

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ МИНИСТРЛІГІ



**Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан
аграрлық-техникалық университеті**

**А.А. Булатов
А.П. Вичкуткина**

РЕЛЕЛІК ҚОРҒАНЫС ЖӘНЕ АВТОМАТИКА

Оқу құралы

**Орал
2023**

ӘОЖ 621.31(075)
КБЖ 31.27-05 Я73
Б90

Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университетінің Оқу-әдістемелік кеңесімен басылымға ұсынылған
(29.05.2023 ж. №10 хаттама)

Сын-пікір берушілер: **Джапарова Д.А.**, техн. ғыл. канд., аға оқытушы,
Жәңгір хан атындағы БҚАТУ
Омаров А.Н., БҚИТУ «Көлік және
технологиялар» кафедрасының меңгерушісі,
т.ғ.к., Ph.D

Булатов А.А.
Б90 Релелік қорғаныс және автоматика: оқу құралы / А.А., Булатов,
А.П. Вичкуткина – Орал: Жәңгір хан атындағы БҚАТУ, 2023. –
155 б.

ISBN 978-601-319-246-8

«Релелік қорғаныс және автоматика» оқу құралында релелік қорғаныс аппараттары мен автоматтандырудың жалпы сұрақтары, қорғаныс релелердің классификациясы, жұмысы, электрлік схемалары, электр қозғалтқыштарын қорғау және автоматика, автоматты резервті, қайта қосу, трансформаторларды қорғау, генераторлардың қорғанысы мен автоматикасы, өлшеу трансформаторлары, қорғаныс және автоматика релесі секілді бірнеше бөлімдерден тұрады, дәріс пен теорияны меңгеруге арналған материалдар толық қамтылған.

Оқу құралы 6В07101 – «Электрмен жабдықтау» білім беру бағдарламасының білім алушыларына арналған.

ӘОЖ 621.31(075)
КБЖ 31.27.05-Я73

ISBN 978-601-319-246-8

© Булатов А.А., Вичкуткина А.П., 2023
© «Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті»ЖеАҚ, 2023

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ.....	7
1. РЕЛЕЛІК ҚОРҒАНЫС ЖӘНЕ АВТОМАТТАНДЫРУДЫҢ ЖАЛПЫ СҰРАҚТАРЫ.....	9
1.1 Электрмен жабдықтау жүйелерінің релелік қорғанысы және автоматикасының даму тарихы туралы қысқаша мәліметтер.....	9
1.2 Объектілер ерекшелігі және электрмен жабдықтау шарттары.....	10
1.3 Релелік қорғаныстың тағайындалуы.....	11
1.4 Электрмен жабдықтау жүйелеріндегі автоматика функциялары.....	13
1.5 Электрмен жабдықтау жүйелерінің зақымдану және қалыпты емес жұмыс режимдерінің түрлері.....	14
1.6 Релелік қорғанысқа қойылатын талаптар.....	17
1.7 Салыстырмалы талғаулықты қорғаныс.....	19
1.8 Абсолютті талғаулықты қорғаныс.....	20
1.9 Релелік қорғаныстың принциптері мен құрылымдық схемасы.....	21
1.9.1 Жедел ток көздері.....	22
1.9.2 Тұрақты жедел токтың қуат көздері.....	22
1.9.3 Айнымалы жедел токтың қуат көздері.....	23
1.10 Бағдарламалық қорғаудың құрылымдық схемасы.....	25
1.11 Релелік қорғаныс сұлбаларының шартты белгілері және элементтердің белгіленуі.....	26
2. ӨЛШЕУ ТРАНСФОРМАТОРЛАРЫ.....	28
2.1 Өлшеу трансформаторларының тағайындалуы.....	28
2.2 Кернеу трансформаторы.....	29
2.3 Кернеу трансформаторларын қосу схемалары.....	31
2.4 Кернеу трансформаторларының қателігі.....	33
2.5 Ток трансформаторлары.....	33
2.6 Ток трансформаторларының қателігі.....	34
2.7 Ток трансформаторларын қосу схемалары.....	36
2.8 Кабельді ток трансформаторлары.....	43
3. ҚОРҒАНЫС ЖӘНЕ АВТОМАТИКА РЕЛЕСІ.....	45
3.1 Реленің жіктелуі.....	45
3.2 Электромагниттік реленің әрекет еті принципі.....	46
3.3 Электромагниттік реленің айнымалы токтағы жұмысы.....	48
3.4 Индукциялық реленің жұмыс істеу принципі.....	48
3.5 Поляризацияланған реле.....	50
3.6 Аралық реле.....	51
3.7 Жартылай өткізгішті реле.....	53
4. ТОҚТЫҚ ҚОРҒАНЫС.....	55
4.1 Тоқтық қорғаныстың параметрлері.....	55
4.2 Тоқтық қорғаныстың негізгі органдары.....	56
4.3 Тоқтық қорғаныстың бірінші сатысы.....	56

4.4 Екі жақтан қоректенетін уақыт ұстанымынсыз тоқтық кесу.....	58
4.5 Тоқтық қорғаныстың екінші сатысы.....	60
4.6 Тоқтық қорғаныстың үшінші сатысы.....	61
4.7 Ең төменгі кернеуді бұғаттайтын максималды ток қорғанысы.....	64
4.8 Селективтілік картасы.....	66
5. ТОК ҚОРҒАНЫСЫНЫҢ СХЕМАЛАРЫ.....	67
5.1 Жалпы сұрақтар.....	67
5.2 Тұрақты жедел тоқтағы максималды ток қорғанысы.....	68
5.3 Айнымалы жедел ток кезіндегі максималды ток қорғанысы.....	69
5.4 Ток қорғанысын жалпы бағалау.....	71
6. ТОҚТЫҚ БАҒЫТТАЛҒАН ҚОРҒАНЫС.....	72
6.1 Әрекет принципі, негізгі органдар.....	72
6.2 Параметрлерді таңдау.....	73
6.3 Ток бағытталған қорғаныс схемалары.....	75
6.3.1 Айнымалы оперативтік тоқтағы тоқтық бағытталған қорғаныс схемасы.....	75
6.3.2 Тұрақты оперативтік тоқтағы тоқтық бағытталған қорғаныс схемасы.....	76
6.3.3 Үшінші сатының іске қосылу параметрлерін автоматты түрде қайта құрумен екі сатылы бағытталған қорғаныс схемасы.....	76
6.4 Тоқтық бағытталған қорғанысты жалпы бағалау.....	78
6.5 Тоқтық қорғаныстың схематехникасы.....	78
6.6 Жерге тұйықталған бейтарабы бар желілерде нөлдік тізбекті тоқтық және тоқтық бағытталған қорғаныс.....	79
6.6.1 Нөлдік тізбекті ток қорғанысының бірінші сатысы.....	80
6.6.2 Нөлдік тізбекті ток қорғанысының екінші сатысы.....	81
6.6.3 Нөлдік тізбекті ток қорғанысының үшінші сатысы.....	81
6.6.4 Нөлдік тізбектегі ток қорғанысының схематехникасы.....	81
6.7 Оқшауланған бейтарап желілерде нөлдік тізбекті тоқтық және тоқтық бағытталған қорғаныс.....	82
7. ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫ ТОК ҚОРҒАНЫСЫ.....	87
7.1 Бойлық дифференциалды ток қорғанысы.....	88
7.2 Параметрлерді таңдау.....	90
7.3 Көлденең дифференциалды ток қорғанысы.....	90
7.4 Дифференциалдық қорғаныс схемалары.....	92
7.5 Қорғанысты жалпы бағалау.....	93
8 ҚАШЫҚТЫҚТАН ҚОРҒАУ.....	94
8.1 Тағайындалуы және жұмыс принципі.....	95
8.2 Қашықтықтан қорғау тағайыншамаларын есептеу.....	96
8.3 Қашықтықтан қорғау схемалары.....	98
8.3.1 Қашықтықтан бағытталған үш сатылы қорғаудың функционалды схемасы.....	98
8.3.2 Тоқтық кесуі бар қашықтықтан қорғау.....	100

8.4 Қашықтықтан қорғаудың жалпы бағасы.....	101
9 ГЕНЕРАТОРЛАРДЫҢ ҚОРҒАНЫСЫ ЖӘНЕ АВТОМАТИКА...	102
9.1 Зақымдану түрлері.....	102
9.2 Қалыпты емес жұмыс режимдері.....	103
9.3 1 кВ жоғары статор орамасындағы көпфазалы қысқа тұйықталудан қорғау.....	104
9.4 Кернеу бойынша бұғаттауы бар максималды ток қорғанысы.....	106
9.5 Жерге қысқа тұйықталудан қорғау.....	107
9.6 Кернеуі 1 кВ дейінгі генераторларды қорғау.....	109
10 ТРАНСФОРМАТОРЛАРДЫ ҚОРҒАУ.....	110
10.1 Трансформаторлардың зақымдану түрлері және қалыпты емес жұмыс режимдері.....	111
10.2 Газдық қорғаныс.....	113
10.3 Дифференциалды кесу.....	117
10.4 Қаныққан ток трансформаторларымен дифференциалды ток қорғанысы.....	114
10.5 Токтық кесу.....	117
10.6 Асқын жүктемеден қорғаныс.....	117
11 ЭЛЕКТР ҚОЗҒАЛТҚЫШТАРЫН ҚОРҒАУ ЖӘНЕ АВТОМАТИКА.....	118
11.1 Электр қозғалтқыштарының зақымдануы.....	118
11.2 Қалыпты емес жұмыс режимдері.....	119
11.3 Көп фазалы қысқа тұйықталудан қорғау.....	120
11.4 Бойлық дифференциалды қорғаныс.....	122
11.5 Асқық жүктемеден қорғау.....	122
11.6 Жерге тұйықталудан қорғау.....	122
11.7 Минималды кернеуді қорғау.....	123
11.8 Тұрақты жедел токтағы ең аз кернеуді қорғау схемалары.....	124
11.9 Синхронды электр қозғалтқыштарын қорғау.....	125
11.10 Шиналарды қорғау.....	126
11.10.1 Дифференциалды қорғаныс.....	127
11.10.2 Шиналардың екі жұмыс жүйесі бар қосалқы станция үшін дифференциалды ток қорғанысы.....	130
12 АВТОМАТТЫ РЕЗЕРВТІК ҚОСУ.....	132
12.1 РАҚ құрылғыларына қойылатын талаптар.....	132
12.2 Іске қосу органдары және УАВР параметрлерін таңдау.....	133
12.3 Резервті автоматты қосу құрылғыларының схемалары.....	136
12.3.1 Айнымалы жедел токтағы РАҚ құрылғылары.....	136
12.3.2 Тұрақты жедел токтағы УАВР.....	137
13 АВТОМАТТЫ ҚАЙТА ҚОСУ	139
13.1 АҚҚ құрылғыларының тағайындалуы.....	139
13.2 УАПВ қойылатын талаптар.....	140
13.3 Автоматты қайта қосу құрылғыларының схемалары.....	140

13.3.1 Айнымалы жедел тоқтағы құрылғылар.....	140
13.3.2 Түзетілген жедел тоқтағы УАПВ.....	142
13.4 Екі жақты қуат көзі бар үш фазалы автоматты қайта қосу құрылғылары.....	143
13.5 Синхронизмді ұстаумен автоматты қайта қосу құрылғысы.....	144
14 КЕРНЕУДІ АВТОМАТТЫ РЕТТЕУ.....	146
14.1 Тағайындалуы, жалпы сұрақтар.....	146
14.2 Қозуды автоматты реттеу құрылғылары (УАРВ).....	146
14.3 Тұрақты ток генераторы бар электр машиналық қоздыру жүйесі.....	147
14.4 Диодты-электромашиналық қоздыру жүйесі.....	148
14.5 Тиристорлық қоздыру жүйесі.....	149
15 АВТОМАТТЫ ЖИІЛІКТІ ТҮСІРУ (АЧР).....	150
15.1 АЧР құрылғыларына қойылатын талаптар.....	150
15.2 УАЧР параметрлерін таңдау.....	151
15.3 УАЧР және жиілікті автоматты қайта қосу схемасы.....	152
ҚОРЫТЫНДЫ	153
ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ.....	154

КІРІСПЕ

Тұтынушыларды энергиямен жабдықтау сенімділігін электрмен жабдықтау жүйесінің элементтерін автоматты басқарусыз және оларды апаттық және қалыпты емес режимдерден қорғаусыз қамтамасыз ету мүмкін емес.

Электрмен жабдықтау жүйелері-бұл барлық элементтері бірыңғай өндірістік процеске қатысатын күрделі өндірістік объектілер жиынтығы. Бұл процестің негізгі айрықша ерекшеліктері: құбылыстардың жылдам өтуі және апаттық сипаттағы зақымдануларды болдырмау мүмкін еместігі.

Сондықтан электр жабдықтау жүйелерінің сенімді және үнемді жұмыс істеуі оларды автоматты басқару кезінде ғана мүмкін болады. Бұл мақсатта автоматты құрылғылар кешені пайдаланылады, олардың арасында релелік қорғаныс және автоматика құрылғылары бірінші кезекте қолданылады.

Электр энергиясын тұтынудың өсуі және электрмен жабдықтау жүйелерінің күрделенуі осы құрылғыларды үнемі жетілдіруді талап етеді. Бүгінде бұл процесс микропроцессорлық және цифрлық техниканы кеңінен пайдалану жолымен жүріп жатыр. Микропроцессорлық кешендер базасында электр станциялары мен қосалқы станцияларды басқарудың интеграцияланған жүйелері әзірленеді, мұнда релелік қорғаныстың, автоматика мен жедел басқарудың барлық функциялары біріктірілген, апатқа дейінгі және апаттық режимдерде релелік қорғаныстың әрекет ету параметрлерін тіркеу және оларды қашықтықта беру қарастырылады.

Сонымен қатар қарапайым қорғаныс және автоматика құралдары да кеңінен қолданылады: сақтандырғыштар, автоматтар, магнитті іске қосқыштар, электр жылу элементтері. Электромеханикалық реле негізінде жасалған қарапайым ток қорғанысы, автоматты қайта қосу құрылғылары (АҚК), резервтік қоректендіруді автоматты қосу сенімді жұмыс істейді.

Кез келген электр энергетикалық жүйені жобалау және пайдалану кезінде онда зақымданулар мен қалыпты жұмыс режимдерінің пайда болу мүмкіндігімен санауға тура келеді. Олардағы зақымданудың ең көп таралғаны және ең қауіпті түрлері қысқа тұйықталу (ҚТ) болып табылады.

Қысқа тұйықталу оқшаулаудың тесілуі немесе қабықшасының бұзылуы, персоналдың қате әрекеттері және басқа себептерге байланысты туындайды. ҚТ-ның аса қауіпті салдарлары апаттың өсуі іргелес учаскелердегі жабдықтардың бұзылуына әкеліп соқтырған кезде орын алады.

Көптеген жағдайларда апаттардың өсуі релелік қорғаныс және автоматика құрылғыларының көмегімен электр қондырғысының немесе желінің зақымдалған учаскесін тез ажыратумен тоқтатылуы мүмкін.

Релелік қорғаныс атауы бірқатар елдерде апатқа қарсы автоматиканың қарастырылып отырған түрі, реле деп аталатын,

электромеханикалық аппараттар арқылы жүзеге асырыла бастауына байланысты пайда болды. Кейін бұл термин заңдастырылды.

Жоғарыда аталған оқу құралы, білім алушылардың теориялық сұрақтарды меңгеріп, релелік қорғаныс және автоматиканың әртүрлі құрылғыларының схемаларын оқу және жинауды үйрену, олардың әрекет ету принципін түсіну, іске қосылу және талғаулықты жұмыс параметрлерін анықтауына мүмкіндік береді.

Жалпы өндірісте электр энергетикасын автоматтандыру адамның қатысуын азайтуға немесе технологиялық процесте орындалатын операциялардың күрделілігін төмендетуге арналған техникалық және бағдарламалық құралдар кешенін білдіреді. Автоматтандырудың негізгі мақсаты еңбек өнімділігін арттыруға және қауіпті операцияларға адамның қатысуын азайтуға мүмкіндік беретін өндірістік процестерді оңтайландыру болып табылады. Автоматтандыру жүйелерінің құрамына аналогтық шамаларды өлшеу датчиктері, дискретті сигналдарды енгізу/шығару және басқару әсерлерін беру құрылғылары, ақпаратты жинау және өңдеу құралдары – серверлер, адам-машина интерфейстері – басқару панельдері және автоматтандырылған жұмыс орындары (АЖО), сондай-ақ энергия деңгейінің де, объект аралық алмасудың да деректер беру желілері кіреді. Өзін-өзі реттейтін бағдарламалық-техникалық кешендерді (БТК) қолдану және оларды жетілдіру, сайып келгенде, адамның қатысуынсыз жұмыс істейтін толық автоматты жүйелерді құруға әкеледі.

Электр энергетикалық жүйелерді релелік қорғау және автоматтандыру-бұл қалыпты және авариялық режимдерде ЭЭ өндірісін, берілуін және таралуын басқаруға арналған энергия объектілері мен электр желілік кешендерді жеке құрылғылармен және жүйелермен жабдықтау.

Электр энергетикалық жүйелерді (ЭЭЖ) автоматтандырудың негізгі міндеттеріне мыналар жатады:

- жеке объектінің және жалпы желінің қалыпты режимдік параметрлерін қолдау;
- электр энергиясын өндіру және беру шығындарын азайту – ПЭК арттыру;
- ең жоғары жылдамдықпен авариялық және қалыптан тыс жұмыс режимдерін жою есебінен ЭЭС тұрақтылығын арттыру;
- апатты жағдайда жұмыс істеудің қалыптан тыс режимдерінің дамуын болдырмау және жабдықты уақтылы жөндеу арқылы апаттылықты азайту.

Аталған міндеттерді тиімді кешенді шешу үздіксіз қоректендіруді қамтамасыз етуге және түпкілікті тұтынушыда электр энергиясының сапасын арттыруға арналған.

1. РЕЛЕЛІК ҚОРҒАНЫС ЖӘНЕ АВТОМАТТАНДЫРУДЫҢ ЖАЛПЫ СҰРАҚТАРЫ

Жұмыс және апаттық режимдерді талдау электр жүйесі элементтерінің релелік қорғанысы мен автоматикасын дұрыс таңдауға, есептеуге және бағалауға мүмкіндік береді. Жүйенің элементтерінде пайда болатын зақымданулар мен қалыпты емес режимдердің түрлерін білу қажет, әртүрлі зақымданулар кезінде токтар мен кернеулердің векторлық диаграммаларын құру, қысқа тұйықталу түрі мен орнына (қ.т.), сондай-ақ жүйенің жұмыс режиміне байланысты режимнің әртүрлі электр параметрлерінің өзгеру заңдылықтарын орната білуі қажет; жерлендірілген және оқшауланған нейтралді тораптардағы апатты режимдердің негізгі ерекшеліктерін ажырата білуі керек.

Реле қорғанысына қойылатын талаптарды, сондай-ақ оларды орындамаған кезде мүмкін болатын салдарды толық меңгеру керек.

Қазіргі уақытта электрмен жабдықтау жүйелерінің релелік қорғанысы мен автоматикасын орындау кезінде жедел(оперативный) токтың түрлі қорек көздері кеңінен қолданылады. Бұл қорек көздері туралы мәліметтерді біліп, оларды қолдана білу керек. Сонымен қатар, жартылай өткізгіш және сандық қорғаныстарға арналған жедел токтың қорек көздері туралы түсінік болуы керек.

1.1 Электрмен жабдықтау жүйелерінің релелік қорғанысы және автоматикасының даму тарихы туралы қысқаша мәліметтер

1888 жылы, электр техникасы саласында көптеген жұмыстар мен өнертабыстарға өз үлесін қосқан орыс электротехнигі Долибо-Добровольский үшфазалы ток жүйесін ойлап тапты. Көп ұзамай оның басшылығымен әлемде тұңғыш рет үлкен қашықтыққа 8,5 кВ кернеумен электр энергиясын беру жүзеге асырылды. Осыдан кейін үш фазалы ток жүйесі кең қолданысқа ие болды. Оларды, басқа электр жүйелері сияқты, пайдалану электр зақымдануларынан, әсіресе қысқа тұйықталудан қорғаусыз мүмкін емес еді.

Сондықтан, бірінші рет максималды токтық қорғаныс пайда болды, мұнда қорғалатын элементтегі ток алдын ала белгіленген мәннен асқан кезде, бұл қорғаныс балқымалы сақтандырғыштар арқылы орындалады. Көп ұзамай олар өз тағайындалуларын қанағаттандыра алмай, электромагнитті ток релесімен ауыстыра бастады. Алайда, балқымалы сақтандырғыштардың құрылымы жетілдіріліп, қазіргі уақытта кернеуі 1 кВ төмен желілерде, сондай-ақ жоғары кернеулі тарату желілерінде кеңінен қолданылады.

1901 жылы индуктивті реле пайда болады, ол Долибо-Добровольский әзірленген индукционды өлшеу механизмдерінің базасында құрастырылған.

1905-1908 жылдары дифференциалды ток қорғанысы әзірленді.

1910 жылы тоқтық бағытталған қорғаныс қолданылды.

40-шы жылдардың соңында жартылай өткізгіштер диодтар мен транзисторларды пайдалана бастады, бірақ бұл қорғаныстың сенімділігі салыстырмалы түрде жоғары болмады. Жағдай, 60-шы жылдары интегралды микроэлектрониканы әзірлегеннен және енгізгеннен кейін айтарлықтай өзгерді, мұнда бір кристалда резисторлардың, конденсаторлардың, триодтардың және т.б. бірнешеуін біріктіруге болады. Сондықтан, қазіргі уақытта жоғары сенімділікке ие микроэлектронды элементтік базаны пайдаланатын қорғаныс енгізілуде.

Қазіргі уақытта микропроцессорлық техника кеңінен қолданыла бастады, оның негізінде микропроцессорлар (басқарылатын санды интегралдық микросхемалар), яғни релелік қорғау реле арқылы емес, микро-ЭЕМ есте сақтау органдарына салынған бағдарламалар түрінде жүзеге асырылады.

1.2 Объектілер ерекшелігі және электрмен жабдықтау шарттары

Электрмен жабдықтау негізін ауылдық жерлерде кернеуі 110, 35/10/0,4 кВ радиалды тораптар құрайды. Олар жыл мезгіліне байланысты кең шектерде өзгертін жүктеменің аз тығыздығымен сипатталады. Электр энергиясы негізінен кернеуі 10 кВ әуе желілері бойынша таратылады. Ауылдық электр энергиясын тұтынушылардың бөлшектенуі және оларды едәуір аумақта орналастыру мыналарды анықтайды:

- салыстырмалы түрде аз қуат берілетін кезінде, ауылдық тарату желілерінің аса ұзындығы;
- тармақталу саны көп, олардың ұзындығы, әдетте, желінің ұзындығынан көп, байланыстыратын қуат көзі ең алыс электр тұтынушымен қосылады;
- қысқа тұйықталу токтарының төмен деңгейі, трансформатордан алыстатылған қысқа тұйықталу кезінде олардың шамасын жүктеме тогымен өлшеуге болады.

Ауылдық электрлендірудің негізгі нысаны мал шаруашылығы фермалары болып табылады. Олар бірінші санатты тұтынушыларға жатады, күрделі электр жабдықтарымен жабдықталған және үлкен электр қуатын талап етеді. Сонымен қатар, электр энергиясының ірі тұтынушыларына жылыжай шаруашылықтары жатады. Ауыл шаруашылығы өндірісін және ең алдымен мал шаруашылығын өнеркәсіптік негізге ауыстыру, ауылдық желілерді айтарлықтай дамытуды,

кернеуі 35 және 110 кВ терең енгізулерді және 35, 110/10 кВ жинақты қосалқы станцияларды қолдануды талап етеді.

1.3 Релелік қорғаныстың тағайындалуы

Кез келген электр энергетикалық жүйе оның көптеген элементтері арасында әртүрлі байланыстары бар күрделі нысанды білдіреді. Қандай да бір байланыстың бұзылуы немесе артық пайда болуы осы жүйенің зақымдануын немесе қалыпты емес жұмысын тудырады.

РҚА-ның негізгі тағайындалуы апаттың таралуына әкелуі мүмкін, электр қондырғыларын зақымданудан және қалыпты жұмыс режимдерінен қорғауды қамтамасыз ету болып табылады. Қорек көзінің үзілісін болдырмау үшін зақымдалған элементті тез ажырату, жүйеде пайда болған зақымданудың нәтижесінде қорек көзінен автоматты түрде ажыратылған тұтынушылардың электр қоректенуін қалпына келтіру, электр энергиясының сапа параметрлерін берілген деңгейде ұстап тұру, синхронды машиналардың іске қосылуы мен тоқтатылуын қамтамасыз ету, энергия жүйесінде белсенді қуат тапшылығы туындаған кезде тұтынушылардың бір бөлігін ажыратуды қамтамасыз ету және т.б.

Көп жағдайда ҚТ орнында ток өткізгіш бөліктердің, оқшаулағыштар мен электр аппараттарының бұзылуына әкелетін жоғары температуралы электрлік доға пайда болады. ҚТ кезінде зақымдану орнына үлкен токтар келеді, олар зақымдалмаған ток өткізгіш бөліктері қыздырып, қосымша зақымдану тудыруы мүмкін.

Зақымдалған элементтің ажыратқыштарын ажырату кезінде ҚТ орнындағы электр доғасы сөнеді, ҚТ тогының өтуі тоқтатылады және электр қондырғысының немесе тораптың зақымдалмаған бөлігіндегі қалыпты кернеу қалпына келтіріледі. Осының арқасында ҚТ пайда болған жабдықтың зақымдану мөлшері қысқартылады, сондай-ақ бүлінбеген жабдықтың қалыпты жұмысы қалпына келтіріледі.

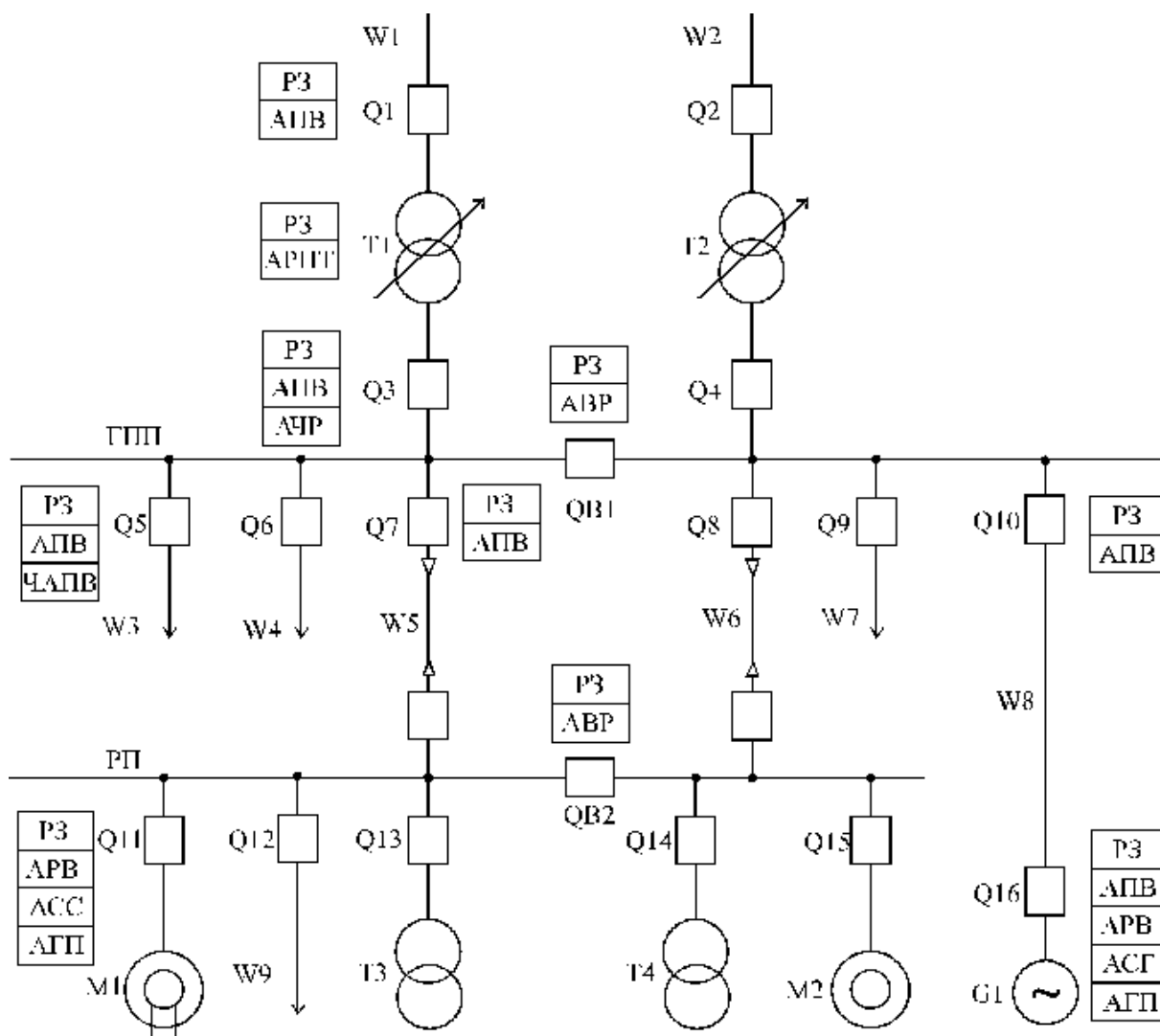
Демек, релелік қорғаныстың негізгі тағайындалуы - қысқа тұйықталу пайда болған жерді анықтап, зақымдалған жабдықты немесе торап бөлігін электр қондырғысының немесе тораптың зақымданбаған бөлігінен тез автоматты ажырату болып табылады.

Электр жабдығының зақымдануынан басқа, асқын жүктеме, оқшауланған бейтарап тораптағы бір фазаның жерге тұйықталуы және т. б. сияқты қалыпты жұмыс режимдерінің бұзылуы пайда болуы мүмкін.

Көрсетілген жағдайларда жабдықты дереу ажыратудың қажеті жоқ, өйткені бұл құбылыстар жабдық үшін аса қауіп төндірмейді және өздігінен жойылуы мүмкін. Сондықтан тұрақты қызмет көрсету персоналы бар қосалқы станцияларда қалыпты жұмыс режимі бұзылған кезде, әдетте, қосалқы станция персоналына ескерту сигналын беру жеткілікті.

Осылайша, релелік қорғаныстың екінші тағайындалуы – жабдық жұмысының қалыпты емес режимдерінің бұзылуын анықтау және қызмет көрсетуші персоналға ескерту сигналдарын беру немесе жабдықты уақыт ұстанымы арқылы ажырату.

РҚА алдында көптеген күрделі міндеттер тұр. Сурет 1.1 көрсетілген желі фрагментін қарастырайық.



1.1-сурет. РҚА желі фрагменті

Электр схемасының қарапайымдылығына қарамастан, онда релелік қорғаныс және автоматика құрылғыларының үлкен саны бар, атап айтқанда: РЗ – релелік қорғаныс; АҚҚ – автоматты қайта қосу; АРНТ – трансформатор кернеуін автоматты реттеу; РАҚ – резервті автоматты енгізу; АЖТ – автоматты жиілікті түсіру; ЖАҚҚ – жиілікті автоматты қайта қосу; ГАС – генераторды автоматты синхрондау; ҚАР – қозуды автоматты реттеу; ӨСА – өрісті сөндіру автоматы; СМАС – синхронды

машинаны автоматты синхрондау; БТҚС – басты төмендеткіш қосалқы станция.; ТҚС-тарату қосалқы станциясы.

Мысалы, жүйеаралық байланыс автотрансформаторының жиырмадан астам қорғаныс түрі бар, ал генератор-трансформатор блоктарының отыздан астам. Автоматтандыру құрылғыларының кейбір негізгі түрлері 1.1 суретте келтірілген.

1.4 Электрмен жабдықтау жүйелеріндегі автоматика функциялары

Автоматты басқару құрылғылары:

1. Апатқа қарсы автоматика (ПА). Релелік қорғаныс жүйесін айырмай, торап жұмысының қалыпты режимін қалпына келтіруге арналған.

2. Автоматты қайта қосу құрылғылары (УАПВ). Электр беріліс желісінің ажыратқышын релелік қорғаныспен ажыратқаннан кейін автоматты түрде қайта қосуға арналған.

3. Резервті автоматты қосу құрылғылары (УАВР). Жұмыс торабындағы кернеудің жоғалуы кезінде резервтік қорек көзін автоматты түрде қосуға арналған.

4. Автоматты жиілікті төмендету құрылғылары (УАЧР). Электрмен жабдықтау жүйесінде жиілікті қалпына келтіруге ықпал ететін асқын жүктеме кезінде, тұтынушылардың белгілі бір бөлігін автоматты ажыратуға арналған.

Автоматты реттеу құрылғылары:

1. Айналу жиілігін автоматты реттеу құрылғылары (УАРЧ). Турбиналардың клапандарын басқару арқылы генератордың айналу жиілігі реттеледі.

2. Синхронды генераторлардың қозуын автоматты реттеу құрылғылары (УАРВ). Автоматты реттегіш кернеудің немесе токтың өзгеруін қабылдайды және оларды синхронды машинаның қозу тогының өзгерісіне түрлендіреді.

3. Автоматты кернеу реттегіштері (АРН). Электрмен жабдықтау жүйесінің қалыпты жұмыс режимінде кернеуді қажетті деңгейде ұстап тұруға арналған. Электрмен жабдықтау жүйелерінде реттеу объектілері конденсаторлық қондырғылар мен РПН құрылғылары бар трансформаторлар болып табылады. Конденсаторлық қондырғылар кернеуінің автоматты реттегіші кернеудің ауытқу белгісіне байланысты конденсаторлық секцияларды қосады немесе ажыратады. УРПН бар трансформаторларда кернеу трансформатордың бір орамының орамдарының санын өзгерту жолымен реттеледі.

4. Автоматты синхронизаторлар. Кернеуді және синхрондалған генератордың айналу жиілігін АРВ-ға әсер ету және турбинаның айналу

жиілігін автоматты реттегіш арқылы реттеуге, сондай-ақ ажыратқыштың қосылуына команда беру моментін анықтауға арналған.

Телемеханика:

1. Теледабыл (ТС). Қашықтықтағы электр жабдығының жағдайы мен күйі туралы дабылдарды беру үшін қызмет етеді.

2. Телеөлшеу (ТИ). Бақылау пунктiнен диспетчерлік пунктке ақпаратты (қуат, кернеу, ток, жиілік және т.б.) беруге арналған.

3. Телебасқару (ТУ). Электр жабдығын қашықтықтан басқаруға арналған.

1.5 Электрмен жабдықтау жүйелерінің зақымдану және қалыпты емес жұмыс режимдерінің түрлері

Салыстырмалы түрде, олардың жалпы санының, электр тораптарындағы зақымданулардың саны 44,5% – ды, ал станциялар мен қосалқы станциялардың электр бөлігінде 55,5% - ын құрайды.

1) зақымданулардың пайда болу себептері:

- * Оқшауламаның зақымдануы (найзағай, асқын кернеу).
- * Пайдаланушы персоналдың дұрыс емес әрекеттері.
- * Көктайғақтан және дірілден сымдардың үзілуі.
- * Оқшаулағыштарды жабу.
- * Сымдарды жабу (крандардың тіректері және т. б.)
- * Механикалық зақымданулар, сымдардың оралуы және т. б.

Қысқа тұйықталу түрлері: Зақымданудың ең көп таралған және ең қауіпті түрлеріне -қысқа тұйықталудың мына түрлері жатады.

1.1-кесте. Қысқа тұйықталу түрлері

1	2	3
1) Үш фазалы (5%)		
Үш фазалы тұйықталу, Барлық фазалар кернеуінің қатты төмендеуімен болатын, үш фазалы тұйықталу, ең ауыр болып табылады. Электр станцияларының шиналарына жақын металлдық үш фазалы тұйықталуларды 0.2-0.25 С-тан кем емес уақытта айыру керек, әйтпесе жүйенің динамикалық орнықтылығы бұзылуы, тұтынушылардың күштік жүктемесі істен шығуы мүмкін. Векторлық диаграммада - тек тура тізбек.		
2) Екі фазалы тұйықталу (10%), оқшауланған бейтарап тораптардағы екі фазалы жерге тұйықталу		

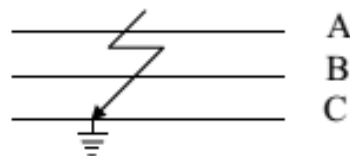
1	2	3
Екі фазаның тұйықталуы, үш фазалы сияқты жүйе үшін өте ауыр зақымдануы болып табылады және тез ажыратуды талап етеді. ВТД-да зақымданбаған фаза тогы 0-ге тең деп қабылданады (зақымданбаған фазаны қоректендіру ескерілмейді). Тура және кері тізбектегі токтар бар.		
3) бір фазалы (65%) а) жерлендірілген нейтралі бар тораптардағы бір фазалының жерге тұйықталуы		
Сонымен қатар, ҚТ-ның бұл түрі көп фазаға қарағанда ауыр емес, алайда тез ажыратуды талап ететін зақымданудың өте ауыр түрі болып табылады. Тура, кері және нөлдік тізбектегі токтар бар.		
б) бейтарап оқшауланған тораптарда бір фазаның жерге тұйықталуы		
ҚТ бұл түрі үшін фазалық кернеулер бұрмаланып, желілік өзгеріссіз қалады және тұтынушылардың үздіксіз жұмысы бұзылмайды. Осының салдарынан, ҚТ бұл түріне әсер ететін қорғаныс, ажыратуға емес, дабыл беруге жұмыс жасайды.		
в) бір фаза орамдарының тұйықталуы (машиналар мен аппараттарда)		
4) Жерге екі фазалы тұйықталу (20%) а) Жерлендірілген бейтарап тораптарда (жерге екі фазалы тұйықталу) бір нүктеде екі фазаның жерге тұйықталуы – тура, кері және нөлдік тізбектілік бар.		
5) Жерлендірілген бейтарап желілерде бір фазаның үзілуі, кернеулер мен токтардың кері және нөлдік тізбегінің пайда болуына әкеледі. Қатпарлы нөлдік тізбек байланыс желілерінде кедергі туғызады, кері тізбекте – электрқозғалтқыштарды жүктейді.		

Зақымдану түрлері:

а) Үш фазалы ҚТ

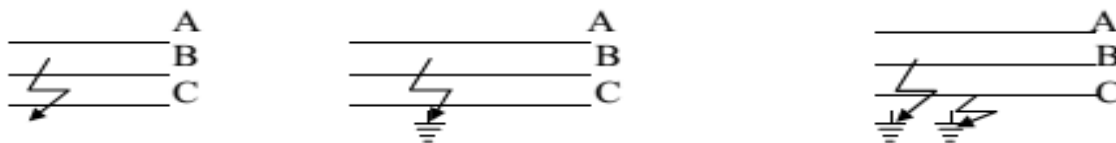


1. Үш фазаның арасындағы ҚТ. К⁽³⁾



2. Жерге үшфазалы ҚТ. К^(1,1,1)

б) Екі фазалы ҚТ.



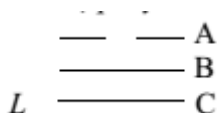
1. Екі фазаның арасындағы ҚТ. $K^{(2)}$ 2. Жерге екі фазалы ҚТ. $K^{(1,1)}$ 3. Жерге екі рет ҚТ. $K_{\partial\theta}^{(1,1)}$

в) Бір фазалы ҚТ.



1. Бір фазалы ҚТ. $K^{(1)}$ 2. Оқшауланған нейтрал тораптардағы жерге бір фазалы ҚТ. $K_3^{(1)}$

г) Фазаның үзілуі.



Қалыпты емес жұмыс режимдері:

Асқын тоқтар. Тораптың қорғалмайтын бөлігінен тыс жерде пайда болатын, шамадан тыс жүктемелермен немесе ҚТ туындаған тоқтар. Олар желіге термиялық әсер етеді, бұл сымдардың тез тозуына, әсіресе байланыстырушы қысқыштарды орнату орындарында немесе осы желілердің зақымдануына әкелуі мүмкін.

Синхронизмнің бұзылуы және тербелістері кезіндегі кернеу мен тоқтың ауытқуы. Торап жұмысының бұл режимі жүйедегі ҚТ жылдам ажыратпауының салдарынан пайда болады. Аса ауыр жағдайларда олардың синхрондық жұмысының қысқа мерзімді немесе ұзаққа созылған бұзылуы пайда болуы мүмкін. Бұл жағдайда жүйе белгілі бір алдын ала белгіленген орындарда синхронды емес жұмыс істейтін бөліктерге автоматты түрде бөлуге тура келеді, соңғысында жүктемедегі тұтынатын қуаттар және генерациялайтын қуаттар мүмкіндігінше теңгерілуі керек.

Трансформаторлар мен автотрансформаттардың магниттелу тогының лақтырылуы. Бұл режим сыртқы ҚТ ажыратылғаннан кейін кернеуді қалпына келтіргенде және әсіресе кернеу бар кезде қосқанда мүмкін болады. Магниттелу тогының лақтырылуының үлкен мәндерінің пайда болу мүмкіндігі, өтпелі ағын белгісі бойынша сәйкес келетін, магнитсымда қалдық ағынның болуы және кернеу бойынша уақыттың қолайсыз сәтінде кернеу бар кезінде қосумен анықталады, магнитсым өзектері бірінші жарты периодта (0,02 с) толық қанығады және трансформатордың кедергісі қысқа уақытта өте үлкен болады. Бұл лақтыру амплитудасы 6-8 есе мәндеріне жетеді.

Өздігінен жіберу тоқтары. Олар ҚТ болған желінің қайта қосылуынан кейін пайда болады. Өздігінен жіберу тоқтары асинхронды қозғалтқыштармен жүктеме кезінде, өзінің кедергісін тез төмендетеді, айналу жиілігін азайтқан кезде қорғалатын учаскесінің ең жоғары жұмыс тогы бірнеше есе үлкен болуы мүмкін.

1.6. Релелік қорғанысқа қойылатын талаптар

1. Тезәрекет. Зақымдалған жабдықты немесе электр қондырғысының учаскесін тез айыру:

- зақымданудың мөлшерінің алдын алу немесе азайту;
- қондырғының зақымданбаған бөлігіндегі тұтынушылардың қалыпты жұмысын сақтау;
- генераторлардың параллельді жұмысының бұзылуына жол бермеу.

Сондықтан генераторлар, трансформаторлар, электр жеткізу желілері және электр қондырғысының немесе электр торабының барлық басқа бөліктерінің сенімді жұмыс істеуін қамтамасыз ету үшін тез әрекет ететін релелік қорғаныспен жабдықталуы тиіс. Жылдам әрекет ететін релелік қорғаныстың заманауи құрылғылары әрекет ету уақыты 0,02-0,1 с.

2. Сезімталдық - қорғалған аймақта қысқа тұйықталу кезінде қорғаныстың тұрақты жұмыс істеуі.

Қорғаныс сезімталдығы, әдетте, олардың сезімталдық коэффициентімен k_{ch} бағаланады, ол қорғаныстың іске қосылуының орнатылған тоғына қорғалатын аймақтағы металдық ҚТ кезіндегі минималды тоқтың қатынасымен анықталады. Электр қондырғылары құрылғыларының ережелерімен (ПУЭ) әртүрлі қорғаныс пен қорғалатын элементтер үшін қажетті минималды сезімталдық коэффициенттерін анықталады.

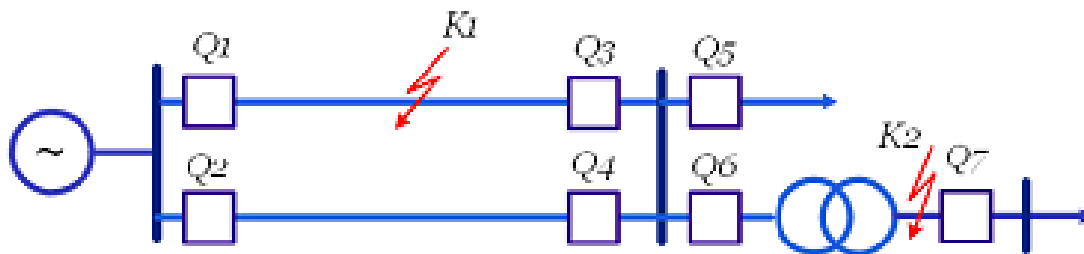
3. Сенімділік – қорғаныстың әрекет ету аймағында зақымдану пайда болған кезде тоқтаусыз іске қосылу, әрекет ету аймағынан тыс зақымдану кезінде жұмыс істемеу және зақымдану болмаған кезде іске қосылмау қабілеті. Нақты қорғаныс құрылғысының сенімділік мәселесін қарастыру кезінде құрылғының барлық элементтерінің аппараттық сенімділігін ғана емес, сонымен қатар тағайыншамаларды дұрыс есептеу, оларды қою, жоғары білікті қызмет көрсету (тексеру, жөндеу, баптау және т.б.) сенімділігін ескеру қажет. Сенімділік талаптарына мыналар жатады: қорғау қабілеттілігі, тоқтаусыз, ұзақ мерзімділігі, жөндеуге жарамдылығы, жұмыс істеу сенімділігі, жұмыс істеу тиімділігі, жұмыс істеу тұрақтылығы, функционалдық диагностика, тестілік диагностика және т. б.

4. Талғаулық немесе таңдаулық - релелік қорғаныстың зақымдану орнын анықтау және оны жақын ажыратқыштармен ажырату қабілеті, бұл ретте электр қондырғысының қалған зақымданбаған бөлігі жұмыста қалады.

Сыртқы ҚТ кезінде талғаулықты қамтамасыз ету тәсілі бойынша қорғанысты екі топқа бөледі:

- қорғалатын учаскеде ҚТ кезінде ғана іске қосылатын абсолютті талғаулықты қорғаныс;
- қорғалатын және іргелес учаскеде жұмыс істейтін салыстырмалы талғаулықты қорғаныс.

Талғаулықта: релелік қорғаныс зақымдалған элементті оқшаулауға (ажыратуға) команда беруге және зақымданған жерге жақын ажыратқыштармен осы элементті оқшаулауға (ажыратуға) команда беруге тиіс. Мысалы, сурет 1.1 бейнеленген торап үшін, К1 нүктесіндегі қысқа тұйықталу- Q6 және Q7 ажыратқышымен айырылуы тиіс, ал К2 қысқа тұйықталу нүктесіндегі қысқа тұйықталу Q1 және Q3 ажыратқыштарының көмегімен қысқа мерзімде жойылады;



1.2-сурет. Қорғаныстың талғаулықты әсерінің иллюстрациясы

- резервтеу: объектінің релелік қорғанысы негізгі қорғаныс істен шыққан жағдайда немесе іргелес қосылыстардың қорғанысы істен шыққанда қысқа тұйықталудың жоюды қамтамасыз етуі тиіс. Егер ол өз қорғанысының істен шығуы кезінде іске қосылса, қорғаныс жақын резервтеуді қамтамасыз етеді деп саналады, ал қорғаныс немесе іргелес элементтердің ажыратқыштары іске қосылмаған кезде, алыстан резервтеу функциясын қамтамасыз етеді деп саналады.

Жоғарыда баяндалған талаптармен қатар релелік қорғаныс құрылғыларын таңдау және жобалау кезінде бірқатар қосымша факторларға назар аудару керек:

1. Жұмыс істеу сенімділігін арттыру үшін, жүйенің жұмыс істеуінің екіталай режимдері мен зақымданудың екіталай түрлерін ескермеу керек, егер бұл қорғаныстың елеулі күрделенуіне әкеп соқтырса.

2. Қорғаныстың нақты түрін таңдау абсолюттік құнды қамтитын экономикалық тиімділікті ескере отырып жүргізілуі тиіс, монтаждау және жөндеу құны, пайдалану шығындары, өнеркәсіптік өнімнің толық өңделмеуінен және қорғаныс іске қосылмаған жағдайда оның сапасының төмендеуінен болатын залалды ескеру қажет.

1.7. Салыстырмалы талғаулықты қорғаныс

Бұл топқа келесі қорғаныстар жатады:

- тоқтық;
- тоқтық бағытталған;
- қашықтықтан;
- кернеу.

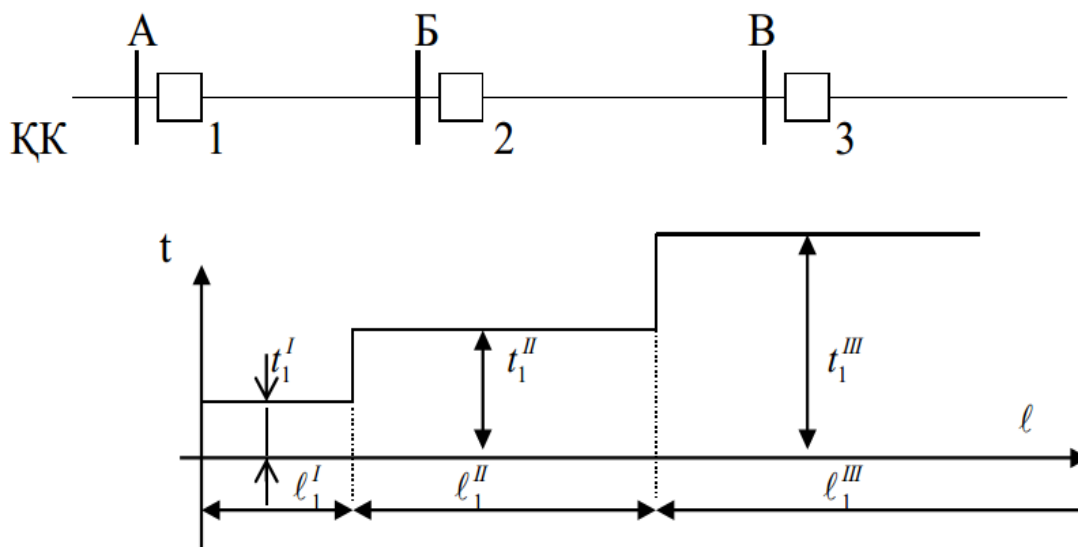
Барлық осы қорғаныстар үшін ортақ болып, қорғаныстың іске қосылу уақыты оның қосылу орны мен ҚТ нүктесі арасындағы қашықтыққа байланысты болады. Қашықтықтың ұлғаюымен іске қосылу уақыты да артады. Бұл, сондай - ақ, өлшеу органдарының іске қосылу параметрлерін сәйкесінше таңдау, сыртқы ҚТ кезінде қорғаудың талғаулықты әрекетін қамтамасыз етеді.

Қорғаныстың іске қосылу уақыты уақыт ұстанымы деп аталады. Уақыт ұстанымының сипаттамалары:



1.3-сурет. Уақыт ұстанымының сипаттамаларының түрлері

Сатылық сипаттамасы бар қорғаныс әдетте үш сатыдан тұрады (сурет 1.2). Әр саты уақыт ұстамымен және қорғалатын аймақпен сипатталады



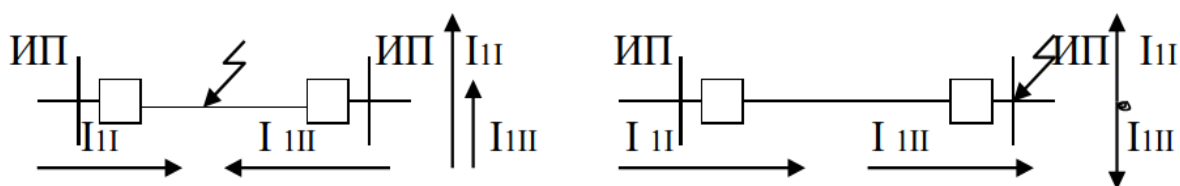
1.4-сурет. Үш сатылы қорғаныстың сипаттамасы

Сатылы сипаттамасы бар қорғаныс әдетте үш сатыдан тұрады. (сурет.1.3). Әрбір саты уақыт ұстанымымен және қорғалатын аймақпен сипатталады.

Бірінші сатының ұстанымы арнайы белгіленбейді, ол қорғаныстың жылдам әрекетімен анықталады және әдетте 0,1 С-тан аспайды, бұл ретте АБ-ның барлық желілерін қорғауды қамтамасыз етуге болмайды және БВ іргелес желісінің басында ҚТ болған кезде бірінші сатының артық іске қосылуын болдырмау керек, сондықтан артық іске қосылуды болдырмау үшін ℓ_1^I қорғалайтын аймағы тек желінің бір бөлігін ғана қамтиды. АБ желісінің соңындағы зақымданулар қорғаныстың екінші сатысымен жойылады. Оның қорғалатын аймағы ℓ_1^{II} шиналар мен БВ желісінің жарты бөлігін қамтиды. Екінші сатының талғаулықты емес іске қосылуларын болдырмау үшін уақыт ұстанымын таңдаумен жүзеге асады, ол әдетте 0,5 с-қа тең болады. Бұл ретте екінші саты біріншінің (жақын резервтеу) жұмысын резервтейді, сондай-ақ ҚТ кезінде өзінің қорғалатын аймағы шегінде алыс резервтеуді жүзеге асыра алады. Үшінші саты негізінен алыс резервке арналған. Ол сондай-ақ бірінші және екінші сатылардың жұмысын резервтейді. Оның қорғайтын аймағы БВ желісінің іргелес элементтерінің шегінен шығады, ал уақыт ұстанымы сатылы принцип бойынша таңдалады және бірнеше секундқа жетуі мүмкін.

1.8 Абсолютті талғаулықты қорғаныс

Қорғаныстың бұл түрі электр қондырғысының параллель қосылған элементтерінің сәйкес тармақтарындағы немесе қорғалатын учаскенің соңындағы біртекті электр шамаларын салыстыруға негізделген. Қорғаныстың бұл түрі дифференциалдық деп аталды.



1.5 -сурет. Екі жақтан қоректенетін тораптың схемасы

ІІІ және ІІІ токтарын абсолюттік мәні және фаза бойынша немесе тек фаза бойынша салыстыра отырып, ішкі ҚТ уақыт ұстанымынсыз сыртқы ҚТ ажыратуға қабілетті қорғасты орындауға болады. Сонымен қатар қорғалатын желінің шеттері бойынша ҚТ қуаттарының белгілерін салыстыруға болады.

Дифференциалдық қорғаныс бөлінеді:

- ток бойынша абсолюттік мәндерді салыстыратын дифференциалды тоқтық;

- дифференциалды бағытталған, қуат белгілері салыстырылады.
- Өз кезегінде дифференциалды ток қорғанысы болады:
- бойлық, желі соңдары бойынша токтарды салыстырады;
 - көлденең, параллель тізбектердегі токтарды салыстырады;
 - көлденең тоқтық бағытталған, параллель тізбектердегі ток мәні мен қуат белгілерін салыстыратын.

1.9 Релелік қорғаныстың принциптері мен құрылымдық схемасы



1.6-сурет. Релелік қорғаныс құрылғыларының жалпы құрылымы

Жалпы жағдайда релелік қорғаныс құрылғысында келесі элементтер бар:

- Ақпарат датчигі-қорғалатын объектінің бастапқы тізбегінің параметрлерін (ток пен кернеу) өлшеуіш қорғау органы үшін ыңғайлы екінші ретті ток немесе кернеуге түрлендіретін құрылғы. Сондай-ақ, ақпарат датчигінің міндеті жоғары және төмен кернеу тізбектерін гальваникалық бөлу болып табылады. Әдетте ақпарат датчиктері ретінде ток және кернеу трансформаторлары пайдаланылады.

- Өлшеу органы- қорғаныстың логикалық органында өңдеуге ыңғайлы параметрлерге екінші реттік кіріс токтарын немесе кернеуді түрлендіретін элемент. Тікелей әсер ететін қорғаныс релесінде өлшеу органы пайдаланылмайды. Электрмеханикалық және көптеген аналогтық құрылғылар үшін – кернеу белгілі бір диапазонда, микроэлектрондық және микропроцессорлық үшін – екінші ретті ток пен кернеуге пропорционалды дискретті тізбектер.

- * Логикалық орган-берілген алгоритмге және өлшеуіш органнан алынған ақпаратқа сәйкес қажетті шешім шығарады және шығыс құрылғысына команда береді.

- Шығыс құрылғысы-логикалық органнан алынған команданы басқару сигналына түрлендіреді, содан кейін ажыратқыштың ажырату тізбегіне немесе дабыл тізбегіне түседі. Шығыс құрылғысы ретінде қуатты түйіспелері бар аралық реле қолданылады.

1.9.1 Жедел ток көздері

Тікелей әсер ететін реледен басқа, барлық қорғаныс құрылғылары үшін жедел ток көзі қажет. Жедел ток көздері бөлінеді:

- Тұрақты жедел токтың қуат көздері (ТЖТҚК).
- * Айнымалы жедел токтың қуат көздері (АЖТҚК)

1.9.2 Тұрақты жедел токтың қуат көздері

Тәуелсіз жедел ток көзі аккумуляторлық батареялар болып табылады.

ТЖТҚК артықшылықтары:

- Қосылған құрылғылардың барлық тізбектерін негізгі тораптың жағдайына қарамастан кернеу мен токтың қажетті деңгейімен кез келген уақытта қоректендіру қамтамасыз етіледі.

- * Релелік қорғаныс схемаларының қарапайымдылығы мен сенімділігі.

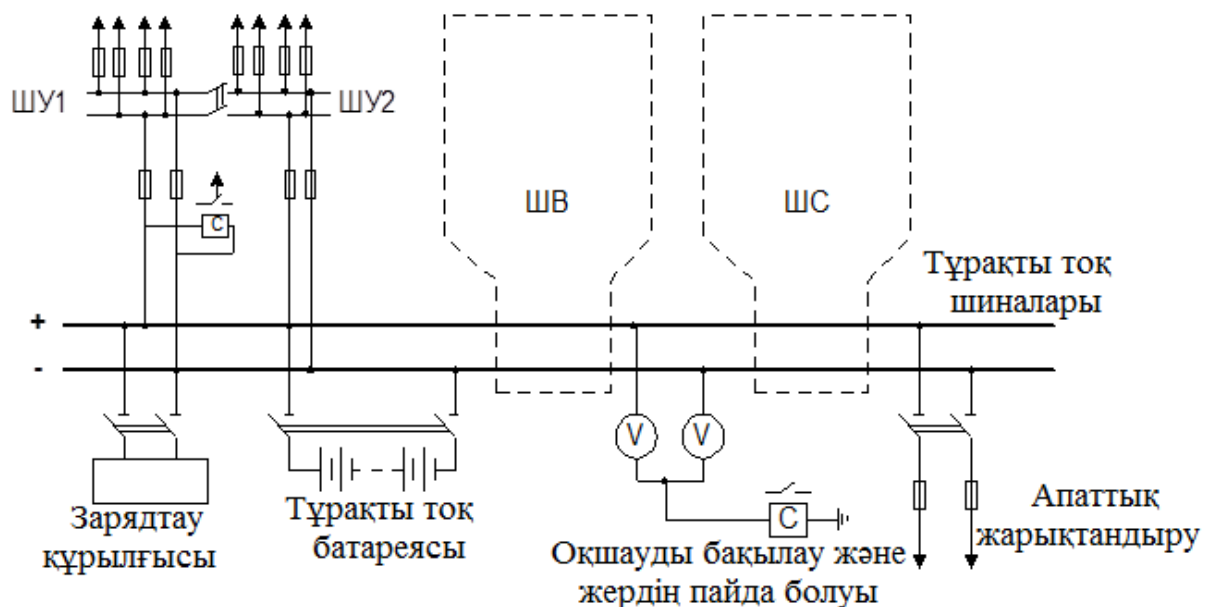
ТЖТҚК кемшіліктері:

- Құны жоғары (бірнеше ӘЖ бар 110 кВ және одан жоғары қосалқы станцияларда ТЖТҚК пайдалану экономикалық жағынан ақталған);

- * Жылытылатын және желдетілетін ғимараттың болу қажеттілігі;

- * Зарядтау құрылғысын пайдалану қажеттілігі;

- * Пайдалану күрделілігі.



1.7-сурет. Тұрақты жедел токтың қуат көздерінің схемасы

Сенімділігін арттыру үшін жедел қоректендіру желісі секцияға бөлінеді, яғни бір немесе бірнеше секцияларды токтан ажырату релелік

қорғаныс, автоматика және басқару құрылғылары жататын жедел токтың неғұрлым жауапты тұтынушыларының істен шығуына әкелмеуі үшін. Аккумуляторлық батарея тұрақты ток шиналарында жұмыс істейді, олардан тұтынушылардың әрбір тобы үшін жедел ток секцияларын қоректендіретін желілер шығады. ШУ-релелік қорғаныс, автоматика және басқару құрылғысын қоректендіруге арналған шиналар(әдетте шиналардың әрбір секциясы үшін жеке шина болады), ШС- дабыл шиналары және ШВ - ажыратқыштардың қосу электромагниттерін қоректендіруге арналған шиналар. Сондай-ақ аккумуляторлық батарея қосалқы станцияны апаттық жарықтандыру көзі болып табылады.

Аккумуляторлық батарея әдетте жоғары беріктігі, үнемділігі бар және қысқа мерзімді жүктемелерге шыдайтын қорғасынды-қышқылды аккумуляторлардан орындалады, мысалы, қуатты ажыратқыштардың (электромагнит тогы бірнеше жүз амперге жетуі мүмкін) қосу электромагнитін қоректену кезінде. Аккумулятор батареяларының ғимараты күкірт қышқылының буларын кетіру үшін жылытылуы және желдеткіші болуы тиіс. Батареяның беріктігін қамтамасыз ету үшін оның қуатталуының, қайта қуатталуының және қуаты бітуінің оңтайлы режимі сақталуы тиіс. Осы мақсатта автоматты реттелетін түзеткіш қондырғылар (қуаттау құрылғылары) пайдаланылады.

Тұрақты жедел ток торабын қорғау талғаулық пен сезімталдықты қамтамасыз ете отырып, сақтандырғыштар мен автоматты ажыратқыштардың көмегімен жүзеге асырылады. Зақымданудың ең жиі түрі полюстердің бірінің жерге тұйықталуы болып табылады. Ол қирауға әкелмейді, бірақ екінші тұйықталудың пайда болуы қорғаныс құрылғысының немесе қосу электромагниттерінің жалған іске қосылуына әкелуі мүмкін. Сондықтан оқшаулауды бақылау қолданылады, мысалы, екі вольтметрді орнату. Тұйықталу болмаған кезде шиналардың жерге қатысты кернеуі бірдей, әйтпесе вольтметрлердің көрсеткіштері түрлі болады.

1.9.3 Айнымалы жедел токтың қуат көздері

Айнымалы жедел ток көздері-қорғалатын объектінің энергиясын пайдаланады. Айнымалы жедел қоректендіруді орындау кезінде қорек көздері ретінде ТТ, ТН, ТСН қызмет етеді.

Артықшылықтары:

- Құны төмен.

- * Тармақталған жедел ток желісінің болмауы.

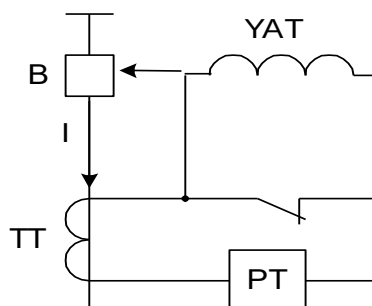
Кемшіліктер:

- Шығыс кернеуінің ауытқуы тұрақты оперативті ток көздеріне қарағанда жоғары, әсіресе ҚТ кезінде. Электрмеханикалық реле үшін бұл

маңызды емес, ал аналогтық және микроэлектрондық үшін – дұрыс жұмыс жасамауына алып келуі мүмкін.

- Жақын ҚТ-да ажыратқышты қосу кезінде өз қажеттіліктеріндегі кернеудің күрт төмендеуі.

Айнымалы жедел токта РҚ құрылғыларын орындаудың әртүрлі нұсқалары бар. Ең қарапайым схемалар, онда орнату тогы қолданылады.

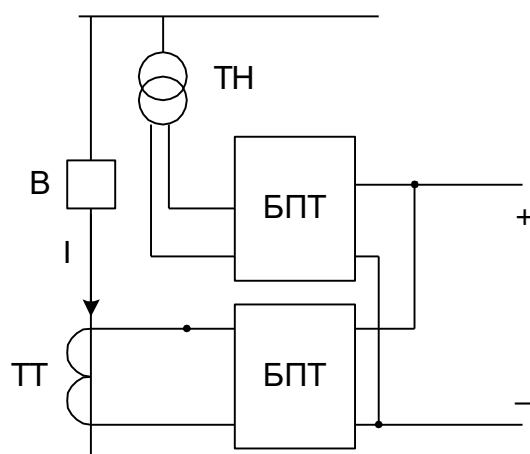


1.7-сурет. Қайта шунтталатын электромагнитті ажырату схемасы

УАТ-ажыратқышты айыру катушкасы.

Қалыпты режимде ажырату катушкасы РТ ток релесінің контактісімен шунтталған. ҚТ туындаған кезде РТ релесі іске қосылады, түйіспе ажырайды және ТТ екінші ретті тоғы УАТ қоректендіреді, нәтижесінде ажыратқыш айырылады.

Егер ажырату электромагниттерін қосу ТТ рұқсат етілмеген қателіктерге әкелмесе, ал ҚТ максималды тогы реле контактілерін коммутациялай алатын шекті токтан аспаса, ток қорғаныстары үшін осы схема пайдаланылады.

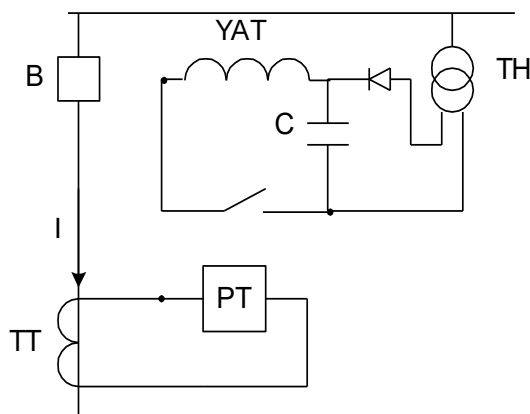


1.9 -сурет.Түзетілген жедел токтағы схемалар

Түзетілген жедел токтағы схемаларды электр магниттері тұтынылатын үлкен қуаты бар электромагнитті немесе пневматикалық

жетектері бар ажыратқыштармен жабдықталған жалғауларда, сондай-ақ қорғаудың күрделі құрылғылары болған кезде қолданған жөн.

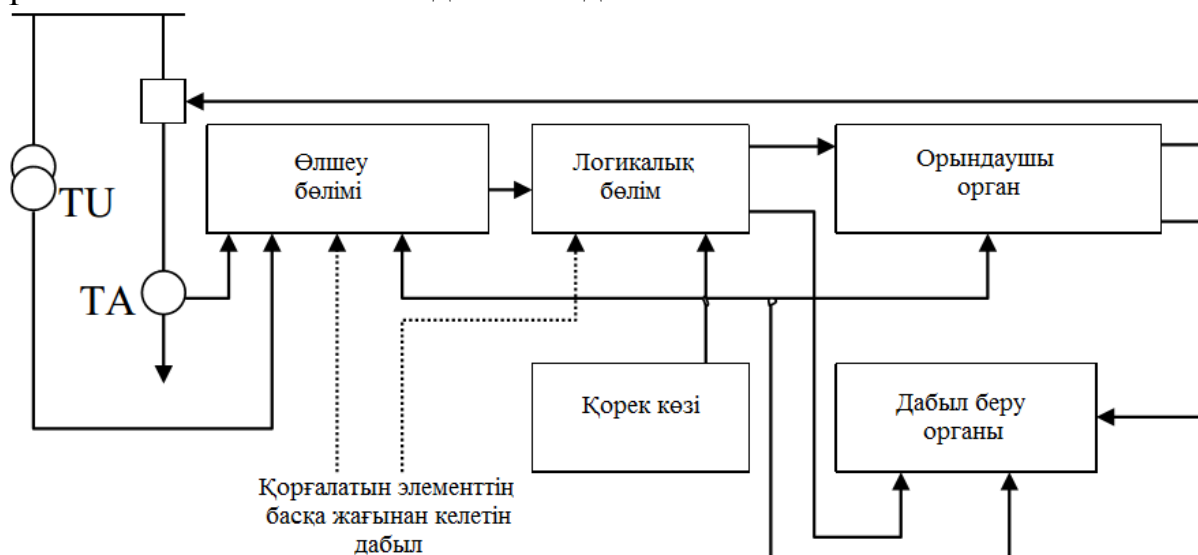
Қалыпты режимде түзілген шығыс кернеуін (БПН) кернеу блогы қамтамасыз етеді, ал ҚТ кезінде- (БПТ) тоқтық қоректендіру блогы немесе екі блок бірге қамтамасыз етеді.



1.10 -сурет. Конденсаторлық батареяларды қолданатын схемалар

Қалыпты режимде РТ релесінің түйіспесі ажыратулы және С конденсаторы ТН кернеуінен диод арқылы қуатталады. ҚТ пайда болған кезде РТ тоқ релесі іске қосылады, оның түйіспесі тұйықталады және алдын ала қуатталған С конденсаторы YAT ажырату катушкасына қуатын жоғалтады, бұл ажыратқыштың айырылуына әкеледі.

Бұл схема, егер ТТ берілетін қуат алдыңғы екі схеманы пайдалану үшін жеткіліксіз болса пайдаланылады.



1.11-сурет. Релелік қорғаныстың құрылымдық схемасы

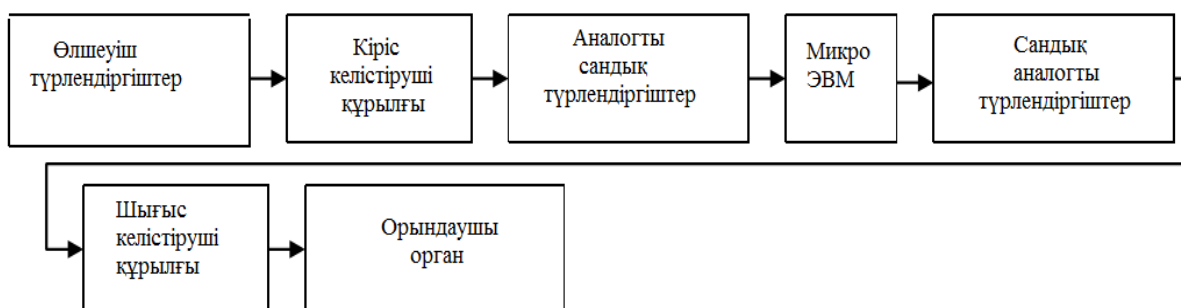
Жалпы жағдайда релелік қорғаныс құрылғылары екі басты бөліктен тұрады: өлшеу және логикалық (сурет).1.4.). Өлшеу органдарын қамтитын

өлшеу бөлімі, кіріс әсер ететін шамалардың мәндеріне сәйкес іске қосылу шарттарын анықтайды. Логикалық органдарды қамтитын логикалық бөлім, өлшеу бөлігінен сигналдардың комбинациясы мен оларға түсу реттілігіне байланысты басқару әсерін қалыптастырады. Әдетте логикалық бөлім атқарушы орган арқылы ажыратқыштарға әрекет етеді. Қорғаныстардың өлшеу бөлігі бастапқы өлшеу түрлендіргіштері - ток пен кернеу трансформаторлары арқылы ток пен кернеу туралы ақпарат алады.

Қорғаныста қосымша қорғаныс құрылғысының тұтастай, ал кейде оның жекелеген бөліктерінің іске қосылғаны туралы сигнал беретін сигналдық органдар қарастырылады.

Өлшеу және логикалық бөліктерді, атқарушы және сигналдық органдарды қоректендіру үшін жедел ток көздері қарастырылады.

1.10 Бағдарламалық қорғаудың құрылымдық схемасы



1.12-сурет. Бағдарламалық қорғаныстың құрылымдық схемасы

Релелік қорғаныс алгоритмдері бойынша барлық ақпаратты өңдеу микро-ЭЕМ арқылы орындалады. Микро-ЭЕМ мәндері сандық түрде ұсынылған шамалардың операцияларын орындайды. Сондықтан микро-ЭЕМ-де сигналдарды ұсыну нысандарын келісуді жүзеге асыратын тиісті құрылғылар қажет: аналогтық-сандық және сандық-аналогтық түрлендіргіштер. Сондай-ақ сигналдарды келісетін кіру және шығу құрылғылары: токтың өлшеуіш түрлендіргіштері, кернеулер және атқарушы органдарға берілетін сигнал. Реле қорғанысының алгоритмдерін орындау нәтижесінде оның іске қосылуы немесе жұмыс істемеуі туралы белгі жасалады, ол сандық-аналогты түрлендіргіш арқылы қорғаудың атқарушы органдарына басқарушы сигналдар түрінде микро-ЭЕМ түседі.

1.11 Релелік қорғаныс сұлбаларының шартты белгілері және элементтердің белгіленуі

Тағайындалуына байланысты релелік қорғаныстың үш негізгі схемасы қолданылады: принципіалды, монтаждық, құрылымдық.

Реле қорғанысының және ажыратқыштарды басқару тізбектерінің принципті схемалары жеке тізбектер бойынша орындалады: ток, кернеу, жедел ток, дабыл және т.б. бұл схемаларда реле орамасы схеманың бір бөлігінде, контактілер – екіншісінде бейнеленеді.

Монтаждық схемалар релелік қорғаныс, автоматика, басқару және т. б. панельдерін монтаждау жүргізілетін жұмыс сызбалары болып табылады.

Құрылымдық схемалар жеке реле мен басқа да аппараттарды Бөлмей, релелік қорғаныс және автоматика құрылғыларының жалпы құрылымын бейнелеу үшін қолданылады.

Релелік қорғаныс схемаларында қорғаныс элементтерінің келесі әріптік белгілері қолданылады:

1. Реле орамалары – кернеу KV, КА ток, KW қуат бағыты, көрсеткіш КН, аралық KL, KLT іске қосылуының баяулауы бар аралық, КТ уақыт, KZ кедергіс, KF жиілік, газдық KSG;

2. Электрмагниттік катушкалар-УАС қосу, УАТ өшіру;

3. Трансформаторлар-ТА ток, TU кернеу, аралық TL, трансреактор TAV.

2. ӨЛШЕУ ТРАНСФОРМАТОРЛАРЫ

2.1 Өлшеу трансформаторларының тағайындалуы

Айнымалы токтың жоғары кернеулі қондырғыларында өлшеу аспаптары мен релелерді қосу әдетте ток пен кернеудің өлшеу трансформаторлары арқылы жүргізіледі. Өлшеуіш трансформатордың мақсаты – өлшеуіш аспаптар мен релелерді жоғары кернеу және ток тізбектерінен өлшеуге ыңғайлы шамаға дейін оқшаулау.

Кернеу трансформаторлары 100 В номиналды екінші ретті кернеумен, ал ток трансформаторлары – 5 және 1 А номиналды екінші ретті токпен дайындалады.

ТТ – бұл ток көзі, идеалды ТТ ішкі кедергісі шексіздікке тең; ал ТН-кернеу көзі, идеалды ТН ішкі кедергісі нөлге тең екенін есте сақтау қажет.

ТТ(ТН) негізгі тағайындалуы: 1) ток – 5 А, 1 А (кернеу – 100 в , 100/1,73 в) стандартты шамасына келтіру; 2) бірінші және екінші тізбектің арасындағы электр (кейде гальваникалық деп аталатын) айыруды қамтамасыз ету.

Токтың өлшеуіш түрлендіргіштерінің жұмыс істеу принциптері бойынша жіктелуі:

- дәстүрлі (электромагниттік) ток трансформаторлары-бір сатылы және каскадты;
- трансреакторлар - токтың кернеуге электромагниттік түрлендіргіштері;
- дискретті ток трансформаторлары;
- белсенді (операциялық күшейткіштерде) ток трансформаторлары;
- оптикалық электронды ток трансформаторлары;
- геркондар;
- Холл түрлендіргіштері;
- магнитодиодтар, магнитотранзисторлар, магниторезисторлар;
- шунттар, параллельрезисторлар;
- ендірмелі индукциялық түрлендіргіштер.

Кернеуді өлшеуіш түрлендіргіштердің жұмыс істеу принциптері бойынша жіктелуі:

- дәстүрлі (электромагниттік) кернеу трансформаторлары-бір сатылы және каскадты;
- кернеудің сыйымдылық бөлгіштері;
- резистивті кернеу бөлгіштер;
- электромагниттік трансформаторлардың және кернеуді бөлгіштердің құрамдастырылған схемалары;
- белсенді (операциялық күшейткіштерде) кернеу трансформаторлары;
- дискретті кернеу трансформаторлары;

- электр өрісінің антенна датчиктері.

Электр энергетикасында ток пен кернеу параметрлері туралы ақпарат алу үшін әдетте дәстүрлі ток пен кернеудің өлшеу трансформаторлары қолданылады.

ТТ – бұл ток көзі, идеалды ТТ ішкі кедергісі шексіздікке тең; ал ТН-кернеу көзі, идеалды ТН ішкі кедергісі нөлге тең екенін есте сақтау қажет.

ТТ-ға қойылатын негізгі талаптар - әртүрлі пайдалану режимдерінде қорғалатын объектінің бастапқы тізбегінде өтетін токтың шамасы мен фазасы туралы релелік қорғаныстың өлшеу органдарына ақпаратты неғұрлым дәл беру.

Магниттелу сипаттамасының желілік бөлігінде жұмыс істейтін ТТ оперативті ток көзі болуы мүмкін: қ.т. кезінде ток күрт артады және ТТ қуаты $P_2 = I_2 \cdot U_2$ оперативті ток тізбегін қоректендіру үшін жеткілікті болады.

ТТ-да қателіктердің пайда болуының физикалық табиғатын және оларды азайту тәсілдерін түсіну керек. ТТ жұмысының дәлдігі ε толық ток қателігімен сипатталады. ТТ жүктемесі берілген қайталама жүктеме мен шекті еселігі (k_{10}) ТТ кезінде ε 10% аспайтындай етіп таңдалады. Шекті еселігі деп ТТ арқылы өтетін ең жоғарғы қ.т. бастапқы токтың ТТ номиналды тогына қатынасы түсіндіріледі. Шекті еселіктің қисығының негізгі кемшілігі олардың ТТ жұмысының белгіленген режиміндегі қателіктерді бағалау үшін ғана жарамдылығы болып табылады.

ТТ есептік жүктемесі ТТ қосылу схемасына, к. т. түріне, зақымдалған фазалардың комбинациясына байланысты екенін білу керек.

ТН негізгі мақсаты, оның релелік қорғаныстың өлшеу органдарына қорғаныс орнатылған жерден бастап, кернеу шамасы және фаза туралы нақты ақпарат беру. Осы тұрғыдан ТН кейбір рұқсат етілген мөлшерден аспайтын қателікпен жұмыс істеуі керек.

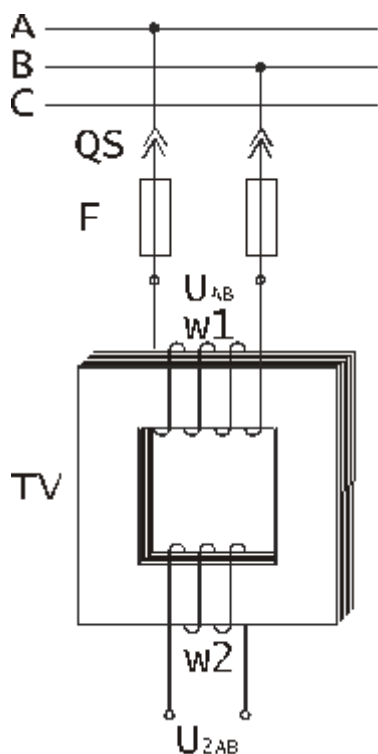
ТН орамдарын жалғану схемасы және олардың мақсатын білу керек. Бұл үшін екінші реттік ТН тізбектерінің жарамдылығын бақылау жүзеге асырылады.

Бірқатар жағдайларда ТН болмаған кезде кернеудің сыйымдылықты бөлгіштері қолданылады. Олардың әрекет ету принципімен және кернеуді іріктеу тәсілдерімен танысу қажет.

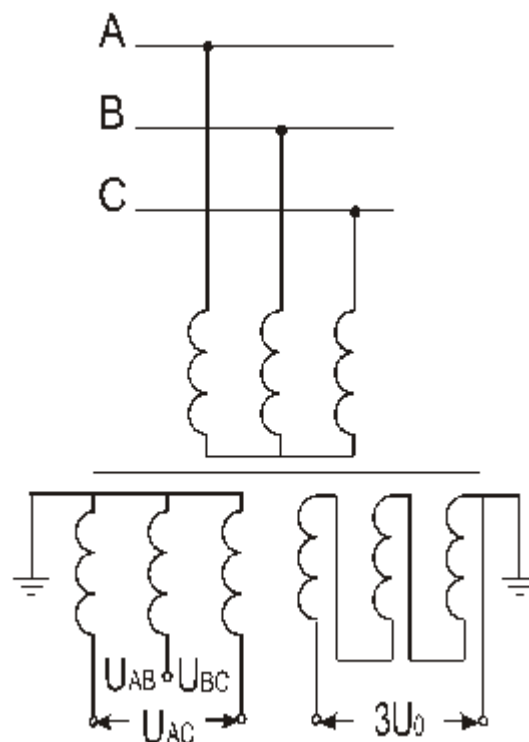
2.2 Кернеу трансформаторы

Кернеу трансформаторының құрылымы (ТН):

Кернеу трансформаторы ТТ ұқсас магнит өткізгішінен тұрады (сурет. 2.1) қалыңдығы 0,3-0,5 мм суық илектелген немесе ыстықтай илектелген электр техникалық болаттан, сондай-ақ алюминий немесе мыс сымнан жасалған, бірінші ретті w_1 және екінші ретті w_2 орамдардан тұрады



2.1-сурет. КТ құрылымы

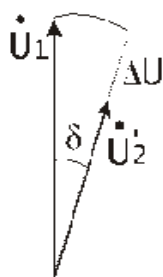


2.2-сурет. КТ схемасы

Бір фазалы ТН фазалық, ал үш фазалы желілік кернеуге қосылады. Ол бір ("жұлдыз" қосу схемасымен) немесе екі ("жұлдыз" және "ажыратылған үшбұрыш" схемасымен) болуы мүмкін, сурет 2.2 екінші ретті орама.

W1 орамдарының саны w2-ден көп. ТН торап шиналарына F сақтандырғыштары арқылы параллель қосылады (сурет. 2.1), өйткені ТН зақымдалғанда өшірілуі үшін. Сақтандырғыштарды ауыстыру QS ажыратқыштарын ажырату кезінде жүргізіледі. Қолайлы жұмыс режимі ТН-бос жүріс. Бұл режимде трансформатордың минималды қателігі бар. ТН δ бұрыштық қателігі бар (сурет.2.3) және кернеу бойынша ΔU қателігі%:

$$\Delta U = \frac{K_U U_2 - U_1}{U_1} \cdot 100 \quad (2.1)$$



2.3-сурет. Векторлық диаграмма

Кернеу трансформаторы (ТУ) әрекет ету принципі және құрылымдық орындалуы бойынша күштік трансформаторға ұқсас. Ол трансформаторлық болат пластиналарынан жинақталған өзекшеден және екі орамнан - бірінші ретті және екінші ретті орамнан тұрады. Жұқа сымдардан жасалған тармақ саны көп (бірнеше мың) бірінші ретті орама, жоғары кернеу желісіне тікелей қосылады, ал тармақтар саны аз (жүздеген) екінші ретті орамаға реле мен өлшеу аспаптары параллель қосылады.

U_2 кернеуі U_1 бірінші ретті кернеуден көп есе аз болса, орама тармақтарының саны бірінші ретті орамдардың санынан соншалықты көп есе аз болады:

$$U_1/U_2 = \omega_1/\omega_2 \quad (2.2)$$

Егер ТУ екінші ретті орамасына реле мен аспап түріндегі жүктеме қосылған болса, онда оның қысқыштарындағы кернеу U_2 екінші ретті орама кедергісінде кернеудің құлау шамасына ЭДС аз болады. Алайда, бұл құлау аз болғандықтан, ол ескерілмейді және бірінші ретті кернеуді екіншіге қайта есептеу мына формулалар бойынша жүргізіледі:

$$U_1 = U_2 K_U; \quad U_2 = U_1/K_U. \quad (2.3)$$

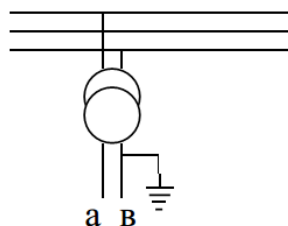
ТУ құжаттарында олардың трансформация коэффициенттері бөлшекпен көрсетіледі, алымында - номиналды бірінші ретті кернеу, ал бөлімінде – екінші ретті. Мысалы, құжатында жазылған жазу 1000/1000 бұл ТУ номиналды кернеуі 1 000 В желіге орнатуға арналған және 100 трансформация коэффициенті бар дегенді білдіреді.

Кернеуі 35 кВ жоғары желілер үшін кернеу трансформаторлары негізгі және қосымша екі екінші ретті орамамен дайындалады. Қосымша орамада кернеу негізгіден $\sqrt{3}$ есе көп.

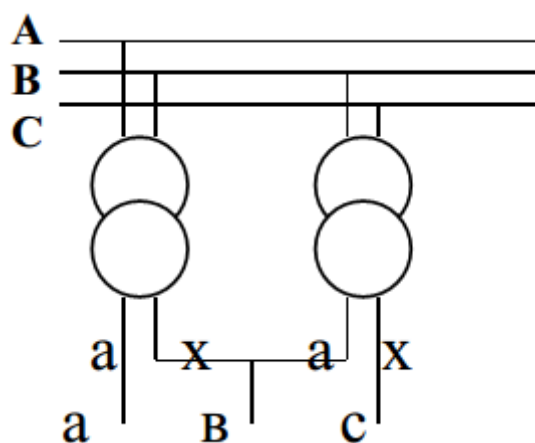
Таңбалауды мынадай түрде жүргізеді бірінші ретті орамның басы- А, соңы-Х; негізгі екінші ретті орамның басы-а, соңы-х; қосымша екінші ретті орамның басы- ад, соңы- хд.

2.3 Кернеу трансформаторларын қосу схемалары

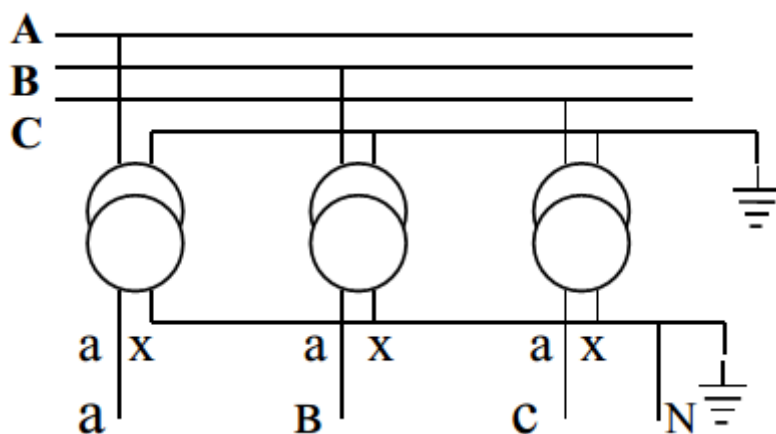
Кернеу трансформаторлары үшфазалы және бірфазалы болады және тағайындалуына байланысты өзара әр түрлі схемалар бойынша қосылады.



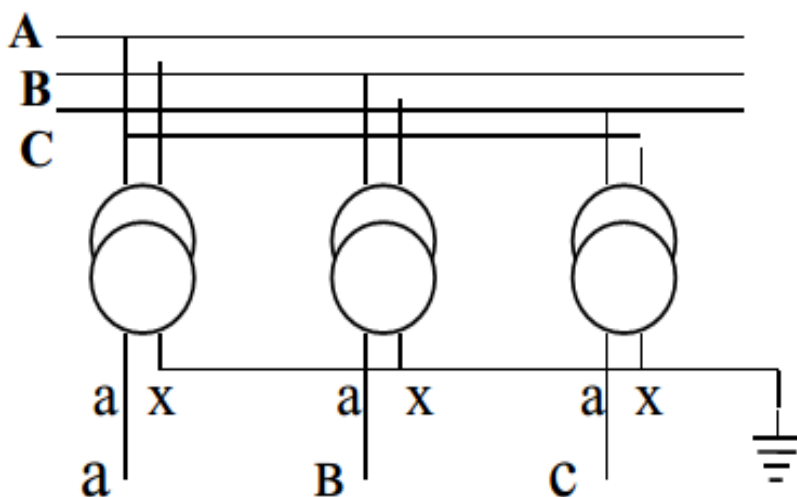
2.4-сурет. Бір ТУ қосу схемасы, қорғаныс немесе өлшеу үшін бір фазааралық кернеу жеткілікті болғанда пайдаланылады



2.5-сурет. TU толық емес жұлдызша қосу схемасы, қорғаныс немесе өлшеу үшін екі немесе үш фазааралық кернеулер болуы керек болғанда қолданылады



2.6-сурет. TU жұлдызша қосу схемасы, қорғаныс немесе өлшеу үшін фазалық және фазааралық кернеулер қажет болғанда пайдаланылады



2.7-сурет. TU үшбұрыш-жұлдызша қосу схемасы, генераторлардың қозуын автоматты реттеу құрылғыларын қоректендіру үшін қолданылады

2.4 Кернеу трансформаторларының қателігі

Кернеу трансформаторларында мынадай қателіктер бар:

- кернеуде, яғни трансформация коэффициентінде;
- бұрыш бойынша, бірінші ретті кернеуге қатысты екінші ретті кернеудің жылжу бұрышы.

Реле қорғанысының жұмысына және өлшеудің дәлдігіне ТУ тізбегінен жабдықты орнату орнына дейінгі тізбектердегі кернеудің құлауымен байланысты қателіктер әсер етеді. Сондықтан желі қимасы көрсетілген тізбектердегі кернеудің төмендеуі релелік қорғаныс үшін 3% - дан аспайтындай есеппен таңдалады, ал электр энергиясын есепке алу тізбектері үшін 0,5%.

Кернеудің жоғалуы желінің белгілі кедергісі және олар бойынша өтетін жүктеме тогының мәндері бойынша анықталады:

$$\Delta U = r_1 \cdot I_1 \cdot R_1 + r_2 \cdot I_2 \cdot R_2 + \dots + r_n \cdot I_n \cdot R_n. \quad (2.4)$$

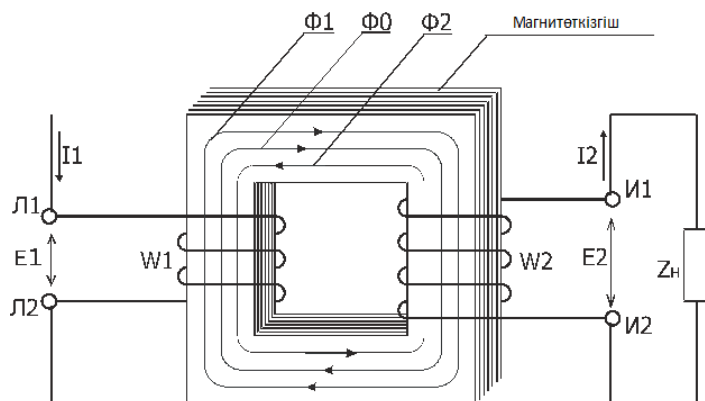
r_1, r_2, r_n - фаза аралық кернеудің фазалық құлауын қайта есептеу коэффициенті (жүктемені үш фаза бойынша қоректендіру кезінде $r = \sqrt{3}$, ал фаза аралық кернеуге қосылған жүктемені екі желі бойынша қоректендіру кезінде $r = 2$).

Қателікке байланысты олар мынадай дәлдік кластарына бөлінеді 0,2; 0,5; 1; 3; Д - нормаланбайды.

2.5 Ток трансформаторлары

Ток трансформаторының құрылымы (ТА):

ТТ қалыңдығы 0,3-0,5 мм суық илектелген немесе ыстықтай илектелген электр техникалық болат пластиналарынан жинақталған магнит өткізгішінен тұрады (сурет. 2.1). Магнит өткізгішке бірінші ретті орам (w_1), бір (w_2) немесе бірнеше екінші ретті орамдар оралады.



2.8-сурет. ТТ құрылымы

Орамалар электр техникалық мыс немесе алюминий сымнан жасалады. W1 – Л1 және Л2 орамдарының қысқыштары желіге қосылады, w2 – И1 және И2 орамдарының қысқыштары өлшеу аспаптарына (орам 0,5 белгіленеді) және реле (р) қосылады. Әдетте W2 орамдарының саны w1-ден көп.

2.6 Ток трансформаторларының қателігі

Ток трансформаторларының келесі негізгі қателіктері бар:

1. Токтық қателік немесе трансформация коэффициентіндегі қателік.

I_1/K_1 трансформацияның номиналды коэффициентіне бөлінген бірінші ретті токтың және I_2 өлшенген екінші ретті токтың арифметикалық айырмасы ретінде анықталады:

$$\Delta I = I_1/K_1 - I_2 \quad (2.5)$$

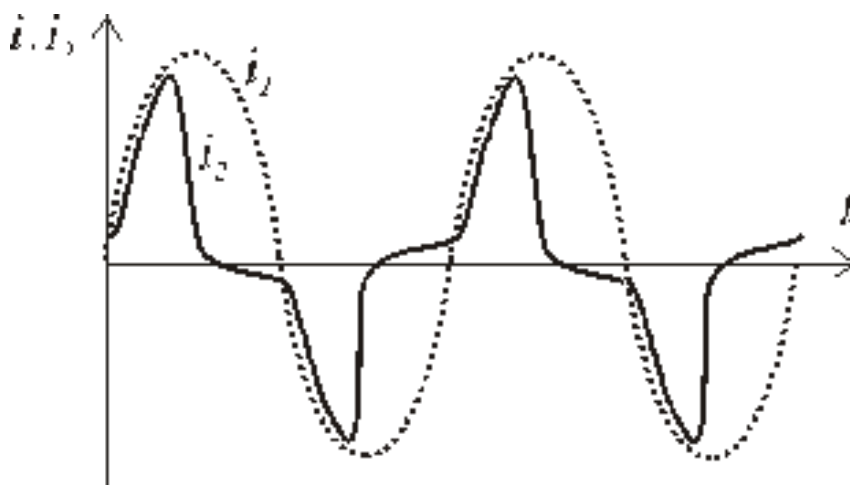
Пайыздық мәндегі ток қателігі анықталады:

$$f = \Delta I K_1 100 / I_1. \quad (2.6)$$

2. Бұрыштық қателік. Бірінші ретті ток векторына қатысты екінші ретті ток векторының жылжу бұрышы ретінде анықталады және екінші ток бірінші ретті ток озып кеткен кезде оң деп саналады.

Сол қателіктерге байланысты ТА да кернеу трансформаторлары сияқты дәлдік кластарына бөлінеді.

Жақын қысқа тұйықталу кезінде ҚТ тогы еселікке жетуі мүмкін - (30...100× $I_{ном}$ дейін), сонда ТТ қанығады және синусоидалы емес екінші ретті (сурет.2.9).



2.9-сурет. Қаныққан ТТ тоқтар диаграммасы

Мұндай режимнің қателігін интегралдық көрсеткішпен есепке алу қажет, ол осы кезде өлшенетін толық қателік болып табылады. (%):

$$\varepsilon = \frac{100}{I_1} \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (i_2 k_T - i_1)^2 dt} \quad (2.7)$$

мұнда t – өнеркәсіптік жиілік кезеңі, i_1 және i_2 – ТТ бастапқы және қайталама токтардың лездік мәндері (сурет.2.9);

- бұрыштық қателік- i_1 және I_2 векторлары арасындағы бұрыш (сурет.2.8) град. немесе мин. өлшенетін.

ТТ қателігінің орнын толтыру бірнеше тәсілмен жүзеге асырылады: - магниттеу қисығын түзету; - магнит өткізгішті магниттеу; - нөлдік ағын құру; - шашыраңқы ағындарды қайта бөлу.

ТТ трансформация коэффициенттері екінші ретті ток I_2 ТТ әдетте 5 А немесе 1 А құрайды, лабораториялық ТТ – 2 А және 2,5 А ($I_2=5$ А, 1 А) болады.

$I_1=1; 5; 10; 15; 20; 30; 40; 50; 75; 80; 100; 150; 200; 300; 400; 500; 600; 750; 800; 1000; 1200; 1500; 2000; 3000; 4000; 5000; 6000; 8000; 10000; 12000; 14000; 16000; 18000; 20000; 25000; 30000; 32000; 40000$ А – ТТ орамасының бірінші ретті тоқтары.

Ток трансформаторының (ТА) кернеу трансформаторынан принципті айырмашылығы оның бастапқы орамасы токты өлшеу тізбегіне тізбектей қосылады және ол арқылы барлық жүктеме тогы немесе ҚТ өтеді.

ТА құрылғысы ТУ сияқты бірдей, тек бастапқы орама қалың сыммен орындалады және бір немесе бірнеше орамдары болады, ал екінші ретті орама қимасы аз сымнан орындалады және орамдардың көп саны болады.

ТА - ның бірінші орамында өтетін ток бірінші ретті деп аталады және I_1 , ал екінші ретті орамдағы ток- I_2 деп белгіленеді.

$W_1/W_2 = K_I$ қатынасы ақпарат коэффициенті деп аталады.

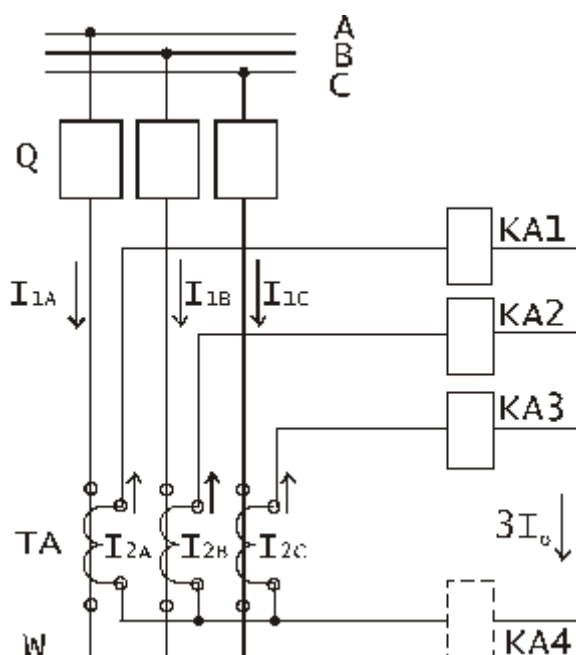
$I_1/I_2 = K_I$ қатынасы трансформация коэффициенті деп аталады.

Белгілі бірінші ретті ток бойынша екінші ретті токты анықтау және керісінше номиналды трансформация коэффициенттері бойынша жүргізіледі:

$$I_2 = I_1/K_I; I_1 = I_2 \cdot K_I \quad (2.8)$$

ТА-ны өзара дұрыс қосу және оларға электр жабдығын дұрыс қосу үшін ТА орамдарының шықпалары мынадай түрде таңбаланады: бірінші ретті орамның басы-Л1, соңы-Л2, екінші ретті орамның басы-И1, соңы-И2. ТА паспортында және трансформация коэффициенті келесідей белгіленеді 100/5, яғни трансформация коэффициенті 20.

2.7 Ток трансформаторларын қосу схемалары



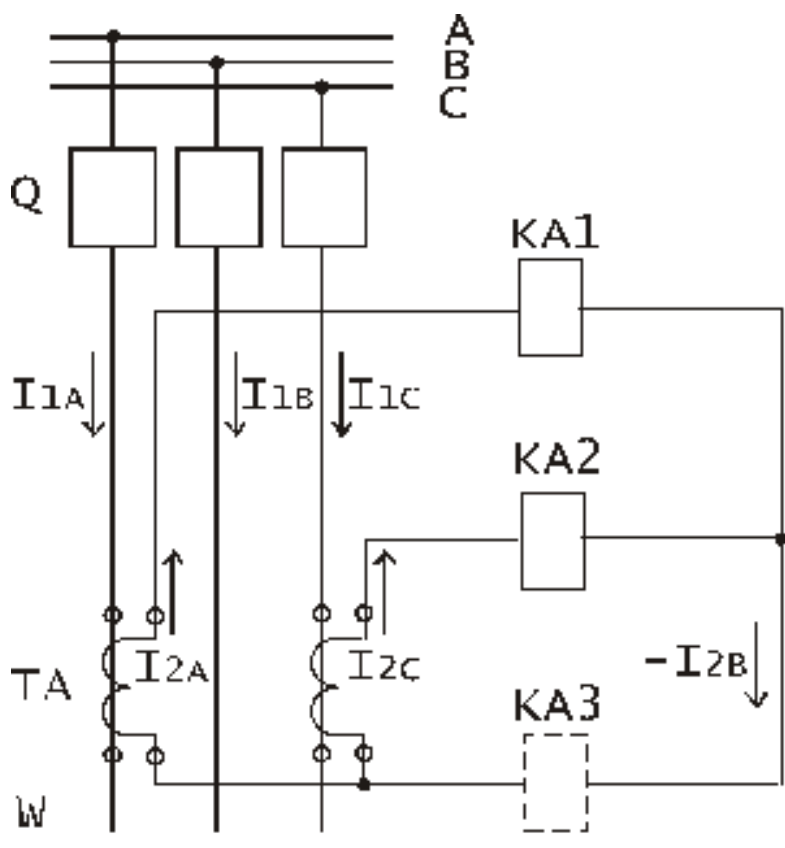
2.10-сурет. ТТ толық жұлдызша жалғау схемасы

ТТ-ны "толық жұлдызша" қосу схемасы (сурет.2.10 әдетте, Жерге тұйықталған бейтарабы бар U110 кВ тораптарда қолданылады. оқшауланған бейтарабы бар U35 кВ тораптарда мұндай схема сирек қолданылады – жауапты электр қондырғыларында (мысалы, шиналарды қорғау). Мұндай схеманың коэффициенті $k_{сх}=1$ (реле арқылы өтетін токтың тт екінші ретті орамы арқылы өтетін тоғына қатынасы). КА4 релесінен нөлдік тізбектегі үшеселенген ток өтеді. Бұл фазалардың симметриялық құрауыштары әдісіне сәйкес дәлелдеу қиын емес:

$$\begin{cases} I_A = I_{A1} + I_{A2} + I_{A0} \\ I_B = a^2 I_{A1} + a I_{A2} + I_{A0} \\ I_C = a I_{A1} + a^2 I_{A2} + I_{A0} \end{cases} \quad (2.10)$$

КА4 релесінде А, В және С фаза токтары жинақталады. Нәтижесінде тікелей және кері тізбектілік бойынша қосынды нөлге тең болады, өйткені:

$$a^2 + a + 1 = 0 \quad (2.11)$$



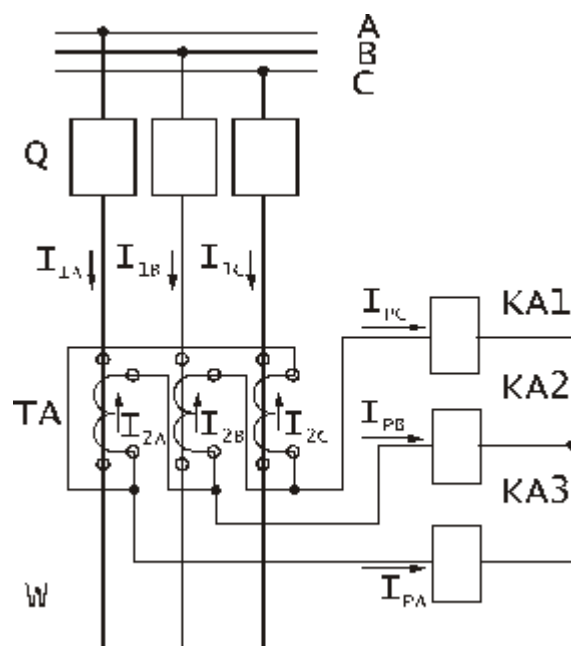
2.11-сурет. ТТ толық емес жұлдызша жалғау схемасы

Ал КА4 релесі арқылы өтетін нәтиже тогы $3I_{A0}$ тең. Әдетте А фазасының белгілену индексында төмендейді және $3I_0$ жазылады.

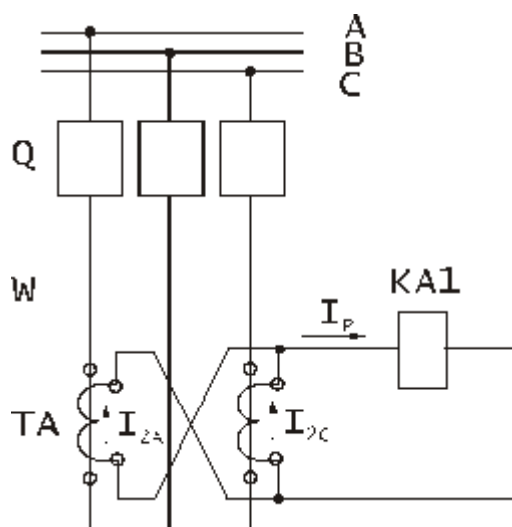
ТТ-ны "толық емес жұлдызша" қосу схемасы тек қана $U = 35$ кВ бейтарап оқшауланған тораптарда қолданылады. Мұндай схема үшін $k_{CX} = 1$, реле тогы және ТТ екінші ретті ормасындағы тоқтар тең. Схеманың ерекшелігі – екі ТТ кері сымға КА3 релесін қосу арқылы үшінші фаза тогын I_B алуға болады:

$$I_{2A} + I_{2C} = -I_{2B} \quad (2.12)$$

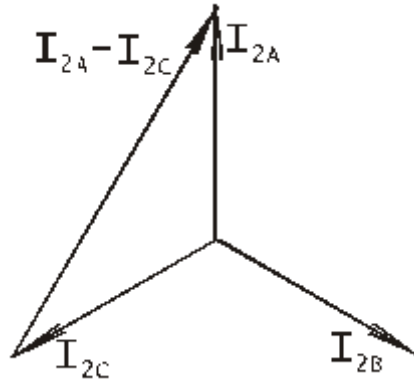
сондықтан симметриялы үшфазалы торапта $I_A + I_C + I_B = 0$ теңдігі орындалады (тоқпен нөлдік реттілік ережелерін елемейді, өйткені жерге бір фазалы тұйықталу кезінде олар жұмыстық тоқтардан өте аз).



2.12-сурет. ТТ үшбұрышша жалғау схемасы



2.13-сурет. ТТ фазалар айырмашылығына жалғау схемасы



2.14 -сурет. K_{CX} есептеуге арналған векторлық диаграмма

ТТ-ны "үшбұрышша" қосу схемасы (сурет. 2.12) әдетте жоғары кернеу жағынан трансформаторды дифференциалды қорғау үшін $U = 110$ кВ желілерінде қолданылады. Мұндай схеманың коэффициентін Кирхгофтың І Заңы бойынша, ТТ А фазасының түйініндегі токтарды табу арқылы есептеуге болады:

$$\dot{I}_p - \dot{I}_{2A} + \dot{I}_{2C} = 0 \quad (2.13)$$

реле тогын табамыз:

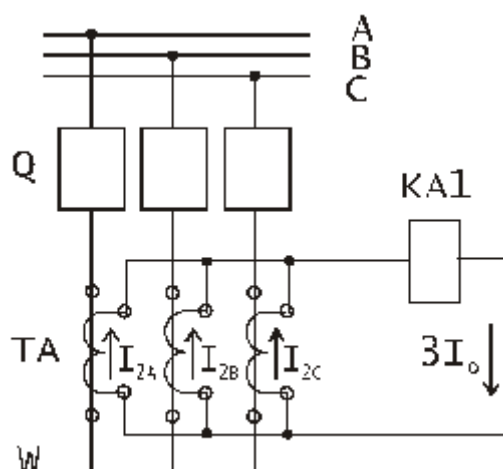
$$\dot{I}_p = \dot{I}_{2A} - \dot{I}_{2C} \quad (2.14)$$

$a^2 = -\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2}$ ескеріп, векторлық диаграммаға сәйкес (сурет 2.14), есептеуге болады:

$$\begin{aligned} k_{CX} &= \frac{|\dot{I}_p|}{|\dot{I}_{2A}|} = \frac{|\dot{I}_{2A} - \dot{I}_{2C}|}{|\dot{I}_{2A}|} = \frac{|\dot{I}_{2A} - a^2 \dot{I}_{2A}|}{|\dot{I}_{2A}|} = \\ &= \frac{|\dot{I}_{2A}| \cdot |1 - a^2|}{|\dot{I}_{2A}|} = |1 - a^2| = \sqrt{3} \end{aligned} \quad (2.15)$$

ТТ фазалардың әртүрлілігіне қосу схемасы (бұрын бұл схеманы "толық емес үшбұрыш" деп атаған), (сурет. 2.13) оқшауланған бейтарабы бар $U = 35$ кВ тораптарда, көбінесе жоғары вольтті электр қозғалтқыштарын қорғау үшін, бірақ кейде трансформаторларды қорғау үшін, желіде сирек қолданылады. Сол сияқты, ТТ "үшбұрышша" қосу схемасы үшін, оның $k_{CX} = \sqrt{3}$ тең. Қорытынды бірдей "Үшбұрыш" схемасына ұқсас, сондықтан түйін үшін өрнек (2.15) алынады.

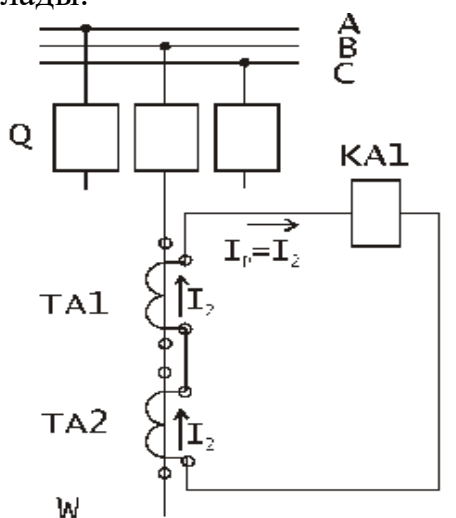
Оның артықшылығы - бір реленің болуы, қарапайымдылығы. Кемшілігі В фазасындағы қозғалтқыш орамасының орамалық тұйықталу кезінде төмен сезімталдығы болып табылады.



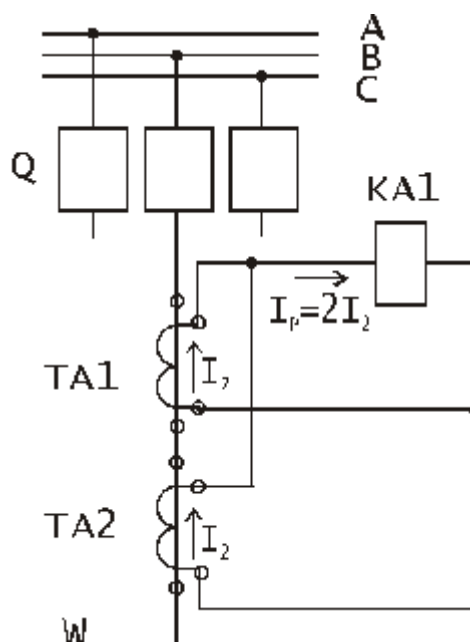
2.15-сурет. Нөлдік тізбек ток сүзгісі

Нөлдік тізбектегі ток сүзгісінің схемасы 2.15 суретте көрсетілген. Нөлдік реттілік тоқтық қорғау үшін U 110 кВ жерге тұйықталған бейтарап тораптарда қолданылады. Бұл схема сүзгі болғандықтан, ол үшін схема коэффициенті ұғымы жоқ. Реле арқылы $3I_0$ нөлдік тізбектегі үшеселенген ток $3I_0$ өтеді – толық жұлдызша схемасына ұқсас дәлелденеді.

ТТ тізбектей жалғануы (сурет. 2.16) ТТ жүктеме қабілетін арттыру үшін қолданылады. Ол үшін ТТ бірдей k_T қолданылады. ТТ арқылы өтетін ток бірдей, ал жүктемедегі кернеу екіге бөлінеді, онда жүктеме әр ТТ екі есе азаяды. Бұл схема трансформатордың жоғары кернеу жағында $Y/\square\square\square\square$ схемасы бойынша жалғанған, дифференциалды қорғанысын қосу үшін жиі қолданылады.

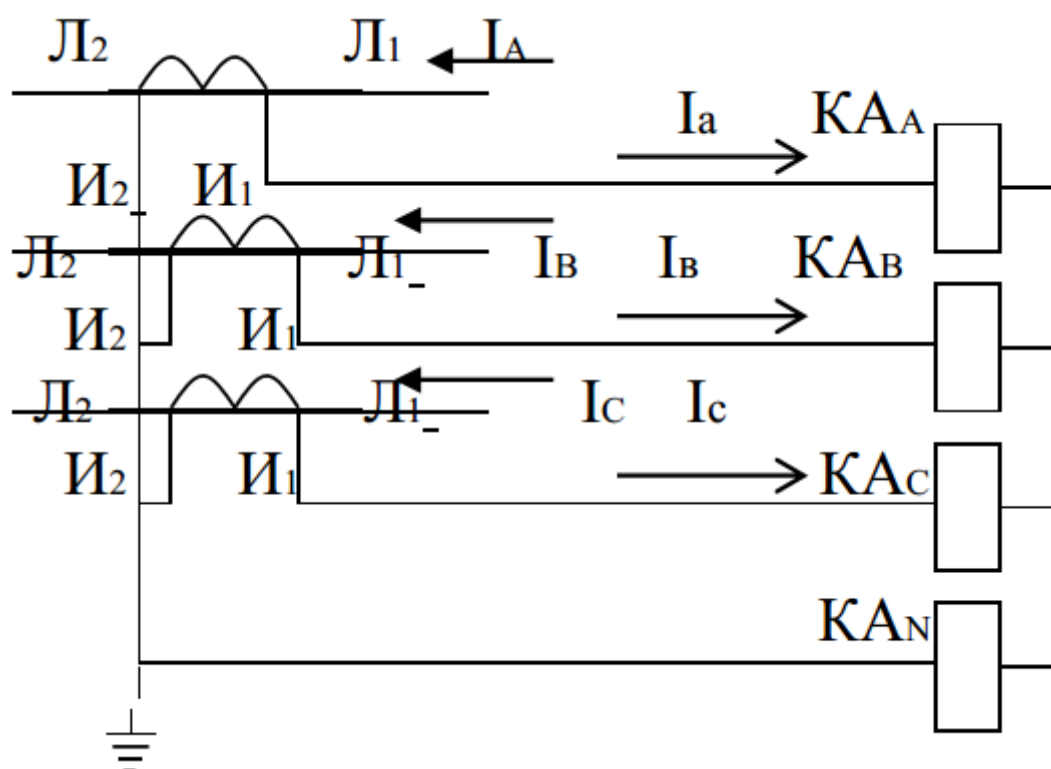


2.16 -сурет. ТТ тізбектей жалғау

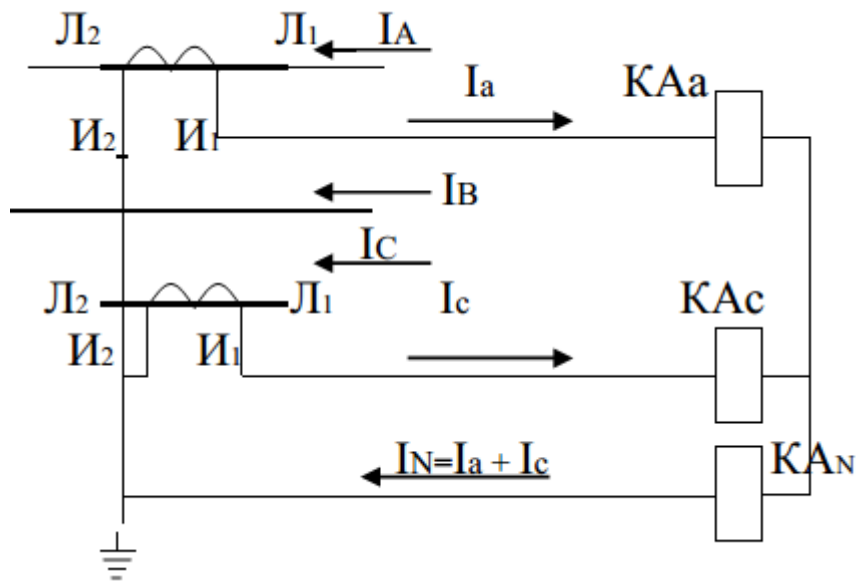


2.17-сурет. ТТ параллель жалғау

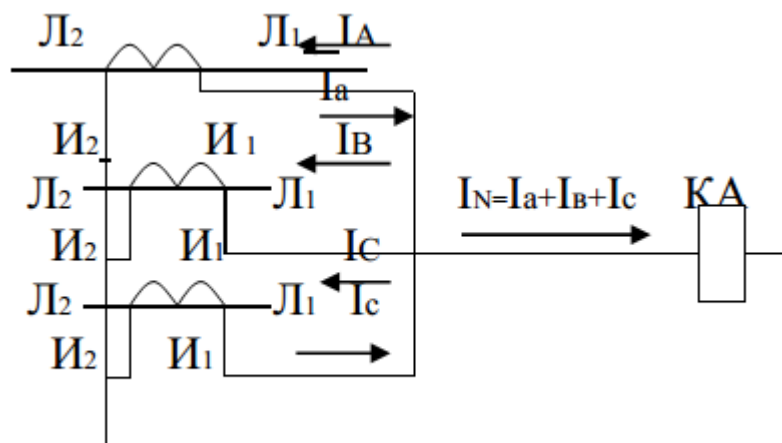
ТТ параллель қосу (сурет. 2.17) k_T азайту үшін пайдаланылады. Егер ТТ бірдей k_T болса, онда трансформацияның нәтиже коэффициенті екі есе аз болады.



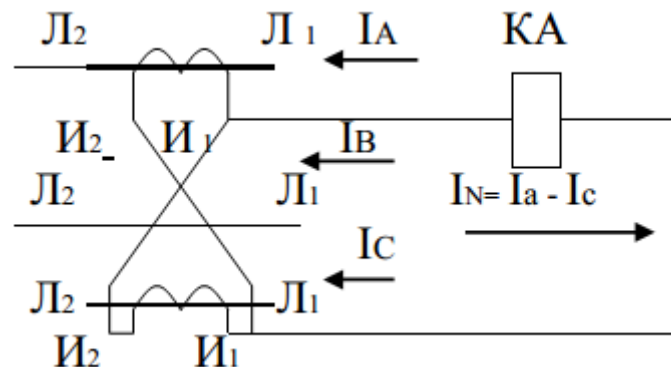
2.18-сурет. ТА-ның жұлдызша қосылу схемасы, бір фазалы және фаза аралық ҚТ-ның барлық түрлерінен қорғау үшін пайдаланылады



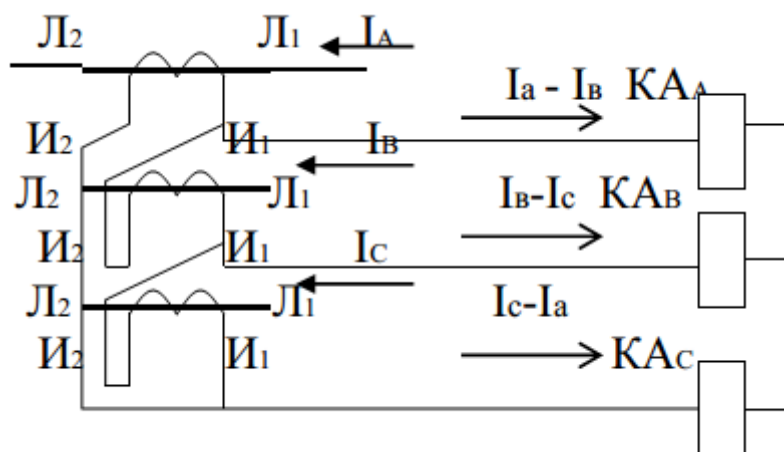
2.19-сурет. ТА толық емес жұлдызша қосу схемасы, фазааралық ҚТ қорғау үшін қолданылады



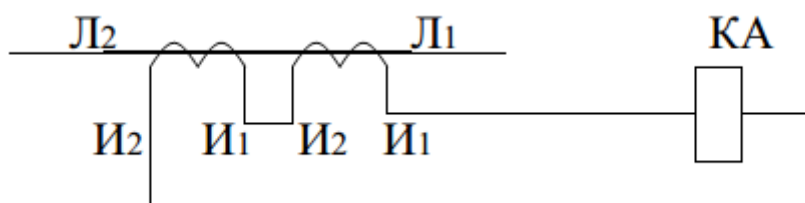
2.20 -сурет. Барлық үш фазаның ток қосындысы бойынша ТА-ның қосу схемасы бір фазалы ҚТ және жерге тұйықталудан қорғау үшін қолданылады



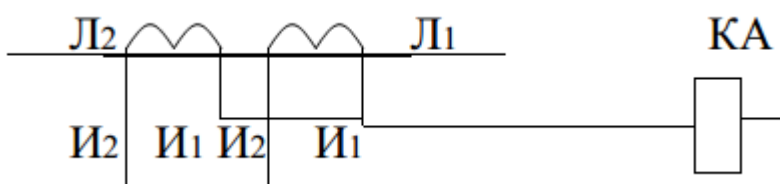
2.21-сурет. Екі фаза тоғының айырмашылығына ТА қосу схемасы, фаза аралық ҚТ үшін арналған



2.22-сурет. ТА үшбұрышша қосу схемасы, дифференциалды қорғаныста қолдану үшін



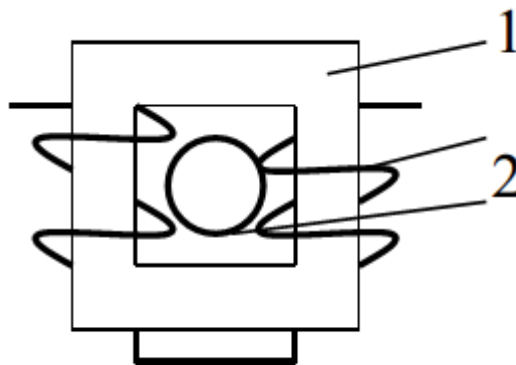
2.23-сурет. ТА тізбектей қосу схемасы, аз қуатты трансформаторларды қолдану үшін



2.24 ТА параллель қосу схемасы – трансформацияның стандартты емес к-сурет.оэффициенттерін алу үшін. Трансформаторлар параллель қанша қосылса, трансформация коэффициенті көп есе аз болады

2.8 Кабельді ток трансформаторлары

Жерге тұйықталудан қорғау үшін сақиналы өзекшелері бар кабельдік ТА кеңінен қолданылады. Бұл ТА нөлдік тізбектегі ток трансформаторлары деп атайды. Кабельдік ТА дөңгелек немесе тікбұрышты пішінді болат өзекшеден 1тұрады, онда екінші ретті орама 2 оралған. Өзекше қорғалған желісінің үш фазалы кабеліне салынады 3, ол t ТА бастапқы орамасы болып табылады.



2.25-сурет. Кабельдік ТА схемасы

Кабельдің әрбір фазасы бойынша өтетін ток ТА өзекшесінде магнит ағынын тудырады, ал екінші орамасындағы ЭҚК-і барлық үш фазалардың жиынтық магнитті ағынымен индукциланады. Сонымен қатар, үш фазалы симметриялы жүктемеде, екі фазалы және үш фазалы ҚТ кезінде қосынды магнит ағыны нөлге тең болады, себебі оның токтарының қосындысы нөлге тең.

Бір фазаның жерге тұйықталуы кезінде тұйықталу тогы тек осы фазадан өтеді және өзекшеде магнитті ағынын жасайды, ол ТА екінші орамасындағы ЭҚК индукциялайды.

3. ҚОРҒАНЫС ЖӘНЕ АВТОМАТИКА РЕЛЕСІ

3.1 Реленің жіктелуі

Релелік қорғаныс және автоматика берілген тізбекте және бір-біріне тәуелділікпен бірге әрекет ететін әртүрлі тағайындалудағы реле кешенін қамтиды. Релелік қорғаныс және автоматика құрылғыларында реле әртүрлі электр тізбектерін тұйықтайды немесе ажыратады немесе күштік аппараттарға механикалық әсер етеді.

Түрі бойынша жіктеу:

1. Электр шамаларына әсер ететін, электрлік.
2. Қысым, газ сұйықтығының ағу жылдамдығы, айналу жиілігі және т. б. шамаларға әсер ететін, механикалық.
3. Бөлінетін жылудың мөлшеріне немесе температураның өзгеруіне әсер ететін, жылулық.

Релелік қорғаныста қолданылатын реле көбі - электрлік. Электрлік релесі түсінігі, реленің жұмысы оның орамы бойынша өтетін электр тогының әсерінен механикалық элементтердің салыстырмалы қозғалуын қолдануға негізделген.

Электрлік релесінің жіктелуі.

Жұмыс принципі бойынша:

1. Электрмагниттік.
2. Индукциялық.
3. Электродинамикалық.
4. Жылулық.
5. Электрондық.
6. Жартылай өткізгіштік.

Тағайындалуы бойынша:

1. Бақыланатын шамалардың (ток, кернеу, қуат және т.б.) өзгеруіне жауап беретін, негізгі реле.
2. Қосалқы, басқа релемен басқарылатын және уақыт ұстанымдарын енгізу, контактілерді көбейту, бір реледен басқасына командаларды беру және т. б. функцияларды орындайтын.
3. Сигналдық, қорғаныс әрекетін тіркейтін және жарық және дыбыс сигналдарын басқаратын.

Әсер ететін шама бойынша:

1. Кернеу.
2. Ток.
3. Қуат.
4. Ток жиілігі.

Релені бақылау тізбегіне қосу тәсілі бойынша:

1. Бірінші ретті, олар бақылайтын тізбекке тікелей қосу.

2. Екінші ретті, ток пен кернеуді өлшеу трансформаторлары арқылы осы тізбекке қосу.

Атқарушы органның ықпал ету тәсілі бойынша:

1. Тікелей әрекет ететін, ажырату механизміне тікелей әсер етеді.

2. Жанама әрекет ететін, аралық электромагниттік механизм арқылы әрекет етеді.

Салыстырмалы түрде қуаттары аз мен желілердің конструкциялары қарапайым ауылдық электр қондырғыларында қорғаныс релелерінің шектеулі саны бар қарапайым қорғаныс схемалары қолданылады: электромагниттік, индукциялық, жылулық.

3.2 Электромагниттік реленің әрекет ету принципі

Электромагниттік реледе әдетте келесі электромеханикалық жүйелерді қолданады: тартқыш зәкірлер, көлденең қозғаушы зәкірлер, бұрылмалы зәкірлер. Осындай реленің әрекеті орамасымен ток өтетін (сурет 3.1) жылжымалы болат зәкірді 3, электромагнит 1 тартуға негізделген. Жанама әрекет ету релесінің қозғалмайтын 4 және жылжымалы 5 бөліктен тұратын байланыс жүйесі бар. Жылжымалы бөлік реле зәкірімен байланысты. Орамда ток болмаған жағдайда зәкір 2 бастапқы қалыпта қарсыәсер ету серіппесімен 6 ұсталады, бұл ретте түйіспе ажыратылған немесе тұйықтаулы. Реле орамасы бойынша ток өткенде магнит ағыны Φ туындайды, ол электромагниттің магнитөткізгіші, ауалық саңылау және зәкір арқылы тұйықталады. Бұл ретте, реленің якорын электромагнитке тартатын электромагниттік күш туындайды, ол мына өрнектен анықталады:

$$F_{\text{э}} = k \frac{I^2 \omega^2}{\ell^2} \quad (3.1)$$

мұнда k - болаттың магниттік қасиеттерін және реленің конструктивті орындалу ерекшеліктерін ескеретін, пропорционалды коэффициенті.

Реле зәкірінің қозғалмайтын өзекшеге тарту моменті, реленің іске қосылу моменті деп аталады, ал іске қосылу орын алатын ең кіші ток реленің іске қосылу тогы деп аталады. Реленің іске қосылу шарттары, зәкірдің қозғалмайтын өзекшеге тартылатын кезіндегі электромагниттік күш, серіппе күші және зәкір массасы яғни $F_{\text{э}} = F_{\text{м}}$, қосындысынан тұратын, қарсы әсер етуші механикалық күшке тең болған кезде туындайды, одан мынаны аламыз:

$$F_M = \kappa \frac{I^2 \omega^2}{\ell^2}, \quad (3.2)$$

Бұдан:

$$I_{c.p} = \sqrt{\frac{F_M \ell^2}{\kappa \omega^2}}. \quad (3.3)$$

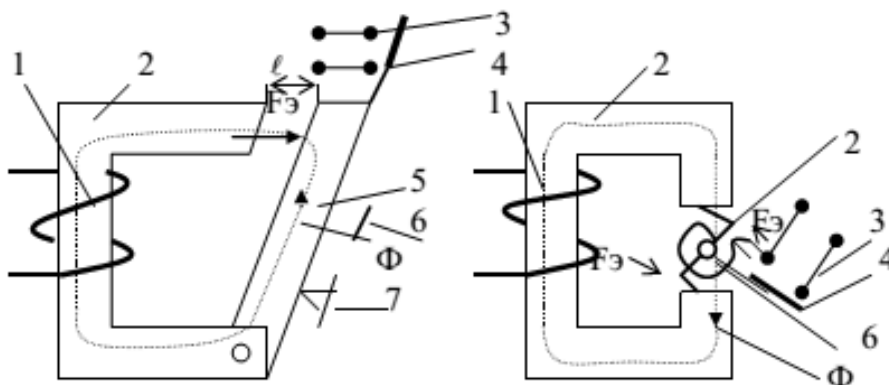
Егер реле іске қосылғаннан кейін оның орамындағы токты үнемі азайтса, онда электромагниттік күш азаяды және ол қарсы әрекет ететін механикалық күштен аз болған кезде, реле якорьі бастапқы қалпына оралады. Реле қайтарылатын ең үлкен ток реленің қайту тогы деп аталады.

Қайту тогының іске қосылу тогына қатынасы реленің қайту коэффициенті деп аталады.

$$\kappa_v = I_{v.p} / I_{c.p} \quad (3.4)$$



3.1-сурет. Тартқыш зәкірі бар реле



3.2-сурет. Бұрылмалы зәкірі бар реле 3.3-сурет. Көлденең қозғаушы зәкірі бар реле

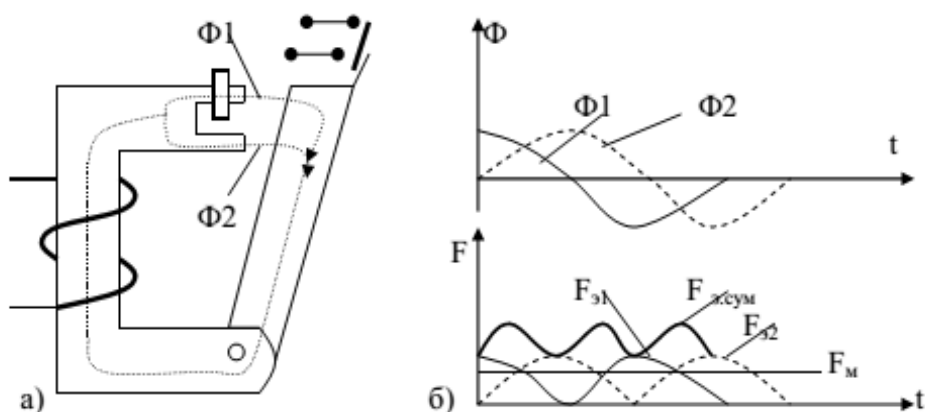
1- Магнитсым; 2- якорь; 3- Жылжымайтын түйіспе; 4- Жылжымалы түйіспе; 5- Орама; 6- Қарсы әсер етуші серіппе; 7- тірек.

3.3 Электромагниттік реленің айнымалы токтағы жұмысы

Электромагниттік реле орамын айнымалы ток тізбегіне қосқан кезде, зәкірдің тарту күші де шамасы бойынша айнымалы болады және нөлден ең үлкен мәнге дейін екі есе жиілікпен өзгереді.

Бұл жағдайда электромагниттік тарту күші F_z азая отырып, серіппе және зәкір массасынан туындайтын қарсы әсер етуші серіппе F_m күшінен азаятын болады, бұл кезде зәкір тартылады, содан кейін тарту күші ұлғайған кезде қайтадан тартылады. Зәкірдің бұлай ауытқуы реле түйіспелерінің жұмыс істеуін нашарлатады және олардың жанып кетуін тудырады.

Дірілді жою үшін өзек полюсінің бөлігіне мыс қысқа тұйықталған орам 8 орнатылады. Бұдан, реле орамасымен өтетін токтың туындаған магнит ағыны, уақыт аралығында ығыстырылған екі ағынға Φ_1 және Φ_2 бөлінеді. Әрбір магнит ағыны якорьдің тартылыс күшін F_{z1} және F_{z2} жасайды. Нәтижесінде тартудың жиынтық күшінде $F_{z, \text{сум}} = F_{z1} + F_{z2}$ шамалы тербелістер болады және қарсы әсет етуші серіппе күші мен зәкір массасынан F_m әрқашан артық болады.



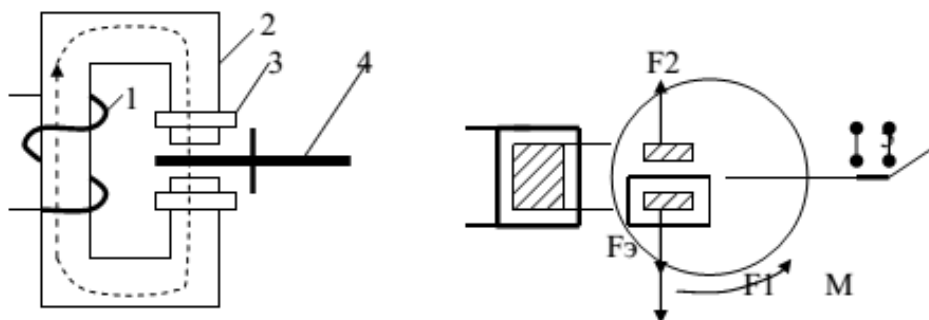
3.3-сурет. Қысқа тұйықталған орамыбар электромагниттік реле: а - конструктивті орындау; б - өзекшенің магнит ағынының және тарту күшінің өзгеру сипаты

3.4 Индукциялық реленің жұмыс істеу принципі

Индукциялық реле орамасы бар 1 магнит өткізгіштен 2 және контактілі жүйе осіне 5 бекітілген алюминді дискіден 4 тұрады (сурет 3.4).

Магнит өткізгіштің қимасының бір бөлігіне қысқа тұйықталған мыс орамдары 3 отырғызылған.

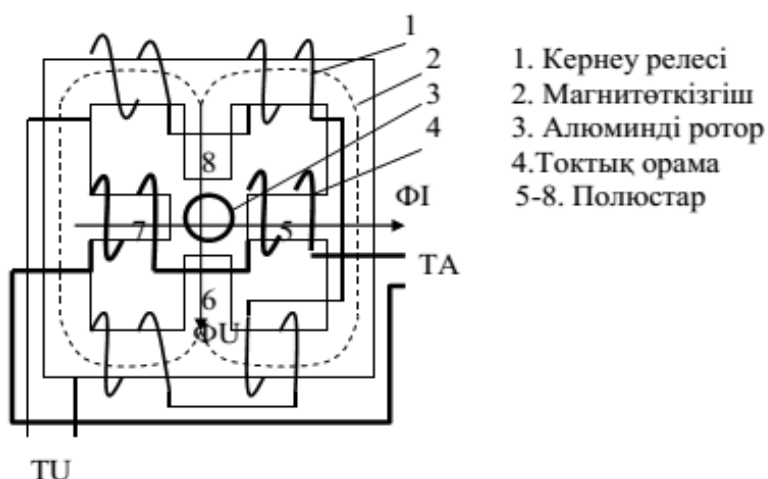
Реле орамасымен айнымалы ток өткен кезде, магнит ағыны Φ пайда болады, ол полюстердің экрандалған және экрандалмаған бөлігінде тұйықталады. Осының салдарынан қысқа тұйықталған орамдарда ЭҚК индуктеледі, нәтижесінде магнит өрісін жасайтын ток ағады.



3.4-сурет. Дискі бар индукциялық реленің жұмыс істеу принципі

Φ магнит өткізгішінің магниттік ағыны бар қысқа тұйықталған орамдармен туындаған магнит ағынын қосу нәтижесінде, жиынтық магнит ағыны да полюстердің Φ_1 экрандалған бөлігінде, Ψ бұрышына полюстердің Φ_2 экрандалмаған бөлігіндегі магнит ағынынан фаза бойынша ерекшеленеді. Осылайша, индуктивті реле жұмысы үшін қажетті шарттар орындалады, магнит ағындарының бір-біріне қатысты кеңістікте және фазада ығысуы.

Φ_1 магнит ағынының, I_{d2} тогымен жасалған, индуктелген дисктегі Φ_2 магнит ағынының магнит өрісімен өзара әрекеттесуі нәтижесінде және Φ_2 магнит ағынының, I_{d1} тогымен жасалған, индуктелген дисктегі Φ_1 магнит ағынының магнит өрісімен өзара әрекеттесуі нәтижесінде, жылжымалы бөлігі болып табылатын F_3 жиынтық күшіне әрекет ететін, F_1 және F_2 геометриялық жиынтығына тең болады. Осы күштің әсерінен айналмалы момент жасалады. Айналу әрдайым экрандалмаған полюстен экрандалған полюске қарай жүзеге асырылады.



3.5-сурет. Қуат бағытының индукциялық реле құрылғысы

Бұл реленің екі орамасы бар (сурет 3.5). Олардың бірі ток трансформаторларына, екіншісі кернеу трансформаторларына қосылады. Орамадан өтетін токтардың әрқайсысы магнитті ағынын тудырады. Өйткені бір магнит ағыныны I_p тоғына пропорционалды болса, ал екіншісі

U_p кернеуіне, онда реленің жылжымалы бөлігінде пайда болған айналу моменті, реле қысқыштарындағы қуатқа пропорционалды, ал оның бағыты қуаты бағытына байланысты болады.

Реле, реле орамдары орналасқан ішке шығыңқы төрт полюсі бар тұйықталған болат магнит өткізгішінен тұрады. Ток орамы 4 екі қарама-қарсы 5,7 полюстерде орналасқан және олар арқылы өтетін Φ_I магниттік ағынын тудырады. Кернеу орамы 1 ярмада орналасқан және төрт секциядан тұрады, олар өзара өздері тудыратын Φ_U магнит ағыны полюстер 6 және 8 арқылы өтетіндей етіп байланысқан. Мұндай орамдарды орындау кезінде магнит ағындары бір-біріне қатысты кеңістікте 90 градусқа ығысқан. Полюстер арасында алюминий роторы 3 бар. Ротордың қабырғаларында магнит ағындарының индуктивті токтармен өзара әрекеттесуі, роторда өрнектен анықталатын айналмалы моментті жасайды:

$$M_{вр} = k\Phi_I\Phi_U\sin\Psi, \quad (3.5)$$

мұндағы k - пропорционалдық коэффициенті; Φ_I - ток орамымен туындайтын, магниттік ағын; Φ_U - кернеу орамымен жасалатын магниттік ағын; Ψ - магниттік ағындар арасындағы электрлік бұрыш.

Егер реленің кернеу тізбегінде оның активті кедергісі реактивті кедергіден аз болса, онда реле тек активті қуатқа әрекет етеді және активті қуаттың релесі деп аталады. Егер кернеу орамасының кедергісі кері болса, онда - индуктивті қуат релесі.

3.5 Поляризацияланған реле



3.6-сурет. Поляризацияланған реле құрылғысы және әрекет принципі

Поляризацияланған реле электромагниттік принциппен жұмыс істейді, ол реле якорьына екі тәуелсіз ағынының өзара әсеріне негізделген: поляризациялайтын Φ_p , тұрақты магниттен туындайтын, және жұмыстық Φ_r , реле орамасы бойынша өтетін токтан туындайтын (сур 3.6).

Реле тұрақты магниттен 1 тұрады, ол поляризацияланған магниттік ағынын Фп тудырады, орамасы бар 6 магнит өткізгіштен 5 тұрады, ол н жылжымалы түйіспелер 2 мен жылжымайтын түйіспелер 3 бекітілген, якорьдың 4 жұмыстық магниттік ағынын Фр тудырады.

Реле орамасында ток болмаған жағдайда, реленің магнитті жүйесінде тек поляризацияланған магнит ағыны орын алады. Егер бұл жағдайда реле якорьын қатаң бейтарап жағдайға орнатса, онда поляризациялық магниттік ағын сол және оң екі тең бөлікке тармақталады. Өйткені, зәкірге әсер ететін нәтиже күші бұл кезде нөлге тең болғандықтан, зәкір бейтарап күйде қалады. Реленің жұмыстық орамасына тұрақты ток кернеуін беру кезінде, токтың әсерімен жұмыстық магнит ағыны пайда болады, бұл ретте жиынтық магнит ағындары мынаған тең болады:

$$\Phi_{\text{сум, сол}} = \Phi_{\text{п, сол}} + \Phi_{\text{жум}} \quad (3.6)$$

$$\Phi_{\text{сум, оң}} = \Phi_{\text{п, оң}} - \Phi_{\text{жум}} \quad (3.7)$$

Сол жақ аралықтағы магнит ағыны өсіп, ал оң жақтағы – азайса, нәтижесінде, якорь сол жақ электромагнитке қарай тартылады. Жұмыс кернеуін алу кезінде якорь электромагниттің сол жақ полюсында қалады. Релені ауыстырып қосу үшін орамадағы кернеудің полярлығын өзгерту қажет.

Поляризацияланған реле жоғары сезімталдық пен жылдамдық (0,005), сондай-ақ аз қуаты (0,15 мВт) арқасында кеңінен қолданыс тапты.

3.6 Аралық реле

Аралық реленің негізгі тағайындалуы:

- реле іске қосылған кезде бір мезгілде бірнеше тізбекті тұйықтау немесе ажырату қажет болғанда, контактілерді көбейту үшін;
- негізгі реле контактілері айыруға есептелмеген үлкен қуатты тізбектерді коммутациялау кезінде реле контактілерінің жұмысын жеңілдету үшін.

Аралық релелерді оперативті тұрақты және айнымалы токтағы бұрылмалы зәкірі бар, бір немесе бірнеше орамалы, жедел ток көзінің (кернеу орамасының) толық кернеуіне немесе қандай да бір реле немесе аппараттың (ток орамасының) орамымен тізбектей қосылған электромагниттік принципмен жасалады. Тұрақты ток релесі 24, 48, 110 және 220 В кернеуге, ал айнымалы ток – 127, 220 және 380 В кернеуге дайындалады.

Аралық реле түрлері.

Аралық реле келесі негізгі түрлерге бөлінеді:

-РП - 23, РП-24-тұрақты жедел токқа және РП - 25, РП-26-айнымалы жедел токқа (іске қосылу уақыты 0,06 с, тұтынылатын қуаты 6-8Вт, 5 контактісі бар);

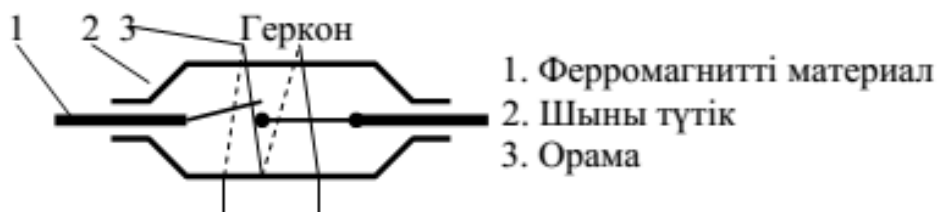
- РП-211 - РП-215-шағын габаритті жылдам әрекет ететін тұрақты ток релесіне жатады (іске қосылу 0,01 с, тұтынылатын қуаты 5-8Вт, 5 контактісі бар);

- РП-251- РП-256 релесу баяу іске қосылуға немесе қайтуға арналған, орамамен бір өзекшеде орналасқан мыс шайбалар баяу жұмыс жасауға мүмкіндік береді (ораманың алдында орналасқан мыс шайбалар іске қосу баяулауын тудырады, ал ораманың артында орналасқан қайтарудың баяулауын тудырады), уақыт баяулауы шайба санын өзгермен реттеледі (іске қосылу уақыты 0,04 - 0,12 с, қайту уақыты 0,5-1,1 с, тұтынатын қуаты-6-15 Вт, 5 контактісі бар);

- РП-321, РП-341-ток трансформаторларының екінші орамынан тікелей қоректендіруге арналған (іске қосылу уақыты 0,05 с, тұтыну қуаты 6 ВА);

-РП-351,РП-352, РП-11, РП - 12-екі позициялы реле, РП-351, РП - 252-жылжымалы жүйе шеткі жағдайда серіппе есебінен ұсталады, РП-11, РП - 12-жылжымалы жүйе шеткі жағдайда тұрақты магниттер есебінен ұсталады (іске қосылу уақыты 0,06 с, тұтынылатын қуаты 25-35 ВА).

- РПГ-2, РПГ-5-герметикаланған магнитті басқару контактілері (геркондар) (жұмыс істеу уақыты 0,001 с, жұмыс істеу мерзімі $10^8 - 10^{12}$ іске қосылу, коммутация тогы 1А дейін) (сурет 3.7).



3.7-сурет. Геркон құрылымы

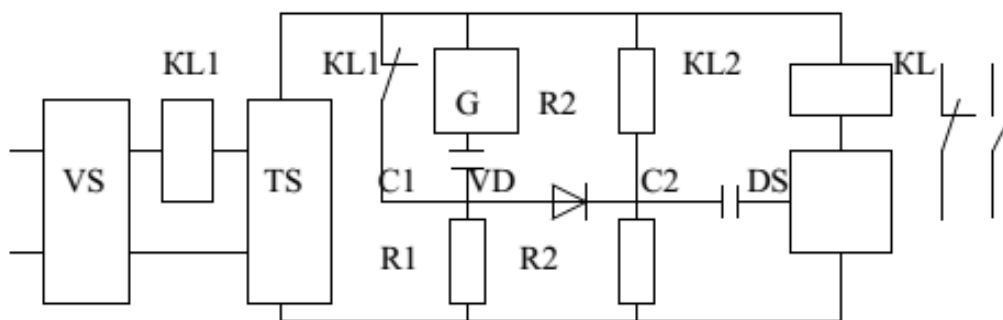
Көрсеткіш релесі:

Әр түрлі аппараттар мен қорғаныс және автоматика схемаларының әрекеті туралы ақпарат алу үшін, орамдарды тізбектей және параллель қосатын көрсеткіш релесі қызмет етеді. Ең көп таралғаны орамдарды тізбектей қосылатын реле. Олардың орамалары реле орамдарымен немесе әрекеті бақыланатын басқа да аппараттармен тізбектей қосылады. Релелік қорғаныста бұрылмалы зәкірлері бар РУ-1, РУ-21 типті электромагниттік көрсеткіш релелері қолданылады.

3.7 Жартылай өткізгішті реле

Уақыт релесі релелік қорғаныс әрекетін баяулатуға арналған, яғни уақыт ұстанымын жасау үшін. Тұрақты және айнымалы токқа жұмыс істеуге арналған санау механизмі бар уақыт релесі ең кеңінен қолданыс тапты. Алайда, оларда сағат механизміне байланысты сенімділігі төмен, сондықтан соңғы уақытта жартылай өткізгішті уақыт релесі қолданылады.

Бұл реледе уақыт ұстанмы белгілі бір кернеу мәніне дейін резистор арқылы конденсатор зарядымен анықталады (сурет 3.8). Белгілі болғандай, мұндай схемада конденсатордағы кернеу қоректендіруші кернеуге тікелей пропорционалды және конденсатордың сыйымдылығына немесе резистордың кедергісіне кері пропорционалды жылдамдықпен біртіндеп өзгереді. Конденсатор зарядының уақыт ұстанымы U_{cr} кернеуіне дейін көп болады, егер R және C шамасы артық және қоректендіру кернеуі төмен болғанда. Уақыт релесінің функционалдық схемасы өзара байланысқан блоктардан тұрады.

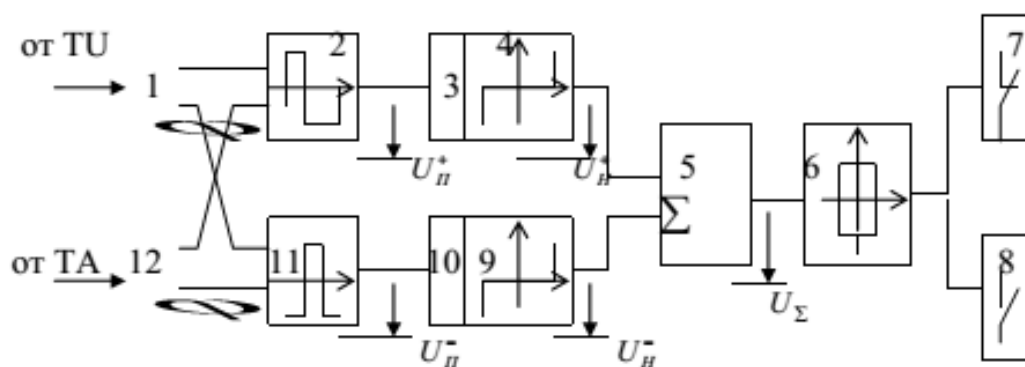


3.8-сурет. Уақыт релесінің функционалдық схемасы

VS түзеткішіне кернеу бергенде KL1 кіріс релесі іске қосылады және өзінің KL1 контактісін ажыратады, TS тұрақтандырғышы арқылы қосылған G импульс генераторы жұмыс істей бастайды, G шығысының импульсімен R1 резисторы арқылы C1 конденсаторы зарядталады. Конденсатордағы кернеу R2 және R3 резисторларындағы тірек кернеу деңгейіне жеткенде, VD диоды ашылады, G генератордың импульстері C2 арқылы DS триггер кірісіне өтеді және оны KL2 шығу релесіне кернеу берілетін жағдайға орнатады. KL2 релесі іске қосылады және шығыс контактілерін ауыстырып қосады. Қоректену кернеуін алу кезінде KL1 релесі токтан ажыратылады және C1 конденсаторын қуатсыздандырады. DS тригері бастапқы күйіне оралады. KL2 релесі орнына қайтады, шығыс контактілері бастапқы қалпына қайтарылады.

PM-11 типті қуат бағытының релесі:

Реленің жұмыс істеу принципі екі электр шамасының (токтың және кернеудің) сәйкес келу уақытын олардың сәйкес келмеу уақытымен салыстыруға негізделген.



3.9-сурет. Қуат релесінің құрылымдық схемасы

Реле оң белгілердің сәйкес келу уақыты олардың сәйкес келмеу уақытымен және теріс белгілердің сәйкес келу уақыты олардың сәйкес келмеу уақытымен бөлек салыстырылады. Кіріс шамалары 1 және 12 фаза айналым құрылғыларына кернеу мен токтың бөлгіш трансформаторлары арқылы жүргізіледі, олардың көмегімен ең жоғары сезімталдық бұрышының берілген мәні қамтамасыз етіледі (сурет 3.9). Фаза айналым құрылғылардың шығысынан оң полярлық синусоидалы сигналдар 2 - сәйкестік схемасына, ал теріс полярлық сигналдар 11-сәйкестік схемасына түседі. Мұнда олар оң тікбұрышты кернеуге айналады. Бұдан әрі кернеулер U_H^+ және U_H^- 4, 9 екі жақты шектегіштермен біріктірілген 3 және 10 сәйкес интеграторлармен интеграцияланады; нәтижесінде U_H^+ және U_H^- кернеулері қалыптасады және олар 5 сумматормен жинақталады. Сумматордың шығу кернеуі $U_Σ$ 7 және 8 атқарушы органдардың жұмысын басқаратын Шмидт 6 триггерімен бақыланады.

4. ТОҚТЫҚ ҚОРҒАНЫС

К.Т. пайда болу белгілерінің бірі максималды жүктеме тогымен салыстырғанда тізбектегі токтың ұлғаюы болып табылады. Бұл белгі токтық деп аталатын қорғаныс жұмысының негізіне жатады. Олар максималды ток қорғанысы мен токтық кесуге бөлінеді. Бұл қорғаныстар арасындағы негізгі айырмашылық селективтілікті қамтамасыз ету тәсілі болып табылады. МТҚ әрекетінің селективтілігі уақытты ұстанымы көмегімен қамтамасыз етіледі. МТҚ іске қосылуының уақыт ұстанымы сатылы принцип бойынша таңдалады, селективтілік сатысы Δt қолданылады. Егер қорғалған элементтегі ток оның іске қосылу тогынан асып кетсе, қорғаныс әрекетке келеді. МТҚ сыртқы к. т. жойғаннан кейін немесе қорғалатын желінің АҚК кейін электр қозғалтқыштарын өздігінен іске қосу кезінде жұмыс істемеуі тиіс. Сонымен қатар, ол өзінің учаскесінде (негізгі әрекет аймағы) ғана емес, сонымен қатар осы учаскенің қорғауы немесе ажыратқышы істен шыққан кезде көршілес (резервтік әрекет аймағы) аймақта да сенімді жұмыс істеуі тиіс. МТҚ сезімталдығы металл к.т. кезіндегі реледегі минималды токтың қорғалатын аймақтың соңындағы реленің іске қосылу тогына қатынасы ретінде анықталатын сезімталдық коэффициентімен (k_v) сипатталады. Әртүрлі Қ.Т. кезінде күштік трансформаторға дейін және кейін орамдары жерге тұйықталған нейтралмен Y/Δ және Y/Y жалғанған үшін әртүрлі қорғаныс схемаларында k_v бағалай білу керек.

4.1 Токтық қорғаныстың параметрлері

Токтық деп, оларға әсер ететін шамалар, олардың қосылу орнында өтетін ток болып табылатын қорғанысты айтады. Анықтауды талап ететін қорғаныс параметрлері:

Қорғаныстың іске қосылу тогы ($I_{c.3}$) қорғалатын элемент фазаларындағы ең аз ток (бірінші ретті ток), онда қорғаныс іске қосылады;

Реленің іске қосылу тогы ($I_{c.p}$) релені ажырату кезінде өтетін ток шамасы;

Реленің қайту тогы ($I_{в.р}$) реле катушкасынан өтетін максималды ток, бұл кезде реле бастапқы қалыпқа оралады.

Бірінші ретті реле үшін $I_{c.3} = I_{c.p}$, $I_{в.3} = I_{в.р}$,

Екінші ретті реле үшін $I_{в.р} = I_{в.3}/K_T$,

мұндағы K_T - ток трансформаторының трансформация коэффициенті.

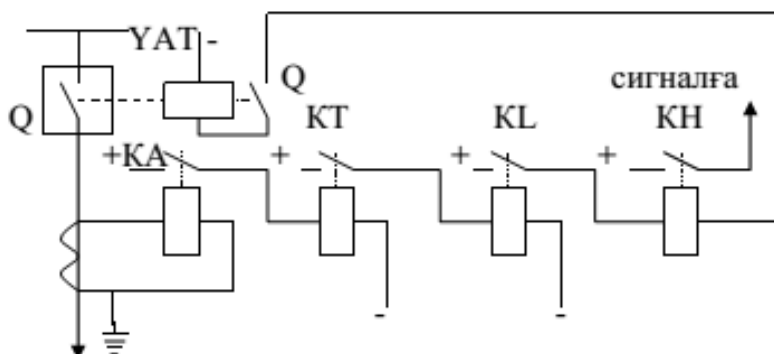
Қайту коэффициенті K_v $K_v = I_{в.р}/I_{c.p} = I_{в.3}/I_{c.3}$

Сезімталдық коэффициенті K_v қорғаныстың іске қосылу тогына зақымдалған кездегі тораптағы токтың ең төменгі мәнінің қатынасы

$$K_v = I_{\min/k.3}/I_{c.3}$$

Уақыт ұстанымы t қорғаныстың іске қосу уақыты.
Ток қорғанысы негізінен үш қорғау сатысынан тұрады:
біріншісі-уақыт ұстамынсыз тоқтық кесу;
екіншісі- уақыт ұстамы бар тоқтық кесу;
үшінші- уақыт ұстамы тоғына тәуелді және тәуелсіз максималды ток қорғанысы.

4.2 Токтық қорғаныстың негізгі органдары



4.1-сурет. Тұрақты жедел тоқтағы максималды ток қорғанысының схемасы

Ток қорғанысында өлшеу органының функциясын схеманың өлшеу бөлігіне кіретін КА ток релесі орындайды (сурет 4.1). Олар жұмыстың қалыпты режимінің бұзылуына немесе бұзылуына жауап береді және уақытты ұстанымы органын (егер ол бар болса) іске қосады. Уақыт ұстанымы органы ретінде КТ уақыт релесі пайдаланылады, кейде ток пен уақыт релесі бір органға біріктіріледі (аралас реле). Ток қорғанысының схемаларында қосалқы реле, аралық KL және көрсеткіш КН бар. Уақыт релесімен бірге олар схеманың логикалық бөлігін құрайды. Аралық реле қорғаныстың негізгі органдарының түйіспелерінің жұмысын жеңілдетеді. Көрсеткіш релесі қорғаныстың іске қосылуын бақылауға мүмкіндік береді. Суретте тұрақты оперативті тоқтағы максималды ток қорғанысы келтірілген.

4.3 Токтық қорғаныстың бірінші сатысы

Лездік тоқтық кесудің (ТК) селективтілігін қамтамасыз ету үшін оның іске қосылу тоғы желі соңындағы қ.т. кезінде қорғалатын желі арқылы өтетін максималды тоқтан көп етіп таңдалады. Қорғаныстың іске қосылу тоғын анықтау, үш фазалы қысқа тұйықталудың (үшін уақыт $t=0$) бастапқы фазасының периодты қосындысының нақты мәнін негізге ала отырып жүргізеді. Сондықтан бастапқы тоқтағы апериодтық қосындының қорғау жұмысына әсерін ескеру қажет. ТК әрекет ету аймағы қ.т. тоғының желісінің ұзындығына $I_{к.з.} = f(l_{лэп})$ тәуелділігін құру кезінде графикалық

түрде анықталады. ТК өлі аймақ болғандықтан, ол негізгі қорғаныс бола алмайды.

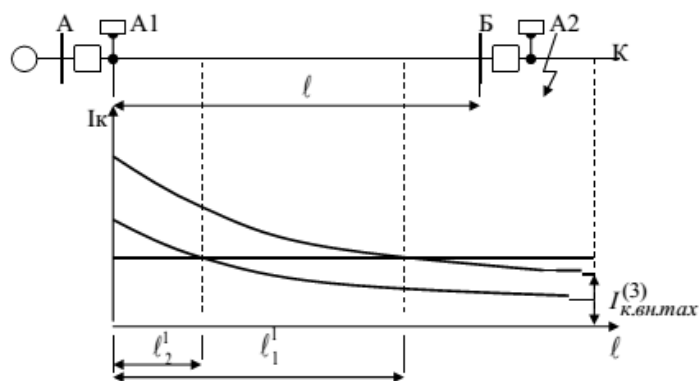
Алайда, кейбір жағдайларда, желінің тоқтық кесуі негізгі қорғаныс болуы мүмкін, мысалы, қорғау кезінде схемада «ЭБЖ блогі – трансформатор», онда қорғау аймағына кіретін барлық ЭБЖ және трансформатордан тыс қ.т. кезіндегі күштік трансформатордың бастапқы бөлігі кіреді.

ТК екі жақты қоректену желілерінде де қолданылуы мүмкін. Қорғаныс жиынтықтары қорғалатын желінің екі жағынан орнатылады. Бұл жиынтықтардың қорғанысының іске қосылу тоғы бірдей етіп, сыртқы қ.т. максималды тоғына тең, сондай-ақ жүйедегі тербеліс кезінде бмаксималды теңестіруші токқа тең етіп таңдалады.

Уақыт ұстанымы бар кескіштің негізгі мақсаты - қорғалатын учаскенің соңы мен қабылдау қосалқы станциясының шинасы кіретін аймақты қорғау. Іргелес элементте ҚТ кезінде жұмыс істеуді болдырмау үшін аймақ және уақыт ұстамымен кесудің әрекет ету уақыты іргелес элементтің лездік кеуінің әрекет ету аймағымен және уақытымен келісіледі.

Егер желіде лездік ТК, онда кесудің уақыт ұстанымы және МТҚ орнатылса, онда үш сатылы ток қорғанысын аламыз. Іске қосу параметрлерін таңдауды білу және әр қорғау сатысының сезімталдығын бағалай білу қажет.

Ток қорғанысының бірінші сатысы-уақыт ұстанымынсыз тоқтық кесу. Бұл қорғаныстың селективтілігі қорғаныстың іске қосылу тоғының шамасы есебінен қамтамасыз етіледі, ол желінің қорғалатын учаскесінен тыс зақымдану кезінде қорғаныс арқылы өтетін қысқа тұйықталудың ең жоғары тоғынан артық қабылданады. Қорғаныс әрекеті қорғалатын учаскеде қысқа тұйықталу тоғы ҚТ орнының қорек көзіне жақындауына қарай ұлғаяды, сонымен қатар қысқа тұйықталу тоғының қисық өзгерістерінде ҚТ (ең жоғарғы1 және ең төменгі 2режимдер үшін қисықтар) түрінен әртүрлі қисық болады (сурет 4.2).



4.2-сурет. Іске қосылу тоғын таңдау және уақыт ұстанымынсыз тоқтық кесудің қорғалатын аймағын анықтау

А1 қорғанысының іске қосылу тогы әдетте ең жоғары режимде К нүктесінде Б қосалқы станциясының шиналарындағы үш фазалы қысқа тұйықталу болып табылады және былай анықталады:

$$I_{с.з.}^I = K_{отс}^I I_{к.вн.тах}^{(3)}. \quad (4.1)$$

Қорғаныстың іске қосылу тогы:

$$I_{с.р.}^I = K_{отс}^I I_{к.вн.тах}^{(3)} K_{сх}^{(3)} / K_I \quad (4.2)$$

Мұндағы, $K_{отс}^I$ - сыртқы қысқа тұйықталу тогының апериодтық әсерін ескеретін түзету коэффициенті, РТ-40 релесі үшін 1,2 – 1,3 тең, РТ-80 релесі үшін - 1,5 – 1,6 тең, РТМ релесі үшін - 1,8 – 2,0 тең.

$K_{сх}$ - схема коэффициенті, реле 1, 2, $\sqrt{3}$ және тоқ трансформаторының жалғану схемасына байланысты;

K_I - ток трансформаторының трансформация коэффициенті.

Іске қосылу тогы жұмыс режиміне және зақымдалу орнына байланысты емес. Тоқтық кесу, қорғалатын АБ желісінен тоқ өткен кезде, қорғанысының іске қосылу тогынан көп немесе оған тең болған кезде іске қосылады. Бұл шарт қорғалатын желінің ℓ_1^1 учаскесі (ең жоғарғы режим) немесе ℓ_2^1 учаскесі (ең төменгі режим) шегінде ҚТ кезінде орындалады, яғни ℓ_1^1 және ℓ_2^1 қорғалатын тоқтық кесудің аймақтары болып табылады. Бұл аймақтар $I_{с.з.}^I$ токты бейнелейтін, ҚТ токтың 1 және 2 өзгеру қисығы, 3 түзумен қиылысу нүктелерінде анықталады. Демек, кесу бүкіл желіні емес, оның кейбір бөлігін қорғайды. Оның ұзындығы жұмыс режимдеріне, сондай-ақ қысқа тұйықталу түрлеріне байланысты, сондықтан қорғаныс сезімталдығы қорғалатын аймақтың ұзындығымен және Кч сезімталдық коэффициентімен анықталады. Қорғанысты орнату орнында ҚТ кезінде ең төменгі режимде $k_{ч}^I \geq 2$.

4.4 Екі жақтан қоректенетін уақыт ұстанымынсыз тоқтық кесу

Қорғаныстар қорғалатын желінің екі жағынан (А1 және А2 қорғаныстары 4.3, а) орнатылады. 1 және 2 қисықтары (сурет.4.3, б) ҚТ максималды токтарының өзгеруін көрсетеді, сәйкесінше А және Б көздерінен қысқа тұйықталудың қорғалатын желі бойымен жылжуы кезінде. Тоқтық кесудің іске қосылу тогы сыртқы қысқа тұйықталу тогынан (K_A және K_B нүктелері) көп болуы тиіс және қорғаныстың жұмыс істеу тогы мәндерінің ең үлкенімен таңдалады.

$$I_{c.31}^I = I_{c.32}^I > I_{к.вн.мах}^{(3)} A \quad (4.3)$$

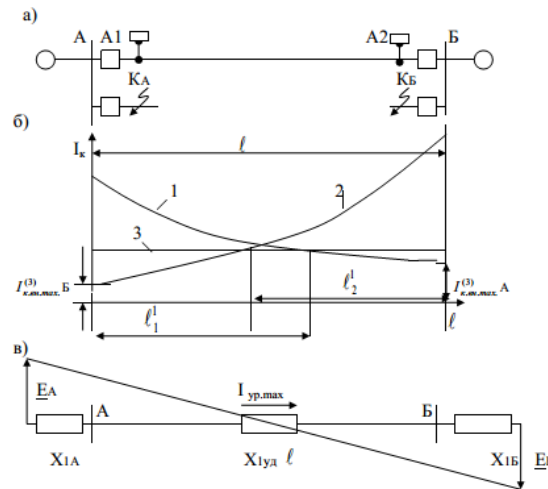
$$I_{c.31}^I = I_{c.32}^I > I_{к.вн.мах}^{(3)} Б \quad (4.4)$$

Біздің жағдайда $I_{c.3.1}^I = I_{c.3.2}^I > I_{к.вн.мах}^{(3)} Б$, оны таңдаудың бірінші шарты болып табылады.

$$I_{c.3}^I = I_{c.31}^I = I_{c.32}^I > I_{к.вн.мах}^{(3)} Б \kappa_{отс}^I \quad (4.5)$$

Пайдалану кезінде А қорек көзінің генераторларының Б қорек көзінің генераторларына қатысты тербелу жағдайлары және олардың синхронизмнен шығуы мүмкін. Бұл жағдайда АБ желісі бойынша үлкен теңестіру токтары өтуі мүмкін, бірақ бұл жағдайда тоқтық кесу әрекет етпеуі тиіс.

$$I_{c.3}^I = I_{c.31}^I = I_{c.32}^I \geq \kappa_{отс}^I I_{ур.мах} \quad (4.6)$$



4.3-сурет. Екі жақты қоректендірумен уақыт ұстанымсыз тоқтық кесудің іске қосылу тоғын таңдау

Бұл өрнек екі жақты қоректену желілерінде іске қосылу тоғын таңдаудың екінші шарты. Екі шарт бойынша, анықтаушы токтың үлкен мәні болып табылады.

Максималды теңестіру тоғы $\underline{E}_A$ және $\underline{E}_B$ ЭҚК эквивалентті векторлары А және Б қорек көздеріне сәйкес, π бұрышына ауысқан кезде пайда болады (сурет.4.3, в).

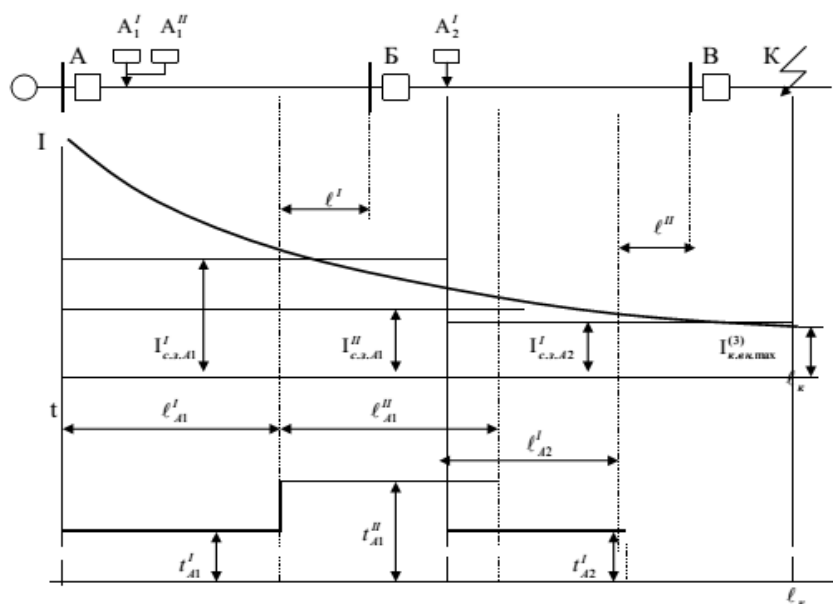
Бұдан , $E_A = E_B = E$, ток $I_{ур.макс}$ қабылдай отырып, мына өрнек бойынша анықталады:

$$I_{урмакс} = 2E(X_{1A} + X_{1\gamma\delta}\ell + X_{1B}) \quad (4.7)$$

4.5 Токтық қорғаныстың екінші сатысы

Токтық қорғаныстың екінші сатысы-уақыт ұстанымы бар тоқтық кесу. 4.4-суретте АБ және БВ екі тізбектей жалғанған учаскесі бар торап схемасы көрсетілген, қорғаныс үшін $I'_{с.з.А1}$ және $I'_{с.з.А2}$ іске қосылу тоқтары бар A_1^I және A_2^I уақыт ұстанымынсыз тоқтық кесу орнатылған. Токтық кесу тиісінше ℓ_{A1}^I және ℓ_{A2}^I қорғау аймақтарына ие және олар тек желінің бір бөлігін ғана қамтиды. ℓ^I және ℓ^{II} учаскелері ℓ_{A1}^I және ℓ_{A2}^I қорғау аймағынан тыс желі соңында қорғалмай қалады, осыған байланысты тоқтық қорғаныстың екінші сатысы енгізіледі, ол бірінші сатымен бірге барлық желілерді және қабылдау қосалқы станциялар шиналарын қорғауды қамтамасыз етуі тиіс.

Екінші саты A_1^{II} селективті болғандықтан, оның әрекет етуіне уақыт ұстанымы енгізіледі. Қысқа тұйықталу кезінде қорғаныстың БВ желісінің A_2^I тоқтық кесуінің ℓ_{A2}^I аймағында артық іске қосылуын болдырмау үшін, уақыт ұстанымы t_{A2}^I тоқтық кесудің селективтілік дәрежесі деп аталатын Δt біраз уақытынан артық іске қосылу уақытымен алынады, яғни мына шарт орындалуы керек $t_{A1}^{II} = t_{A2}^I + \Delta t$.



4.4-сурет. Қорғалатын аймақтар және уақыт ұстанымының сатылы сипаттамасымен ток қорғанысының әрекет ету уақыты

Есептеулерде, әдетте Δt 0,5 с тең етіп қабылданады. Ток бойынша қорғаныстың селективтілік шарттарын орындау үшін, екінші сатының іске қосылу тоғы $I_{с.з.А1}^{II}$ БВ желісінің тоқтық кесуі ℓ_{A2}^I қорғайтын аймағының соңында зақымдану болған кезде АБ желісі арқылы өтетін максималды ҚТ тоғынан көп болуы керек, сондықтан бұл ток мына өрнекпен анықталады:

$$I_{с.з.А1}^{II} = K_{омс}^{II} I_{с.з.А2}^I \quad (4.8)$$

Мұндағы, $K_{омс}^{II} = 1,1 - 1,05$ - түзету коэффициенті.

$I_{с.з.А1}^{II}$ іске қосылу тоғын және t_{A1}^{II} уақыт ұстанымын бұлай таңдауда, АБ желісі қорғанысының екінші сатысының әрекет ету аймағына ℓ^I учаскесі мен қабылдау қосалқы станциясының шиналары кіреді және Б қосалқы станциясының шиналарына жақын БВ желісінде ҚТ болған кезде A_2^I тоқтық кесуі қосылмай қалған жағдайда алыстан резервтеу қамтамасыз етіледі және АБ желіс қорғанысының бірінші сатысының A_1^I қосылмай қалған жағдайда жақыннан резервтеу қамтамасыз етіледі.

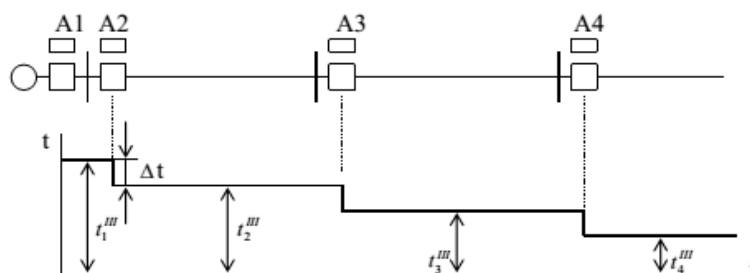
Екінші сатының сезімталдығы қорғалатын желінің соңында ҚТ зақымданудың ең аз тоғы бойынша анықталады, бұл ретте сезімталдық коэффициенті $k_{ч}^{II} \geq 1,3 \dots 1,5$ болуы тиіс.

4.6 Токтық қорғаныстың үшінші сатысы

Токтық қорғаныстың үшінші сатысы бұл максималды тоқтық қорғаныс (МТҚ).

Іске қосылу уақытының тәуелсіз сипаттамасы бар МТҚ уақыт ұстамдарын таңдау сатылы принцип бойынша жүргізіледі. Таңдау, неғұрлым қашықтағы учаскесінің қоректену элементінің, қуат көзіне жақындауы бойынша, осылайша өсіреді, кейінгі учаскесінің қорғанысының уақыт ұстанымы селективтілік сатысы бойынша алдыңғы учаскенің қорғанысының максималды уақыт ұстамынан жоғары болады. (сурет 4.5).

$$t_3^{III} = t_4^{III} + \Delta t; t_2^{III} = t_3^{III} + \Delta t; t_1^{III} = t_2^{III} + \Delta t. \quad (4.9)$$

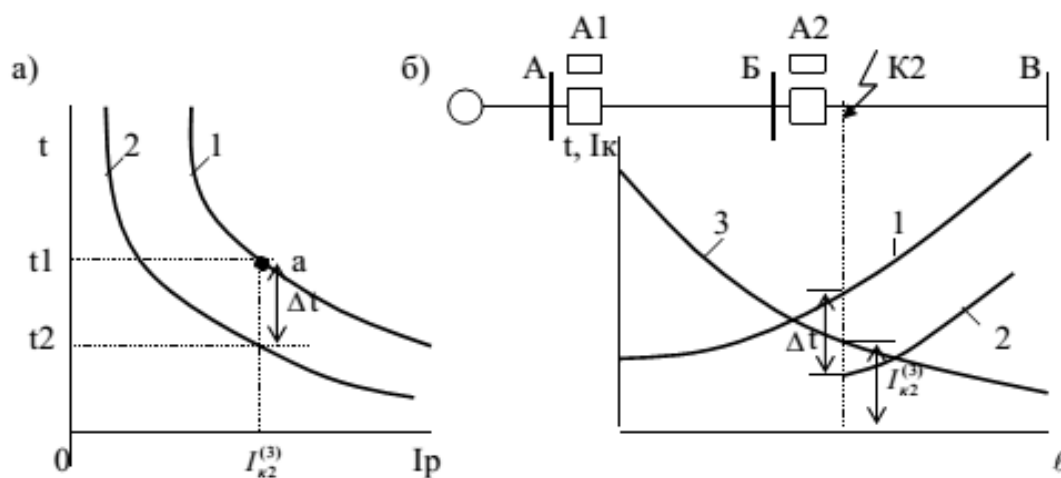


4.5 -сурет. Максималды ток қорғанысының сипаттамаларын тәуелсіз уақыт ұстанымымен сәйкестендіру

Шекті тәуелді сипаттамасы бар МТҚ уақыт ұстанымы белгілі бір ток үшін былай таңдалады, өйткені В қосалқы станциясының бағытына қысқа тұйықталу нүктесі алыстаған сайын зақымдануы азаяды, ал А1 және А2 қорғанысының іске қосылу уақыты артады.

Бір типті әртүрлі уақыт тағайыншамалары Δt бар екі реле үшін ток өзгерісі кезінде t уақыт ұстамдылығының айырмашылығы тұрақты болмайды, реледегі тоқ көп болған сайын соншалықты аз болады. 4.6, а). Сондықтан селективтілік шарты К2 нүктесінде $I_{\kappa 2}^{(3)}$ ҚТ тогы үшін орындалуы қажет. Сондықтан А1 қорғанысы берілген А2 қорғанысының сипаттамасы бойынша келесі реттілікпен жүзеге асырады:

1. Реле орамындағы токтың абсолюттік мәніне байланысты А2 қорғанысының уақыт ұстанымының сипаттамасын жасайды.;
2. Тұрғызылған сипаттамалар бойынша есептік нүктеде $I_{\kappa 2}^{(3)}$ тогы кезінде А2 қорғанысының іске қосылу уақытын анықтайды.;
3. Осы уақытқа селективтілік сатысын қосады, А1 қорғанысының іске қосылу уақытын және қорғаудың тиісті сипаттамасының а нүктесін анықтайды.;
4. А нүктесі мен іске қосылу тогы бойынша типтік сипаттамалар бойынша реле сипаттамасын таңдаймыз (сурет 4.6, а).



4.6-сурет. Шектеулі тәуелді уақыт ұстанымына байланысты максималды ток қорғанысының сипаттамалары

4.6-суретте ҚТ нүктесінің қосалқы станция А-дан В-ға (3-қисық) жылжуы кезінде зақымдану тогының өзгерісі көрсетілген және сәйкесінше А1 және А2 қорғанысының 1, 2 сипаттамалары салынған. Графиктен көруге болатындай, тәуелді сипаттамасы бар қорғаныстың негізгі артықшылығы – көрші желіде ҚТ болған жағдайда селективтілікті қамтамасыз ету кезінде, аз уақыт ұстанымымен жақын зақымдануларды айыру.

Іске қосу тогын таңдау.

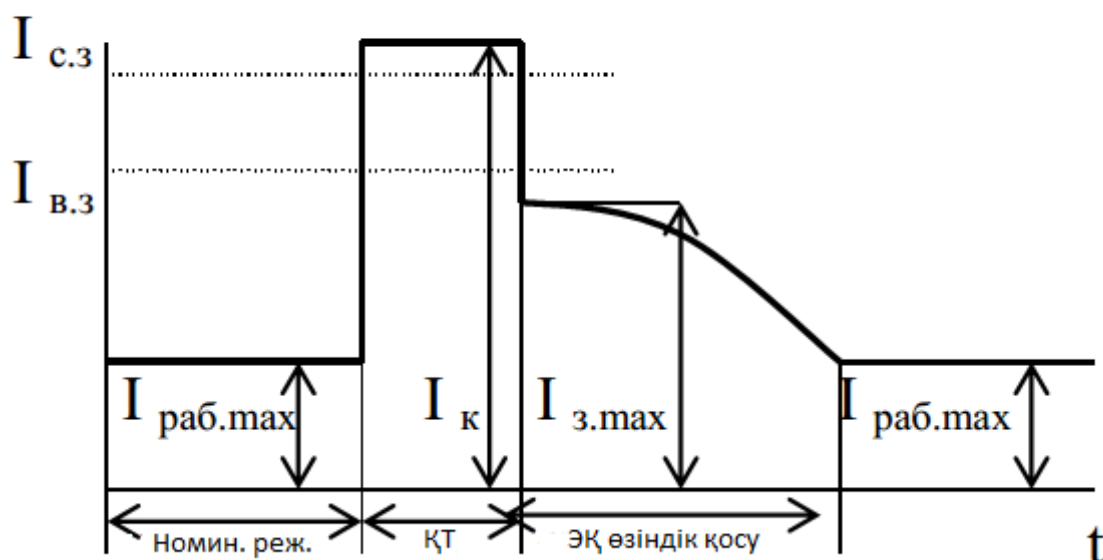
Іске қосу ток релесінің іске қосылу тогы келесі шарттарды қамтамасыз етуі тиіс:

1) Қорғаныс, жүктеменің ең жоғары тоғы қорғалатын элементтен өткен кезде әрекетке келмеуі тиіс;

2) қорғаныс қорғалатын учаскеде ҚТ кезінде сенімді әрекет етуі және сезімталдық коэффициенті 1,5-тен кем болмауы тиіс.;

3) қорғаныс, әдетте, іргелес учаскеде ҚТ кезінде де әрекет етуі және осы учаскенің соңында кемінде 1,2 сезімталдық коэффициенті болуы тиіс.

I



4.7-сурет. Қалыпты режимде, ҚТ кезінде және оны ажыратқаннан кейін желідегі токтың өзгеру графигі

Суреттен көрініп тұрғандай, қорғаныстың $I_{с.з.}^{III}$ іске қосылу тоғын таңдау кезінде, сыртқы ҚТ айыру кезінде ол іске қосылғаннан кейін өлшеу органының бастыпқы қалыпқа қайту шартына байланысты болуын ескеру керек. Бұл үшін қорғаныстың қайтарылу тогы ҚТ ажыратылғаннан кейін желідегі ең жоғары токтан артық болуы қажет КЗ т.е. $I_{в.з.}^{III} > I_{з.мах}$ және ол өрнектен алынады:

$$I_{в.з.}^{III} = k_{отс}^{III} k_{сзн} I_{раб.мах} \quad (4.10)$$

мұндағы $k_{отс}^{III}$ - түзету коэффициенті, реле мен есептеудің қателіктерін ескереді, (1,1 – 1,2);

k_{c3n} - өзін-өзі іске қосу коэффициенті, Электр қозғалтқыштарының өзін-өзі іске қосу есебінен токтың ұлғаюын ескереді (2,5 – 3).

Қайту коэффициентін ескеріп $k_{\theta} = I_{\theta.3}^{III} / I_{c.3}^{III}$ қорғаныстың іске қосылу тоғын аламыз

$$I_{c.3}^{III} = k_{отс}^{III} k_{c3n} I_{раб.мах} / k_{\theta} \quad (4.11)$$

және реленің іске қосылу тоғын анықтау үшін өрнек келесі түрге ие болады

$$I_{c.p}^{III} = k_{отс}^{III} k_{c3n} k_{cx}^{(3)} I_{раб.мах} / k_{\theta} K_I \quad (4.12)$$

Мұндағы $k_{cx}^{(3)}$ - схема коэффициенті, қосылу схемасына байланысты трансформаторлар мен реленің қосылу схемасын, ескереді $k_{cx}^{(3)} = 1, 2, \sqrt{3}$;

K_I - ток трансформаторларын трансформациялау коэффициенті.

4.7 Ең төменгі кернеуді бұғаттайтын максималды ток қорғанысы

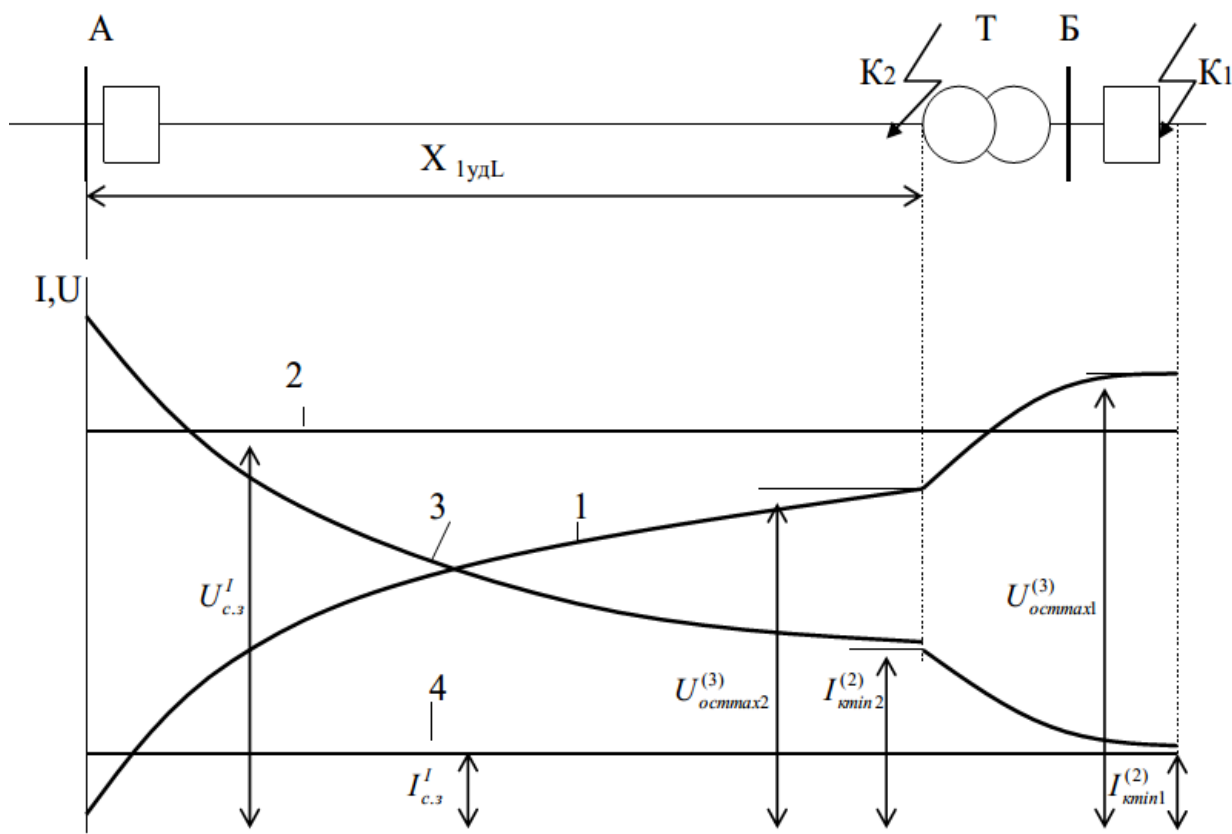
Бұл қорғаныс токтық кесудің сезімталдығын арттыру үшін қолданылады (қорғаныстың бірінші және екінші сатылары). Қорғанудың үшінші сатысында генераторлар мен трансформаторларды сыртқы ҚТ-дан қорғанысы ретінде қолданылады. Егер ток релесі мен минималды кернеу релесі бір уақытта іске қосылса, қорғаныс айыру үшін іске қосылады. Қорғаныс параметрлерін таңдауды уақыт ұстанымынсыз (бірінші саты) токтық кесу мысалында қарастырайық (сурет 4.8).

Үш фазалы ҚТ нүктесінің А қосалқы станциясының шиналарына жақындауына қарай шиналардағы қалдық кернеу $U_{отс}^{(3)}$ 1 қисыққа сәйкес азаяды. Қорғаныс параметрлері іске қосу тоғы $I_{c.3}^I$ және іске қосылу кернеуі $U_{c.3}^I$ болып табылады. Оларды өзара келістіру арқылы қорғаныстың әрекет ету аймағы кеңейтіледі.

Қорғаныштың іске қосылу тоғы $I_{c.3}^I$ қорғалатын желінің соңында (К2 нүктесі) екі фазалы ҚТ тоғы бойынша анықталады:

$$I_{c.3}^I = I_{\kappa \min 2}^{(2)} / k_{\text{цл}}^I \quad (4.13)$$

Мұндағы, $k_{\text{цл}}^I$ - Ток бойынша талап етілетін сезімталдық коэффициенті.



4.8-сурет. Кернеу бойынша бұғаттауы бар тоқтық кесудің іске қосылу тоғы мен кернеуін таңдау

Зақымдану нүктесін ауыстырған кезде $I_{кmin 2}^{(2)}$ тоғы қисық 3-ке сәйкес өзгереді, ал $I_{c.3}^I$ тоғы түзу 4-пен анықталады.

Қорғаныстың іске қосылу кернеуі $U_{c.3}^I$ трансформатордың артындағы (K1 нүктесі) үш фазалы қысқа тұйықталу кезінде қорғанысты орнату орнында (A шиналарында) аз қалдық $U_{ост}^{(3)}$ кернеумен таңдалады және келесі өрнектен анықталады:

$$U_{c.3}^I < U_{ост}^{(3)} = \sqrt{3} I_{c.3}^I (X_{1yd} \ell + X_T) / k_{омс}^I \quad (4.14)$$

Мұндағы, $k_{омс}^I$ - түзету коэффициенті, $k_{омс}^I = 1,2$.

Мұндай іске қосу кернеуін таңдау сыртқы ҚТ кезінде қорғаныстың іске қосылу мүмкіндігін болдырмайды.

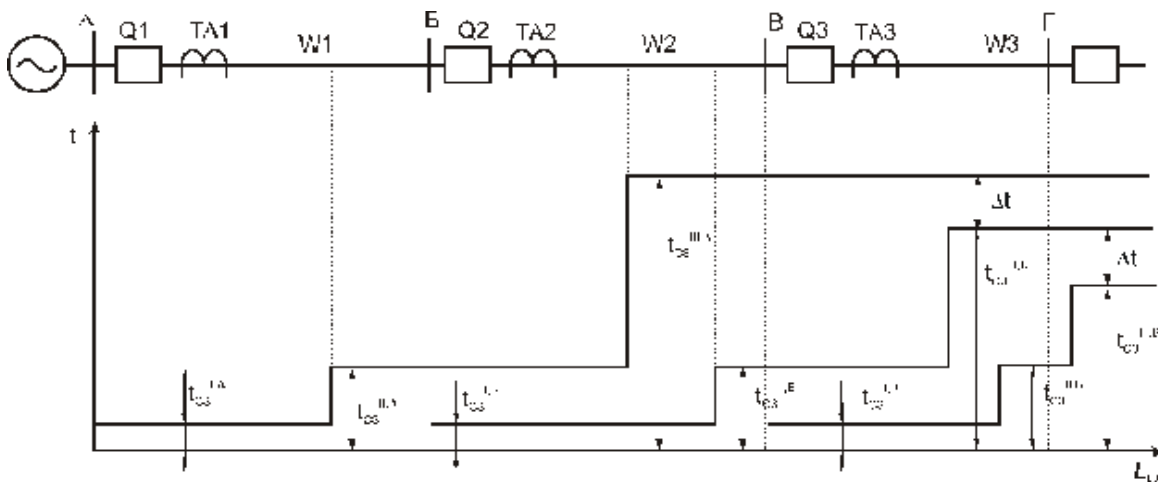
ҚТ кезінде қорғалатын желінің соңында (K2 нүктесі) қорғаныс кернеу бойынша жеткілікті сезімталдыққа ие болуы тиіс. Сезімталдықтың ең төменгі коэффициенті рұқсат етіледі

$$k_{чU}^I = U_{c.3}^I / U_{ост.max2}^{(3)} = 1,4 \dots 1,5.$$

Қорғаныстың екінші сатысы үшін параметрлерді есептеу осыған сәйкес жүргізіледі.

4.8 Селективтілік картасы

Егер іске қосу тоғы, іске қосылу жылдамдығы мен сезімталдығын сандық бағалауға болады десе, онда сандық өлшемнің селективтілігін бағалау критеріі жоқ. Жұмыстың селективтілігі бойынша қорғауды өзара салыстыру үшін селективтілік картасы сызылады (сурет. 3.5). Қорғаныс әрекеттері, егер олардың сипаттамалары қиылыспайтын болса, селективті болады.



4.9-сурет. Селективтілік картасы

Қолдану саласы. Тоқ қорғанысы негізінен кернеуі 6-35 кВ электр беру желілерін, сирек бір жақты қоректендірумен 110 кВ қорғау үшін пайдаланылады. Олар барлық көп фазалы ҚТ сезімтал.

5. ТОК ҚОРҒАНЫСЫНЫҢ СХЕМАЛАРЫ

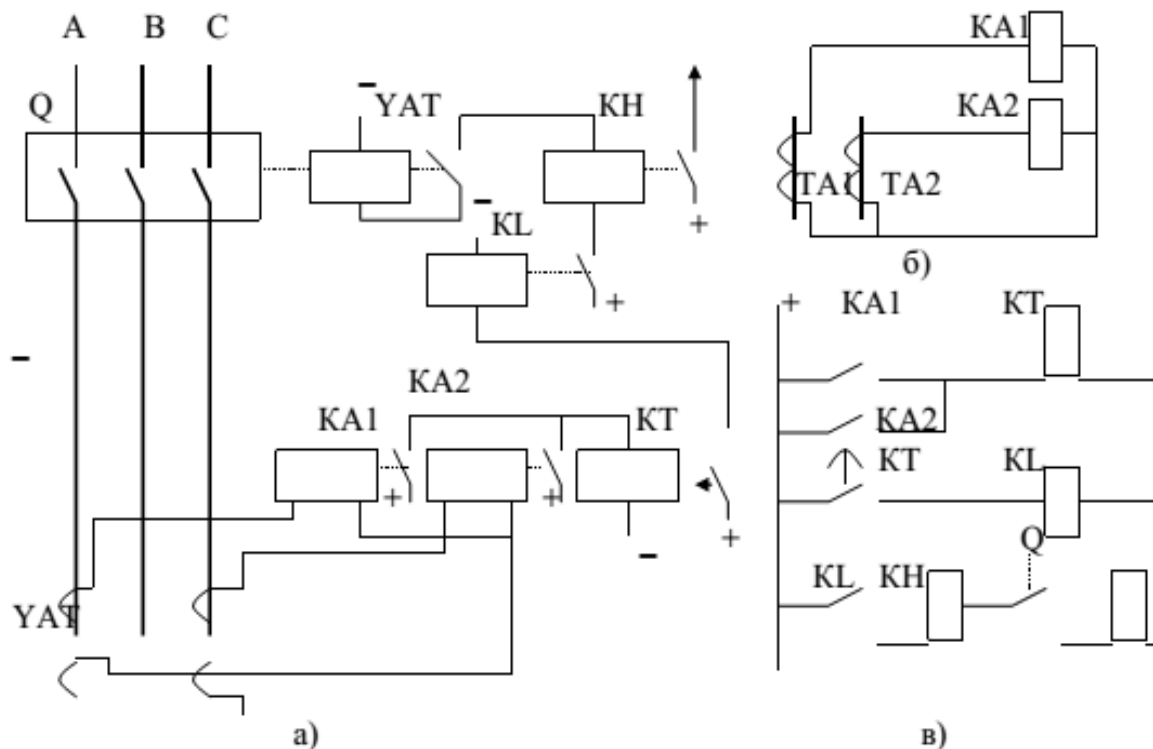
5.1 Жалпы сұрақтар

Қорғаныс және автоматика құрылғыларын бейнелеу үшін принциптік, құрылымдық, функционалдық және монтаждық схемалар пайдаланылады.

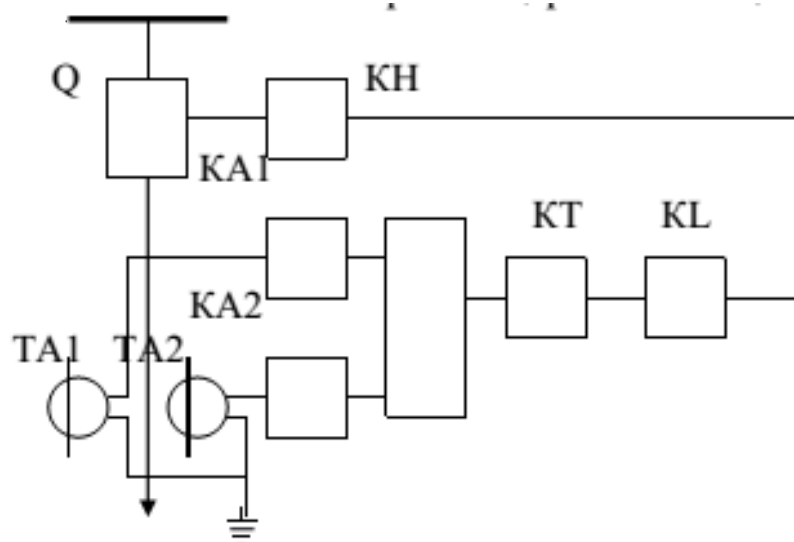
Принципиалды схемалар біріктірілген (сурет 5.1, а) және таратылған түрлерде (сурет 5.1, б, в) бейнеленеді. Релелік қорғаныс схемаларын күрделендіру шартына қарай реленің, контактілердің және қиылысатын тізбектердің үлкен саны пайда болады, сондықтан принципиалды біріктірілген схемалар күрделі болып табылады. Схеманы айнымалы ток тізбектерін, кернеуді, басқару тізбектерін және т. б. бөлек құру жолымен жеңілдетуге болады.

Құрылымдық схемаларда қорғаныс және автоматика құрылғыларын жеке бөліктерге бөледі, олар тікбұрыштар түрінде сәйкес белгілерімен бейнеленеді. Схема құрылғының құрылымын және жеке бөліктер арасындағы өзара байланысты көрсетеді.

Функционалдық схемалар құрылғының жеке бөліктерінде өтетін процестердің өзара байланысы мен мәнін көрсетеді (сурет 5.2).



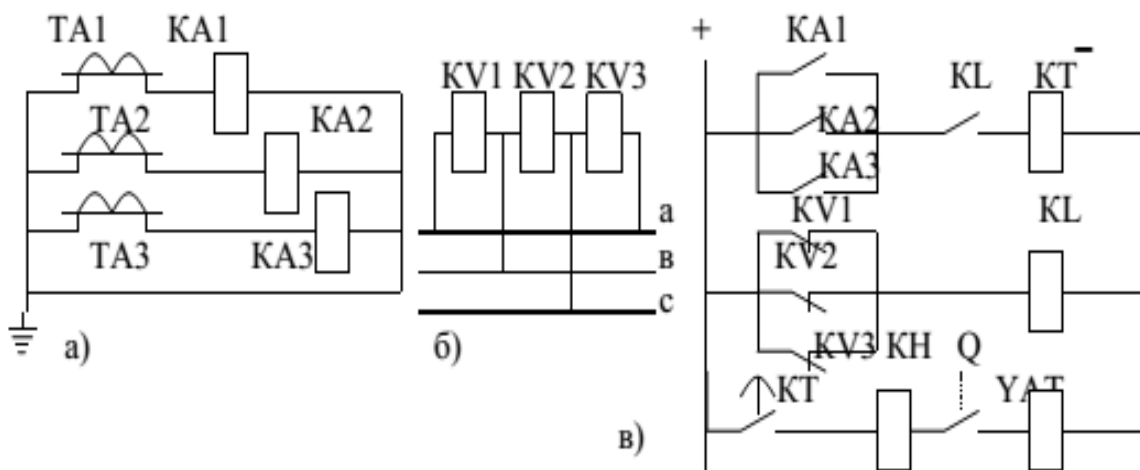
5.1-сурет. Біріктірілген (а), таратылған (б, в) тұрақты жедел токтағы ең жоғары ток қорғанысының схемалары



5.2-сурет. Максималды ток қорғанысының функционалдық схемасы

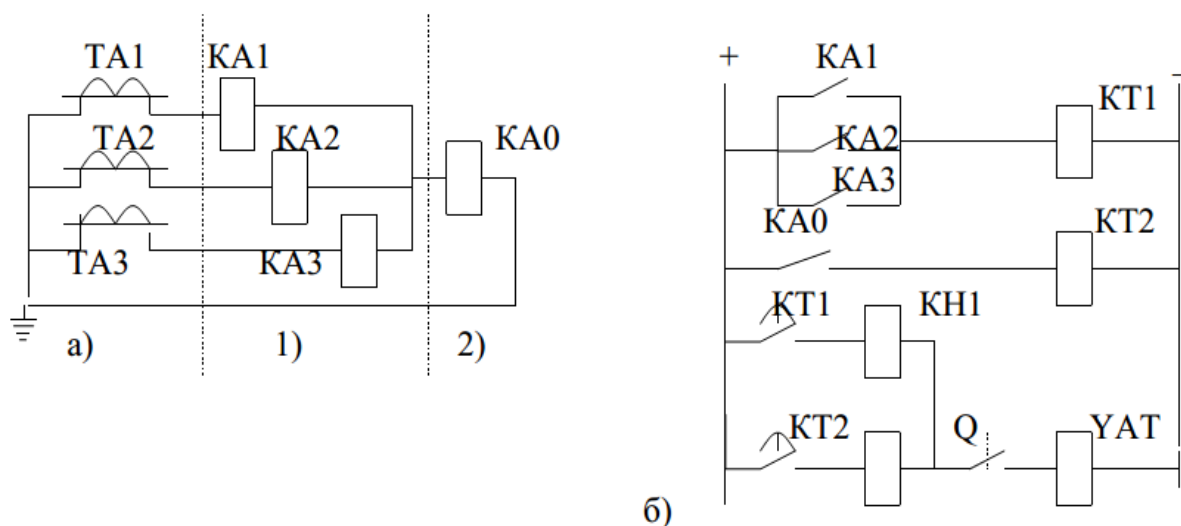
5.2 Тұрақты жедел тоқтағы максималды ток қорғанысы

Іске қосу уақытының тәуелсіз сипаттамасымен қорғау. Схема РТ-40 үлгідегі екі іске қосу ток релесі KA1 және KA2, уақыт релесі KT, көрсеткіштік реле КН (сурет 5.1, б, в) тұрады. Ток релесінің кез келген контактісі іске қосылған кезде уақыт релесінің орамасына қуат беріледі. Уақыт релесі белгіленген уақыт ұстанымымен жұмыс істей отырып, өзінің контактісімен оперативтік токтың оң қосқышын ажыратқыш жетегінің УАТ катушкасына КН көрсеткіш релесі және SQ көмекші контактісі арқылы береді. Көрсеткіш релесі қорғаныстың іске қосылуын және токтың УАТ арқылы өтуін тіркейді.



5.3-сурет. Минималды кернеуді бұғаттаумен МТҚ принциптік схемасы:
А - ток тізбектерінің схемасы; Б-кернеу тізбектерінің схемасы; В - тұрақты ток тізбектерінің схемасы

Схема үш ұiske қосу ток релесі KA1, KA2, KA3 және минималды кернеудің үш бұғаттау реле KV1, KV2, KV3 тұрады. Егер ток релесі мен минималды кернеу релесі бір уақытта жұмыс істейтін болса, онда токтар өсіп, кернеу төмендеген кезде ғана ҚТ кезінде қорғаныс ажыратуға әрекет етуі мүмкін. Асқын жүктеме кезінде ток релесі іске қосылады, бірақ қорғаныс минималды кернеу релесінің контактілерімен бұғатталады. Жерге тұйықталған нейтралы бар тораптағы бір фазалы ҚТ-дан МТҚ (сур. 5.4). Жерге тұйықталған нейтралы бар торапта кернеуі 110 кВ және одан жоғары желілер жұмыс істейді. Мұндай тораптарда бір фазалы ҚТ үлкен ҚТ токтарының өтуімен сипатталады, сондықтан қорғаныс ажырату үшін іске қосылуы керек. Бір фазалы ҚТ МТҚ КА0 ток релесі мен КТ2 уақыт релесінен тұрады. Ток релесі, үш фаза тоғының сомасына қосылған ТА ток трансформаторларының екінші орамына қосылады. Барлық үш фазаға ток релесін орнату кезінде қорғаныс фаза аралық ҚТ-да жұмыс істейді, ал қорғаныстың селективтілігін қамтамасыз ету үшін қосымша КТ1 уақыт релесі енгізіледі.



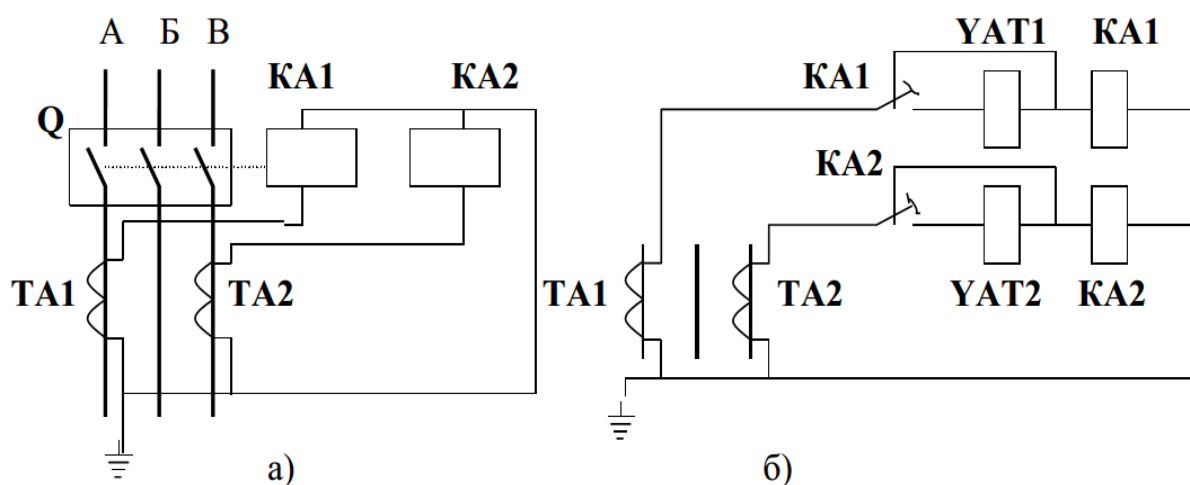
5.4-сурет. Фазааралық (1) және бірфазалы (2) ҚТ-дан МТҚ принципіалды сұлбасы: а - ток тізбегі; б - оперативті ток тізбегі

5.3. Айнымалы жедел ток кезіндегі максималды ток қорғанысы

РТВ типті тура әрекет ету релесі бар максималды ток қорғанысы (сурет. 5.5, а). Бұл реле, 6-35 кВ кернеулі қосылыстардың ажыратқыштарына арналған жүк және серіппелі жетектерге орнатылады. Тікелей әрекет ету реле қорғанысы қарапайым, сенімді, арзан. Оларда ажыратушы түйіспелер жоқ, құрамында аппараттар мен жалғағыш сымдардың саны аз болады. Мұндай қорғаныстардың кемшіліктері: сезімталдықты төмендету және қорғаныстың іске қосылу тоғы жанама әсер ететін реледен жасалған қорғанысқа қарағанда жоғары. Тікелей әсер ететін реле салыстырмалы түрде үлкен қуатты тұтынады, бұл ток

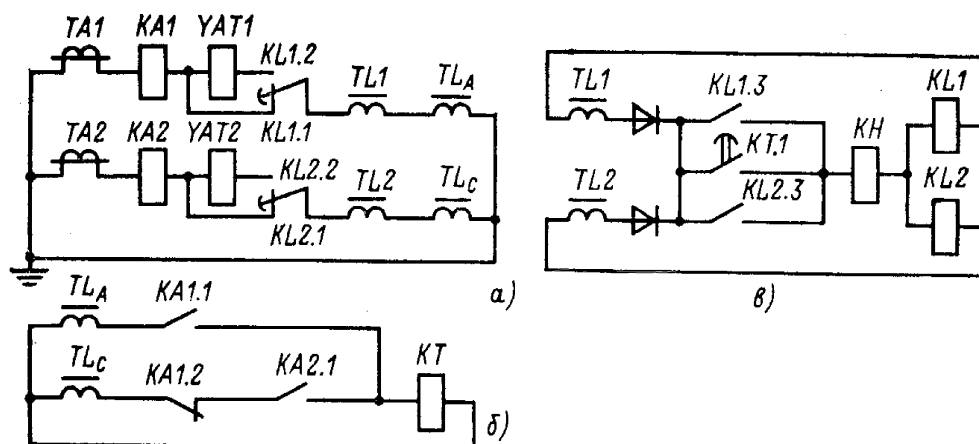
трансформаторларына жүктемені арттырады. Тікелей әсер ететін реленің іске қосылу уақытының үлкен қателіктері максималды ток қорғанысының әрекет ету уақытын ұлғайтады.

Жанама әрекет ету релесі бар максималды ток қорғанысы (сурет. 5.5, б). Қорғаныс, қайта тұйықталатын ажыратқышты ажырату электромагниті бар РТ-85 индукциялық релесі арқылы орындалады. Реле іске қосылған кезде, контактіні ауыстырып қосу кезінде алдымен ток трансформаторының тізбегіне ажырату электромагниті қосылады, содан кейін ол қайта тұйықталып, іске қосылу арқылы ажыратқышты ажыратады.



5.5-сурет. Тікелей әсер ететін релемен (а) және айнымалы оперативтік токпен ажыратудың қайта тұйықталатын электромагниті бар (б) жанама әсер ететін релемен максималды ток қорғанысы.

Іске қосылу уақытының тәуелсіз сипаттамасы бар максималды ток қорғанысы (сурет.5.6.). Схема мыналардан тұрады: KA1, KA2 ток релесі, КТ уақыт релесі, КН көрсеткіш релесі, KL1 және KL2 аралық релесі. Ток релесі іске қосылған кезде, КТ уақыт релесінің орамасына TLа, TLс уақыт релесінің орамасына аралық трансформаторының екінші реттік орамдарының тізбегін тұйықтайды. Бұл ретте, А және С фазалар арасындағы екі фазалы ҚТ-ның уақыт релесінің істен шығуын болдырмау үшін, TLс орамының тізбегі KA1.2 ажыратушы контактісімен үзіледі. Уақыт релесі өзінің КТ.1 контактісімен іске қосылып, аралық трансформаторлардың екінші орамдарының тізбектерін KL1 және KL2 аралық реле орамдарына тұйықтайды. Аралық реле, іске қосылып, өз KL1.2 және KL2.2 контактілерді арқылы YAT1, YAT2 сәйкес ажыратушы катушкаларын TA1 және TA2 тізбегіне қосады, ал KL1.3 және KL2.3 контактілерді арқылы КТ1 релесінің контактын тұйықтайды.



5.6 -сурет. Айнымалы жедел токтағы тәуелсіз сипаттамасы бар ажыратушы қайта тұйықталатын магнитті қорғаныс схемасы:
а-ток тізбегі; б-уақыт релесі; в-аралық реле тізбегі.

5.4 Ток қорғанысын жалпы бағалау

Ток қорғанысының бірінші сатысы-уақыт ұстанымынсыз тоқтық кесу:

Артықшылықтары:

1. Кез келген күрделі тораптағы әрекетінің селективтілігі.
2. Қосалқы станциялар желісіне жақын жерде пайда болған ең ауыр ҚТ-ның тез ажыратылуы.

3. Схеманың қарапайымдылығы.

Кемшіліктері:

1. Желі ұзындығының бір бөлігін қорғайды.
2. Қорғалатын аймақтың жүйенің жұмыс режиміне және ҚТ орнында өтпелі кедергіге тәуелділігі.

Ток қорғанысының екінші сатысы уақыт ұстанымымен тоқтық кесу.

Артықшылықтары:

1. Салыстырмалы түрде аз іске қосылу уақыты.
2. Резервтеуді жүзеге асыру қабілеті.
3. Екі жақты қоректенетін желілерде селективті.

Кемшіліктері:

1. Бірқатар жағдайларда оның сезімталдығы жеткіліксіз.

Ток қорғанысының үшінші сатысы-максималды ток қорғанысы.

Артықшылықтары:

1. ҚТ аз шамаларында іске қосыла алады.
2. Қорғаныс сезімталдығын жақсы қамтамасыз етеді.

Кемшіліктері:

Бір жақты қорек көзі бар радиалды желілерде ғана зақымдануды ажыратуды қамтамасыз етеді, ажыратуды көп уақыты қорек көзіне жақын жердегі зақымдануларға кетеді.

6. ТОҚТЫҚ БАҒЫТТАЛҒАН ҚОРҒАНЫС

Тоқтық бағытталған деп, оның орнатылған орнында ток мәніне және к. т. қуат бағытына әрекет ететін қорғанысты атайды. Бұл қорғаныс қуат бағытының релесімен толықтырылған ток қорғанысы болып табылады. Ол екі жақты қоректенетін күрделі желілерде, сондай – ақ бір қоректену көзі бар сақиналы желілерде қолданылады. Қорғаныс кешені қорғалатын желінің екі жағынан орнатылады және егер қ.т. қуаты әр кешенге шиналардан қорғалатын желіге бағытталған кезде әрекет етеді, ал ток іске қосылу тоғынан артық болады. Максималды тоқтық бағытталған қорғанысының уақыт ұстанымы қарсы-сатылы принцип бойынша таңдалады. Қорғаныстың іске қосылу тоғын таңдау кезінде жалпы жағдайда МТҚ үшін қолданылатын негізгі шарттар ескеріледі. Алайда, сақиналы тораптарда, сондай-ақ жерге тұйық қосылған бейтарабы бар тораптарда қорғанысты пайдалану кезінде к іске қосылу тоғын таңдауда ерекшеліктері бар, олар талқылауды қажет етеді.

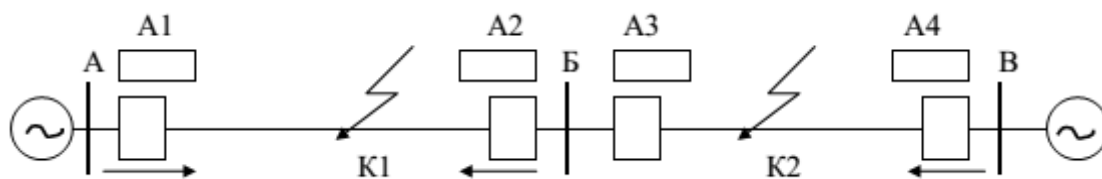
Қуат бағытының релесін қосу схемасы деп ток фазалары мен оның орамаларына берілетін кернеудің белгілі бір келісімімен түсініледі. Ең көп таралған 90° релені қосу схемасы. Схема қасиеттерін анықтау үшін қ.т. әр түрлерінде қуат бағыты релесінің жұмысын талдай білу қажет.

Бағытталған тоқтық кесуді орындау оның іске қосылу тоғын таңдау кезінде, оның қуат релесінің бағытынағы тек сыртқы қ.т. тоғын ескеруге мүмкіндік береді.

Бағытталған ток қорғанысының кемшілігі үш фазалы ҚТ кезінде, қорғаныстың орнатылған орнына жақын жерде ең төменгі кернеумен анықталатын өлі аймақтың болуы болып табылады.

6.1 Әрекет принципі, негізгі органдар

Екі жақты қоректенетін желілерде селективті әрекет ету үшін ток қорғанысы KW қуат бағытының өлшеуіш органымен толықтырылады. Бұл қорғаныс ток бағытталған деп аталды. Ол мыналардан тұрады: іске қосу органы - КА ток релесі, KW қуат бағытының органы және КТ уақытты ұстанымы органы. Қорғаныс, тек ток релесі ғана емес, сонымен қатар қуат бағытының релесі де іске қосылған жағдайда ғана ажыратқышты ажыратуға әрекет етуі мүмкін, ол тек қосалқы станция шиналарынан желіге ҚТ қуатының бағыты кезінде ғана контактілерді тұйықтауға әрекет етеді.



6.1-сурет. Қорғаныстарды тоқтық бағытталған қорғанысқа орналастыру

К1 нүктесіндегі қысқа тұйықталу кезінде алдымен А1 қорғанысының бірінші сатысы іске қосылады, ал А4 және А2 қорғаныстары әрекет етеді, сондықтан селективті әрекет үшін осы қорғаныстардың параметрлері уақыт бойынша келісілуі тиіс (сурет. 6.1). К2 нүктесіндегі қысқа тұйықталу кезінде сәйкесінше А4, А1, А3 қорғаныстары іске қосылады. Қуат бағыттары органның арқасында барлық қорғаныс екі топқа бөлінеді (А1, А3 және А2, А4). Әрбір топ шегінде параметрлер ток қорғанысы сияқты таңдалады.

6.2 Параметрлерді таңдау

Қорғаныстың бірінші сатысы. Тоқтық бағытталатын қорғаныстың бірінші сатысы уақыт ұстанымынсыз тоқтық кесу түрінде болады. Іске қосу тогы мына өрнектен анықталады:

$$I_{с.з.}^I = I_{к.в.н.мах}^{(3)} K_{отс}^I \quad (6.1)$$

Қорғаныстың екінші сатысы. Екінші сатының параметрлерін таңдау шарттары қарама-қарсы қосалқы стансаның шиналарынан шығатын барлық А2 қорғанысының бірінші сатыларында уақыт ұстанымымен тоқтық кесудің параметрлерін таңдау шарттары сияқты.

Қорғаныстың үшінші сатысы-максималды тоқтық бағытталған қорғаныс.

Қорғаныстың іске қосу ток релесінің іске қосылу тогы мына өрнек бойынша анықталады:

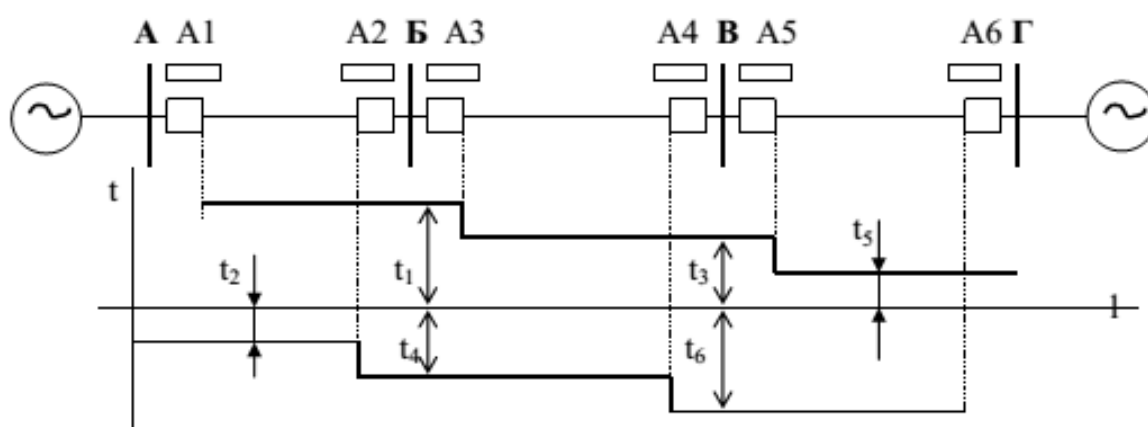
$$I_{с.р.} = \frac{k_{отс} k_{сзн} k_{сх}}{k_{г} K_I} I_{р.мах} \quad (6.2)$$

Мұндағы, $k_{отс}$ – түзету сенімділігінің коэффициенті; $k_{в}$ – қайтару коэффициенті; $k_{сзн}$ – өзін-өзі іске қосу коэффициенті; $k_{сх}$ – схема коэффициенті; K_I – ток трансформаторларын трансформациялау коэффициенті; $I_{р.мах}$ – желінің жұмыстық максималды тогы.

Максималды бағытталған қорғаныстардың уақыт ұстанымдарын таңдау сатылы принцип бойынша жүргізіледі, бірақ олардың әрекет ету бағытын ескере отырып, яғни бір бағытта әрекет ететін қорғаныстарды келістіру жүргізіледі (сурет. 6.2). Бұл ретте тәуелсіз сипаттамалары бар қорғаныстар үшін селективтілік шарты бойынша келесі қорғаныстың іске қосылу уақыты мына мән бойынша анықталады.

$$t_{\text{с.з.посл}} = t_{\text{с.з.пред}} + \Delta t \quad (6.3)$$

мұндағы, $t_{\text{с.з.пред}}$ - алдыңғы қорғаныстың іске қосылу уақыты, с.; Δt - селективтілік сатысы.



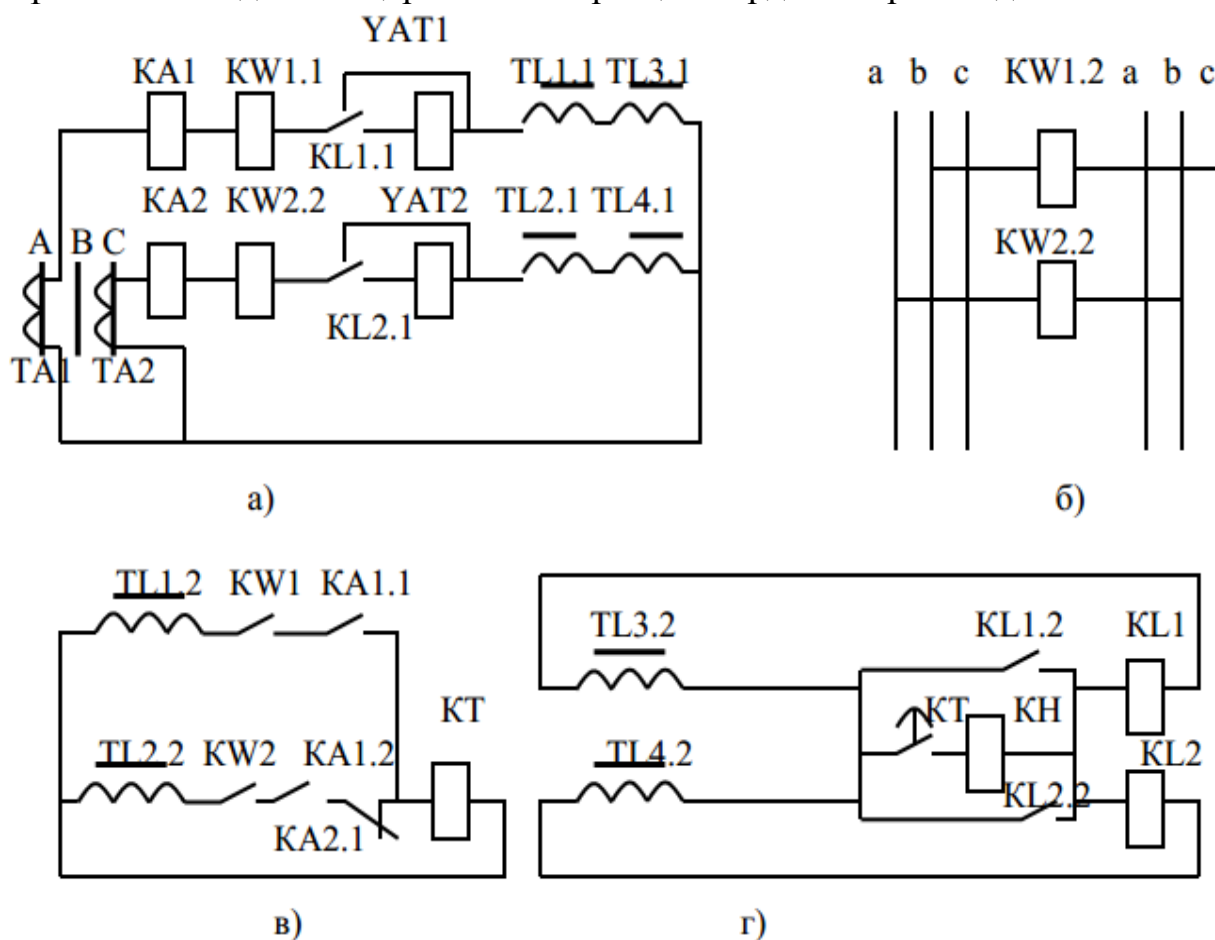
6.2-сурет. Максималды тоқтық бағытталған қорғанысының уақыт ұстамдалаған таңдаудың қарсы-сатылы принципі

Қорғаныстың өлі аймағы. Бағытталған ток қорғанысының сезімталдығы екі органмен - іске қосу тогы және қуат бағытымен анықталады. Ток бойынша сезімталдық тотоктық үшін де осылай анықталады. Қуат бағытының релесі әрдайым іске қосылмайды, әсіресе бағытталған қорғаныс орнатылған қосалқы станция шиналарына жақын үш фазалы ҚТ-да, қосалқы станция шиналарындағы кернеу нөлге дейін немесе нөлге жақын мәнге дейін төмендейді. Сондықтан, реленің қуат бағыты релесінің күші реленің әрекет етуіне жеткіліксіз және қорғаныс жұмыс жасамайды. Сондықтан қуаттың бағыттары органымен шектелетін қорғаныс сезімталдығын, қорғаныстың өлі аймағы деп сипаттауға болады - қорғалатын желінің ұзындығы, үшфазалы ҚТ кезінде қуат бағыты органына берілетін кернеу мәнінің жетіспеуінен қорғаныс іске қосылмайды.

6.3 Ток бағытталған қорғаныс схемалары

6.3.1 Айнымалы оперативтік токтағы тоқтық бағытталған қорғаныс схемасы

Қорғаныста РП-341 типті KL1 және KL2 аралық релесі, КТ уақыт релесі, РБМ типті KW1 және KW2 қуат бағытының екі релесі және РТ-40 типті КА1 және КА2 тоқтың екі релесі қолданылады (сурет). 6.3.). Уақыт релесін іске қосу қуат бағыты релесі мен сәйкес ток релесінің байланысқан түйіспелері арқылы фазалар бойынша жүзеге асырылады. Орнатылған уақыт ұстанымынан кейін KL1 және KL2 аралық релелерінің екінші реттік тізбектерін тұйықтап КТ релесі іске қосылады. KL1.1 и KL2.1 контактілері УАТ1 және УАТ2 электромагниттерін қайта тұйықтау арқылы ажыратқышты айырады. Шиналарға ҚТ қуаты бағытталған кезде қуат бағыты релесі әрекет етпейді, сондықтан уақыт релесі, демек аралық реле жұмыс істемейді және қорғаныс ажыратқыштарды ажыратпайды.

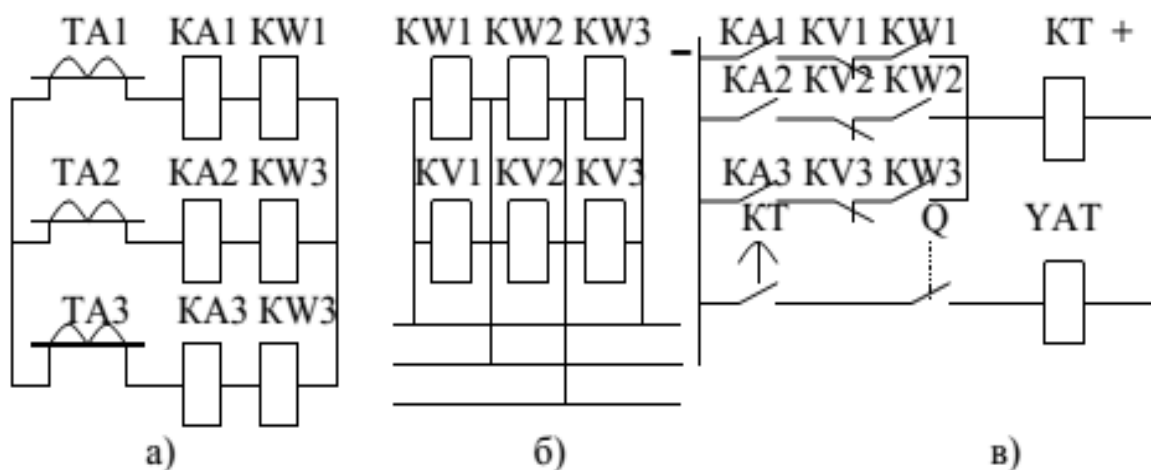


6.3-сурет. Айнымалы оперативтік ток қорғанысының максималды тоқтық бағытталған қорғанысы: а - ток тізбектерінің схемасы; б - кернеу тізбектерінің схемасы; в - екінші кернеу тізбектерінің схемасы; г - аралық реле

Кернеуі 35 кВ-қа дейінгі тарату желілерінде қорғаныс екі фазалы етіп орындалады және барлық қысқа тұйықталудан негізгі қорғаныс болып табылады қорғаумен, ең жоғары кернеуі тораптарда ол негізінен резерв ретінде пайдаланылады.

6.3.2 Тұрақты оперативтік токтағы тоқтық бағытталған қорғаныс схемасы

Бұл схемада екі іске қосу органы орнатылған: ток және кернеу (сурет. 6.4.).



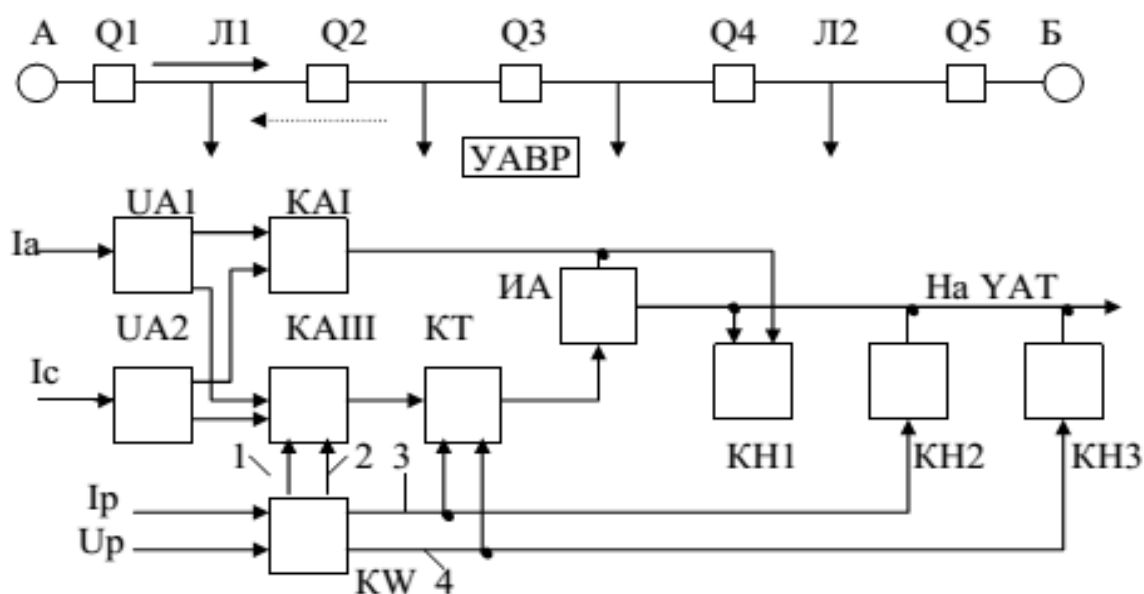
6.4-сурет. Екі іске қосу органы бар максималды бағытталған қорғаныстың принципті схемасы: ток және ең аз кернеу: а - ток тізбектерінің схемасы; б - кернеу тізбектерінің схемасы; в - жедел ток тізбектерінің схемасы

Бұл схема тек үш шарт орындалғанда ғана әрекет етеді: зақымдану тогының болуы, кернеудің кернеу релесінің тағайыншамаларының шамасына дейін төмендеуі, ҚТ қуат бағытының сәйкестігі. Бұл жағдайда КА ток релесінің контактілері, KV кернеу(қалыпты жұмыс жағдайында кернеу релесінің контактілері ажыратылған), KW қуат релелерінің контактілері тұйықталады және КТ уақыт релесінің катушкасын қоректендіреді, ол УАТ ажырату катушкасының тізбегіндегі өз контактілерін тұйықтайды.

6.3.3 Үшінші сатының іске қосылу параметрлерін автоматты түрде қайта құрумен екі сатылы бағытталған қорғаныс схемасы

Ауылдық тарату тораптары секцияланған тораптық резервтеумен орындалады (сурет. 6.5.). Л1 электр энергиясының барлық тұтынушылары қалыпты режимде А қуат көзіне қосылған, ал Л2 желісінің тұтынушылары Б қуат көзінен қорек алады. Бірінші желі Q2, екіншісі – Q4 ажыратқышымен секцияланды. Q3 ажыратқышы резервті автоматты қосу

құрылғысымен жабдықталған және қалыпты режимде ажыратылған күйде болады. Тораптық резервтеу режимінде Q3 ажыратқышы қосылған кезде, ал қандай да бір желінің ажыратқышы, мысалы Q1 сияқты ажыратылған кезде торап конфигурациясы өзгереді. Q2, Q4 ажыратқыштарында орнатылған ең жоғары ток қорғанысының параметрлерін қалыпты схема бойынша желі жұмысы кезінде селективті әрекет ететіндей таңдау және желілік резервтеу жағдайында мүмкін емес, өйткені электрмен жабдықтау схемасының өзгеруімен қоректену көзінен ажыратқыштардың алыстығы өзгереді. Қорғаныстың селективті әрекетіне электр жабдықтау схемасын өзгертіп, оның параметрлерін автоматты түрде өзгертсе қол жеткізуге болады.



6.5-сурет. Резервтеумен секцияланған тораптың максималды тоқтық бағытталған қорғанысы

Схемада UA1 және UA2 тоқтың екінші ретті өлшеуіш түрлендіргіштері; релелік әрекеттің өлшеуіш органдары; бірінші KAI және үшінші KAIИ сатыларының тогы, KW қуат бағыттары, KT уақыт ұстанымдары; ИА атқарушы элементі және KН1-KН3 сигнал беру элементтері бар.

Қалыпты жұмыс режимінде қуат релесі іске қосылғаннан кейінгі күйде болады және өзінің 1 және 3 шығыс тізбектерімен KAIИ, KT және KН2 өлшегіш органына әсер етеді. Бұл ретте қорғаныстың үшінші сатысы қалыпты схема бойынша электрмен жабдықтауға сәйкес келетін (Q1 және Q2 ажыратқыштары қосылған, Q3 ажыратқышы ажыратылған) тағайыншамаларымен іске қосылуға дайын. Q1 ажыратқышын айыру Q3

ажыратқышын қосумен және берілетін қуат бағытын өзгертумен жүзеге асады. Бұл жағдайда қуат бағытының органы іске қосылғанға дейінгі қалыпта болады және оның 2 және 4 шығыс тізбектері тораптық резервтеу кезінде селективтілікті қамтамасыз ететін кіші тағайыншамалармен іске қосылудың үшінші сатысын дайындайды.

6.4 Токтық бағытталған қорғанысты жалпы бағалау

Артықшылықтары:

1. Кез келген қуат көзіне селективтілікті қамтамасыз етеді;
2. Жақсы сезімталдық;

Кемшіліктері:

1. Қорғаныстың үшінші сатысының қоректендіру көзіндегі уақыт ұстанымы уақыт тағайыншамаларын қарсы-сатылы таңдаудың әсерінен үлкен болады.

2. Қорек көздердің саны біреуден артық сақиналы желілерде селективтілік қамтамасыз етілмейді, өйткені қарама-қарсы-сатылы белгі бойынша уақыт ұстанымын таңдау шарты жоқ.

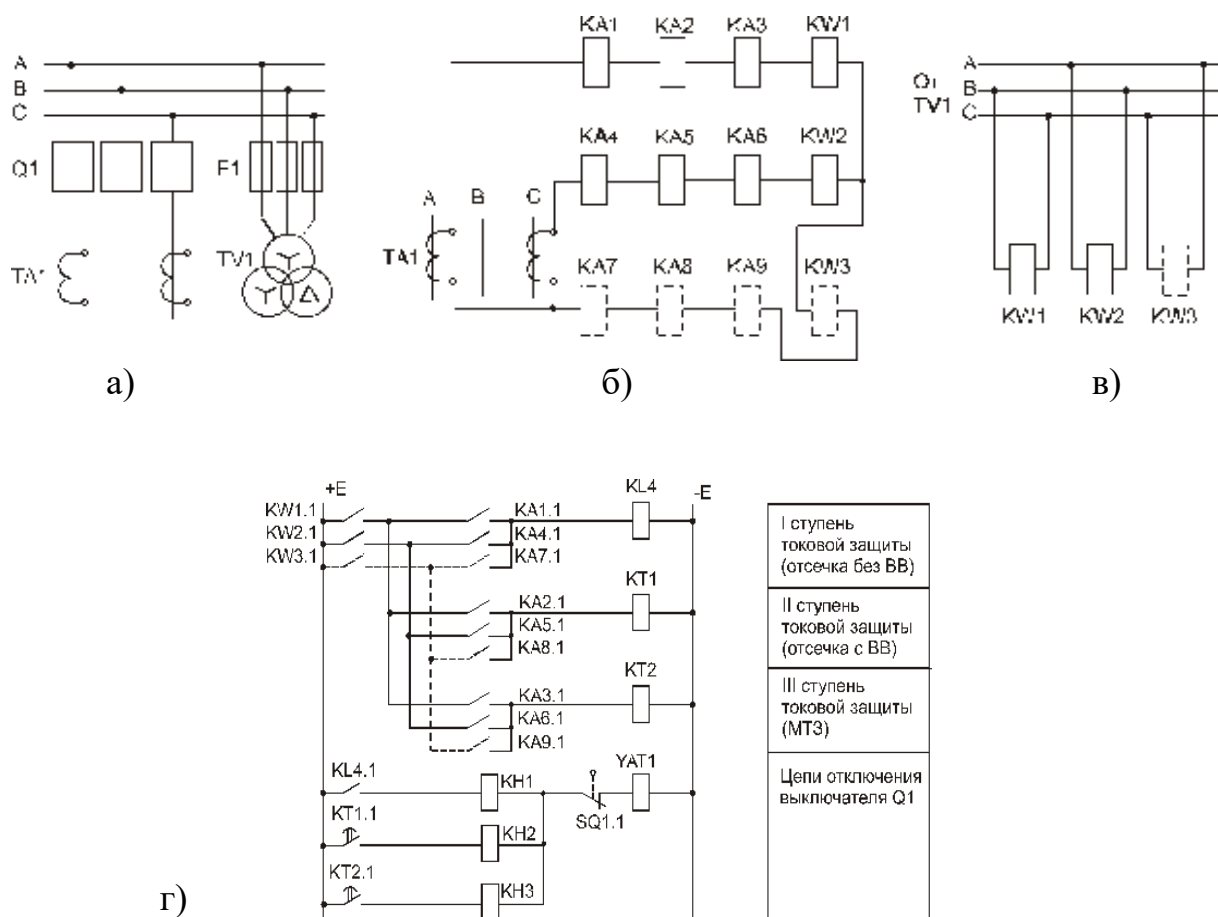
3. Қорғаныстың өлі аймағының болуы.

Қолдану аумағы: 35 кВ және одан төмен кернеу желілерінде. Жоғары кернеулі желілерде ол негізінен резервтік ретінде қолданылады.

6.5 Токтық қорғаныстың схематехникасы

Әдетте ток қорғанысы 6; 10; 35 кВ желілерінде қолданылады, сирек 110 кВ. 6.6 суретте оқшауланған бейтарап желі үшін үш сатылы бағытталған ток қорғанысы схемасы көрсетілген

Схема бойынша (сурет 6.6) ЖК қимасын МТЗ-дан ажырату мүмкін емес. Кесудің МТЗ-дан айырмашылығы талғаулықты қамтамасыз ету тәсілінен тұрады: кесудің талғаулығы қорғаныс әрекет ету аймағымен қамтамасыз етіледі, ал МТЗ талғаулығы уақыт ұстанымымен қамтамасыз етіледі. Қалыпты бағытталмаған қорғаныстар үшін схемада KW1, KW2 және KW3 қуат бағытының релесі және олардың kw1.1, KW2.1 және KW3.1 байланыстары жоқ.



6.6-сурет. а) қосылыстың бастапқы тізбектері; б) ток трансформаторларының екінші тізбектері; в) кернеу трансформаторының екінші тізбектері; г) тұрақты токтың оперативті тізбектерінің логикалық схемасы

6.6 Жерге тұйықталған бейтарабы бар желілерде нөлдік тізбекті тоқтық және тоқтық бағытталған қорғаныс

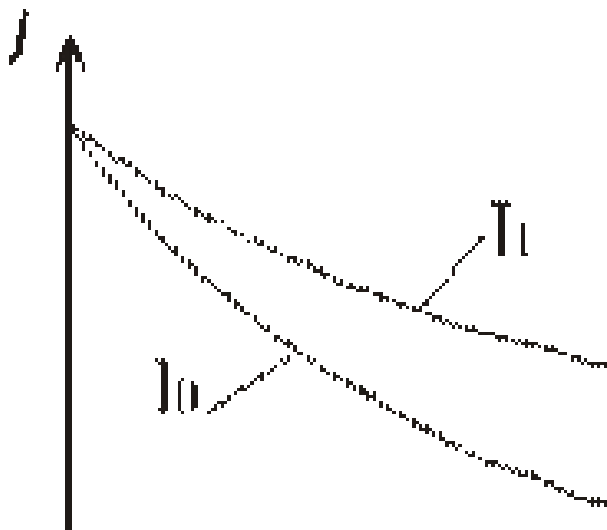
Жерге тұйықталған бейтарап (110 кВ және одан жоғары) желілерде бір фазалы және екі фазалы ҚТ Жерге тұйықталған кезде ток пен кернеудің нөлдік тізбегінің апаттық құраушылары пайда болады. Оларды пайдалану нөлдік тізбекті қорғауды құру негізінде жатыр. Қорғаныстың артықшылығына мыналарды жатқызуға болады:

- ҚТ токтары нөлдік тізбекте күрт төмендейді (сурет.3.9) тураға қарағанда (ЭБЖ үшін нөлдік реттілік кедергісі орташа есеппен $x_0 \approx 3x_1$ тура реттілік кедергісінен үш есе көп), қорғалатын аймақ осының салдарынан қалыпты тоқтық қорғанысқа қарағанда көп;

- * үшінші саты жұмыс токтарынан ауытқудың қажеті жоқ;
- соңғы сатылардың уақыт ұстанымдарын азайту;
- * өлшеу релесі үш есе аз қажет;
- * жақын ҚТ-да өлі аймақтардың болмауы.

Қорғаныс кемшіліктері:

- * қорғаныс үш фазалы және екі фазалы ҚТ токтарына әрекет етпейді;
- * толық емес фазалы жұмыс режимі кезінде қорғауды реттеу немесе блоктау қажет;
- * күштік трансформаторлардың магниттелу тогын лақтырудан қорғау қажет.



6.7-сурет. а) қосылыстың бастапқы тізбектері; б) ток трансформаторларының екінші тізбектері; в) кернеу трансформаторының екінші тізбектері; ҚТ орнынан ЭБЖ дейінгі тура және кері тізбектілік ҚТ токтарының тәуелділігі

6.6.1 Нөлдік тізбекті ток қорғанысының бірінші сатысы

Қорғаныстың бірінші сатысының іске қосылу тогы реттеледі:

- қорғалатын желінің соңындағы ҚТ тогының ең жоғары ($I_{0,KI,MAX}$) тогынан және былай есептеледі:

$$I^{A}_{0,C,3} \geq k_{отс} 3 \cdot I_{0,KI,MAX} \quad (6.4)$$

- ажыратқыштың фазаларын толық емес фазалық қосу кезінде пайда болатын қысқа мерзімді толық емес фазалық режимнен ($I_{0,HEP}$)

$$I^{A}_{0,C,3} \geq k_{отс} 3 I_{0,HEP} \quad (6.5)$$

Қорғаныстың іске қосылу уақыты, сондай-ақ разрядтауыштардың жұмыстарынан ($t_{РАЗР} = 0,06 - 0,08 \text{ с}$), реленің уақыт ұстанымын есепке ала отырып, $t^{A}_{0,C,3} = 0 \text{ с}$. қабылданады.

6.6.2 Нөлдік тізбекті ток қорғанысының екінші сатысы

Қорғаныстың екінші сатысының іске қосылу тогы реттеледі:

- алдыңғы желіні қорғаудың бірінші сатысының $I_{0,C,3}^{I,B}$ тоғынан

$$I_{0,C,3}^{II,A} \geq k_{отс} k_{ток} I_{0,C,3}^{I,B} \quad (6.6)$$

- алдыңғы желіде ұзақ толық емес фазалы режим кезінде қорғаныс орнату орнында өтетін нөлдік емес реттілік, $I_{0,HEP}$, үшеселенген токтан

$$I_{0,C,3}^{II,A} \geq k_{отс} 3 I_{0,HEP} \quad (6.7)$$

Екінші сатының іске қосылу уақыты әдетте $t_{0,C,3}^{II,A} = 1 - 1,5$ с аспауы керек.

6.6.3 Нөлдік тізбекті ток қорғанысының үшінші сатысы

Үшінші сатының іске қосылу тогы, учаскелердің қарама-қарсы шеттеріндегі трансформаторлы қосалқы станциясының артындағы үшфазалы ҚТ кезінде балансты емес $I_{HE,II,PAC}$ тоғымен реттеледі:

$$I_{0,C,3}^{III,A} \geq \frac{k_{отс}}{k_B} \cdot I_{HE,II,PAC} \quad (6.8)$$

Үшінші сатының іске қосылу уақыты алдыңғы желінің үшінші сатысының іске қосылу уақытынан артық болуы керек:

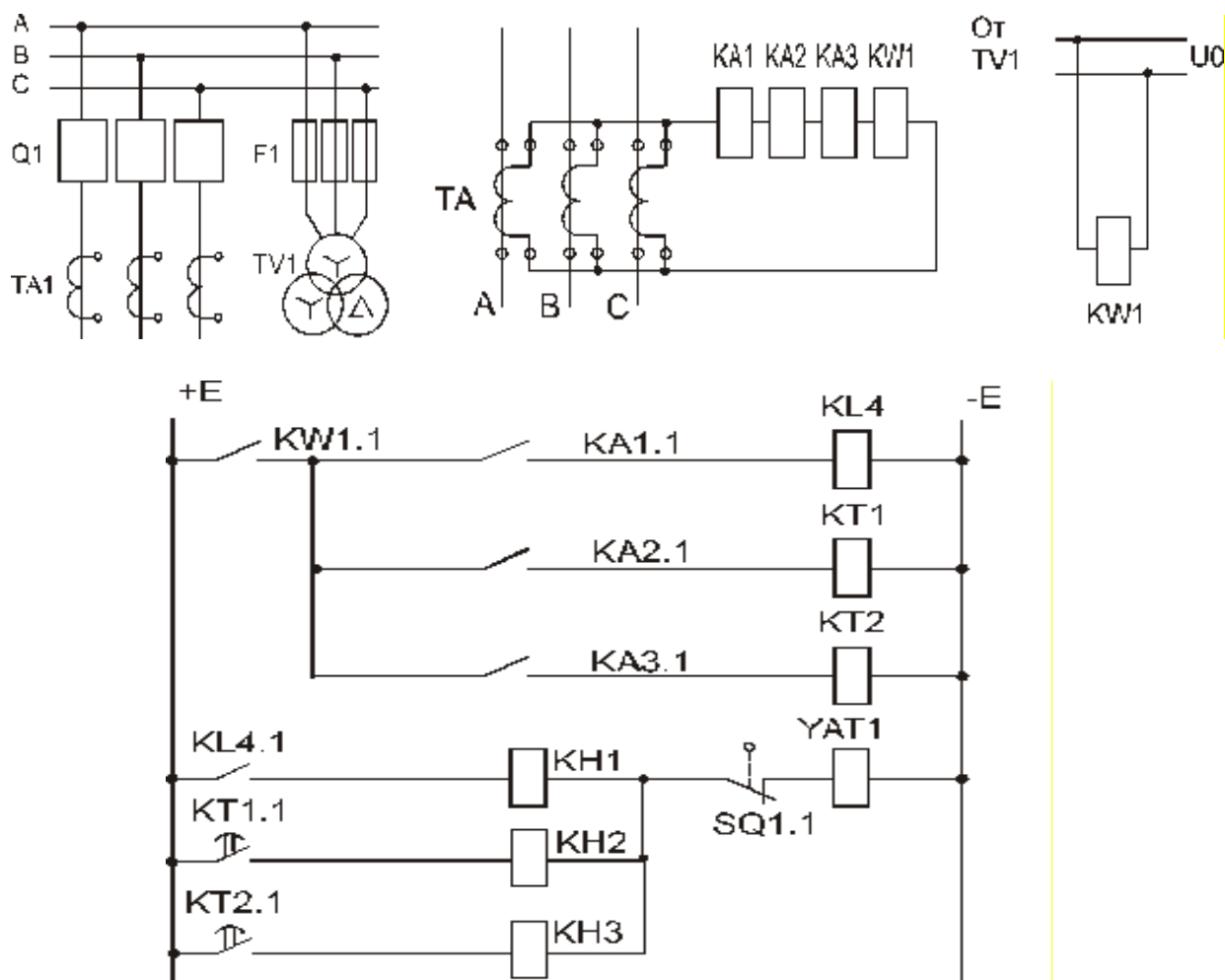
$$t_{0,C,3}^{III,A} \geq t_{0,C,3}^{III,B} + \Delta t, \quad (6.9)$$

мұндағы- $t_{0,C,3}^{III,A}$ қорғаудың үшінші сатысының іске қосылу уақыты (сурет. 3.3) А қосалқы станциясы, $t_{0,C,3}^{III,B}$ – Б қосалқы станциясының үшінші сатысының жұмыс істеу уақыты; Δt – талғаулық сатысы, әдетте $\Delta t = 0,5$ с.

Кейде желілерде нөлдік тізбектегі тоқтық қорғаныстың төрт сатысы орнатылады. Төртінші саты (ЛЗ-22) бойынша есептеледі, ал екінші және үшінші сатылардың іске қосылу тогы бірінші сатымен келісіледі және одан кем болады.

6.6.4 Нөлдік тізбектегі ток қорғанысының схемотехникасы

6.8 -суретте нөлдік тізбекті үш сатылы бағытталған ток қорғанысының схемасы келтірілген:



6.8-сурет. а) қосылыстың алғашқы тізбектері; б) ток трансформаторларының екінші ретті тізбектері; в) кернеу трансформаторының екінші ретті тізбектері; г) тұрақты токтың оперативті тізбектерінің логикалық схемасы

6.7 Оқшауланған бейтарап желілерде нөлдік тізбекті тоқтық және тоқтық бағытталған қорғаныс

Қолдану саласы. Бір фазалы жерге тұйықталу кезінде бейтарап оқшауланған желілерде (6-35кВ) нөлдік тізбектегі ток пен кернеу болады. Бір фазалы жерге тұйықталу тогының шамасы әдетте аз шамаға (бірнеше бірлік немесе ондаған ампер) ие болады және бұл ретте ПУЭ жұмыс тогынан көп емес зақымдалған желінің екі сағатқа дейін жұмыс істеуіне жол береді. Алайда, бұл зақымдануды өшіру үшін себептер бар:

- электр өрісінің кернеулігінің үлкен градиенті бар, сондықтан адам мен жануар үшін қауіпті жоғары қадамдық кернеу туындайды;
- бір фазалы жерге тұйықталу, әдетте, жарылыс және өрт қауіпті кәсіпорындар үшін өте қауіпті, ауыспалы доғамен жүреді.;

- нөлдік әлеует зақымдалған фазаға көшіріледі, ал зақымданбаған фазалардың фазалық оқшауламасына желілік кернеу номиналдан $\sqrt{3}$ есе көп қолданылады. Босаңсыған оқшаулама төтеп бере алмайды, оның сынуы орын алады және жерге қос тұйықталу немесе екі фазалы ҚТ пайда болады.;

- доға, әсіресе ауыспалы, жоғары жиілікті гармоникалармен бірге жүреді. индуктивтілікті және сыйымдылықты болған жағдайда резонанстық асқын кернеу туындайды, ол номиналдықтан бірнеше есе артық, бұл сондай-ақ е жерге қос тұйықталу немесе екі фазалы ҚТ әкелуі мүмкін Дәл реттелетін индуктивтілігі бар өтелген бейтарабы бар желілерде зақымдалған жерде доға жоқ, бірақ барлық басқа теріс әсер белгілері қалады.

Жерге тұйықталудан қорғауға жоғарыда аталған теріс әсерлерді ескере отырып, талаптар қойылады:

- қорғаныс екі сағатқа дейін зақымданумен жұмыс істеуге рұқсат етілетін желілерде сигналға әрекет етеді;

- қорғаныс жарылыс қаупі бар және өрт қаупі бар өндірістерде, құрылыс және өндірістің кейбір басқа түрлерінде уақыт ұстанымынсыз әрекет етуі тиіс;

- қорғаныс сыртқы тұйықталу кезінде селективтілік талаптарын қанағаттандыруы тиіс;

- жеңілдету мақсатында қорек көздерінен алыс электр қондырғыларында қорғаныс орнатпауға немесе бір фазалық тұйықталу ықтималдығы аз болғанда рұқсат етіледі.;

- қорғаныс айнымалы доға арқылы бір фазалы тұйықталуды сезінуі керек;

- желінің сыйымдылықтарын қайта зарядтау кезінде уақыттың бірінші сәтінде ғана емес, қорғау әрекетінің үздіксіздігі болғаны жөн.

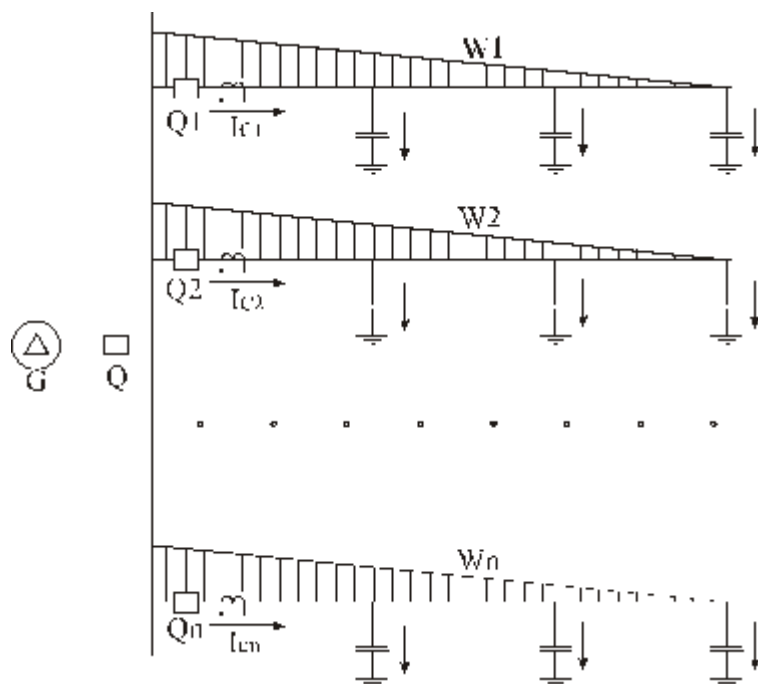
Қалыпты режимде оқшауланған нейтралды желіде өтетін процестер.

Қалыпты режимде әрбір фазаның сыйымдылық токтары әр желінің бойымен ағады (сурет 6.9). Әрбір желінің нөлдік тізбектегі нәтижелік ток оның басынан аяғына қарай азаяды ($W_1, W_2, \dots W_n$ шығатын желілерде бұл штрихтік эпюрлермен белгіленеді).

Нөлдік тізбекті Ток трансформаторы арқылы өтетін нөлдік тізбекті сыйымдылық тогы, мысалы, W_n желілері қатынасы арқылы анықталуы мүмкін:

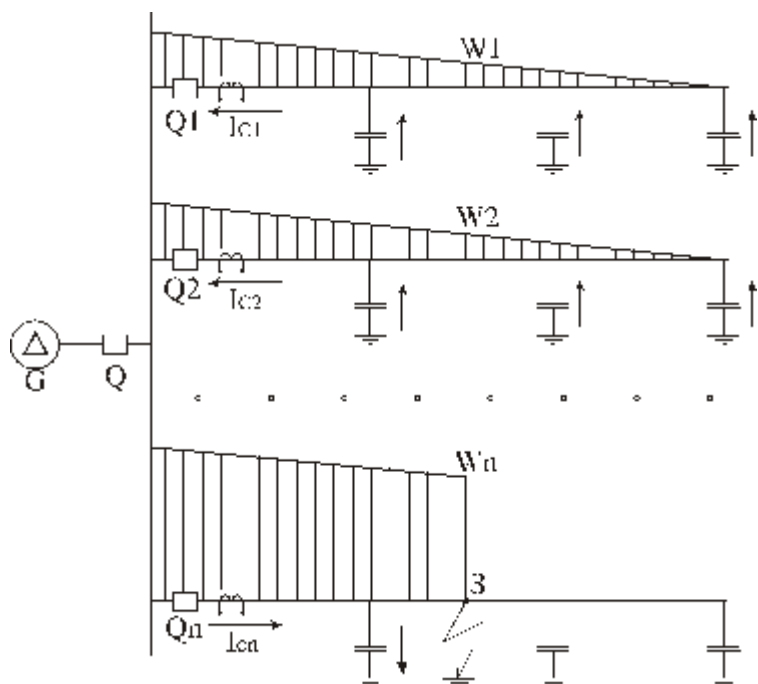
$$I_{C_n} = 3j \frac{U_\phi}{x_{C_n}} = 3j\omega C_n U_\phi, \quad (6.10)$$

Мұнда, U_ϕ – желінің фазалық кернеуі, x_{C_n} – желінің сыйымдылық кедергісі W_1 , C_n – желінің меншікті сыйымдылығы W_1 , ω - жиілік.



Сурет 6.9 Қалыпты режимде оқшауланған нейтралды желіде өтетін сыйымдылық тоқтары

Оқшауланған нейтралды желіде бір фазалы тұйықталу кезінде өтетін процестер.



6.10-сурет. Оқшауланған нейтралды желіде бір фазалы тұйықталу кезінде өтетін сыйымдылық тоқтары

3 нүктесінде бір фазалы тұйықталу кезінде (сурет 6.10) W_n желісінде бүлінбеген желілердің тоқтары бағытты қарама-қарсы бағытқа

ауыстырады, бірақ шамалар ОЗЗ-ға дейінгі шамалармен бірдей болып қалады. Зақымдалған W1 қосылысының I_{Cn} тогы барлық зақымдалмаған $I_{C1}, I_{C2}, \dots, I_{C(n-1)}$ қосылыстарының жалпы тогынан, сондай-ақ шиналардан зақымдалған жерге дейін зақымдалған қосылыстың $k_{ПОВР} \square I_{Cn}$ бөлігінен тұрады:

$$I_{Cn(ПОВР)} = I_{C1} + I_{C2} + \dots + I_{C(n-1)} + k_{ПОВР} I_{Cn} \quad (6.11)$$

Доғаның өтпелі кедергісі арқылы өтетін бұл ОЗЗ, тогын келесі өрнек бойынша есептеуге болады:

$$I_3 = 3 \frac{U_{\Phi, CP}}{3r_D - jx_{C0x}} \quad (6.12)$$

мұндағы r_D -доға кедергісі, $x_{C0} \square$ - желінің жалпы сыйымдылық кедергісі; ал металл тұйықталу тогы тең:

$$I_3 = 3j \frac{U_{\Phi, CP}}{x_{C0x}} \quad (6.13)$$

Оқшауланған нейтралды желіде өтетін процестердің ерекшеліктері. Оқшауланған нейтралды желіде өтетін процестердің негізгі ерекшелігі феррорезонанстық құбылыстар болып табылады.

Кернеу трансформаторларының жиынтық индуктивтілігінің кедергісі мен F/2 және F/3 жиілікте желінің жиынтық сыйымдылығының кедергісі тең болғанда резонанс пайда болуы мүмкін. Әдетте феррорезонанс тудыру үшін қосылысты өшіру немесе қосу немесе бір фазалы жерге тұйықталудың пайда болуы. Резонанс кезінде нөлдік тізбектегі кернеу бірнеше есе артуы мүмкін, бұл ретте кернеу трансформаторын зақымдауы мүмкін. Сонымен қатар, феррорезонанс кезінде жерге тұйықталудан қорғау және жерге тұйықталу сигнализациясы құрылғылары жалған іске қосылады.

Сондықтан, қазіргі уақытта осындай теріс құбылыстарды болдырмайтын резонансты кернеу трансформаторлары (НАМИ типті) әзірленді және пайдаланылады.

Жерге тұйықталудан қорғаудың іске қосылу тогын есептеу нөлдік тізбектегі меншікті сыйымдылық тогынан реттеледі:

$$I_{C,3} = k_{ОТС} k_{БР} 3\omega C_{II} U_{\Phi} \quad (6.14)$$

мұнда $k_{ОТС}$ – реттеу коэффициенті; $k_{ОТС} = 1,1 \dots 1,3$; $k_{БР}$ – ВЛЭП сыйымдылықтарын қайта зарядтаудың өтпелі процесін есепке алатын

лақтыру коэффициенті; $k_{БР} = 4... 5$ – уақыт ұстамдары жоқ және жоғары гармониктерден ажыратылмаған қорғаныстар үшін, $КБР = 2 \cdot 3$ -уақыт ұстамдары бар немесе жоғары гармониктерден тұрғызылған қорғаныстар үшін.

Әуелік ЭБЖ үшін қорғаныстың сезімталдық коэффициенті:

$$k_{\chi} = \frac{3I_{\theta}}{I_{c,3}} \geq 1,5 \quad (6.15)$$

кәбілдік ЭБЖ үшін $k_{\chi} \geq 1,25$ қатынасы орындалуы тиіс.

7. ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫ ТОК ҚОРҒАНЫСЫ

Дифференциалды ток қорғанысы жылдам әрекет етеді. Олар бойлық және көлденең болып бөлінеді. Бойлық дифференциалды ток қорғанысын ұзындығы аз дара желілерді қорғау үшін пайдаланады. Оның әрекет ету принципі қорғалатын желінің ұштары бойынша бірдей фазалардың шамалары мен фазаларын салыстыруға негізделген. Дифференциалды реле жалғағыш сымдардың көмегімен өзара байланысқан трансформатордың екінші ретті орамасымен параллель жалғанатын айналмалы (циркулирующими) токтар схемасы кең таралған. Дифференциалды қорғаныстағы екінші ретті токтардың теңсіздігі тепе-теңдік емес тогы ($I_{нб}$) деп аталатын ток релесінде пайда болады; қорғанысының іске қосылу тогы $I_{сз}$ есептеу режимінде $I_{нб}$ тепе-теңдік емес ең жоғары тогынан ажыратылады. $I_{нб}$ пайда болуына, оның көлеміне қандай факторлар әсер ететінін, сондай-ақ қорғаныс сезімталдығы мен артта қалуын қалай арттыруға болатынын түсіну қажет. Желінің бойлық дифференциалды қорғанысын орындау ерекшеліктерін, артықшылықтары мен кемшіліктерін білу қажет.

Көлденең дифференциалды қорғаныстар шамамен бірдей кедергілері бар параллель немесе қосарланған желілерде қолданылады.

Жұмыс істеу принципі қорғаныс орнатылған жерде екі желі бойынша өтетін аттас фазалардың токтарын салыстыруға негізделген. Көлденең дифференциалды қорғаныс зақымдалған желіні анықтамайды. Қуат бағытының релесін қорғау схемасына енгізу аталған кемшілікті жояды. $I_{сз}$ қалай таңдалады және көлденең дифференциалды бағытталған қорғаныстың сезімталдығы қалай тексеріледі, оның артықшылықтары мен кемшіліктері, схемалары мен қолдану саласын білу керек. Дифференциалды қорғаныстың сандық орындалуы.

Электр қондырғыларының элементтерін қорғау үшін абсолюттік селективтілігі бар бойлық және көлденең қорғаныс жүзеге асырылатын дифференциалды принцип кеңінен қолданылады.

Бойлық дифференциалды ток қорғаныстары негізінен трансформатор сияқты шоғырланған параметрлері бар элементтерді қорғау үшін пайдаланылады. Сондай-ақ қысқа ұзындығы бар желілерді қорғау үшін қолданылады.

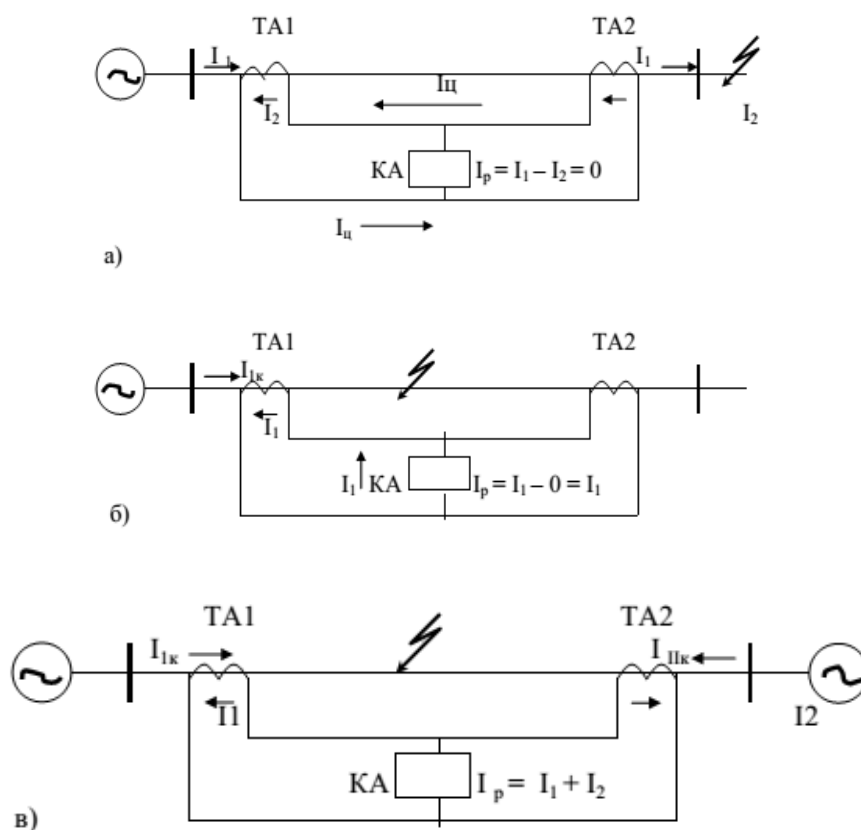
Көлденең дифференциалды қорғаныс екі және одан да көп параллель желілерді қорғау, сондай-ақ параллель тармақтары бар синхронды генератор статорының орамасының орамдық тұйықталуынан қорғау үшін қызмет етеді.

7.1 Бойлық дифференциалды ток қорғанысы

Бойлық дифференциалды ток қорғанысының жұмыс принципі қорғалатын элементтің басындағы және соңындағы токтарды салыстыруға негізделген (сурет. 7.1.). Желіні қорғауды орындау үшін оның ұштарында бірдей трансформация коэффициенті бар өлшеу ток трансформаторлары орнатылады.

ТА1 және ТА2 ток трансформаторларының екінші реттік орамдары өзара байланыстырушы сымдармен дифференциалдық схемаға қосылады. Мұндай схемада қосылатын сымдар бойынша өтпе (сквозного) токтың (жүктеме немесе ҚТ) қорғалатын желісі бойынша өткенде ТА екінші ток мәні бойынша тең: $I_1 = I_2 = I_{\Sigma} = I_1/K_1$ ток тұрақты айналымда болады. Ток трансформаторларының екінші орамдарына параллель КА ток релесінің орамасы қосылады, ол ТА-мен бірге дифференциалды қорғанысты құрайды.

Сыртқы ҚТ болған кезде, қорғалатын желіден өтетін өтпе ток I_1 , екіншілік токтар бір-біріне тең, сондықтан $I_p = I_1 - I_2 = 0$, яғни қорғаныс релесінде ток жоқ және дифференциалды қорғанысы осындай режимдерге әрекет етеді.



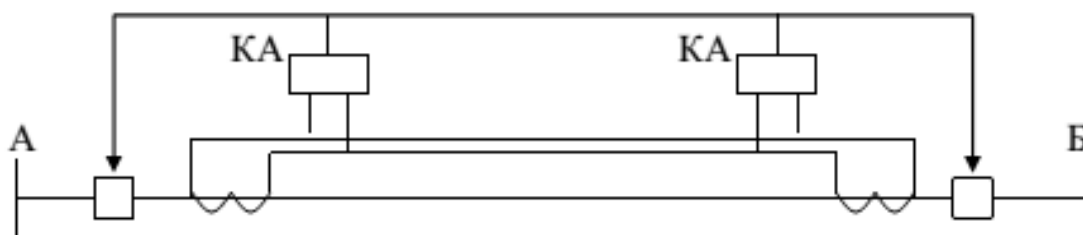
7.1-сурет. Айналмалы токтармен бойлық дифференциалды қорғаныс схемасында токтардың өтуі: а – қорғаныс аймағынан тыс ҚТ кезінде; б-бір жақты қоректену кезінде қорғаныс аймағында ҚТ кезінде; в-да екі жақты қоректену кезінде

Бір жақты қоректену жағдайында қорғалатын желіде ҚТ тогы тек ТА1 арқылы өтеді. ТА2 бірінші ретті орамында ол өтпейді, сондықтан екінші ретті ток I_2 жоқ, ал екінші ретті ток I_1 бос жүріс режиміндегі ток трансформаторының екінші реттік орамасының үлкен кедергісі, арқылы реле тұйықталады. Осылайша, реледе толық ток өтеді, оның әсерінен қорғаныс іске қосылады.

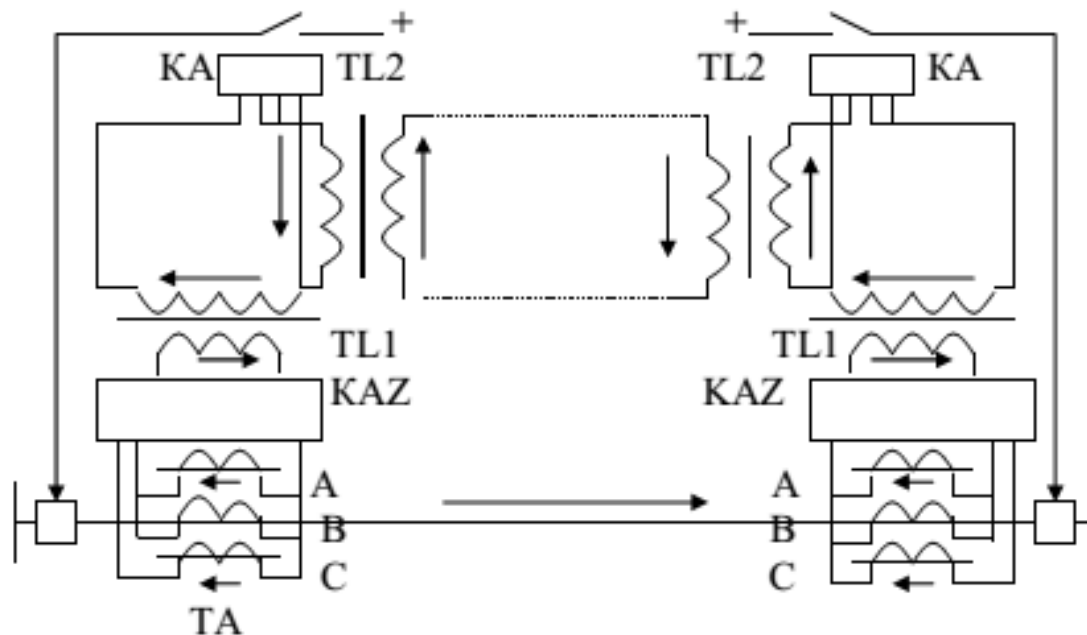
Дифференциалды қорғаныс релесінде екі жақты қоректену кезінде қорғалатын желіде ҚТ кезінде ҚТ орнына келетін $I_p = I_1 + I_2$ толық екінші ретті ток өтеді. Сондықтан бойлық дифференциалды қорғаныс аймақта зақымдалған кезде әрекет етеді және сыртқы қысқа тұйықталуға әрекет етпейді.

Бойлық дифференциалды қорғаныс ерекшеліктері қорғалатын желінің соңында орналасқан ТА1 және ТА2 ток трансформаторларын жалғау үшін қосалқы сымдар салу қажеттілігі болып табылады (сурет. 7.2.). Ток және жалғаушы сымдардың кедергісінің мәні ток трансформаторларымен берілетін қуатты анықтайды, соның нәтижесінде сымдардың рұқсат етілген қимасы кезінде жалғаушы сымдардың ұзындығы бірнеше жүз метр шегінде шектеледі. Бұдан басқа, желіні екі жағынан ажырату үшін дифференциалды схемаға бір емес, екі реле (біреуі А қосалқы станцияларында және екіншісі Б қосалқы станцияларында) қосылуы қажет, олар өз қосалқы станциялары жағынан ажыратқыштарды ажыратуды жүзеге асырады. Екі реле қосу қорғаныс сезімталдығының төмендеуіне әкеледі, өйткені әрбір реледен толық ҚТ тогының бір бөлігін өтеді. Бұл ерекшеліктерді жеңу үшін ДЗЛ типті бойлық дифференциалды қорғаныс әзірленді (сурет. 7.3.).

Бұл қорғаныс KAZ ток сүзгісінен тұрады, оған ток трансформаторларынан ток тізбектері, KAZ сүзгісінен үлкен кедергісі бар жалғау сымдарына түсетін ток азайтатын TL1 аралық трансформаторлары қосылған, осылайша ток трансформаторларына жүктемені төмендететін болады. TL2 оқшаулағыш трансформаторы қорғалатын желі бойынша ҚТ токтарынан өту кезінде немесе онда кез келген басқа себептер бойынша пайда болған жалғаушы кабель желілерінде келтірілетін жоғары кернеудің реле тізбектерінде пайда болуын болдырмайды. Қосалқы сымдар ретінде қолданыстағы телемеханика және байланыс кабельдері қолданылады.



7.2-сурет. Желінің бойлық дифференциалды қорғанысын орындау принципі



7.3-сурет. Желінің бойлық дифференциалды қорғанысының құрылымдық схемасы

7.2 Параметрлерді таңдау

Қорғаныстың іске қосылу тогы. Дифференциалды қорғаныстың қалыпты емес жұмысын болдырмау үшін реленің іске қосылу тогы өтпелі процестің балансты емес тогын ескере отырып, мына өрнек бойынша таңдалуы тиіс.

$$I_{с.р.} = k_{отс} I_{нб.р.сч.тах} \quad (7.1)$$

мұндағы-түзету

коэффициенті, реле қателігін ескереді, $k_{отс} = 1,3$;

- $I_{нб.р.сч.тах}$ өрнектен анықталатын балансты емес ең жоғары есептік

$$\text{тогы:} \quad I_{нб.р.сч.тах} = (\varepsilon / 100) k_{одн} k_{ап} I_{к.вн.тах}^{(3)} / K_I \quad (7.2)$$

мұнда- ε ток трансформаторларының қателік коэффициенті, $\varepsilon = 10\%$;

- $k_{одн}$ біртектілік коэффициенті, магниттеу токтарының айырмашылығын ескереді (0,5-1,0);

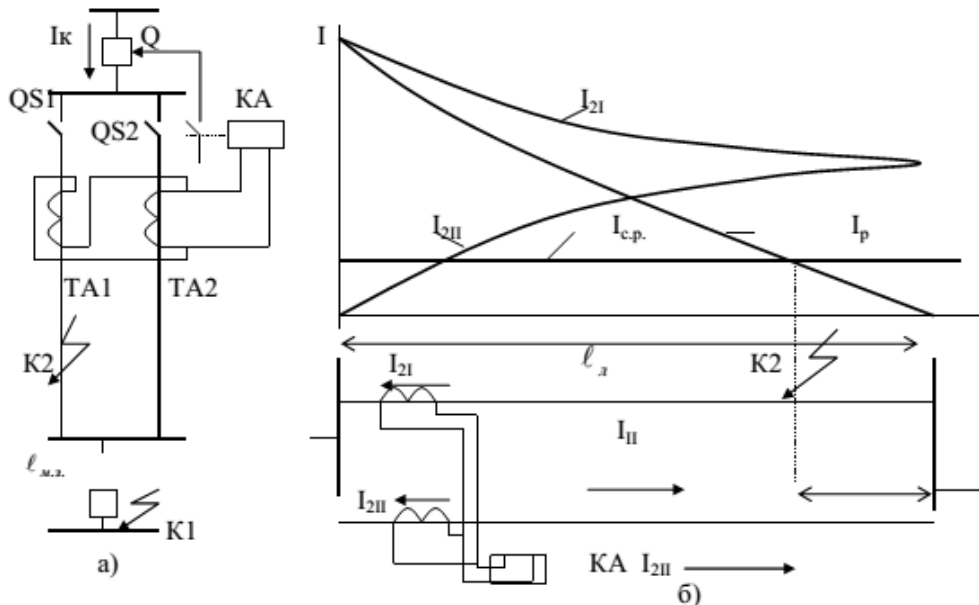
- $k_{ап}$ апериодтылық коэффициенті, ҚТ тоғының апериодтық әсерін ескереді $k_{ап} = 2,0$;

K_I -ток трансформаторларының трансформациялау коэффициенті.

7.3 Көлденең дифференциалды ток қорғанысы

Қорғаныс параллель тізбектердің бір аттас фазаларын салыстыруға негізделген. Ауылдық тарату желілерінде ол бір тізбектің өткізу қабілеті

жеткіліксіз болғанда және қосарланған желілер орындалғанда 3 – 10 кВ желілерінде қолданылады. Қорғанысты жүзеге асыру үшін қоректендіргіш шиналар жағынан орнатылған трансформация коэффициенттері бірдей ток трансформаторларын пайдаланады. КА ток релесі қосарланған желінің екі бірдей фаза тоғының айырмасына қосылады (сурет). 7.4, а). Қалыпты жұмыс және сыртқы ҚТ кезінде реле орамы бойынша тек балансты емес тогы ғана өтеді.



7.4-сурет. қосарланған желілердің көлденең дифференциалды ток қорғанысы

Ток релесінің іске қосылу тогы $k_{отс} = 1,3$ кезінде мына шарт бойынша таңдалады

$$I_{c.p.} = k_{отс} I_{нб.рсч.тах} \quad (7.3)$$

Бірдей параметрлері бар желілерді қорғау үшін балансты емес максималды есептік тогы өрнек бойынша анықталады:

$$I_{нб.рсч.тах} = 0, I k_{одн} k_{ан} I_{к.вн.тах}^{(3)} / (2K_I). \quad (7.4)$$

ҚТ кезінде желінің біреуінде токтардың теңдігі бұзылады, бұл реледе ток пайда болады. Егер $I_p > I_c$ болса, онда реле жұмыс істейді және желінің Q ажыратқышын ажыратады.

Қорғаныстың өлі аймағы. Қорғаныс орнатылған жерден ҚТ нүктесі алыстағанда зақымдалған желідегі ток азаяды (сурет 7.4, б), ал зақымдалмаған бөлікте артып, салдарынан реледегі I_p тогы азаяды, сондықтан шиналарға жақын жерде зақымданған кезде қарама-қарсы

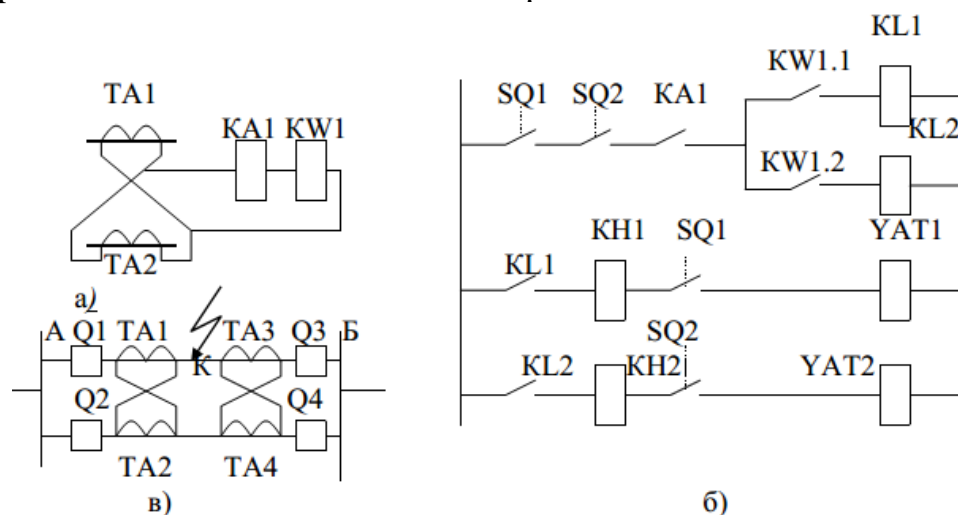
қосалқы станцияда ол іске қосылу тоғынан аз болады. Бұл ретте қорғаныс әрекет етпейді. Реле тогының жеткіліксіздігінен қорғаныс жұмыс істемейтін бөліктің ұзындығы көлденең дифференциалды ток қорғанысының өлі аймағы деп аталады, ол мына өрнекпен анықталады:

$$\ell_{м.з.} = (I_{с.з.} / I_k) \ell_l . 0,1 \ell_l \quad (7.5)$$

Талаптарға сәйкес, өлі аймақтың ұзындығы $0,1 \ell_l$ аспауы тиіс .

7.4 Дифференциалдық қорғаныс схемалары

Жедел тұрақты тоқтағы параллельді желілердің көлденең дифференциалды токты бағытталған қорғанысы

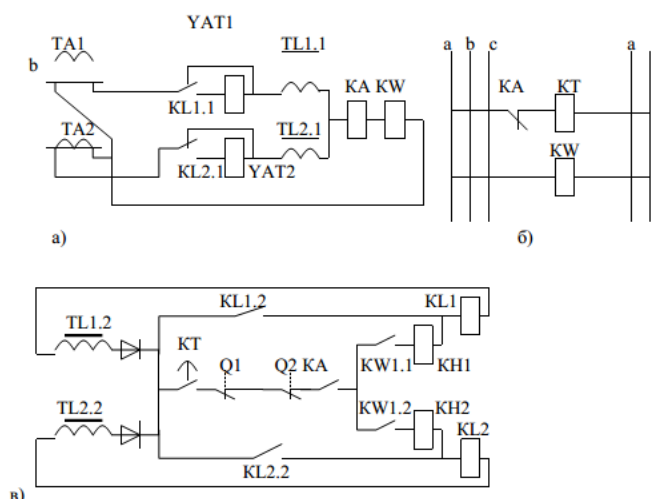


7.5-сурет. Параллель желілердің көлденең дифференциалды токтық бағытталған қорғанысы: А - ток тізбегі, Б - жедел ток тізбегі, в-электр жеткізу желілерінің схемасы

Параллель желілердің көлденең дифференциалды токтық бағытталған қорғанысы ҚТ кезінде зақымдалған желіні таңдап ажыратуға арналған (сурет. 7.5.). Параллель желілердің аймағында зақымданудың болуын анықтайтын орган параллель желілердің фазалық токтары өтетін бастапқы орамдары бойынша ток трансформаторларының екінші ретті токтарының айырмасына қосылған ток релесі болып табылады. Екі желінің зақымдалған біреуін таңдап өшіру бағытталған қуат релесі арқылы орындалады. Сонымен, К нүктесінде қысқа тұйықталу кезінде КА1 ток релесі жұмыс істейді және КА1 түйіспесін жабады, ал KW1 қуат релесі KW1.1 түйіспесін жабады, нәтижесінде KL1 аралық релесі қуат алады, нәтижесінде зақымдалған Q1 желісінің ажыратқышы өшіріледі. Осындай қорғаныс әрекеті Б жағында болады және Q3 ажыратқышы өшеді, нәтижесінде зақымдалған желі ажыратылады.

Оперативті айнымалы токтағы паралельді желілердің көлденең дифференциалды тоқтық бағытталған қорғанысы.

7.6 суретте. бір қосалқы станцияның шиналары жағынан ықшамдалған қорғаныс келтірілген. Екінші қосалқы стансаның шиналарының екінші жағындағы схема осыған ұқсас. Қорғаныс ажыратқышты өшіру электромагнитті қосымшашунтталған схема бойынша орындалған.



7.6-сурет. Айнымалы оперативтік токтағы паралельді желілердің көлденең дифференциалды бағытталған тоқтық қорғанысы: А - ток тізбектерінің схемасы; Б - кернеу тізбектерінің схемасы; в - аралық реле схемасы

Схемада РП-341 типті KL аралық релесі қолданылады, олар ток трансформаторлары тізбегіне қосылады. Бұл реле іске қосу органының КА релесінің, қуат бағыты органының KW релесінің және КТ уақыт релесінің тұйықталу контактілерімен басқарылады, ол разрядтағыштардың жұмысынан қорғанысты реттеу үшін шамамен 0,1 с баяулатып қорғанысты іске қосады. Q1, Q2 ажыратқыштарының тізбектей қосылған қосалқы контактілері ажыратқыштардың біреуі ажыратылған кезде тізбекті үзіп, қорғанысты бұғаттайды.

7.5 Қорғанысты жалпы бағалау

Артықшылықтары:

1. тезәрекет
2. Жақсы сезімталдық
3. Тербеліске әсер етпейді

Кемшіліктер:

1. Дифференциалды қорғаныс жалғыз қорғаныс ретінде рұқсат етілмейді.
2. Көлденең дифференциалды қорғаныстарда өлі аймақтың болуы.

8. ҚАШЫҚТЫҚТАН ҚОРҒАУ

Қашықтықтан қорғауда өлшеу органы (кедергі релесі) реле қосылған жерге дейінгі қ.т. нүктесін бөлетін кедергі шамасын өлшейді. Бұл кедергі қ.т. нүктесіне дейінгі қашықтыққа (қашықтыққа) пропорционал. Қазіргі қорғаныстардағы қашықтық өлшемі ретінде $Z_p = U_p / I_p$ қашықтық қысқаштарындағы кедергі мәні қолданылады, мұндағы U_p және I_p сәйкесінше релеге келтірілген кернеу және онда ағатын ток. Қалыпты режимде Z_p кедергісі максималды мәнге ие және қысқа тұйықталу нүктесі U_p төмендеуі мен I_p өсуіне байланысты қорғаныс орнату орнына жақындаған сайын азаяды. Бұл жағдайда қорғаныстың іске қосылу уақытын азайтады. Уақыт ұстанымының үш кезеңін қолданады .

Z_p кешенді шама болғандықтан, кедергі релесінің жұмысын R , jX осьтерінде талдау ыңғайлы. Кешенді жазықтықтағы кедергі релесінің жұмыс істеу сипаттамасы $Z_p \geq Z_{cp}$ шартын қанағаттандыратын нүктелердің геометриялық орны болып табылады, мұндағы Z_{cp} реленің жұмысына кедергі векторы. Іске қосу сипаттамасының түріне байланысты реле келесі түрлерге бөлінеді: толық қарсылықтың бағытталмаған релесі, бағытталған кедергі релесі, ығыстырылған сипаттамасы бар кедергі релесі, эллиптикалық сипаттамасы бар реле. Кедергі релесінің орындалу принциптерін түсіну қажет.

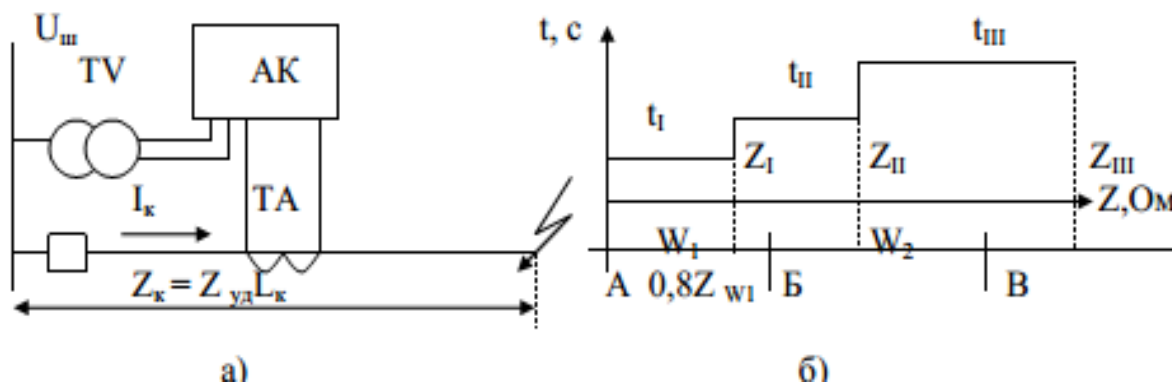
Кедергі релесі ТТ және ТН-ға Z_p қысқа тұйықталу орнына дейінгі қашықтыққа пропорционал және зақымдану түріне тәуелді болмайтындай түрде қосылады. Ол үшін көп фазалы қысқа тұйықталуларға жауап беретін қорғауларда кедергі релесі кернеумен аттас желілік кернеулерге және фазалық токтардың айырмашылықтарына қосылады. Егер кедергі релесі тоқтық компенсациясы бар схема бойынша фазалық кернеуге қосылған болса, көрсетілген шарт жерге қысқа тұйықталу кезінде де (оның ішінде жерге қос тұйықталу) орындалады.

Отандық тәжірибеде сатылы қашықтықтан қорғау қолданылады. Қашықтықтан қорғаныс тоқтық бағытталған қорғаныстарына ұқсас, олардан реттеуші органмен ерекшеленеді. Уақыт ұстанымы сатылары мен аймақтарының саны үшпен шектеледі.

Қашықтықтан қорғаныс параметрлерін таңдау оның үш сатысының әрқайсысының кедергісін және жұмыс уақытын анықтауға дейін азаяды. Аралық қоректендірудің кедергі релесін өлшеуге әсерін ескеру қажет. Тербелістерді блоктауды жүзеге асыру принциптерін түсіну керек. Сандық қашықтықтан өлшеу. Бағытты сандық анықтау. Сандық құрылғылардың айналмалы сипаттамалары.

8.1 Тағайындалуы және жұмыс принципі

Электрмен жабдықтау схемаларында жұмыс режиміне және қысқа тұйықталу түріне байланысты зақымдану токтары өзгереді, сондықтан ток пен тоқтық бағытталған қорғанысының сезімталдығы, кесу аймақтары тұрақты болып қалмайды. Электрмен жабдықтау жүйесінің минималды жұмыс режимінде олар жеткіліксіз болуы мүмкін. Күрделі желілерде максималды қорғаныс әрдайым селективтілік пен жылдамдық талаптарын қамтамасыз ете бермейді, мұндай жағдайларда қашықтықтан қорғаныс қолданылады. Ол орнату орнындағы кернеудің токқа қатынасына әрекет етеді (сурет. 8.1.). Бұл қатынас қорғаныс релесінің қысқыштарындағы кедергі деп аталады. Қашықтан қорғау, тоқтық сияқты, әдетте салыстырмалы селективтілікпен үш сатылы түрде орындалады. Әрбір сатының параметрлері қорғалатын аймақтың ұзындығы және іске қосу уақыты болып табылады.



8.1-сурет. Қашықтықтан қорғаудың жұмыс принципі (А) және сипаттамасы (Б)

Қашықтықтан қорғаудың негізгі органы - кедергі релесі (сурет 8.2.). Оның схемасы магнитоэлектрлік KL релесінен тұрады, оның орамасы $U_{раб}$, $U_{тор}$ түзетілген кернеулерінің айырмашылығына қосылады. Трансреактордың бастапқы орамаларына қарама-қарсы бағытта өтетін қорғалатын желінің ТА-ның, А және В фазаларынан токтар беріледі. Сондықтан трансреактордың екінші ретті орамаларындағы кернеу осы токтардың айырмашылығына пропорционалды. KL магнитоэлектрлік релесінің орамасы онда пайда болатын ток $U_{раб}$ кернеуін тудыратын реле контактілерінің тұйықталуына әсер ететіндей қосылады.

Қалыпты режимде $U_n > U_t$, $U_{тор} > U_{раб}$ және KL реле орамасында реле контактілерінің ашылуына әсер ететін ток өтеді. Егер қысқа тұйықталу пайда болса, қорғалатын желідегі ток күрт артады, ал кернеу төмендейді, бұл U_t және $U_{раб}$ жоғарылауына және U_n мен $U_{тор}$ төмендеуіне әкеледі, содан кейін KL релесінің орамасындағы ток бағытты өзгертеді, ал егер оның тогы іске қосу тогынан асып кетсе қорғаныс іске қосылады.

Желіде дәнекерлеу болған жағдайда, бірінші сатының іске қосылу кедергісі КЗ дәнекерлеу трансформаторынан кейінгі ҚТ-дан мына формула бойынша түзілуі тиіс:

$$Z_{c.3A}^I = \kappa_{omc} (Z_{yW} + Z_T), \quad (8.2)$$

Мұнда, Z_{yW} - дәнекерлеуге дейінгі желінің кедергісі;

Z_T - дәнекерлеу трансформаторының кедергісі.

Қорғаныстың бірінші сатысы, әдетте, уақыт ұстанымынсыз орындалады, яғни $t_A^I = 0$.

Екінші саты. Екінші сатының қашықтық органы шектес К2 желінің бірінші қорғау аймағының соңында ҚТ кезінде жұмыс істемеуі тиіс:

$$Z_{c.3A}^{II} = \kappa_{omc} (Z_{W1} + \kappa_{omc'} \kappa_p Z_{c.3.B}^I), \quad (8.3)$$

Мұндағы, Z_{W1} - қорғалатын W1 желісінің кедергісі;

$\kappa_{omc'}$ - реле, ТА және ТУ қателігін, сондай-ақ W2 желісін қорғау тағайыншамаларын есептеу қателігін ескеретін түзету коэффициенті, $\kappa_{omc'} = 0,7-0,8$;

$Z_{c.3.B}^I$ - W2 желісін қашықтықтан қорғаудың бірінші сатысының кедергісі;

κ_p - ток тарату коэффициенті, $\kappa_p = I_{K2}/I_{K1}$ тең, мұндағы I_{K2} және I_{K1} - W1 және W2 желілері бойынша өтетін, W2 желісінің соңындағы ҚТ кезіндегі ҚТ нүктелері.

Екінші сатының уақыт ұстанымы t_A^{II} селективтіліктің Δt сатысына іске қосылу уақытынан артық таңдалады, t_B^I , $t_A^{II} = t_B^I + \Delta t$. Қорғаныстың екінші сатысы сезімталдық талаптарын қанағаттандыруы тиіс, сезімталдық коэффициенті келесі өрнекке сәйкес келуі тиіс:

$$k_q^{II} = Z_{c.3A}^{II} / W_2 \geq 1,25 \quad (8.4)$$

Үшінші саты. Іске қосу органдарының жұмыс істеу кедергісі жүктеменің ең жоғары тогынан және қосалқы станция шиналарындағы ең төменгі пайдалану кернеуінен түзету жағдайынан анықталады:

бағытталмаған кедергі релесі үшін:

$$Z_{c.3A}^{III} = U_{pab.min} / \sqrt{3} I_{pab.max} \kappa_{omc} \kappa_s; \quad (8.5)$$

бағытталған кедергі релесі үшін:

$$Z_{с.3А}^{III} = U_{раб.мин} / (\sqrt{3} I_{раб.мах} k_{отс} k_v \cos(\varphi_{раб} - \varphi_{р.мах.ч})), (8.6)$$

Мұндағы, $I_{раб.мах}$ -қорғалатын желі бойынша өтетін максималды жұмыс тогы;

$U_{раб.мин}$ - ең жоғары жұмыс тогының өтуі кезіндегі қосалқы станция шиналарындағы ең аз кернеу;

$\varphi_{раб}$ - $U_{раб.мин}$ мен $I_{раб.мах}$ арасындағы фазалық ығысу бұрышы ;

$\varphi_{р.мах.ч}$ - кедергі релесінің максималды сезімталдық бұрышы;

k_v -кедергінің ең аз релесін қайтару коэффициенті, $k_v = 1,2$;

$k_{отс}$ -түзету коэффициенті, $k_{отс} = 1,2-1,25$.

Үшінші сатының уақыт ұстанымы екінші сатыға ұқсас анықталады. Үшінші саты қорғайтын желіде $k_q^{III} \geq 1,5$, іргелес желіде $k_q^{III} \geq 1,2$ жеткілікті сезімталдыққа ие болуы керек .

8.3 Қашықтықтан қорғау схемалары

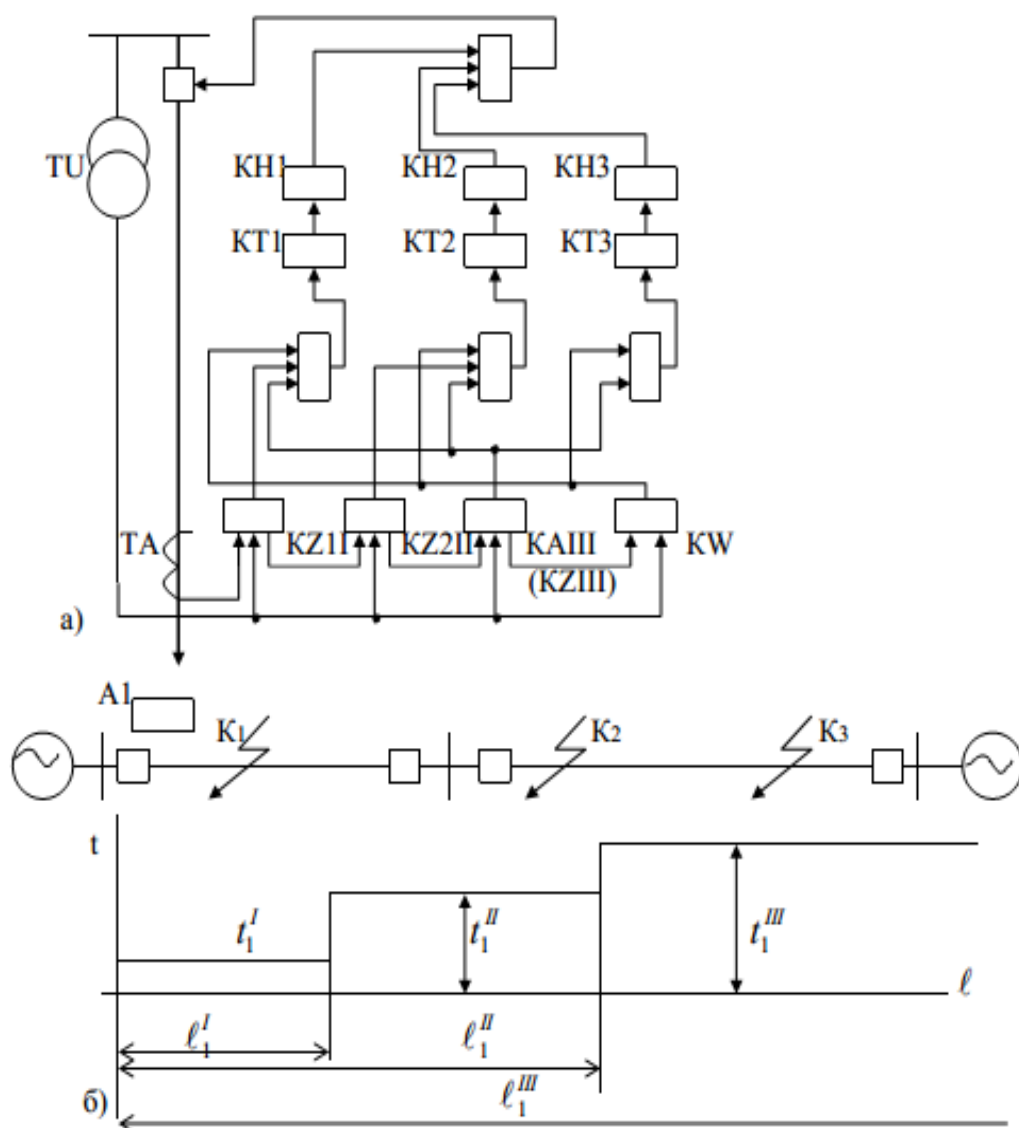
8.3.1 Қашықтықтан бағытталған үш сатылы қорғаудың функционалды схемасы

Қашықтықтан бағытталған қорғаныстың функционалды схемасы 8.4, а. сурет

Қорғаудың әрбір сатысы өлшеу органынан тұрады. Бірінші және екіншіде-бұл бағытталмаған немесе бағытталған кедергі релесі- KZ1I және KZ2II қашықтық органдары. Үшінші сатының өлшеу органы – КАIII (KZIII) релесі – бір мезгілде барлық қорғаныстың іске қосу органы болып табылады. Ол кез-келген аймақта зақымдалған кезде іске қосылады және қорғауды іске қосады. Қашықтан қорғаудың іске қосу органы максималды ток релесі (КАIII) немесе ең аз кедергі релесі болуы мүмкін.

Электрмен жабдықтау жүйесінің әртүрлі нүктелеріндегі зақымдану кезіндегі қорғаныс әрекетін А1 қорғаныс мысалын қолдана отырып қарастырылады. Қуат бағытының органы тек шиналардан желіге, яғни К1, К2, К3 нүктелеріндегі ҚТ кезінде қуатты бағыттаған кезде ғана қорғауға мүмкіндік береді. Барлық жағдайларда іске қосу органы іске қосылады. Егер зақымдану бірінші аймақта ℓ_1^I (К1 нүктесі) болса, онда KZ1I және KZ2II қашықтық органдары да жұмыс істейді. Бұл жағдайда барлық уақыт релесі іске қосылады. Алайда, бірінші болып КТ1 іске қосылады, оның тағайыншамасы ең аз t_1^I (КТ1 уақыт релесі), әдетте, бірінші саты үшін қабылданбайды, іске қосу уақыты іске қосу және өлшеу органының жеке жұмыс уақытымен анықталады. Қорғаныс ажыратқышты бірінші сатыдағы уақыт ұстанымымен өшіреді. ҚТ кезінде екінші

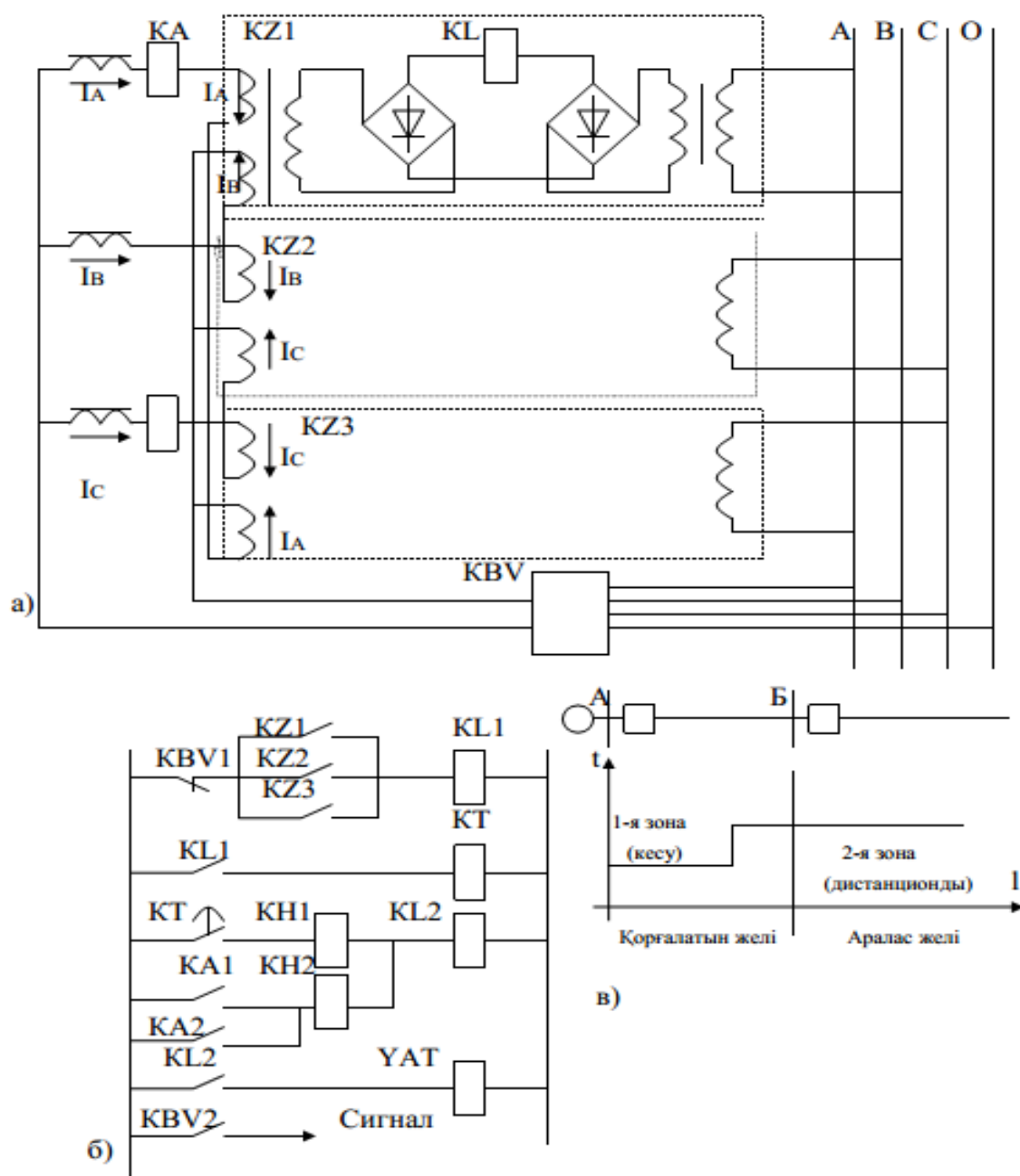
аймақта ℓ_1'' (K2 нүктесі), қашықтық орган KZ1I іске қосылмайды, сондықтан тек KT2 мен KT3 релелері әрекет етеді. Бірінші болып KT2 уақыт релесі жұмыс істейді, екінші сатының уақыт ұстанымымен және қорғаныс ажыратқышты t_1'' уақытымен резервтік ретінде өшіреді. K3 нүктесіндегі қысқа тұйықталу кезінде екі қашықтық орган жұмыс істемейді, бірақ алыс резервтеуді жүзеге асыра отырып, KT3 уақыт релесімен орындалған t_1''' уақыт ұстанымымен қорғаудың үшінші сатысы әрекет етеді.



8.4-сурет. Қашықтықтан бағытталған үш сатылы қорғаныс:
а - функционалды схема; Б-уақыт бойынша тағайыншамаларды таңдаумен
электр желілерінің схемасы

8.3.2 Токтық кесуі бар қашықтықтан қорғау

Қашықтықтан қорғау схемасы КРС-1 жиынтығына кіретін КЗ1, КЗ3, КЗ3 толық кедергінің үш бағытталған релесінен, КВВ кернеу тізбегінің бұзылуынан бұғаттайтын, КТ уақыт релесінен, КЛ1 және КЛ2 аралық релесінен, КН1 көрсеткіш релесінен тұрады (сурет.5.5.). Ток кесу схемасы КА1 және КА2 ток релесін, КН2 көрсеткіш релесін қамтиды. КЛ2 аралық релесі қорғаныстың екі түріне ортақ.



8.5-сурет. Токтық кесумен біріктірілген, бір сатылы үш жүйелік қашықтықтан қорғаудың қағидаттық схемасы: А-ток және кернеу тізбектерінің схемасы; б-оперативтік ток; в-іске қосылу уақытының сипаттамасы

Кедергі релесі екі фазаның ток айырмасына және фазааралық кернеулерге қосылады. Мұндай қорғаудың сипаттамасы б.суретте келтірілген. Мұнда кесу бірінші, ал қашықтан қорғау екінші аймақ болып табылады. Сонымен қатар. Кесу бағытталған кедергі релесі бар қашықтық қорғаныстың өлі аймағын қамтиды.

8.4 Қашықтықтан қорғаудың жалпы бағасы

Артықшылықтары:

1.Кез келген күрделі желіде селективтілікті қамтамасыз етеді.

2.Жақсы сезімталдығы.

3.Қысқартылған іске қосылу уақыты.

4.Бекітілген қорғаныс аймағы.

Кемшіліктер.

1.Қорғаудың күрделі түрі.

2.Кернеу тізбегінің тербелісі мен қоректенуінің бұзылуынан оқшаулау қажеттілігі.

Қолдану саласы: 35 кВ-тан 330 кВ-қа дейінгі желілерде қолданылады.

9. ГЕНЕРАТОРЛАРДЫҢ ҚОРҒАНЫСЫ ЖӘНЕ АВТОМАТИКА

Осы режимдерде релелік қорғаныс қалай жұмыс істеуі керектігін, генератордың қуатын ескере отырып қорғаныстың қандай түрлерін қолдану керектігін түсіну үшін статикалық тізбектегі және қоздыру тізбегіндегі генераторлардың зақымдану түрлерімен және қалыпты емес жұмыс режимдерімен танысу қажет. Генератор статор орамасының бойлық дифференциалды қорғанысының жұмысын және $I_{нб}$ тогының мәнін азайту әдістерін түсіну керек. $I_{нб}$ тогының мәніне қ.т. тоқындағы апериодтық құраушысы және ТТ өзекшесінде қалдық индукцияның болуы әсер ететіні белгілі. Тәжірибеде кеңінен қолданылатын қорғаныс тез қаныққан трансформаторлар мен тежейтін релені қолданады. Бұл құрылғылардың жұмыс принциптерін түсіну керек.

Статор орамасының корпусқа беру фазасының тұйықталуынан қорғау схемасының жұмысын, іске қосу параметрлерін таңдауды және олардың сезімталдығын арттыру жолдарын білу қажет. Сыртқы қ.т. қорғаныс схемасына назар аудару керек, симметриялы шамадан тыс жүктемеден және кері тізбектегі токтардан ток қорғаныстарымен күресу керек.

Статор орамасының шықпаларындағы кернеудің берілген мәнін ұстап тұру үшін АРВ қолданылады. Пропорционалды әрекет реттегіштерінің (түзету) жұмысын жақсы түсіну керек, сондай-ақ күшті әрекет реттегіштері туралы түсінікке ие болу керек. АРВ кезінде электр қозғалтқыштарын өздігінен іске қосу процесі неге жеделдетілетінін, олардың жұмысының тұрақтылығы қамтамасыз етілетінін және релелік қорғаныс жұмысы жақсаратынын білу керек. Қозуды реттеу әдістеріне, қозуды мәжбүрлеу құрылғыларының жұмысына назар аудару керек.

9.1 Зақымдану түрлері

Синхронды генераторларды пайдалану кезінде статор мен ротор орамаларының зақымдануы, сондай-ақ қалыпты емес жұмыс режимдері болуы мүмкін.

Статор орамаларының зақымдануы.

А. көпфазалы қысқа тұйықталу. Олар номиналдыдан бірнеше есе асатын үлкен токтармен бірге жүреді, ал зақымдану орнындағы электр доғасы оқшаулаудың бұзылуына ғана емес, сонымен қатар магниттік сым болатының едәуір бөлігінің балқуына әкелуі мүмкін.

1. Қуаты 1 МВт-тан жоғары барлық генераторларда бойлық дифференциалды қорғаныс орнатылады.

2. Ал қуаты азда:

- а) максималды ток қорғанысы;
- б) автоматты ажыратқыштар;

в) балқымалы сақтандырғыштар.

Б. жерге бір фазалы тұйықталу.

1. Оқшауланған бейтараппен жұмыс істейтін кернеуі 1 кВ жоғары генераторлар зақымдану орындарында көп фазалы ҚТ-мен салыстырғанда аз токтардың өтуімен сипатталады. Алайда, генератордың корпусына зақым келген жерлерде токтың ұзақ ағуы және доғаның жануы оқшаулаудың күйіп кетуіне және статор магниттік тізбегінің белсенді бөлігінің айтарлықтай еруіне әкелуі мүмкін. Сондықтан, 5 А – дан асатын ток кезінде қорғаныс өшіру үшін, 5 А-дан аз сигнал үшін жұмыс істеуі керек.

2. Жерге тұйықталған бейтараппен жұмыс істейтін кернеуі 1 кВ-тан кем шағын қуатты генераторлар, үлкен токтармен ілесетін бір фазалы қысқа тұйықталу кезінде ажыратуға жұмыс істеуі тиіс.

В. Тармақтар арасындағы тұйықталу. Зақымданумен бірге өтетін токтар көп фазалы ҚТ токтарымен шамалас болады.

1. Шығарылған параллель тармақтары бар үлкен қуатты генераторларға көлденең дифференциалды қорғаныс орнатылады.

2. Қуаты аз генераторлар қорғалмайды.

Ротор орамаларының зақымдануы.

А. қоздыру тізбегінің бір нүктесінде жерге тұйықталу генератордың қалыпты жұмысына әсер етпейді, тұйықталу орнындағы ток өтпейді және магнит ағынының симметриясы бұзылмайды. Алайда, қозу тізбегінің екінші нүктесінде тұйықталудың ықтимал мүмкіндігі пайда болады және ораманың бір бөлігі қысқа тұйықталады.

Гидрогенераторларда қорғаныс ажырату үшін іске қосылуы тиіс, турбогенераторларда қорғаныс сигналға әсер етеді.

Б. қозу тізбегінің екі нүктесінде жерге тұйықталу магнит ағынының симметриясының бұзылуына байланысты қатты дірілмен бірге жүреді. Зақымдалған жердегі доға ротордың орамасы мен болатына зақым келтіруі мүмкін.

Қорғаныс тек турбогенераторларда орнатылады.

9.2 Қалыпты емес жұмыс режимдері

1. Симметриялық шамадан тыс жүктеме. Бұл параллель жұмыс істейтін генераторларды өшіру кезінде, жүктемені басу кезінде тұтынушылардағы технологиялық процестерге байланысты пайда болады. Шамадан тыс жүктеме оқшаулаудың қызып кетуіне әкеледі, бұл оның бұзылуына әкелуі мүмкін. Аз жүктеме кезінде генератор әдетте біраз уақыт жұмыс істейді, өйткені оқшаулау температурасы бірден көтерілмейді. Осылайша, 10% артық жүктемесі бар генератор үшін 1 сағат ішінде жұмыс істеуге рұқсат етіледі. Үлкен жүктеме кезінде рұқсат етілген уақыт күрт қысқарады, сондықтан екі есе артық жүктеме кезінде – 1 минут. Бұл

режимдерді жою үшін шамадан тыс жүктеме тогынан қорғау және автоматты түсіру қолданылады.

2. Асимметриялық жүктеме. Генератордың толық емес фазалы жұмыс режимінде және айтарлықтай бір фазалы жүктемеде пайда болады. Бұл жағдайда кері тізбектегі токтар ротордың айналу бағытына қарама-қарсы айналатын магнит өрісін жасайды, бұл ротор орамасының қосымша жылынуына әкеледі. Сонымен қатар, импульстік момент пайда болады, бұл өз кезегінде генератордың дірілін тудырады. Фазалардағы токтардың турбогенераторлар үшін 10% - дан және гидрогенераторлар үшін 20% - дан аспайтын теңсіздігіне ұзақ уақыт жол беріледі. Асимметриялық шамадан тыс жүктемелерді жою үшін шамадан тыс жүктеме тогынан қорғаныс, сондай-ақ кері тізбектегі ток қорғанысы қолданылады.

3. Сыртқы қысқа тұйықталу токтары. Шамадан тыс жүктеме тудырады, сондықтан генератордың қызып кетуіне алып келеді. Асимметриялық қысқа тұйықталу кері тізбектегі маңызды токтардың әсерінен қауіпті. Осы ҚТ кезінде зақымдалған элементтерді қорғау іске қосылуы тиіс, олар істен шыққан кезде генераторлар сыртқы қысқа тұйықталудан қорғаумен жабдықталады.

4. Кернеуді арттыру. Бұл жүктемені күрт төмендету нәтижесінде пайда болады, бұл генератордың айналу жиілігінің артуына әкеледі. Бу турбиналарында генератордың айналу реттегіштері тез жұмыс істейді, сондықтан турбогенераторлардағы кернеудің жоғарылауы аз және қысқа мерзімді болады. Гидрогенераторларда айналу жиілігін реттегіштер баяу әрекет етеді, ал гидрогенераторлардың кернеуі номиналды мәннен екі есе тез артады. Сондықтан гидрогенераторлар кернеудің жоғарылауынан қорғайды.

9.3.1 кВ жоғары статор орамасындағы көпфазалы қысқа тұйықталудан қорғау

Бойлық дифференциалды қорғаныс

Қорғауды орындау үшін трансформация коэффициенттері бірдей трансформаторларды қолданады, олар Шина шықпалары жағынан және бейтарап жағынан орнатылады (сурет 9.1).

Бойлық дифференциалды қорғанысты есептеу жұмыс тогын және сезімталдық коэффициентін анықтаудан тұрады.

Бойлық дифференциалды қорғаныстың іске қосылу тогы сыртқы қысқа тұйықталу кезінде реледе өтетін теңгерімсіздік тогынан түзету шарты бойынша таңдалады.

$$I_{с.з} = k_n \cdot I_{нб,расч}, \quad (9.1)$$

мұндағы k_n - сенімділік коэффициенті, 1,3;

$I_{нб,расч.}$ - теңгерімсіздіктің есептік тогы.

$$I_{нб,расч} = k_a \cdot k_{одн} \cdot f_1 \cdot I_{к.мах}, \quad (9.2)$$

мұндағы k_a -өтпелі процесте ТА-ның қосымша қателігін ескеретін апериодикалық коэффициент. РНТ-565 = 1, РТ-40 = 1,5-2;

$k_{одн.}$ - ТА-ның біртектілік коэффициенті = 0,5;

$I_{к.мах.}$ - ең үлкен қысқа тұйықталу тогы;

f_1 - ТА = 0,1 қателігінің салыстырмалы мәні.

Үлкен қуатты генераторлардың бойлық дифференциалды тоқтық қорғанысында 0,6 $I_{ном}$ аспайтын іске қосу тогы болуы тиіс.

Жанама салқындатылатын қуаты 30 МВт дейінгі генераторлар үшін 1,3 – 1,4 $I_{ном}$.

Мұндай тағайыншама кезінде қалыпты режимде қосылу сымдары үзілген немесе ТТ істен шыққан жағдайда жұмыс істемейді.

Қосу сымдарының үзілуін сигнал беру үшін ток тізбектерінің нөлдік сымына ток релесі қосылады, оның іске қосылу тогы 20-30% $I_{ном}$ тең деп белгіленеді.

Генераторлардың бойлық дифференциалдық қорғанысы барлық жағдайларда сезімталдық коэффициентін 2-ден артық қамтамасыз етуі тиіс:

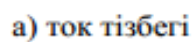
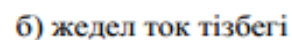
$$K_{\chi} = \frac{I_{кmin}}{I_{с.з}} \geq 2, \quad (9.3)$$

$I_{кmin}$ -генератор шиналарындағы металл 2 фазалық қысқа тұйықталу кезіндегі тоқтың периодты құрамдас бөлігі.

РНТ-565 релесін пайдалану кезінде дифференциалды ораманың тармақтарының саны анықталады:

$$\omega = \frac{F_{ср}}{I_{с.р}} = \frac{100}{I_{с.р}} \quad (9.4)$$

Ажыратуға әрекет ететін генераторды қорғаудың ерекшелігі, олар зақымдалған генераторды желіден бөліп қана қоймай, қоздыру тогының өтуін тоқтатуы керек, сондықтан іске қосылған кезде қорғаныс ажыратқышты өшіруге және құрылғыға (өрісті өшіру автоматы) әсер етеді.



9.1-сурет. Генератордың бойлық дифференциалды қорғаныс схемасы

1-ден 30 МВт-қа дейінгі генераторларда қолданылады. Максималды ток қорғанысы генераторларды сыртқы қысқа тұйықталудан туындаған токтардан қорғау үшін орнатылады. Ток релесі тек қысқа тұйықталу кезінде ғана емес, сонымен қатар генераторды ажыратудың қажеті болмаған кезде шамадан тыс жүктеме кезінде де жұмыс істейтіндіктен, кернеу бойынша блоктау қорғаныс тізбегіне енгізіледі. Сезімталдықты арттыру үшін екі кернеу релесі бар бұғаттау қолданылады: кері тізбектегі кернеу релесі және минималды кернеу релесі.

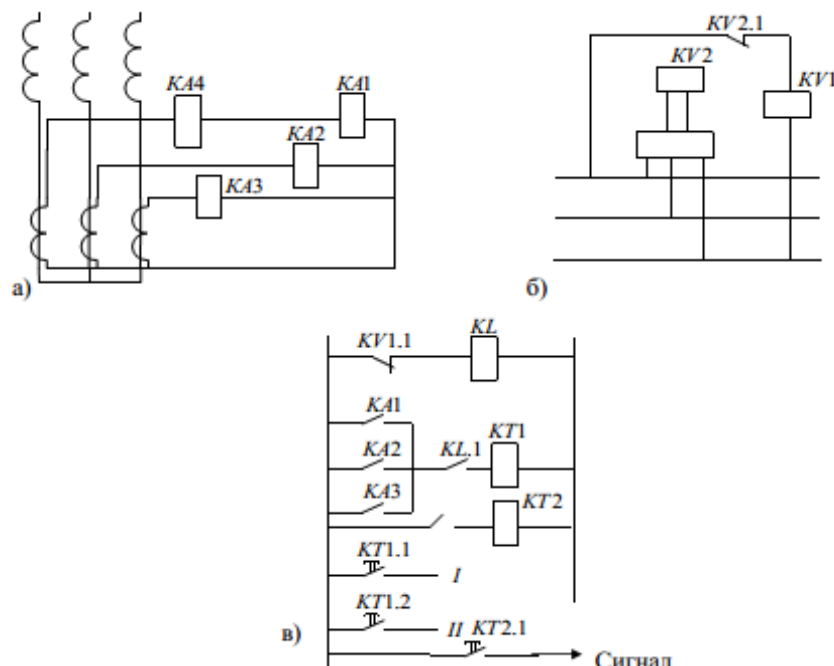
$$I_{C.p} = k_H \cdot \frac{I_{HOM}}{k_\beta \cdot K_I}, \quad (9.5)$$

Ең аз кернеу релесінің жұмыс істеу кернеуі кернеудің ең аз мәнінен ажыратылады.

$$U_{c,p} = \frac{U_{HOM}}{k_H \cdot k_\beta \cdot K_{IJ}} \quad (9.6)$$

Қорғаныс екі уақыт ұстанымымен орындалады: біріншіден, КТ1.1

уақыт релесінің сырғымалы контактісі арқылы секциялық және шина қосқыш ажыратқыштарды ажыратуға, ал КТ1.2 уақыттың екінші ұстанымымен— генераторды ажыратуға сигнал беріледі (сурет.9.2).



9.2-сурет. Кернеу бойынша блоктаумен максималды ток қорғанысының схемасы: А-ток тізбегі; б-кернеу тізбегі; в-жедел ток тізбегі

$$I_{c.p.} = k_n \cdot \frac{I_{ном}}{k_{\phi} \cdot K_I}, \quad (9.7)$$

Шамадан тыс жүктемеден максималды ток қорғанысы. Жүктемеден қорғау сигналға әсер етеді, КА4 ток релесінің көмегімен орындалады (сурет. 9.2). Қысқа мерзімді жүктемелер кезінде қорғаныстың іске қосылуын болдырмау үшін схемаға КТ2 уақыт релесі енгізілді.

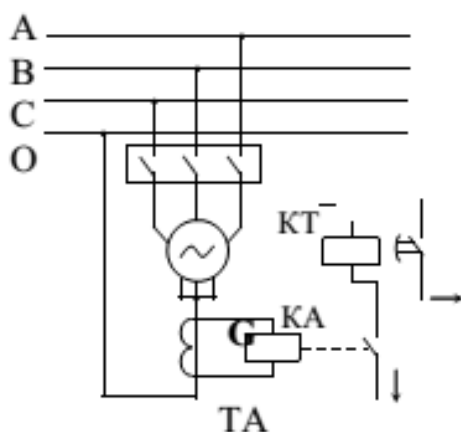
КА4 ток релесінің іске қосылу тогы генератордың номиналды тогынан қалпына келтіріледі:

$$I_{c.p.} = k_n \cdot \frac{I_{ном}}{k_{\phi} \cdot K_I}, \quad (9.8)$$

мұндағы k_n -сенімділік коэффициенті, 1,05.

9.5 Жерге қысқа тұйықталудан қорғау

1. Нөлдік тізбектегі максималды ток қорғанысы.



9.3-сурет. Нөлдік тізбектегі максималды ток қорғанысы

КА ток релесі ТА ток трансформаторы арқылы генератордың нөлдік сымына қосылады.

Қорғаныстың іске қосылу тогы жерге ҚТ кезінде нөлдік тізбектегі үш есе бастапқы токтың периодтық құраушысының ең жоғары мәнінен түзету шарты бойынша таңдалады:

$$I_{с.з.} = k_{отс} 3I_{0вн.тах}, \quad (9.9)$$

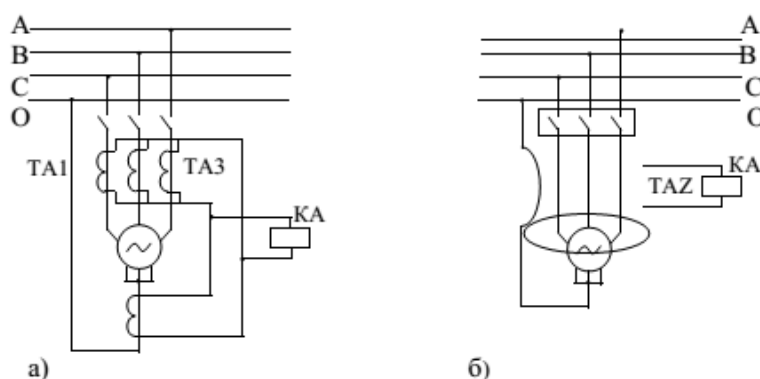
Мұнда, $k_{отс}$ -түзету коэффициенті.

2. Нөлдік тізбектегі бойлық дифференциалды қорғаныс

а) айналым токтары бар схема бойынша орындалған (сурет.9.3, а). ТА1-ТА3 нөлдік тізбектегі үш трансформаторлық ток сүзгісінің тогы ТА2 трансформаторының екінші тогымен, нөлдік сымда салыстырылады.

Қорғаныстың іске қосылу тогы

$$I_{с.з} = k_{отс} I_{г.ном}, \quad k_{отс} = 1,3...1,4.$$



9.3-сурет. Жерге тұйықталған бейтарабы бар синхронды генераторлардың нөлдік тізбегін қорғау: а-айналымдағы токтары бар схема; б-нөлдік тізбектегі токтың бір трансформаторы бар схема

б) дифференциалды қорғаныс схемаларында ТАЗ нөлдік тізбектегі токтың бір трансформаторы қолданылуы мүмкін (сурет.9.3, б). КА релесіндегі ток фазалық сымдардың токтарынан пайда болатын магнит ағынының және нөлдік сымның тогынан пайда болатын ағынның айырмашылығына пропорционал.

9.6 Кернеуі 1 кВ дейінгі генераторларды қорғау

Қуаты $P_g = 150$ кВт және одан аз синхронды генераторлар үшін қорғаныс балқымалы сақтандырғыштармен орындалады.

150-ден 1 МВт-қа дейінгі генераторларды Автоматты ажыратқыштармен немесе коммутациялық аппаратура болған кезде максималды ток қорғанысымен зақымданудың барлық түрлерінен және қалыптан тыс режимдерден қорғау. Қорғанысты нейтрал жағынан шығыстарға қосу керек.

Көп фазалы қысқа тұйықталудан қорғау

Балқымалы сақтандырғыштармен қорғау шарттардан таңдалады:

1. Номиналды кернеу бойынша:

$$U_{пр.ном} = U_c ; \quad (9.10)$$

2. Айыратын тоғы бойынша:

$$I_{пр.отк} \geq I_{к.мах} ; \quad (9.11)$$

3. Балқымалы қыстрығы бойынша:

$$I_{вс.ном} \geq k_{отс} I_{раб.мах} \quad (9.12)$$

Мұнда, $k_{отс} = 1,1 \dots 1,25$ -түзету коэффициенті;

$I_{раб.мах}$ - генератордың номиналды тоғы қабылданады.

Автоматты ажыратқыштармен қорғау келесі шарттардан орындалады:

1. Номиналды кернеу $U_{а.ном} > U_c$.

2. Ажырату қабілеті қысқа тұйықталудың максималды токтарын өшіруге мүмкіндік береді.

3. Жылу таратқыштың номиналды тоғы $I_{р.ном} \geq k_{отс} I_{раб.мах}$, $k_{отс} = 1,25$.

Егер таңдау кезінде $I_{раб.мах}$ стандарттарға сәйкес келмесе, ең жақын таңдалады.

10. ТРАНСФОРМАТОРЛАРДЫ ҚОРҒАУ

Күштік трансформаторларда қандай зақымданулар мен қалыптан тыс режимдердің болуы мүмкін екенін және трансформаторлардың қуатына, орамалардың қосылу тізбегіне байланысты қандай қорғаныс түрлерін орнату керектігін түсіну керек. Төмен кернеу жағында қ.т. кезінде орамалардағы токтың таралуына назар аудару керек. Бұл қорғаныс схемасы мен оның сезімталдығын анықтау үшін маңызды. Трансформатордың дифференциалды қорғанысын зерделеу кезінде оның релелік қорғаныс объектісі ретінде жұмыс істеу ерекшеліктерін ескеру қажет, олар әр түрлі кернеулердің жақтарындағы токтардың мөлшері мен фазасындағы айырмашылықта, кернеуді реттеу кезінде ток шамасының өзгеруінде, кернеу трансформаторына берілген кезде магниттеу тогының лақтырылуының үлкен көлемінде, сондай-ақ күш трансформаторларының жоғары және төменгі кернеулерінің жағында қолданылатын ТТ құрылымдық әртүрлілігінде және қорғаныс орнату орнының кедергісінің айтарлықтай айырмашылығында.

Теңгерімсіздік тогының мөлшерін азайту, олардың қайталама орамаларын қосу схемаларын қорғау және таңдау үшін ТТ таңдау, тез қаныққан БНТ трансформаторының рөлі және оның өтпелі режимдердегі жұмысы.

Дифференциалдық қорғаныстың іске қосылу тогын есептеуді және РНТ-565 типті реленің дифференциалдық және теңестіру орамаларының орамдарының санын анықтауды үйрену қажет. Дифференциалды қорғаныс қандай жағдайларда ДЗТ типті реленің көмегімен орындалуы керек екенін түсіну керек. Айнымалы жедел токтағы трансформаторды қорғау схемаларымен, көп орамалы трансформаторлардың резервтік қорғанысының селективті әрекеті қалай қамтамасыз етілетіндігімен, жоғары кернеу жағында қосқыштары жоқ трансформаторларды қорғау қалай жүзеге асырылатындығымен танысу қажет. Жұлдызша-жұлдызша орамаларын нөлмен қосатын төмен қуатты трансформаторларды қорғау схемаларына, қорғаныс параметрлерін есептеу әдістемесіне назар аудару керек. Трансформаторларда қолданылатын автоматика құралдарының түрлерін, жүктемедегі трансформаторлардағы кернеуді автоматты реттеу құрылғысының (РПН) жұмыс принципін және схемасын білу керек.

10.1 Трансформаторлардың зақымдану түрлері және қалыпты емес жұмыс режимдері

Трансформатордың зақымдануының негізгі түрлері:

а) трансформатордың орамалары мен шықпаларындағы көпфазалы қысқа тұйықталу;

б) екі түрлі болатын бір фазалы зақымданулар-жерге тұйықталу және орамаралық тұйықталу;

в) магнитөткізгіш болатының өрті.

Бір фазалы және көп фазалы тұйықталу кезінде қорғаныс бірден жұмыс істеуі керек.

Кейбір тармақтарда орамдық тұйықталу кезінде елеулі ток пайда болады, бұл орамдық оқшаулаудың бұзылуына әкеледі. Сондықтан, олар тезәрекетті қорғаныспен ажыратылуға тиісті. Алайда, трансформатордың шығысындағы ток мәні маңызды емес, сондықтан оны өшіру қиынға соғады. Болаттағы өрт қауіпті зақымдану болып табылады.

Болаттағы орамдық тұйықталу мен өрттен қорғау үшін маймен толтырылған трансформаторлар үшін газ қорғанысы қолданылады.

Трансформатордың қалыпты емес жұмыс режимі келесідей:

1. Электр беру желілерінде ҚТ туындаған аса токтардың өтуі;
2. Трансформаторларды шамадан тыс жүктеу;
3. Бактың зақымдануы салдарынан трансформатор майы деңгейінің жол берілмейтін төмендеуі.

Трансформаторлар зақымданған кезде оларды қорғау үшін және қалыпты режимдердің бұзылуы туралы сигнал беру үшін мынадай қорғаныстар қолданылады:

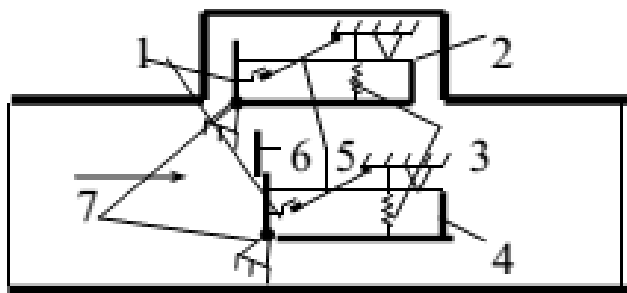
1. Дифференциалды-орамалар мен кірмелерді қорғауға арналған;
2. Лездік ток кесу-қуат көзінен қорғау;
3. Максималды ток қорғанысы-шамадан тыс жүктемелерден және сыртқы көп фазалы қысқа тұйықталудан қорғау;
4. Газдық-газ бөлу кезінде резервуар ішіндегі зақым, сондай-ақ май деңгейінің төмендеуі.

10.2 Газдық қорғаныс

Газдық қорғаныс қуаты 6 300 кВА-дан асатын трансформаторларда, сондай-ақ цех ішінде орнатылған кезде қуаты 630 кВА трансформаторларда орнатылады. Бұл қорғаныстың жұмыс принципі зақымдалған трансформатордың резервуарындағы газдың пайда болуына негізделген. Газ шығару қарқындылығы зақымдану дәрежесіне байланысты. Осының негізінде аз газ бөлу кезінде қорғаныс сигналға, ал құйынды кезінде – ажыратуға әсер етеді.

Газдық қорғаныс релесі резервуар мен кеңейткіш арасындағы май құбырына орнатылады. Ол осі айналасындағы 7 жылжымалы контактілермен 1 бірге айналатын екі шыныаяқтан тұрады (сурет 10.1). 1 контактілері жылжымайтын контактілермен тұйықталады 5 шыныаяқтар төмен түскен кезде. Қалыпты жағдайда шыныаяқтар серіппелерімен 3 ұсталады. Жоғарғы қуыста газ пайда болған кезде реле шыныаяқ 5 түсіп, контактілерін тұйықтайды және қорғаныс сигналға қосылады. Қарқынды

газ шығару кезінде май ағымы қалақшаға 6 әсер етеді, шыныаяқ 4 төмендейді, нәтижесінде қорғаныс айырады.



10.1-сурет. Трансформатор қорғанысының газдық релесі

Трансформаторлардың дифференциалды тоқтық қорғаныстары мынадай түрде орындалады: дифференциалды тоқтық кесу; аралық қанықтыру ток трансформаторларымен дифференциалды тоқтық қорғаныс.

Дифференциалды қорғаныс келесі жағдайларда трансформаторлардың негізгі жылдам әрекет ететін қорғанысы ретінде орнатылады.

1. Қуаты 6 300 кВА және одан жоғары жеке жұмыс істейтін трансформаторларда.

2. Қуаты 4 000 кВА және одан жоғары параллель жұмыс істейтін трансформаторларда.

3. Қуаты 1 000 кВА және одан жоғары трансформаторларда, егер ҚТ кезінде тоқтық кесу $K_{и} < 2$ қамтамасыз етпесе, ал ең жоғары тоқтық қорғаныстың 1 с уақыт ұстанымы болады.

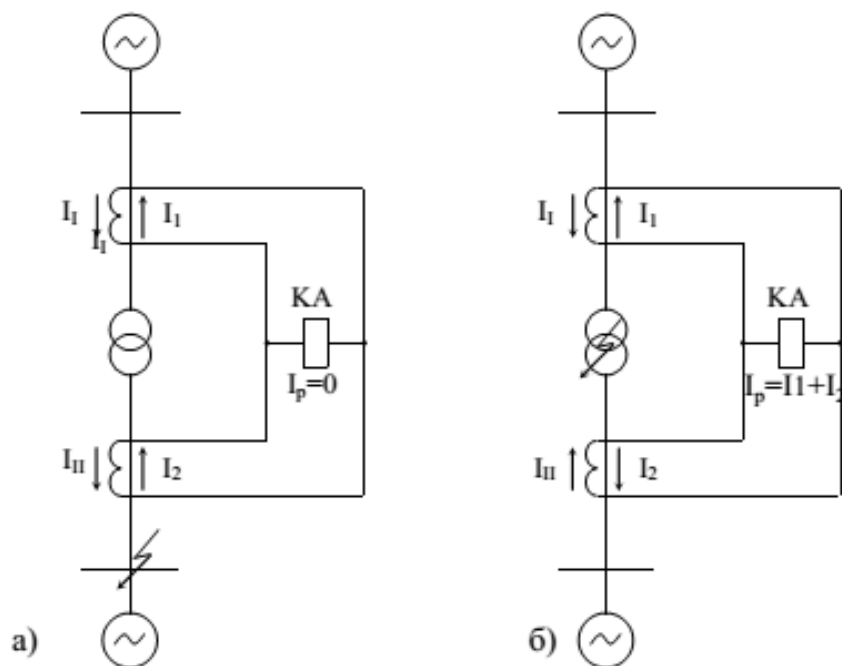
Трансформатордың дифференциалды қорғанысын орындау үшін оның барлық орамалары жағынан ТА орнатылады. ТА екінші ретті орамалары дифференциалды схемаға қосылады, оларға параллель ток релесі қосылады.

Трансформаторларда орамалары жоғары және төмен кернеу жағынан тең емес болғандықтан, орамалардың номиналды токтары бойынша таңдалған ток трансформаторлары әртүрлі трансформация коэффициенттеріне ие. Трансформатор орамаларының номиналды токтары, әдетте, ТА номиналды токтарының шкаласына сәйкес келмейді. Сондықтан, ТА таңдау кезінде номиналды тогы трансформатор орамасының номиналды тогына қатысты ең жақын үлкен ток трансформаторы қабылданады. Нәтижесінде дифференциалды қорғаныс орнату орындарында екінші ретті токтардың теңсіздігі пайда болады және реле арқылы теңгерімсіздік тогы өтеді. Дифференциалды қорғаныстың екінші ретті токтарының теңсіздігінен туындаған теңгерімсіздік тогын азайту үшін дифференциалды реленің теңестіру орамалары қолданылады.

Дифференциалды қорғаныстың әрекет ету принципін қарастырған кезде теңгерімсіздік тогы ескерілмейді. Трансформатор арқылы қысқа

тұйықталу тогы өткен кезде реледегі ток $I_p = I_1 - I_2 = 0$ болады, яғни мұндай зақымдану кезінде дифференциалды қорғаныс әрекет етпейді(сурет. 10.2,а).

Трансформатордағы қысқа тұйықталу кезінде немесе ТА кез-келген басқа жерде I_{II} және I_2 токтардың бағыты керісінше өзгереді (сурет. 10.2.), соның салдарынан реледегі ток $I_p = I_1 + I_2 = I_{p,нб}$ тең болады, яғни реле бойынша қысқа тұйықталудың толық екінші ретті тогы өтеді (сурет. 10.2, б).



10.2-сурет. Трансформатордың дифференциалды қорғанысының жұмыс принципі:

а-трансформатордан тыс ҚТ кезінде ток тарату; б-трансформаторда қысқа тұйықталу кезінде

10.3 Дифференциалды кесу

Дифференциалды тізбекке қосылатын максималды ток релесі арқылы орындалады. Қорғаныстың принципіалды схемасы сурет. 10.3. Дифференциалды ток кесудің артықшылығы жылдамдық пен қарапайымдылық болып табылады, бірақ үлкен іске қосу тогына байланысты ол жеткілікті сезімтал емес, сондықтан ол салыстырмалы түрде аз қуатты трансформаторларда қолданылады.

Дифференциалды кесу тогы

магниттеу тогын лақтырудан түзету шартымен анықталады:

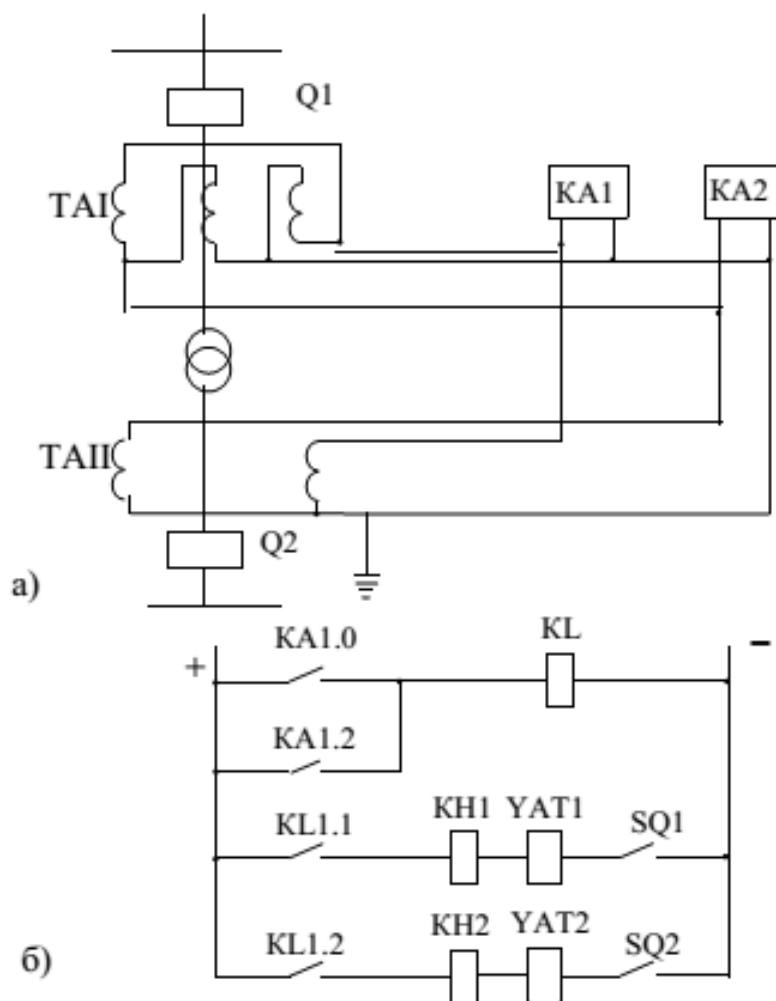
$$I_{c.3} = k_n I_{ном} \quad (10.1)$$

Мұндағы, k_n - түзетудің сенімділік коэффициенті, 3-4

$I_{ном}$ - трансформатордың номиналды тогы.

Дифференциалды кесудің сезімталдығы сезімталдық коэффициентімен сипатталады, ол кемінде екі болуы керек:

$$k_u = \frac{I_{к.мин}}{I_{с.з}} \quad (10.2)$$

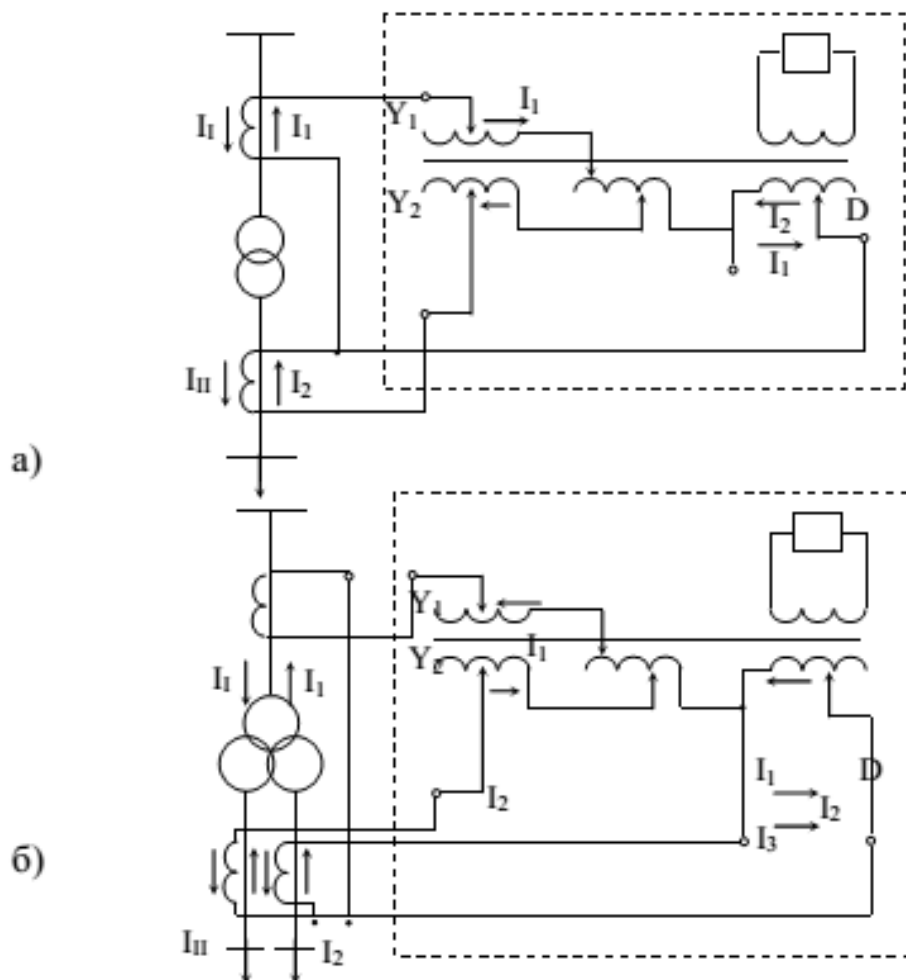


10.3-сурет. Дифференциалды кесудің принципиялды схемасы: А-ток тізбегінің схемасы; б-жедел ток тізбегінің схемасы

10.4 Қаныққан ток трансформаторларымен дифференциалды ток қорғанысы

Бұл қорғанысты орындау үшін РНТ-565 типті реле қолданылады. Жылдам қаныққан релелік трансформатор Y1, Y2 теңестіргіш орамалары арқылы дифференциалды қорғаныс иықтарындағы қайталама токтардың

теңсіздігін өтеуге арналған аралық трансформатор болып табылады. Реле қосылған екінші ретті орамадағы ток D теңдеу және дифференциалдық орамасынан жасалған жалпы магнит ағынымен анықталады. Екі орамалы трансформаторды қорғау кезінде А схемасы қолданылады, үш орамалы үшін – б.



10.4-сурет. РНТ-565 релесі бар дифференциалды қорғаныс тізбектерінің принципиялды схемасы:

а-екі орамалы трансформатор; Б-үш орамалы трансформатор

Дифференциалды қорғанысты есептеу келесі ретпен жүргізіледі:

1. Трансформатордың бастапқы номиналды қорғаныс тогын анықтақтайды:

$$I_1 = \frac{S_{т.ном}}{\sqrt{3}U_{ном}} \quad (10.3)$$

2. Трансформаторларды қосу схемасы таңдалады, Δ , Y .

3. Трансформация коэффициенті:

$$K_{1\Delta} = \frac{k_{cx} I_n}{5} . \quad (10.4)$$

4. Қорғаныс орнату орнындағы екінші ретті ток:

$$I_{21} = \frac{k_{cx} I_n}{K_{1\Delta}} \quad (10.5)$$

5. Бастапқы қорғаныс тогы:

$$I_{c.3} = K_n \cdot I_{ном} , \quad (10.6)$$

мұнда $K_n = 1,3...1,5$.

6. Реленің есептік тогы:

$$I_{c.p} = \frac{k_{cx} I_{c.3}}{K_I} \quad (10.7)$$

7. Қорғалатын трансформатордың (дифференциалдық) негізгі жағы үшін НТТ реле орамасының тармақтарының есептік саны. Негізгі жағы ретінде үлкен токпен жұмыс істейтін жағы алынады:

$$\omega_{диф.осн.} = \frac{100}{I_{c.p}} , \quad (10.8)$$

Мұнда, $\omega_{диф.неосн}$ - негізгі емес тараптар үшін тармақтар саны анықталады.

8. Теңестіруші орамалардағы тармақтар саны анықталады:

$$\omega_{ур} = \omega_{диф.неосн} - \omega_{диф.осн} \quad (10.9)$$

9. Нақты іске қосу тогы анықталады:

$$\text{Екінші ретті } I_{c.p} = \frac{100}{\omega_{раб}} . \quad (10.10)$$

$$\text{Бастапқы } I_{c.3} = \frac{I_{c.p} K_I}{k_{cx}} . \quad (10.11)$$

1-6 тармақтардағы есептеу трансформатордың барлық жақтары үшін жүзеге асырылады.

10.5 Токтық кесу

Қолданылады:

1. Жеке жұмыс істейтін қуаты 6300 кВА-дан кем трансформаторларда.

2. Қуаты кемінде 4 000кВА параллель жұмыс істейтін трансформаторларда.

3. Трансформатордың ток кесу әрекеті желінің ток кесу принципімен бірдей принципке негізделген.

Кесудің іске қосылу тогы трансформатордан тыс ҚТ кезінде жұмыс істейтіндей етіп таңдалады:

$$I_{c.p} = k_n k_{cx} \frac{I_{к.маx}}{K_I}, \quad (10.12)$$

Мұндағы, $I_{к.маx}$ -трансформатордан тыс қысқа тұйықталу кезінде трансформатор арқылы өтетін қысқа тұйықталудың максималды тогы.

k_n - реттеудің сенімділік коэффициенті, 1, 3-1,4 (РТ-40 релесі үшін).

Кесу сезімталдығы сезімталдық коэффициентімен сипатталады:

$$K_q = \frac{k_{cx} I_{к min}}{I_{c.p} K_I}, \quad (10.13)$$

Мұндағы, $I_{к1}$ - қуат көзі жағынан трансформатордың кірістеріндегі қысқа тұйықталу тогы.

Сезімталдық коэффициенті $K_q > 2$ болуы керек .

10.6 Асқын жүктемеден қорғаныс

Трансформаторлардың шамадан тыс жүктелуі әдетте симметриялы болады, сондықтан шамадан тыс жүктеуден қорғау бір фазаның тогына қосылған максималды ток қорғанысы арқылы жүзеге асырылады. Қорғаныс сигналға, ал қызмет көрсетілмейтін қосалқы станцияларда - трансформаторды түсіруге немесе ажыратуға уақыт ұстанымымен әрекет етеді.

Шамадан тыс жүктемеден қорғау тогы мына өрнектен анықталады:

$$I_{c.p} = \frac{k_n k_{cx} I_{т.ном}}{k_g K_I}, \quad (10.14)$$

Мұндағы, $k_n = 1,05$ реттеудің сенімділік коэффициенті, $k_g = 0,8$ - қайтару коэффициенті.

11. ЭЛЕКТР ҚОЗҒАЛТҚЫШТАРЫН ҚОРҒАУ ЖӘНЕ АВТОМАТИКА

Бұл тақырыпты зерделеу кезінде асинхронды және синхронды электр қозғалтқыштарының зақымдану түрлерімен және қалыпты емес жұмыс режимдерімен, сондай-ақ электр қозғалтқыштарын өздігінен іске қосу және кернеуді қалпына келтіру кезіндегі токтардың өзгеру сипатымен танысу қажет. 1 кВ-қа дейінгі және 1 кВ-тан жоғары электр қозғалтқыштарының қорғаныстарын орындау принципін және олардың тағайыншамаларын таңдауды меңгеру қажет; қозғалтқыштарды іске қосу және өздігінен іске қосу кезінде болатын құбылыстарды мұқият түсіну, электр қозғалтқыштарына орнатылатын ток кесуінің тағайыншамаларын таңдау қажет. Электр қозғалтқыштарындағы ең аз кернеуді қорғау және шамадан тыс жүктемелерден қорғаудың рөлін білу қажет. Қозғалтқыштың зақымдануын тудыруы мүмкін технологиялық шамадан тыс жүктеменің пайда болу мүмкіндігі шамадан тыс жүктемеден ток қорғанысын қолдану және оны сигналға әсер ете отырып қосу, механизмді ажырату немесе түсіру туралы мәселені шешу кезінде ескерілуі керек. Электр қозғалтқышының айналу моменті және механизмнің кедергі моменті.

Қозғалтқыштарда қолданылатын автоматиканың негізгі түрлерін және олардың мақсатын білу қажет. Пеш, түрлендіргіш және конденсатор қондырғыларының жұмыс режимінің ерекшеліктерін түсіну маңызды. Осы қондырғыларда қолданылатын қорғаныс және автоматика түрлерін білу қажет. Электр энергиясын тұтынушыларда кернеудің тұрақтылығын қалай қолдайтынын түсіну керек. Шиналар мен ток сымдарына орнатылған қорғаныс және автоматика түрлерін білу керек, олардың параметрлерін есептей білу керек.

Өнеркәсіпте және электр станцияларының өз қажеттіліктері үшін қарапайым және сенімді асинхронды электр қозғалтқыштары кеңінен қолданылады. Ірі жылу электр станцияларында қуаты 200-ден 8000 кВт-қа дейінгі қозғалтқыштар қолданылады, номиналды кернеуі 6 кВ. 200 кВт-қа дейінгі қуатта 1 кВ-қа дейінгі машиналар қолданылады.

11.1 Электр қозғалтқыштарының зақымдануы

1. Көп фазалы қысқа тұйықталу зақымдалған электр қозғалтқышындағы токтың едәуір өсуімен және қуат беру желісіндегі кернеудің төмендеуімен бірге жүреді. Мұндай зақым зақымдалған электр қозғалтқышы үшін ғана емес, сонымен қатар кернеудің төмендеуіне байланысты басқа тұтынушылар үшін де қауіпті.

Қорғау: 1. Ток кесу.

2. Бойлық дифференциалды қорғаныс.

Барлық бұл қорғаныстар айыруға әрекет етеді.

2. Жерге бір фазалы зақымдану:

егер 1 кВ дейінгі электр қозғалтқыштары үшін жерге тұйықталған бейтарап болса, онда бұл жағдайда үлкен ток өтеді және қорғаныс ажыратуға жұмыс істеуі керек;

Қорғау: көп фазалы қысқа тұйықталудан қорғау арқылы жүзеге асырылады.

егер нейтраль 1 кВ артық электр қозғалтқыштары үшін тұйық оқшауланған болса.

Қысқа тұйықталу тогы сыйымдылық тогымен анықталатын 5-20А токтарының өтуімен бірге жүреді.

Қорғау: ажырату үшін арнайы қорғаныс келесі жағдайларда орнатылады:

қуаты 2 МВт-тан кем электр қозғалтқыштары қорғау 10 А-дан астам ток кезінде орнатылады;

қуаты 2 МВт-тан астам электр қозғалтқыштары 5 А-дан астам ток кезінде.

3. Орамдық тұйықталу: зақымдану жабық тізбектегі жоғары токтардың өтуімен қауіпті, бұл зақымдалмаған ораманы қыздыруға әкеледі.

Қорғау: қымбат машиналарда ғана орнатылған сүзгі ток қорғанысы қолданылады.

11.2 Қалыпты емес жұмыс режимдері

Электр қозғалтқышының барлық қалыпты емес жұмыс режимдері оның орамасында асқын токтардың өтуімен бірге жүреді. Олардың, ең қауіптісі, асқын токтардың жылулық әсері, ол рұқсат етілген мән мен асқын токтардың ұзақтығын анықтайды. Номиналды токқа қатысты шамадан тыс жүктеме тогының жиілігі неғұрлым көп болса, шамадан тыс жүктеменің рұқсат етілген уақыты соғұрлым аз болады $t_{пер} = A/k^2 - 1$, мұнда, А- машинаның түріне және орындалуына байланысты коэффициент, жабық машиналар үшін және үлкен масса үшін $A = 250$, ашық машиналар үшін $A = 150$; k -номиналды токқа қатысты токтың еселігі.

Технологиялық асқын жүктемелер.

Пайдалану жағдайында кейбір машиналар шамадан тыс жүктеледі (диірменнің көмірмен жабылуы, желдеткіштің шаңымен немесе күл шығару сорғысының қоқысымен бітелуі, мойынтіректің зақымдалуы).

Номиналдыдан едәуір асатын токтар электр қозғалтқыштарын іске қосу және өздігінен іске қосу кезінде өтеді. Бұл оның айналу жиілігі төмендеген кезде электр қозғалтқышының кедергісінің төмендеуіне байланысты.

Шамадан тыс жүктеменің рұқсат етілмейтін ұзақтығы кезінде электр қозғалтқышы жеңілдетілуі тиіс. Жүк түсіруді қызмет көрсетуші персонал тоқтаусыз немесе тоқтаумен жүзеге асыра алады.

Шамадан тыс жүктемеден қорғау уақыт кідірісіне ие және механизмді автоматты түрде түсіруге, сигналға немесе ажыратуға әрекет ете отырып орындалуы мүмкін.

Кернеу төмендеген кездегі асқын тоқтар.

Электр қозғалтқышының айналу моменті оның шығыстарындағы кернеуге байланысты. Сондықтан, қуат беру желісінде қысқа тұйықталу айналу моментінің төмендеуіне және электр қозғалтқышының айналу санының төмендеуіне әкеледі. Егер айналу моменті механизмнің қарсы моментінен аз болса, ол тіпті тоқтап қалуы мүмкін. ҚТ ажыратылғаннан кейін кернеудің артуы кезінде қалыпты жұмысты кейіннен қалпына келтіру (өздігінен іске қосу) өзін-өзі іске қосудың асқын тоқтары орамасы бойынша өтуімен сүйемелденеді. Өздігінен іске қосу тоқтары қозғалтқыш үшін қысқа уақытта өтуіне байланысты қауіпті емес. Алайда, бір желіге қосылған көптеген электр қозғалтқыштарының бір уақытта өздігінен іске қосылуымен, кейбір жағдайларда қалпына келтіру кернеуінің бастапқы мәні $0,5 - 0,7 U_n$ -ден аз болады, бұл қалыпты жұмысты қалпына келтіруді қиындатады. Сондықтан кернеуді төмендету кезінде аз жауапты электр қозғалтқыштарының бір бөлігі неғұрлым жауапты электр қозғалтқыштарының өздігінен іске қосылуын жеңілдету үшін минималды кернеу қорғанысымен ажыратылуы керек. Қуат көзінің қуаты жеткіліксіз болған кезде бірқатар және жауапты электр қозғалтқыштары ажыратылады, содан кейін басқа электр қозғалтқыштарын өздігінен қосқаннан кейін АҚК іске қосылады.

Фаза үзілген кездегі асақын тоқтар.

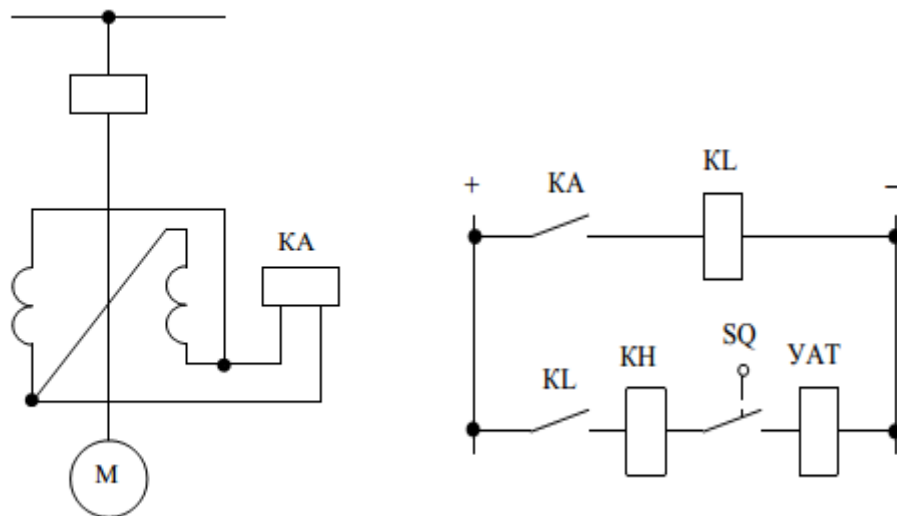
Фазалардың бірі үзілген жағдайда, қозғалтқыш әдетте жұмысын жалғастырады, алайда қалған екі фазадағы ток $1,5 - 2,0$ есе артады, бұл машинаның қызып кетуіне әкеледі.

Қорғаныс: электр қозғалтқыштарында орнатылады, онда қорғаныс сақтандырғыштармен жүзеге асырылады, енгізілмелі температуралық қорғаныс қолданылады.

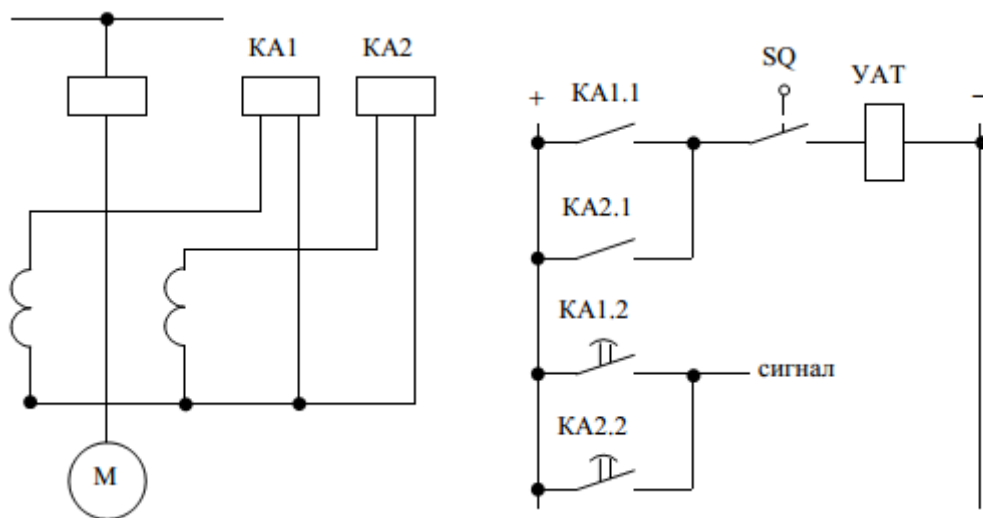
11.3 Көп фазалы қысқа тұйықталудан қорғау

Қуаты 5 000 кВт-қа дейінгі электр қозғалтқыштарының көп фазалы қысқа тұйықталуынан қорғау үшін әдетте максималды ток кесу қолданылады. Ең қарапайым токтық кесуді ажыратқыш жетегіне салынған тікелей релемен орындауға болады (сурет. 11.1). Жанама әрекет релесі бір лезде әрекет ететін ток релесімен және тәуелді сипаттамалары бар ток релесін қолдана отырып, сол реленің көмегімен қысқа тұйықталудан және

шамадан тыс жүктеуден қорғауды қамтамасыз етуге мүмкіндік береді (сурет. 11.2).



11.1-сурет. Лезде әрекет ететін бір ток релесі бар ток кесудің қорғау схемасы



11.2-сурет. Электрқозғалтқышты ҚТ-дан және РТ-84 екі релесі бар шамадан тыс жүктемеден қорғау схемасы

Кесу тогының іске қосылуы келесі өрнек бойынша таңдалады:

$$I_{сз} = k_n k_{сх} I_{пуск}, \quad (11.1)$$

Мұндағы, $k_{сх}$ - схема коэффициенті;

k_n - □ тікелей әсер ететін ИТ-82 сенімділік коэффициенті 2 - 2,5,
РТ-80

1,8-2,0, РТ-40 1,4 – 1,5;

$I_{пуск}$ – электр қозғалтқышының іске қосу тогы.

Кесудің сезімталдық коэффициенті 2-ден көп болуы керек.

11.4 Бойлық дифференциалды қорғаныс

Егер сезімталдық коэффициенті жеткіліксіз болса, қуаты 5 000 кВт-тан асатын және одан аз электр қозғалтқыштарында орнатылады. Қорғауды жеңілдету үшін ол екі фазалы болып орындалады. Дифференциалды қорғаныс схемалары генераторға ұқсас орындалады. Бойлық дифференциалды қорғаныс тогы қозғалтқыштың номиналды тогы арқылы анықталады:

$$I_{сз} = k_n I_{д.ном}. \quad (11.2)$$

Сенімділік коэффициенті- РТ-40 1,4 – 2,0, РТН 0,5 – 1,1.

11.5 Асқық жүктемеден қорғау

Шамадан тыс жүктемелерден қорғау технологиялық шамадан тыс жүктемелерге ұшыраған және сигналға немесе түсіруге жұмыс істейтін электр қозғалтқыштарында ғана орнатылады. Қозғалтқыштарды ажырату, егер артық жүкті тоқтаусыз жою мүмкін болмаған жағдайда ғана жүзеге асырылады.

Шамадан тыс жүктемеден қорғау тогы мына өрнектен анықталады:

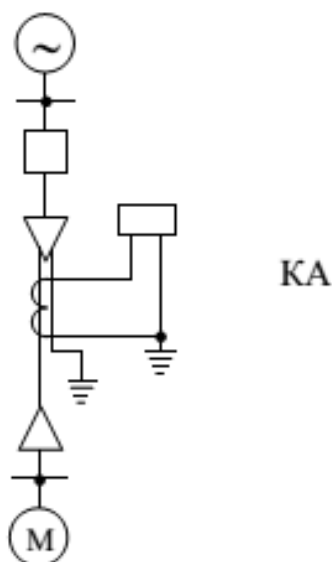
$$I_{с.з} = k_n I_{ном}, \quad (11.3)$$

Мұндағы k_n -сенімділік коэффициенті 1,1 – 1,2.

Бұл жағдайда шамадан тыс жүктемеден қорғау релесі іске қосу тогынан жұмыс істей алады, сондықтан электр қозғалтқышын іске қосу уақытының шарты бойынша уақыт ұстанымы 10-20 с орнатылады. РТ-80 релесі қолданылады.

11.6 Жерге тұйықталудан қорғау

Оқшауланған бейтарабы бар желілерде жұмыс істейтін 3-10 кВ электр қозғалтқыштарының жерге тұйықталуынан қорғау нөлдік тізбектегі ток трансформаторына қосылған бір реленің көмегімен орындалады (сурет. 11.3.).



11.3-сурет. Электр қозғалтқышын жерге тұйықталудан қорғау схемасы

Қорғаныстың іске қосылу тогы анықталады:

$$I_{c.з} = k_n k_\sigma I_c, \quad (11.4)$$

мұндағы , I_c - электр қозғалтқышының меншікті сыйымдылық тогы:

$$I_c = \omega \cdot C_g U_{ном.ф}, \quad (11.5)$$

мұндағы ω - бұрыштық жиілік;

C_g - қозғалтқыш фазасының сыйымдылығы.

k_n - сенімділік коэффициенті (1,2 – 1,3);

k_σ - сыртқы жылжымалы жерге тұйықталу кезінде (3 – 4) электрқозғалтқыштың сыйымдылықты тоғын ескеретін, коэффициент. Қорғаныстың іске қосылу тогы қуаты 2 000 кВт дейінгі электр қозғалтқыштары үшін 10 А, ал электр қозғалтқыштары үшін 2 000 кВт және одан жоғары болмауы тиіс.

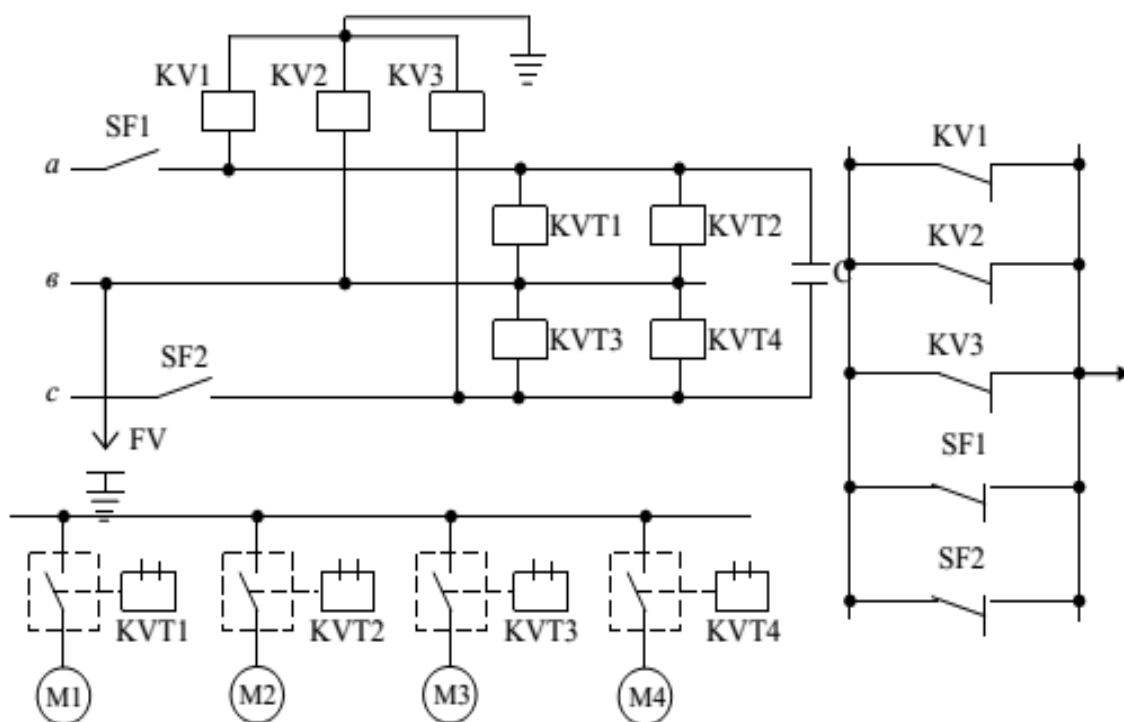
11.7 Минималды кернеуді қорғау

Жалпы жағдайда екі сатылы орындалады. Бірінші саты жауапты электр қозғалтқыштарының өздігінен іске қосылуын жеңілдетуге арналған, ол аз жауапты электр қозғалтқыштарын айырады. Іске қосу кернеуі 0,7 U_n және уақыт – 0,5...1,5 с шегінде орнатылады. Қорғаныстың екінші сатысы жауапты электр қозғалтқыштарының бір бөлігін ажыратады, олардың өздігінен іске қосылуы технология бойынша қолайсыз. Іске қосу кернеуі 0,5 номиналды, уақыты 10...15 С.

Кернеу тізбектері бұзылған кезде жалған қорғаныс жұмысын болдырмау үшін арнайы схема қолданылады (сурет. 11.4).

Кернеу тізбегіндегі В фазасы тескіш сақтандырғыш арқылы жерге тұйықталған, бұл А және С фазасындағы кернеу тізбектерінде бір фазалы ҚТ-ны болдырмайды, біреуі жылу ажыратқышы бар, екіншісі электромагниттік автоматтар орнатылған. А және С фазалары арасында конденсатор бар.

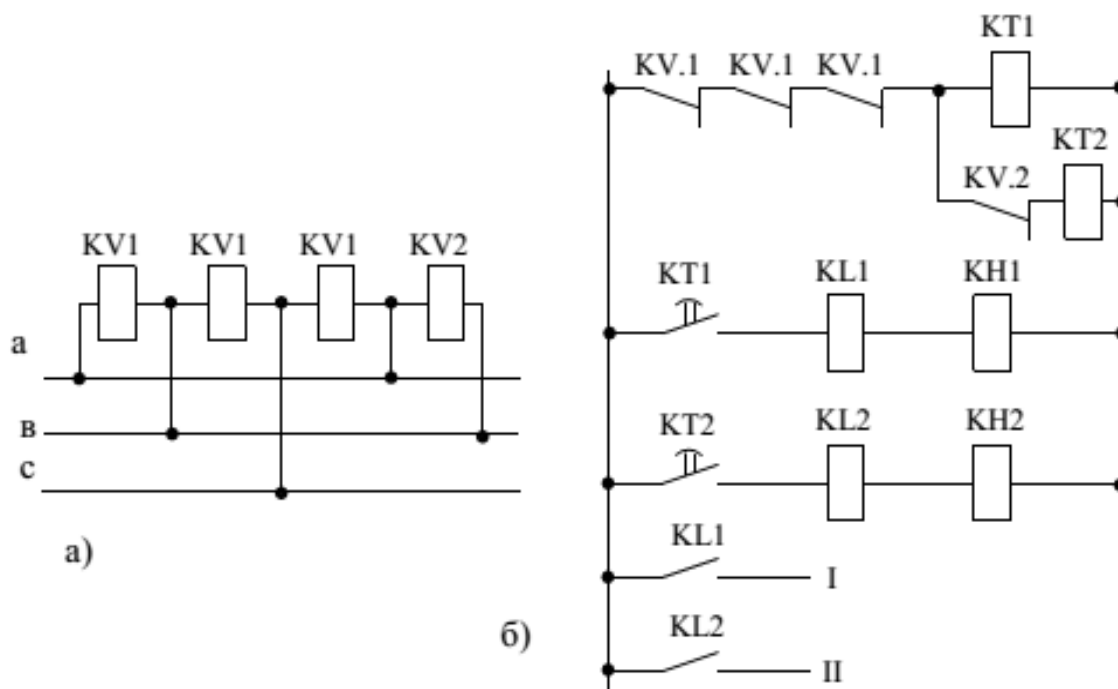
Екі фазалы ҚТ В және С кезінде тек С фазасының автоматы ажыратылады. KVT1 және KVT2 кернеу релесі қалыпты кернеуде қалады. Кернеу тізбектерінде қысқа тұйықталу кезінде іске қосылған тікелей әсер ететін ең аз кернеу релесі, KVT3 және KVT4, С фазасының автоматы өшірілгеннен кейін конденсатордың арқасында қайтадан бастапқы күйге оралады. Сол сияқты, схема фазалар бұзылған кезде өзін-өзі ұстайды. Тізбектердің ақаулығы сигналын KV1, KV2, KV3 релелері және автоматтар жүзеге асырады.



11.4-сурет. Тікелей әрекет ететін релесі бар ең аз кернеуді қорғау схемасы

11.8 Тұрақты жедел тоқтағы ең аз кернеуді қорғау схемалары

КТ1 релелік схемасында аз жауапты электр қозғалтқыштарын, КТ2 жауапты электр қозғалтқыштарын өшіруге әрекет етеді (сурет.11.5.). KV1 релесінің іске қосылу кернеуі 0,6 – 0,7 U_n , KV2 - 0,4 – 0,5 U_n орнатылады.



11.5-сурет. Тұрақты жедел тоқтағы ең аз кернеуді қорғау схемасы:
а-айнымалы кернеу тізбектері; б-жедел тізбектер

11.9 Синхронды электр қозғалтқыштарын қорғау

Синхронды электр қозғалтқыштары, асинхронды сияқты, жерге қысқа тұйықталудан, шамадан тыс жүктемеден және минималды кернеуден қорғалған. Бұл қорғаныстардың параметрлері асинхронды электр қозғалтқыштарын қорғау сияқты таңдалады.

Синхронды электр қозғалтқыштарын қорғау тек өшіруге ғана емес, сонымен қатар қуаты шамамен 2000 кВт қозғалтқыштарда бар өрісті өшіру машинасына да әсер етеді. Өрісті сөндіру қоздыру орамасының тізбегіне кедергені енгізу арқылы жүзеге асырылады.

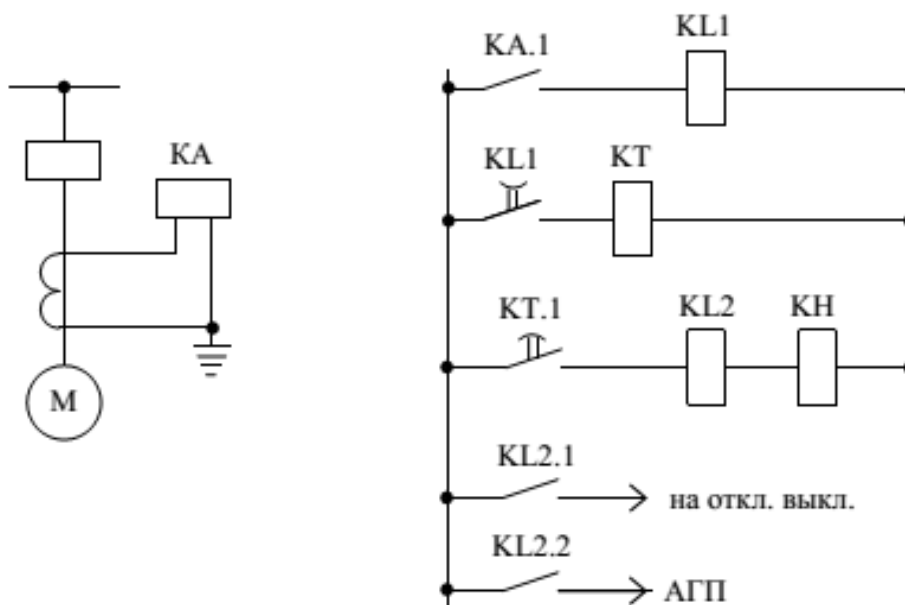
Синхронизмнен шыққан жағдайда, қуат беру желісіндегі кернеудің төмендеуіне байланысты, қозу тогы азайған және жүктеме жоғарылаған кезде электр қозғалтқышында үлкен токтар өтеді, ал электр қозғалтқышының білігі және онымен байланысты механизм айнымалы белгінің үлкен сәттеріне ұшырайды. Бұл режим электр қозғалтқышының зақымдалуына әкелуі мүмкін болғандықтан, ол синхронизмнен шыққан кезде электр қозғалтқышын ажырататын арнайы қорғаныспен қорғалады (сурет. 11.6.). Бұл қорғаныс ток релесінің көмегімен орындалуы мүмкін, ол ажыратқышты өшіреді және өрісті өшіру машинасын (АГП) қосады.

Ток импульсті болғандықтан, жылу релесі жұмыс істейді, содан кейін қайтарылады, сондықтан аралық реле ағымдағы реле тізбегіне оралып, баяулайды.

Қорғаныстың іске қосылу тогы мына өрнектен анықталады :

$$I_{с.з} = 1,4 - 1,5 I_{ном} \quad (11.6)$$

Синхронды электр қозғалтқыштарын асинхронды жүрістен қорғау үшін РТ-80 типті релесі бар ток қорғанысы да қолданылуы мүмкін, бұлар уақыт ұстанымы сипаттамасына тәуелді.



11.6-сурет. Синхронды электр қозғалтқышын синхронизмнен құлаудан қорғау схемасы

11.10 Шиналарды қорғау

Станциялар мен қосалқы станциялардың шиналарында үш фазалы және екі фазалы қысқа тұйықталу, жерге бір фазалы және екі фазалы тұйықталу пайда болуы мүмкін, фазалардың үзілуі.

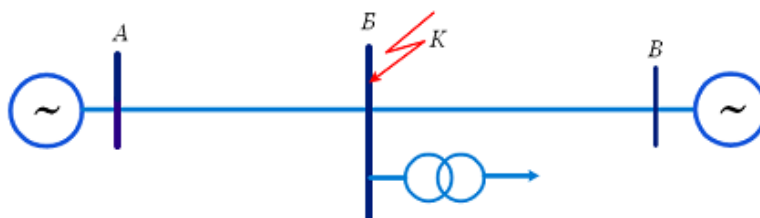
Шиналардағы тұйықталудың негізгі себептеріне ажыратқыштармен операциялар кезінде пайдаланушы персоналдың қате әрекеттері жатады, найзағай, ластану және көктайғақ кезінде оқшаулағыштарды жабу, ажыратқыштар изоляторларының сынуы және т. б.

Шиналардағы тұйықталу нәтижесінде болуы мүмкін:

- өнеркәсіптік кәсіпорындарда технологиялық процестің бұзылуына әкелетін энергия жүйесіндегі кернеудің едәуір төмендеуі
- елді мекендерді электрмен жабдықтауды бұзуға, өнімді толық жібермеу;
- трансформаторлар мен генераторлардың зақымдануы;
- энергия жүйесінің тұрақтылығын жоғалту;

-электр станцияларын, қосалқы станцияларды, электр беру желілерін толық ажырату мүмкіндігі.

Шиналардағы зақымданулар резервтік қорғаулармен іргелес қосылыстармен өшірілуі мүмкін. Мысалы, қысқа тұйықталу кезінде Б қосалқы станциясының шиналары (сурет.106) қысқа тұйықталу А және В қосалқы станцияларында орнатылған қорғаныстармен өшіріледі.



11.7-сурет. Желілік учаскенің схемасы

Мұндай жағдайларда өшіру уақыт кідірісімен болады, бұл зақымдану мөлшерінің ұлғаюына және энергетикалық жүйенің параллель жұмысының орнықтылығының бұзылу мүмкіндігіне әкеледі. Сондықтан кернеуі 110 кВ және артық қосалқы станциялар, генераторлық кернеу шиналары шиналардың арнайы қорғанысымен жабдықталған.

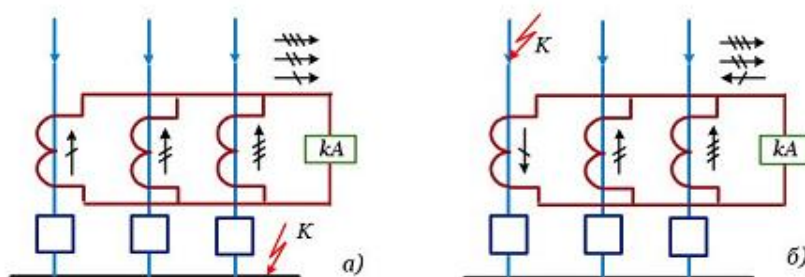
Шиналарды қорғауды орындау үшін дифференциалды қорғаныс қолданылады, дифференциалды тежеу, толық емес дифференциалды қорғау.

11.10.1 Дифференциалды қорғаныс

Жұмыс істеу принципі

Дифференциалды қорғаныс принципі қосылыстардағы токтарды салыстыруға негізделген.

Қорғауды орындау үшін әр қосылыста бірдей трансформация коэффициенттері бар ток трансформаторлары орнатылады, олардың екінші реттік орамалары параллель жалғанады және оларға ток релесі қосылады.



11.8-сурет. Шинаны дифференциалды қорғаудың принципіалды схемасы

Шиналардағы қысқа тұйықталу кезінде реле арқылы жалпы ток өтеді, оның әсерінен ол жұмыс істейді:

$$I_p = \frac{1}{n_{mm}}(I_1 + I_2 + I_3) \quad (11.7)$$

Мұндағы $n_{тт}$ - ток трансформаторларының трансформация коэффициенті;

I_1, I_2, I_3 –желідегі тоқтар.

Сыртқы қысқа тұйықталу кезінде (сурет.104,а) токтың идеалды транс-форматорлары үшін реледегі токтардың қосындысы нөлге тең және реле жұмыс істемейді.

Нақты ток трансформаторлары үшін ток трансформаторларының қателіктерінен туындаған теңгерімсіздік тогы реле арқылы өтеді.

Қорғаныс тогы жалған қорғаныс мүмкіндігін анықтау үшін теңгерімсіз токтың көп бөлігі таңдалады:

$$I_{сз} \geq k_n I_{нб} \quad (11.8)$$

Мұнда, k_n -сенімділік коэффициенті;

$I_{нб}$ -теңгерімсіздік тогының мәні.

Шиналарды дифференциалды қорғау үшін теңгерімсіздік тогы бірінші кезекте ток трансформаторларының тең емес жүктемесімен анықталады. Әсіресе, егер ток трансформаторлары болса, үлкен теңгерімсіздік тогы пайда болуы мүмкін сыртқы қысқа тұйықталу кезінде зақымдалған элемент қанықтыру режимінде жұмыс істейді.

Теңгерімсіздік тогын азайту үшін ұсынылады:

- токтың үлкен еселігі кезінде қанығатын Р класты өзекшелері бар ток трансформаторларын қолдану;

- ток трансформаторларының трансформация коэффициентін ұлғайту есебінен екінші ретті токтардың мәнін азайту;

- бақылау машинасының қимасын ұлғайту есебінен жүктемені азайту;

- екінші ретті номиналды тогы бар ток трансформаторларын пайдалану;

- өлшеу қорғаныс органы үшін сыртқы тұйықталу кезінде тежеу принципін қолдану.

Шиналардың дифференциалды ток қорғанысының негізгі артықшылықтары жылдамдық, іске асырудың іргелі қарапайымдылығы және тербеліс токтарын қорғаудың жұмысына әсер етпеуі болып табылады.

Дифференциалды қорғаныстың кемшіліктерінің бірі-қосқыш сымдар үзілген кезде жалған іске қосылу мүмкіндігі. Бұл кемшілікті жою үшін қорғаныс тогы таңдалады ең көп жүктелген қосылым тогы:

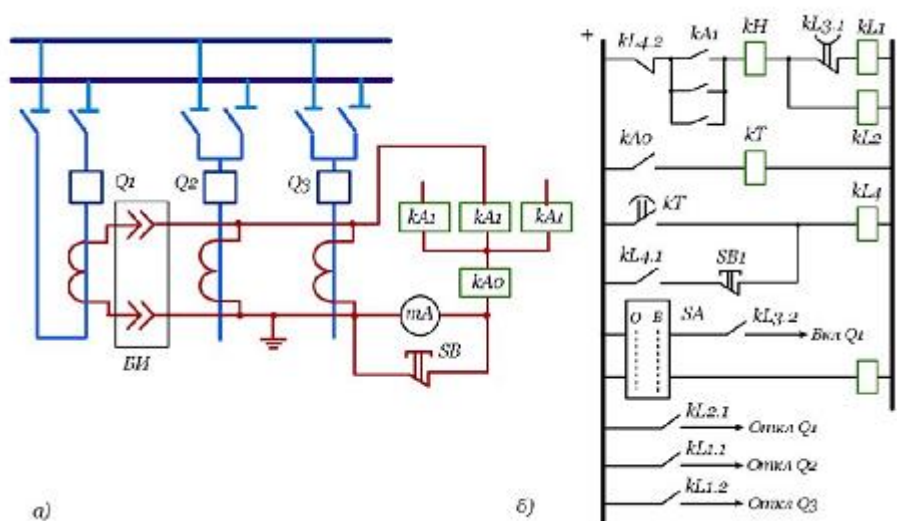
$$I_{c3} \geq k_n I_{pab.max} \quad (11.9)$$

Тағы бір кемшілік ретінде екінші ретті қорғаныс тізбектеріндегі өзгерістер кезінде персоналдың қате әрекеттері мүмкін екенін атап өткен жөн, бір шина жүйесінен екіншісіне қайта қосу немесе желілік ажыратқышты айналма ажыратқышпен ауыстыру кезінде тарату құрылғысында қайта қосуға байланысты.

Бір қосалқы станция үшін шиналардың дифференциалды ток қорғанысы жұмыс және бір резервтік шина жүйелері.

Қосалқы станция бір шина жүйесі үшін қалыпты жұмыс істейді. Екінші шина жүйесі резервте (сурет 11.9).

Шиналарда қысқа тұйықталу пайда болған кезде КА1 іске қосу релесі іске қосылады және KL1 релесі мен KL2 релесіне қуат беріледі. KL1 релесі-барлық қосылымдардың ажыратқыштарын өшіруге, ал KL2-шина ажыратқышын өшіруге пәрмен береді.



11.9-сурет. Шиналарды дифференциалды қорғау схемасы
бір жұмыстық және бір резервтік шина жүйесімен:
А) ток тізбектері; Б) тұрақты ток тізбектері.

Қалыпты жұмыс режимінде шиналық ажыратқыш және осы ажыратқыштың ток трансформаторлары дифференциалды қорғаныс тізбегіне қосылмаған.

Резервтік жүйеге қуат беру үшін шинаның басқару кілті SA "қосу"күйіне ауысады және KL3 аралық реле қуат алады. KL3 релесі, екінші цикл KL3.2 ажыратқышты қосу пәрменін береді, ал бірінші байланыс KL3.1 KL1 шығыс релесінің тізбегін бұзады.Егер шиналардың резервтік жүйесінде сынау режимінде қысқа тұйықталу орын алса, дифференциалды қорғаныс тек секциялық ажыратқышты өшіруге бұйрық береді, барлық басқа қосылыстар мен шиналардың жұмыс жүйесін жұмыста қалдырады.

Егер шиналық қосқыш қосылымдардың бірінің жөнделетін қосқышының орнына ұзақ уақыт жұмыс істесе, онда осы қосқыштың ток трансформаторлары БИ сынақ блогының көмегімен дифференциалды қорғаныс ток тізбектеріне қосылады.

Екінші реттік тізбектер үзілген жағдайда сыртқы тұйықтаулар кезінде қорғаныстың жалған іске қосылуын болдырмау үшін схемада ток тізбектерінің үзілуінен блоктар қарастырылған. Блоктау функцияларын қорғаныс ток тізбектерінің нөлдік сымна қосылған КА0 релесі орындайды. Нөлдік сымдағы ток тізбектерінің фазаларының бірі бұзылған жағдайда ток пайда болады, бұл КА0 релесінің іске қосылуына әкеледі. Реле КА0 іске қосылып, КТ релесіне қорек береді. Контактілерді жабу КТ релесі KL4 релесінің іске қосылуына әкеледі, ол өзінің алғашқы контактісін қоректендіреді, ал KL4.2 екінші контактісі қорғаныс өлшеу органдарының байланыстарынан плюсты түсіреді. Құлыпты шығару SB түймесінің күшімен жүзеге асырылады. Ток релесінен басқа ток тізбектерінің дұрыстығын бақылау үшін та миллиамперметрін орнату қарастырылған.

11.10.2 Шиналардың екі жұмыс жүйесі бар қосалқы станция үшін дифференциалды ток қорғанысы

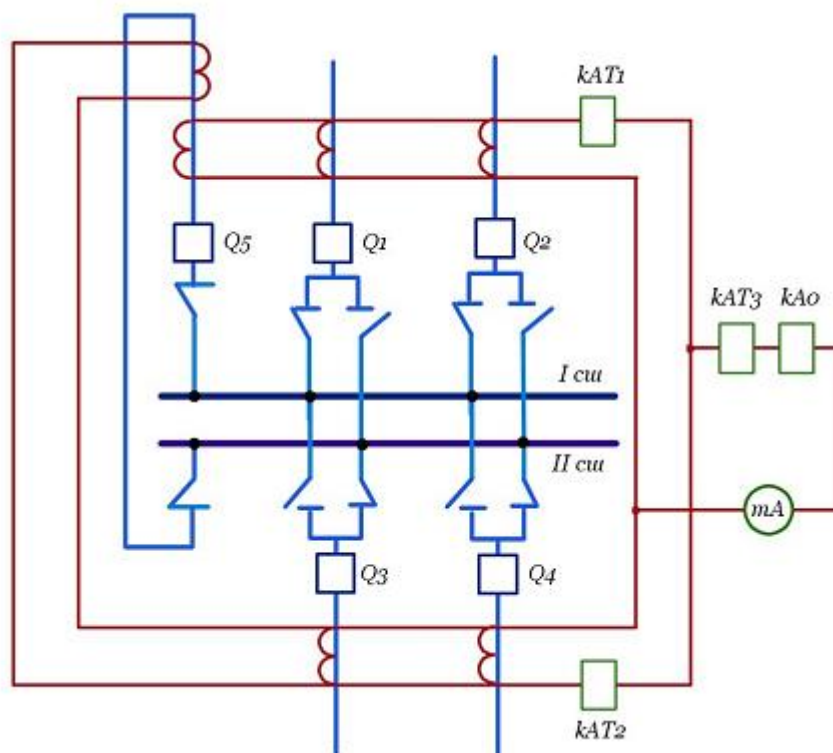
Бұл схемада әр қосылымда бір ажыратқыш, екі айырғыш бар және белгілі бір шиналар жүйесіне қосылады. Мұндай қосылыс бекітілген деп саналады. Қосылуды басқа жүйеге ауыстыруға байланысты жедел өзгерістер процесінде бекіту бұзылуы мүмкін. Мұндай жағдайларда пайдаланушы персонал қорғаудың дұрыс әрекетін қамтамасыз ету үшін ток тізбектерінде айналып өтпейтін ауыстырып-қосуларды жүргізуі тиіс. Дифференциалды қорғаудың өлшеу органдарын қосу схемасы бекітілген кезде шиналардың екі жұмыс жүйесі бар қосалқы станция үшін қосу қосылыстары сурет 11.10.

Қорғаныс құрамына үш өлшеу жиынтығы кіреді. Жеке қорғауға арналған КАТ1и КАТ2 жеке жинақтары шиналар жүйелері осы шиналардың қосылу токтарының сомасына қосылады.

КАТ3 топтық жиынтығы қосу токтарының сомасына қосылады

шиналарды қорғауға арналған және қосылулардың бекітілуі бұзылған жағдайда шиналарды қорғауға арналған. Тұрақты ток тізбегінің тізбегі осындай жолмен жиналады, оған Кат1 және КАТ2 релесінің контактілері тек кейін беріледі КАТ3 іске қосылуы.

Пайда болған жағдайда қосылыстарды белгіленген қосу кезінде сыртқы қысқа тұйықталу барлық үш реле жұмыс істемейді, ал шина жүйелерінің бірінде жабылған кезде топтық жиынтық және біреуі жұмыс істейді жеке, нәтижесінде тек зақымдалған шиналар жүйесі ажыратылады.



11.10-сурет. бекітілген қосылымдары бар қосалқы станция үшін дифференциалды қорғаныс схемасы

Жалғауларды бекіту өзгерген кезде жеке жиынтықтардың әрекет ету селективтілігі бұзылады. сыртқы қысқа тұйықталу Пайда болған жағдайда шиналарды қорғау жұмыс істемейді, өйткені жеке жинақтардың бұзылуына қарамастан, топтық жиынтық ажыратқыштарды өшіру пәрменін бұзбайды.

Қысқа тұйықталу кезінде шина жүйелерінің кез-келгенінде барлық қосылымдар ажыратылады.

Дифференциалды қорғаныс әсерінің селективтілігін болдырмау үшін қосылуларды тіркеу өзгерген кезде жедел персонал екінші тізбектерде қажетті ауысуларды орындау керек.

12. АВТОМАТТЫ РЕЗЕРВТІК ҚОСУ

РАҚ құрылғысы. Қуат көзін жоғалтқан тұтынушыларды электрмен жабдықтауды, оларды басқа қуат көзіне автоматты түрде қосу арқылы қалпына келтіруге болады. Пайдаланудың көп жылдық тәжірибесі РАҚ құрылғыларымен үйлесімде желі элементтерінің бөлек жұмысының жоғары тиімділігін көрсетті, олардың статистикалық деректер бойынша іс-қимылының сәттілігі 90% және одан жоғары.

РАҚ құрылғыларының алуан түрлілігі бар. Алайда, олардың барлығы РАҚ құрылғыларын орындау принциптеріне негізделген талаптарды қанағаттандыруы керек. РАҚ құрылғыларына қойылатын негізгі талаптарды нақты түсіну керек және оның ұсынылған схемасында осы талаптардың қалай орындалатынын көрсете білу керек. РАҚ параметрлері қалай таңдалатынын білу керек. Сонымен қатар, синхронды қозғалтқыштары немесе синхронды компенсаторлары бар қосалқы станцияларда РАҚ схемаларын орындау ерекшеліктерін түсіну керек.

РАҚ әрекеті автоматиканың басқа құрылғыларының әрекетімен келісілуі тиіс.

Бұл бөлімде зақымданудың ерекшеліктерін (қ.т.) және кернеуі 1 кВ дейінгі желілерді қорғауды зерттеу. Сақтандырғыштарды, ауа автоматтарын таңдау қалай жүзеге асырылады. Ауалық автоматтарын ажыратқыштардың сезімталдығы мен селективтілігі. Бір фазалы қ. т. қорғаныстық ажыратудың құрылғысы және жұмысы. Резервті автоматты қосу құрылғысы.

12.1 РАҚ құрылғыларына қойылатын талаптар

Электрмен жабдықтау жүйелерінде екі немесе одан да көп қуат көздері болған кезде ашық схема бойынша жұмыс істеген жөн. Сонымен қатар, барлық қуат көздері қосулы, бірақ бір-бірімен байланысты емес, олардың әрқайсысы бөлінген тұтынушыларды қоректендіруді қамтамасыз етеді. Бұл желі режимі қажеттілікпен түсіндіріледі:

- Қысқа тұйықталу тогын азайту;
- Релелік қорғауды жеңілдету;
- Кернеу бойынша қажетті режимді құру;
- Электр энергиясының шығынын азайту және т. б.

Алайда, желілердің сенімділігі төмендейді. Оны басқа қуат көзіне автоматты түрде қосу арқылы резервтік көзді автоматты түрде қосу құрылғысымен көбейтуге болады (УАВР).

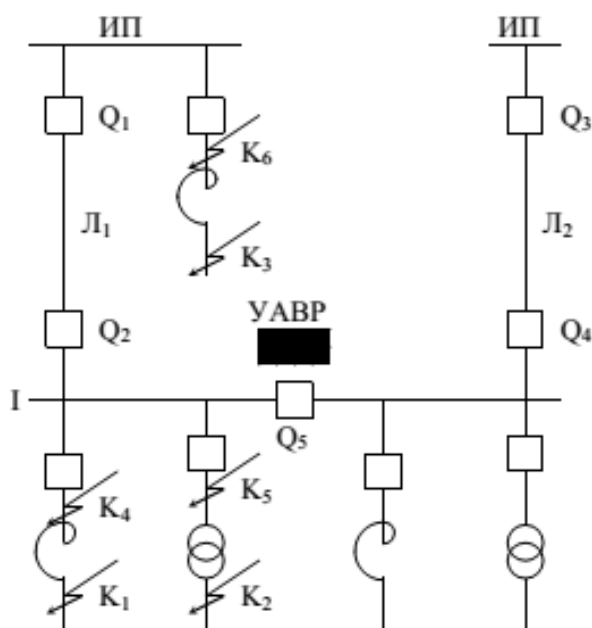
Әр түрлі УАВР схемалары қолданылады, бірақ олардың барлығы негізгі талаптарды қанағаттандыруы керек.

1. Іс-қимылға үнемі дайын болу және кез келген себеппен қоректендіруді тоқтатқан кезде жұмыс істеу.

2. Резервтік көзді қысқа тұйықталуға қосуға жол бермеу керек.
3. Тұрақты ҚТ-ға резервтік көздің бірнеше рет қосылуын болдырмау үшін қажет бір реттік әрекетке ие болу.
4. Мүмкін болатын ең аз жұмыс уақыты болуы керек, бұл тұтынушылардың қуат үзілісінің ұзақтығын азайту және электр қозғалтқышының өзін-өзі қосылуын қамтамасыз ету үшін қажет.
5. Резервтік қуат көзін және оның тұтынушыларын қорғаумен бірге шиналардың зақымдалған резервтік секциясынан тез ажыратуды қамтамасыз ету және сол арқылы олардың қалыпты жұмысын сақтау. Ол үшін РАҚ-тан кейін қорғауды жеделдету көзделеді.
6. Синхронды электр қозғалтқыштарының қауіпті синхронды емес қосылыстарына және жабдықтың шамадан тыс жүктелуіне жол бермеу.

12.2 Іске қосу органдары және УАВР параметрлерін таңдау

Мысал ретінде желі тізбегінің секциялық ажыратқышындағы УАВР қарастырайық (сурет 12.1.). Бұл схемада шиналар секцияға бөлінген; Q5 секциялық ажыратқышы ажыратылған. Әр бөлім жеке көзден қоректенеді. Схеманы кез-келген қуат көзі өшірілген кезде құрылғы секциялық ажыратқышты өшіруге әрекет ететін етіп орындауға болады. Бұл жағдайда өзара резервтеу екі жақты әрекет ететін УАВР көмегімен жүзеге асырылады. Бірақ Q5 ажыратқышын қоспас бұрын, РАҚ құрылғысы Q2 немесе Q4 ажыратқышын өшіруі керек, егер ол шиналардың тиісті бөлігінде кернеу жоғалғаннан кейін қосылу болса. Осы мақсатта, әдетте, минималды кернеу релесі қолданылатын іске қосу органы УАВР схемасына енгізіледі.



12.1-сурет. Секциялық ажыратқышта РАҚ құрылғысы бар желі схемасы

Жалпы жағдайда, УАВР уақыт ұстанымы органы да бар. Егер резервтелетін секциялардың бірі болса, онда УАВР Q5 ажыратқышты қосады тек көрші секцияда кернеу жоғалған кезде және оның ажыратқышын өшіргеннен кейін, яғни бір жақты әрекет жүзеге асырылады.

УАВР-ға қойылатын негізгі талаптарды қанағаттандыру үшін іске қосу органының параметрлері және уақыт ұстанымы келесідей таңдалады.

Кернеудің ең аз іске қосу органы K1 - K3 нүктелерінде (шоғырланған параметрлері бар элементтерден кейін) ҚТ нүктесінде шиналардағы кернеу төмендеген кезде жұмыс істемеуі тиіс. Бұл зақымдар, әдетте, үшінші сатыдағы уақыт ұстанымы қорғаныспен өшіріледі. I шинадағы кернеудің өзгеруі, ал зақымдану мен жұмыс кернеуі сурет.12.2, а.

$$U_{c.p1} \leq U_{ост.к} / k_{омс} K_U \quad (12.1)$$

$$k_{омс} = 1,1 \dots 1,2$$

K4 – K6 нүктелеріндегі ҚТ кезінде РАҚ құрылғысы да жұмыс істемеуі тиіс. Мұндай жағдайларда 1-бөлімнің шиналарындағы кернеу нөлге дейін төмендеуі мүмкін және ең аз реле іске қосылады (сурет. 12.2, б). Осы нүктелердегі қысқа тұйықталу уақыт ұстанымымен тез әрекет ететін қорғаныстармен жойылады. Зақымдалған элемент өшірілгеннен кейін 1-секция шиналарындағы кернеу қалпына келе бастайды және электр қозғалтқышы өздігінен іске қосылады. УАВР әрекетін болдырмау үшін уақыт аралығын тиісті түрде таңдап, үлкен емес кернеулер кезінде $U_{ост.сзн}$ кернеудің ең аз релесін бастапқы күйіне қайтаруды қамтамасыз ету қажет. Бұл жұмыс кернеуін таңдаудың екінші шарты:

$$U_{c.p1} = U_{ост.сзн} / k_{омс} k_{\kappa} K_U, \quad (12.2)$$

Мұндағы k_{κ} -қайтару коэффициенті, $k_{\kappa} = 1,25$.

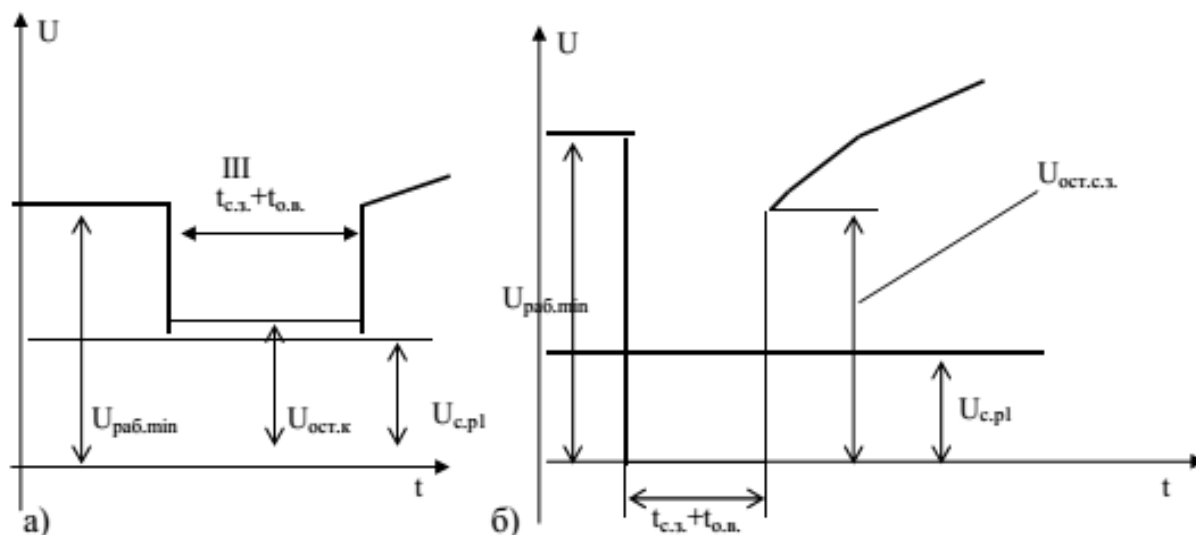
Екі шамадан іске қосылудың аз мәні алынады.

Есептеулерде жиі қабылданады:

$$U_{c.p1} = (0,25 \dots 0,4) U_{ном} / K_U \quad (12.3)$$

Ол әдетте екі шартты қанағаттандырады. Бұл ретте уақыт ұстанымы болуы тиіс көп уақыт кезіндегі мүмкін болатын қоректенуді ескереді.

$$t_{ABP1} \geq t_{c.з. max} + \Delta t \quad (12.4)$$



12.2-сурет. ҚТ (а, б) кезінде шиналардың резервтелетін секциясындағы кернеудің өзгеру графиктері

Егер электрмен жабдықтау жүйесінің резервтік элементінде АҚҚ құрылғысы болса, онда уақыт УАПВ әрекет ету уақытымен, УАВР, УАПВ сәтсіз әрекетінен кейін ғана әрекет ететіндей келісілуі тиіс.

РАҚ жалған іске қосылуын болдырмау үшін бірқатар әдістер бар: әр түрлі кернеу трансформаторларына минималды кернеу релесін қосу;

кернеу мен токтың минималды релесін бірлесіп пайдалану, мұндай аралас іске қосу органы кернеумен бірге ток жоғалған кезде іске қосылады. Реленің іске қосылу тогы шарт бойынша жеткізу желісінің ең аз жұмыс тогынан ажыратылады:

$$I_{\text{с.р}} \leq I_{\text{раб.мин}} / k_{\text{отс}} K_I, \quad (12.5)$$

Мұндағы $k_{\text{отс}}$ -түзету коэффициенті, $k_{\text{отс}} = 1,5$.

Қорғаныс құрылғысының әрекеті резервтік қуат көзінде, 2 секция шиналарында кернеу болған кезде мағынасы бар. Ең аз жұмыс кернеуі кезінде реле іске қосылғаннан кейін, УАВР іске қосу органының әрекетін шешуі тиіс. Бұл оның іске қосу кернеуін шарт бойынша таңдау арқылы қамтамасыз етіледі:

$$U_{\text{с.р2}} = U_{\text{раб.мин}} / k_{\text{отс}} k_{\text{в}} K_U \quad (12.6)$$

$$k_{\text{отс}} = 1,5 \dots 1,7; \quad k_{\text{в}} = 0,8;$$

Есептеулерде әдетте қолданылады:

$$U_{\text{с.р2}} = (0,65 \dots 0,7) U_{\text{ном}} / K_U. \quad (12.7)$$

Іске қосу уақыты:

$$t_{ABP2} = t_{\text{өв}} + t_{\text{зан}} \quad (12.8)$$

$$t_{\text{зан}} = 0,3 \dots 0,5 \text{ с},$$

$t_{\text{өв}}$ - ажыратқыштың іске қосылу уақыты.

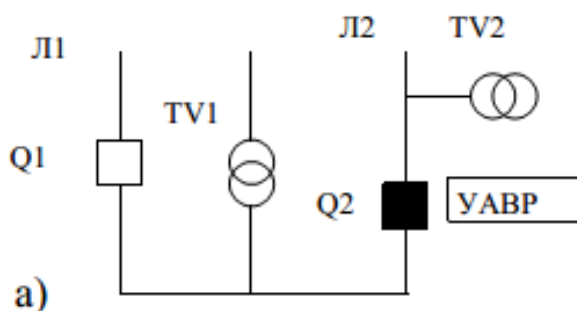
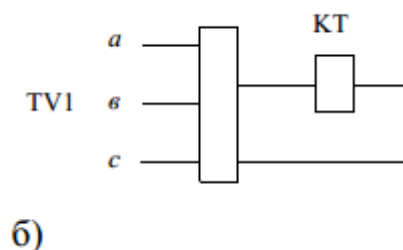
12.3 Резервті автоматты қосу құрылғыларының схемалары

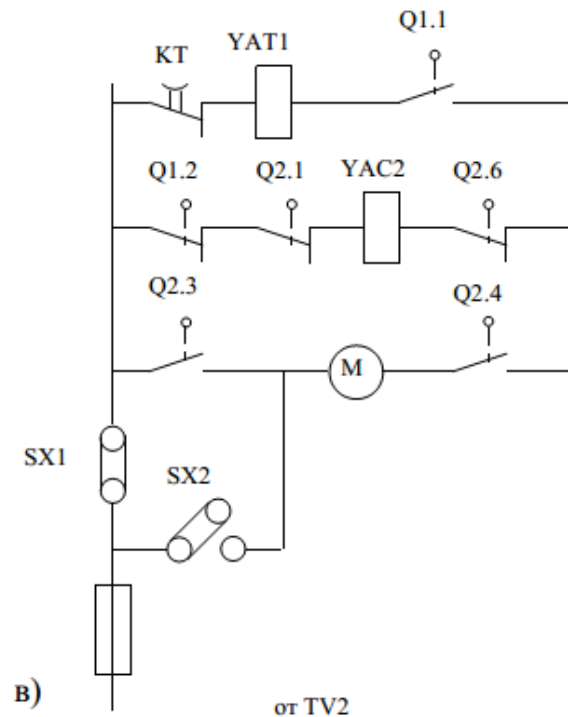
12.3.1 Айнымалы жедел тоқтағы РАҚ құрылғылары

Айнымалы тоқтағы РАҚ құрылғылары әдетте серіппелі және жүк жетектерімен жабдықталған ажыратқыштары бар қондырғыларда қолданылады. 12.3,а суретте жұмыс көзінен қуат алатын қосалқы станцияның схемасы көрсетілген. Q1 ажыратқышы қосылып, Q2 резервтік қуат ажыратқышы өшірілген. УАВР іске қосу органы ретінде TV1 кернеу трансформаторына қосылған КТ уақыт релесі қолданылады (сурет. 12.3, б). Ол қосалқы станция шиналарындағы кернеу жоғалған кезде іске қосылады және берілген уақыт ұстанымымен Q1 ажыратқышының УАТ1 ажыратқышының электромагнит тізбегін жабады (сурет 12.3, в).

Ажыратқышты өшіру оның Q1.1 қосалқы контактілерін айырумен және УАС2 электр магниті тізбегіндегі Q2 ажыратқышының Q1.2 тұйықталуымен бірге жүреді. Ажыратқыш резервтік кезде кернеу болған кезде және жетектің әрекетке дайын болған кезде ғана қосылады, Q2.6 тұйықтаулы. Q2. 3 қосалқы түйіспесі ажыратқышты тұрақты ҚТ-ға қосқан кезде УАВР бірнеше рет іске қосылуын болдырмайды.

Жетекті әрекетке дайындау үшін SX1 қондырмасы алынып тасталады, РАҚ әрекетінен шығарылады, ал SX2 қондырмасы электр қозғалтқышының тізбегін жабады, ол сол уақытқа дейін жұмыс істейді, соңы жұмыс істемейді және Q2.4 контактісі ашылмайды. Қосқаннан кейін қондырма бастапқы күйіне оралады.



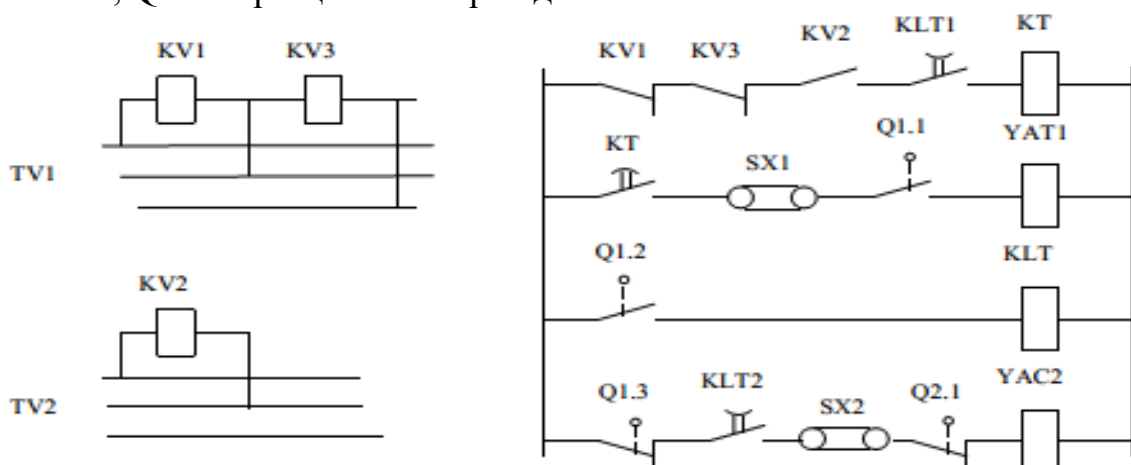


12.3-сурет. Серіппелі жетектері бар ажыратқыштардың РАҚ құрылғылары мен желі схемасы: а-желі схемасы; б-уақыт релесі тізбегі; в-жедел тізбек

12.3.2 Тұрақты жедел тоқтағы УАВР

Тұрақты жедел тоқтағы УАВР электрмагниттік жетектері бар құрылғыларда қолданылады (сурет. 12.4).

Іске қосу органында минималды KV1, KV3 кернеу релесі және максималды KV2 кернеу релесі бар. Уақыт ұстанымын KT уақыт релесін жасайды. Бір реттік әрекетті KLT аралық релесі қамтамасыз етеді, ол қайтарылған кезде уақытты сақтайды. Қалыпты режимде Q1 ажыратқышы қосылып, Q2 ажыратқышы өшіріледі.



12.4-сурет. Электрмагниттік жетектері бар ажыратқыштардың РАҚ құрылғысының схемасы

УАВР келесідей әрекет етеді. Қосалқы станция шиналарындағы кернеу жоғалған кезде KV1 және KV3 релесі іске қосылады, олардың КТ уақыт релесі тізбегіндегі контактілері жабылады. Егер Л2 желісінде кернеу болса, онда KV2 кернеу релесі жұмыс істеп тұрған күйде болады және оның контактісі жабылады. Уақыт релесі YAT1 ажыратқыш тізбегіндегі контактіні жабады, Q1 ажыратқышы өшеді. Оның қосалқы контактісі Q1.1 және Q1.2 ашылады, ал YAC2 электр магниті тізбегіндегі Q1.3 Q2 қосу арқылы жабылады. Қайта қосу қажет емес, өйткені осы уақытқа дейін KLT релесі контактілерін ашады.

13. АВТОМАТТЫ ҚАЙТА ҚОСУ

АҚҚ құрылғысы. Желілерде пайдалану процесінде пайда болатын қ. т. - ның көпшілігі тұрақсыз сипатқа ие, яғни желілерді өшіргеннен кейін олар өзін-өзі қалпына келтіреді. Желіден кернеуді алып тастағаннан кейін, релелік қорғаныс соғұрлым тезірек іске қосылады. Қ.Т. өзін-өзі қалпына келтіргені алдын-ала белгісіз болса да немесе жоқ болса да, желі қайта қосылады. Бұл операцияны АҚҚ орындайды, оған келесі талаптар қойылады: Ең аз мүмкін жұмыс уақыты, схеманың бастапқы күйіне берілген уақыт кідірісімен автоматты түрде қайтарылуын қамтамасыз ету, берілген әрекет жиілігі, АҚҚ-дан кейін қорғауды жеделдету мүмкіндігі. Схемада қандай да бір себептермен ажыратқышты қайта қосу мүмкін болмаған жағдайда АҚҚ-ға автоматты түрде тыйым салу қарастырылған.

АҚҚ тізбектері тұрақты және ауыспалы жедел токта орындалады. 6-10 кВ желілерде серіппелі жетектері бар ажыратқыштардың механикалық және электрлік АҚҚ кең таралған. Жоғары кернеу желілерінде рпв-58, РПВ-258 және РПВ-358 типті релелік тізбектер қолданылады. Бір немесе екі рет қайта қосуды қамтамасыз ететін құрылғылардың жұмыс принципін білу қажет. Бір жақты қоректендірілетін желілердегі АҚҚ құрылғыларының жұмысын түсіну және екі жақты қоректендірілетін желідегі олардың ерекшеліктерін, соғу кернеуі деген не екенін түсіну қажет. Бұл желілердегі АҚҚ – ның негізгі міндеті-АҚҚ-ның синхронизмді бақылаусыз әрекет етуіне жол бермеу екенін есте ұстаған жөн. Синхронизмді бақылау релесінің құрылғысы мен жұмысын зерттеу. РАҚ синхронизмді күтумен және синхронизмді ұстаумен қалай жұмыс істейді.

13.1 АҚҚ құрылғыларының тағайындалуы

Электр берудің әуе желілеріндегі зақымданулардың көпшілігі қатты жел мен көктайғақ кезінде сымдардың құлауы, найзағай кезінде оқшаулаудың бұзылуы, ағаштардың құлауы, қозғалмалы механизмдермен сымдардың тұйықталуы және т.б. нәтижесінде пайда болады. Бұл жағдайда желіні қайта қосқан кезде ол жұмыста қалады және тұтынушыларды электрмен жабдықтау тоқтатылмайды. Қайта қосуды қайта қосудың автоматты құрылғылары (УАПВ) жүзеге асырады. Статистикалық мәліметтер бойынша, еліміздің электрмен жабдықтау жүйелеріндегі УАПВ орта есеппен 60-70% табысты іс – қимылдарға ие. УАПВ тиімділігі оларды электрмен жабдықтау сенімділігін арттырудың негізгі құралдарының бірі етеді. Пайдалану кезінде АҚҚ-ның әртүрлі құрылғылары қолданылады, олар келесі негізгі белгілері бойынша ерекшеленеді:

құрылғымен қосылатын ажыратқыштар фазаларының саны бойынша:

- үш фазалы (ТАПВ);

- бір фазалы (ОАПВ);
- ажыратқыш жетегіне әсер ету тәсілі бойынша:
 - АҚҚ механикалық құрылғылары;
 - электрлік құрылғылар;
- іс-әрекет еселігі бойынша:
 - бір реттік;
 - бірнеше рет.

13.2 УАПВ қойылатын талаптар

АҚҚ құрылғылары:

- ажыратқышты авариялық ажыратудың барлық жағдайларында әрекет етуге және жұмыс істеуге тұрақты дайын күйде болу.
- тұтынушылардың қоректену үзілісінің ұзақтығын азайту үшін ең аз жұмыс уақыты болуы мүмкін.

Ең аз іске қосу уақыты уақытқа байланысты:

- жетектің іске қосуға дайын болуы (0,1 – 0,3 с);
- зақымдану нүктесінде ортаны деионизациялау (0,2 с);
- ҚТ тогын ажыратқаннан кейін ажыратқыштың ажырату қабілетін қалпына келтіру үшін қажетті ажыратқыштың дайын болуы (0,2 с).

Әдетте анықтаушы – жетектің 0,5-0,8 с болатын резервтегі дайындық шарты.

3. АҚҚ құрылғылары автоматты түрде берілген уақыт ұстанымымен ажыратқышты іске қосқаннан кейін жаңа әрекетке дайын күйге қайтарылуы тиіс. Құрылғы ҚТ-ға бірнеше рет қосуды жүргізбеуі тиіс, бұл АҚҚ уақытының кідірісімен қамтамасыз етіледі, егер ажыратқыш АҚҚ жаңа қосуға дайындық күйіне оралғаннан бұрын өшіп қалады.

Тәжірибе көрсеткендей, бір рет АҚҚ үшін ұстау уақыты 15-25 с болуы керек, екі рет әсер ететін АҚҚ үшін екінші циклден кейін дайындық күйіне оралу уақыты 60-100 с тең қабылданады.

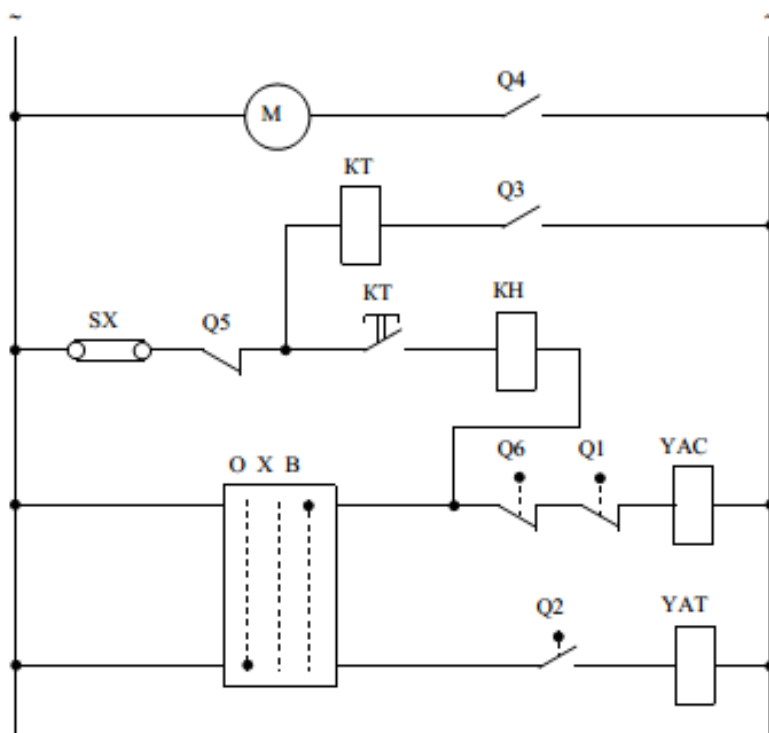
13.3 Автоматты қайта қосу құрылғыларының схемалары

Релелік қорғаныс схемалары сияқты электрлік АҚҚ құрылғысының схемалары тұрақты және айнымалы, оның ішінде түзетілген жедел токпен орындалады. Жұмыс кезінде әлі де кездесетін ажыратқыштардың кейбір түрлерінің жүк және серіппелі жетектерінің механикалық АҚҚ операциялық токты қажет етпейді, олар тікелей реледе жұмыс істейді және уақыт кідіріссіз жетекті қамтиды.

13.3.1 Айнымалы жедел токтағы құрылғылар

Айнымалы жедел ток болған кезде автоматты түрде қайта қосуды жүк және серіппелі жетектері бар ажыратқыштарда жүзеге асыруға болады

Схемада барлық көмекші контактілер ажыратқышқа және толығымен іске қосылатын серіппеге сәйкес келетін күйде көрсетілген. Серіппелерді орнату кезінде Q6 контактісі жабылмайды, серіппе толығымен басталмаған кезде қосқышты қосуға жол бермейді. Q5 контактісі ажыратқышты релелік қорғаныс өшірілгенде ғана автоматты түрде қайта қосуды қамтамасыз етеді. Уақыт релесі ажыратқышты өшірген кезде және Q3 қосалқы контактінің тұйықталуы кезінде іске қосылады. АҚҚ құрылғысының бір реттік әрекетін қамтамасыз ету үшін жетекті қосуға дайындаудың ең аз уақыты релелік қорғаныс уақытының ең көп кідірісінен және АҚҚ әрекет ету уақытынан артық болуы тиіс.



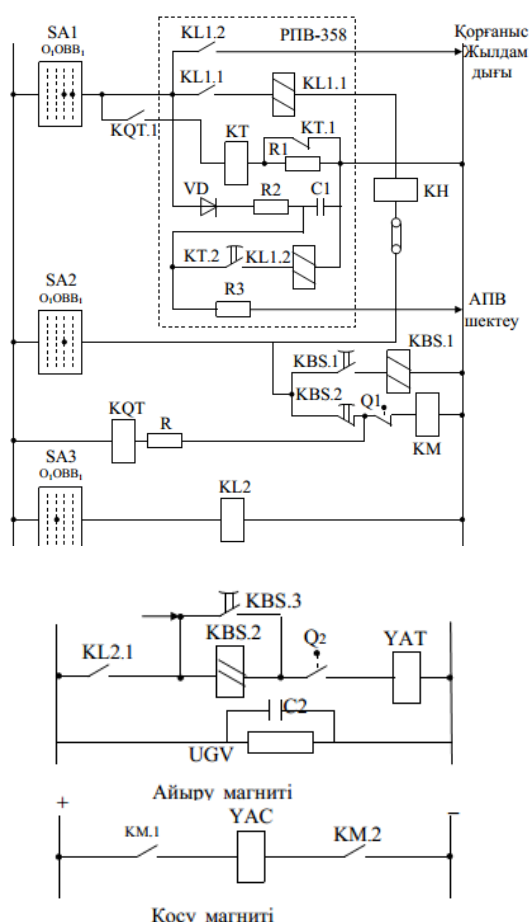
141

13.3.2 Түзетілген жедел тоқтағы УАПВ

АПВ құрылғысында рпв-385 кешенді релесі қолданылады, оған кіреді (сурет. 13.2):

- уақыт релесі, УАПВ іске қосу сәтінен бастап ажыратқыш тізбегінің тұйықталуына дейін уақыт ұстанымын тудырады;
- екі орамалы – KL1. 1 ток орамасы және KL1. 2 кернеу орамасы бар KL1 аралық релесі, релнің ажыратқыш тізбегін жабады;
- C1 конденсаторы, оның разрядының нәтижесінде KL1 релесі іске қосылады және УАПВ бір реттік әрекетін қамтамасыз етеді;
- R1 резисторлары-уақыт релесінің жылу тұрақтылығын қамтамасыз етеді, R2-C1 конденсаторының заряд жылдамдығын шектейді, R3 қорғаныс құрылғылары іске қосылған кезде C1 конденсаторын босатады, содан кейін АПВ болмауы керек;
- қуат көзінің кернеуі төмендеген кезде C1 конденсаторының разрядын болдырмайтын VD диоды.

Схемаға ажырату электромагнитінің оперативті тізбектерін және РПВ-358 релесін бөлу үшін KL2 аралық релесі енгізілді.



13.2-сурет. РПВ-358 релесін қолдана отырып түзетілген жедел тоқтағы АҚҚ құрылғысының схемасы

УАПВ схемасына екі орамды KBS құлыптау релесі кіреді. Реле KL1. 1 дәнекерлеу кезінде жұмыс тізбектеріндегі ақаулар кезінде ажыратқыштың бірнеше рет қосылуын болдырмауға арналған. Мұндай жағдайларда ажыратқышты өшіруге бірінші әсер еткен кезде KBS релесі іске қосылады және KBS түйіспесімен өзін-өзі ұстайды. 1 KBS орамасының тізбегінде. 1 және оның байланыс KVS.2 КМ электромагнит қосқышының контактор тізбегін ашады.

Схема келесідей әрекет етеді. Ажыратқышты кез-келген себеппен ажыратқан кезде, оның Q1 қосалқы түйіспесінің тұйықталуына байланысты, KQT ажыратқышының релесі іске қосылады және KQT.1 контактісін жабады, АПВ құрылғысын іске қосу тізбегінде. Уақыт релесі қуат алғаннан кейін КТ.1 байланысын ашады, уақытты сақтамай, реле орамасының жылу тұрақтылығына арналған резистор және КТ.2 кіреді, берілген уақыт кідірісімен KL1.2 орамасын С1 конденсаторына қосады. С1 релесінің разрядына байланысты KL1 релесі КМ қосқышының контактор тізбегіндегі контактіні іске қосады және жабады, оған KL1.1 релесінің орамасы қосылады. Ол KL1 релесін ажыратқыш толық қосылғанға дейін қозған күйде ұстайды, контактіні іске қосады және жабады.

С1 конденсаторы зарядталғаннан кейін схема жаңадан қайта қосуға дайын болады. Бұл ретте УАПВ бір рет әрекет етуі қамтамасыз етіледі, өйткені конденсатор ажыратқыштың күйі қосылған кезде ғана зарядталады.

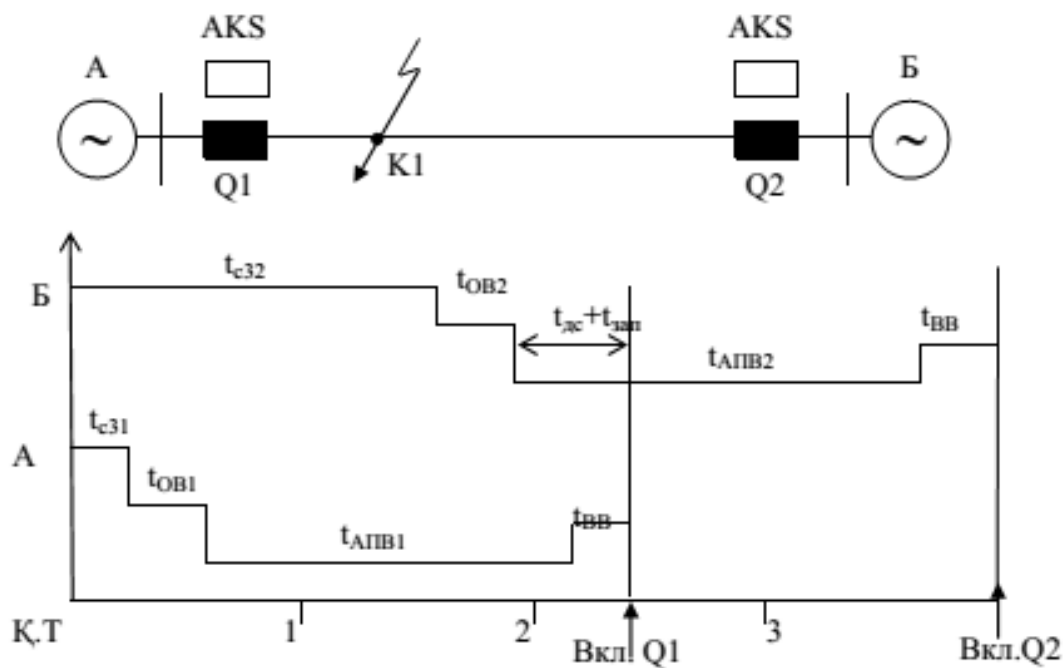
Қосу электромагниті УАС ажыратқышы өз қажеттіліктері трансформатордан қуат алады. УАТ ажыратқышын өшіретін электромагнит UGV қуат көзінің С2 зарядталған конденсаторынан қуат алады.

13.4 Екі жақты қуат көзі бар үш фазалы автоматты қайта қосу құрылғылары

Екі жақты қуат көзі бар желілерге арналған УАПВ схемасы бір жақты қуат үшін бірдей, айырмашылық тек Q1, Q2 ажыратқыштарын қосу үшін AKS1, AKS2 құрылғыларының жұмыс істеу уақытын таңдауда болады. Зақымдалған желіні өшіру каскадты түрде жүреді, сондықтан Q1, Q2 ажыратқыштарының АҚҚ-ның жұмыс істеу уақыты бірдей емес. Сондықтан АҚҚ іске қосу уақытын таңдау желілердің каскадты ажыратылуын ескере отырып жасалады (сурет 13.3).

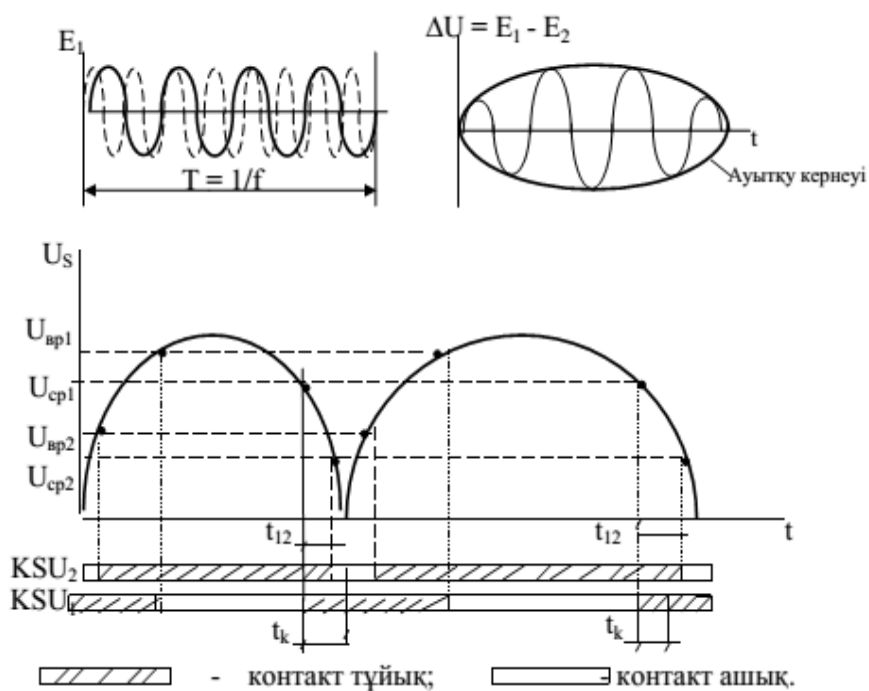
Уақыт кестелерінен мыналар:

$$\begin{aligned} t_{АПВ(1)} &= t_{c32} + t_{\partial c} + t_{zan} - (t_{c31} + t_{BB1}), \\ t_{АПВ(2)} &= t_{c31} + t_{\partial c} + t_{zan} - (t_{c32} + t_{BB2}). \end{aligned} \quad (13.1)$$



13.3-сурет. АҚҚ құрылғыларының параметрлерін таңдау үшін уақыт диаграммасы

13.5 Синхронизмді ұстаумен автоматты қайта қосу құрылғысы (АПВУС)



13.4-сурет. Жүйенің бөлінген бөліктерінің кернеу жиіліктерінің айырмашылығын бақылайтын органның жұмысын түсіндіретін диаграмма

АПВУС ажыратқыштарды кезекпен қосуды жүзеге асырады (екі жақты қоректендірілетін желілерде) алдымен кернеудің жоқтығын бақылау жағында, содан кейін жиілік айырмасын бақылау жағында ажыратқыштар қосылады. Жиілік айырмашылығын басқарудың қарапайым органы екі минималды кернеу релесінен тұрады. Екі реле де U_s соққы кернеуіне әкеледі. Уақыт релесі орамасының тізбегіндегі контактілерді екі реле жабық ұстайтын $T_{1,2}$ уақыты жиілік айырмашылығын сипаттайтын кернеудің өзгеру жылдамдығына байланысты. $T_{1,2}$ уақыты берілген t_k бақылау уақытына жеткен немесе одан асқан кезде қайта қосуға рұқсат етіледі.

14. КЕРНЕУДІ АВТОМАТТЫ РЕТТЕУ

14.1 Тағайындалуы, жалпы сұрақтар

Желілердегі кернеуді реттеу үшін қажет:

- тұтынушылардың кернеу режимін жақсарту;
- электр энергиясының сапасын арттыру;
- желідегі кернеудің рұқсат етілген жоғалуын экономикалық мақсаттылықпен анықталатын шекке дейін ұлғайту есебінен сымдардың металл шығынын азайту.

Желілердегі кернеу реттеледі:

- генераторымен;
- желілік реттегіштер;
- конденсаторлармен.

Генераторлармен кернеуді реттеу қозуды автоматты реттеу құрылғыларының (АРВ) көмегімен желінің басында жүзеге асырылады.

Желілік кернеу реттегіштері желінің кез-келген нүктелеріндегі кернеуді реттейді. Реттеуші тұтынушыға неғұрлым жақын болса, реттеу соғұрлым тиімді болады, бірақ сонымен бірге желіде көптеген реттегіштер қажет. Реттегіштер ретінде трансформаторлар немесе автотрансформаторлар жүктеме астында трансформация коэффициентінің өзгеруімен қолданылады. Қорытындылар әдетте жоғары кернеу орамасынан жасалады. Ауыстырып-қосқыш тізбектің үзілуінсіз ауыстырып-қосуды қамтамасыз ете отырып орындалады. Реттеу шегі $\pm 10\%$. Реттеуді автоматтандыру кернеу мен уақыт релесінен жүзеге асырылады, коммутацияны осы релемен басқарылатын электр қозғалтқышы жүзеге асырады. Конденсаторлармен реттеу желіге параллель немесе тізбектей түрде қосылған кезде жүзеге асырылады.

14.2 Қозуды автоматты реттеу құрылғылары (УАРВ)

УАРВ қалыпты режимде кернеуді реттеу үшін ғана емес, сонымен қатар қысқа тұйықталудан кейін кернеуді тез қалпына келтіру үшін де қолданылады, осылайша :

- электрмен жабдықтау жүйелерінің динамикалық тұрақтылығын арттырады;
- Электр қозғалтқыштарының өздігінен іске қосылуын жеңілдетеді;
- Релелік қорғаныстың жұмыс жағдайын жақсартады.

АРВ жұмыс принципі-автоматты реттегіш кернеудің немесе басқа электр шамаларының өзгеруін қабылдайды және оларды генератордың қозу тогының өзгеруіне айналдырады.

Әдетте келесі шамалар қолданылады:

- генераторының кернеуінің ΔU_r ауытқуы және dU_r/dt кернеуінің өзгеру жылдамдығы;

- Δf жиілігінің ауытқуы және df/dt жиілігінің өзгеру жылдамдығы;

- dI/dt генераторының қозу тогының өзгеру жылдамдығы.

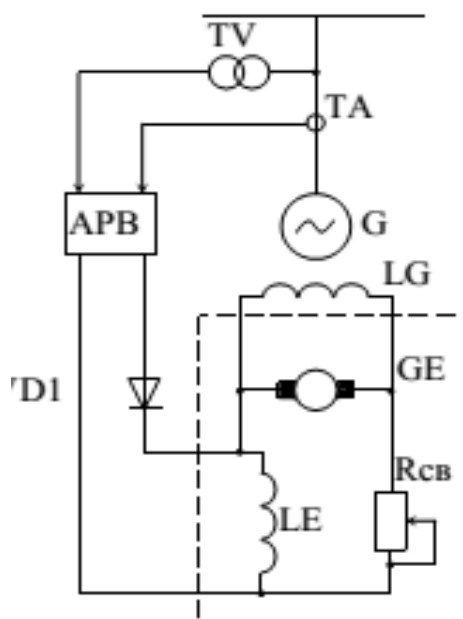
Реттегіш тізбегі қоздыру жүйесімен анықталады, оның негізгі элементтері қоздыру орамасы және оны қоректендіру үшін тұрақты кернеу көзі – қоздырғыш болып табылады. Осыған байланысты қоздыру жүйелері қолданылатын қоздырғыштың түріне қарай жіктеледі:

- электромашиналы;

- тиристорлы.

14.3 Тұрақты ток генераторы бар электр машиналық қоздыру жүйесі

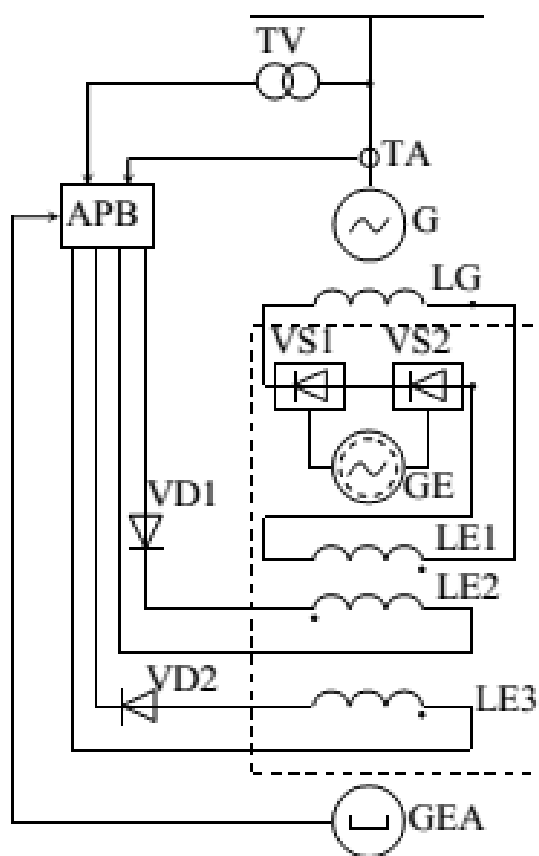
Қоздырғыш ретінде өзін-өзі қоздыру схемасы бойынша якорь орамасына параллель $R_{св}$ реостаты арқылы қосылған LE қоздыру орамасы бар GE тұрақты ток генераторы қолданылады (сурет. 14.1). LE орамасындағы ток өзгерген кезде қоздырғыштың кернеуі өзгереді, сондықтан LG синхронды генераторының қоздыру орамасындағы ток өзгереді. LE орамасындағы ток $R_{св}$ реостатының кедергісін өзгерту арқылы және APB құрылғысы жіберген қосымша ток арқылы өзгереді. Тұрақты ток генераторлары бар қоздыру жүйелері қуаты 100 МВт дейінгі синхронды генераторларда қолданылады. Шектеулер электромашиналық қоздырғышты дайындау қиындығымен байланысты, өйткені оның қуаты турбогенератор қуатының 0,4 – 0,6% құрайды.



14.1-сурет. Тұрақты ток генераторы бар электр машиналық қоздыру жүйесі

14.4 Диодты-электромашиналық қоздыру жүйесі

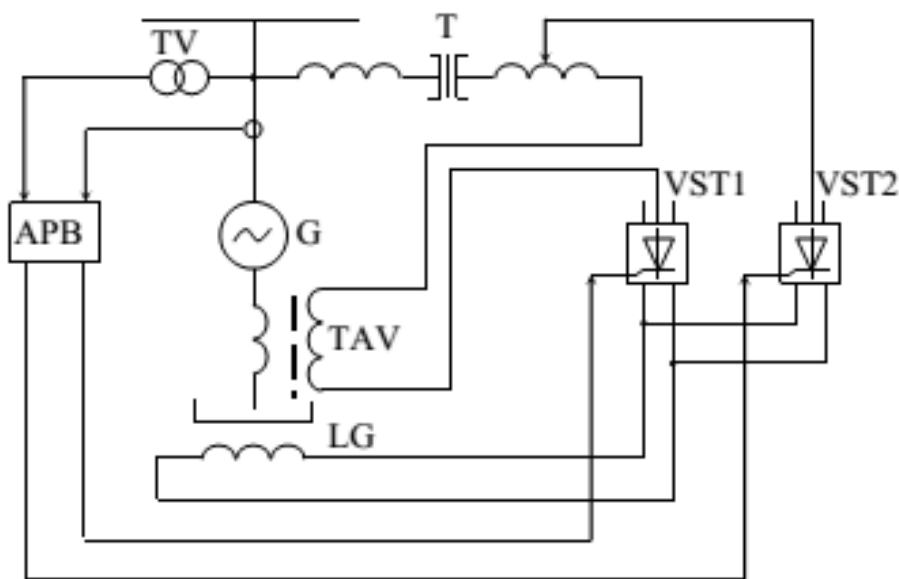
Бұл жүйеде GE қоздырғышы жоғары жиілікті индукторлы айнымалы ток генераторы болып табылады (сурет .14.2). Машинаның LE1 – LE3 қуат орамасы мен қоздыру орамалары статорда орналасқан, ал ротор он тісті доңғалақ (өзек) түрінде жасалған. Қоздыру орамаларында ток болған кезде және ротордың айналуында 500 Гц жиіліктегі ЭДС қоздырғышының қуат орамасында индукцияланатын импульсті магнит өрісі пайда болады. Орам vs1 және VS2 қуат түзеткіштеріне қосылған. Қоздырғыштың түзетілген кернеуі LG қоздыру орамасына жеткізіледі, оған қоздырғыштың LE1 қозу орамасы тізбекті түрде қосылады. Оның қозу орамасының қалған екеуі УАРВ-дан қуат алады. Қоздыру жүйесіне 400 Гц жиіліктегі үш фазалы айнымалы ток генераторы түріндегі GEA қоздырғышы кіреді. Қоздырғыштың қозу магнит өрісі роторда орналасқан тұрақты магниттер жасайды. Тасымалдаушы УАРВ қуат көзі ретінде қызмет етеді және турбогенератор іске қосылған кезде қоздырғыштың бастапқы қозуын тудырады. Қоздырғыш пен қайта қоздырғыш генератордың білігімен байланысты. Бұл қоздыру жүйесі қуаты 200 және 300 МВт турбогенераторлар үшін негіз болып табылады.



14.2-сурет. Диодты-электромашиналық қоздыру жүйесі

14.5 Тиристорлық қоздыру жүйесі

Турбогенераторларға арналған бұл жүйе өздігінен қозу схемасы бойынша орындалады. Қуат көзі G генераторының шығыстарына қосылған Т трансформаторы болып табылады. Апаттық жағдайларда қуат көзінің кернеуі TAV трансреакторын қолдану арқылы генератордың тогына пропорционалды кернеумен толықтырылады. Қозу жүйесіне екі басқарылатын тиристорлық түзеткіш кіреді. Бір VST1 апаттық жағдайларда кернеуді күшейтуге арналған. Ол қуат көзінің толық кернеуін және апаттық жағдайдағы трансреактордың кернеуін қамтамасыз етеді. Қалыпты режимде бұл түзеткіш іс жүзінде жұмыс істемейді, сондықтан негізгі түзеткіш VST2 болып табылады, ол Т трансформаторына қосылған, түзеткіштердің жұмысын АВР құрылғысы басқарады. Тиристорлық қоздыру жүйесі ұзартылған қатты жүктелген электр желілерімен байланысты синхронды генераторлардың параллель жұмысының тұрақтылығын арттыру үшін орнатылады. Бұл жүйе қуаттылығы 100 МВт болатын турбогенераторларда қолданылады.



14.3-сурет. Тиристорлық қоздыру жүйесі

15. АВТОМАТТЫ ЖИІЛІКТІ ТҮСІРУ (АЧР)

АЧР құрылғысы. АЧР құрылғысы жиіліктің апаттық төмендеуін болдырмау үшін энергия жүйесінде генерациялық қуат тапшылығы кезінде жұмыс істейді. Жиілік көшкіні дегеніміз не, жиілік төмендеген кезде әртүрлі тұтынушылар қалай әрекет ететінін білу керек; бұл өндіріс технологиясына қалай әсер етеді және бұл автоматика құрылғысы не үшін қолданылады. АЧР құрылғыларына қойылатын талаптарды және олардың параметрлерін есептеуді ескеру қажет. Өнеркәсіптік кәсіпорындар мен ауыл шаруашылығын электрмен жабдықтау жүйесінде жергілікті түсіру қолданылуы мүмкін. Бұл не үшін жасалынғанын, қандай схема бойынша және электр беру режимі параметрлерінің қандай ауытқуларымен түсінуіміз керек. Жиілігі бойынша әр түрлі іске қосу тағайыншамалары және әр түрлі тез әрекет етуі бар АЧР (І және ІІ) екі негізгі санаты қолданылады. Жиілік релесінің жұмыс принципін білу керек, АЧР схемасы қалай жүзеге асырылады, ажыратылатын қабылдағыштардың (ЧАПВ) автоматты түрде қайта қосылуы қалай қамтамасыз етіледі.

15.1 АЧР құрылғыларына қойылатын талаптар

Айнымалы ток жиілігі синхронды генераторлардың бұрыштық жылдамдығымен анықталады және электр энергиясының сапасының негізгі көрсеткіштерінің бірі болып табылады. Жиіліктің 50 Гц номиналды мәнінен ауытқуы $\pm 0,1$ Гц аспауы тиіс. Жиіліктің $\pm 0,2$ Гц аспайтын қысқа мерзімді ауытқуына жол беріледі. Энергия жүйесіндегі жиілікті персонал немесе турбогенераторлар турбиналарына будың және судың гидрогенераторлар турбиналарына жіберілуін өзгерту жолымен автоматты түрде қолдайды. Ток жиілігін реттеу генераторлар толық жүктелгенше мүмкін болады.

Жүйеде белсенді қуат резерві болмаған кезде генераторлардың бір бөлігін ажырату немесе жаңа тұтынушыларды қосу жиіліктің төмендеуімен қатар жүреді, бұл генераторлар шығаратын қуат пен олардың ЭДС төмендеуіне әкеледі және жиіліктің апаттық төмендеуіне (жиілік көшкіні) ғана емес, сонымен қатар кернеудің көшкін тәрізді төмендеуіне (кернеу көшкіні), сондай-ақ электрмен жабдықтаудың барлық жүйесінің бұзылуына әкелуі мүмкін. Мұндай жағдайларда берілген жұмыс режимін қалпына келтіру үшін аз жауапты тұтынушылардың бір бөлігі автоматты жиілікті түсіру құрылғыларының көмегімен автоматты түрде ажыратылады.

АЧР құрылғылары келесі талаптарды қанағаттандыруы тиіс:

- белсенді қуаттың тапшылығына, жиіліктің төмендеу себептерінің сипатына қарамастан энергия жүйесінің қалыпты жұмысын қамтамасыз ету;

- жиіліктің 45 Гц-ден төмен қысқа мерзімді төмендеуіне де жол бермеу;
- < 47 Гц жиіліктегі жұмыс ұзақтығы 20 с, ал < 48,5-60 с жиіліктегі жұмыс ұзақтығы;
- қуат тапшылығы туындаған кезде тұтынушыларды ажыратуды қамтамасыз ету және кернеу жиілігінің көшкініне жол бермеу;
- авариялық режимдерде кезектілікке сәйкес жауапты неғұрлым аз жауапты тұтынушыларды ажырату;
- жиілікті энергия жүйесінің номиналды деңгейіне дейін қалпына келтіру;
- АҚҚ, РАҚ құрылғыларымен келісілген әрекет ету;
- жиіліктің қысқа мерзімді төмендеуі кезінде әрекет етпеу.

15.2 УАЧР параметрлерін таңдау

Әр түрлі авариялар кезінде белсенді қуаттың жетіспеушілігі әртүрлі болуы мүмкін болғандықтан, жиілік төмендеген кезде ажыратылатын УАЧР кезекке бөлінуі керек. Бұл белсенді қуаттың аз жетіспеушілігімен артық тұтынушыларды ажыратуды болдырмау үшін қажет.

АЧР негізгі екі санаты қолданылады: УАЧРІ және УАЧРІІ

АЧРІ құрылғысы апаттың алғашқы кезеңінде жиіліктің төмендеуін тежеуге арналған (жиіліктің 45 Гц дейін төмендеуіне жол бермеу). 0,3 с аспайтын уақыт кідірісі бар барлық кезектер үшін бірыңғай жылдам әрекет ететін УАЧР және жиілігі бойынша әр түрлі іске қосу тағайыншамдары бар 49 – 46,5. Келесі кезек бойынша іске қосылу жиілігі жиілік бойынша селективтілік сатысына алдыңғы кезектің іске қосылу жиілігінен аз, селективтілік сатысы 0,1 Гц ең аз рұқсат етіледі. АЧРІ құрылғыларына қосылатын тұтынушылардың қуаты мына өрнек бойынша анықталады

$$P_{АЧРІ} > P_D - P_P + 0,05 \quad (15.1)$$

мұндағы P_D - генерацияланатын қуаттың тапшылығы;

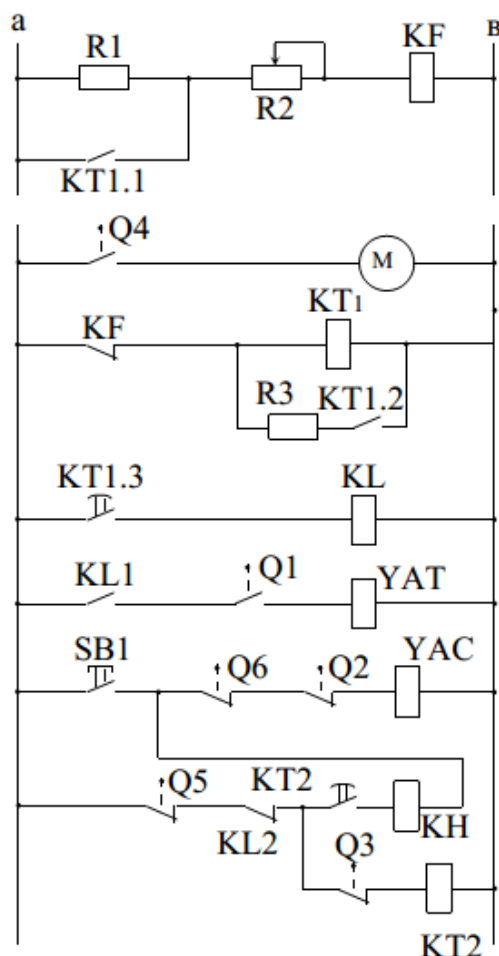
P_P - жұмыс істеп тұрған генераторлардың белсенді қуатының резерві.

АЧРІІ құрылғысы да кезектерден тұрады, бірақ 49 Гц жиілігі бойынша бірдей орнатумен, бірақ уақыт ұстанымымен ерекшеленеді. Уақыт бойынша ең аз тағайыншама 5...10 с, ал ең жоғары тағайыншама – 60 – 90 с селективтілік сатысы 3 С тең болып қабылданады. Егер көрсетілген уақыт ішінде УАЧРІ әрекетімен жиілікті қалпына келтіру мүмкін болмаса және ол 48 Гц және одан төмен қолайсыз төмен деңгейде орнатылса (қатып қалса), онда УАЧРІІ кезектері жұмыс істей бастайды және тиісті уақыт ұстанымдарымен әдетте неғұрлым жауапты қосымша жүктемені ажыратады. УАЧРІІ қосылған жиынтық жүктеме салыстырмалы бірліктерде $P_{АЧРІІ} > 0,4P_{АЧРІ}$.

15.3 УАЧР және жиілікті автоматты қайта қосу схемасы

Бұл схема келесі жиілікті автоматты түрде қайта қосумен бір УАЧРІІ кезегін орындауға мүмкіндік береді (сурет 15.1).

Жиілік белгіленген күйге дейін төмендеген кезде КҒ жиілік релесі іске қосылады және КТ1 уақыт релесінің тізбегін контактімен жабады, ол жиілік релесінің параметрлерін өзгерте отырып, КТ1.1 контактісін бірден жабады, ал КТ1.2 контактісі ораманың жылу тұрақтылығын қамтамасыз ете отырып, R3 резисторын ораманың тізбегіне енгізеді. Берілген уақыт кідірісі аяқталғаннан кейін КТ1. 3 контактісі жабылып, КЛ релесі іске қосылады. Оның байланыс КЛ.1 ҰАТ электромагнит тізбегінде және КЛ2 түйіспесінде іске қосу тізбегінде КТ2 уақыт релесі ашылады. Бұл жағдайда ажыратқыш өшіріледі, ал АҚҚ әрекеттен шығарылады. Бұл жағдайда схема жиілік КҒ жиілік релесін қайтару үшін өзгертілген параметрге дейін қалпына келтірілгенге дейін болады. Бұл жағдайда КТ2 уақыт релесі уақыт кідірісі аяқталғаннан кейін ҰАС катушкасымен ажыратқышты қосады. Ажыратқышты қорғаныспен өшіру АҚҚ тыйым салумен қатар жүрмейді және схема әдетте әрекет етеді.



15.1-сурет. Жиілік релесін ЧАПВ тағайыншамасына ауыстырып қосумен
АЧРІІ бір кезегінің схемасы

ҚОРЫТЫНДЫ

Кез келген электр энергетикалық жүйені пайдалану кезінде онда зақымданулар мен қалыпты жұмыс режимдерінің пайда болатыны практикадан белгілі. Олардағы зақымданудың ең көп таралғаны және ең қауіпті түрлері қысқа тұйықталу болып табылады. Сондықтан электр жабдықтау жүйелерінің сенімді жұмыс істеуі, автоматты басқару арқылы мүмкін болады. Бұл мақсатта релелік қорғаныс және автоматика құрылғылары бірінші кезекте қолданылады.

Бұл оқу құралында электрмен жабдықтау жүйелеріндегі релелік қорғаныс және автоматика құрылғыларының жалпы сұрақтары қарастырылған. Релелік қорғаныстың тағайындалуы, электрмен жабдықтау жүйелеріндегі зақымдану түрлері, қалыпты емес жұмыс режимдері, релелік қорғанысқа қойылатын талаптар, автоматиканың функциялары жөнінде ақпараттар берілген.

Өлшеуіш трансформаторлар, реленің түрлері, тоқтық қорғаныс, оның параметрлері, қорғаныстың сатылары, тоқтық кесу, максималды тоқтық қорғаныс, тоқтық қорғаныстың схемалары, бағытталған тоқтық қорғаныстың әрекет ету принципі, параметрлерін таңдау, қорғаныстың негізгі органдары туралы мәліметтер келтірілген.

Электр қондырғыларының элементтерін қорғау үшін дифференциалды принцип кеңінен қолданылады, оларды жүзеге асыратын көлденең және бойлық қорғаныс жөнінде мәліметтер берілген. Талғаулық және тез әрекет ету талаптарын қамтамасыз ету мақсатында қашықтықтан қорғау жөнінде толық мәліметтер қарастырылған.

Сонымен қатар, оқу құралында трансформаторлардың қорғанысы, генераторлар мен электр қозғалтқыштарының қорғанысы және автоматикасы, яғни оларда болатын зақымдану түрлері, қалыпты емес жұмыс режимдері, түрлі қысқа тұйықталудан қорғау туралы ақпараттар бар.

Электрмен жабдықтау жүйелеріндегі резервтік қорек көзін автоматты қосу құрылғылары, кернеуді автоматты реттеу, жиілікті автоматты түсіру құрылғылары жөнінде толықтай айтылған.

ПАЙДАЛАНЫЛҖАН ӘДӘБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Крючков И.П. Короткие замыкания и несимметричные режимы электроустановок / И.П. Крючков, В.А. Старшинов. - 2-е изд., стереотипное – М. : Издательский дом МЭИ, 2011.
2. Дьяков А.Ф. Микропроцессорная автоматика и релейная защита электроэнергетических систем : учеб.пособие для студ. вузов, магистрантов и аспирантов / А. Ф. Дьяков, Н. И. Овчаренко. - 2-е изд., стер. - М. : Издательский дом МЭИ, 2010. - 336 с. : ил
3. Андреев, В.А. Релейная защита систем электроснабжения в примерах и задачах: Учеб. пособие / В.А. Андреев. – М. :Высш. шк., 2008. – 252 с.
4. Окин А.А. Противоаварийное управление в ЕЭС России /Окин А.А., В.А. Семенов. – М. : МЭИ, 1996, серия «Электроэнергетика. Подготовка персонала».
5. Шабад М.А. Автоматизация распределительных электрических сетей с использованием цифровых реле / М.А. Шабад. - М. : НТФ Энергопрогресс, 2000, Библиотечка электротехника, приложение к журналу «Энергетик», Вып. 9(21).
6. Басс Э. И. Релейная защита электроэнергетических систем / Э.И. Басс, В. Г. Дорогунцев; под ред. А.Ф. Дьякова. - М. : МЭИ, 2002.
7. Шабад М.А. Расчеты релейной защиты и автоматики распределительных сетей: монография. / М.А. Шабад– СПб. : ПЭИПК, 2003. – 350 с.
8. Андреев В. А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения / В. А. Андреев. - М. : Высшая школа, 2006.
9. Басс Э. И. Релейная защита электроэнергетических систем : учеб. пособие для студ. вузов / Э. И. Басс, В. Г. Дорогунцев ; ред. А. Ф. Дьяков. - 2-е изд., стер. - М. : Издательский дом МЭИ, 2006. - 296 с. : ил
10. Панфилов А.И. Настольная книга энергетика / А.И.Панфилов. - М. :Энергосервис, 2008.
11. Ерофеев А.А. Теория автоматического управления : учебник для студ. вузов / А. А. Ерофеев. - 3-е изд., стер. - СПб. : Политехника, 2008. - 302 с.
12. Шнеерсон Э.М. Цифровая релейная защита. / Э.М Шнеерсон. - М.: Энергоатомиздат, 2007.
13. Копьев В.Н. Релейная защита. Принципы выполнения и применения. Учебное пособие. / В.Н. Копьев. -Томск; Изд.ТПУ, 2001.

Оқу басылымы

БУЛАТОВ АЛМАТ АЙСАГАЛИЕВИЧ,

аға оқытушы, магистр

ВИЧКУТКИНА АЛЕКСАНДРА ПАВЛОВНА,

Доцент

РЕЛЕЛІК ҚОРҒАНЫС ЖӘНЕ АВТОМАТИКА

ОҚУ ҚҰРАЛЫ

29.05.2023 ж. басуға қол қойылды
Пішімі 30x42 ¼ Офсетті қағаз 80 м/г
Көлемі 9,7 б.т. Тап.№179
Таралымы 500 дана

*Дайын түпнұсқасының сапасына
толық сәйкестікте басылды*

«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан
аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ
090009 Орал қ., Жәңгір хан көшесі, 51