; E эмитент; 3 - болт; C - су ағысы; UE - электродты басқаруи, **бр, до, п** — тұрақты кері диодтың кернеуінің рұқсат етілген максималды мәні;

f_{max} - кіріс кернеуінің рұқсат етілген ең жоғары жиілігі;

$U_{jр}$ - берілген тікелей токпен диод арқылы тікелей кернеудің төмендеуі.

Ректификатор диодтары қуат пен жиілік бойынша жіктеледі.

Қуаты аз диодтар үшін $I_{прер max} < 0,3$ А; орташа қуат диодтары үшін $0,3$ А $< I_{прер max} < 10$ А; жоғарғы қуат диодтары үшін $I_{прер max} > 10$ А.

Төменжиілікті диодтарда $f_{max} < 10^3$ Гц, ал жоғары жиілікті түрлерінде — $f_{max} > 10^3$ Гц.

Сондай-ақ, диодтар PN-Junction кернеу кем және UNP / f_{max} үлкен бар ректификациялық көшу металл-жартылай өткізгіш (диодтың Шоттки) қалыптасады диодтың ректификациялық пайдаланылған

Кернеуді тұрақтандыру үшін стабилитрон және стабистор сызықты

емес тұрақты ток тізбектерінде қолданылады. Стабилитронның диод айырмашылығы стабилитрон филиалдары В кернеу тұрақтандыру үшін қолданылады. Ал, олардың салыстырмалы сызықтық тәуелділігі кезінде кернеу шамалы өзгеруіне ағымдағы сәйкес келеді елеулі өзгерістер диодты IV тән $i_m = e^{-et}$ аудандары АВ және CD, суретте 8.2 көрген. Жоғары кернеуді ($> 3 В$) тұрақтандыру үшін I-V сипаттамасының кері жолағы (АВ бөлімі) қолданылады. Осы мақсатта қолданылатын диодтар зерендің диодтары деп аталады. шағын кернеулер ($< 1V$ - интегралдық сызбалардың жылы паргі-mer) тұрақтандыру үшін (CD бөлігі) SVC тікелей филиалы пайдаланылатын, және тұрақтандырғыштар деп аталатын бұл жағдайда диодтардан қолданылады. 8.3 сурет көрсетілген стабилитрон диод және стабистор диод символы, б.

Стабилитрон және стабистор диодтары мен тұрақтандырғыштары, әдетте, кремнийді шығарады. 3-тен 400 В жоғары және төмен кернеу тұрақтандыру стабилитронов А айырмашылық

Стабилитронның диодтың негізгі параметрлері болып табылады: Ист - берілген токтың тұрақтандыру кернеуі;

Ldif - берілген ток кезіндегі дифференциалдық кедергі; / st min - ең аз рұқсат етілген тұрақтандырғыш ток;

/ шт max - рұқсат етілген тұрақтандырғыш ток;

Pmax - рұқсат етілген қуаттың диссипациясы; АТ НО- IST бастап IST кернеу ауытқу - және - A IST $a = A \wedge V$, тұрақтандыру кернеу температуралық коэффициент (T e m e)

диапазондағы температураның өзгеруімен минималды мән А Т.

биполярлық кернеу тұрақтандыру тізбектерде симметриялық стабилитрон, суретте 8.3 көрсетілген кәдімгі графикалық символы қолданылады.

1964 жылдан бастап дамыған өткізгішті диодтың, таңбалау, ол алты таңбадан тұрады. Бірінші символы - диодтың түпнұсқа жартылай өткізгіш материал жасалды деп көрсететін (ортақ пайдалану үшін), хат немесе (арнайы мақсаттар үшін) нөмірі; . - германий, R (2) - кремний, A (3) - арсенид галлий T (1) Екінші сипаты - хат, диодты-маңызды сыныпқа туралы: D - DC түрлендіргіштер, жоғары жиілігі (әмбебап) және импульстік диод; B - varicaps; C - зерендің диодтары мен тұрақтандырғыштары; L - жарықдиодты шамдар. Үшінші сипаты - (ZENER кезінде - шашырау қуаты) диод мақсатын көрсететін көрсеткіш: 3 - қосқыш, 4 - Universal, т.б. Төртінші және бесінші таңбалар - (- номиналды кернеу тұрақтандыру Zener жылғы) дамыту қазіргі санының ретін көрсететін екі таңбалы сан. Алтыншы символы - хат, oznachaya-yuschaya параметрлік құрылғы тобы (y Zener - жұмыс тізбегі). Мысалдары таңбалауды Жарықдиодты: GD412A - германий (T), диодтың (D), (4) әмбебап, бөлме (12), тобын (A) дамыту; кремний (K), бұл стабилитрон (C), 0,3 Вт (1), номиналды кернеу тұрақтандыру 9.6 V (9,6) және шашырау қуаты, үшінші даму (B) - KS19,6 қамтиды.

Денедегі кішкене жалпы өлшемдері бар жартылай өткізгіш диодтар үшін түс таңбалауы құрылғы корпусына қолданылатын белгілер түрінде қолданылады.

8.4. Биполярлық транзисторлар

Биполярлық транзисторлар - жартылай өткізгіш екі р-н тораптары және үш терминалдары ынтымақтастық. электрондар мен тесіктер (осыдан атауы - биполярлық) Осылайша, биполярлық транзистор бір мезгілде заряд тасымалдаушылардың екі түрі бар пайдаланылады.

Биполярлық транзистордың өткізгіштік түрлерін айнымалы үш өңірлері бойынша құрылған екі р-н айрығын бар. транзистор-N-p және p-p-n түрі көрнекті кезектесуі облыстардың тапсырысқа байланысты. Суретте. 8.3, е, х биполярлық транзистордың әдеттегі графикалық белгілерін көрсетеді.

Биполярлық транзистордың жұмысы екі pn түйісуінің өзара байланысына негізделген.

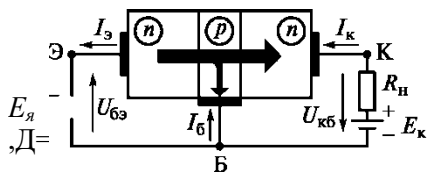
Транзисторлы N-p-n-типті мысалы ретінде биполярлық транзисторлар жұмыс принципі қарастырайық (сурет. 8.4) көпшілігі тасымалдаушылардың концентрациясы үшін N-аймақтағы P-аймақтағы қарағанда айтарлықтай жоғары болады. базалық - (сол жақ N-облыс) іргелес P-аймаққа электрон енгізетін Мұндай P-транзисторлық облысы екстрактирует іргелес P-түрі облысында эмитент P-оң облысы, деп аталады, электрондар, коллекторлық және орта аймақты деп аталады. коллекторлық - эмиттер PN тоғысқан эмиттер деп аталады, және коллектор іргелес отыр тиісінше іргелес. тиісінше эмиттер, коллекторлық және базалық терминалдар деп аталатын жартылай өткізгіш аймақтарда дәнекерленген немесе паяных металл терминалдар деп аталады.

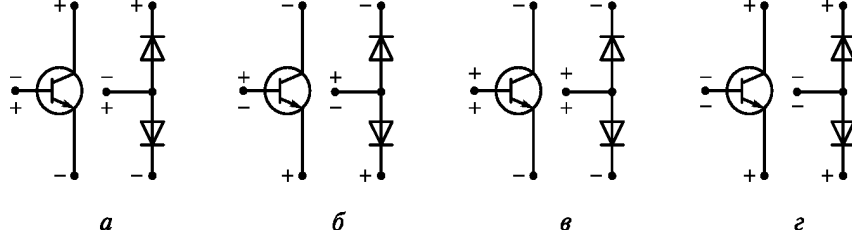
Биполярлық транзисторлардың өтуіне қолданылатын кернеулерге байланысты оның жұмыс істеуінің төрт түрі бар:

белсенді (8.5-сурет, а) - эмитент қосылысына тікелей кернеу қолданылады, кері кернеу қосылысқа қолданылады. Бұл режим эмитенттің ағымдағы беру мәніне сәйкес келеді және күшейтілген сигналдың ең аз бұрмалануын қамтамасыз етеді;

8.4-сурет. Токтардың таралуы (8.5. б-сурет —

p-p-n-транзисторда эмиттерлік ауысу теріс кернеу беріп тұр.





8.5-сурет. Биполярлық транзистордың жұмыс режимі: а — белсенді;

б — инверстік; в — қаныққан; г — сирек

коллекторлық мәні — тура. Бұл режим әдеттегі жұмыспен салыстырғанда эмитенттің ағымдағы трансферттік коэффициентінің едәуір төмендеуіне әкеледі және сондықтан практикада сирек пайдаланылады;

қанықтыру (8.5, с-сурет) - екеуі де тікелей кернеу астында. Бұл жағдайда шығыс тоғы кіріс тоғына байланысты емес және тек жүктеме параметрлерімен анықталады. Коллектор мен эмитент терминалдары арасындағы кернеудің төмен болуына байланысты, қанықтыру режимі сигнал беру тізбектерін қысқа тұйықтау үшін пайдаланылады;

кескіндер (8.5, d-сурет) - екеуі де кері кернеулер астында. Кесу режимінде транзистордың шығу тоғы іс жүзінде нөлге тең болғандықтан, бұл режим сигнал беру тізбектерін беру үшін қолданылады.

Транзисторды белсенді төрт сызықтық желі (кез келген коммутациялық сұлбасы бар) ретінде сипаттайтын негізгі параметрлері мыналар болып табылады:

Тоқ бойынша күшею коэффициенті $K_I = \frac{\Delta I_{\text{ВЫХ}}}{\Delta I_{\text{ВХ}}}$;

Кернеу бойынша күшею коэффициенті $K_U = \frac{\Delta U_{\text{ВЫХ}}}{\Delta U_{\text{ВХ}}}$;

қуаттылығы бойынша күшею коэффициенті $K_P = K_I K_U = \frac{\Delta P_{\text{ВЫХ}}}{\Delta P_{\text{ВХ}}}$;

кіріс кедергісі; $R_{\text{ВХ}} = \frac{U_{\text{ВХ}}}{I_{\text{ВХ}}}$;

Шығыс кедергісі $R_{\text{ВЫХ}} = \frac{U_{\text{ВЫХ}}}{I_{\text{ВЫХ}}}$.

Қосылу тізбектерінің әрқайсысы үшін есептелген транзистордың параметрлері кестеде келтірілген. 8.1. Онда, Лвхб мәні бойынша транзистордың кіру қарсылығын ОБ сызбасына білдіреді.

8.1-кестеде келтірілген мәліметтерді талдау. Тоқ тізбегінің әмбебаптығын ОЕ-мен транзистордың ағымды және кернеудегі күшейтуін қамтамасыз ететіндігі туралы куәландырады. Бұл транзисторға қосылу сызбасын кеңінен қолдануды түсіндіреді.

Сондай-ақ, жоғары мәндер ағымдық транзистордың күшейту қасиетін анықтайды, ол кіші кіріс токтарымен (базалық ток) шығыс

(жүктеме) сызбасында едәуір жоғары токтардың (коллекторлық ток) бақылау мүмкіндігінен тұрады.

Әрбір тізбек транзисторды қамтитын оның статикалық сипаттамаларына сәйкес келеді, ол токтардың транзистор арқылы функционалды тәуелділігін білдіреді. олар графикалық түрінде әдетте осы тәуелділіктерді сызықты сипаттағы Себебі.

транзисторлық кіріс кернеу кіріс тогының тәуелділігін көрсететін, тиісінше, төрт полюсті кіріс және шығыс ВАХ статистикасы ретінде сипатталады.

8.1-кесте

Транзисторды қосу сызбасы

Қосылу сызбасы		Негізгі параметрлері
Жалпы база (ЖБ)		$R_{вх} = R_{вых} = \frac{U_{эб}}{I_э};$ $K_I = \frac{\Delta I_к}{\Delta I_э} = h_{21б} = \alpha < 1;$ $K_U = \frac{\Delta U_{вых}}{\Delta U_{вх}} = \frac{\Delta I_к R_н}{\Delta I_э R_{эб}} =$ $= \frac{R_н}{R_{эб}} h_{21б} \gg 1$
Жалпы эмиттер (ЖЭ)		$K_I = \frac{\Delta I_к}{\Delta I_б} = h_{21э} = \beta \gg 1;$ $K_U = \frac{\Delta I_к R_н}{\Delta I_б R_{вхэ}} = h_{21э} \frac{R_н}{R_{вхэ}} \gg 1;$ $R_{вх} = R_{вхэ} (\beta + 1)$
Жалпы коллектор (ЖК)		$K_I = \frac{\Delta I_э}{\Delta I_б} = h_{21э} + 1 \gg 1;$ $U_{вых} = U_{вх} - U_{эб};$ $K_U = \frac{\Delta U_{вых}}{\Delta U_{вх}} < 1;$ $R_{вх} = R_{н} (\beta + 1)$

(транзистордың шығыс кернеуінің тұрақты мәнінде) және шығыс кернеуінен шығатын ток (транзистордың тұрақты ток тогымен). ОЕ түріндегі қосу тізбегіне арналған U-P типті типті биполярлық транзистордың статикалық кіріс және шығыс кернеу сипаттамалары күріш көрсетілген. 8.6. Статистикалық сипаттамалары транзисторы бар сызықты емес тізбектерді есептеу үшін пайдаланылады. Өнеркәсіптік дискретті биполярлы транзисторлар әдетте екі параметрге сәйкес жіктеледі: қуат және жиілік сипаттары. Қуат төмен қуатына ($P_{out} < 3W$), орта қуаты ($0,3 W < P_{in} < 1,5 W$) және күшті ($P_{in} > 1,5 W$) жіктеледі. төмен жиілігін ($f_a < 0,3$ МГц), орта жиілігі ($0,3$ МГц $< f_a < 3$ МГц), жоғары жиілікті (3 МГц $<< f_a < 30$ МГц) және ультра жоғары жиілікті ($f_a > 30$ МГц) - жиілік қасиеттері бойынша, Онда f_a - ОВ тізбегіндегі ағымдағы транзисторлық күшейтудің шекті жиілігі, мұндағы emitter коэффициентінің коэффициентінің модулі $|a|$ төмен жиілікте өлшенген мәнге қатысты V_2 коэффициенті бойынша азаяды.

8.5. Дала транзисторлары

Электрондар немесе саңылаулар немесе - оның операция тасымалдаушылардың бір ғана түріне пайдалануға негізделген, өйткені кейде биполярлық-транзисторлық деп аталады айырмашылығы FET, униполярлы болып табылады. Транзисторлар жинақталатын операциялық ағымдағы арна деп аталады, онда өткізгіш қабаты.

Далалық транзисторлар - ағымдағы бақылайды жартылай өткізгіш күшейе құрылғы (биполярлық транзистор сияқты) емес, және электр өрісі (осыдан атауы - даладағы) жүргізу арна көлденең қимасының ауданы, өзгерту арқылы жүзеге асырылады. Бұл транзистордың шығу тогын өзгертеді. Арналар жақын жердегі (оқшауланған қақпасы бар транзисторлар) және көлемдік (транзисторлар, басқару п-мен бірге) болуы мүмкін.

Қуат көзі (S) және шығаратын (C) - далалық әсер жасайды металл электродты, басқа екі электродтар, (3) қақпасын деп аталады. принципі қайтымды бастапқы және су төгетін. сыртқы тізбек үшін арнасынан осы тасымалдаушылар $\psi_0 - \psi_{\text{уат}}$ ол арқылы бір электрод - Ол заряд тасымалдаушылардың және ағызу алынған негізгі арна көзі мен канализацияға арасындағы тиісті кернеу полярлығы бар, ол олардың көзі, сондай-ақ қызмет етеді. ортақ көзі (UR), жалпы қақпа (03) және жалпы розетка (OS): енгізу және шығару үшін ортақ болып табылады терминалдар табылатын байланысты, үш ауыстырылым сызбалары YAC бар. ең кең RI с тәжірибе сызбасы табылған.

Арна-түрімен транзисторлар құрылымы суретте 8.7 көрсетілген. металл қақпасы диэлектрлік қабаты (- оқшауланған қақпасы бар далалық транзисторлар осыдан балама MISFET аты) жартылай өткізгіш субстрат бастап қымтау. ағымдағы құны I_c ысырма өте аз, өйткені транзисторлар ГЛЖ Кіру импеданс, (бірнеше мегОм) өте үлкен.

Суретте көрсетілген дала транзисторлар рәміздері. 8.3, б ... N.

YAC негізгі артықшылықтары оның DC жоғары кіріс кедергісі және үлкен технологиялық болып табылады. Соңғысы цифрлы интегралды сызбаларды әзірлеуде далалық-әсерлі транзисторларды кеңінен қолдануға мүмкіндік береді.

коммерциялық қолжетімді Дискретті Далалық транзисторлар, электр және жиілігі ұқсас биполярлық сәйкес жіктеледі.

транзисторлар 1972 қолданылады, ол үшін әріптік-сандық жіктеуге белгілеңіз. Сонымен қатар, әрбір сим-әрекет жағдайында транзисторлар келесі ақпаратты береді. Бірінші SIM-ақпарат - түпнұсқа жартылай өткізгіш материал таңбалау диодтар жағдайда ретінде хат немесе фигура көрсете отырып,. Екінші белгі - бұл құрылымының сыныбын білдіретін әріп: P - өрісі, T - биполярлық транзисторлар. Үшінші символы - мәнерлеп (1 9), би-полярылық транзисторлар мен өрістің энергетикалық және жиілік сипаттамаларын анықтау, 8.2-кестеге сәйкес көрсетіледі.

Төртінші және бесінші таңбалар - бұл құрылымының дизайнының сериялық нөмірін көрсететін сандар (01-ден 99-ға дейін). Алтыншы белгі —

Таңбалаудың үшінші символымен анықталған транзистордың жиілігі мен қуат сипаттамалары

Таралу қуаты, Вт	Жұмыс жиілігі, МГц		
	3 кем	3.30	30 артық
0,3 кем	1	2	3
0,3... 1,5	4	5	6
1,5 артық	7	8	9

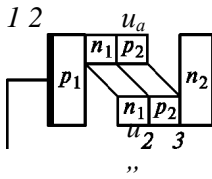
құрылғылардың параметрлік тобын белгілейтін әріп (топтар бойынша бөлу құрылғының кез келген параметрлері бойынша жүзеге асырылады: ток беру коэффициенті, кері кернеу және т.б.). Мысалы, КТ905А белгісі білдіреді: кремнийлі биполярлы транзистор; қуаттың диссипациясы 1,5 Вт-тан астам; 30 МГц-ден астам жұмыс жиілігі; бесінші даму; А тобына жататын параметрлерге сілтеме жасайды.

Таңбалаудың төртінші, бесінші және алтыншы таңбаларына сәйкес келетін үш таңбалы эзирлеу нөмірі бойынша ерекшеленетін жеті таңбалы жартылай өткізгіш таңбалау эзирленді.

8.6. Тиристорлар

Тиристорлар - жартылай өткізгіш приборларды үш (немесе одан да көп) бар, бистабильных ашық және керісінше жабық мемлекет тарапынан қосылуы мүмкін айрығын, ректификациялық. Диодты (бақыланбайтын) және триодты (басқарылатын) тиристорларды бөліңіз. Диодтың тиристоры динорлар деп аталады, ал тринистор - бұл триодты құрылғы болып табылады.

Динистр, оның символы күріш. 8.3, о - екі қабатты төрт қабатты р-и-р-и-құрылымы. Электрод сыртқы-аймаққа электр байланысын қамтамасыз ету және катодты және сыртқы Р облысы деп аталады - анод. белгілері сыртқы кернеу өткелдер 1 және 3 құрылымына қолданылатын (сур. 8.8) ескере отырып алға бағытта ішківедомстволық, және барлық кернеу коллектор режимінде жұмыс істейді, тоғысқан 2, арқылы төмендейді. кімнің ауданы және P2 шартты бөлінген n1-n2-P2, және P2, u1, U1 - қаралатын Dynistor құрылымы екі транзисторлар P1 тұрады болады. Өтпелі 1 Осы транзисторлар базасын рөлін орындауға NB тесік облысына E облысының айдалады, ол арқылы бірінші транзисторлық тоғысқан



туралы эмитенті болып табылады. базалық және коллекторлық айрығын 2 Болатын Бүгін, айдалады тесіктер сол уақытта екінші транзисторлар базасы ретінде қызмет етеді, бірінші транзистор,

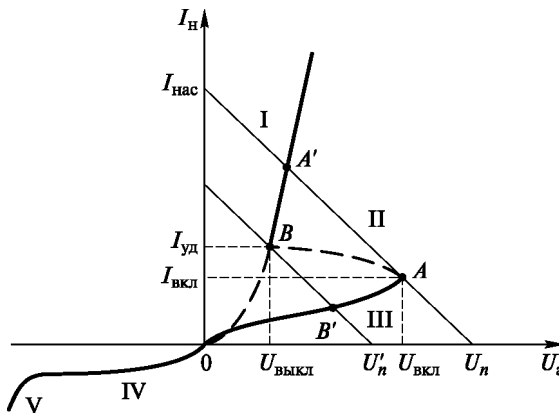
коллектор пайда P2.

8.8-сурет. Динистордың қосылу сызбасы: ВАХ динистор, 8.9-суретте көрсетілген,

Аймақ жоғары кернеу U_A кезінде I_N шағын ағымдағы мәндері бар III және блоктан облысы Мен төмен кернеу U_A кезінде I_N үлкен токтары бар: филиалдары екі тұрақты аймағын желісі бойынша бөліп көрсетуге болады.

А және В нүктелері = 1 ретінде жағдайына сәйкес мен ауыстырып қосқыш пункттерді және сақтау dynistor, және ағымдағы коммутациялық (I_{vkl}) деп аталатын тиісті токтар деп аталады және (I_{ud}) ағымдағы ұстап отыр. А және В нүктелерінің арасында II аймақ бар, онда динистордың теріс дифференциалдық қарсылығы бар. Кирхгоф заңы бойынша екінші суретте көрсетілген сызба бойынша. 8.9, бізде $U_n = U_a + U_{ang1}$ бар.

Бұл теңдеудің шешімі желісі жүктеме және ВАХ Ян dynistor (операциялық нүкте) қиылысы нүктесі болып табылады. U_a dинисторov кернеу магнитін қосу құндылықтар «үздіксіз мемлекеттік А А нүктесін жылжытады операциялық, жетсе 1 болуы мүмкін,



8.9-сурет. Динистор мен жүктеме резисторының вольт-ампер сипаттамалары:

Мен ашық мемлекетпін; II - теріс қарсылық аймағы; III - жабық мемлекеттің аумағы; IV - кері бағытта аймағы; V - бұзылу аймағы

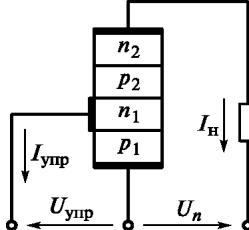
Ашық алаң жағдайында; II - теріс қарсылық аймағы; III - жабық мемлекеттің аумағы; IV - кері бағытта аймақ; V - бұзылу аймағы.

Осылайша, ағымдағы бақылау 1N ғана құрылғының анод пен катодтың арасында қолданбалы кернеу сыртқы көзден модулі мен бағытын өзгерту арқылы мүмкін $di-nistora$.

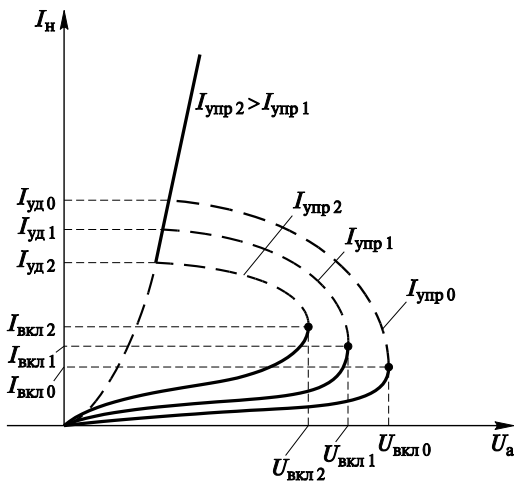
SCR базалық өңірлердің бірі бақылау (сур.

8.10) болып табылатын, төрт қабатты жартылай өткізгіш құрылымы болып табылады. транзисторлар базасында байланысты шартты бақылау жүргізіледі, анодтық және катодтық бақылау SCRс ажырата.

Базалық терминал жақын маңдағы таратқыштың тоқын басқаруға мүмкіндік береді. Осы мақсат үшін, бақылау электрод (UE) тиісті эмиттер тоғысқан блоктан қамтамасыз етеді осындай Поляр зарядтау керек. Бұл жағдайда тиристордың құлпын ашу және құлыптау процестері, яғни. оның ағымдағы бақылауды 1n, анод және (dynistor сияқты) катодты сыртқы көзі кернеу арасындағы қолданылатын өзгерту арқылы жүргізіледі, бірақ байланысты күріш көріп, болып табылады бақылау электрод, бойынша кернеу вариация үшін емес. 8.10, электр тізбегі SCRс енгізілген енгізу электрод. Сурет 8.11 IV сипаттамалары SCRс көрсетеді, және сурет 8.3, N, P - оның шартты белгілерін көрсетеді.



8.10-сурет.
Тристорды іске қосу сызбасы



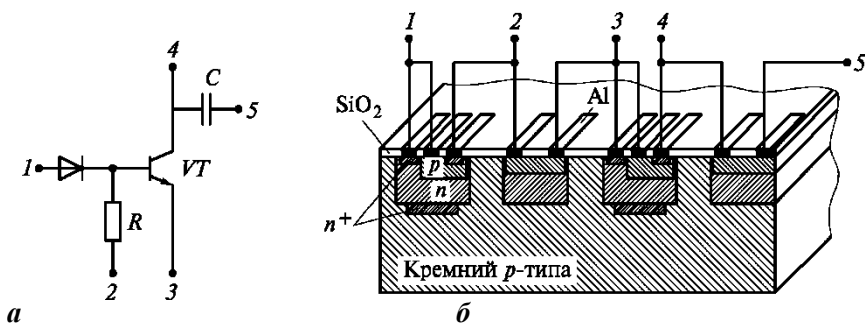
Суреттен көрініп тұрғандай. 8,11, $U_{срр}$ (тисінше / U_n) жоғарылаған кезде тренерге қосылу кернеуі төмендейді, ал транзистордың IV сипаттамасының жеткілікті үлкен мәні / диодтың ағымдағы кернеу сипаттамасының тікелей тармағының формасына ұқсас болады.

8.7. Жартылай өткізгішті құралдар интегралды микросызбалар арқылы қолданылады

Интегралды сызбалар (IC) немесе құрастыру қатты табақ материал, немесе оның бетінде немесе алуға болады. Бірінші жағдайда, жартылай өткізгіш материал органы резисторлар қабаттарын, электронды алдын ала белгіленген функцияны асыратын транзисторлар, диодтар және конденсаторлар құрылымын жасайды. Мұндай АЖ жартылай өткізгіш деп аталады. 8.12-сурет жартылай IC және бейіндік құрылымын сызбасы көрсетеді.

Екінші жағдайда, (белсенді қоспағанда) интегралдық сызба барлық элементтері поликристаллды немесе пассивті элементтер көрсетілген функцияларды орындау аморфты қабаттардың (фильм) түрінде диэлектрлік табаққа (субстрат) қолданылады. Қажет болған жағдайда алынған IC, сыртқы терминалдармен корпусқа орналастырылады. Гибридті деп аталады аралас (фильм-дискретті) IC, нәтижесінде, тізбек $p\text{-}n\text{-}p$ және Белсенді элементтері (диодтар және транзисторлар). Гибридті IC құрылымының электр тізбегі және профилдері 8.13-суретте келтірілген.

Ең көп таралған практика және перспективалы жартылай өткізгіш ICs, олар сіз олардың құнының аз отырып, шағын габаритті электрондық құрылғылар жеткілікті функционалдық сенімді және күрделі құруға мүмкіндік береді, сондай.



8.12-сурет. Жартылай өткізгішті АЖ электр сызбасы (а) және құрылымының профилі

Жартылай өткізгіш ІС-дің тән ерекшелігі индуктивтілік катушкаларының элементтері мен трансформатордың болмауы болып табылады. Бұл қазіргі күнге дейін электромагниттік индукцияға қатты физикалық құбылыстарды қолдануға мүмкіндік бермейтініне байланысты. Сондықтан ІС әзірлеу кезінде олар индуктивтерді қолданбастан қажетті функцияны жүзеге асыруға тырысады немесе индуктивтілік элементтерін бекітеді.

Екі жартылай өткізгіш ІС бар: биполярлық ІС және MIS ІС. Биполярлық ІС-лардың негізгі элементі - n - pn транзисторы, ал MIS ІС индукциялы арнадағы MIS транзисторы болып табылады. Электр тізбегінің барлық элементтері (диодтар, резисторлар және конденсаторлар) негізгі элементтің негізінде жасалады және онымен бір мезгілде дайындалады.

IP-ның функционалдық күрделілігі, әдетте, интеграция дәрежесімен сипатталады, яғни. интегралды сызбаны құрайтын элементтердің саны (көбінесе транзисторлар). ІС енгізілген элементтердің саны - N кәдімгі коэффициенті $K = Lgn$, пайдаланып интеграция дәрежесін сандық. $K < 1$ (яғни $N < 10$) кезде, тізбек қарапайым IP деп аталады; $1 < K < 2$ - орташа ІС (ASIC); $2 < K < 3$ - үлкен интегралды сызбалар (LSI); $K > 3$ (яғни, $N > 1000$) - ультра интегралды сызбалар (СБИС).

Қолдану ІС орнына электрондық құрылғылардың Эль-элементі базасы ретінде дискретті элементтері, сенімділік тұрғысынан өлшемдері, құнын және басқа да факторларды маңызды артықшылықтар ұсынады. сенімсіздігі негізгі көзі күрт жалпы өлшемдері азаяды және электрондық құрылғылардың салмағы (байланысты әр ІС элементті корпусының және сыртқы тұжырымдар болмауы) айтарлықтай Ассамблеясының көптеген қоспағанда арқылы құнын төмендетуге мүмкіндік - Бұл байланысты ІС пайдаланған кезде бірнеше дәнекерлеуіш буын қажеттілігін жояды, бұл шын мәнінде болып табылады және құрастыру жұмыстары азаяды.

8.8. Индикаторлық құралдар

Индикаторлық құрылғылар - ақпаратты көрнекі түрде көрсету үшін арналған құрылғылар. Осындай құрылғылардың маңыздылығын жоғары бағаламауға болмайды, өйткені ақпараттың 80% -ы адамның көзбен көру органдары арқылы қабылданады. Электр сигналдарын графикалық кескіндерге айналдыруға арналған индикаторлық құрылғыларды қарастырайық. Осындай құрылғылардың әрекетінің негізі - әртүрлі физикалық құбылыстар мен үрдістер, олардың ішінде электролюминесценциясы, газды ағызудағы процестер, жартылай өткізгіште жарық шығаратын процестер, сұйық кристалдардағы оптикалық процестер. Электролюминесценция және газдардағы электр разрядымен

байланысты процестер электровакустар индикаторларында (ЭВП).

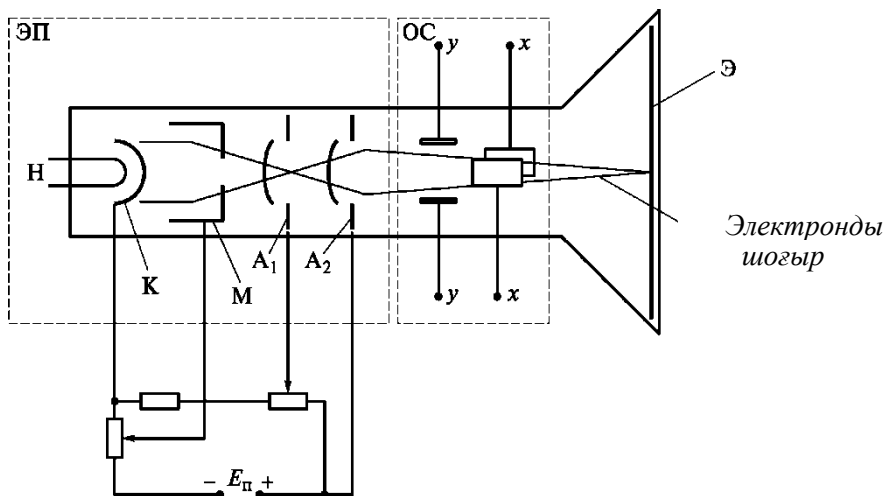
ЭВП жағдайында электронды-сәулелік түтіктер (CRTs) деп аталатын электронды сәулемен бомбаланған кезде кейбір материалдардың люминесценциясы құбылысы қолданылады.

Электронды-сәулелі түтік электронды-rostaticeskim және магниттік бақылау бар түтікке бөлінеді. Бұрын электронды сәулені басқару үшін электрлік өріс, ал екіншісі - магнит өрісі.

Электронды-сәулелік түтіктер магниттік бақылаумен ақпараттық дисплей құрылғылары ретінде кеңінен қолданылады және, атап айтқанда, компьютер дисплейлеріне арналған дисплей құрылғылары ретінде қолданылады.

Электронды-сәулелі түтікше электростатикалық бақылау-эм жоғары жиілікті қасиеттерін қамтамасыз бар, сондықтан олар кеңінен электронды осциллографтар-cillograph индикаторлары ретінде пайдаланылады.

Электростатикалық ток автоматты суретте көрсетілгендей отырып CRT басқару сызбасын әзірлеу. 8.14. Бұл вакуумдық шыны шамы, оның тар бөлігінде электронды проектор (EP) және ауытқу жүйесі (OS) бар. Шамның соңында электронды пучпен бомбаланған кезде жарқылдауға қабілетті фосфор арнайы композициямен жабылған экран (E) бар. электрон мылтық қыздырылған жіп тәрізді катод (K) (H), бір модулятор (M) және екі анодтарды қамтиды (A₁ и A₂).



8.14-сурет. Электростатикалық түрде басқарылатын электронды-сәулелік тұрба

Анод өрісінің әсерінен электронды сәулелерді қалыптастыру экранға қарай жылжыту, электрон бұлтын қалыптастыру катод кетті электрондар. Бұл арқалық түбінде тесігі бар қуыс цилиндр ретінде теңшеледі модуляциядан келеді. вольт бірнеше ондаған катодты қатысты модулятор теріс кернеу қолданылады. Бұл кернеу кідіріс өріс, алдын-ала фокустау электронды сәулелерді және экранның өзгерту жарықтығын жасайды. Электрондық сәуленің қажетті энергиясын алу үшін анодқа анодтың оң кернеуі қолданылады: A1 анодына бірнеше жүз вольт және A2 анодына бірнеше мың вольт қолданылады. экранның жазықтықта екінші электростатикалық линзаның анод кернеуі A2 *vu*bi *rayut* кезелімді жағдайы параметр.

ЭЛТ дефлекторлық жүйесі лампаның осі бойынша симметриялы орналасқан екі өзара перпендикулярлық пластинадан тұрады. Пласталарға қолданылатын кернеу электронды сәуленің траекториясын бұрады, осылайша экрандағы жарық нүктесінің дефлекторлық әсерін тудырады.

Төмен кернеу индикаторлары әзірленді, олардың жұмыс кернеуі бір-онға дейін вольтқа дейін орналасқан. Бұл вакуумды қыздыру және люминесцентті, жартылай өткізгіш және сұйық кристалды индикаторлар. Осындай индикаторлардың құрастырылуы элементтердің аз санын (жарық шығаратын сегменттер) көп мөлшерде және әріптермен синтездеуге мүмкіндік береді, олар газды разрядты индикаторларымен салыстырғанда оларды әмбебап сипатта түрлендіреді.

Белсенділік қағидасына сәйкес төмен вольтты индикаторлар (электр тогының энергиясын жарық ағынына айналдыру негізінде)

және пассивті (электр өрісінің әсерінен сыртқы жарық ағынының модуляциясы негізінде) белсенді түрде жіктеледі. Бірінші сыныпқа вакуумды қыздыру, жартылай өткізгіш және вакуумды люминесценттік көрсеткіштер, екінші сұйықтық кристалды индикаторлар кіреді.

Вакуумды қыздыру индикаторы электровакуальды құрылғы болып табылады, оның ішінде жіп тәріздес радиация элементтері бар.

Төмен вольтты құрылғылардың барлық түрлерінде вакуумды жарқырататын индикаторлар ең жоғары люминесценцияның жарықтылығына ие, бұл кез-келген сыртқы жарықтың тікелей күн сәулелеріне дейін жұмыс істеуге мүмкіндік береді. Индикатордың түсі сабан сары. Ілгілердің ішкі орналасуы араб сандарын 0-ден 9-ға дейін, сондай-ақ орыс және латын әліпбиінің көптеген әріптерін көрсету мүмкіндігін береді.

Жартылай өткізгіштің индикаторы жарық шығаратын диодтардың негізінде орындалады. Түрлі бастапқы материалдарды пайдалана отырып, қызылдан жасылға дейін люминесценцияның әртүрлі түсімен жарық шығаратын диодтарды алуға болады. Жарық диодты индикаторлар металдан, металдан жасалған немесе пластикалық жағдайда корпуссыз жасалған. Барлық жағдайларда индикатордың көлемін көрнекі түрде ұлғайту үшін арнайы шаралар қолданылады: фокустау және диффузиялық линзаларды, мөлдір пластикалық корпустарды қолданыңыз, шығаратын диодтың ішкі беттерінен көптеген көріністер жасаңыз және т.б. Көрсеткіш жарық нүктесінің диаметрі 1,5 ... 4,0 мм.

Жарықтандырғыш диодтар жеті - он сегменттегі синтетикалық индикаторлар түрінде автономды түрде пайдаланылады немесе матрица мен бір немесе әр түрлі түстердің мозаикалық панельдеріне теріледі. Таңба өлшеміне байланысты, әр сегментте бір немесе бірнеше светодиоды қолдануға болады. Индикатордағы белгі биіктігі 2,5-тен 25 мм-ге дейін.

Көп сандық индикаторларды құрастыру үшін бір таңбалы көрсеткіштер 2-ден 12-ге дейінгі құрылғыларға бөлінген топтарға бөлінген шұңқыр. Мұндай көрсеткіштер микрокалькуляторларда кеңінен қолданылады.

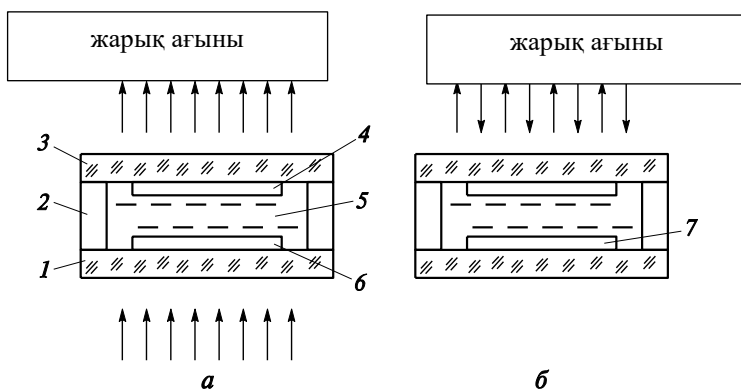
Ең әмбебап матрицалық жартылай өткізгіштер араб сандарын 0-ден 9-ға дейін, рим таңбаларын, орыс және латын әліпбиінің әріптерін, түрлі белгілер мен белгілерді көрсетуге мүмкіндік беретін индикаторлар. Мұндай көрсеткіштер, мысалы, 7 x 5 немесе 8 x 5 жарық шығаратын жарық шағылыстыратын жарық диодтар қамтитын матрицалар (панельдер), олар белгілі бір жарық нүктесін бөлектеу үшін тиісті жолдың және бағанның терминалдарына кернеуді қолдану қажет.

Жартылай өткізгіш көрсеткіштерінің электрлік параметрлері олардың дизайны бойынша да, бастапқы жартылай өткізгіш материал түрімен де анықталады. Бір жарықдиодты жұмыс кернеуі

1,5 және 2,5 В арасында, ал ток 3 және 20 мА аралығында болады.

Табиғаты бойынша сұйық кристалды дисплей (СКД) пассивті болып табылады, яғни. сыртқы жарықтандыруды талап етеді және сұйық кристалдың оптикалық тығыздығын өзгерту арқылы жұмыс істейді. Сыртқы жарықтандыруды қолдану әдісі бойынша СКИ люминесцентті және рефлексияда жұмыс істейтін индикаторларға бөлінеді.

Құрылымдық жағынан, СКИ пленка электродтары қолданылатын ішкі беттерде екі параллельді шыны пластинадан тұрады (8.15-сурет). Электродаралық кеңістігі сұйық кристалды затпен толтырылады. Электродтардың біреуі көрсетілген белгі түрінде орындалады, екіншісі - жалпы. Люменде жұмыс істейтін СКИ-да екі электродтар да мөлдір болады, және көріністе жұмыс істейтін СК-дисплейде ішкі жалпы электродтың айна беті. Қолданылатын сұйық кристалдардың қасиеттеріне байланысты, жарық түс аясында бір түсті қара түсті суреттерді немесе қараңғы фонда жарық суреттерді алуға болады. Сондай-ақ түсті кескіндерді алуға болады. Қазіргі уақытта индустрия бір сандық және көп санды цифрлы, сондай-ақ сұйық кристалды индикаторларды шығарады. Көрсеткіштер тұрақты құрамдас болмайтын айнымалы токпен жұмыс істейді, кернеуі 3-тен 24 В-ке дейін. Ағымдағы тұтыну - ондаған микроамперді құрайды.



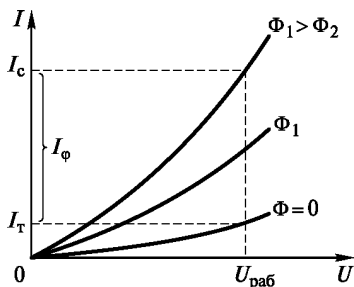
1, 3 — әйнек пластиналар; 2 — желімді қосылыс; 4 — алдыңғы мөлдір электрод; 5 — сұйықкристалды зат; 6 — артқы мөлдір электрод; 7 — артқы шағылыстырушы электрод

Сұйық кристалды индикаторлардың негізгі артықшылықтары - өте күшті сыртқы жарықтандыру жағдайында суреттің жақсы жарықтығы мен контрастын, КМОП интегралды сұлбалармен кернеу деңгейімен үйлесімділігі, құрылыстың қарапайымдылығы және жоғары беріктігі. Кемшілік ретінде жұмыс температурасының кішкене аралығы және үлкен инерциясының болатындығын қашастыруға болады.

8.9. Фотоэлектрлі құралдар. Оптоэлектронды құралдар туралы түсінік.

Фотоэлектрлі құралдар ретінде сәуле энергиясын электр энергиясына айналдыратын электронды құрылғыларды атап көрсетуге болады. Мұндай құрылғылар фотоэлектрлік әсерге вакуумда да, газда да, жартылай өткізгіште де салынуы мүмкін. Ішкі фотоэлектрлік әсерге негізделген жұмыс принципі ең кең қолданылатын фотоэлектрлік құрылғылар. Оның мәні - еркін заряд тасымалдаушылардың шоғырлануының сыртқы жарықтың әсері және, тиісінше, жартылай өткізгіш материалдардың электр өткізгіштігі. Алынған электрөткізгіштігі фотопротекторлық деп аталады. Ол жартылай өткізгіш материалдың меншікті өткізгіштігімен біріктіріледі. Фототермизділік сыртқы жарық ағынының қарқындылығы мен спектральды құрамына байланысты.

Ішкі фотоэффект әсерлері жартылай өткізгіш құрылғылардың фоторезисторлардың, фотодиодтардың және фототранзисторлардың әр түрлі типтерінде жүзеге асырылуы мүмкін.



б
8.16-сурет.

Фоторезистордың шартты белгіленуі (а) және типтік ВАХ (б)

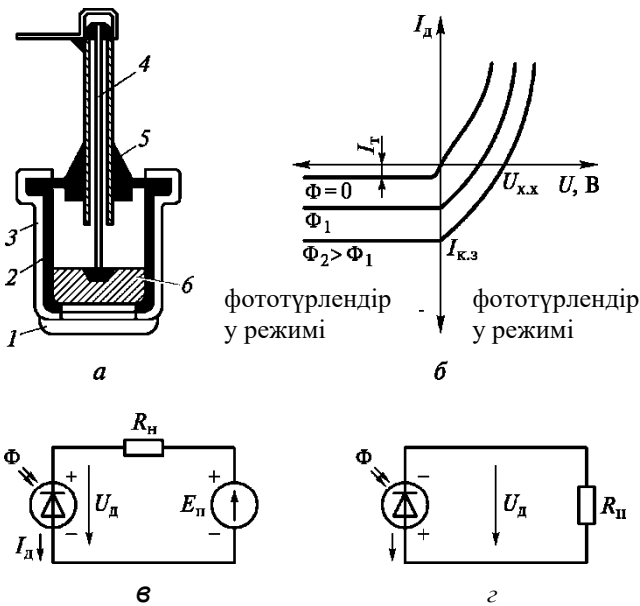
ағынының әсерінен фоторезистордың кедергісі төмендейді. Бұл жағдайда ток жарық (к) деп аталады. Жарық және қара токтар

арасындағы айырмашылық фототеру / f болып табылады. Құрылымдық түрде фоторезисторлар мөлдір терезе бар металл немесе пластикалық корпуста жасалады, оған сәйкес жартылай өткізгіш материал орналасқан.

Фотодиод қарапайым жартылай өткізгіш диодтың құрылымында ұқсас. Оның айырмашылығы, оның корпусы қосымша линзамен жабдықталған, ол, әдетте, p-n түйіспесінің жазықтығына перпендикулярға бағытталған сыртқы жарық ағыны қалыптастырады (8,17-сурет, а). Құрылымы фотоконвертор және фотогигератор режимінде жұмыс істей алады (8.17, б-сурет).

Фотоконвертор режимінде сыртқы қуат көзі фотодиод тізбегіне қосылады (8.17, с), бұл p-n түйінінің кері бұрылысын қамтамасыз етеді. Егер көшу жанып тұрмаса, кері қараңғы ток пайда болады. Қараңғы токқа ауысқан кезде фототеру қосылады, оның мәні қолданылған кернеуге тәуелді емес және жарық ағынының қарқындылығына сәйкес келеді (8.17, б-сурет).

a — құрылысы; *б* — вольт-амперлік сипаттамасы; *в* — фототүрлендіргіш жұмыс режиміне қосылу сызбасы; *г* —



8.17-сурет. Фотодиод:

фотогенераторлық жұмыс режиміне қосылу сызбасы; 1 — әйнек линза; 2 — кристаллұстағыш; 3 — корпус; 4 — ішкі шығару жолы; 5 — корпус герметизациясы; 6 — p-n-ауысу жолына ие кристалл

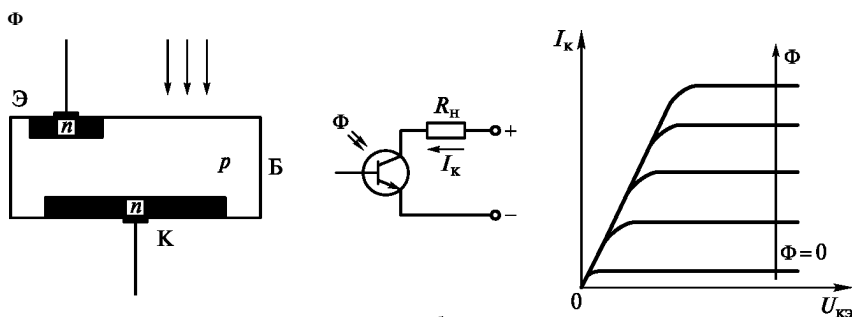
Фотогенератордың режимінде фотодиодтың өзі - фотоэлектрлік қуат көзі (8.17, d), оның шамасы жарық ағынының қарқындылығына пропорционалды. Кремний фотодиодтың $E = U_x$ фотоэлектрлік қуатының типтік мәні - 0,50 ... 0,55 В, ал қысқа тұйықталу тогының мәні - 1к, орташа күн сәулесі 20,25 мА / см².

Фототрансорбцияның құрылымы биполярлық транзисторларға ұқсас (8.18-сурет, а). Фотодиодқа қарағанда, ол сезімталдығы жоғары.

Жарық ағыны эмитенттің рп түйісуінің жазықтықына перпендикулярлық әрекет жасайды, ол базада жұптық тасымалдағыштарды жасайды. Базалық емес базалық коллекторлар коллекторлар торабымен тартылып, коллекторлық ток шығарады. Дегенмен, бұл ток коллектордың ағымының бір бөлігі ғана, себебі азшылыққа жататын тасымалдаушылардың базасынан шығып, онда негізгі тасымалдаушылардың кеңістіктік бос кеңістігі пайда болады. Бұл заряд зарядтардың эмитент торабының әлеуетті кедергісін азайтады. Нәтижесінде, эмитенттің базалық аймаққа енгізілген заряд тасымалдаушылардың санын ұлғайту және, тиісінше, коллектордың ток тарапынан өсуі байқалады. Осылайша, фототрансционер фотодиодқа қарағанда оның сезімталдығын түсіндіретін фототеруді күшейтеді.

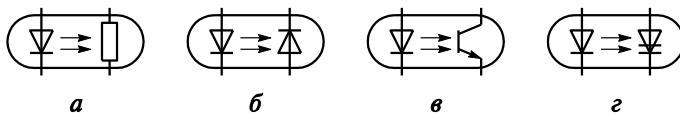
Қарастырылған фототрансаторлық жұмыс принципінен базалық шығу міндетті емес (8.18, б-сурет). Негізгі шығыссыз пайдаланылатын фототрансорбцияның ағымдағы кернеулі сипаттамалары жалпы-эмитент тізбегіне қосылған биполярлық транзисторларға ұқсас. Оның айырмашылығы, бақылау параметрі базаның ағымы емес, бірақ жарық ағыны Φ (сурет 8.18, с-сурет).

Оптоэлектрондық құрылғы бір мезгілде жарық энергиясының көзі мен қабылдағышын қамтиды.



8.18-сурет. Фототранзистор:

а — құрылымы; б — қосылу сызбасы; в — шығыс сипаттамаларының жиынтығы



8.19-сурет. Резистивті (а), диодты (б), биполярлық транзисторы бар транзисторлық (в) және тиристорлық (г) оптобулардың шартты белгіленуі

Оптобу үшін кіріс және шығыс параметрлері кіріс және шығыс тізбектері арасындағы гальваникалық қосылымсыз электрлік сигналдар болып табылады. Оптобу эмитенті ретінде инфрақызыл сәуле диодты, жарық шығаратын диод, люминесцентті радиатор немесе жартылай өткізгіш лазер қолданылады. Инфрақызыл диод қазіргі уақытта кеңінен қолданылып келеді, оның құрылымы, бақылауы мен жоғары тиімділігі қарапайымдылығымен түсіндіріледі. Оптобу таратушы ретінде фотозлектрлік құрылғылар (фоторезистор, фотодизод, фототрансорбция және т.б.) қолданылады. Оптобу туралы мәліметтер, оның ішінде әр түрлі қабылдағыштардың мысалы 8.19-суретте келтірілген.

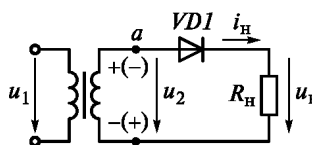
Оптикалық дыбыс күшейткіштің шығыс сигналын күшейту және сәйкестендіру үшін сандық сигналдарды беру және түрлендіру үшін пайдаланылатын стандартты кернеу деңгейі оптоэлектрондық микрочиптер болып табылады. Оларда, әдетте, диодтың оптикалық ағытпасы (екеуі де барынша жылдамдықта) және импульстік күшейткіш ретінде қолданылады.

8.10. Түзеткіштер

Реттегіштер - айнымалы ток кернеуін DC-қа түрлендіретін құрылғылар.

Өнеркәсіпте және үйде жоғары қуатты түзеткіштер (электрлік көлік, электрохимия, электр дәнекерлеу және т.б.) және төмен қуат (электронды құрылғылардың қуаты, тұрмыстық электр аспаптарына қосарлы қуат көздері) қолданылады. Ректификатор құрылғылары, түзеткіштен басқа, әдетте трансформаторды, тегістеу сүзгісін және тұрақтандырғышты қамтиды.

Трансформатордың көмегімен кернеудің кернеуі жүктеме үшін қажетті мәнге дейін көбейтіледі немесе азаяды. Трансформатор көмегімен бір мезгілде желіден жүктемені гальваникалық оқшаулау жүзеге асырылады, бұл түзеткіштің жұмысының қауіпсіздігін арттырады. Түзеткіш айнымалы кернеуді бір бағытты пульсациялық кернеуге түрлендіреді. Ол сүзгі арқылы тегістеледі. Тұрақтандырғыш электр желісінің кернеуі өзгерген кезде тұрақты кернеуді қамтамасыз етеді.



8.20-сурет.

Біржартылайкезеңдік түзеткіші бар түзеткіші құрылғының сызбасы

ашық, іс жүзінде барлық кернеу u_2 жүктемені

янаға, ал оның $i_n = \frac{u_n}{R_n} \equiv \frac{u_2}{R_n}$ көмегімен ағымдық ағындары

қолданылады. Ян Ян Теріс жарты кезеңде а нүктесінің потенциалы с нүктесінің потенциалынан аз, диод VD1 жабық, жүктеме тогы / $n = 0$ (8.21-сурет).

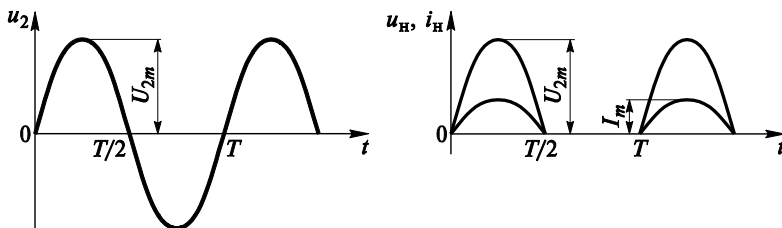
U_0 түзетілген кернеудің кернеуі мен ондағы ағымды 10-да осындай түзеткіштегі мәні болып табылады

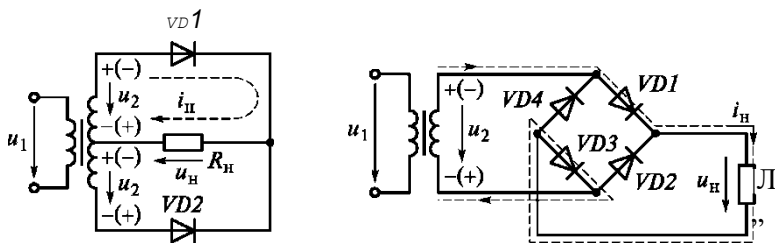
мұндағы U_{2m} и U_2 — i_2 кернеуінің амплитудасы және қолданыстағы мәні.

8.21-суреттен көрініп отырғанымыздай, жарты толқындық түзеткіші көзді Т кезеңінің жартысына ғана береді. Кезеңнің екінші жартысында көзі пайдаланылмайды.

Толық толқынды түзеткіштер осындай кемшіліктерден босатылады. Толық толқынды түзеткіштер әдетте екі сызбада орындалады: орташа нүктесі бар трансформатормен (8.22, а) және көпірмен (8.22, б).

8.22-суретте көрсетілгендей, оң жартылай циклында u_2 , жүктеме кернеуі VD1 диодтың көмегімен беріледі (VD2 бір уақытта жабылады). Теріс жарты циклдегі u_2 -де VD1 диодты жабылады, ал кернеу VD2 диодтың көмегімен беріледі. Кернеу мен жүктеме графиктері 8.23-суретте көрсетілген.





8.22-сурет. ^аОртаңғы нүкте (а) трансформаторының сәйкес сызбасы (а) көпірлі сызба (б) бойынша орындалған екі жартылай кезеңді түзеткіштер

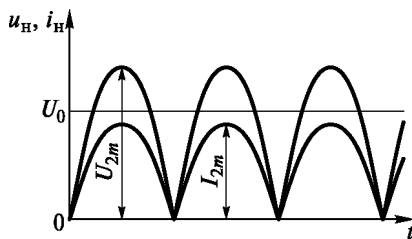
Толық толқындық түзеткіштің U_0 және ток I_0 түзетілген жүктеме кернеуінің мәні жарты кезең үшін екі есе үлкен: мұндағы I_{2m} — жүктемедегі токтың максималды мәні,

Екі полюстық түзеткіш көпірдің жүктемесінде кернеудің және токтың лездік мәндері бірдей кестеге ие (8.23-суретті қараңыз). В2 кернеуінің оң жартылай циклі кезінде $VD1$ және $VD3$ тақ векторлары ашылады, ал теріс - тіпті $VD2$ және $VD4$ диодтары. Жарты толқындық және толық толқынды түзеткіш импульстердің жүктеме кернеуі 0-ден U_2 м дейін.

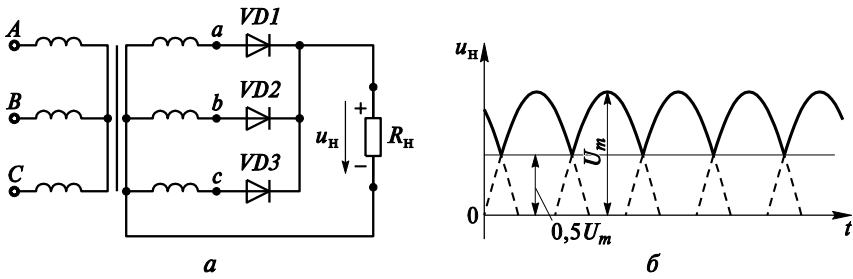
Үш фазалы түзеткіштің тізбегі және оның жүктеме кернеуінің кестесі 8.24-суретте көрсетілген.

Кез келген уақытта диодтың біреуі ашық және жүктеме кернеуі $0,5 U_m$ -дан бастап 0 -ға дейінгі диапазонда пульсиреді. Үшфазалы түзеткіш жалпы жүктемені азықтайтын үш жарты толқындық түзеткіштен тұрады. Бұл жүктемедегі кернеудің графикасы жарты толқындық түзеткіштің $1/3$ үш ауысуы бойынша алынады.

Ларионов сызбасына сәйкес үшфазалы көпірдің түзеткіші немесе түзеткіш әр фазаға қосылған және жалпы жүктемені қамтамасыз ететін үш толық толқынды түзеткіштен тұрады (8.25, а-сурет).



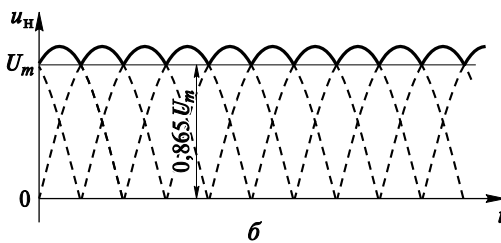
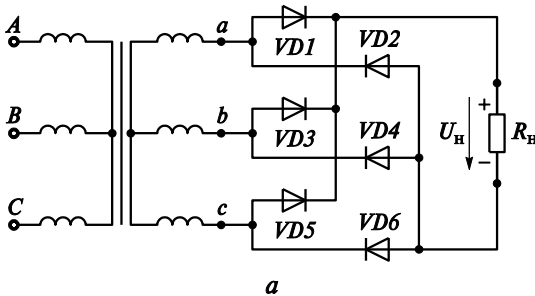
8.23-сурет. Екіжартылайкезеңдік түзеткіштің кернеу және жүктеме тоғының кестелері



8.24-сурет. Үшфазалы түзеткіштің (а) сызбасы және оның жүктемесінің кернеу кестесі (б)

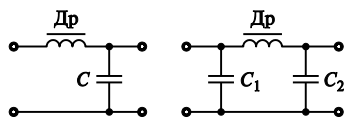
Мұндай түзеткіштің жүктемесіндегі кернеу сызбасы кезеңнің үштен біріне қатысты жылжытылған үш толық толқынды түзеткіштің графиктерін біріктіру арқылы немесе 1/6 кезеңде түзетілген бір жарты түзеткіштің алты графигін біріктіру арқылы алынады.

Жүктемедегі кернеу толқындарының графигінен көріп отырғанымыздай, үш фазалы кернеуі көпірдегі мәнінен айтарлықтай



кем U_m болады.

Әр уақытта тек екі диод ашық (8.25, б-сурет). Фазалар мен диодтар санының көбеюімен, түзетілген кернеудің жарылуы азаяды, олардың жиілігі артады. Жоғары жиіліктегі пульсацияді кішірейту үшін, аз индуктивтілік және сыйымдылықтағы сүзгілер, сондықтан кіші өлшемдер мен массалардың ең кіші көрсеткіші ретінде қабылданады.



Сур. 8.26. L-пішінді схемалары (а) және U-тәрізді (б) тегістеу төмен өту сүзгілері

Сүзгінің өнімділігі тегістеу коэффициенті бойынша есептеледі $k_c = -$,

қ.2 мұнда q_1 және q_2 - сүзгінің кіріс және шығысындағы пульсациялық коэффициенттер. Білгалдың коэффициенті $q = E_{mn}$, онда U_{mn} - оқтардың амплитудасы U_0 және U_0 - пульсирленген кернеудің орташа мәні қарастырылады.

Тегістеу коэффициентін жоғарылату үшін L-пішінді және U-тәрізді төмен өткізгіш сүзгілер қолданылады (8.2-сурет, б).

8.11. Тұрақты кернеу стабилизаторлары

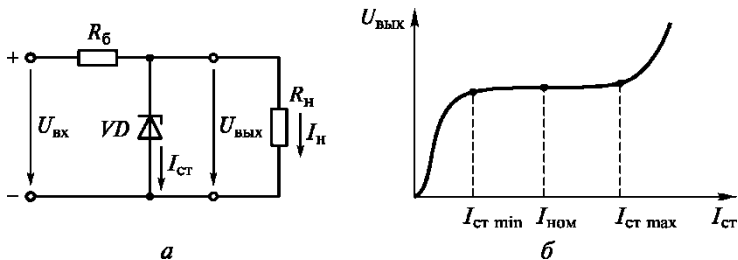
Желідегі беріліс кернеуінің мәні тұрақты емес. Көптеген тұтынушылар желіге қосқан кезде тұтынушы аз болса, ол азаяды және (220) номиналды қарағанда төмен болып, кернеу номиналдан артық болуы мүмкін. Қосу және қуатты тұтынушылардың өшіру төменнен жоғары, жылы қуат толқынын тудырады. Мұның бәрі электрмен жабдықтау қолайсыз олардың өнімділігін немесе оларды ажырату әсер ететін, электр аспаптар мен электр қондырғыларын пайдалану әсер өзгертеді.

Белгілі бір шектерде ең жүктеме қарсылық және кернеу өзгерту үшін алдын ала белгіленген дәлдікпен жүктеме арқылы кернеуді қамтамасыз ету үшін кернеуді реттеушілер ретінде қызмет етеді. Тұрақтандырғыштар кернеу тұрақтандыру коэффициентімен

$$k_{стU} = \frac{\Delta U_{ВХ} / U_{ВХ.НОМ}}{\Delta U_{ВЫХ} / U_{ВЫХ.НОМ}},$$

сипатталады.

мұндағы $\Delta U_{кір} = U_{x_{max}} - U_{x_{min}}$; $\Delta U_{шығ} = U_{шығ_{max}} - U_{x_{min}}$; $U_{x_{ном}}$, $U_{шығ.ном}$ стабилизатордың кіру және шығу жолдарындағы номиналды кернеу көрсеткіштері; $U_{ВХ_{max}}$, $U_{ВХ_{min}}$ — кіру жолындағы максималды және минималды кернеу;



8.27-сурет. Параметрлік стабилизатордың сызбасы (а) және оның сипаттамалары (б)

$I_{шығ\ max}$, $I_{шығ\ min}$ — тұрақтандырғыштың шығуындағы максималды және минималды кернеу.

Ең қарапайым (параметрлік) тұрақты кернеу реттеушісі күріш. 8.27, а, оның сипаттамасы 8.27, б-суретте берілген.

Тұрақтандырғыштың тұрақтандырғыш элементі - кремний диенді VD диаметрі. Р балласты импеданс R коэффициентін шектейді.

Мұндай тұрақтандырғыш параметрлік деп аталады. Қанағаттанарлық тұрақтандыру үшін I_n жүктеме тотығы бір зерендің диодтың номиналды тоқынан 10 еседен кем емес болуы керек. Сонымен қатар, тұрақтандыру коэффициенті 20 ... 50 ауқымында болады.

8.12. Инверторлар

Тұрақты тоқты айнымалы тоққа түрлендіретін құрылғылар инверторлар деп аталады.

Басқа айнымалы тоқ көздерінің қуатын пайдаланбайтын тұтынушыға тұрақты ток көзінен энергияны беретін инвертор дербес немесе дербес деп аталады.

Ауыспалы ток желісіне энергияны беретін инвертор тәуелді немесе құл, желі деп аталады.

Автономды түрлендіргіште айнымалы ток кернеуінің жиілігі басқарушы тізбектегі айнымалы ток кернеуінің жиілігімен анықталады, ал айнымалы ток түрлендіргіштен ток кернеуі мен жиілігі АС желісі арқылы анықталады.

Автономды түрлендіргіште трансформатор, коммутациялық құрылғылар, коммутациялық басқару сызбалары және қосалқы құрылғылар бар.

Инверторларда, тиристорларда, транзисторларда, фототранскыштарда және басқа да коммутация құрылғылары қолданылады.

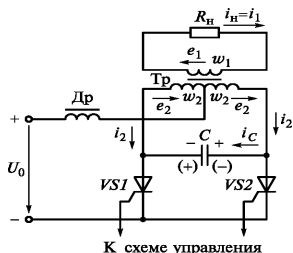
Тиристорлардағы түрлендіргіштің сызбасы 8.28 диаграммада көрсетілген. Триисторды басқаратын электродтарға импульстар ауыспалы басқару тізбегінен беріледі. Анод және VS1 және VS2 тиристорларының катодтары арасында U_0 тұрақты (тікелей) кернеу қолданылады. Басқару импульстері болмаған кезде, тиристорлар жабылады.

Оң (босататын) кернеуді $t = t_0$ уақытында VS1 тиристорының басқару электродына қолдануға рұқсат етіңіз. Осы кернеудің әсерінен VS1 тиристоры ашылып, VS2 тиристоры жабылады. Тұрақты кернеу көзінен ток ток көзі w_2 және VS1 ашық тиристорының сол жағы арқылы жабылады. Сонымен қатар, i_C конденсаторының зарядтау токі w_2 орамасының оң жағынан өтеді. B2 трансформаторының орамаларында бір бағыттың ЭМҚ индуцирленеді, сондықтан кернеу $U_C = 2e_2$ бойынша кернеу. $T = t_1$ уақытында VS2 тиристорының басқару электродына оң кернеу қолданылады. Сорғы C сорып шығады және оның ағымы VS1 және VS2 екі триисторы арқылы дереу жабылады. VS1 тиристорындағы ток нөлге дейін төмендейді және VS1 басқару электродында қақпақ сигнал болмаған кезде VS2 ашық қалады. B2 және конденсатордың токтарының бағыты керісінше өзгереді. Конденсатор қайта зарядталады, кернеу полярлықты өзгертеді (полярлығы жақшада көрсетілген, 8.28-суретті қараңыз). Кейіннен VS1 тиристоры ашылғанда, C конденсаторы VS2 тізбегін VS1 тізбегіне ауыстырып береді. IC (t) және i_C (t) тәуелділіктері 8.29-суретте көрсетілген.

Трансформатор орамасындағы ток өзгерісі тиристорлардың басқару электродтарына қолданылатын оң серпіндердің қайталану жылдамдығымен жүреді. Пішіндегі жүктеме кернеуі конденсатордағы кернеуді қайталайды. Егер жүктеме мен түрлендіргіштің арасында төмен өткізілген сүзгі орнатылса, жүктемеде синусоидалы кернеу алынуы мүмкін.

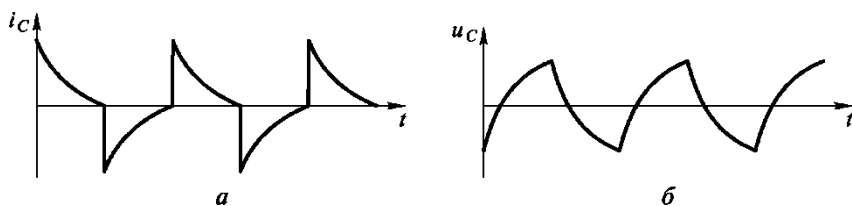
Инвертациялау процесі тікелей түзетуге қарсы құбылыс ретінде қарастырылуы мүмкін.

Тұрақты токтың шығу жолы кернеу трансформатордың екінші орамасының оң полюсі нөлдік (орта) нүктесіне толық толқын түзеткіш шығыс диодтың катодты ортақ нүктесі болып табылады, және теріс - трансформатор қайталама орамасының ортасы (8.22 суретті қараңыз ..). жүктеме оң және теріс полюсі арасындағы байланысты, және теріс оң полюстен бағытталған ток жүктемесін, және трансформатор қайталама орамасының ағымдағы екінші орамасының трансформатор кезеңдерінде оң жарты толқын айнымалы кернеу кезеңіне созылады. Бұл бағыт осы жүктеме-ды тұрақты ток тізбегіндегі енгізілген ЭҚК және ток қуатын беру орамалардың сәйкес келеді. трансформатор бастапқы ағымдағы және ЭҚК ЭК катушкалар энергияны тұтыну, яғни, бір-



8.28-сурет. Тиристорлардағы инвертордың қағидалы сызбасы
Басқару сызбасы

біріне бағытталған.



8.29-сурет. Инвертор конденсаторындағы кернеу (а) және тоқтың (б) кестелері

Электр желісіне ауысқанда, ток және ЭҚК бірдей бағытқа ие, яғни энергияны айнымалы ток желісіне ауыстыруды білдіреді. Бұл шартты орындау үшін клапандар ток трансформаторының қайталама орамасындағы ЭҚК теріс айнымалы токпен басым болуы керек. Реттегіштің тізбегінде қайталанатын бұл орамасы энергия ағымының бағыты өзгеруіне байланысты инверторлық тізбектегі бастапқы болып қалады. Бұл диодтар арқылы ток көзі U_0 тұрақты кернеу көзінің оң полюсі трансформатордың нөлдік нүктесіне және теріс полюсті катодтың ортақ нүктесіне қосу арқылы қамтамасыз етіледі.

Инверторға байланысты басқарушы сызба түрлендіргіштерді инвертирленген кернеу жиілігі желінің жиілігіне сәйкес келеді.

8.13. Электронды күшейткіштер

Күшейткіш - кіріс сигналының кернеуін, ағымын немесе қуатын арттыру үшін жасалған құрылғы. Сызықтық күшейткіште кіріс сигналы оның формасын бұрмаламай күшейтеді.

Күшейткіштің шығуындағы сигнал қуатының жоғарылауына тұрақты қуат көзінің энергиясын күшейткіш сигналдың энергиясын түрлендіру арқылы қол жеткізіледі.

Мұндай энергия түрлендіру белсенді компоненттері - транзисторлар немесе электронды түтіктер арқылы жүзеге асырылады. Тиісінше, күшейткіштер жартылай өткізгішке және түтік күшейткіштеріне бөлінеді. Қазіргі уақытта, негізінен, жартылай өткізгіш күшейткіштер біріктірілген нұсқада қолданылады.

Жалпы, электронды күшейткіштер көп сатылы құрылғылар болып табылады. Жеке каскадтар күшейтілген сигнал берілетін тізбектермен өзара байланысты. Каскадтар қарапайым жинаушы және ортақ ағынды, жалпы базасы мен ортақ қақпасы бар ортақ эмиттер және жалпы көзі бар сызбада жүзеге асырылады (8.1-кестені қараңыз).

Ортақ эмиттер және жалпы көзі бар каскадтар қарапайым коллекторлармен және жалпы ағызу кернеуін қайталайтындармен, әдеттегі базалық және ортақ қақпасы бар, күшейткіш сатылар деп аталады.

Кез-келген каскадтың тізбегі тікелей ток (режим) режимінде транзистор режимін қамтамасыз ететін электрмен жабдықтау, транзисторлық және қиғаш сызбалардан тұрады.

Биполярлық транзистордағы күшейткіштің негізгі электр сызбасы 8.30-суретте келтірілген. Бұл сызбада транзисторлар L_k және R резисторларымен сериялы қуат беру тізбегіне қосылады. Күшейткіштің қалған режимі R_1 , R_2 кіріс бөлгісі L_k және R_s резисторларымен бірге орнатылады. Сонымен қатар, R_1 , R_2 , R резисторлары қоршаған ортаның жағдайлары өзгерген кезде коллектордың тыныш тоқын тұрақтандырады.

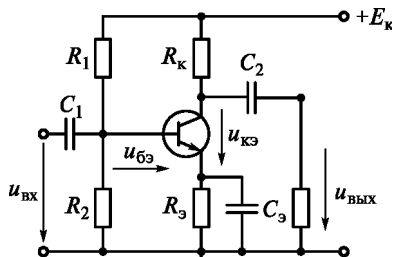
Тұрақтандыру жақсы болады, R_1 және R_2 қарсылығын азайту және одан да көп және ол R мәніне сәйкес келеді.

Резистордың $R-3$ теріс кері байланысын қалыптастырады, бұл коллектордың демалу уақытын өзгертуге кедергі келтіреді. Дегенмен, ағымдағы ИК-ның R -ның тұрақтандырушы әрекеті айнымалы сигнал күшейген кезде пайда болады, бұл пайданың төмендеуіне әкеледі. АС күшейткіштерінде бұл жағымсыз құбылыс R резисторы R үлкен

сыйымдылықтың конденсаторымен сөндіріледі, сондықтан оның айнымалы сигнал жиілігінде реакция R салыстырғанда шамалы мөлшерде болады.

Q және C_2 конденсаторлары бөліп жатыр. Олар тікелей токпен, тиісінше, сигнал көзі сұлбасы (Q) және күшейткіштің шығуымен бөлінеді (C_2).

Ауыстырмалы сигналды күшейту принципі және күшейту



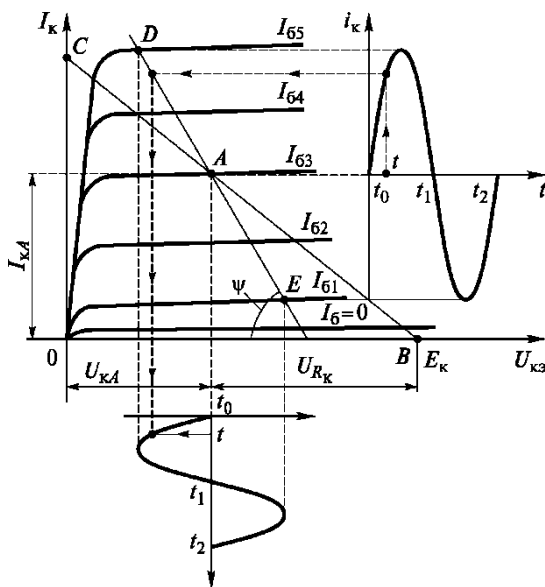
8.30-сурет. Биполярлық транзистордағы күшейткіш каскад сатысының қағидалы сызбасы

сатысында жұмыс нүктесін анықтау принципі күріш. 8.31.-суретте транзистордың $I_k = f(U_{к3}, 16)$ шығу сипаттамалары көрсетілген. Кіріс сигналы болмаған жағдайда қалған режим орнатылады. Коллектордың тұрақты тоқты эмитенттің тоқына шамамен тең. Осылайша, коллектор мен эмитент арасындағы кернеу демалыс режимінде, мысалы $U_k = E_k - I_k (R_k + R_s)$ түрінде анықтауға мүмкіндік береді. Функция $U_k = f(I_k)$ тікелей $t_{I_k} = \frac{E_k}{R_k + R_s}$ адының жүктеу жолын сипаттайды. Ол E арқылы C нүктесіне өтеді, оған сәйкес, $U_{к3} = 0$ и сонымен қатар B , нүктесі де қамтылады,

$I_k = 0$ және $U_{к3} = E_k$. Жүктеме сызығының отбасылық ерекшеліктерімен қиылысу нүктелері $I_k(U_{к3}, I_6)$ транзистордың қалған күйіне сәйкес келеді. Егер R_1, R_2 және D 16L базалық ток болса, онда $I_{6A} = I_{63}$ үшін шығу коэффициентін құрастыру арқылы біз қалған режимдегі ортақ нүкте болып табылатын A қиылысу нүктесін аламыз. Ординат осі бойынша A нүктесінің проекциясы ағымдағы $I_{кA}$ мәнін және ось absciss (F нүктесі) - қалған режиміндегі кернеудің мәні болып табылады.

Айнымалы кіріс сигналының әсерінен 6 фазалық токтың ағымы I_{65} -ден 61-ге дейін өзгереді.

Коллектордың ток айнымалы компонентінің лездік мәні ағымның ба айнымалы мәндерімен байланысты $I_k = p I_6$. Бұл өзгерістер тізбеге де әсер етеді D_k , сондай-ақ R_H тізбегін де қамтиды.



8.31-сурет. Күшейткіш каскадтағы коллекторлық кернеу U_k (?) айнымалы құрамдас бөліктерінің құрылысы

Бұл каскадтың баламалы жүктемесі - ҚР және РН резисторларының

$$R_{кн} = \frac{R_к R_н}{R_к + R_н}.$$

параллель қосылуы дегенді білдіреді, яғни,

Айнымалы ток бойынша жүктеме сызығы А нүктесі арқылы үлкен бұрышпен өтеді. Бұл сызық I-V сипаттамасын D нүктесіндегі максималды ток үшін және E нүктесінде ең төменгі ток үшін қиылысады. 8.31 фк (t) құрылысын көрсетеміз. Коллектордың μ (?) / К (?) RR кернеуінің құрамдас бөлігі күшейткіштің шығыс сигналы болып табылады. Fc (t) және кернеудің u (t) қисықтарын салыстыру үшін fc және fc қарама-қарсы фазаларына (белгілер) ие екендігін атап өтуге болады. Сонымен қатар, fк (t) сигналы mVx (t) кіріс сигналымен фазада сәйкес келетінін анықтау қиын емес.

Осылайша, әдеттегі эмитент күшейткіш сатысы кіріс сигналының фазасын түрлендіреді.

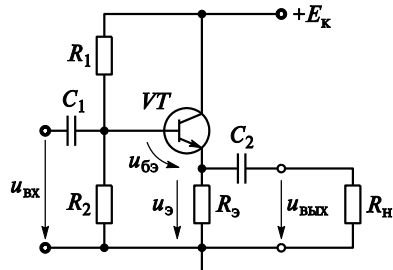
Күшейткіштерде кері байланыс арқылы маңызды рөл атқарады. Жүктеме бір үлкен сыйымдылықты конденсатор арқылы эмитент сызбасына қосылған кезде, суретте көрсетілгендей, жалпы жинақтағышпен күшейту сатысына теріс кері байланыс енгізу әдісі қолданылады. 8.32. Осындай жүктемені қосу кезінде кері кернеу шығыс кернеуіне тең болады, сондықтан бұл байланыс 100% теріс кернеулі кері байланыс деп аталады.

Каскадтағы кернеудің артуы оның көрсеткішінен аспайды. Күшейткіштің шығуындағы кернеу, ол сияқты, кіріс сигналының нысанын қайталайды, сондықтан қарастырылып жатқан каскадты эмитент ізбасары үшін басқа атау алады.

Эмиттерлік ізбасары жоғары кіріске және төмен шығыс қарсылығына ие, сондықтан қарсылық трансформаторы ретінде қолданылады және төмен қарсылықты жүктемемен күшейтетін сатыларға сәйкес кеңінен қолданылады.

Көп сатылы күшейткіштер - күшейткіш сатыларының бірдей түріне қосылу.

Ықшам байланысы бар қарапайым күшейткіштер (8.33-сурет). Оларда алдыңғы сатыдағы коллектордан алынған сигнал бөлгіш конденсатор арқылы келесі негізге ауыстырылады,



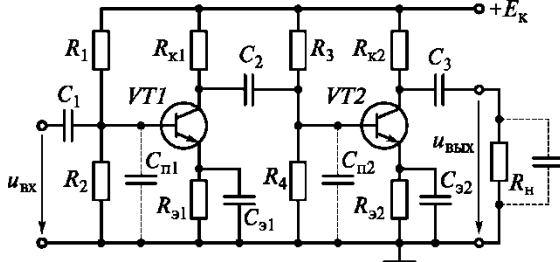
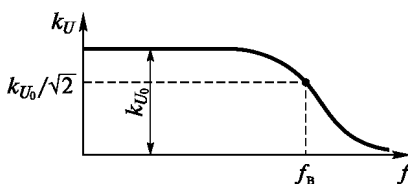


Рис. 8.33. Двухкаскадный усилитель

8.33-сурет. Екікаскадты

Осының салдарынан жеке күшейтетін каскадтардың демалу режимдеріне тәуелсіздікке қол жеткізіледі. Сп1 және Сп2 сыйымдылықтары паразиттік кіріс қуаты болып табылады. Бөлу сұлбаларының параметрлеріне байланысты бұл күшейткіштер жиіліктер ауқымында кернеудің жоғарылауының салыстырмалы тұрақты мәнімен кең жиілік диапазонында мәнмен кең жиілік диапазонында сигналдарды күшейте алады.



8.34-сурет. Жиілік бойынша тікелей байланысы бар коэффициенттің тәуелділігі

Біріктірілген нұсқадағы күшейткіштерде каскадтардың арасындағы тікелей байланыс пайдаланылады. Мұндай күшейткіштер баяу өзгертін сигналдарды және тіпті тұрақты сигналдарды күшейте алады және сондықтан DC күшейткіштер деп аталады.

Қазіргі заманғы DC күшейткіштер өте кең жиілік диапазонында сигналдарды күшейтеді және кең жолақты күшейткіштер ретінде жіктеледі. Кірістің тікелей тәуелді күшейткішке тәуелділігі 8.34-суретте көрсетілген. Графиктен көріп отырғанымыздай, өткелдің жоғарғы шекаралық жиілігі транзисторлардың паразиттік сыйымдылықтары мен жүктемесінің B2 коэффициентінің азаюы есебінен пайда болған жиілікте анықталады. тікелей муфта күшейткіштер жетіспеушілігі салдарынан кернеуінің тұрақсыздық, температура және басқа да факторларға ұйқы режимі шығыс кернеуі (нөлдік дрейф) өзгерту болып табылады. Дрейфті азайтудың тиімді жолы

Осындай күшейткіштерде нөлдік дифференциалды күшейтетін сатылар болып табылады.

Дифференциалды күшейту кезеңі (8.35-сурет) екі кіріске ие және тек екі кіріс сигналдарының айырмашылығын күшейтуге арналған интеграцияланған эмитенттері бар симметриялық екі транзисторлық сызба болып табылады.

Осындай күшейткіштерде нөлдік дифференциалды күшейтетін сатылар болып табылады.

Дифференциалды күшейту кезеңі (8.35-сурет) екі кіріске ие және тек екі кіріс сигналдарының айырмашылығын күшейтуге арналған интеграцияланған эмитенттері бар симметриялық екі транзисторлық сызба болып табылады.

Осындай күшейткіштерде нөлдік дифференциалды күшейтетін сатылар болып табылады.

Шығу сигналы транзисторлардың біреуінен (u_1, u_2) немесе екі транзисторлардың коллекторлары арасындағы кернеу айырмашылығынан алынуы мүмкін.

Теңгерімді шығу (коллекторлар арасында) сызба шығыс сигналының нөлінің азаюын едәуір азайтуға мүмкіндік береді.

Дифференциалдық күшейткіштер өлшеу тізбектерінде, сондай-ақ операциялық күшейткіштердегі негізгі байланыс ретінде пайдаланылады.

8.14. Операциялық күшейткіштер

Операциялық интегралдық микросызба түрінде жасалған күшейткіш деп аталады.

Идеалды күшейткіш шексіз үлкен кернеудің жоғарылауына ие (диаграммада «>»), шексіз үлкен кіріс кедергісі мен нөлдік шығу кедергісі бар дифференциалды кіріс және бір шығуымен тұрақты ток күшейткіші (8.36-сурет) деп аталады, яғни, $k_i = \infty, D_x = \infty, D_y = 0$.

Біріктірілген операциялық күшейткіштер математикалық операцияларды жүзеге асыратын, сондай-ақ, генерациялау және күшейту сигналдарды түрлендіру ғана емес, жалпы болып табылады.

Нәтижесінде алынған құрылғы сипаттамалары ғана сыртқы кері байланыс тізбегі компоненттерін параметрлерімен анықталады.

Операциялық күшейткіш кіріс дифференциалдық күшейткіш сатысы ретінде пайдаланылады, пайдалану күшейткіштің шығыс әлеуетін тұрақтылығын арттырады, және оның салдарынан екі кірістері оның мүмкіндіктерін кеңейтеді.

протофаза немесе шығыс сигналымен фазада сигналының ма байланысты, (белгісі инверсия көрсетілген INP1) және емес инвертациялық (INP2) енгізулер (сур. 8,36) бұл әрекет түрлерін ажырата алмайды.

Операциялық күшейткішті күшейту үшін әдетте екі пульпаролярлы көздер $+E_1$ және $-E_2$ қолданылады, бұл демалыс әлеуетін демалыс кезінде нөлге тең етіп алуға мүмкіндік береді.

Операциялық күшейткіште сыртқы кері байланыс тізбектері чиптің әртүрлі нүктелеріне қосылуы мүмкін, соның нәтижесінде сол күшейткіштің негізінде көптеген құрылғылардың жиналуы мүмкін.

Операциялық күшейткіштер дифференциалды күшейткіш сатыларға негізделгендіктен, олар дифференциалды күшейткіштер сияқты бірдей параметрлермен сипатталады.

Операциялық күшейткіштің негізгі параметрлерінің бірі - k_U кернеудің дифференциалды кернеуі. Әдетте, ол өте жоғары және бірнеше миллионға жетеді.

Операциялық күшейткіштер өте жоғары кіріс кедергісі (бірнеше жүз кило) және төмен шығыс кедергісі (бірнеше ондағандан бірнеше жүз

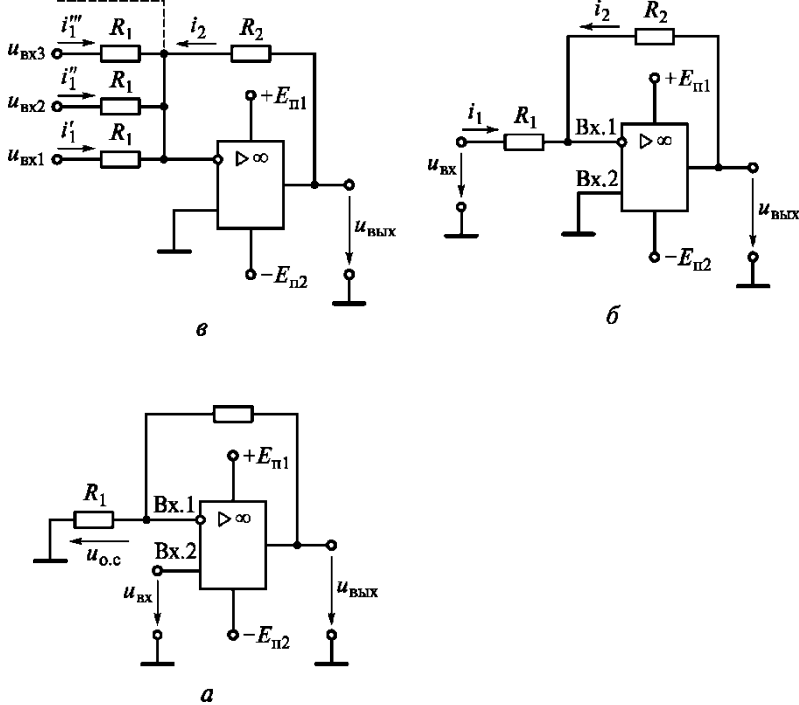
омға дейін).

Сызықтық күшейткіштерді құру үшін теріс кері байланыспен жұмыс істейтін күшейткіштер қолданылады. Кіріс сигналының кіріс кернеуіне байланысты, инвертирующей және инвертирующие күшейткіштер ерекшеленеді.

Төңкерілген күшейткіште (8.37, а) кіріс және шығыс сигналдарының фазалары бірдей. Кіріс кернеуі инвертирленбеген кіріске қолданылады, ал кері байланыс кернеуі кедергі күшейткішінен шығу R_1 , R_2 арқылы инвертирующего кіруге қолданылады. Әдетте, төмендегідей шарт $R_2 \gg R_1$ орындалады.

Инвертацияланатын күшейткішті қосқанда (8.37, б-сурет) кіріс сигналы және кері байланыс сигналы инвертирлеуге бір уақытта қолданылады, ал екінші кіріс әдетте жерге тұйықталады. Егер операциялық күшейткіштің кіріс тогы ескерілмеген болса, онда кіріс тогы i_1 және аталған күшейткіштегі кері байланыс тогы i_2 формуламен байланысты, яғни. $i_1 = -i_2$. Біріктірілген операциялық күшейткіштің пайдасы өте үлкен болғандықтан, оны енгізудегі дифференциалды сигнал өте аз.

Алынған қорытындылар кіріс кернеулерінің жиынтығын орындайтын күшейткіштің тізбегін құруға мүмкіндік береді. Мұны орындау үшін R_1 бірдей резисторлар арқылы бірнеше кіріс сигналдары (мысалы, үш) күшейткіштің инвертациялануын бір мезгілде қолданылады (8.37, с-сурет).



Үш кіріс жолы бар тізбеге қосылған операциялық күшейткіш кернеуді қосудың алгебралық сондықтан да жалғанғыш деп конденсаторлармен алмастырылса интегрирленген жұмыс күшейткіші

8.37-сурет.

Инвертацияланбайтын (а), инвертацияланатын (б) және қосылатын (в) күшейткіштер

8.15. Электронды генераторлар

Өзін-өзі тербеліс деп аталатын генераторлар электрмен жабдықтау энергетикалық (DC) Айнымалы ток сигнал қажетті пішінді энергия айналады, онда (өзін-өзі қозған) жүйелер.

Оң кері байланыс кері байланыс сигналы бар күшейткіш сондықтан айтарлықтай кернеу пайда арттыру, кіріс сигналын «көмектеседі».

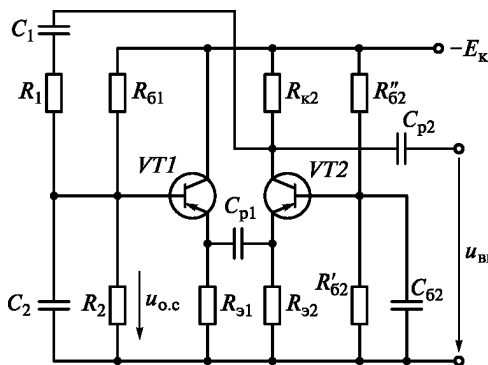
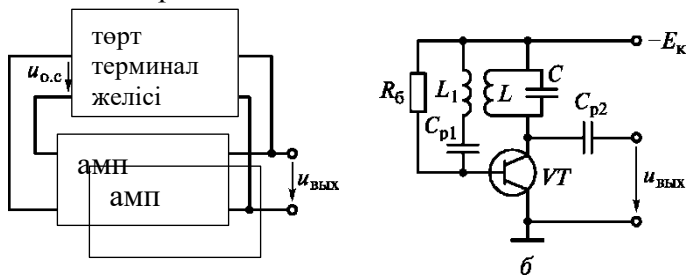
Бір тізбектің қарағанда кері байланыс-И жүз ешқандай үлкен кернеу аудару қатынасы туралы Кері байланыс K_u жоқ өнім пайда кернеу күшейткішті абсолютті мәні (модулін) Егер $(|K_u| > 1)$, кері байланыс күшейткіш өзін-өзі қозғалады.

Осы шарт бірдей жиілікте риза болса, күшейткіш синусоидты (гармоникалық) тербеліс генераторы болып, немесе оған жақын. Егер ол жиіліктердің кең ауқымына жарамды болса, онда күрделі пішіннің тербелісі жасалады, көбінесе тікбұрышты.

Синусоидальды кернеу генераторында күшейту коэффициенті уи күшейткішті оңтайландырады. 8.38-суретте кері байланыс циклы шығыс пен күшейткіштің кірісіне қосылған төрт терминалмен көрсетіледі. Кері байланыс циклы арқылы шығыс сигналы кері байланыс кернеуінің түрінде кірісіне беріледі. Күшейткіш транзисторларда немесе электронды түтіктерде орындалады. Транзисторлық генераторлар заманауи электронды жабдықта пайдаланылды. Суретте. 8.38, б транзисторлық LC генераторын көрсетеді.

Нөлдік фазалық жылжуы бар RC-осциллятордың тізбегінде (8.38, с), күшейткіш екі транзисторға VT1 және VT2 орындалған.

Төртполюсті Күшейткіш



8.38-сурет. Электронды генератор (а), LC-генератор (б) және RC-генератор (в) құрылымдық сызбасы

Транзисторлық VT1 негізінде эмитент ізбасары құрылады, ал VT2 транзисторы негізінде жалпы базамен күшейткіш каскадты құрылады. Транзисторлық VT2 базасының әлеуеті $R \ll \delta_2$, $R'b_2$ бөлгішімен белгіленеді және C_{b2} конденсаторымен тұрақты сақталады. Жалпы базасы бар каскад кіріс сигналдарының фазаларын ауыстырмайды.

Осы түрдің практикалық сызбаларында $R_1 = R_2 = R$; $C_1 = C_2 = C$ және осы мәндер үшін; u_U ($S = i$ және күшейту k_U үшеуден артық болуы керек).

8.16. Мультивибраторлар

Қарастырылып отырған транзисторлар синусоидалды кернеу генераторлары саналады күшейту режимінде жұмыс істейді. Керісінше, импульстік генераторлар транзисторлар режимін ауыстырып жұмыс істейді.

Мультивибраторлар - арматура элементтері (транзисторлар, операциялық күшейткіштер) режимін ауыстырып жұмыс істейді, онда оң кері байланыс импульстік генераторлар.

Мультивибраторлар, тұрақты тепе-теңдік сипатында болады, сондықтан, автотербелмелі генераторлар класына тиесілі және дискретті транзисторлар, кешенді логикалық элементтер мен операциялық күшейткіштер бойынша жүзеге асырылады.

8.39-суретте, а - операциялық күшейткіште мультивибратордың диаграммасы берілген. кернеу бөлгіш R_2 пайдалану, R_1 тізбегінде инветацияланбайтын кіріс терминалына (INP2) және RC-тізбек үшін операциялық шығару оң кері байланыс жүзеге мерзімдері элементінің инвертациясын енгізу болып табылады. Операциялық күшейткіш негізгі режимде жұмыс істейді және салыстыру тізбегінің рөлін орындайды.

8.39-суретте, б операциялық трансформация сипаттамасын көрсетеді, шығыс кернеуінің u_{vx} (айырмашылық $u_{vx1} - u_{vx2}$) арасындағы кернеуге тәуелділігі көрсетілген. U_{vx1} және u_{vx2} кірістеріндегі кернеулер бір-бірімен салыстырылады және $u_{vx1} = u_{vx2}$, i және $x = 0$ болса, жұмыс күшейткіші жоғары немесе U_m (оң қанықтыру күйі) немесе төмен шығыс кернеуімен сипатталатын күйге ауысады теріс қанықтыру).

Мультивибратордың жұмыс принципі көрсететін шығу кернеуі және конденсатор кернеуі U_C ішілік уақыт диаграммасы, суретте 8.39 көрсетілген уақытта $T =$ конденсатор арқылы 0 кернеу шекті кернеу $U_{port} = I_0 R$ және теріс қанықтық мемлекеттік оң қанығу мемлекетте OS тез ауыстырып салыстырғанда, ал шығыс кернеу күрт U_m бастап U_M өзгереді. Бұл кернеу орнатылған кезде i_{vh2} $i_{rog1} = I_0 R$ және конденсатор уақыт тұрақты $T = TK$ бар зарядтала бастайды. $T = t_1$ уақытында, u_C кернеуі 1 тең болады және OU $U + m$ -дан оларға секіріп секіреді. шығуда кернеу оған орнатылған, және $u = U m$ i_{rog2} инвертацияланбайтын кірісінде қарастырылады. Содан кейін, конденсатор уақыт тұрақты $T = RC$ бұру бастайды. $T = t_2$ уақытында, u_C кернеуі i_{po2} -ге тең және OS өзгереді.

Шығу кернеуінің осцилляциясы кезеңі $T = t_1 + t_2$ және t_1 және t_2 және. Қашан сол U_m және $U + m$ құндылықтары және $T + m = T$ және мультидірілдеуіш симметриялық саналады.

8.17. Логикалық элементтер

Логикалық элементтер қарапайым логикалық операцияларды орындайтын электрондық құрылғылар деп аталады.

Логикалық функциялар мен логикалық операциялар логикалық алгебра немесе булевалық алгебра тақырыбын құрайды. Логикалық алгебра A, B, C, D латын әріптерімен белгіленетін логика алгебрасына негізделген. Логикалық мән екі өзара бірегей ұғымдарды сипаттайды: «бар» және «жоқ», «қара» және «қара емес», «қосулы» және «өшірулі» және т.б. Егер логикалық мәнің біреуі A -мен белгіленсе, онда екіншісі \bar{A} (яғни « A емес») арқылы белгіленеді.

Логикалық мәндермен жүргізілетін операциялар үшін $A = 1, \bar{A} = 0$ немесе керісінше $A = 0, \bar{A} = 1$. екілік кодты пайдалану ыңғайлы. Есептің екілік жүйесінде бірдей тізбек логикалық және арифметикалық операцияларды орындай алады. Егер « A » емес ұғымы арнайы хатпен белгіленсе, мысалы \bar{B} , онда $\bar{\bar{B}}$ және A арасындағы байланыс нысаны болады: $\bar{\bar{B}} = B$.

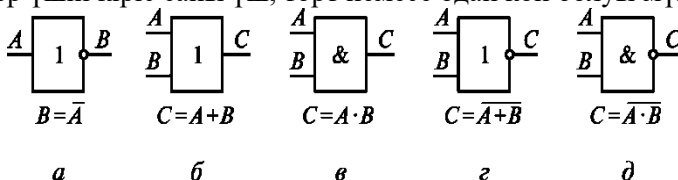
Бұл - терістеу, инверсия немесе НЕ функциясы деп аталатын қарапайым логикалық функция. Осындай функцияны беретін тізбек түрлендіргіш немесе ЕСЖ тізбегі деп аталады. Сызбаның сызба белгіленуі күріш. 8.40, а. Инверсия функциясы тіктөртбұрыштың шығыс жағындағы шенбермен сипатталады. Терістеу функциясы бір айнымалы функция. Біз екі айнымалы логикалық функцияларды мысалдар келтіреміз.

Мысал. Логикалық қосу, НЕМЕСЕ функциясы: $C = A + B$. Бұл функция келесідей анықталады: $C = 1$, егер $A = 1$ немесе $B = 1$ болса, немесе $A = 1$ және $B = 1$ екеуін бір уақытта. . 8.40, б.

Логикалық көбейту немесе функция $H: C = A \cdot B$. Бұл функция келесідей анықталады: $C = 1$, егер бір уақытта $A = 1$ және $B = 1$ болса, 8.40, с.

OR -NO комбинациясы OR -NO комбинациясымен (Сурет 8,40, d) комбинациясы арқылы анықталады: $C = A + B$. Сонымен қатар, инверсиямен бірге AND-мен комбинациясы N-N: $C = A \cdot \bar{B}$ (8.40, e).

ИЛИ—НЕ және И—НЕ функциялары ең көп таралған, өйткені олардың кез келген басқа логикалық функциясы олардың негізінде жүзеге асырылуы мүмкін. Айнымалылардың саны, демек, сәйкес тізбектер үшін кіріс саны үш, төрт немесе одан көп болуы мүмкін.



8.40-сурет. Қарапайым логикалық операцияларды орындауға арналған логикалық элементтер:

a — НЕ; $б$ — ИЛИ; $в$ — И; $г$ — ИЛИ — НЕ; $д$ — И — НЕ

Логикалық элементтерде логикалық нөлдер мен бірліктер әдетте әртүрлі кернеулі мәндермен көрсетіледі: кернеу (немесе нөл) U_0 және кернеу (немесе бірлік деңгейі) U_1 . Егер құрылғының деңгейі нөлдік деңгейден үлкен болса, онда тізбектің оң логикада жұмыс істейтіні айтылады, әйтпесе ($U_1 < U_0$) ол теріс логикада жұмыс істейді. Оң және теріс логика арасындағы негізгі айырмашылық жоқ. Сонымен қатар, сол тізбек бір және басқа логикамен жұмыс істей алады.

Бірлік пен нөлдің арасындағы айырмашылық логикалық айырмашылық деп аталады: $u_i = U_1 - U_0$.

Әрине, логикалық айырмашылық жеткілікті үлкен болуы керек, сондықтан бірлік пен нөлдер бір-бірінен нақты ерекшеленеді және кездейсоқ кедергі бір деңгейді басқа деңгейге «айналдыруы» мүмкін.

Инверторларды жалпы эмитент және жалпы көзі бар транзисторлық қосқыштар негізінде жасауға болады. Кіріс сигналына қарай транзистор ашық күйде болуы мүмкін (шығыс кернеуі U_0 шамасы аз және ток максималды) немесе жабық күйде

болуы мүмкін (шығыс кернеуі үлкен U_3 және ток төмен). U_0 кернеуі U_0 -нің логикалық нөлдік деңгейіне сәйкес келеді, ол кіріс сигналының (логикалық бірлік деңгейі U_1) кіріске әсер еткен кезде пайда болады. U кернеуі U_1 логикалық модулінің деңгейіне сәйкес келеді, ол кірісте блоктау сигналы болған кезде (логикалық нөлдік деңгейде).

НЕМЕСЕ және ЖӘНЕ сызбалары резисторларға (резисторлық логика), диодтарда (диодтың логикасы), транзисторларға (транзисторлық логика) енгізілуі мүмкін. Көбінесе, бұл сызбалар түрлендіргішпен бірге пайдаланылады, содан кейін олар атқаратын функцияларын OR-NOT, AND-NOT. Ең кең таралған бағдарлама транзисторлық логикалық элементтің TTL-транзисторлық түрінің AND-NO тізбегі арқылы алынды.

Логикалық сызбаларда шығыс мәні тек белгілі бір уақыт ішінде кіріс сигналдары арқылы анықталады және кіріс сызбаларының тарихына байланысты емес. Сондықтан логикалық сұлбалардың бұрынғы күйлерді еске түсіру қасиеті жоқ деп айта аламыз.

Логикалық сызбаларда шығыс мәні тек белгілі бір уақыт ішінде кіріс сигналдары арқылы анықталады және кіріс сызбаларының тарихына байланысты емес. Сондықтан логикалық сұлбалардың бұрынғы күйлерді еске түсіру қасиеті жоқ деп айта аламыз.

Дегенмен НЕМЕСЕ және ЖӘНЕ және ЖӘНЕ – НЕ логикасын біріктіру арқылы жады бар құрылғыларды жасауға болады. Мұндай құрылғылар екі тұрақтылық клеткалар - триггерлер.

Триггерлер - бұл тұрақты күйдегі екі күйі бар электронды құрылғылар және кіріс (бақылау) сигналы сигналдың белгілі бір деңгейден асып кету кезіндегі үзіліссіз бір жағдайдан секіруге қабілетті болуы мүмкін.

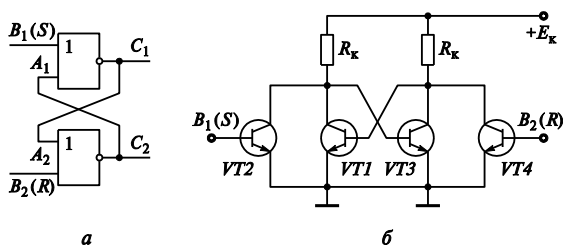
Триггерлерді екі класқа бөлуге болады: симметриялық және симметриялық емес. Симметриялық триггерлер екі жады элементтері мен жиілік бөлгіштер ретінде пайдаланылады. Олардың негізінде сандық компьютерлерде ауысымдық тіркелімдер мен санауыштар орнатылған. Шекаралық құрылғылар ретінде асимметриялық триггерлер үздіксіз сигналдардың түрлендіргіштерінде импульстік генераторлардағы разрядтау құрылғысы ретінде сигнал амплитудалық сәйкессіздікте дискреттік (цифрлық) кодқа қолданылады.

Симметриялық триггерлер қарапайым түрде бір-бірімен байланысқан екі НЕМЕСЕ және ЖӘНЕ және ЖӘНЕ – НЕ логикалық сызбаларынан тұрады: бір логикалық сызбаның шығысы басқа біреудің кірісіне қосылады, ал екіншісінің шығысы бірінші

біреудің кірісіне қосылады. Басқаша айтқанда, логикалық сызбалар кросс сілтемелерімен қосылады.

8.41 –сурете жолы және екі кіріс мүмкіндігі бірдей транзистор НЕМЕСЕ тізбектер бойынша құрылған симметриялық ысырмасының логикалық құрылымын көрсетеді. Сызбада C_1 шығысы A_2 кіруге қосылады және шығу $C_2 - A_1$ (кросс) енгізу үшін. Қалған екі кіріс B_1 және B_2 флип-флоптың жұмысын басқару үшін қызмет етеді. Триггердің негізгі электр тізбегі күріш. 8.41, б. Қос тұрақтандырғыш ретінде триггер VT_1 және VT_3 транзисторларында жасалады, яғни. - транзисторлар VT_1 енгізу шығыс кіріс (базалық) VT_3 транзисторлық және транзисторлар VT_3 шығысына жалғанған транзисторлар (коллектор) VT_1 : оң кері байланыс осы тізбек құрылған транзисторлар. Триггер тізбегі оның конфигурациясында симметриялы болады. Триггерде тұрақты тепе-теңдіктің екі жағдайы бар: ол VT_1 - жабық, VT_3 - ашық; VT_1 - ашық, VT_3 - жабық. Осылайша, симметриялық триггер электрлік (режим мағынасында) асимметриямен сипатталады.

Жиілік элементі ретінде жиі симметриялық триггер қолданылады. Бұл триггерлерде шығыс потенциалы екі маңызды мәнге ие болуы мүмкін, олардың әрқайсысы логикалық бірліктің немесе логикалық нөлдің мәнін қабылдауы мүмкін.



8.41-сурет. Триггердің логикалық құрылымы (а) және қағидалы электр сызбасы (б)

Коммутаторға орнатылатын мемлекет (немесе, басқаша айтқанда, жазылған ақпарат) сигнал кіріс сигналымен қосылғанға дейін сақталады. Триггер көмекші (басқару) транзисторлар VT2 және VT4 көмегімен бір жағдайдан екіншісіне ауысады.

Басқару элементтері - кіріс B1 (S-кіріс) және B2 (R-кірісі). Триггердің жұмысын бақылауды бөлек деп атайды.

8.18. Үлкен интегралды микросызбалар әне микропроцессорлар

Үлкен интегралды микросызба - $2 < k < 3$ интегралдау дәрежесі бар күрделі функционалды тізбеге қосылған біртекті жасушалардың көп мөлшерін қамтитын көп өлшемді жартылай өткізгіш өнім.

Қазіргі уақытта УИМ 10 мыңнан астам логикалық элементтер бар. Барлық УИМ үш класқа бөлінуі мүмкін: функционалдық блоктар - есептегіштер, регистрлер, стека дискілер, арифметикалық логикалық бірліктер (АЛБ); жад құрылғылары; микропроцессорлар.

Бірінші УИМ МСЖ құрылымдарында жүзеге асырылды. Қазіргі уақытта BIS элементінің базасына биполярлық құрылымдар да кіреді.

Біз көрсетіліп отырған құрылғын – өнеркәсіптің түрлі салаларында кеңінен қолданылатын микропроцессорлар туралы толығырақ қарастыратын боламыз.

Микропроцессор - кем дегенде негізгі процессорлық түйіндерді: арифметикалық және логикалық құрылғыны, командалық декодерді және басқарушы құрылғыны қамтитын функционалды толық өнім болып табылатын интеграцияның жоғары дәрежесі бар (бір немесе бірнеше) сандық интегралды сызба.

Микропроцессорлық логикалық өңдеу, деректерді сақтау және түрлендіру үшін қолданылады. Қазіргі уақытта, талғампаз құрылғылар басқару жүйелерін дамыту үшін - станоктар, әуе, көлік құралдары, өлшеу құрылғылары - интеграция дискретті транзисторлар және интегралдық сызба төмен дәрежесін таңдауға қажеті жоқ, және тікелей мүмкіндіктері жартылай өткізгіш бақылау құрылғы әмбебап қолданылуы мүмкін - микропроцессорлық.

Микропроцессорлық пакет деп аталатын жүздеген микросызбалар болуы мүмкін (нақты уақыт пен тұрақты жад, үзу құрылғылары, тікелей жадқа қол жеткізу, катод-сәулелік түтік контроллері, бағдарламаланатын таймерлер және т.б.).

Көптеген микропроцессорлық қондырғылар әзірленді. Мысалы, K580 сериясының микропроцессорлық жиынтығы N-арналы MOSFET технологиясы бойынша жасалады, ол үш процессор мен он көмекші интегралды сызбаны қамтиды. Оның параметрлері болып табылады: командалық орындау - 2 микросекунд; командалардың саны - 78; жадтың максималды сыйымдылығы - 64 КБ; қуат тұтынуы

- 1,5 Вт аспайды. К583 сериясының микропроцессорлық жиынтығы қосымша MOS-құрылымдардың (CMOS) технологиясы бойынша жасалды, ол үш процессорды және сегіз қосалқы микросызбаны қамтиды. Келесі параметрлермен сипатталады: команда орындау уақыты - 0,75 микросекундтан артық емес; бит тереңдігі - 16; Тұтынылатын қуат - 1 мВт-дан аспайды.

Бақылау сұрақтары

1. Өткізу амалының [^]-«-қандай түрлері кездеседі және олардың айырмашылығы қандай?
 2. Биполярлық транзистордың принципі қандай?
 3. Биполярлық транзисторды қосудың сызбаларының қайсысы алдын-ала оқып беріледі және неге?
 4. Транзистордың статикалық сипаттамаларын түсіндіріңіз.
 5. МПД транзисторының жұмыс принципі мен MIS транзисторының p-n түйіні арасындағы айырмашылық қандай?
 6. Динистормен салыстырғанда тринистордың артықшылығы қандай?
 7. Қалай жартылай өткізгіш гибридік тізбектерінің біріктірілген?
 8. Электростатикалық бақыланатын ЭЛТ жұмыс істеу принципін түсіндіріңіз.
 9. құбылыстардың физикалық қасиеттері және әр түрлі көрсететін құралдардың іс-әрекетінің принципі қандай?
 10. Белсенді және пассивті көрсеткіштер қандай?
 11. Жартылайөткізгіштің индикаторларының әр түрлі түрлері қандай?
 12. Электростатикалық басқарылатын осциллографты электронды-сәулелік түтік қалай реттеледі?
 13. Жартылай өткізгіш диод принципін түсіндіріңіз.
 14. Диодтың сипаттамасы қандай?
 15. Кремний зентерінің диодтарының сипаттамалары қандай?
- Тұрақты кернеуді тұрақтандыруға арналған қарапайым сызбаны сызыңыз.
17. Биполярлық транзистор қалай ұйымдастырылған?
 18. Транзисторлар үшін қандай жұмыс режимдері ерекшеленеді?
 19. Транзистордың I-V сипаттамасын ортақ негізде тізбектей сызыңыз.
 20. Транзистордың кіріс және шығыс сипаттамалары ортақ эмитент тізбегінде қалай көрінеді?
 21. Дала транзисторларының негізгі түрлерін көрсетіңіз.
 22. Бақылау және дала транзисторларының жұмысының принципін түсіндіріңіз.
 23. Дала әсерінің транзисторларын қандай параметрлер сипаттайды?
 24. МПД транзисторы қалай ұйымдастырылған?
 25. Тұрақты ток түрлендіргіштің жұмыс істеу принципін түсіндіріңіз.

26. Желімен басқарылатын инверторлар дегеніміз не?
27. Ортақ эмитентпен және ортақ коллектормен амплификационды сатылардағы барлық компоненттердің мақсатын түсіндіріңіз.
28. Каскадралық байланыс жағдайларының қандай түрлері электрондық күшейткіштер пайдаланылады, және олардың сипаттамалары қандай болады?
29. Операциялық күшейткіштің негізгі параметрлері қандай?
30. Операциялық күшейткіштердегі теріс кері байланыстың мақсаты қандай?
31. Инвертацияланатын және инвертацияланбайтын күшейткіш ОҚ негізінде айырмашылық тұйықталу не қарастырылуы мүмкін?
32. Транзисторлардың негізгі жұмыс режимі қандай?
33. Мультивибратордың ампермен жұмыс істеу жолын түсіндіріңіз.
34. Негізгі логикалық функцияларды тізімдеңіз.
35. Триггер дегеніміз не?

Реферат тақырыптары

1. Жартылай өткізгіш диодтар.
2. Биполярлы транзисторлар.
3. Операциялық күшейткіштер.
4. Гибридті интегралды сызбалар.
5. Жартылай өткізгіш интегралды сызбалар.
6. Реттегіштер және инверторлар.

ЭЛЕКТРЛІ ЖӘНЕ ЭЛЕКТРОНДЫ АППАРАТТАР

9.1. Электрлі аппараттардың мақсаты және жіктелуі

Электр энергиясын өндіру, тасымалдау және тарату, сондай-ақ бұл электр энергиясын тұтынатын электр тізбектерінде жүретін электр жүйелерінде технологиялық бақылауды жүзеге асыру үшін әртүрлі коммутаторларды (қосылыстар) жүргізу қажет. жабдықты қосып, алып тастаңыз. Әртүрлі коммутациялық функциялардан басқа, электр тізбектерін және қабылдағыштарды төтенше жағдайлардан қорғау қажет.

Осы функцияларды іске асыру үшін электрлік құрылғылар - бұл жабдықты қосуға, өшіруге, электр және технологиялық жабдықтарды ауыстыруға, бақылауға, бақылауға және қорғауға мүмкіндік беретін құрылғылар болып табылады. Кездесуге сәйкес, электрлік құрылғылар келесі топтарға бөлінеді:

таратушы құрылғылардың коммутациялық аппараттары, фронталдық желілер және генераторлық қондырғылар;

әртүрлі электр құрылғыларының жұмыс режимін басқаруға арналған құрылғылар;

электр жабдығының жұмысын бақылау және қорғау функциясын орындайтын реле және реттегіштер;

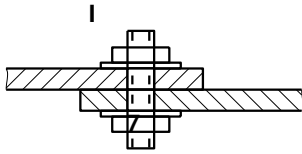
реттеу мен бақылаудың сенсорлары, әр түрлі технологиялық процестерге сәйкес келетін электр сигналдарын жасау.

Электрлік аппараттардың көпшілігі электрлік жабдықты қосу және өшіру салдарынан дизайнда элементтердің бірдей түрін қамтиды. Мынадай элементтер: электр байланыс; Электр арағын жоюға арналған құрылғыларды ажыратыңыз; жетек құрылғылар.

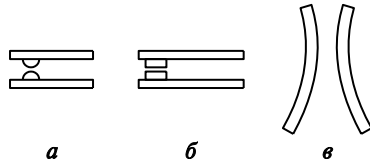
Келтірілген элементтердің кейбір ерекшеліктерін қарастырып көрейік.

9.2. Электрлі аппараттардың негізгі элементтері және жұмыс ерекшеліктері

Электрлі байланыстар. Электр жабдықтары бөліктерінің әр түрлі қосылыстары, оны электрмен жабдықтау жүйесінен ажырату және ажырату электрлік байланыстар арқылы жүзеге асырылады.



9.1-сурет.
Жылжымайтын
байланыстар



9.2-сурет. Жылжитын
байланыстар:
а — нүктелі; б — жалпак; в —
сырғанақ

Электрлік контактілердің мынадай типтері бар: тіркелген және жылжымалы. Тұрақты (9.1-сурет) өткізгіш бөлшектерді қатаң бекіту үшін қолданылады. жылжымалы байланыстар нүктесі (9.2, а сур.), жазық (9.2, б сур.) және жылжымалы (9.2-сур.) бөлінеді. Бөлшектер мен тегіс контактілерде бөлшектер жабылып, бастапқы байланыс нүктелерінде ашылады. коммутация қозғалыс кезінде жылжымалы байланыстар бір-біріне қатысты үздіксіз бөлшектер пайда болады.

Байланыс қарсылық кез келген түрін жанасу нүктесінде өтпелі байланыс кедергісі деп аталады, ол орын алады. барлық бірлескен байланыс беттерін дұрыс тураланғанын емес болғандықтан, содан кейін тізбек (9.3 сур.) байланыс нүктесі соққылар және шұңқырларды бар. , Байланыс нүктесі бұғу және бұғры ұмтылатын боламыз жеңілдетеді өтпелі байланыс қарсылық пайда болуын түсіндіреді электр тоғының қарсылық әрекеттерін арттырады.

Контактілердің сенімді байланысын қамтамасыз ету үшін олар белгілі бір күшпен басылуы тиіс. Күш күші неғұрлым көп болса, контактілердің контакт аймағы соғұрлым көп болады, демек контакт контактінің кедергісі азаяды. Байланыстағы аймақта қажетті күш күші көктемгі құрылғылардың көмегімен немесе электромагниттік күштердің көмегімен жасалады. Байланыстың контактқа төзімділігі контакт аймағына, контактілердің материалына, контактілердің қысылу күшіне байланысты. Байланыстағы беттердің тотығуына немесе олардың деформациясына байланысты байланыстың контактқа төзімділігі

ондаған және жүздеген есе артуы мүмкін. Байланыстар жақсы электрлік ток өткізетін материалдардан жасалады (мыс, металл-керамикалық буындар). Бірқатар жағдайларда контактілер тотығуды тұрақтандыру үшін күміс пен алтынмен жабылған. Тозуға төзімділігін арттыру үшін вольфрам қосыңыз немесе кермелерді қолдануға болады.

Электр доғасы және сөндіру құрылғылары.

Төбешіктер



Ток линиялары Шұңқырлар

Линии тока Впадинки

9.3-сурет. Байланыс
кедергісі

Электр тоғының ағып кетуіне жол бермейтін электр тізбегін ажырату бірден емес және ол электр доғаның пайда болуымен бірге жүреді. Электр доғалық ол уақыт бойынша өтуге қабілетсіз болса, байланыстарды жоюға және ауыр апат әкелуі мүмкін. Электр тізбегінің электр тізбегінің пайда болуы орыс ғалымы В.В. Петров, ал қазір доғалы металдар дәнекерлеу техникасында кеңінен қолданылады. Бірақ электр тізбектерінде доғаның пайда болуы зиянды факторларға жатады, өйткені доғаның температурасы 10 000 ... 12 000 ° С дейін жетеді (күн бетінің температурасы 6000 ° С).

Жеңілдетілген, электр доғаның пайда болуы келесідей түсіндіріледі. Ажырату кезінде байланыс аймағының айтарлықтай төмендеуі орын алады. Қалған байланыс соққылары арқылы ағып жатқан, оларды қатты қыздырады. Нәтижесінде, байланыстардың жанында ауа кеңістігі иондала бастайды, демек, өткізгіш болады. Ағым иондалған ауадан (немесе басқа газ тәріздес ортасынан) өтіп кетеді, ал уақытша үзілмеген кезде доғалы дамиды. Байланыс материалының бөлшектер иондалған кеңістікте пайда болуы мүмкін.

Доғалық білімге әсер ететін факторлар: байланыстардың температурасы; сызбаның кернеуі ажыратылған; байланыс материалы және оның ортасы; контактілер арасындағы қашықтық (доғаның ұзындығы); уақытты өшіру; ток түрін; жүктің түрі.

Доғаның пайда болуы үшін ең қауіпті тізбектер болып табылады. Айнымалы ток тізбектерін ажырату оңай, өйткені ток нөлге тең. Док көбінесе индуктивтіліктегі (трансформаторлар, электр машиналары, электр магниттері және т.б.) электр қабылдағыштарының электр сызбалары ажыратылған кезде пайда болады. Доғасының пайда болуына әсер ететін тағы бір маңызды фактор - кернеу шамасы. Желілік кернеу неғұрлым көп болса, соғұрлым бұл сызбаны ажырату неғұрлым қиын болса, соғұрлым электр доғасы жасалады. Төмен кернеулер кезінде доғаның құрылысы дерлік емес.

Электр доғасының пайда болуын болдырмау үшін келесі талаптар орындалады:

электр тізбегін жылдам ажырату керек; Дөңгелектің ұзындығы мүмкіндігінше артық болуы тиіс, ол үшін доға сөндірілетін арнайы аралық камераға түседі;

контакттардың температурасы белгіленген мәннен аспауы керек (контактілерді қосымша салқындатуға болады);

ажырату мүмкіндігі қолайлы ортада (мұнай, вакуум) жүзеге асырылуы керек.

Жиі жағдайларда құрылғылар бірнеше нақты талаптарға негізделіп құрастырылған, бұл белгілі бір аппаратта доғаны жою үшін жеткілікті болуы мүмкін.

Аппараттардың жетек құрылғылары. Электрлік құрылғылар автоматты түрде немесе қолмен (автоматты емес) қосу арқылы қосылады және өшеді.

Автоматты емес құрылғыларда құрылғыны қосуға және өшіруге

мүмкіндік беретін механикалық құрылғы бар, яғни. жақын және ашық байланыс. Мұндай құрылғыларға қосқыштар, ажыратқыштар, төменгі вольтты ажыратқыштар, айырғыштар және т.б. Бұл құрылғылар сызбаны қолмен басқарғанда жабылып, ашуға мүмкіндік береді.

Автоматты құрылғыларда контактілерді жабу және ашу мүмкіндігін беретін жетек құрылғылар бар. Көптеген жағдайларда, бұл құрылғылар электромагнит немесе пневматикалық жетекті болып табылады, ол арқылы контактілер қосылып, ұсталып, ажыратылады. Автоматты құрылғылар контакторлар, жоғары вольтты ажыратқыштар, стартерлер, релелер және т.б.

9.3. Таратушы және желі жіберуші құрылғылардың коммутациялаушы аппараттары

Коммутациялаушы құрылғылар мен электр беру желілерінің коммутациялық құрылғылары жоғары кернеу жағында орнатылады. Оларға ажыратқыштар, ажыратқыштар, сақтандырғыштар жатады.

Ажыратқыштар. *Ажыратқыш* — кернеу астында жоғары вольтты тізбекті ажыратуға, қосуға және ажыратуға мүмкіндік беретін жоғары кернеудің қарапайым қосқышы, бірақ ток болмаған жағдайда. Бұл доғаны соруға арналған құрылғылар жоқ қарапайым құрылғы. Бөлгіштерді қосу үшін қолмен және автоматты басқаруды да қолдануға болады. Қысқа тұйықталу және жүктеме жағдайында ажыратқыш электр қондырғысын ажыратпай алмайды.

Жүктемені сөндіруші — доғалы ажыратқышпен жабдықталған ажыратқыш. Жүктеме үзіліс қосқышы номиналды ток ағыны арқылы өтетін электр тізбектерін ашуға мүмкіндік береді. Жүктеме қосқышымен қатар, қысқа тұйықталудан қорғауға арналған сақтандырғыштар іске қосылады.

Жоғары кернеулі ажыратқыштар. Бұл құрылғылар жүктің және қысқа тұйықталудың астындағы бөліктерді ажыратуы керек. Жоғары кернеулі қосқыш күрделі құрылғы болып табылады және электродинамикалық (электромагниттік күштерге қатысты) және жылу тұрақтылығымен сипатталады. Электр сөндіргіштің маңызды сипаттамасы - номиналды ажыратқыш қуаты және ажыратқыштың номиналды ажыратқышы. Өнеркәсіпте мұнай, ауа және вакуум қосқыштары кеңінен қолданылады.

Май сөндіргіштерінде (9.4-сурет) доғаның саңылауынан және оны ашу кезінде судың алдын алу үшін минералды май бар резервуарға орналастырылады.

Аэротүсіргіштерде компрессор бар, ол қуатты ауа реактивті ағынына ие болады, ол автоматты сөндіргіш ажыратылған кезде пайда болады.

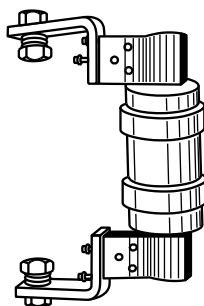
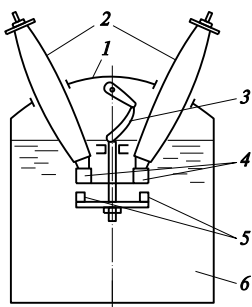
Вакуумды ажыратқыштарда контактілер вакуумдық камерада ашылады. Вакуумда газ жоқ, демек, иондалуы жоқ, сондықтан

доғаның қалыптасу шарттары қиын.

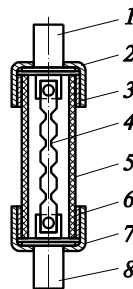
Электр тізбегі ажыратылғаннан кейін автоматты ажыратқыш күшейеді. Сақтандырғышты жөндеу және алдын-алу үшін ажыратқыштарды орнату әдеттегідей орналастырылады.

Сақтандырғыштар. Электр желілері мен электр қондырғылары қорғауға мұқтаж. Барлық электр қондырғылары, электр желілері, қоректендіру жүйелері қорғаныс құрылғылары бар. Электр тізбегіндегі қарапайым қорғаныс құрылғысы сақтандырғыш болып табылады. Сақтандырғыш автоматты түрде электр тізбегін кезде шамадан тыс немесе қысқа тұйықталу ажыратылады.

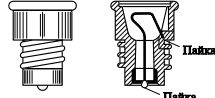
Ең көп қолданылатын құбырлы сақтандырғыштар (сур. 9.5) және сынамалы сақтандырғыштар (сур. 9.6) болып табылады. Құбырлы сақтандырғыш дене 5, жұқа табаққа немесе сым ретінде сақтандырғыш-сілтеме 4, түйреуіш, 1, қорғасын, қалайы, мыс және басқа да элементтер қарастырылады.



a



б



а б
 9.6-сурет.
 Сынамалы
 сақтандырғыш:
 а — сыртқы
 түрі; б —
 кесілген бөлігі

Олар электр кедергісі төмен және ұзақ уақыт бойы кірістіру / кірістің номиналды тоқында жұмыс істей алады. Сақтандырғыштың әрекеті олар электр тізбегіне сериялы қосылуға және тізбектегі ток I / Vst кірісінен асып кетсе, ернеудегі байланыс сөніп, тізбектің ажыратылғанына негізделеді. Әдетте кірістіру токі орнатудың номиналды токпен салыстырғанда сәл артық таңдалады $I_{вст} = (1,15...1,6)I_{ном}$.

Түтікшелі сақтандырғыштар 15,1000 А токтарына арналған. Бұл сақтандырғыштардың көпшілігі корпус ішіндегі доғалы сөндіру құралдарымен (әдетте кварц құмы, талшық және т.б.) жабдықталған.

Қорғаныш сақтандырғыштары тұрмыстық техниканы, жарықтандыру қондырғыларын және шағын электр қозғалтқыштарын қорғау үшін қолданылады. Корпустың сақтандырғыш корпусы токқа қосылған. Электр тізбегінің соғуы соғұрлым көп, фарфор сақтандырғыш корпус неғұрлым қысқа. 15 А сақтандырғышы 6 амперлік картриджге салынбайды.

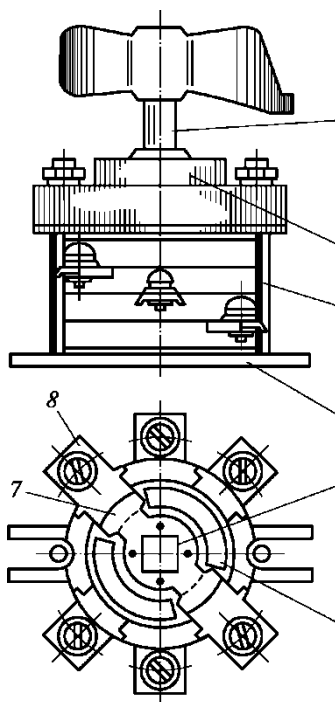
9.4. Әр түрлі электротехникалық құрылғылардың жұмыс режимін басқару аппараттары

Электр құрылғыларының жұмыс режимдерін басқару құрылғылары қолмен басқару құрылғылары, контакторлар, қорғаныс құрылғылары, стартерлер, автоматтар жатқызылады.

Қолмен басқару аппараттары. Мұндай құрылғыларға коммутаторлар, топтамалар, бұрылыс және коммутациялық ажыратқыштар, әртүрлі контроллер, ажыратқыштар кіреді. Барлық осы машиналар қосуға, өшіруге және қолмен пайдалануға электр тізбектерін ауысу үшін әзірленген.

Қосқыштар мен ажыратқыштар тұрмыстық техниканы қосу және өшіру, айнымалы және тұрақты токтың жарықтандыру және төмен қуатты электр тізбектері үшін пайдаланылады. Әдетте мұндай құрылғылардың ағымы 15 А аспайды. Олар пластмассадан немесе қорғалған металл корпусында бір және екі полності жасалады. Олар тез ажырату үшін арнайы серіппелер бар номиналды жүктеме бойынша тізбекті ажыратуға қабілетті. Құрылымы тұрғысынан алғанда, доғаның пайда болуына жол бермейді. құрылыс, ажыратқыштар айналмалы болуы мүмкін.

9.7-сурет. Пакетті ажыратқыш:
 1 — тұтқасы бар валик; 2 — камера қақпағы;
 3 — шпилька; 4 — қысқыш; 5 —
 профильді саңылау; 6 — изоляция;
 7 — жылжитын байланыстар;
 8 — жылжымайтын байланыстар



Жиынтық қосқыштар мен ажыратқыштар 100 А дейін номиналды токтармен тұрақты ток және айнымалы ток тізбектеріне ауысуға арналған. Олар әр түрлі электр қондырғыларын қосу және ажырату үшін шағын шағын қозғалтқыштарды іске қосу үшін қолданылады.

Пакеттік ажыратқыштар жеке сақиналардан тұрады - оның ішінде қозғалмайтын және жылжымалы байланыспен байланыс жүйесі (9.7-сурет). Әрбір пакетте бір жұп контактілер немесе бір полюс бар. Пакеттердің санын біріктіру арқылы пакеттік ажыратқыштар кез келген сандармен жинауға болады. Пакеттік ажыратқыштарды тұйық камералар мен ұшқынды сыпырғыштар бар, сондай-ақ тізбекті тез ажыратуға мүмкіндік беретін ток. Бұл өшірген кезде доға пайда болуын болдырмауға мүмкіндік береді.

Контакторлар. Контакторлар қуат электр тізбектерін қосу және өшіруге арналған электромагниттік қосқыштар деп аталады. Олар электр қозғалтқыштарының және басқа электр тұтынушылардың жұмысын бақылау үшін қолданылады. Контактордың күшті контактілері бар, жүктеме астында электр тізбектерін қосуға және өшіруге мүмкіндік беретін, сондай-ақ қысқа тұйықталу жағдайында оларды авариялық режимдерден ажыратуға мүмкіндік беретін арқа құрылғысы. Контакторлар DC және айнымалы ток тізбектерінде, тұрақты ток тізбектерінде - бір және екі полюсте, айнымалы ток тізбектерінде - екі, үш және төрт полюсте қолданылады.

9.8-суретте доға мен магнитті соққылықпен тұрақты контактордың құрылысы көрсетілген.

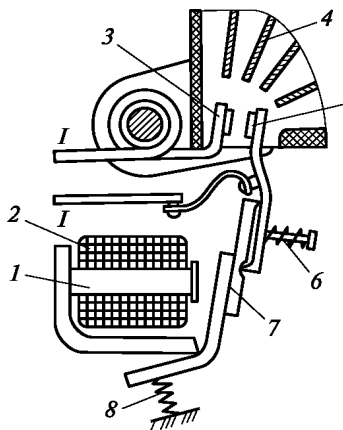
Контактор стационарлы 3 және жылжымалы 5 қуат контактілерінен, магниттік ядросы бар 1 электромагнит пен орамның 2, арматура 7, доғасы 4, магнитті жарылғыш құрылғылардан тұрады. Доғаларды ажыратушы сур. 9.9 және магнитті жүйені құрайтын 2 ферромагниттік пластиналарға 3 ядросына қатаң байланған доғалық

шұңқыр 1 болып табылады. Бұл магниттік жүйе бұрылыс 4 әсерінің әсерінен қуат контактілері орналасқан кеңістікте магнит өрісін жасайды. Әдетте контакторларда бір немесе бірнеше жұп қосымша контактілер болады.

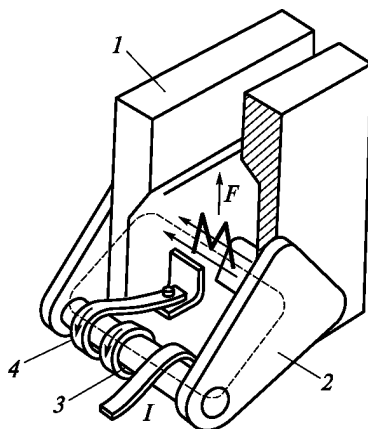
Жұмыс контакторлар төмендегідей болып табылады (сурет 9.8 қараңыз ..): арматура 7-сызба орамасының тізбегі 2 1 және байланыстар 3 және 5 жабылды өзегі тартылды. Фигурада көрсетілмеген қосымша контактілердің көмегімен контурдың 2 тізбегі жабылып, контактор қосулы күйінде қалады. 2 орамасы бар басқару сызбасы ажыратылған кезде, серіппе 6 арматураға 7, ал 3 және 5 контактілері ашылады. 3 ... 5 контактілері ашылған кезде олардың арасында доғасы пайда болады. Айнымалы ток жағдайында (9.9-суретті қараңыз) ағымдағы I мәнін қабылдайды. Ферромагниттік пластиналар 2 және өзегі 3 өндірілетін магнит өрісін ағып жалғастыруда, ол арқылы иондалған кеңістігі болып табылады, ток доғаның және, осылайша, доғаның әрекет және доғалық науадағы оны соққы онда ол шығады.

Қосалқы байланыстар контакторлар электр автоматты операцияны жүзеге асыруға және пайдалануға, оның режимін басқаруды жеңілдету мүмкін.

Қорғаныш құралдары. *Қорғаныш түрлері.* Барлық электр тізбектері мен құрылғылары қорғалуы керек. Ең қарапайым қорғаныс - бұл сақтандырғыштар, бірақ олар электр қондырғыларының жұмысын автоматтандыруға мүмкіндік бермейді, сонымен қатар сақтандырғыш - өте ыңғайлы бір рет қолданылатын құрылғы, сондықтан іс жүзінде басқа қорғаныс құрылғылары қолданылады.



9.8-сурет. Контакттор:
1 — магнитті жүрекше; 2 — катушка орамасы; 3 — жылжымайтын байланыс; 4 — доға болдырмаушы камера; 5 — жылжытын байланыс; 6 — серіппе; 7 — якорь; 8 — серіппе



9.9-сурет. Доға болдырмаушы құрылғы:
1 — доға болдырмаушы камера; 2 — ферромагнитті пластина; 3 — жүрекше; 4 — ферромагнитті өзек орамасы (орама)

Негізгі қорғаныс құрылғылары: термиялық қорғаныс; артық токтан қорғау; ағымдағы және үстіңгі жағынан қорғау; жоғары және төмен кернеуден қорғау; дифференциалды қорғау және т.б. Негізінде электр тізбектерін көптеген факторлардан қорғауға болады.

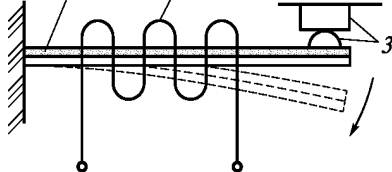


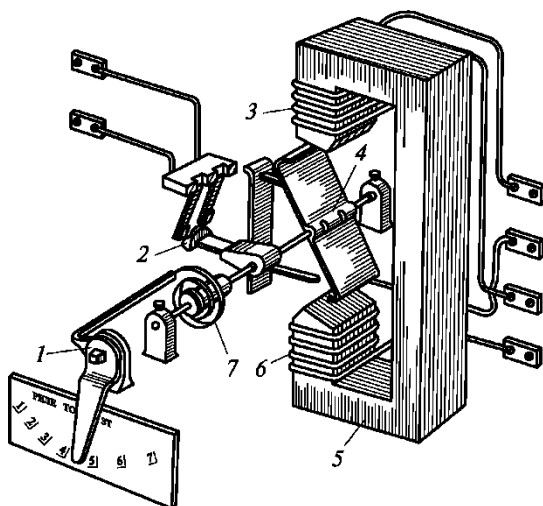
Рис. 9.10. Тепловое реле:
1 — биметаллическая
пластина; 2 — обмотка; 3 —
контакты

Электр қондырғыларының жылу қорғанышы. Шектен тыс электр мөлшерлемесінен электр қондырғыларды қорғау үшін қолданылады. Электр жабдықтарын істен тіпті өрт әкелуі мүмкін электр тізбегінің (ағымдағы квадрат), күрт Барлық қыздыру элементтері арттыру ағымдағы артады. жылу реле, әдетте, күш қарсы қорғау үшін қолданылады. сызбасы суретте көрсетілген қарапайым жылу реле болып табылады. 9.10. басты элементі биметалл Диск салқындату кейін контакт 3. ашу әкеледі иілу екі түрлі металдар мен жылу нөмірдің бір тоғысқан, тұрады 2. катушкалар, жараны ол туралы биметалл жылу қосқыш пластина 1, болып табылады, пластина пайдалануға дайын қайтадан өзінің бастапқы жағдайы мен эстафетасы қайтарылады. номиналды ток пластина деформацияланған емес, бірақ ол номиналды ток мәні, иілу пластинаны асып қажет болғанда пайдаланылуы мүмкін.

Максималды тоқ қорғанышы. Қысқа тұйықталу токтарынан электр қондырғыларын қорғау қажет болған жағдайда, артық ток қорғанысы қолданылады. Бұл құрылғы жоғары жылдамдықты және әдетте электромагниттік реле негізінде жүзеге асырылады, дегенмен оның электрондық нұсқалары да пайдаланылады. Электромагниттік ток релесінің жобалануы күріш. 9.11. Реле жүрекшеден (ядроның) 5, оның үстіне орамдағы 3, 6 орамасы бар, жүрекшедегі ауа ағынында 4 серіппелі бағытта және аралық көпір 2 орналасады.

Өзегі 5 сырықтар қосу үшін 4 қолданылады, 3 орамалардың 6-ағымдағы зәкірлі қойындысы ағып, бірақ берілген жағдайда 4 қарсы іс-қимыл өткізіледі кезде ағымдағы бақыланатын мәні асатын болса, жапырақшаларының бұрылады және байланыс көпір тіркелген байланыстарды жабады. Электр сигналының сигналы электр жүйесіндегі басқару жүйесіне жіберіледі. Ағымды қалыпты жағдайға келтіргеннен кейін, арматура бастапқы орнына қайта оралады.

Бақыланатын ток шамасын реттеу құрылғысы 1 арқылы реттеуге болады. Қысқа тұйықталу жағдайында артық ток релесінің жұмыс уақыты әдетте 0,02 секундтан аспайды.



9.11-сурет. Максималды ток релесі:

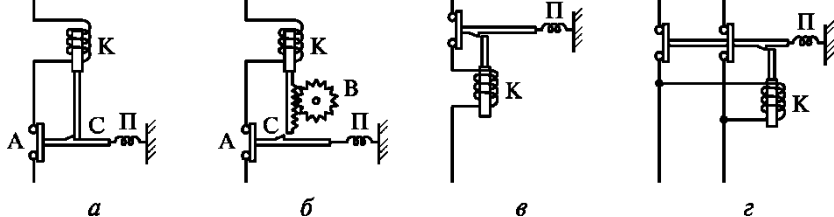
1 — реттеуші құрылғы; 2 — байланыс көпіршесі; 3, 6 — орамалар; 4 — якорь; 5 — магнит сымы (жүрекше); 7 — серіппе

Артық кернеу немесе тым төменгі кернеуден қорғану. Электр желісін және электр қондырғысын асқын кернеуден (асқын кернеуден) қорғау үшін қорғаныс кернеу релесі қолданылады. Әдетте электромагниттік немесе электрондық реле қолданылады. Құрылымдық түрде, электромагниттік реле ток релесінен аз ерекшеленеді. Кернеу релесінде жүрекше орамы бақыланатын кернеуге қосылады және ток релесінен айырмашылығы көп бұрылыстардан тұрады. Негізінен жұмыс принципі бірдей.

Желінің кернеуінің төмендеуі әдеттегі электромагниттік релемен басқарылады. Төмен кернеу астында электромагнетиканың арматура босатылып, релелік байланыстар ашылады.

Дифференциалды қорғаныш. Оқшаулау зақымдары болған кезде электр тізбектерінің ток ағуынан қорғау үшін әдетте дифференциалды реле қолданылады. Олар 30, 45 немесе 100 мА ток ағып кетуіне бейімделген. Құрылымдық түрде, дифференциалдық реле - үшфазалы тізбектер үшін бір фазалы тізбектер мен тікелей токтың немесе үш орамалмен екі орамасы бар электромагниттік реле. Қалыпты тәртіптегі барлық орамалардың жалпы магниттау күші нөлге тең. Егер ағып кету ток пайда болса, магнитизация күші пайда болады және реле іске қосылады.

Автоматты ауа ажыратқыштары (автоматтар). Электр қондырғыларының қалыпты жұмысы бұзылса (жүктеме, қысқа тұйықталу, кернеудің төмендеуі немесе жоғарылауы), электр қондырғыларын электр желісінен ажырату қажет.



9.12-сурет. Автомат ажыратқыштары:

а — максималды ток; б — уақыт шығынымен; в — минималды ток; г — төмендетілген кернеу

Ол үшін автоматты ауаны ажыратқыштар (автомат) жұмыс істейді. Автоматты құрылғылар сақтандырғыштармен және бірнеше әрекеттермен салыстырғанда қорғаудың жоғары дәлдігін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Машиналар жақсы қуат контактілері мен арқа сөндіру құрылғыларымен жабдықталған. Автоматтың мақсаттарына байланысты әртүрлі шығарылым түрлері бар (бір немесе бірнеше). 9.12-суретте бірнеше түрлері реле түрлері ұсынады: МТЗ (сурет 9.12, және .. қараңыз); уақыт кешіктіруімен (9.12, б суретін қараңыз); минималды ток (9.12, с-суретті қараңыз); Төмен кернеу (9.12, d суретін қараңыз). ысырмасын өткізіледі сапары бірліктің операциядан кейін, P C арқылы жүрекшедегі негізгі байланыстар ашылады. Machines бір-, екі, үш және төрт-мен 6-дан 5000 қысқа тұйықталу токтарын бойынша шығарылады болып табылады.

Қосқыштар. Магниттік стартерлер контакторлар мен жылу релелерін құрамдас бөліктер ретінде біріктіретін құрылғылар болып табылады. Магнитті жетектер кеңінен Асинхронды қозғалтқыштардың бақылау үшін пайдаланылады. Starters қайтымсыз және қайтымды бөлінеді. Реверстік қосқыштар индукциялық қозғалтқышты екі бағытта да іске қосуға мүмкіндік береді және екі контакторлардан тұрады. 9.13-суретте. ауыспайтын АС-стартердің сызбасы көрсетілген. Стартер стартер корпусынан тыс S2-start, S1-stop екі түймені басқарады. S2 түймесінің жабылғаннан кейін, СМ контакторының катушек тізбегі КК1 және КК2 жылу релесінің қалыпты түрде жабық контактілері арқылы А және С фазаларының кернеулігі астында болады. СМ контакторы белсендірілген, қуат контактілері жабылып, индукция М қозғалтқышы іске қосылады. Бұл жағдайда S2 түймесі СМ контакторының қалыпты ашық контактісі арқылы блокталады және

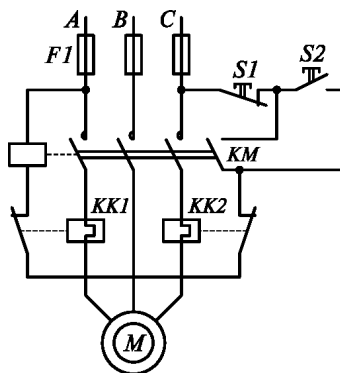


Рис. 9.13. Сызба нереверсивного пускателя

оны босатуға болады. S1 (тоқтату) түймесі басылған кезде, контакторлар катушкаларының тізбегі ашылады және контакторлық арматура магниттік ядроға тартылмайды, қуат контактілері ашық, қозғалтқыш M тоқтайды.

Мотордың механикалық жүктемесі жағдайында статор токі артады. Статор ток тогы *KK1* (немесе *KK2*) жылу релесінің номиналды тоқынан асып кетсе, қалыпты түрде релелік байланыстар ашылып, қозғалтқыш тоқтайды. Қозғалтқышты іске қосу үшін алдымен сапардың себебін анықтап, оны жойыңыз, содан кейін қозғалтқышты қайта іске қосу үшін S1 түймесін қолданыңыз.

Термалды реле тізбекті қысқа тұйықталудан қорғайды, сондықтан *F1* сақтандырғыштары іске қосылады.

9.5. Реле

Реле — бұл коммутациялық құрылғы нақты физикалық мөлшерге (кернеу, ток, температура, қысым және т.б.) жауап беретін шағын қуат. Электромагниттік, жылу, оптикалық және т.б. әрекеттер принципі бойынша реле байланыс және байланыссыз. Іс жүзінде ең электромагниттік реле, жылу және электронды релелер кеңінен қолданысқа ие болып жүр.

Электромагнитті реле. Пайдалану қағидасына сәйкес электромагнитті реле контакторға ұқсас. Реле контакторларының жабылуы мен ашылуы электр магнитті арматура қозғалысына байланысты. Релелік байланыстар кішігірім токтарға арналған, реле контакторға қарағанда кіші өлшемдерге, әртүрлі қолданбаларға ие. Әдетте, релелер қозғалтқышты басқаруда, телефонияда, автоматтандыру жүйелерінде, төменгі ток тізбектерінде қолданылады. Кездесу бойынша электромагнитті реле аралық, полярлық, уақыт релелеріне, максималды және минималды ток және кернеуге, дифференциалды және т.б. бөлуге болады.

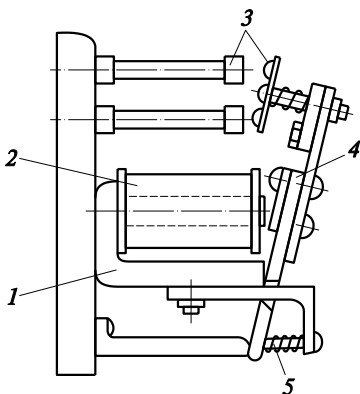
Релелік әлеуетін немесе қосымша (бақылау) байланыстар санын ұлғайту қажеттігі жоқтығын бұзып кезде аралық реле әдетте пайдаланылады. Мұндай реле жеңілдетілген құрылысы күріш. 9.14. қолданбалы кернеу қамыт жылы ұстап күшін құру арматура 4. арматура көктемде қозғалысы 5 алдын ауыстыру ықпал етеді магниттік ағыны пайда болса электромагнит эстафета, 2 орамасының катушкалар 4. жылжымалы арматура ядросы 1 камтиды. Бекіткіш жылжымалы контактілерге механикалық түрде қосылған 3. Реле жабу (әдетте ашық) контактілермен және қалыпты түрде ашық контактілермен орындалуы мүмкін. Әдетте аралық реле әртүрлі типтегі бірнеше контактілерге ие.

Минималды және максималды ток (кернеу) релесі аралық реле әрекет принципіне ұқсас жұмыс принципіне ие. Ағымдағы релелерде ресивермен сызбаға жалғанған шағын айналым саны бар, ал кернеу релесі қабылдағышқа параллель қосылған және жұқа сымнан

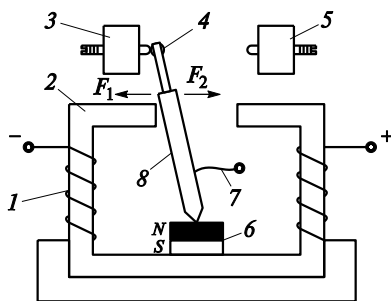
көптеген бұрылыстарды қамтиды. Екі орамалар да магниттік ағын қалыптастыруға арналған, соның салдарынан арматура релелік байланыстарды тартады (жабады).

Арнайы құрылғы ток (кернеу) мөлшерін реттей алады. Егер электромагниттік күш күш ұстаушы күшке айналса, көктемгі анкер тартылады, аз болса - жоғалады.

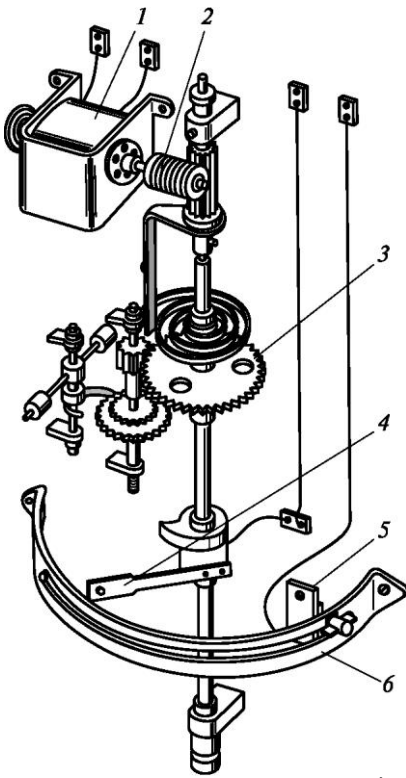
Полярлық эстафета түрі электромагниттік реле (сур. 9.15) болып табылады. полярлық эстафета жобалау негізгі өзегі 1 4. Екі жақты байланыс сигналды кернеудің қолданылатын орамасының бар бар жылжымалы зәкірлі пластинасын 8 орналасқан, онда әуе алшақтықты бар 2. электр магниттік өзегі қоса беріледі тұрақты магнит 6, бар. арматурасы 8 сигнал Полярлық қарай, F1 немесе F2 мәжбүр, сондай-ақ тартылған және, осылайша, тізбек 3 жабу, контактіні 3 немесе 5 жабылады - Бұл полярлық реле-өшіру 7. - 7 немесе 5. Егер бақылау сигналы нөлге тең болса,



9.14-сурет. Аралық реле:
1 — жүрекше; 2 — орама; 3 — байланыстар; 4 — якорь; 5 — серіппе байланыс;



9.15-сурет. Полярландырылған реле:
1 — орама; 2 — электромагнит; 4 — екіжақты байланыс 5 — байланыстар; 6 — тұрақты магнит; 7 — қысқыш; 8 — якорь



9.16-сурет. Электромагнитті уақыт релесі:

- 1 — электромагнит; 2 — құрт тәріздес механизм; 3 — сағат тәріздес механизм; 4 — жылжымалы байланыс; 5 — жылжымайтын байланыс; 6 — плата

реле сигнал азайтылғанға дейін болатын күйде қалады. Бұл реле төмен ток тізбектерінде қолданылады.

Электромагниттік эстафета уақыты (9.16-сурет) электр қабылдағыштардың басқаруға кідіріс уақытын ауысу үшін пайдаланылады. Эстафета электромагнит 1 және серіппелі 3 сағат механизмі бар. электромагниттік орамасының арқылы ағымдағы, құрт Gear 2 басталады пайдалану және үшбұрышты және есептегіш сақтап отыр арматура, бір күш арқылы әсер. Серіппелер шығарған және қозғалысы әсерінен бауды кезде жылжымалы байланыста 4 тетігінен тіркелген байланыста 5 тізбекке бұрылады. Жылжымалы байланыс тақтайшаға 6, ал 4, 5 байланыстары жабылады. 5 Белгіленген байланыс түрін жылжыту арқылы кешіктіру уақытын реттеуге болады. Бұл

реле 0,1 - 20 с уақытқа кешіктіруге мүмкіндік береді.

Электронды реле.

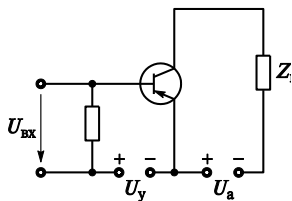
Технологияда, тиристорлар мен транзисторларға негізделген бесконтактные электрондық релелер кеңінен қолданылады,

сондай-ақ электронды уақыт релесі де кең қолданысқа ие.

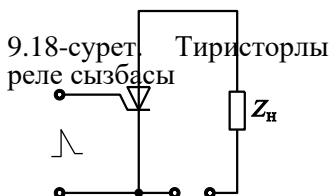
Байланыссыз транзисторлық реле жүктемені кернеуді контактілерді жаппастан алуға мүмкіндік береді. Релелі сызба (9.17-сурет) транзисторлы, тікелей ток U_a және U_y көздерінен тұрады. Егер кіріс кернеуі $u_h > U_y$ болса, транзистор ашылады және ток жүктеменің бойымен өтеді. Негізгі артықшылығы - механикалық байланыстар жоқ, кемшіліктер - жабық күйде кішкене кіріс кедергісі бар.

Байланыссыз тиристор релесі (9.18-сурет) тиристор мен U_a кернеуінің көзі бар. Басқару электродына өткір бұрыштық импульс келгенде, тиристор ашылады және барлық кернеулер $Z \wedge$ жүктемесіне қолданылады. Транзистордан айырмашылығы, тиристор

ашық күйде қалады және бақыланатын сигналды алып тастағаннан кейін.



9.17-сурет. Транзисторлы реле сызбасы





9.18-сурет. Тиристорлы реле сызбасы
















Тиристорды жабу үшін анодтық кернеу көзін ажырату керек.

9.6. Электр сызбаларындағы шартты белгілер

Электр құрылғылары электрлік құрылғыны қолданып электр тізбегіне ауысады. Қосылыстар элементтері және коммутация қажет тізбегі Электр тізбектерінің көрсетіледі. бір (қалың сызықтармен ұсынылған) электр және (жұқа сызықтармен ұсынылған) бақылау тізбегі: Әрбір тізбек екі электр тізбектерін бар. Барлық электр құрылғылар мен жабдықтар мемлекеттік стандартты графикалық белгішелер сәйкес диаграммалар келтірілген, және әріптермен белгіленеді. кейбір электр машиналар мен құрылғыларды рәміздері 9.1-кестеде көрсетілген.

Электр аппараттары мен құрылғыларының шартты белгілері

Шартты белгіленуі	Әріптік белгіленуі	Элементтің атауы	Шартты белгіленуі	Әріптік белгіленуі	Элементтің атауы
	R	Резистор		М	Қысқатұйықталған роторы бар асинхронды қозғалтқыш
	C	Конденсатор		М	Фазалық роторы бар асинхронды қозғалтқыш
	L	Индуктивтік катушкасы		М	Синхронды қозғалтқыш

Шартты белгіленуі	Әріптік белгіленуі	Элементтің атауы	Шартты белгіленуі	Әріптік белгіленуі	Элементтің атауы
	<i>M</i>	Реттік қозу қозғалтқышы		—	Қалыпты ашық байланыс
	<i>M</i>	Айнымалы токтың коллекторлық қозғалтқышы		—	Қалыпты жабық байланыс
	<i>M</i>	Параллель қозу қозғалтқышы		—	Тұйықтаушы күш байланысы
	<i>KM</i> <i>KT</i> <i>KV</i> <i>KL</i> <i>KA</i>	Реле, контакторлар, қосқыштар		—	Доға сөндіргіш байланыс
				<i>KK</i>	Жылу релесінің байланыстары
	<i>QS</i>	Ажыратқыш байланыс		<i>KT</i>	Тұйықтауға байланысты шығыны бар тұйықтаушы байланыс
	<i>QW</i>	Сөндіргіш-ажыратқыш байланысы		<i>KT</i>	Ажыратуға байланысты шығыны бар тұйықтаушы байланыс
	<i>QF</i>	Автоматты байланыс		<i>KT</i>	Ажыратуға байланысты шығыны бар ажыратушы байланыс

Шартты белгіленуі	Әріптік белгіленуі	Элементтің атауы	Шартты белгіленуі	Әріптік белгіленуі	Элементтің атауы
	KT	Тұйықтауға байланысты уақыт шығыны бар тұйықтаушы		S	«Қосу» батырмасы
			S	«Токта» батырмасы	

Бақылау сұрақтары

1. Электр аппараттарының мақсатын түсіндіріңіз.
2. Сіз қандай электр аппараттарының түрлерін білесіз?
Байланыстың контактқа төзімділігі нені анықтайды?
4. Электр аппараттарында доғасы неліктен зиянды?
5. Электр доғаның қалыптасуына қандай факторлар ықпал етеді?
6. Электрлік сақтандырғыш деген не?
7. сақтандырғыш дизайнымен түсіндіріңіз.
8. Контакттілі құрылғыны диаграмма бойынша түсіндіріңіз.
9. Контакт мен стартердің арасындағы айырмашылық қандай?
10. Электр тізбектерін қорғаудың қандай түрлерін білесіз?
11. Машиналардың мақсаты мен дизайнын түсіндіру.
12. Сізге белгілі электрондық релелердің түрлері қандай?
13. Уақытты релесін неге пайдалану керек?

Реферат тақырыптары

1. Электротехникадағы электр байланыстарының рөлі.
2. Электр доғасының доғада соғу әдісі.
3. Жоғары вольтты ажыратқыштар, ажыратқыштар, жүктеме ажыратқыштардың мақсаты.

III БӨЛІМ

ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСЫН ӨНДІРУ, ТАРАТУ ЖӘНЕ ТҰТЫНУ

10 ТАРАУ

ЭЛЕКТР СТАНСАЛАРЫ, ЖЕЛІЛЕР ЖӘНЕ ЭЛЕКТРМЕН ҚАМТУ

10.1. Электроэнергетикалық жүйелер

тұтынушыға көзден электр энергиясын беруге арналған электр және электр желілік - тұтынушылардың электр қуаты (қуат) жеткізуге ауыл шаруашылығы өндірістік кезінде қалалар, қалалар мен ауылдарда орналасқан (электр алушылардың), сондай-ақ әскери қуатты энергия көздерін қажет. Кіріспе сөзінде айтылғандай, Ресейдің электрлендіру жөніндегі мемлекеттік комиссиясының (ГОЭЛРО) 20-жылдардағы жоспарын жүзеге асыру басында. Ол деп аталатын энергетикалық жүйелер жекелеген станциялар мен олардың желілерінің біріктіретін бастады.

Энергетикалық жүйе (энергетикалық жүйе) - бір-бірімен байланысты электр станцияларының, электр желілерінің және жылу желілерінің жиынтығы (электр станцияларын пайдалану арқылы алынған ыстық суды тұтынушыларға жеткізу желілері) және жалпы басқарудағы электр және жылу энергиясын өндіру, қайта өңдеу және тарату процесіне қатысады.

Қуат жүйесінің электр бөлімі электр энергиясын беру жүйесі (ЭЭЖ) деп аталады.

Энергетикалық жүйе өзінің желілері бар жеке электр станцияларына қарағанда бірқатар артықшылықтарға ие:

тұтынушыларды электрмен жабдықтау сенімділігін айтарлықтай арттыру;

жөндеу мен апаттар кезінде жөндеу жұмыстары;

жеке электр станцияларының қондырғыларының мүмкіндіктерін барынша тиімді пайдалану және олардың кірістілігін арттыру;

электр станцияларының электр станцияларын ұлғайту.

Электр энергетикалық жүйелердің артықшылығы соншалықты жақсы болды, 20 ғасырдың екінші жартысында, Ресейде өндірілген электр энергиясының тек бірнеше пайызы белгілі бір электр станцияларында ЭПС-дан тыс пайда болды.

Электр жүйелері үш топтан тұрады: негізгі күш элементтері, өлшеу элементтері және басқару құралдары.

ЭЭЖ негізгі күш элементтері:

электр станцияларының генераторлық қондырғылары;
токтар мен кернеулерді трансформаторлық элементтер - трансформаторлар, түзеткіштер және т.б. ;

электр желілерін ұзақ қашықтықта электр энергиясын беретін элементтер;

атап айтқанда, ЭЭЖ сипатын өзгертетін элементтер зақымдалған секцияларды өшіреді - коммутациялық жабдықтар (ажыратқыштар, айырғыштар).

Өлшеу құралдарын, өлшеу құралдарын, бақылау және реттеу құралдарын қосу үшін арналған ток және кернеу трансформаторларын өлшеу элементтері.

ЭЭЖ басқару құралдары - автоматтандыру, реттегіштер, релелік қорғаныс, байланыс, ЭЭЖ сызбасын және жұмысын бақылауды қамтамасыз етеді.

ЭЭЖ -нің кез-келген сәтте жұмыс істеуі негізгі ЭЭЖ элементтерінің құрамы және олардың жүктелуі деп түсінетін режиммен сипатталады. Режим, өз кезегінде, режимнің параметрлері бойынша анықталады: электр энергиясын өндіру, беру, бөлу және тұтыну процесін анықтайтын кернеулер, токтар, қуаттар, жиіліктер мәндері. Егер бұл параметрлер біраз уақыт интервалында өзгермесе, онда ЭЭЖ режимі тұрақты, егер олар өзгерсе, өтпелі кезең деп аталады. ЭЭЖ режимдерін басқару автоматтандырылған реттегіштер мен апатты басқару құрылғылары арқылы жүзеге асырылады, бірақ ең бастысы, арнайы құрылған қызметтердің қызметкерлері - диспетчерлік пункттер. Диспетчерлік басқару - ЭЭЖ жабдығымен жұмыс істеу тек осы жабдықты басқаратын диспетчердің (аға лауазымды тұлғаның) бұйрығы бойынша жасалатын операциялық бағыныстылық. Менеджері басқарады: ЭЭЖ жеке билік арасындағы электр бөлу; жиіліктерді, кернеулерді және қуат ағындарын реттеу; жеке жабдықты пайдалануға беру және алу; электр станцияларындағы және электр желілеріндегі апаттардың жойылуы және т.б.

Ресейдің электр энергетикалық жүйелерінің ерекшеліктерін және олардың ұйымдастырылуын қарастырайық. Үлкен елде отын-энергетикалық ресурстар негізінен азиялық бөлігінде шоғырланған, негізгі тұтынушылар Орталықта, оңтүстігінде, Батыста, Оралда. Демек, көптеген электр станцияларының ұзақмерзімді электр қуатын беру және жұмыс режимдерінің келісу қажеттілігі. Бұл ерекшеліктер қуатты жоғары вольтты электр желілерінің құрылысына, жекелеген электрлік жүйелерді біріктіруге және оны басқару арқылы орталық диспетчерлік орталықтың құрылуына әкелді. Ресейде алты бірлескен, бірлескен жұмыс істейтін энергетикалық жүйелер бар: Орталықтың, Солтүстік-Батыстың, Орта Еділдің, Солтүстік Кавказдың, Оралдың және Сібірдің интеграцияланған энергетикалық жүйелері, Ресейдің бірыңғай энергетикалық жүйесін (БЭЖ) құрайды. Беларусь, Украина, Қазақстан, Балтық елдері, Кавказ, сондай-ақ ЕЭК

Польша, Финляндия, Түркия, Моңғолия, Норвегия - Россия бірыңғай энергетикалық жүйесінің ЭЭЖ және бұрынғы кеңестік республикалардың байланысты. БЭЖ соңғы ірі жүйесі Солтүстік Америкада жеткіліксіздігі (тамыз - 2003 жылғы қыркүйек), ешқандай билік, Детройт, Монреаль және басқа да мегаполистер Нью-Йорк тастап кезде, сондай-ақ Еуропадағы (Италия) сенімділігін арттыру мақсатында ЭЭЖ жеке елдердің ресурстарын біріктіруге қажеттігін растады қуат көзі. Ресей БЭЖ, үш сатылы сияқты күрделі жүйенің режимі бақылау: Орталық диспетчерлік Unit (ХДС) ЕЭК; жеке EPS аралас диспетчерлік бақылау (ТАС) ЕСО орталық диспетчерлік қызметі (СДС). энергетикалық жүйелердің осындай күрделі және сенімді бақылауды ұйымдастыру - Ресей энергетика мақтаншы дерлік жоғарыда атап өткендей, мұндай ірі жүйесі істен белгілі ешқашан.

Қорытындылай келе, энергетикалық өндірістің элементтері ретінде электр энергетикалық жүйелердің үш ерекшелігіне тоқталайық:

ЭЭЖ -да электр энергиясын өндіру, беру, бөлу және тұтыну дерлік бір уақытта (энергия еш жерде жиналмайды);

ЭЭЖ -да электромагниттік процестер жоғары жылдамдықта жүреді: қосу, өшіру, қысқа тұйықталу және т.б. секунд ішінде және тіпті олардың акциялары бойынша жасалған;

электр энергетикасы жүйесі қалалар мен елді мекендердің өмірлік функцияларын, өндірістің және көліктің жұмыс істеуін қамтамасыз етумен тығыз байланысты, бұл оның жұмысының ерекше сенімділігін және осы жұмыста қабылданған барлық шешімдердің жауапкершілігін талап етеді.

Негізгі ұғымдары мен ЭЭЖ жұмысын жүзеге асыру мақсатында танысуға, біз олардың құрамдас неғұрлым егжей-тегжейлі қарауға қосу.

10.2. Электр стансалары

Стансалардың түрлері, оларға электр энергиясын өндіру үлесі, пайдаланылатын энергетикалық ресурстар. Электр станцияларындағы электр қуат көздері үш типті электр станциялары болып табылады: жылу электр станциялары (ЖЭС), атом электр станциялары (АЭС) және гидротехникалық станциялар (ГЭС). Бұл станцияларда органикалық отындардың энергиясы (ЖЭС), ядролық отын (АЭС) немесе судың қысымы (ГЭС) электр энергиясына айналады.

Электр энергиясының басым бөлігі жылу станцияларымен жасалады. Ресейде бұл көрсеткіш 70%, әлемде - 90%. Жылу электр станциялары негізінен мұнай, газ, көмірді пайдаланады. Ресейдің жылу электр станцияларының басым бөлігі, әсіресе еуропалық

бөлігінде, табиғи газды, сондай-ақ резервтік отын ретінде - мазутты пайдаланады. Мұндай ЖЭС-лар газ майы деп аталады. Еліміздің азиялық бөлігінде ЖЭО көмірді пайдаланады, ол алдын ала арнайы фабрикаларда шоғырланған күйге түседі. Мұндай ЖЭС деп аталатын көмірді деп атайды.

Ресейдегі атом электр станцияларында электр энергиясының 15%-ына дейін (Францияда - 70%, Германияда және Жапонияда - шамамен 30%, АҚШ-та - 20% -дан астам) өндіріледі. Ядролық отын табиғи ураннан (100 кг табиғи байытылған уранның 1000 кг табиғи уран алуынан) алынған. Байытылған ураннан атом электр стансаларына арналған отын ретінде пайдаланылатын отын элементтері (отын элементтері) өндіріледі. Ресейдегі барлық дерлік атом электр станциялары еуропалық бөлігінде орналасқан, мұнда органикалық отындар аз (мұнда АЭС 30% электр энергиясын қамтамасыз етеді).

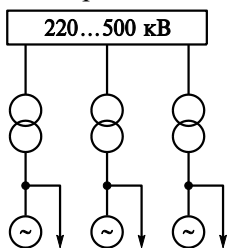
Энергия ресурсы ретінде ГЭС-де отын, ал жаңартылатын ресурс - судың механикалық энергиясы пайдаланылмайды. Күшті су ағынына қол жеткізу үшін арнайы құрылымдар су деңгейлерінде айырмашылықтар тудыратын және турбина дөңгелегін айналдыруға қажетті үлкен сумен қамтамасыз ететін бөгеттер болып табылады. Гидравликалық турбина білікпен электр қуатын беретін электр генераторының роторына қосылады. Әдетте олар гидроэлектростанциялардың барлық каскадтарын - Волга, Қамыс, Ангарск, Енисейде орнату арқылы су ресурстарына бай жерлерді максималды тиімділікпен пайдалануға тырысады.

Электр станцияларының жұмыс істеу принципі, олардың энергетикалық қондырғыларының құрылымдық ерекшеліктері, станциялардың құрылымдық электр сызбалары. Станциялардың барлық үш түрін пайдалану принципі бастапқы энергияның (органикалық және ядролық отынның, механикалық судың) электр энергиясына айналуына негізделген. Жалпы нәтиже болуы керек: пайдаланылатын энергияны қолданатын осы әртүрлі станциялар 50 Гц жиілігінде белгілі бір деңгейдегі (тиімді мән) кернеуді қалыптастыруы керек. Әрбір электр станциясында мұндай энергияны айырбастау арнайы бірліктер - электр генераторлары арқылы жүзеге асырылады. Сонымен қатар, мұндай генератор ретінде әрдайым синхронды генератор таңдалады, оның көмегімен ЭЭЖ-да жүздеген генераторлар генерациялайтын кернеу жиілігін толық синхронизациялау мүмкін болады. Бірақ станцияларының түрлі түрлері үшін мұндай генераторларды жобалау бір-бірінен айырмашылығы бар.

ЖЭС және атом электр станцияларында арнайы қазандықтарда органикалық және ядролық отын жағылады. Шығарылған жылу құбырлардағы судың жылуын жылытады, нәтижесінде бу турбинасына ауысатын бу шығарылады. Турбинаның артқы жағында арнайы конденсатор құрылғысы арқылы өте төмен қысымды ұстап тұру және кіріс және шығыс қысымындағы қысымның төмендеуі себепті бу турбинаға өте жоғары жылдамдықпен жылжиды, оның білігін айналдырады. Турбиналық білік электр генераторының роторымен байланысты, оның айналдыру синхронды генераторға электр энергиясын өндіруге мүмкіндік береді. Бұл жағдайда генератордың роторы жалтыратылған түрінде орындалады, ал генератор өзі турбогенератор деп аталады. ЖЭС тиімділігі 40% -ға жетуді мүмкін, АЭС тиімділігі біршама төмен, бірақ оның ядролық отынды толық жануына байланысты оның тиімділігін бағалау қиын.

Гидроэлектростанцияда гидрогенераторлар деп аталатын синхронды машиналар қолданылады, олардың роторлары анық поляр. Гидрогенераторларда роторлардың айналу жылдамдығы турбогенераторлардан он есе аз. оның айналу жиілігі азаяды машина артады салмағы, ұқсас сыйымдылығы турбогенераторлардың массасы бірнеше есе артық бұқаралық гидрогенераторов бастап. Ротор турбогенераторлардың диаметрі 8 м роторлардың ұзындығы 1,1 ... 1,25 м аспайды. роторлар гидрогенераторов қиын (турбогенераторды ретінде) көлденең оларды орнату үшін қабылдау, 5 м ұзындығы диаметрі 15.20 метрге жетеді.

Электр қуаты сәл алыс қашықтықтарға тиімді беру үшін қажетті кернеу деңгейінен төмен болып табылатын деп аталатын қалыптастыратын кернеуі деңгейінде қуатпен жасалады. Сондықтан, генераторлар қосымша станциялар электр энергиясын тарату үшін қызмет ететін кернеу арттыру трансформаторлар, ажыратқыштар, қосу және ажырату, осы, генераторлар мен трансформаторлар желісінде, сондай-ақ тарату жүйелері мүмкіндік беретін (10,5-бөлімді қараңыз) қамтиды. станцияларының құрылымдық электр сызбаларын таңдау саны және электр генераторлар байланысты, трансформаторлар талап кернеу деңгейін түрлері т.б. станцияны шығарылады және г сурет. 10.1 (үлгі 10.1 бейнеленген. Құрылымдық



шаршы) үш электр генератор тұрады, олардың әрқайсысы бірлікті, трансформатор, ажыратқыш бар станциясының үлгі блок сызбасы. Жекелеген жебелер өз қажеттіліктері үшін үш электр станциясы бар станцияның генераторлық кернеуінде (қуатты қондырғылар, желдеткіштер, сорғылар және т.б.) электр энергиясын өндіруге арналған басқа сызбаны көрсетеді.

Стансалардың мақсаты. Тарих тұрғысынан алатын болсақ, стансалардың алғашқы түрі - өңірлік электр станциясы - өнеркәсіптік аймақтарға немесе қалаларға электр энергиясын жеткізуге қызмет ететін ЖЭС немесе гидроэлектр станциясы болды. Мұндай станциялардың комбинациясы олардың желілерімен бірге энергия жүйелерінің пайда болуына әкелді. Энергетикалық жүйелерде ГЭС тек электр энергиясын өндіру үшін қолданылады. Жылу электр стансалары тағайындалуы бойынша екі класқа бөлінеді - электр қуатын өндіру үшін ғана жұмыс істейтін конденсациялық станциялар (ЖЭС) және жылу мен электр энергиясын біріктіру үшін қызмет ететін жылу электр станциялары (ЖЭО). Конденсациялық станциялар 10,5 ... 36,75 кВ генератор кернеуі (генераторлық кернеуі) бар 100-ден 1200 МВт дейінгі агрегаттармен жобаланған. Әдеттегі электр станцияларының белгіленген қуаты 2,400,6400 МВт құрайды. Жылу қондырғыларын жылу энергиясын тұтынушыларға (қалаларға, қалаларға, кәсіпорындарға) орналастыру, ғимараттарды жылыту үшін бумен және технологиялық мақсаттарда шығару тиімді. 1954 жылы Ресейде іске қосылып, әлемдегі алғашқы атом электр станциясы электрлендірудің жаңа кезеңіне өтті, онда электр энергиясын өндірудің үлкен үлесі АЭС-тан келеді. Атомдық станциялар сонымен қатар конденсатор (КАЭС) мен қыздыруға (АТЭС) бөлінеді, бірақ көбінесе КАЭС қолданылады. Ядролық электростанциялардың әлсіздігі бар, ал энергетикалық жүйелерде жиі электр энергиясын өндіру көлемін, жиілікті реттеуді және т.б. өзгерту қажет. Электр энергиясын тұтынушылар күннің түрлі уақыттарында және әртүрлі уақыттарда түрлі көлемде талап етеді. Гидравликалық гидротехникалық гидротехникалық гидротехникалық маневрлерді қамтамасыз етеді, бірақ барлық электр жүйелерінде жеткілікті гидроэлектр станциялары жоқ, ал екіншісі судың еңбек ресурстарына ие. Соңғы жылдары ЖЭО-да генерациялаған қуатқа арналған қозғалыс жағдайларына арналған арнайы газ турбиналық қондырғылары пайдаланылды.

10.3. Электр желілері, электр энергиясын тарату

Электр желілерінің электр желілері электр қуатын қамтамасыз ете алады, оларды қашықтықтарға жібереді, электр параметрлерін айырбастайды және белгілі бір аумаққа тікелей тікелей электр қабылдағыштарға таратады. Электр желілерінің жіктелуі стретің деңгейіне, аумақтардың көлеміне, мақсаттарға, конфигурацияға, дизайнға және т.б. сәйкес жүзеге асырылуы мүмкін.

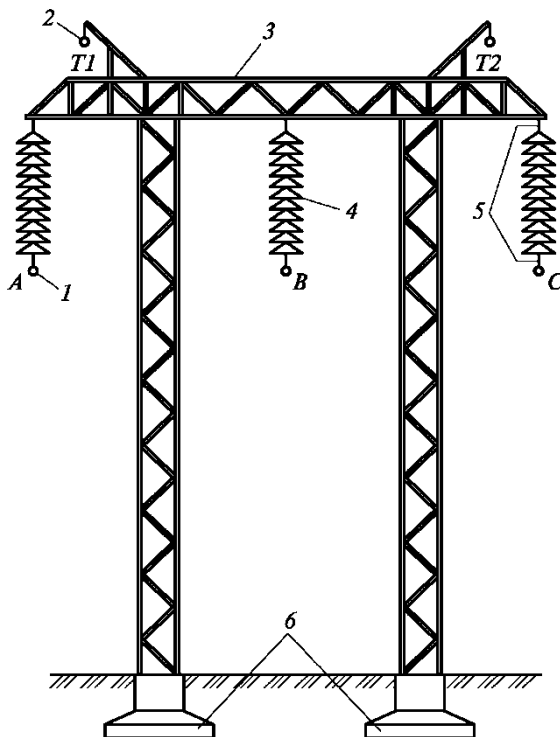
Желілердегі кернеу деңгейлері. Станциялардан тұтынушыларға дейінгі EPS желілерінің электр желілері кернеудің бірнеше түрленуіне ие. электр энергиясын генераторлар бір кернеу деңгейлері, қабылдау үшін жасалған бұл факт - (шығындар үшін) ең

тиімді белгілі қашықтықта екінші жағынан, және трансмиссиялық электр, генераторлар мен қабылдағыштардың басқа пайдаланып жүзеге асырылады, кернеу деңгейлері. Мұның бәрі трансформаторлардың көмегімен қол жеткізілетін электр желілеріндегі көп деңгейлі кернеулердің қажеттілігін анықтайды. Тек Ресей, 16 сызықтық кернеу деңгейін пайдаланады 1 кВ (40, 220, 380 және 660) кем және 12 болып төрт табылатын - 1 кВ (3, 6, 10, 20, 35, 110, 150, 220, 330, артық 500, 750, 1150 кВ). 1 кВ дейінгі кернеуі 3-тен 35 кВ төмен кернеу (LV) аталатын - 330 750 кВ жоғары кернеу (HV) - - ультра жоғары вольтты (EHV), және кернеу 1150 110 220 кВ орта кернеу (MV) кВ кернеуі жоғары. Кернеу деңгейін таңдау желінің мақсатына байланысты қарастырылады.

Жергілікті, аудандық және өңірлік желілер. Өлшемдері бойынша желілер жергілікті (<35 кВ), аудандық (басқа = 110 ... 220 кВ) және аймақтық (басқа > 330 кВ) бөлінеді. Аймақтық желілер аймақтық біріктірілген энергетикалық жүйелерге (ЭБҰ) жекелеген аймақтар мен шағын энергетикалық жүйелерді біріктіреді - бұл үшін әдетте 330 кВ кернеуі бар желілер жиі пайдаланылады, сондай-ақ ЭКО-ны бір-бірімен байланыстырады.

Жүйетүзуші және таратушы желілер. Электр энергиясын тарату. Қуат желілік қатарлас жұмыс үшін жеке электр станцияларын біріктіреді және аудандық энергетикалық жүйесін қалыптастыру, сондай-ақ өткен және эко біріктіреді. Бұл желілер төменгі қосалқы станцияларға электр энергиясын жібереді. электр энергиясын беру үшін осындай желілер әуе желісі HV және EHV пайдаланылады. Әуе желісі (VL) - тіректер, оқшаулағыштар және фитингтер арқылы жер үстінен сымдарды ұстайтын электр желісі. VL қолдауы әртүрлі конструкцияларға ие болуы мүмкін. HVL HVL үшін осы тірек конструкциялардың бірі көрсетілген. 10.2. қолдайтын дизайнымен үстеме элементтері сымдар қолдау өзі негізі 6, оның тұрақтылығын қамтамасыз ету, сондай-ақ жоғарғы жағында орнатылған 3. жерге қолдау құрамынан металл сымдар бөліп, изолятор ішекті 4 клапандар 5 арқылы тіркеледі 1 фазасы А, В, С, болып табылады олардың бөліктері жайтартқыштар қарсы қорғауды қамтамасыз ету үшін кабельдерді 2 тіркелген.

Электр энергиясын тарату желілері (ЭТЖ) көздерден (электр станцияларынан және қосалқы станциялар кернеуін азайтудан), электрмен жабдықтау аймағының аумағы арқылы және оны тікелей тұтынушыларға жеткізу үшін қызмет етеді. Желілер түрлі кернеу деңгейлерін пайдаланады:



10.2-сурет. Ауа желісінің тірегі:

1 — фаза сымдары (А, В, С); 2 — қорғаныш тростары (T_1 , T_2); 3 — тірек; 4 — окшауландырғыш гирляндасы; 5 — арматура элементтері; 6 — іргетастар

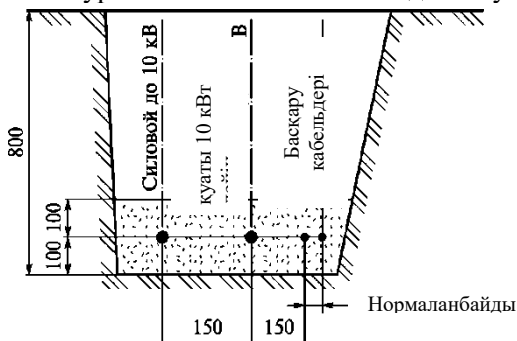
1 кВ-қа дейін - қалалардың, қалалардың, кәсіпорындардың шеберханаларының шегінде;

6-10 кВ - қалалардың шағын аудандарында, ірі елді мекендерде және кәсіпорындарда, ауыл шаруашылығы аудандарында және теміржол көлігі тораптарында;

35 және 110 кВ бір-бірінен бірнеше ондаған километр қашықтықта.

РЭЖ кернеулерінің деңгейін арттыру үрдісі байқалады. Осылайша, 220 кВ немесе одан да 330 кВ желілерде жаңадан құрылған 750 кВ кернеуі бар магистральдық желі құрылады, ол аймақтық желіге айналуы мүмкін.

ЭКЖ-да әуе және кабель желілерін пайдалануға болады. Ауылдық жерлерде, сирек кездесетін елді мекендерде немесе нашар салынған жерлерде әуе желілері кәбіл желілерімен салыстырғанда арзанырақ қолданылады. Қалаларда және өнеркәсіптік кәсіпорындарда электр қуаты траншеяларда немесе арнайы құрылымдарда - кабельдік арналар, блоктар, туннельдер, трассалар секілді.

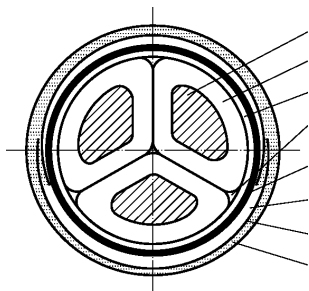


транш 10 кВ, мысалы кабельдік кернеу дейін суретте көрсетілген. 10.3. Қуат кабiлдерi 6 кВ және 10 кВ үш негiзгi орындалады, оқшаулау 2 фазасы қоршалған әрқайсысы ток өткiзетiн дирижер (фаза), және сымдар (сурет 10.4). - сiндiрiлген, фазалық және дедi извилине оқшаулау кернеудiң орта кабельдер ретiнде пайдаланылатын 3. қағазды опоясанные мұнай-май композициясы берiлген. Фаза мен талшықты оқшаулау арасында арнайы толтырғыш 4 бар. Металл қабығы 5 белбеу оқшаулағышына қойылады, қорғасын немесе алюминийден жасалған және гигроскопиялық оқшаулауды қорғауға қызмет етедi. Мұқаба қабығы үстiне металл механикалық және коррозиядан қорғау үшiн, екi болат жолақ жасалған бронды 7 деп аталады және бронды және металдан жасалған қауiпсiздiк жастықтары қақпағы 5 аралығында сыртқы қақпақ 8. 6 орналасқан.

ЭКЖ-де электр энергиясын берудiң және таратудың екi негiзгi тәсiлi пайдаланылады: қуат көздерiнен (электр станциясы, төмендеткiш қосалқы станция) тұтынушыларды қосатын тарату желiлерi қозғалады. Бұл әдiс көздердегi байланыс желiлерiнiң көп болуын камтиды, бұл желiлердiң жалпы ұзындығын арттырады және тиiстi коммутация құрылғысын және оның коммутациялық қондырғысын ұлғайтуды талап етедi;

қуат көздерiне бiрнеше iрi (сымдар мен кабельдердiң iрi кескiнi) сызықтар қосылды. Бұл желiлер 6, 10 кВ кернеуi бар тарату түйiндерiнде немесе 1000 кВ-қа дейiнгi кернеуге арналған таратушы такталарда таратылады, оған қажеттi тарату желiлерiнiң саны қосылады. Сонымен қатар, осындай нүктелерде және қалқандарда кернеудiң трансформациясы және тек энергия ағымдарының бөлiнуi жоқ. ЖЭК-нiң осындай екi арналы орналасуы көздерде таратушы құрылғыларда коммутациялық жабықтардың санын азайтуға, сондай-ақ осы көздер арасындағы жолдардың ұзындығын және тұтынушылардың орналасқан жерiн қысқартуға мүмкiндiк бередi.

электр тарату әдiсiн таңдау қажеттi



10.4-сурет. Үшжелiлiк кабiлдiң қилысы:

- 1 — ток өткiзетiн желi; 2 — фазалық оқшаулану; 3 — белбеулiк оқшаулану; 4 — толтырғыш; 5 — металл қабықша; 6 — жастықша; 7 — қатты қабат; 8 — сыртқы жабынды қабаты

жабдыктармен, көзі орналасқан жері және тұтынушыға (аумақты дамыту тығыздығы және т.б.. Д.) сипаттамаларына, және электр жабдықтау сенімділігін басқа факторлардың құнын байланысты. Бөлу желілерінің бейтарап режимі: 6-10 кВ желілер - үш-сым, арнайы құрылғы арқылы бейтарап жерге қосылған - сөндіру реактор, бір фазалы жерге тұйықталудан ток сомасын шектейді, ол болуы бір фаза жарық, оның ішінде ірі тұтынушылар фазасы және бейтарап жүргізеді арасындағы байланысты төрт, бейтарап трансформаторлық (қосалқы станция 6 / 0,38, 10/0, 38 кВ) 380 қалыптарға қойды - 380/220 , 220 В; желілік 660/380 V - үш сымды (негізінен қозғалтқыштар, үш фазалы алушыларға қосыңыз) жерге бейтарап желіге қосылады.

10.4. Өнеркәсіптік кәсіпорындар мен елді мекендерді электрмен жабдықтау

Электрмен жабдықтау жүйелері. Электрмен жабдықтау жүйелері (ЭЖЖ) - нақты тұтынушылар мен олардың топтарын тікелей электрмен жабдықтауды қамтамасыз ететін электрлік кешендер. БЭК жергілікті электр станцияларын және 10,6 кВ электр желісі, сондай-ақ барлық алушыларға 35, 110, 150 немесе 220 кВ кернеуі төмендету кіреді. Осылайша, SES EPS бөлігі болып табылады.

ЭЖЖ желілерін азықтандыру 35 - 220 кВ сыртқы әуе желілерінен және 35, 110, 150 220/6, 10 кВ шағын станцияларынан тұрады.

сайтында Электр тарату жабдықтау нысандары, 38, 10/0, 0,66 кВ және 1 кВ желілері қосалқы 6 төмендету, сызықтар 6 және 10 кВ адресінен жүзеге асырылады. БЭК нақты өнімділігі ең алдымен жабдықтау қажет сенімділігіне, электрмен жабдықтау объектілерінің сипаттамаларын байланысты.

Электрмен жабдықтаудың қажетті сенімділігі үшін оның барлық тұтынушылары үш санатқа бөлінеді. пайдаланушылар (қалаларында ауруханалар мен биік ғимараттар, өндіріске домна пеші дүкен, лифтілер және шахталардың желдету жүйелері, т.б.) бірінші санат электр энергиясын үздіксіз жеткізуді болуы тиіс, тұлғалардың немесе ауқымды материалдық залал үшін қауіп салдарынан бұзғаны ретінде. Екінші санат (ең көп) пайдаланушылар шектеулі уақытқа электр энергиясын жеткізу іркілістер, операциялық командасының кезекші немесе тұрған жерінде сақтық көшірме операциялар кадрлар қосу керек мүмкіндік береді. Үшінші санаттағы тұтынушылар үшін электр энергиясын аз жауапты тұтынушыларды (және т.б. электр қабылдағыштары емес сериялық өндіріс дүкендер, қызмет көрсету дүкендер, шағын ауылдар,) қамтиды оған, бір күн энергиясын жабдықтау үзіліс береді.

Электрмен жабдықтау сенімділігін барынша екі тәуелсіз желілеріне олардың қосылу ең талғампаз тұтынушылардың қол және қолжетімділігі автоматты түрде резервтік қорек көзін енгізілген.

Өнеркәсіптік кәсіпорындарды электрмен қамтамасыз ету. Өнеркәсіптік кәсіпорындар электр энергиясының негізгі тұтынушылары

болып табылады (оның өндірісінің 50 ... 70%). Кәсіпорындардағы электр энергиясының негізгі тұтынушылары - қысқа тұйықталу роторымен асинхронды қозғалтқыштар (өнеркәсіптік кәсіпорындардың энергия тұтынуының 60,90%).

БЭК жұмысының ерекшелігі:

кернеу ауытқуларында сілекейлі торлы роторлы индукциялық қозғалтқыштардың токтарының салдарынан, сондай-ақ ірі электротехнологиялық қондырғылардың жұмыс істеуіне байланысты;

роликті фабрикалардың, доғалы болат пештердің және т.б. жұмысынан туындаған жүктің күрт өзгеруі (белсенді және реактивті қуатты тұтыну);

қуат коэффициенті төмен тұтынушылар (асинхронды қозғалтқыштар үшін 0,7,0,75 және дәнекерлеу машиналары үшін 0,2,0,6).

Сонымен қатар, тұтынушылардың көпшілігінің сызқты емес сипатына байланысты өнеркәсіптік кәсіпорындардың БЭК кернеуі гармоникадан жоғары және синусоидалы емес. Осылайша, БЭК электр энергиясының төмен сапасымен сипатталады (кернеу тербелісі, олардың синусоидалы емес,

сондықтан нақты шаралар осы сапаны жақсарту болып табылады, атап айтқанда, конденсаторлар батареялары қолданылатын реактивті қуатты өтеу үшін, бірақ өте күштірек режимде жұмыс істейтін синхронды қозғалтқыштар да қолданылуы мүмкін.

Өнеркәсіптік өндірістің басым бөлігі бірінші санаттағы тұтынушыларға жатады, олар үшін электр энергиясының үзілімі резервтік қуатты қосу үшін қажетті 1 ... 2 сағаттан аспауы керек. Осылайша, өнеркәсіптік кәсіпорындардың СЭС желілері осындай сенімділікті қамтамасыз етуі тиіс, олар үшін осы желілердің әуе желілері екі жақты болады (алты сым бір аяққа қосылғанда - осы тұтынушыны қуатпен қамтамасыз етуге арналған екі тәуелсіз тізбектің әрқайсысы үшін үш фазалы өткізгіштер).

Қалаларды электрмен қамтамасыз ету. Егер жарықтандыру құрылғылары (тұрғын үй, т.б., әкімшілік, оқу және ғылыми мекемелер, дүкендер мен қоғамдық тамақтану нысандарын, медициналық нысандарды, электр энергиясын негізгі тұтынушылары - өнеркәсіп кәсіпорындарының қалаларында орналасқан өңделген жоқ болса, электр энергиясының негізгі тұтынушылары олар құрудамыз ең алдымен дәстүрлі шамдар туралы), жылу техника (плиталар, электр жылытқыштар), тоңазытқыштар және басқа да электрондық құрылғылар (теледидарлар, радиоқабылдағыштар, музыкалық орталықтар, компьютерлер). Ғимаратында тұтынушылар шамдар мен электр жылытқыштар электр факторлардың арасында таралуы, себебі тұтынушылар электр өте жоғары болып табылады - шамамен 0,9. (17 қабаттан жоғары) биік, аурухана және тұрмыстық ғимараттар, құрылыс, ірі білім беру және ойын-сауық мекемелерінің - ғимараттардың көпшілігі электрмен жабдықтау сенімділігін екінші санатты, бірақ бірінші санаттағы объектілер бірқатар тиесілі. қалаларында тұтынушылардың тән тобы нысандар көлік (трамвай, троллейбус, метро) электрлендірілген. Электрмен жабдықтау жүйелері сенімділіктің бірінші санатына жатады және қалалық желілерде электр энергиясының сапасына теріс әсер етеді:

трамвайлар мен троллейбустардың қозғалтқыштарының жиі қозғалтқыштарының қозғалыс бағыты бойынша жылжу кезінде жиі 6, 10 кВ желілеріндегі кернеулердің ауытқуы жиі кездеседі;

көлікті электрмен жабдықтауда түзеткіш қондырғылардың болуы жоғары гармониялардың пайда болуына және жеткізу желілеріндегі синусоидалы емес маңызды кернеулердің пайда болуына әкеледі;

электр фракциясында бірфазалы айнымалы тоқты пайдалану үшфазалы кернеулер мен токтар жүйелерінің асимметриясына әкеледі.

Алайда, бұл реактивті қуатты қарымталау осы жүйелер құралдарын орнату, әдетте қажет емес, онда байланысты, БЭК қалалық көлікте қуат коэффициенті өте жоғары екендігін атап өтті жоғары және алынған электр SES қалалар қатынасы (кем дегенде 0,9) керек.

10.5. Кіші стансалар және таратушы құрылғылар

Кіші стансалар, мақсаты және жіктелуі. Қосалқы станциялар (ҚС) бақылау құрылғылары мен қосалқы нысандар, КРУ (ЕН), электр энергиясын беру және бөлу үшін арналған және трансформаторлар тұратын электр шақырды. тағайындалған ҚС (PS) айтуынша 750 кВ қосалқы станциялар және тұтынушылық конверсиялық, бөлу және электр клиенттер үшін қызмет ... EPS түрлі өңірлері арасындағы немесе 220 кернеуі әр түрлі электр жүйелеріне арасындағы қарым-SS жүйеге бөлінеді. Электр қосалқы станция желісін қосылу жолымен (сур. 10.5) байланысып және түйін (сур. 10.5 г), тұйық (сур. 10.5 және), түйіскен (сур. 10.5, В) жіктеледі.

Қосалқы станция келесі орындарға бөлінеді:

- негізгі ғимаратқа тікелей жақын орналасқан;

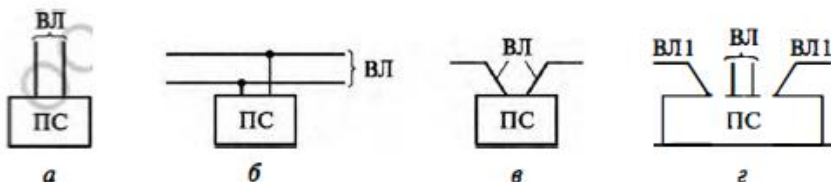
негізгі ғимарат контурында жазылған қосалқы станциялар;

Ішкі дүкен - өндірістік ғимаратта орналасқан (ашық немесе жабық жерде);

полюс (тірек) - қосалқы станцияларды қоршау талап етпейтін биіктікте әуе желілерінің конструкцияларында немесе тіректерінде орнатылған барлық қосалқы станциялар.

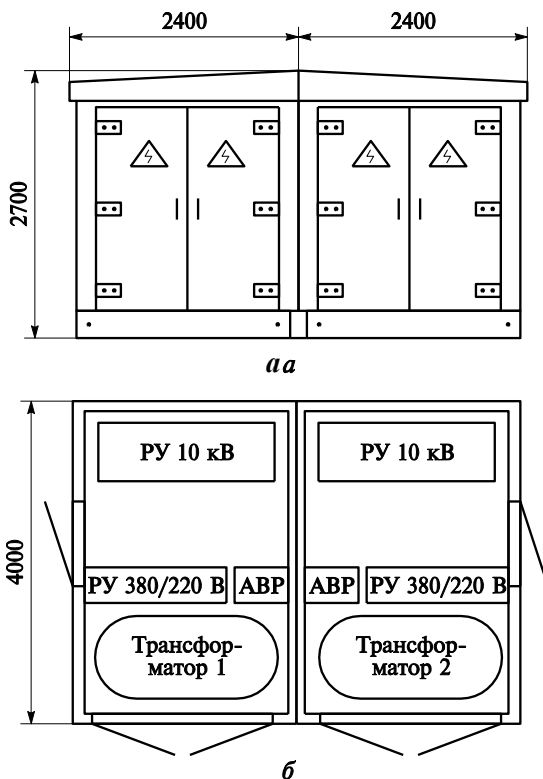
Бұдан басқа трансформаторлар мен коммутациялық блоктан тұратын кен трансформаторлық қосалқы станциялар кеңінен қолданылады.

Қосалқы станциялардың жартысынан көбі екі трансформатор, 1/5 шамасынан сәл артық - бір трансформатор, олардың жалпы санының 1/5 шамасында



10.5-сурет. Кіші станса типтері:

a — шалғайдағы; *б* — тармақталған; *в* — өтпелі; *г* — тораптық



10.6-сурет. Шағын габаритті қалалық трансформаторлы кіші станса 10/0,38 кВ с 2630 кВ ■ А: *a* — алдынан көрінісі; *б* — негізгі құрылғылардың орналасу жоспары

үш немесе одан да көп трансформаторлары бар қосалқы станцияларды құрайды. 10.6-сурет трансформаторлармен 2 ■ 630 кВ ■ А, қазіргі заманғы кішкентай қалалық екі трансформаторлық қосалқы станцияның құрылысын бейнелейді, мұнда автоматты басқару жүйесі автоматты түрде құрылғыны білдіреді, ол негізгі қосқыш ажыратылған жағдайда.

Таратушы құрылғылар, мақсаты және жіктелуі. Тарату құрылғысы (ТҚ) қабылдаушы немесе құрамында энергиясын бөлу және құрылғыларды қосу үшін қызмет етеді электр орнату болып табылады, және қосылу автобус, қосалқы құрылғылар (компрессор, батареяны, т.б.) құрама., Және қорғау құрылғы автоматтандыру және аппаратура. қосқыштар және айырғыштар көмегімен ТҚ желісі ошиновки тірі бөлшектер қосылған.

КРУ станциялары әдетте кернеу деңгейі бөлінеді - ТҚ генератордың (ГРУ) бойынша (ВН) жоғары және орта (НФ) стресс, сондай-ақ коммутациялық өз қажеттіліктерін орындауды көздейді.

Пайдалану әдісіне сәйкес, RU-лар ашық (ГРУ) және жабық (ГРУ) нұсқаларға бөлінеді. Ол ашық ГРУ деп аталады, барлық немесе негізгі жабдық ашық ауада орналасқан. Жабық ғимаратта жабдықталған UE деп аталады. 20 кВ-қа дейінгі кернеуде трансформаторлар әрдайым жабылады, кернеуі 330 кВ-нан астам - ашық, $U = 35 \dots 220$ кВ-да ашық және жабық болуы мүмкін.

Ашық тарату құрылғылары мен ішкі құрылғылардың екеуі де ішкі (КРУ) немесе сыртқы (КРУ) орнатудың толық құрылғылары болуы мүмкін. Тұтас коммутациялық аппарат толық немесе ішінара жабық шкафтардан немесе құрастырылған құрылғылармен, қорғаныс және автоматтандыру құрылғыларымен жабдықталған, құрастырылған немесе толық дайындалатын жинақтағыштар деп аталады. Өнеркәсіпте сондай-ақ трансформаторлық қосалқы станциялармен біріктіріліп, олар толық сипатқа ие болады.

Бақылау сұрақтары

1. Электрмен жабдықтау жүйесі (ЭЖЖ) дегеніміз не және энергия жүйесінен қалай ерекшеленеді?
2. ЭЖЖ-ның диспетчерлік бақылауы және оның функциялары қандай?
3. Электр станцияларының негізгі түрлерін атаңыз және оларды пайдалану принциптерін түсіндіріңіз.
4. Электр желісі дегеніміз не, электр желілерін және тарату желілерін құрудың мақсаты қандай?
5. Электрмен жабдықтау жүйесі дегеніміз не?
6. Электр энергиясын тұтынушы қандай топтар электрмен жабдықтаудың қажетті сенімділігіне бөлінеді?
7. Қалалар мен өнеркәсіптік кәсіпорындардың электрмен жабдықтау ерекшеліктері қандай?
8. Электр станциясы дегеніміз не?
9. Ауыспалы құрылғы дегеніміз не?
10. Ауыстырғышты дегеніміз не?

Реферат тақырыптары

1. Ресейдің электр энергетикалық жүйелері.
2. Электр желілері.

11 Т А Р А У

ЭЛЕКТР ЖЕТЕГІ

11.1. Электр жетегі туралы түсінік

Электр жетегі - бұл электромеханикалық құрылғы, ол технологиялық процеске сәйкес қозғалтқыштарды жүргізуге мүмкіндік береді. Электржетектің блок-сызбасы күріш. 11.1. Конвертердегі электр желісінен тұтынылатын электр қуаты басқа жиіліктің, басқа кернеудің немесе токтың электр энергиясына айналуы мүмкін. Бұл құрылғы кейбір дискілерде болмауы мүмкін. Электр қозғалтқышы электр қозғалтқыштың кірісінде механикалық шығысқа (білікке) түрлендіреді. Жұмыс механизмінің жылдамдығы қозғалтқыштың жылдамдығына әрқашан тең келмеуі мүмкін. Бұл жағдайда әр түрлі жылдамдықпен екі айналмалы механизмдерді сәйкестендіруге арналған құрылғы пайдаланылады.

Электр жетегі топтық, жеке және көп қозғалтқыш болуы мүмкін.

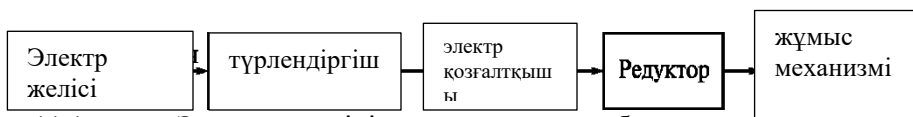
Топтық электр жетектерінде механикалық беріліспен бір қозғалтқыш бірнеше механизмдерді басқарады.

Жеке электр жетектерінде жұмыс механизмі бір мотормен басқарылады.

Көп қозғалтқышты дисктерде технологиялық процесті бірнеше моторлар қамтамасыз етеді, олардың жұмысы өзара байланысты. Мысалы, фрезерлік машинада фрезерлік кескіштің айналуы, бойлық және көлденең қозғалысы түрлі қозғалтқыштармен орындалады.

Электр жетегі реттелмейтін және реттеледі. Реттелмейтін электр желісі ең алдымен жұмыс тетігін іске қосу және тоқтату үшін жобаланған, реттелетін - технологиялық процеске сәйкес іске қосуды, тежеуді және басқа да функцияларды бақылауға мүмкіндік береді.

Электрлі желі Түрлендіргіш Электроқозғалтқыш Редуктор



11.1-сурет. Электр жетегінің құрылымдық сызбасы

Электр жетегінің тиімділігі қатынас коэффициенті қатынас арқылы анықталады

$$\eta = \frac{P_{\text{ВЫХ}}}{P_{\text{ВХ}}} = \frac{P_{\text{ВХ}} - \Delta P}{P_{\text{ВХ}}},$$

мұндағы $P_{\text{ВЫХ}}$ — редуктордың білігінің күші; $P_{\text{ВХ}}$ - түрлендіргіштің кірісіндегі электр қуаты; ΔP - түрлендіргіш, қозғалтқыш және беріліс қорабындағы жалпы шығындар.

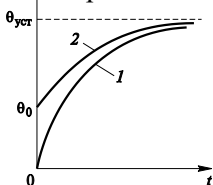
Егер электр жетегі түрлендіргіш және беріліс қорабы болмаса, онда қозғалтқыштың тиімділігі ғана қолданылады.

11.2. Электр қозғалтқышын қыздыру және салқындату

Электр қозғалтқышының қуаты негізінен оқшаулаудың рұқсат етілген қыздыру температурасымен шектеледі. Электр қозғалтқышында жылуға айналатын шығындар бар. А т қозғалтқышы жұмыс істеп тұрған кезде, оның ішінде А W жылу энергиясы шығарылады, бұл энергияның бір бөлігі А W1 қозғалтқышын жылытуға жұмсалады, ал қалған бөлігі А W2 қоршаған ортаға таралады. Осылайша, А W «_ А W1 + А W2 жылу балансының теңдеуі орын алады.

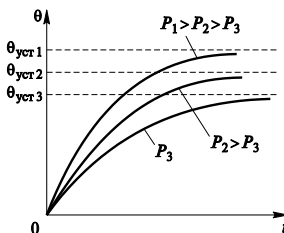
AW, AW1 және А W температура 0 және уақыт t байланысты болғандықтан, жылу балансының теңдеуінің шешімі қыздыру температурасының 0 температурасына байланысты, яғни жылу уақытына байланысты болады. 0 (t).

Қозғалтқыштар үшін бұл тәуелділік өсіп келе жатқан экспоненталық нысаны бар (11.2-сурет). 1-қисық қозғалтқыштың жылуына 0 ° 0-ден ауаның температурасында 0-ге тұрақты температура мәніне сәйкес келеді, қисық 2 - 0 ° температурасы бар ортадағы қозғалтқышты жылыту. Бірінші жағдайда рұқсат етілген қозғалтқыштың қызып кетуі екіншіден көп. Суретте. 11.3 әртүрлі жүктердің қозғалтқышы үшін 0 (t) тәуелділіктер отбасын көрсетеді. Жүктеме қаншалықты жоғары болса, Ост жылыту температурасының тұрақты күйі соғұрлым жоғары болады



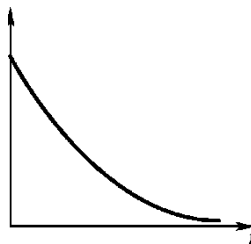
11.2-сурет. Қозғалтқыш қызуының қызу уақытына тәуелділігі жағдайында θ_0 температурада қыздыру

мүмкіндіктерінің тәуелділігі: 1 — қоршаған орта температурасы нөл болғанда



11.3-сурет. Әр түрлі қыздыру

11.4-сурет. Қозғалтқышты салқындатқан кезде температура өзгерісінің тәуелділігі $\frac{ft}{УуСТ}$



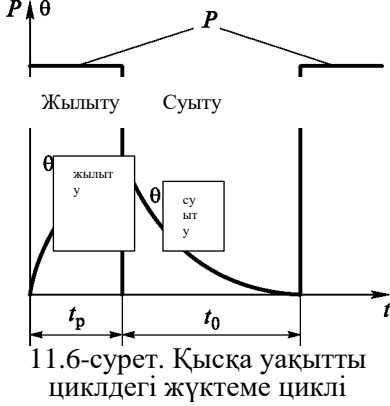
Қозғалтқыш электр желісінен ажыратылған кезде, қозғалтқыш салқындатуды бастайды және оның температурасы құлдырайтын алдыңғы бөліктің заңына сәйкес төмендей бастайды (11.4-сурет).

11.3. Электр жетегі қозғалтқышының қуат мөлшерін таңдау

Өндірістің технологиялық ерекшеліктері әр түрлі режимдерде электр қозғалтқыштарының жұмысын талап етеді. Қозғалтқыштардың мынадай негізгі жұмыс режимдерін ажыратады: үздіксіз; қысқа мерзімді; қысқа мерзімді.

Үздіксіз жұмыс істеу кезінде қозғалтқыш ұзақ уақыт жұмыс істейді және тұрақты температураға дейін қызады. Бұл режимде сорғылардың, компрессорлардың, желдеткіштердің, үлкен өндеу машиналарының, электр тасымалдаудың және т.б. электр жетегі жұмыс істейді. Суретте. 11.5 мотор жүктемесінің үш түрі үшін $\theta(t)$ тәуелділігін көрсетеді: номиналды $P_{ном}$, номиналды $P1 < P_{ном}$ номиналынан аз, номиналды $P2 > P_{ном}$. Номиналды жүктеме кезінде мотор $\theta_{уст}$ бері, қызып жоқ үздіксіз жұмыс істей алады $< \theta_{пн}$, онда $\theta_{доп}$ - қоршаған ортаны ескере отырып, қозғалтқыштың жылуының ең жоғарғы температурасы. $P1 < P_n$ қуатында қызу температурасы θ -ке жетпейді, ал $P2 > P_{ном}$ қуат θ -ге жеткенде қозғалтқышты өшіру керек.

Қысқа уақыт режимінде жұмыс уақытында t_p қозғалтқышы тұрақты күйдегі θ -ге дейін қыздырудың уақыты жоқ, салқындату (кідірту) уақыты t_0 , керісінше, қозғалтқышты қоршаған ортаның температурасына салқындату үшін жеткілікті. Қысқа уақыт режимінде жүктеме циклы 11.6-суретте көрсетілген.



11.6-сурет. Қысқа уақытты циклдегі жүктеме циклі

Қысқа уақыт режимі жұмыс уақытының циклдік қайталануымен сипатталады және t_0 уақытша тоқтатады (11.7-сурет). Қозғалтқыш қызады, содан кейін салқындатылады. Жұмыс уақытында t_p температурасы қозғалтқыштың қыздыру уақыты Остқа жетпейді, ал кідіріс кезінде қозғалтқыш қоршаған орта температурасына дейін салқындатылмайды. Циклдер бірнеше рет қайталанса, әр цикл

басындағы температура бірдей болады.

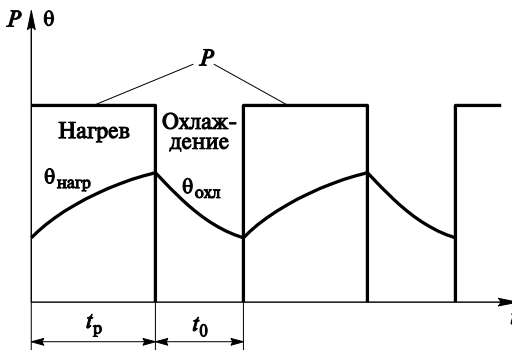
Қысқа мерзімді режимде пайызбен өлшенетін (PI) ұзақтығы пайызбен сипатталады

$$ПВ = \frac{t_p}{t_p + t_0} \cdot 100.$$

Өнеркәсіпте MF 15, 25, 40 және 60% қысқа уақыт режимінде жұмыс істейтін қозғалтқыштар шығарылады. Егер нақты MF ПВ_{төлк} төлқұжатымен сәйкес келмесе, онда P_{ном} қозғалтқышының қуаты шартты Сонымен қатар қысқа мерзімді жүктемелердің

қажеттіліктерін $P_{ном} \geq P_1 \sqrt{\frac{ПВ}{ПВ_{төлк}}}$ қанағаттандыру

үшін электромагниттік сәттің жеткіліктілігін тексеру қажет.



1-мысал. ПВ қозғалтқышын анықтаңыз, жұмыс кестесі кестеде көрсетілген. 11.7, егер $t_p = t_0 = 5$ мин.

$$ПВ = \frac{t_p}{t_p + t_0} 100 = \frac{5}{5 + 5} 100 = 50 \%$$

Шешімі.

2-мысал. 60 киловатт 100 кВт қуаты бар қозғалтқыш қысқа уақыт режимінде жұмыс істейтін компрессорды құрайды: $t_p = 6$ мин, $t_0 = 10$ мин. Қандай қуаттың қозғалтқышы резервте болуы керек?

$$ПВ_{др} = \frac{8}{8 + 10} 100 = 44,4 \%$$

Шешімі.

Резервті қозғалтқыштың қуаты:

60% RV қозғалтқышты таңдау қажет, оның номиналды қуаты

$$P_{рез} \geq P \sqrt{\frac{ПВ_{др}}{ПВ_{наст}}} = 100 \sqrt{\frac{44,4}{60}} = 86,0 \text{ кВт.}$$

жоғарыдан табылған кесектерге, яғни $R_n > 86$ кВтқа жақындайды. Содан кейін қысқа мерзімді жүктемелер үшін электромагниттік сәттің жеткіліктілігін тексеру қажет. Асинхронды қозғалтқыш үшін $> M_{пгр}$, мұнда $M_{крт}$ сыни сәт; $M_{пгр}$ - максималды жүктеме сәті.

11.4. Электр қозғалтқыштарын басқару сызбалары

Асинхронды қысқа тұйықталған қозғалтқышты басқару сызбасы.

Реверсивті емес электр жетегі. Электр тізбегі электр қозғалтқышын бір бағытта іске қосуды, оны тоқтатуды және қорғауды қамтамасыз етеді. Айырылмайтын стартер тізбегі (9.13-суретті қараңыз) электр жетегін басқаруға мүмкіндік береді. Қозғалтқыш стартерде орналасқан КК1 және КК2 жылу релесімен, F1 сақтандырғыштарымен қысқа тұйықталудан қорғайды.

Сызба түрлі басқару посттарынан басқаруға мүмкіндік береді, бірақ бұл үшін «Бастау» және «Тоқтату» түймелерін қосу керек. Екі басқару станциялары үшін параллельді екі қосқышты және екі рет «Тоқтату» батырмаларын енгізіңіз.

Айналымды электр жетегі. Бұл жетектің екі бағытта да білігінің айналуы бар. Асинхронды қозғалтқыштың іске қосу сызбасы күріш. 11.8. Сексель торлы роторлы индукциялық қозғалтқыштың кері басқаруын кері магнит стартерінің КВ (алға) және КН (кері)

контакторлары жүзеге асырады.

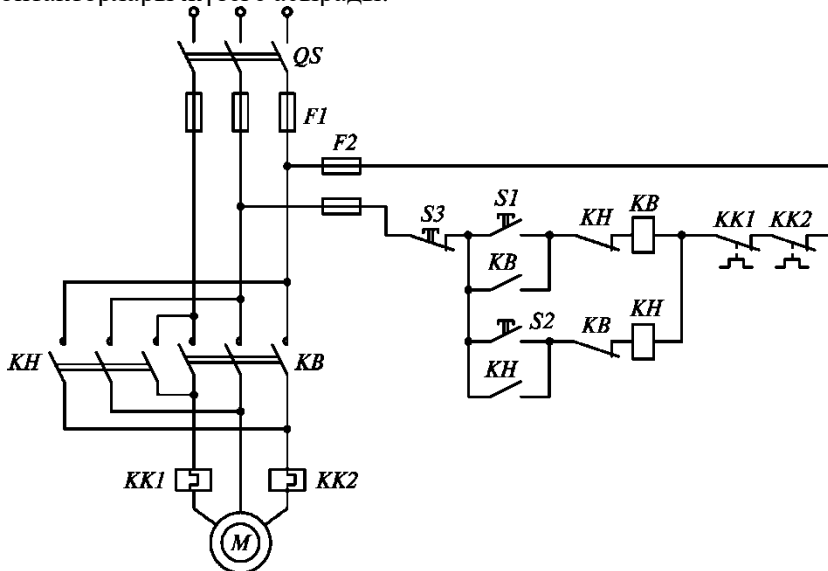
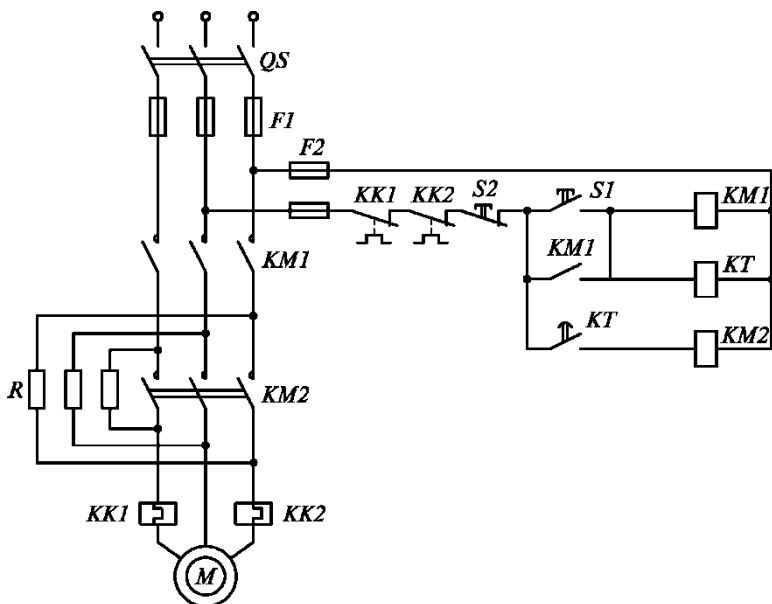


Рис. 11.8. Схема пуска асинхронного двигателя

Сызба келесі түрде жұмыс істейді. S1 (Бастау) батырмасын басқаннан кейін, контакторлар KB қозғалтқыштың «Алға басу» іске қосылып, S1 батырмасын басады және сөндіреді. Қозғалтқышты тоқтату үшін S3 (Тоқтату) түймесін басыңыз. Қозғалтқышты іске қосыңыз «Артқа» S2 түймешігімен іске асырылады және «Алға» басталуына ұқсас. KB және KN контакторларының бір мезгілде жұмыс істеуін болдырмау үшін, KN және KV қалыпты тұйық контактілері бар электрлік блоктау бар. Тым көп жүктеме қорғанысы КК1 және КК2 жылу релесімен қамтамасыз етіледі. Қысқа тұйықталудан қорғаныс тізбегі F1 сақтандырғыштарымен қорғалған, басқару сызбасы сақтандырғышпен қорғалған F2.

Статор кедергісі көмегімен асинхронды қысқа тұйықталу қозғалтқышын іске қосу. Қысқа тұйықталған асинхронды қозғалтқыш іске қосылған кезде, қозғалтқыштың статорында ағым номиналды токқа қарағанда 6-8 есе көп, бұл басқа тұтынушылардың жұмысына әсер етеді. Асинхронды қозғалтқыштардың үлкен бастапқы ағындары желінің күштілігін талап етеді. Асинхронды қозғалтқыштардың бастапқы токтарын азайту үшін жасанды іске қосу әдісі қолданылады. Осы әдістердің бірі стационарлық резисторлардың көмегімен асинхронды қозғалтқыштың сызба ішкі табылады (11.9-сурет). Сызба ішкі айналуын қамтамасыз етеді. Стартердің КМ1 контакторының және КТ уақыт релесінің орамасының S1 батырмасын басқаннан кейін кернеу және КМ1 контактілері жабық. М қозғалтқышымен қатарлы, R кедергісі қосылады, ол



11.9-сурет. Статорлық резисторлардың көмегімен асинхронды қозғалтқышты іске қосу сызбасы

бастапқы токты шектеңіз. 2-4 секундтан кейін КТ уақыты релесі КМ2 катушкаларының тізбегіндегі байланысын жауып, КМ2 контакторы қуат сызбасындағы контактілермен R кедергі жасап жатыр. Барлық кернеу электр қозғалтқышының статор орамына қолданылады және мотор жұмыс режиміне өтеді.

Шамадан тыс жүктемеден қысқа тұйықталу токтарынан F1 және F2 сақтандырғыштарымен КК1 және КК2 жылу релелерімен қорғалған.

Роторлық резисторлардың көмегімен реверст ағынын шектеу R сондай-ақ осы басқару сызбасын іске асыру кезінде назарға алынуы тиіс бастаудың сәттілігін азайтады.

Асинхронды қысқа тұйықталудағы қозғалтқыштың автотрансформаторды іске қосу. Асинхронды қозғалтқыштағы бастапқы токты шектеудің тағы бір жолы - автотрансформаторды іске қосу. Автотрансформатор көмегімен старт басталғанда, кернеудің бір бөлігі ғана қозғалтқыш орамдарына қолданылады, бұл бастапқы ток тоғын азайтуға мүмкіндік береді (11.10 сурет). Ұсынылған сызба валинтті бір бағытта айналу арқылы қысқа тұйықталған асинхронды қозғалтқышты іске қосуға мүмкіндік береді, ол үш сағаттарға бөлінеді. Сұлба тәртібі келесідей. S1 батырмасын басу арқылы КМ1 контактісі қуат пен басқару сызбаларында байланысын жабады. КМ1-мен бір мезгілде КТ1 уақыт релесінің орамы қосылған және реле уақытты есептеуді

бастайды (әдетте 5—

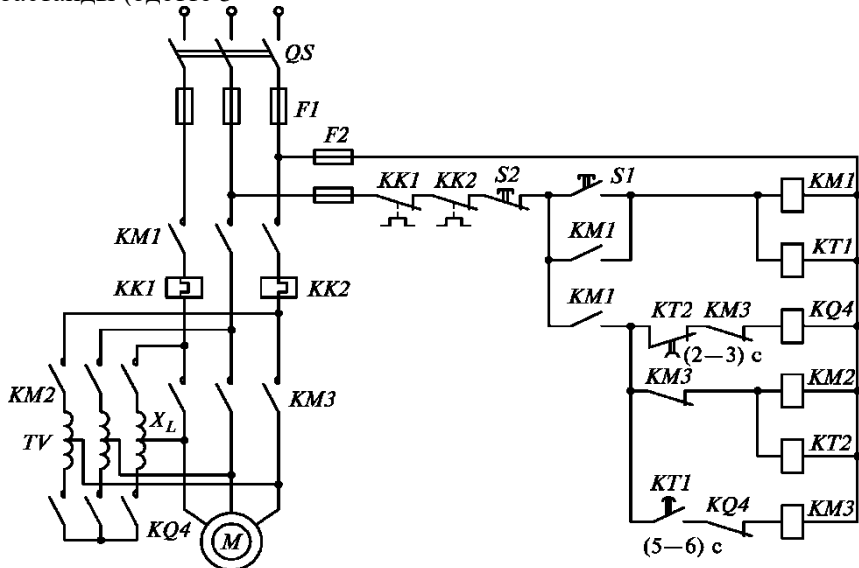


Рис. 11.10. Схема автотрансформаторного пуска

6 с). Содан кейін контакторлар KQ4, KM2 және уақыт релесі KT2 қосылады. KQ4 және KM2 контакторлары электр тізбегіндегі контактілерін жабады, M қозғалтқышы автотрансформаторлық теледидардан төмен кернеуге ұшырайды және қозғалтқыш жеделдете бастайды. 2-3 секундтан кейін KT2 релесі контактіні KQ4 контакторлық сызбасында ашады, KQ4 контакторы өшіріледі және KQ4 контактілері ашылады. Қозғалтқыш орамасындағы кернеу артады, ал автотрансформатордан қуат сызбасы қосымша реактивтік кедергісі бар XL тізбегіне айналады. Бұл басқару қозғалтқыштың жұмысын айтарлықтай жеңілдетуге және іске қосу тогын азайтуға мүмкіндік береді. Осы іске қосу кезінде қозғалтқыштың моментінің мәні 0,85 M-ге дейін азаяды. Сызба KM2, KM3 және KQ4 контакторларын автоматты түрде блоктауды қамтамасыз етеді, бұл ретте контакторларды бір мезгілде ауыстыруға жол бермейді. Тым көп жүктеме қорғанысы KK1 және KK2 жылу релесімен және қысқа тұйықталу токтарына байланысты болады.

Тұрақты ток қозғалтқышының параллельді басқару сызбасы. Параллельді қозғаудың тікелей қозғалтқышын басқару үшін релелік-контакторлар мен тиристорлық басқару тізбектері қолданылады. Білектің бір бағытта айналуы кезінде тікелей ток қозғалтқышын басқару үшін релелі-контакторлы сызбасы күріш көрсетілген. 11.11. Сызбаның тәртібі келесі. S1 түймешігін басу арқылы бастаңыз. Оны басқан кезде, KM1 контактісі оның нәтижесі

ретінде жұмыс істейді және жабылады,

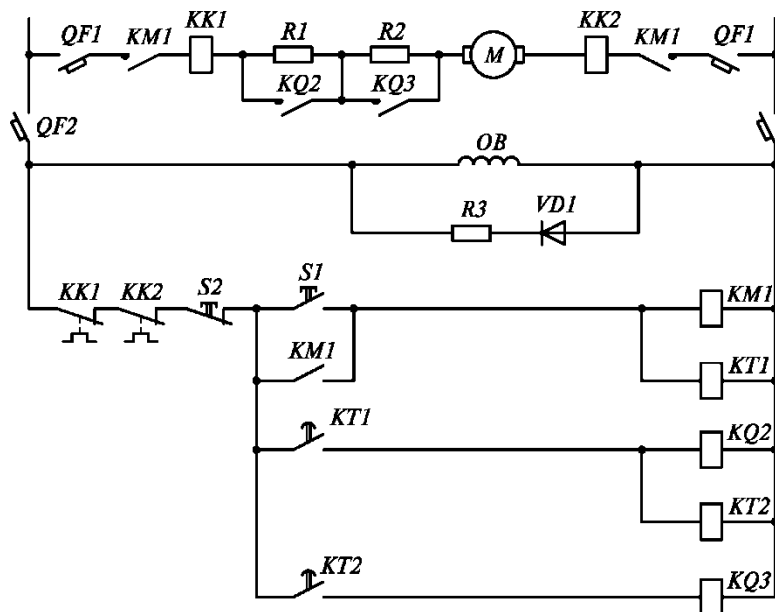


Рис. 11.11. Схема управления двигателем постоянного тока

Тұрақты тоқ қозғалтышын басқару сызбасы

Бұл уақытта $KT1$ қосқышы кері санақты бастайды. Қозғалтқыш арматура M желісіне $R1$ және $R2$ қатарынан қосылған қосымша резисторлар арқылы қосылған. Бұл резисторлар іске қосу тоғын шектейді, ал қозғалтқыш жеделдете бастайды. уақытта $t1$ кейін, Кешен $KT1$ релелік желіге контакторлар мен уақыты эстафета $KQ2$ $KT2$ катушкалар байланыстырады. Контактілі $KQ2$ контакті арқылы $R1$ кедергісіне айналады, қозғалтқыш жылдамдығы артады. $T2$ уақытынан кейін $KT2$ уақыт релесі оның байланысын жауып, $KQ3$ контакторлық катушқасы желіге қосылады. $KQ3$ хабарласыңыз, орайластырылған кедергілер $R2$ Шунты, және автомобиль арматура толық жабдықтау кернеу қосылған.

Қозғалтқышты өшіру $S2$ түймесін басу арқылы орындалады. Бұл жағдайда $KM1$ контактісі қуатын жоғалтады және контактілерді қуат сызбасында ашады. Қозғалтқыш тоқтайды.

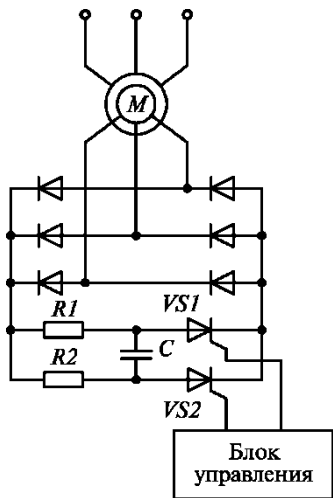
Параллельді қозғалтқыш DC электр қозғалтқышы бар жағдайда, OM қозғау орамасы әрдайым әрқашан тізбеге қосылады, бірақ арматура орамасынан кейін ажыратылады. OB үлкен индуктивтілікке ие және ажыратылған кезде индукцияның пайда болған ЭМУ ораманың изоляциясы арқылы бұзылуы мүмкін. Параллельді бұзылудың алдын алу үшін OB s $R3$ резисторы мен $VD1$ диодты қамтиды.

Тиристордың электр жетегі. Тиристорлы электржетегі кеңінен қолданылды. Тиристорлық - бақыланатын диодтың негізінде

өнеркәсіп АС қозғалтқыштар үшін тиристорлық түрлендіргіштердің кең спектрін өндіреді, және **А о В о С с** тікелей токқа әсер етеді. Тиристордың түрлендіргіштері жоғары тиімділікке (0,90 ... 0,95), салыстырмалы түрде кішігірім мөлшер мен салмаққа, жақсы жылдамдыққа және айналмалы бөлшектердің жоқтығына ие.

Индукциялық қозғалтқыштың статор сызбасындағы байланыссыз кілт сызбасы әр фазада параллельді тиристорлардан тұрады (11.12-сурет) және статор орамасындағы кернеуді реттеуге мүмкіндік береді. Арнайы басқару блогы тиристорларды басқару үшін қызмет етеді, бұл ретте статор орамасының кернеуін номиналдыдан нөлге дейін реттеуге мүмкіндік беретін тиристорлардың бұрышының өзгертеді. Бұл сызба асинхронды қозғалтқыштарды жұмсақ іске қосу қондырғыларында кеңінен қолданылады және толық қозғалтқышты жүктеу кезінде ең тиімді жұмыс істеуге мүмкіндік береді.

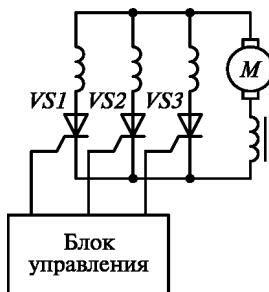
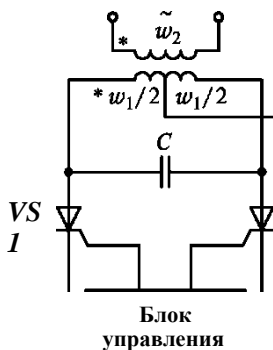
Ротор тізбегіндегі тиристордың басқару сызбасы (11.13-сурет) фазалық роторлы асинхронды қозғалтқыш үшін қолданылады. VS1 және VS2 басқару блогымен басқарылатын, ашық және жабық күйдегі уақыт интервалдарын өзгертеді, бұл өз кезегінде ротордың өзгеруіне әкеледі. Нәтижесінде ротордың тізбектің баламалы қарсылығы өзгереді, демек, қозғалтқыштың айналу жылдамдығы өзгереді.



реттеу тізбек өзгертiңiз.

11.13-сурет. Бір фазалық түрлендіргішті жеңілдетілген сұлбасы.

Басқару блогы



Сур. 11.15.

11.14-сурет. Бірфазалы инвертордың сызбасы

11.14-суретте келтірілген. Үш фазалы түрлендіргіш бар, ол тұрақты кернеудің U айнымалыны үш фазаға айналдыруға мүмкіндік береді. Тұрақты кернеу көзі ретінде, түзетілген АС кернеуі пайдаланылады. Әдетте бұл кернеу сонымен бірге тиристорлармен реттеледі. Оңтайлы қозғалтқыштың өнімділігін алу үшін $U / f = \text{const}$ қатынасын сақтау қажет. Индукциялық қозғалтқыштың жиілігін және кернеуін реттеу 1 м / с дейін түрлендіргіш қуаты бар 1-ден 50 сек-қа дейінгі диапазонда $n_{\text{max}} / n_{\text{min}}$ айналу жылдамдығын біркелкі өзгертуге мүмкіндік береді.

Тұрақты ток қозғалтқыштарының арматура жылдамдығын бақылау үшін басқарылатын тиристор түзеткіштері пайдаланылады (11.15-сурет).

Басқару құрылғысы басқару бұрышына байланысты әр фазаға тиристорларға қосылуға мүмкіндік береді. Фазалық кернеулердің теріс жарты кезеңінде тиісті фазалардың тиристорлары жабылады.

Қозғалтқыш арматурасындағы түзетілген кернеудің орташа мәні a бұрышына байланысты және формуладан табылған 3 мұндағы U_m — кернеу амплитудасы; a - тиристорды ауыстыруды кешіктіру бұрышы.

$$U_{\text{я}} = \frac{3}{2\pi} U_m (1 + \cos \alpha),$$

Триористтік бақыланатын түзеткішті пайдалану кері байланыспен бірге 1-ден 100-ге дейінгі жылдамдықты бақылауды алуға мүмкіндік береді..

Бақылау сұрақтары

1. Электр жетектің негізгі элементтерін атаңыз.
2. Көп қозғалтқышты қозғалтқыштың мысалын келтіріңіз.
3. Қозғалтқыштың температурасы қандай болады?
4. Электр жетегінің негізгі жұмыс режимдері.
5. Қозғалтқышты ұзақ уақыт және қысқа мерзімді жұмыс режимдерінде жылыту және салқындату циклдарын сызыңыз.
6. PV-дегі пайызды анықтайтын формуланы жазыңыз.
7. Қозғалтқышты басқару сызбасының негізгі элементтерінің мақсатын түсіндіріңіз.
8. Суретте көрсетілген тізбектің мақсаты мен жұмысын түсіндіріңіз. 11.8.
9. Не себепті резисторлар асинхронды қысқа тұйықталу қозғалтқышының статор тізбегіне қосылған?
10. Суреттегі тізбектің жұмысын түсіндіріңіз. 11.10.
11. Фазалық роторлы индукциялық қозғалтқыштарды қолдану саласы қандай?
12. Тұрақты ток қозғалтқышы қалай жұмыс істейді?
13. Тиристор айнымалы ток адаптерін пайдалану дегеніміз не?
14. Асинхронды қозғалтқыштарды басқару үшін жиілік түрлендіргіштерін пайдалану мысалдарын келтіріңіз.

Реферат тақырыптары

1. Асинхронды қозғалтқыштардың жиілігін бақылау.
- Асинхронды қозғалтқыштарды іске қосудың әр түрлі әдістері.
3. Асинхронды қозғалтқыштар мен ток қозғалтқыштарына негізделген жетектерді шолу.
 4. Электр қозғалтқыштарының қалыпты емес режимдерден қорғау түрлері.

ЭЛЕКТРЛІ ЖАРЫҚТАНДЫРУ ЖӘНЕ ЖАРЫҚ КӨЗДЕРІ**12.1. Жарық көздерінің электрлік және жарықтық сипаттамалары**

Электр жарықтандыру жұмыс орнында және түрлі мекемелерде, үйде жайлы жарықтандыру жағдайлар жасауға арналған. Электр жарықтандырудағы негізгі құрылғылар - жарық көздері. Жарық көздері 0,38-ден 0,78 мкм дейін көрінетін спектрін электромагниттік толқындар электр энергиясын түрлендіру.

Жарық көздері жылу және газды ағызуға бөлінеді. Термалды жарық көздері жылытқанда жарық шығарады. Бұл қыздыру шамдарын, ARC көміртегі көздері, түрлі инфрақызыл жылытқыштар қамтуы. Газ-разряд жарық көздері, жарық шығаратын, оған сәйкес электр тогының өту кезінде газдарды қолданылады. жарық көздері орындау үшін люминесцентті лампалар, сынапты доғалы лампалар және жоғары жиілікті импульсті разрядты қамтиды. Электр жарығы көздері жеңіл және электрлік мөлшермен сипатталады. Электрлік шамалар номиналды кернеуді, қуатты және тоқты қамтиды. Негізгі айнымалылар жарық ағынының бірлігі (лм) жарықтық отыр шам, жарқын тиімділігі мен жарықтандыру Е. шығаратын жарық ағынының F жеңіл болып табылады, шамның жарық тиімділігі P тұтынылатын электр қуатының көзіне жарық ағынының F қатынасы болып табылады, яғни, Φ/P . Жарықтың берілу бірлігі

люмен ватт болып $\left(\frac{\text{лм}}{\text{Вт}}\right)$ табылады Жарық көзі неғұрлым көп болса, жарық көзі $\left(\frac{\text{лм}}{\text{Вт}}\right)$ неғұрлым үнемді және керемет болады.

Электр жарығы көздерінің маңызды сипаттамасы - сағат ішінде өлшенген қызмет ету мерзімі. Кең таралған жарық көздерінің қызмет мерзімі 200-ден 20 000 сағатқа дейін созылады.

12.2. Жұмыс жазықтығын жарықтандыруға қойылатын талаптар

Электр жарық көзінің негізгі міндеті - жұмыс бетінің қажетті жарықтылығын жасау. Жарықтандыру E R, жанып бетінің S жарық қарқындылығы P анықтау. $F. E = F / S$. Жарықтандыру жүйесі люкс (люкс) болып табылады. көп жарық, жайлы, еңбек жағдайлары болып табылады. жұмыс бетінің Osveschenno-sti тарату жарық көзі, оған қашықтықта және шам түріне тәуелді болады.

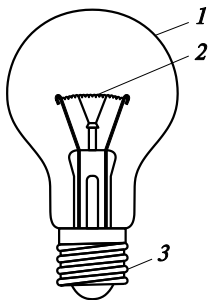
Әр түрлі жұмыс орындарын жарықтандыру таңдау құрылыс нормалары мен ережелеріне сәйкес жасалады (SNiP). Жұмыс орындары әртүрлі көлемдегі нысандармен көрнекі жұмысқа байланысты разрядтармен сипатталады. Осылайша, 0,1 мм өлшемдегі заттармен көрнекі жұмыс 5000 lx жұмыс орнын жарықтандыруды қажет етеді және аудандар мен көшелерді түнде жарықтандыру үшін жеткілікті 5 мм-ден 200 лкс-тен жоғары объектілермен жұмыс істейді, тек 15 ... 20 lx.

12.3. Жарық көздерінің типтері

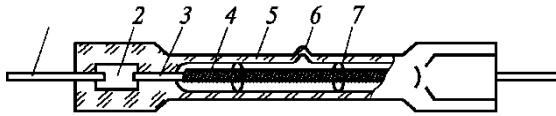
Қыздыру шамдары. Қыздыру шамдары (ҚШ) кеңінен үйде және жұмыс орнында жарық көздері ретінде пайдаланылады. Бұл өте қарапайым дизайн және пайдаланудағы қарапайымдылығымен байланысты. Қыздыру Электр тізбегінің енгізілетін ешқандай арнайы қосымша құрылғылар талап етеді.

ҚШ құрылысы күріш. 12.1. қыздырылған бу және қыздыру истончением нәтижесінде, жарық пен жылуды шығаратын кезде негізгі элементтері LF шам 1, вольфрам 2 және жіп вольфрам 3. қақпағы бар. Бұл үрдісті бәсеңдету үшін шақпақтар немесе вакуумды толтырылады немесе инертті газбен толтырылады - криптон, аргон және т.б. Материалдың талшықтары әдетте метал - вольфрам болып табылады. ҚШ мөлшерінің артуы жеңіл шығару үшін спиральдың түрінде жүзеге асырылады. Желі ҚШ қосу үшін бірнеше өлшемдерін E11, E27, E40 бар тұғырға қызмет етеді. LN қызмет ету мерзімі - 1000.1100 сағ.

ҚШ басты артықшылығы - дизайн мен жұмыс істеудің қарапайымдылығы. LN номенклатурасы 1500 атаудан асады. Бірқатар салаларда тек қыздыру шамдары қолданылады



ҚШ кемшіліктері - жарықтың төмен шығуын, қысқа мерзімнің қызмет етуін және қызмет ету мерзімінің кернеуіне үлкен тәуелділігі. Кернеу 10% -ға көтерілгенде, LN жұмыс мерзімі 3-4 есе азаяды.



12.2-сурет. Галогенді қыздыру шамдары:

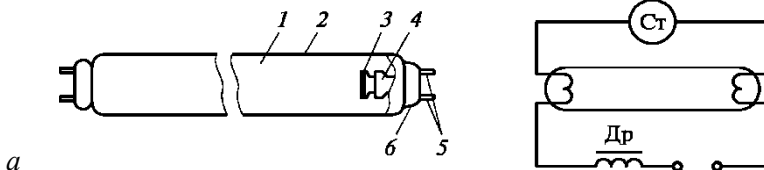
1 — шығу жолдары; 2 — молибденді фольга; 3 — вольфрамовые вводы; 4 — спираль-накал; 5 — квады шығу жолдары; 6 — корпус; 7 — ұстағыш

Галогенді қыздыру шамдары. 60 жастан бері, кеңінен қолданылатын галогендік шамдар (ГКШ). Жарқылдың материалы вольфрам болып табылады, ал шыны кварц шыныдан жасалған және галогендік элементті қосу арқылы ксенонмен толтырылған. Операция кезінде пайда болған вольфрам галогендері вольфрамның булануына жол бермейді. Бұл LN өмір сүру ұзақтығын LN-мен салыстырғанда жарқын тиімділікпен салыстырғанда жартысынан көбейтуге мүмкіндік береді. GLN шамының тиімділігі LN-ге қарағанда 2-3 есе көп.

ГКШ құрылысы 12.2-суретте көрсетілген. Ұзақ кварц колбаға ұстаушылардың 7. Вольфрам втулки жылу ГКШ спиральдың вольфрам сымнан арнайы сынып жасалған 2. 3 паянның кварц молибден фольгаға терминал арқылы 1 қосылған бекітілген 5-қарқындылығы вольфрам спираль 4, орналастырылды.

ГКШ негізгі қолдану т.б. автокөлік фаралар аэродром шамдары үшін жарықтандыру шайқаушысын Түсіру жалпы жарықтандыру аспаптарына және проекторлармен қатар орналастырылады.

Люминесцентті шамдар. Бұл шамдар газ орта меншікке электр разрядын пайдаланады. газды немесе металл бу жарық ағынының сипатына қарай кез-келген түсті алуға болады. Люминесцентті шамдар (LL) құрылысы-суретте көрсетілген. 12.3, а. Люминесцентті шамдар шыны түтіккі 1, аяқ 4 екі шетінде лақтыруға екі бумасынан 3, жарқын тиімділігін арттыру мақсатында қалпағына 6 және байланыс шрифті 5. міндетті спираль қамтиды, шыны конверттің ішкі беті арнайы қосылыстар қапталған - электр разряды кезінде фосфор 2. фосфор әрекет және көрінетін жарық спектрін ішіне көрінбейтін ультракүлгін сәулелерден тусе түрлендіріледі



12.3-сурет. Люминесцентті шамның құрылымы (а) және сызбасы (б):

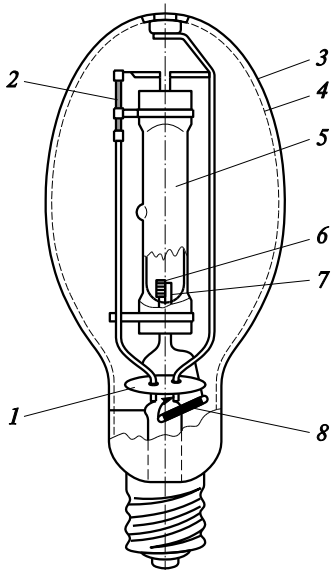
1 — тұрбаша; 2 — люминофор; 3 — спираль; 4 — аяқша; 5 — тіректер; 6 — цоколь
ультракүлгін сәулелері, пайда. Бұл құбылыс люминесценция деп аталады.

Электрлік газдың шығуы көптеген факторларға байланысты: қолданылған кернеу; газ түрі; металл буларының болуы; ток жиілігі; температура және т.б. Лампаның ағуын жеңілдету үшін инертті газбен бірге баллонға шағын сынапты бу қосылады. Қосылу сәтінде құбырдың екі жағында орналасқан екі спираль электродтар айналасындағы кеңістікті жылытады, бұл кеңістік иондалады және электр разрядтары пайда болады. Шығару пайда болғаннан кейін спиральдар арнайы құрылғы - стартер (St) ажыратылады. ЛШ шығысындағы пайда болғаннан кейін шектеу үшін балласттық дроссель (Dr) қосылады. Сызықты және дроссельмен ЛШ қосудың ең типтік сызбасы 12.3, b-суретте берілген. Сызбадағы дроссель жанудан кейін ЛШ-ды ғана шектемейді, сонымен қатар шамды тұтатуға көмектеседі.

Қазіргі заманғы ЛШ жоғары жарықтылықты және тиімділігі жоғары. ЛШ қызмет ету мерзімі LN-ге қарағанда ұзағырақ, ал 14 000-ге жетеді, ол мекемелер мен өнеркәсіп кәсіпорындарын жарықтандыру үшін қолданылады.

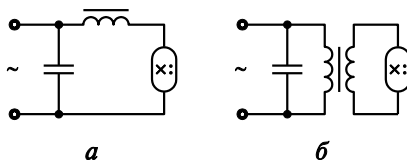
ЛШ кемшіліктері - желіге қосылуға және жарық ағынының пульсациясына байланысты қажеттіліктерді толық орындай алмауы

Доғалы сынапты люминесцентті шамдар. төмен қысымды инертті газ, сынапты доғалы люминесцентті шам (DRL) толтырылады разряд құбырлы люминесцентті лампалар айырмашылығы жоғары қысымды шамдарды болып табылады.



ДЛШ сынап люминесцентті шам (сур. 12.4.) Колбаға ішкі беті 3. шыны колбаға орналастырылған кварц разрядты шамдар 5, Тұрады фосфор қабаты жабылған fosfatvanadat иттрий 4. Көрінетін радиациялық сынап разряд (электрод 6) фосфор қабаты, және ультракүлгін арқылы өтеді радиациялық кварц оттық фосфор спектрін көрінетін қызыл аймақты түрлендіреді. Бұл ЛШ шамасымен салыстырғанда шамдардың жарықтығын шамамен 10 есеге арттыруға мүмкіндік береді.

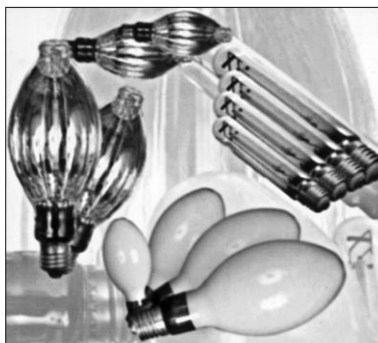
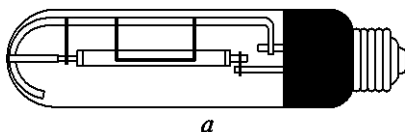
Люминесцентті сынапты доғалы шам 10,000 ... 12000 сағат орташа өмір бар 80 4000 Вт қабілетін дайындалған. Тұтату ең РФА жеңілдету үшін, бірақ қосалқы екі-ды 7 және Әдетте 8. РФА *rod-klyuchayutsya* екі негізгі электродтар желі немесе қоқыс іспетті-Леман бар (сур. 12.5 және) немесе трансформатор бар (сур. 12.5, 6).

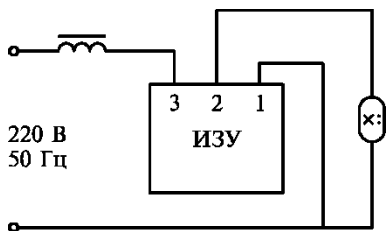


DRL-тің негізгі қосымшалары - сыртқы жарықтандыру, жоғары төбемен өнеркәсіптік жарықтандыру. кемшіліктері РФА жоғары мазмұны *krа-snogo* түсін және пульсация жоғары коэффициенті қамтуы тиіс. Лампаларды таңбалау кезінде бұл көрсеткіш қуатқа сәйкес келеді. 700 700 Вт РФА *dugo-vuyu* сынап шамы үлгісі болып табылады...

Натрийлі шамдар. Бұл шамдар қазіргі уақытта ең үнемді жарық көздері болып табылады. Төмен қысым натрий шамдары (NLND) және жоғары қысымды натрий шамдары (ТҚНШ) бар. Осылайша, ТҚНШ-да үлкен жарық шығарылымы бар, бірақ қанағаттанарлықсыз түс беру, сондықтан ТҚНШ типті DNaT (арқан натрий құбырлы) кеңінен қолданылады.

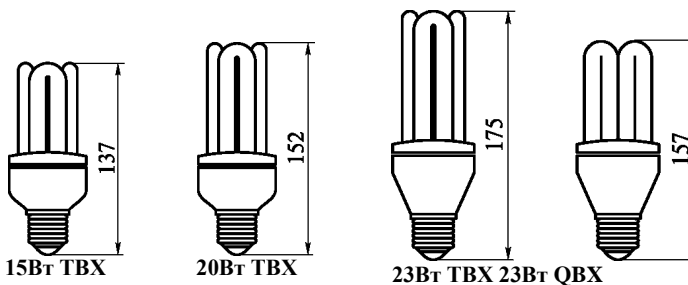
Осы шамдардың дизайны әртүрлі болады (12.6-сурет). ТҚНШ шамдары шыны цилиндрлік немесе эллиптический шыны ыдыс болып табылады, оның ішіне поликристалды глиноземнің ағызу түтігі орналастырылған. Бұл шамдарда натрийдің, сынаптың және өртегелі газ *хеопоне* буларының ағуы қолданылады. Натрий буларының жұмыс қысымы - 4-14 кПа. Бұл қысымда сары түсті ақ болады.





12.7-сурет. ТҚНШ арналған қосу құрылғысының сызбасы
12.8-сурет. Жинақы люминесцентті шамдардың түрлері

ТҚНШ шамдары үлкен алаңдарды,



көшелерді, жолдарды, әртүрлі карьерлерді, порттарды жарықтандыру үшін және ТҚНШ сәтті ауыстыруға арналған. Арнайы от алатын құрылғылар ТҚНШ шамын жалату үшін пайдаланылады (12.7-сурет). Кейбір қуатты шамдарда стартер шамы негізінде орналасқан. Шам түрінің шамдары шамның қуатына сәйкес келеді.

12.1-кесте

Шағын люминесцентті шамдар және қыздыру шамдарының қуаты және жарық ағындары

ҚЛЛ шамдарының түрлері	Қуаты, Вт	Жарық ағыны, лм	Баламалы қыздыру шамдарының қуаты, Вт
ҚЛЭ11-4	11	600	60
ҚЛЭ15-4	15	900	75
ҚЛЭ20-4	20	1200	100
ҚЛЭ23-4	23	1500	120

Энергоүнемдеуші люминесцентті ықшам шамдар. Шетелде және Ресейде орнатылған электронды бастауыш құрылғысы бар және E22, E27 әдеттегі қыздыру шамы бар қуатты үнемдейтін ықшам люминесцентті лампалар (ЫЛШ) өндірісі игерілді. CFL лампаларының түрлері күріш. 12.8. Электрондық бастауыш құрылғысының болуы шамды бірден отпен қамтамасыз етеді және адамның көзқарасына жағымды әсер ететін жарық ағынының пульсациясын азайтады.

Осылайша, ЫЛШ 5 есе аз электр энергиясын тұтынады және қыздыру шамдарына қарағанда 8-10 есе көп қызмет ету мерзімі бар.

Мысалы, 11 Вт күші бар Саран зауытының «Лисма» КЛ-нің ықшам шамдары 60 Вт LN жарық ағынына балама (12.1-кесте).

Жақын болашақта ЫЛШ кәдімгі қыздыру шамдарын айтарлықтай ығыстыра түсетіні сөзсіз.

12.4. Газразрядты шамдарды қолданудың бірқатар ерекшеліктері

ЛШ, ЫЛШ, ТҚНШ және басқа да құрылғылардың разрядтау шамдары бастапқы құрылғылармен жабдықталған. Бастапқы қондырғылар жиынтығы, әдетте, доғалық разрядты ток шектеу үшін индуктивті балласты қарсылығын қамтиды. шам тізбегінде индуктивті қарсылық болуы ағымдағы және бағыттау арқылы шам арасындағы және соның салдары ретінде, қуат коэффициенті төмендеуіне фаза ығысу туындатады. Қуат коэффициенті арттыру үшін, қуат сызбасы балласт қарсылық реактивтік қуатты туындайтын өтедік шамдар конденсаторлар қосылады.

Шығару лампаларының ерекшелігі, сонымен қатар шамның негізіндегі бастапқы құрылғылардың дизайны болып табылады. Бұл жағдайда үлкен мөлшердегі бастауыш құрылғылардың орнына шам шырақтарында орналастырылған ықшам электрондық іске қосуды басқару құрылғылары (балластар) қолданылады. Қазіргі уақытта мұндай құрылғылар ЫЛШ шамдарымен және кейбір ТҚНШ шамдарымен жабдықталған.

Бақылау сұрақтары

1. Жарық көздерінің электрлік сипаттамаларына назар аударыңыз.
 2. Жарық көзінің жарық мәндері қандай?
 3. Жарықтандыру деген не?
 4. Жарқыраған шамның дизайнын түсіндіріңіз.
- Флуоресцентті лампалардың артықшылықтары мен кемшіліктері қандай?

Галогендік қыздыру лампаларының негізгі құрылымдық элементтері қандай? Арктің сынапты люминесцентті лампасының дизайнын түсіндіріңіз.

7. Натрий шамдарын жобалау.

8. Шағын флуоресцентті лампалар дегеніміз не?

9. Дроссель мен конденсатор контакт флуоресцентті лампалардың электр тізбегіне не себепті қосылған?

Реферат тақырыптары

1. Әртүрлі жарық көздерінің жарық шығаруы.

2. Жарықтандыру қондырғыларының түрлерінің әсері.

Доғалық лампалар үшін реттеуші аспаптарды іске қосудың түрлері.

ЭЛЕКТРОТЕХНИКАНЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ**13.1. Электр энергиясын өндіру мәселелері мен перспективалары**

XXI ғасырдың басында. Әлемдегі электр энергиясының 4/5 бірінші, (роторлы турбина), органикалық (мұнай, газ, көмір, мазут) жану, немесе ядролық отын жылу және атом электр станцияларының (жылу және атом электр станциялары) жинақталатын механикалық жұмысқа су мен бу энергетикалық түрлендіруді жылыту кейін, содан кейін электр энергиясына.

Ішкі энергия тұтынудың салдарынан ішкі нарықта оның салыстырмалы төмен құны ресейлік газ, әсіресе жоғары үлесі (50%) болып табылады. Алайда, мұнай және газ дәлелденген қорлары - электр энергиясын өндіру үшін негізгі отын - 70 жылдан астам үшін жеткіліксіз (Ресейде 2020 жылға дейін мұнай және газ қолданыстағы қорларын 4/5 іске қосты). Барлық осы тұтынылатын отын құрылымын өзгерту талап етеді және осылайша электр энергиясын өндіруге арналған жабдықтарды ауыстыру немесе жаңарту көделіп отыр.

Бұл үдерісте қосымша қиындықтар - құрал-жабдықтардың тозуының үлкен дәрежесі: 2000 жылы электр станцияларының 1/5 қуатын өндіру жобалық ресурстары әзірленді және 2020 жылға қарай оның ресурсы 9/10 электр станцияларын шығарады. Бұл жағдай өндіріс көлемінің төмендеуі және тиісінше 90-шы жылдардағы энергия тұтынуының салдарынан халықтың назарын аудармады. Қолданыстағы қуат электрмен жабдықтау қажеттілігін қанағаттандырды. XXI ғасырдың басында. өнеркәсіптің өсуі және осы қуаттардың электр энергиясын тұтынуының артуы әлі де болады.

Осы жағдайларды ескере отырып, Ресей Федерациясының 2020 жылға дейінгі Энергетикалық стратегиясы қабылданды, оған сәйкес ЖЭС бірте-бірте ғасырлар бойы сақталатын көмірге ауыстырылады. Осы стратегияны іске асыру бірқатар қиындықтарды қамтиды.

Біріншіден, электр энергиясын өндіретін көмір технологиясы газға қарағанда әлдеқайда қымбат.

Екіншіден, экологиялық таза газ технологиясынан көмірге негізделген электр энергиясын өндіру технологиясына көшу, негізінен төменгі дәрежелі көмірге ие Ресейге байланысты, әртүрлі зиянды заттардың атмосфераға шығарылуын азайту жөніндегі экологиялық проблеманы шешумен байланысты орын алып отыр.

Сарапшылар жылу электр станцияларының тиімділігі мен

олардың шығарындыларын қысқарту қамтамасыз қазіргі заманғы технологияларды пайдалану осы проблеманы шешу мәселесін алға тартуда.

Ауа компрессор, жану, газ турбиналық және электр генератор тұратын жүйелер, сондай-ақ аралас цикл электр станциялары (газ-турбиналық бу-турбина қондырғылары және олардың комбинациясы) - газ турбина (ГТ) пайдалануға негізделген перспективалық технологиялар, меніңше.

жаңартылатын энергия көздерінен электр энергиясын өндіру көлемін ұлғайту үшін - Ресейдің энергетикалық стратегиясы, Сондай-ақ ядролық электр энергиясын өндіруде, және ұзақ мерзімді перспективада ұлғайту қарастырылған. Атом электр ұрпақ технологиясы Сонымен қатар, ол мұндай зауытында ластаушы заттардың шығарындыларын азайту сияқты ауыр экологиялық проблемаларды шешу, сондай-ақ ядролық отын жұмсалған қайта өңдеу қажеттілігі байланысты, сондай-ақ, газ қарағанда айтарлықтай қымбат. Қоғамдық пікір АЭС құрылысына да қарсы. Жұмыс ЖЭО және АЭС сондықтан осы станцияларын пайдалану кезінде Жердің жылу ластану туралы айту, қоршаған ортаны артық жылу қалыптастыру, байланысты беріледі. ХХІ ғасырдан бері. экологиялық проблемалар маңыздылығын арттыратын болады, онда электр энергиясын өндіру проблемасын шешудің ең перспективті жолдарының бірі жаңартылатын энергия көздерін пайдалану болады.

13.2. Электр энергиясын өндіру жаңартылатын көздерді пайдалану. Мұндай өндірістің көлемі, оның артықшылықтары және перспективалар

Жаңартылатын энергия көздерін (ЖЭК) және т.б., күн энергиясы, жел, геотермальды, өзендер, теңіздер мен мұхиттар деп аталатын (ағаш, ауыл шаруашылығы және тұрмыстық қалдықтарды) табиғатта энергия үздіксіз немесе үзік операциялық процестер жүргізілді.

Сарапшылар 1980 жылы жаңартылатын электр пайдалана өндірді, бұл бағалайсыз тек 1%, 2005 ж. - 5%, 2020 ж. 10% және 2060 33% ж. Дейін жетті. Дәстүрлі отын өз қорларын айырылған кейбір дамыған елдерде, айтқанда, бұл пайыздық тіпті жоғары: Дания жаңартылатын энергия пайдалану енді электр энергиясын 10% жасалады және 20% алдағы жылдары жинақталатын болады.

Қоршаған ортаны қорғау мүмкіндік береді, мысалы, мұнай және газ, жаңартылатын энергетика және экологиялық таза ретінде қазба отынның қорларының сарқылуы, электр энергиясын өндіру үшін жаңартылатын энергия көздерін пайдалану Бұл күшті өсуі екі факторлардың негізінен болып табылады.

Ресейде жаңартылатын энергия көздерін пайдалана отырып, электр энергиясын өндіру қуаты жүйесі желісіне қосылған емес, сол шалғай аудандарда бірінші кезекте ұйымдастырылуы тиіс. Бұл Қиыр Солтүстік және Қиыр Шығыс, Сібір және Архангельск облысының болып табылады. өйткені көлік шығындарының жоғары осы салаларда электр энергиясын өндіру үшін дизельдік отын жеткізу, мазут пен көмір ЖЭС электр энергиясын өндіру құны жоғары жат етеді және күрделі көлік мәселелері жиі ТЖМ шешіледі байланысты. Осы салаларда ЖЭК пайдалану осы қиындықтарды жоюға мүмкіндік береді.

Бұл жаңартылатын энергия көздерін пайдалану және электр энергиясымен бөгелістер да бір себептері жиі пайдаланушылар болып табылады орталығының энергия сыйымды аудандарда ұсынылады. Жаңартылатын энергияны пайдаланатын электр энергиясын өндірудің автономиясы электр энергиясын тұтынушыларға осындай өшіруден зиян тигізбейді.

Неге РЭК Ресейде кең таралмайды? Себептердің бірі - ЭКЖ-ны пайдалану арқылы электр энергиясын өндірудің салыстырмалы түрде жоғары құны. Тағы бір себеп - инженерлік шешімдердің қасақана қаралуы. Мысалы, кішігірім (30 МВт дейін) және шағын өзендердің энергиясын пайдаланатын микро гидроэлектрлік қондырғылар (100 кВт дейін) (ГЭС). Мұндай ГЭС Еуропада тиімді жұмыс істейді - Австрия, Финляндия, Норвегия, Швеция. 2015 жылы Қытайда жылдық қуаты 1000 МВт болатын 40 мыңнан астам шағын ГЭС салу жоспарлануда. Ресейде тек ірі жылу электр стансалары мен атом электр стансаларын салуға бағдарланғандықтан, шағын гидроэлектростанциялардың саны 90-шы жылдары 50-ден 300-ге дейін 5-ке азайған. Және қазір ғана қалпына келтіру процесі жүріп жатыр және жаңа шағын және микро ГЭС құрылысы.

ЭКЖ-ны қолданумен электр энергиясын өндіруді ірі қалаларда, мысалы, қоқыс төгетін қалдықтарды өңдеу сияқты маңызды экологиялық проблеманы шешуге мүмкіндік беріп отыр.

Бір жылда 1 адам 250 кг-ға жуық тұрмыстық қалдықтар - негізгі биомассада 50 кг көмірге тең. Осы қалдықтарды бір уақытта электр қуатын өндіру технологиясын ең ертерек енгізу ХХІ ғасырдың экологиялық және энергетикалық мәселелерін шешудің ең перспективті жолдарының бірі болып табылады.

Энергия өндірісінің ең қарқынды дамып келе жатқан екі бағытын ЖЭК - күн және жел энергетикасы технологияларын қолдана отырып қарастырайық.

13.3. Күн энергиясын пайдалана отырып электр энергиясын өндіру

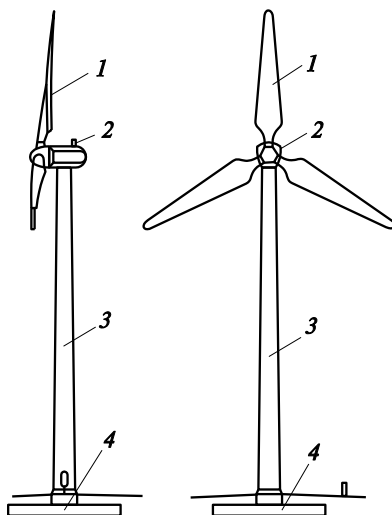
1888 жылы Ж.Ф.Столетовтың ашқан фотоэлектрлік әсері күн электр энергиясын электр энергиясына айналдыру мүмкіндігін көрсетті. Енді бұл идея фотоэлектрлік түрлендіргіштер түрінде жүзеге асырылады, олар сыртынан жарық ағыны құлаған кезде электрлік кернеу пайда болатын жалпақ панельдер сияқты көрінеді. Осындай түрлендіргіштер негізінде қоршаған ортаға әсер ету минималды (атмосфераға газдар, шуылдар, дірілдер және т.б.) шығарындылары бар фотоэлектрлік қондырғылар мен электр станциялары құрылады. Мұндай күн фотоэлектрлік электр станциясы фотоэлектрлік түрлендіргішті, түрлендіргішті (DC-to-AC түрлендіргіші, синусоидальный түрлендіргіш), қуатты сақтау (аккумулятор) және оның жұмыс режимдерін басқарудың автоматтандырылған жүйесінен тұрады.

XXI ғасырдың басында. Күн электр станцияларының жыл сайынғы қуаттылығы 30% -ға жетеді. Бұл (соңғы 5 жылда 5 есе азайды) фототүрлену арқылы электр энергиясын өндіру мөлшерінің тұрақты төмендеуіне байланысты. Дегенмен бұл құны арнайы мемлекеттік саясатына автоматтандырылған, әлі күнге дейін қарқынды бірнеше елдерде енгізілген салыстырмалы түрде жоғары күн электр болып табылады. Осылайша, Германияда «100 мың фотоэлектрлі төбесі» бағдарламасы жүзеге асырылуда, Жапонияда және АҚШ-та мұндай шатырлардың 1 млн. Мұндай бағдарламалар тек жаңартылатын энергияны пайдалану арқылы таза энергияға көшу үшін ұзақ мерзімді жоспарлаудың жақсы мысалы болып табылады. Германияда, фотоэлектрлі ұяшықтар жиі олардың сыртқы түрін жақсарту өнеркәсіп кәсіпорындарының шатырларға тікелей орнатылады. Әрине, Жапония, АҚШ, Израильде күн электр энергиясын өндіруде елдің көшбасшылары -, Ресейге қарағанда әлдеқайда аудандарда күн белсенділігін орналасқан, бірақ әлі күнге дейін қолайсыз төменде аталған елден күн энергетикасы саласында біздің дерлік 100 еселік алшақтық жатыр. Ресейде, өсімдіктер осы түрінің үшін перспективалы бағыттары, ең алдымен, күн энергиясының жылдық ағыны жоғары оңтүстік аймақтар болып табылады.

13.4. Жел энергиясын пайдалану арқылы электр энергиясын өндіру

Жел электр станциясы - бұл басты элементі жылжымалы бөлігі – жұмыс доңғалағы болып табылады. Жел ағыны, жұмыс дөңгелегі

бір күш тигізетін жел энергиясы дөңгелектерін айналу энергиясы айналады, тікелей немесе беріліс қорабы арқылы болып табылатын білік (жылдамдығын арттыру үшін) электр генератор Ротор қосылған. Әлемде және Ресейде ең кең тараған үш желдетілген үшбұрышты дөңгелек, редуционды 2 және генератор, мұнара 3 және іргетас 4 (13.1-сурет) үш қабатты жел электр станциялары (ЖЭС) болып табылады. Синхронды және асинхронды жел турбиналарының генераторы ретінде, аз синхронды генераторларды синхрондалады. Жел турбинасының қуаты 10 кВт-ға дейін, орта (10-нан 100 кВт-ға дейін), үлкен (100-ден 1000 кВт), супер-үлкен (1000 кВт-тан жоғары). Жел турбиналарын пайдалану саласындағы көшбасшы - Германияда жел диірменінің жылдық қуаты 30% -ды құрайды, ал 2002 жылдың 1 қаңтарындағы жағдай бойынша барлық жел диірмендерінің белгіленген қуаты 8734 мВт құрайды, Ресейде 1999 жылы жел қондырғысының қуаты 4 МВт - 1000 рет болды. ел көшбасшысы. Сонымен бірге, Ресейдің жел энергетикасы әлеуеті өте үлкен және, сөзсіз, оны пайдалану керек.



13.5. Электр энергиясын тұтыну аумағының кеңеюі

XXI ғасырда. электр энергиясын тұтыну көлемі айтарлықтай кеңейтіліп, тұтыну құрылымы өзгереді. Электр энергиясын тұтыну құрылымын өзгерту және оның аудандарын көбейтудің кейбір үрдістерін қарастырайық.

Тұрмыстық энергия тұтыну. АҚШ-та және дамыған Еуропа елдерінің, ішкі электр энергиясын тұтыну үлесі туралы 1/3 қазіргі Ресей жалпы электр тұтыну кемінде 1 / с болып табылады. Электр энергиясын тұтыну құрылымы елдің климаттық сипаттамаларына әсер етеді. кондиционерлерді - біздің ел үшін оңтүстік АҚШ мемлекеттер үшін, электр жылытқыштар жаппай пайдаланумен сипатталады. сөзсіз ескірген және біздің электр энергиясын бүкіл құрылымы халықтың әл-ауқатын өсуі ірі өзгерістерге ұшырайды. Өте дамыған елдерде үй шаруашылығында пайдаланылатын тұрмыстық электр құрылғыларының саны 50-ге жетеді. базальды тобы техника қатар (теледидар, тоңазытқыш, кір жуатын машина, темір, шаңсорғыш, дыбыс жаңғыртатын аппаратура) электр жылу (кабинет пештер, тостерлер, микротолқынды пештер, т.б.) және

механикалық (азық-түлік процессорлар, тартқышты, шектегіш, және электрохимия арналған және т.б.), азық-түлік өңдеу, қосалқы тұрмыстық техника (пештер, ыдыс, еден ысқыштар, қалдықтарға арналған баспасөз және сол сияқты. D), электр микроклимат (соңында ионизаторы, увлажнители және кептіргіштер сақтау үшін, жанкүйерлер), және жеке гигиена техника (массаж, сауна, электр көрпелер, т.б.). Осы елдерде қолданылатын тұрмыстық техника ресейлік аналогтарға қарағанда әлдеқайда үнемді. Ол ішкі нарықтағы электр энергиясын өндіру шетелдік электр аспаптары, тұрмыстық өнімдердің болады ағыны тапшылығы жағдайында жақын арада Ресей өнеркәсіп осы құралдардың тиімділігін арттыру мәселесін шешуге емес.

Электр энергиясын электротехнологиялық мақсаттарда пайдалану.

Егер XX ғасыр болса. электр жабдықтарын үшін, негізінен XXI ғасырдағы электр ғасыр болды. үлкен дәрежеде электр ғасыры болады. Бұл негізінен экологиялық проблемалардың өсуіне байланысты. Олардың бірі - қоқысты қайта өңдеу - р. 13.2. Тағы бір проблема - ішімдікті, сарқынды суды және айналмалы суды залалсыздандыру. XXI ғасырдың ортасында. таза су, өйткені оның тапшылығын және жоғарыда аталған мәселе ең танымал бірі болмақ, өйткені стратегиялық өнім болып саналады. Сондықтан, әр түрлі электр технологиялық су дезинфекция орнату (және т.б. электр разряд, ультракүлгін,) сұраныс артады. Үшінші мәселе - биотехнологиялық процестерге араласу қажеттілігі электр барған өнімді залалсыздандыру үшін пайдаланылатын болады кезде, астық дезинфекция (олар арқылы өтетін арқылы, жоғары жиілікті токтардың) өнгіштігі уақытын бақылай және т.б. Тіпті одан да көп сұранысқа ие болады, барлық дәстүрлі бағыттары электр .. - электротермия, электр дәнекерлеу, өңдеу материалдардың электр әдістері кеңінен қолданылады.

Азаматтық, әскери және мемлекеттік қауіпсіздік саласындағы электротехника. Осы салаларда электротехника пайдалану дәстүрлі салаларда қосымша - электрмен жабдықтау танк және басқа да ұялы жер жабдықтар, сондай-ақ теңіз, сүңгуір қайықтар, ұшақтар, аэроғарыштық әскери техника, зымыран құрылысын бастап, командалық және байланыс орталықтары - заманауи әскерлерінің пайдаланылатын балуандар электр жүйесі бар. Басқару мен бақылау болғандықтан, қарсыласы (radioprospecting) мониторинг электроника пайдалануға негізделген, оның жүйесінің шығу ауыр зиян келтіретін. Сондықтан, қазіргі заманғы қару-жарақ әскерлер осы жүйелерді переносимая күшті электромагнитті серпін шығаратын құрылғыларды қабылданған. электр қондырғыларға қарсы қолданылатын Grafito-vue бомба электр тірі бөлшектер (т.б. фазалы электр желісі, трансформатор,) жабылуына әкеледі жоғары электр өткізгіштікті, бар графитті

пайдалану мүмкіндігін қамтамасыз етеді.

Полиция сондай-ақ көптеген электрлік разрядтар (біздің еліміздегі электро-соққылар, АҚШ-та маркерлер) арқылы өлімге әкеліп соқтырмайтын құрылғылармен жабдықталған. Бұл өлімге болмайтын қарудың жаңа түрі.

Электр қондырғылары азаматтық және мемлекеттік қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін жиі пайдаланылады - үйге рұқсатсыз кіруді анықтайтын құрылғылар, жарылғыш және есірткі заттарын табу үшін құрылғылар.

Жоғарғы технологиядағы электротехника.

Микроэлектротехника, ғарыштық электротехника, робототехника сияқты салаларда электротехниканы пайдалану кеңейтіледі; мегаполис және гигагерца дейін, сондай-ақ жаңа физикалық принциптері мен құбылыстарға жұмыс қондырғылар - кең қолданыста жоғары, және ультра жоғары жиіліктер (ВЧ, СВЧ, УВЧ) бойынша электр станциясын таба алады. Осы құбылыстардың бірі - кейбір материалдар айтарлықтай олардың қарсылық жоғалтады және, сондықтан, олардың шығындар бермейді, - 1911 жылы сверхпроводимость оны ашу $z.h.Sut$ өте төмен (минус $273^{\circ}C$ жақын абсолюттік нөлдік температура үшін) температурада, бұл электр қондырғыларында жұмыс істеу. Алайда, бұл материалдарды төмен температураға салқындату мәселесі үлкен материалдық және энергия шығындарын талап етеді. сверхпроводимости негізінде электротехника дамыту күрт ХХ ғасырдың екінші жартысында ашылған күшейтті. жоғары температуралы өткізгіштігінің құбылыстары (ЖӨЖК). Бұл құбылыс градус тек бірнеше ондаған нөлдік Цельсий төмен жоғары өткізгіштік сипатына ие мемлекет енеді материалдарды ашылуымен тығыз байланысты. Бұл іске асыру, ол сондай-ақ, «жылы» деп аталады, бұл түсінікті, жоғары өткізгіштік сипаты, әсіресе, күрделі тоңазытқышта талап етпейді. кейбір сараптамалық бағалаулар бойынша, кезеңде 2000 жылдан 2020 жылға дейінгі өткізгіштігі жоғары жабдықтар сату 100-ге жуық есе артады, ел мұнда көшбасшы - АҚШ болып табылады.

Көліктік электротехника. Көліктің электр жабдықтары: негізгі (поездар, вагондар, ұшақтар, кемелер); қала (метро, трамвайлар және троллейбустар); Өнеркәсіптік (транспорттерлер, арқандармен тоқылған және жүк монорилы, электрлі машиналар) тез арада жетілдірілуде, бұл көптеген тәсілдермен көлік құралдарының тиімділігі мен құнын да айқындайды. Бұл тұрғыда электрлік жабдықтардың бағасы соңғы бірнеше онжылдықта жалпы құны 5% - дан 50% -ға дейін өскен автомобильді білдіреді, ол ең алдымен автоматтандыру және интеллектуализация (борттық компьютер).

Көлік тұрғысынан ең қарқынды дамып келе жатқан және маңызды болып табылатын теміржол көлігі (Ресейде 80% жүк және 40% астам жолаушылар тасымалы Ресейде жүзеге асырылады). ХХІ ғасырдың алғашқы онжылдығы үшін. Ресейде теміржол арқылы жүк

тасымалдаудың деңгейін едәуір арттыру жоспарланып отыр, оның 80 пайызы электрлендірілген темір жолдарда орындалады. Одан да маңыздысы, бұл көлік жоғары жылдамдықты (160 км / сағ және одан да көп) магистралды жолдармен жолаушылар тасымалы үшін сатып алынады. 1,5 км дейінгі қашықтықта авиациялық көлікке қарағанда, ол жақсырақ болады. Қазіргі уақытта Ресейде мұндай мастер-класс жоқ. 1964 жылы Жапонияда жылдамдығы 500 км / с-тан жоғары жылдамдықты автожол салынды. Осындай электрлік пойыздар үшін электрлік жабдықты құру олардың экономикалық және қауіпсіз жұмысын қамтамасыз етеді, отандық электриктер үшін қызықты және өте маңызды міндет болып табылады.

13.6. Энергия үнемдеу мәселелері

Алдағы уақыттары орын алуы мүмкін энергия тапшылығы (13,1-сурет) өндірістің барлық кезеңдерінде аса сақтықпен пайдалану, беру, тұтыну түрлендіру үшін қажеттілігін анықтайды. Осы мақсатқа жету үшін 2020 жылға дейін аванстар үнемдеу және Ресей Федерациясының энергетикалық стратегиясының негізгі міндеттерінің бірі ретінде энергетикалық бірінші энергетикалық шығынның нақты сурет барлық білім талап етеді, сондықтан күрт құны бақылаудың қазіргі құралдарымен оны жарақтандыру, электротехника метрологиялық қамтамасыз ету рөлін арттыру және электр энергиясының сапасы. Электротехника саласында энергия үнемдеудің кейбір бағыттарын қарастырайық.

АТ желілері жағдайында, бұл ең алдымен сапаны қамтамасыз ету стандарттарына қатаң сәйкестік болып табылады электр қуаты. Кіріспе реактивті қуатты қарымталау үшін білдіреді және тоқтар мен кернеулер (т.б. синхронды конденсаторлар, белсенді сүзгілер, компенсаторлар тиристорлық реактивті қуатты,) жақсартылған гармоникалық мазмұны айтарлықтай осы желілердің тиімділігін арттыруға болады және олардың элементтерінің мерзімін ұзарту үшін. энергия үнемдеу маңызды бағыты тиімсіз, ескірген ауыстыру болып табылады, бірақ электр жабдықтарын және электр қондырғыларын жаппай бөлуге.

Осыған байланысты, үй жарықтандыру саласындағы - пайдаланылатын шамдар және люминесцентті шамдар көпшілігі шетелдік жеңіл шығу тұрғысынан аналогтары, беріктігін, энергия тұтыну түспейді. әрқашан қосымша шығындар энергия, ресурстармен байланысты және электр қондырғыларын өздері өмірін азайту болып жою оның осылайша апаттарды болдырмау, олардың техникалық жай-күйін жүктеме астында, сондай-ақ қазіргі заманғы төтенше бақылау бар электр жабдықтары тиімді диагностикалық жүйесін, байланысты тағы бір энергия үнемдеу жәрдемақы.

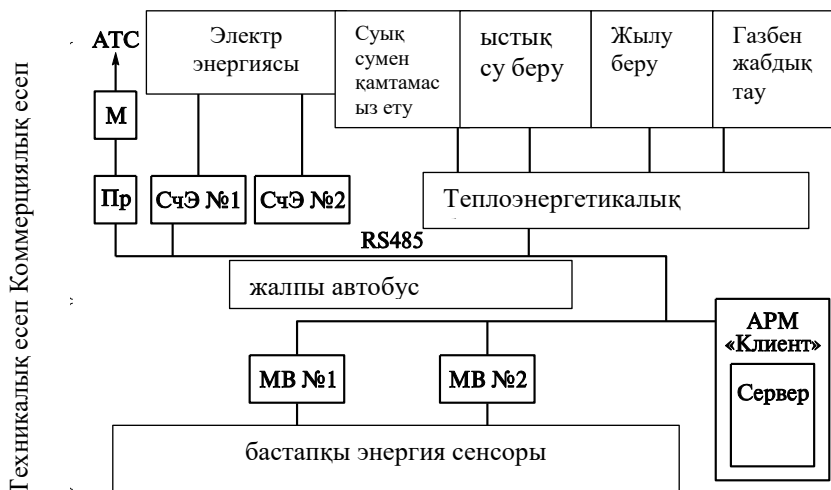
Арнайы емдеу орындарында электр энергиясының бірлігі құны аз болып табылатын электр энергиясын есепке алу және бақылау, өндірісті ұйымдастыру ұтымды әдістерін әзірлеу, берілген. Бірінші кезекте, бұл мәселелер көп тұтынылатын барлық электр энергиясының жартысынан астамы салаларын, әсер етеді. Қуатты және түсті металлургия, мұнай өңдеу, химия және басқа салалардағы кәсіпорындар энергияны тұтыну болып табылады.

Мұндай кәсіпорындарда мындаған ұжымдар жұмыс істейді, олар бірыңғай технологиялық тізбеге біріктірілген. Сондықтан бірінші кезекте өндірісті дұрыс ұйымдастыру, электр қуатын жоғалту орындары бар жерлерді анықтау және технологиялық процеске жедел түзету енгізу қажет. Осы мақсатта кәсіпорындарға электр энергиясын бақылау мен есепке алудың арнайы автоматтандырылған жүйелері (ЭБЕАЖ) енгізілуде. Саясаттың бірыңғай ережелері негізінде әзірленген АМС кәсіпорындары осы өндірістің ерекшелігін ескереді. ЭБЕАЖ рұқсат береді:

Үшфазалы микропроцессорлық есептегіштер арқылы электр энергиясының коммерциялық есебін жүргізу;
барлық кәсіпорындарда (ғимараттар, өндірістер, цехтар, учаскелер, жұмыс орындары және т.б.) автоматтандырылған техникалық есепке алу, энергия ресурстарын бақылау және басқаруды ұйымдастыру;

Нақты уақыт режимінде энергияны тұтыну процестерін бақылау және бақылау (кез-келген уақытта);

Күндізгі уақытты, апта күндерін, айларды, тоқсандарды, жылдардағы энергияны тұтыну талдауын жасаңыз.



13.2 –суретте тамақ өнеркәсібі ЭБЕАЖ жеңілдетілген блок-сызбасы.

Сызба келесі түрде жұмыс істейді. М модемі және конвертер интерфейсі арқылы телефон байланысының көмегімен барлық коммерциялық бухгалтерлік бірліктерден, мультиплексорлар - калькуляторлардан (MV) серверге (жүйенің негізгі компьютері) келеді.

Мультиплексорға арналған калькуляторлар бастапқы деректерді қабылдау құрылғысымен біріктіріледі, олардан параллель үздіксіз деректерді жинау жүзеге асырылады. Телефон байланыс арналары арқылы ақпарат серверге енеді, ол өңделеді, сақталады және сақталады. Кәсіпорынның әртүрлі қызметтері автоматтандырылған жұмыс станциясы (AWP) арқылы серверге қосылған. AWS көмегімен сіз компьютеріңізде жедел ақпарат ала аласыз және технологиялық процесте шамадан тыс түзету аласыз.

Электр энергиясымен қатар бұл жүйе басқа энергия ресурстарын (су, жылу, газ) есепке алады және бақылайды. Ресейде энергияны үнемдеуге ешқандай балама жоқ, өйткені Ресейдегі жалпы ішкі өнімнің (ЖІӨ) нақты энергетикалық құрамы Батыс Еуропаның дамыған елдеріне қарағанда бірнеше есе жоғары.

Бақылау сұрақтары

1. Ресейде электр энергиясын өндіру проблемалары және оларды шешу перспективалары қандай?
2. Жаңартылатын энергия көздері дегеніміз не және оларды Ресейде пайдалану перспективалары қандай?
21. XXI ғасырда электротехнологияның рөлін бағалау.
4. Электр техникасында энергия үнемдеу мәселесін қалай шешуге

болады?

Реферат тақырыптары

1. Ресейдің энергетикалық стратегиясы.
2. Жаңартылатын көздерді пайдалана отырып, Ресейде электр энергиясын өндіру перспективалары.
3. Ресейде энергияны тұтыну және оның құрылымын өзгерту.

ЭЛЕКТР ТОҒЫНЫҢ АДАМ АҒЗАСЫНА ӘСЕРІ ЖӘНЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИКА ҚАУІПСІЗДІГІНЕ ҚОЙЫЛАТЫН ТАЛАПТАР

Электр қондырғыларымен жұмыс істеу, кейде тіпті олардың жанында табу белгілі бір қауіп тудырады. Жағдайдың қолайсыздығымен бір адам электр тогының өтуіне жол ашады және энергияны қолдану объектісі бола алады. Бұл жағдайда оған жұмыс жүргізіледі, оның салдары ауыр болуы мүмкін.

Электр тогының адам денесімен өтуі жылу, электролиттік және биологиялық әсерлермен бірге жүреді.

Ағымның жылу әрекеті дененің жеке бөліктерінің күйіп қалуына, қан тамырларының, нервтердің, жүректің, мидың қызып кетуіне әкеледі, бұл олардың бұзылуына әкеледі.

Электр тогының электролиттік әрекеті органикалық сұйықтықтардың (қан, т.б.) ыдырауынан, олардың физика-химиялық құрамының бұзылуынан тұрады.

Тоқ ағымының биологиялық әсері адамның өмірлік маңызды функцияларының орындалуын қамтамасыз ететін биоэлектрлік процестердің бұзылуымен байланысты. Адам ағзасындағы тіндерде сыртқы және ішкі факторларға ерекше сезімталдығы бар арнайы жасушалар - рецепторлар бар. Олардың тітіркенуі жүйке жүйесінде орталық жүйке жүйесіне (яғни, ми мен жұлынға) жіберілетін жүйке импульсының пайда болуына әкеледі. Осылайша алынған хабарға жауап, орталық жүйке жүйесінің жұмыс органдарын қайтару үшін түрткі жібереді - бұлшық, бездері, қан тамырлары. Сондықтан біздің дене функциялары сыртқы электр тогы рецепторлардың шамадан тыс күшті қоздырушы агенті болып табылады және орталық жүйке жүйесі организмнің атқарушы органдарына бұйрық беру арқылы осы шамадан тыс қоздыруға жауап береді. Осының салдары қайғылы болуы мүмкін. Сонымен қатар, сыртқы ток ағзасындағы биоақытқа өзара әрекеттеседі, бұл адам ағзасындағы белгілі бір бұзылуларды тудырады.

Электр тоғымен зақымданудан болған өндірісте жазатайым оқиғалар қаншалықты жиі кездеседі және мұндай жағдайлардың қауіп қандай? Кәсіби жарақаттардың талдауы (статистика) осы сұрақтарға жауап береді.

Тұлғаларға электр тогының соғуына туындаған жарақаттар саны үлкен емес - жұмыс байланысты зақымдарды жалпы санының 1% кем.

Электр тоғымен зақымданудан туындаған өлім-жітім жұмыс кезінде өліммен аяқталатын жазатайым оқиғалардың жалпы санының 20 - 40% (электр энергетикасы саласында - 60%). Сонымен қатар, адамның электр тогынан зақымданудың 75 ... 80% салыстырмалы төмен кернеуде - 1000 В дейін болады. Осыған байланысты мамандар электротехникадағы қауіпсіздік талаптарына ерекше назар аударады. Бұл талаптар электротехниканың осы курсының білуіне негізделген «Электротехникадағы қауіпсіздік негіздері» арнайы пәнінің мазмұнын құрайды.

Электротехника зертханалық жұмысты бастап, қабылданатын қауіпсіздік шараларын қарастырайық, және электр Барлық заттар, әдетте, екі топқа олардың электр қасиеттері бойынша жіктеледі 1000 В дейін электр қондырғыларын жөндеу немесе орнату проблема бар, кез келген ересек адамға қажетті білім табылатын - өткізгіштер және диэлектриктер. Өткізгіштер (металдар, қышқылдар шешімдер, сілтілер, барлық пәндерді ылғалды) кернеу жауап электр тогы жүргізу мүмкіндігі бар. Дирижер ретінде адам денесі қарастырылуы мүмкін. Изоляторларының (фарфор, шыны, резеңке, кейбір пластмасса, кейбір майлары, құрғақ ағаш) Бұл сипат дерлік ие емес. Идеал диэлектриктер жоқ, олар барлық, кем дегенде аздап электр жүргізуде. ол өзінің қасиеттерін жоғалтады тудырады, деп аталатын «тесіп» Диэлектрик - оларға қолданылатын кернеу өте үлкен болса, материалдың құрылымын жою болады.

Осы электр қондырғылары, сондай-ақ олардың қорғаныш жерлендіру бірге жұмыс істегенде дейін 1000 В электр қондырғыларын қауіпсіз жұмыс істеуін қамтамасыз ету үшін аса маңызды іс-шаралардың бірі, жеке қорғану құралдары (ЖҚК) пайдалану болып табылады.

Жеке қорғану құралдары адамды электр қондырғыларының металл бөліктерінен, сондай-ақ жерінен оқшауландырады. Негізгі ЖҚК: диэлектрлік қолғаптар және арнайы құрастырушы құралдар (тегістеуіштер, кілттер, бұрағыштар), олардың тұтқалары оқшаулағыш материалмен жабылған. Негізгі электроқұрылғыларда электр қондырғыларымен жұмыс істегенде олардың ағымдық бөліктеріне қол тигізуге мүмкіндік беретін оқшаулау бар. Негізгі құралдардың қорғаныш (оқшауланған) әсерін күшейтетін қосымша құралдар диэлектрик (резеңке) боттар мен кілемшелерді қамтиды.

Қорғану мақсатында жерге тұйықталу - электрлік құрылғылардың металл өткізбейтін бөліктеріне, ең алдымен олардың корпусына қасақана электрлік қосылыс. Энергетикалық құрылғылардың (қозғалтқыштар, генераторлар, трансформаторлар), сондай-ақ құрылғылардың (вольтметрлер, осциллографтар және т.б.) жағдайы әдетте бұл құрылғыны қоршаған орта әсерінен қорғау үшін металдан жасалған. Металл өткізгіш болғандықтан, корпусы құрылғыны пайдалану барысында электр тогының жанында тұрған адамдар үшін қауіпті болып табылатын, ағымдық тасымалдағыш элементтеріне қосылып, қуатталуы мүмкін. Сондықтан жерге тұйықтау өткізгіштері арқылы электр құрылғыларының корпусы жерге тұйықтағышқа (жермен тікелей байланыстағы өткізгіштің) қосылады және осылайша құрылғының корпусы бойынша жерге қатысты кернеудің қауіпті ұлғаю мүмкіндігін болдырмайды.

Егер электр қондырғысында арнайы бейтарап түтікшелі нүкте болса, онда бұл электр қондырғысына кіретін электротехникалық құрылғыларды жерге ауыстырудың орнына, нөлге тең деп аталады. Корпусы қалпына келтірілгенде, электрлік құрылғылар арнайы бейтарап қорғаныс өткізгішке қосылады, бұл өз кезегінде бұл бейтарап нүктеге қосылады.

Электр қондырғыларын техникалық орындау, оларды монтаждау және пайдалану электр қондырғыларының ережелеріне сәйкес жүзеге асырылады және электр қондырғыларымен жұмыс істеудің барлық түрлері қауіпсіздік талаптарымен қатаң реттеледі. Осы талаптарды қатаң сақтау - бұл электротехникадағы қауіпсіздіктің қажетті шарты болып табылады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Данилов И. А. Электроника негіздеріндегі жалпы электротехника: Электротехникалық емес арнайы техникумдардың студенттері үшін. — 2-ші басылым. — М.: Жоғарғы мектеп., 1989.
2. Электротехника бойынша есептер жинағы: Оқу құралы / П. Н. Новиков, В.Я. Кауфман, О. В.Толчеев и др. — М.: ИРПО; «Академия» баспа орталығы, 1998.
3. Касаткин А. С. Электротехника негіздері: КТУ арналған оқу құралы. — 3-ші басылым. — М.: Жоғарғы мектеп, 1986.
4. Китаев В.Е. Өнеркәсіптік электроника негіздеріндегі электротехника: КТУ арналған оқу құралы. — 2-ші басылым. — М.: Жоғарғы мектеп, 1985.
5. Ломоносов В.Ю., Поливанов К.М., Михайлов О.П. Электротехника. — М.: Энергоатомбасылым, 1990.
6. Заманауи энергетика негіздері: энергетикалық компаниялардың менеджерлеріне арналған лекция курсы: В 2 ч. / Е. В. Аметистовтің редакциялығымен. — М.: МЭИ баспасы, 2004.
7. Электротехника және электроника: КТУ арналған оқу құралы / М. К. Бечева, И.Д. Златенов, П. Н. Новиков, Е.В.Шапкин. — М.: Жоғарғы мектеп., 1991.
8. Электротехника: КТУ арналған оқу құралы / А.Я. Шихин, Н. М.Белюсова, Ю.Х.Пухляков және т.б. — М.: Жоғарғы мектеп 1989.
9. Электротехника және электрика негіздері: ЖОО арналған оқулық/ О. Л.Глудкин, Б. П. Соколовтың редакциялығымен — М.: Жоғарғы мектеп., 1993.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Кіріспе	3
---------------	---

I БӨЛІМ . ЭЛЕКТРЛІ ЖӘНЕ МАГНИТТІ ТІЗБЕКТЕР

1 тарау. Тұрақты тоқтың магнитті тізбектері	7
Электр тізбегі, электр тогы, кернеу, электр қозғалтқыш күші туралы түсінік	7
1.1. Электр тізбектерінің элементтері, тізбектері және олардың жіктелуі	9
1.2. Тұрақты ток тізбегінің элементтері. Ом және Кирхгоф заңдары. Тізбекті есептеу мәселесі 13	
Кешенді үздіксіз ток тізбектерін есепке алуда тізбектерді қайта құру. Баламалы генератор әдісі.	17
1.3. Тораптық кернеу әдістері	19
1.4. Контурлық ток әдісі	21
1.5. Салу қағидасы	22
1.6. Тұрақты ток тізбектеріндегі энергетикалық қатынастар	24
1.7. Тұрақты тоқтың желілік емес тізбектері	24
2 тарау. Магнитті тізбектер	27
2.1. Магнит өрісі: негізгі түсінік және шамалары	27
2.2. Заттардың магниттік қасиеттері	29
2.3. Магнитті материалдардың сипаттамалары	30
2.4. Магнит тізбектерінің жіктелуі, элементтері және сипаттамалары	31
2.5. Магнит тізбегінің негізгі заңдары. Қарапайым магнитті тізбектерді есептеу 32	
3 тарау. Электромагниттік индукция	36
3.1. Электромагниттік индукция заңы	36
3.2. Контурдағы ЭДС индукциясы. Ленц заңы	36
3.3. Өзіндік индукция ЭДС және катушканың индуктивтілігі	
3.4. Өзара индукция ЭДС. Құйынды тоқтар	38
4 тарау. Айнымалы тоқтың электр тізбектері	40
4.1. Негізгі түсінік және сипаттамалары	40
4.2. Синусоидалы функцияларды векторлар және күрделі сандар арқылы ұсыну 42	

4.3. Айнымалы тоқтың идеал элементтері. Нақты элементтерді алмастыру сызбалары.	45
4.4. RL-тізбектегі синусоидалды ток.....	47
4.5. RC-тізбектегі синусоидалды ток	49
4.6. Синусоидалы ток тізбегіндегі процестерді талдау	
R, L, C элементтерін сериялы қосу	49
4.7. Синусоидалы ток тізбектерін есептеудің кешенді әдісі	51
Кешендегі қарсылық және өткізгіштігі	
айнымалы тоқтың кешенді кедергісі	52
4.8. Синусоидалы ток тізбектеріндегі қуат	53
4.9. Кешенді қуат теңгерімдері.....	54
4.10. Электр тізбектеріндегі кернеу және ток резонанстары	54
4.11. Индуктивті байланысты элементтері бар тізбектер	57
4.12. Үшфазалы электр тізбектері	59
Симметрияның қуат факторын арттыру әдістері	
үш фазалық қабылдағыштар	66
4.13. Үш фазалы	
тізбектермен жұмыс кезіндегі қауіпсіздік техникасы	67

РАЗДЕЛ II. ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА

5 тарау. Электрөлшеу құралдары және электр өлшемдері	71
5.1. Электротехникалық құралдар туралы жалпы мәліметтер	71
5.2. Электр өлшемдерінің түрлері мен ерекшеліктері	71
5.3. Өлшеудегі ауытқулар	72
5.4. Электр өлшеу құралдарының негізгі сипаттамалары	
.....	73
5.5. Электрөлшеу құралдарының жіктелуі	74
5.6. Электромеханикалық өлшеу құралдары	76
5.7. Баламалы электронды құралдар	82
5.8. Сандық электронды құралдар	83
5.9. Ток және кернеуді өлшеу	87
5.10. Электр қуаты және энергияны өлшеу	90
5.11. Кедергі, индуктивтілік және сыйымдылықты өлшеу	91
5.12. Электр емес шамаларды өлшеу	93
6 тарау. Трансформаторлар	97
6.1. Типтері, мақсаты, құрылысы және әрекет қағидасы.....	97
6.2. Жүктелмеген трансформатор жұмысына талдау	100
6.3. Трансформатор орамасын келтіру.....	100
6.4. Жүктелген трансформатор жұмысына талдау	101
6.5. Трансформаторды алмастыру сызбасы	102
6.6. Жалаң жүріс және қысқаша тұйықталу тәжірибелері	103
6.7. Трансформатордың пайдалы әрекет коэффициенті	105
6.8. Трансформатордың сыртқы сипаттамасы.....	106
6.9. Үшфазалы трансформаторлар.....	107

6.10. Трансформатордың параллель жұмысы.....	108
6.11. Автотрансформаторлар	109
6.12. Өлшемдік трансформаторлар	110
7 тарау. Электр машиналар	112
7.1. Мақсаты және жіктелуі	112
7.2. Электр машиналардың құрылысы және қайтарымдылық қасиеттері	112
7.3. Тұрақты тоқ генераторлары	113
7.4. Тұрақты тоқ қозғалтқыштары	121
7.5. Асинхронды машиналар	125
7.6. Синхронды машиналар	137
7.7. Бірфазалы қозғалтқыштар және шағын қуат қозғалтқыштары	145
8 тарау, Электронды құралдар мен құрылғылар	150
8.1. Жалпы мәліметтер	150
8.2. Жартылай өткізгіштер: негізгі түсінік, электрөткізгіштік типтері	151
8.3. Жартылай өткізгіш диодтар	152
8.4. Биполярлы транзисторлар	156
8.5. Дала транзисторлары	159
8.6. Тиристорлар	161
8.7. Жартылай өткізгіш құралдар интегралды микросызбалардың элементі ретінде	164
8.8. Индикаторлық құралдар	166
8.9. Фотоэлектр құралдары.Оптоэлектронды құралдар туралы түсінік	170
8.10. Түзеткіштер	173
8.11. Тұрақты кернеу тұрақтандырғыштары	177
8.12. Инверторлар	178
8.13. Электронды күшейткіштер	180
8.14. Операциялық күшейткіштер	185
8.15. Электронды генераторлар	187
8.16. Мульти vibratorлар	189
8.17. Логикалық элементтер	190
8.18. Үлкен интегралды микросызбалар және микропроцессорлар	194
9 тарау. Электрлі және электронды аппараттар	197
9.1. Электрлі аппараттардың атауы және жіктелуі	197
9.2. Электрлі аппараттардың негізгі элементтері және жұмыс ерекшеліктері	197
9.3.Таратушы құрылғылар мен беруші желілердің коммутациялық аппараттары 200	
9.4.Әр түрлі электротехникалық құрылғылардың жұмыс режимін басқару аппараттары 202	
9.5. Реле	208
9.6. Электр сызбаларындағы шартты белгілер	211

III ТАРАУ. ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСЫН ӨНДІРУ; ТАРАТУ ЖӘНЕ ТҰТЫНУ

10 тарау. Электр стансалары, желілер және электрмен қамту	214
10.1. Электроэнергетикалық жүйелер	214
10.2. Электр стансалары	216
10.3. Электр желілері, электр энергиясын тарату	219
10.4. Өнеркәсіптік кәсіпорындар мен елді мекендерді электрмен қамту	223
10.5. Кіші стансалар және тарату құрылғылары	226
11 тарау. Электр жетегі.....	229
11.1. Электр жетегі туралы түсінік	229
11.2. Электр қозғалтқышты қыздыру және салқындату	230
11.3. Электр жетегі қозғалтқышының қуатын таңдау	231
11.4. Электр қозғалтқыштарын басқару сызбалары	233
12 тарау. Электр жарықтандыру және жарық көздері.....	241
12.1. Жарық көздерінің электрлік және жарықтық сипаттамалары ж	241
12.2. Жұмыс жазықтығын жарықтандыруға қойылатын талаптар	241
12.3. Жарық көздерінің түрлері	242
12.4. газ разрядты шамдарды пайдаланудың кейбір ерекшеліктері	247
13 тарау. Электротехниканы дамытудың болашағы	249
13.1. Электр энергиясын өндіру мәселелері және перспективалары	249
13.2. Жаңартылатын жарық көздерін пайдалана отырып электр энергиясын өндіру. Мұндай өндірістің көлемі, оның артықшылықтары мен перспективалары	250
13.3. Күн энергиясын пайдалана отырып электр энергиясын өндіру	252
13.4. Жел энергиясын пайдалана отырып электр энергиясын өндіру	252
13.5. Электр энергиясын тұтыну аумағының кенеюі	253
13.6. Энергоүнемдеу мәселелері	256
Қосымша	260
Әдебиеттер тізімі	263

Оқу құралы

**Бутырин Павел Анфимович,
Толчеев Олег Владимирович,
Шакирзянов Феликс Нигматзянович**

Электротехника

П.А.Бутыриннің редакциялығымен

Оқулық

11-ші басылым, стереотипті

Редактор *Ю.А. Милютин*

Техникалық редактор *Н. И. Горбачева*

Компьютерлік теру: *Г.Ю.Никитина*

Корректорлар *И.Н.Волкова, Н.Л.Котелина*

Басп. № 111108386. Мөрге қол қойылды 20.03.2015. Формат ы60 x 90/16.
«Таймс» гарнитурасы. Офсеттік баспа. Офс. қағаз. № 1. Баспа тал. 17,0.
Тираж ф2 000 дана. Тапсырыс №

«Академия» баспа орталығы» ЖШК, www.academia-moscow.ru 129085,
Мәскеу, Бейбітшілік даңғылы, 101В, 1 бет.
Тел./факс: (495) 648-0507, 616-00-29.

Санитарлық-эпидемиологиялық қорытынды № РОСС RU. АЕ51. Н 16591

29.04.2014. Баспаның электронды тасымалдаушыларында басылып шығарылды.
«Тверь полиграфиялық комбнаты» ААК, 170024, Тверь қ., Ленин даңғылы, 5.
Телефон: (4822) 44-52-03, 44-50-34. Телефон/факс: (4822) 44-42-15.
Home page — www.tverpk.ru Электронны пошта (E-mail) — sales@tverpk.ru