Релелік қорғаныс Дәріс конспектілері

**Дәріс 1.**

**Реле және релелік қорғаныстың тағайындалуы. Релелік қорғаныс құрылғыларына қойылатын негізгі талаптар**

**Мақсаты: РАҚ құрылғыларына қойылатын талаптарымен, релелік қорғаныстың құрылымдық сұлбалармен студенттерді таныстыру.**

РАҚ құрылғыларына қойылатын талаптар:

-Іріктеушілік.

-Тез әрекеттік.

-Сезгіштік.

-Сенімділік.

Релелік қорғаныстың құрылымдық сұлбалары

Уақытында іс-шаралар қолдансақ, қауіпті жағдайдың алдын алуға болады (мысалы, көтерілген ток немесе кернеуді төмендетсек болғаны). Егер қондырғы немесе жүйеде қауіпті режим пайда болса, онда оны дер кезінде берілген уақыттарда өшіріп тастау керек. Ал, бұл автоматты құрылғы арқылы ғана жүзеге асады. Осы себептен электр жабдықтарын және оның элементтерін қауіпті жағдайлардан және бір қаліпті емес режимдерден автоматты құрылғылар арқылы қорғайды. Бірінші кезекте автоматты құрылғы (қорғаныс) ретінде балқымалы сақтандырғыштар қолданылды. Кейін қорғаныс құралы ретінде электрлі автомат- релесі арқылы қолданылды. Сондықтан қорғаныс құрылғыларды жасауда релелі пайдаланғандықтан, оны релелік қорғаныс деп атады.

Релелік қорғаныс (РҚ) ЭЖ (Электрмен жабдықтау ) элементін үздіксіз бақылай отырып, бұзылулар мен нормальді емес режим кезінде бірден әсерге келеді. Бұзылулар кезінде релелік қорғаныс бұзылған участокты анықтап, оны ЭЭС-тен ажыратады, күштік ажыратқыштарға Q әсер береді, ол өз кезінде үлкен токтарды ажыратады. Нормальді емес режимде релелік қорғаныс бұзылуды анықтап, бұзылу түріне қарай ажыратады немесе автоматты түрде операцияларды өзі қолдануы керек. Болмаса жедел қызмет көрсетушіге сигнал беру арқылы нормальді емес режимді қалпына келтіру үшін керекті жұмыстар атқарылады. Ппайдаланудың қиындығы−уақыт бойында энергияның тұрақты берілмеуі және оның аудан бірлігіндегі аз тығыздығы. Сондықтан, мысалы, күн энергиясын жақын арада оңтүстік аудандарда төменгі температуралық жылумен жабдықтауға пайдаланады.

Релелік қорғаныстың мақсаты және оның энергожүйедегі алар орны. Элементтік базаның конструктивті дамуының кезеңдері және оның даму тенденциясы. Релелік қорғанысқа қойылатын негізгі талаптар және негізгі қасиеттері.
Энергожүйенің магистралді желілерінің және тарату тораптарының негізгі қасиеттері.
Энергожүйенің қалыпсыз жұмыс режимдері және зақымдану түрлері.
Релелік қорғаныстың элементтік базасы. Өлшеуіш, логикалық, сигналдық және
орындаушы мүшелері. Оперативті ток көздері.Тарату тораптарының релелік қорғанысының сұлбалары. Жоғары және аса жоғарыкернеудегі күштік және коммутациялық құралдардың конструкциялық ерекшеліктері.Жоғарыжиілікті қорғаныстар туралы жалпы түсінік.

**Бақылау сұрақтары:**

РАҚ құрылғыларына қойылатын талаптар:

-Іріктеушілік деген не?

-Тез әрекеттік деген не?

-Сезгіштік деген не?

-Сенімділік деген не?

Релелік қорғаныстың құрылымдық сұлбалары

**Дәріс 2**

**Тұрақты және айнымалы оперативтік ток көздері**

 **Мақсаты:** Айнымалы  және  түзетілген  оперативті  тоқ  көздері және ҚС электр сұлбасына қойылатын талаптарды қарастыру.

-Айнымалы  және  түзетілген  оперативті  тоқ  көздері

- ҚС электр сұлбасына қойылатын талаптар

- Ажыратқыш аппараттар-шапқыштар

Тұрақты  асқын  зарядталу тәртібінде шинаға  қосылатын  элементтер  саны

         мұнда *n0*— батареядағы  негізгі  элементтер  саны;

*UШ*— шинадағы кернеу;

*UПЗ* – асқын зарядталу тәртібіндегі элементтегі кернеу (2,15 В).

Егерде  UШ = 230 В, деп  қабылдасақ  онда

 Заряд  тәртібінде  элементтегі  кернеу  2,7 В  болса шинаға   қосылатын

 элементттер

.

         Апатты  разряд  режімінде  элементтегі    кернеу 1,75 В  болып ал шиналарда  номиналдыдан (220 В)  төмен  болмаса элементтер  болады


мұнда *n*—батареялар  элементтерінің   жалпы  саны.

Элементті коммутаторға   *n = nmin = 125 - 85 = 40* элементтер   қосылады.

N батареясының  типтік   номері келесі  формула  арқылы  таңдалады


мұнда *Iав*—қалыптасқан жарты сағаттық  апатты разрядтың, жүктемесіА;

*1,05* — қор коэффициенті ;

 *j –*электролит температурасына тәуелді бірінші аккумулятор нөмеріне келтірілген *A/N,* апатты разрядтың рұқсатты жүктемесі.

Алынған нөмер жақын үлкен  типтік  нөмерге  дейін  жинақталынады.

Таңдалған аккумуляторды  неғұрлым үлкен серіппелі  тоққа  тексеру  керек

*46N ≥ Iт,max,*

мұнда *46 –*рұқсатты  асқын  жүктелуді  ескеретін коэффициент;

*Iт,max= Iав+Iпр ;*

*Iпр*— апатты тәртіптің соңында қосылатын, электромагнитті ажыратқыштар жетегі тұтынатын тоқ.

Асқын  зарядты  құрылғы қалыпты  тәртіпте тұрақты  қосылған  жүктемені  қоректендіреді және батареяны  зарядтайды. Аскын зарядтау  тоғы  *0,037N*, *А* болуы керек, бірақ мүмкін  болатын ұзақ мерзімге разрядталуды  ескеріп, бұл  тоқты  *0,15N*, тең  деп  алады

*Iпз = 0,15N+Iп*

        мұнда *Iп*— тұрақты  қосылған  жүктеме  тоғы.

 Коммутацияның бірінші тізбегіндегі коммутациялық аппараттар-ажыратқыштар, айырғыштар, қысқа тұйықтағыштар, бөлгіштер және т.б.

 Коммутацияның екінші тізбегінде-релелік қорғаныс, автоматика, өлшеуіш аспаптар.

 Ажыратқыш аппараттар-шапқыштар (рубильники), ауа автоматы, балқыма сақтандырғыштар, түйістіргіштер (контакторы), магниттік іске қосқыштар (магнитные пускатели), босатқыштар және жоғары вольттік ажыратқыштар жатады.

 Қажетті жағдайда қ.т.т. шамасын шектейтін аппараттар-реакторлар, электр қондырғыларын асқын кернеуден қорғайтын-разрядтауыштар қолданылады.

Бақылау сұрақтары:

1.Айнымалы  оперативті  тоқ  көздеріне не жатады?

2. Түзетілген  оперативті  тоқ  көздеріне жатады?

3.ҚС электр сұлбасына қойылатын талаптарды атаңыз

**Дәріс 3.**

**Ток трансформаторлары орамаларының қосылуының типтік сұлбалары**

**Дәрістің мазмұны:** ток трансформаторларының негізгі қосылу сұлбалары, әртүрлі ҚТ арналған векторлық диаграммалар келтірілген.

**Дәрістің мақсаты:** ток трансформтаорларының негізгі қосылу сұлбаларымен танысу және әртүрлі ҚТ түрлеріндегі екіншілік токтардың таралуын анықтау, сұлба коэффициенті туралы түсінік алу.

**3 Ток трансформаторлары орамаларының қосылуының типтік сұлбалары**

**3.1 ТТ және реле орамаларының толық жұлдызшаға қосылу сұлбалары**

Ток трансформаторлары барлық фазаларда орналастырылады. ТТ екіншілік орамалары мен реле орамалары жұлдызша болып қосылады, және де олардың нөлдік нүктелері нөлдік деп аталатын бір сыммен қосылады (1.1 суретті қара). Нөлдік нүктеге ТТ орамаларының бір аттас қыстырғыштары қосылады. Жебемен ТТ орамаларының полярлығы ескеріліп, біріншілік және екінішілік токтарының оң бағыттары шартты түрде көрсетіліп, нүктемен белгіленген.



3.1 сурет - ТТ және реле орамаларының жұлдызшаға қосылу сұлбасы

3.1 суретте көрсетілгендей үш фазалы ҚТ және қалыпты режімде, *I, II жәнеIII* релелерде I*а =* IA / KI; Ib = IB /KI*;Ic = IC / KI,* фазаларының тогы өтеді; ал нөлдік сымда олардың геометриялық соммасы:

       Iн.п = (Iа + Ib+ Iс),                                        (1.1)

Олар симметриялық режімде нөлге тең (1.2, а суретті қара). Екі фазалық ҚТ кезінде ток зақымдалған екі фазада ғана және сәйкесінше зақымдалған фазаға қосылған ТТ релесінде өтеді (1.2, *б* суретті қара*)*, зақымдалмаған фазада ток болмайды:

IC = -IB.

Реледегі ток үш фазаның екіншілік токтарының геометриялық соммасына тең:

Ip= Iа + Ib+ Ic = 3I0.

Қарастырылған сұлба НТ токтардың сүзгіші болып табылады. Реледегі ток тек бір және екі фазалық жерге ҚТ пайда болады. Сондықтан да сұлба жерге ҚТ РҚ қолданылады. Релені 1.6 суреттегідей қосылуы оның 1.1 суреттегідей жұлдызшаның нөлдік сымына қосылғанымен тең.

Бақылау сұрақтары:

РАҚ құрылғыларына қойылатын талаптар:

-Іріктеушілік деген не?

-Тез әрекеттік деген не?

-Сезгіштік деген не?

-Сенімділік деген не?

Релелік қорғаныстың құрылымдық сұлбалары

**Дәріс 4.**

**Бағытталмаған ток қорғаныстары**

**Дәрістің мазмұны:** 10 – 35 кВ тораптардағы фаза аралық ҚТ ток қорғанысының негізгі түрлері келтірілген.

**Дәрістің мақсаты:** максималды ток қорғанысының әсер етуін, ток үзіндісін, селективтілікке жетудің әдісі мен сезімталдық коэффициентін жоғарылатуды үйрену.

**4.1 Максималды ток қорғанысы. Ток қорғанысының әсер ету принципі**

ҚТ пайда болуының белгілерінің бірі ЭЖЖ токтың жоғарылауы болып табылады. Бұл белгі токтық деп аталатын РҚ орындауда қолданылады. Токтық РҚ ЭЖЖ фазаларындағы ток белгілі бір мәннен асқан кезде іске қосылады. Токтың жоғарылауына әсер ететін реле ретінде максималды ток релесі қызмет етеді.

Токтық реле максималды ток релесі және ток үзіндісі болып бөлінеді. Бұл РҚ  басты айырмашылығы селективтілікті қамтамасыз етуде болып табылады. Максималды токтық РҚ селективтілігінің әсері уақыт ұстанымы арқылы жасалады. Ток үзіндісінің селективтілігі сәйкес іске қосылатын токты таңдау арқылы қатамасыз етіледі.

**Қорғаныстың селективтілігі және әсер ету принципі**. Максималды ток қорғанысы (МТҚ) бір жақтан қоректендірілетін тораптағы РҚ негізгі түрі болып табылады. Олар әр ЭЖЖ басының қоректендіру жағында орналасады (2.1, а суретті қара). Әр ЭЖЖ өзіндік РҚ болады, ол одан қоректенетін ҚС шинасында және көршілес ЭЖЖ резервінде тұрған РҚ, ЭЖЖ өзінде зақымдалу болған жағдайда ажыратады.

Тораптың қандай да бір нүктесінде, мысалы К1 нүктесінде ҚТ болса, қоректендіру

көзі мен зақымдалған жердің арасындағы ҚТ тогы тораптың барлық учаскелерінен өтеді, нәтижесінде барлық РҚ іске қосылады (1, 2, 3, 4). Селективтілік шарты бойынша зақымдалған ЭЖЖ орналасқан 4 РҚ өшірілуі қажет. Көрсетілген селективтілікті қамтамасыз ету үшін МТҚ уақыт ұстанымымен жұмыс жасайды, ол 2.1, б суретте көрсетілгендей тұтынушыдан қоректендіру көзіне қарай өседі. Осы принципті ұстанған жағдайда К1 нүктесіндегі ҚТ кезінде МТЗ *4* іске қосылып басқалардан бұрын зақымдалған ЭЖЖ өшіреді. Уақыт ұстанымы жоғары *1, 2* және *3* қорғаныстары өшірілмей тұрып өз қалпына келеді. Сәйкесінше К2 нүктесіндегі ҚТ кезінде бәрінен бұрын МТЗ *3* іске қосылады, ал уақыты көп МТЗ *1* және *2* іске қосылып үлгермейді.



а) МТҚ орналасуы; б) сатылық принципімен таңдалған МТҚ уақыт ұстанымы.

2.1 сурет – Радиалды тораптағы максималды токтың  РҚ

Бақылау сұрақтары:

1. Максималды ток қорғанысын сипаттаңыз.

2.Ток қорғанысының әсер ету принципін сипаттаңыз

3.Қорғаныстың селективтілігі және әсер ету принципін сипаттаңыз.

4. Тұрақты оперативті токтағы МТҚ принципиалды сұлбасы.

**Дәріс 5.**

**Бағытталған ток қорғаныстары**

**Дәрістің мазмұны:** екі релелік орындаудағы бағытталған қорғаныстың сұлбасы және оның желідегі ҚТ кезіндегі жұмысы келтірілген.

**Дәрістің мақсаты:** екі қоректендіру көзі бар тораптардағы бағытталған қорғаныстың  қажеттілігін анықтау және бағытталған қорғаныстың қызмет жасау принципін қарастыру.

**5.1 Екі жақты қоректендірілген тораптардағы бағытталған ток қорғанысы**

Бағытталған РҚ ҚТ қуатының белгілі бір бағытында қызмет жасайды. Бағытталған РҚ қолдану екі жақты қоректендірілетін (5.1, а суретті қара)

тораптарда және бір жақты қоректендіруі бар (5.1, *б* суретті қара*)* сақиналық тораптарда қажет.

Екі жақты қоректендіру кезінде ҚТ орындары РҚ зақымдалуын жою үшін қорғалатын ЭЖЖ екі жағында да (3.1 суретті қара*)* орналасуы қажет.

ҚТ РҚ ең оңай әдісі бір жақты қоректендірілетін тораптардағыдай, ҚТ тогының пайда болуына әсер ететін қорғаныс бола алады. Бірақ токтың ғана шамасына қарайтын жоғарыда қарастырылған қарапайым МТҚ,  мұндай тораптарда зақымдалудың селективті түрде ажырауын қамтамасыз ете алмайды.

|  |
| --- |
|  |

а) радиалды торап;     б) сақиналық тізбек.

5.1 сурет – екі жақты қоректендірілген тораптың сұлбасы және осы тораптарға РҚ орналастыру

Оның селективті қызметі үшін қорғалатын қосылу жерінен өтетін қуат белгісін сезетін бағыт релесімен толықтыру қажет. 3.1 суретте берілген тораптағы барлық ЭЖЖ МТҚ орнатылған деп олардың біреуінің жұмысын қарастырып көрсек - мысалы 5'. К1 нүктесіндегі ҚТ кезінде *5'* қорғанысының уақыт ұстанымы 6', 7'және 8' РҚ яғни*,* t5'< t6', t7'және t8'.қызмет ету уақытынан аз болуы қажет. К2 нүктесіндегі ҚТ болған жағдайда, МТҚ 5' РҚ 6' (t5'> t6') жәй болуы керек. Екі шарттың да бірдей орындалуы тиіс. Бірінші шарт (яғни t5'< t6') орындалған жағдайда МТҚ 5' W3 ҚТ болғанда селективті қызмет етпейді.

Бұл селективтілік еместікті МТЗ 5' шинадан ЭЖЖ ҚТ қуаты бағытталған кезде ғана іске қосылатын 5 бағытталған қорғаныспен ауыстырып жоюға болады. Бұл кезде 5 РҚ ҚТ кезінде W3 әсер етпейді, себебі бұл кезде қуаттың ҚТ желіден шинаға бағытталады да екінші шарт (t5> t6) қажет болмайды. Сатылы принциппен бір бағытта жұмыс жасайтын РҚ уақыт ұстанымын таңдағанда, тораптың басқа МТҚ бірдей орындалуы кезінде зақымдалудың селективті ажыратылуы мүмкін болмайды.

Жоғарыда аталғандардың нәтижесі бойынша екі жақты қоректендірілген тораптағы РҚ селективтілігінің орындалуының принциптерін жасауға болады:

1) қорғаныс ЭЖЖ екі жағынан да орнатылуы тиіс және ҚТ пайда болған кезде өшіруге қызмет жасауы қажет, егер қуат шинадан желіге бағытталған болса (5.1 суретті қара);

2) Қуаты бір бағытта жұмыс жасайтын РҚ уақыт ұстанымы сатылық принцип бойынша қоректендіру көзіне қарай жоғарылауы тиіс: А қорек көзінен әсер ететін РҚ уақыт ұстанымы t6< t4< t2*;* В қорек көзінен әсер ететін РҚ уақыт ұстанымы t3<t5<t7.

Бақылау сұрақтары:

1. Екі жақты қоректендірілген тораптардағы бағытталған ток қорғанысы

2. Электр механикалық релелі бағытталған МТҚ екі фазалық сұлбасы

3.Қорғаныстың селективтілігі және әсер ету принципін сипаттаңыз.

4. Бағытталған ток қорғанысының әсер етуі және функционалдық сұлбасы.

**Дәріс 6.**

**Тұйықталу токтары жоғары тораптардағы жерге қысқа тұйықталудан токтық қорғаныстар**

**Дәрістің мазмұны:** бейтарабы терең жерлендірілген тораптардағы жерге тұйықталудан жерліні қорғаудың сұлбасы келтіріліген, оның қызмет жасау принципі қарастырылған.

**Дәрістің мақсаты:** бейтарабы терең жерлендірілген тораптардағы нөлдік тізбектегі токтың таралуын және жерге ҚТ бағытталмаған сонымен қатар бағытталған қорғаныстың сұлбасының түрлерін қарастыру.

**6.1 Бейтарабы жерге қысқа тұйықталуған тораптардағы жерге қысқа тұйықталудан қорғаныс**

ЭЖЖ жерге (бір және екі фазалы) ҚТ қорғау үшін нөлдік тізбектегі ток пен қуатты сезінетін РҚ қолданылады. Бұл РҚ әлдеқайда қарапайым және жоғарыда қарастырылған фазаның толық тогына әсер ететін МТҚ қарағанда бірнеше артықшылықтары бар. Нөлдік тізбектегі қорғаныс МТҚ нөлдік тізбегі түрінде және қарапайым сонымен бірге бағытталған үзінді ретінде жасалады.



6.1 сурет–Тораптағы бір фазалы ҚТ (а) және I0 тогының U0 (б) әсері арқылы өтуі

Бір фазалы ҚТ кезінде зақымдалған жердегі НТ тогы IОК зақымдалған фазадағы ҚТ тогының 1/3 тең және фаза бойынша онымен бірдей болады, ал ҚТ нүктесіндегі кернеу зақымдалмаған фазалардың кернеуінің геометриялық соммасының 1/3 тең.

Қорғалатын W1 ЭЖЖ (6.1 суретті қара) немесе одан кейін орналасқан W2 бөлігінде ҚТ болған кезде КАжәне KW релелері іске қосылып И кірмесіне (6.1 сурет) сигнал береді. Сонымен жерге ҚТ кезінде I0 токтарының пайда болуы, тек бейтарабы жерлендірілген трансформаторлар бар торапта ғана болады. Бірнеше жерлендірілген бейтарабы болса зақымдалу орнында НТ тогы оның тарамдарының кедергісіне пропорционал кері таралып кетеді.

РҚ кемшілігінің бірі оның толық емес фаза режимі кезіндегі токқа әсер ететіндігінде және ТТ екіншілік тізбегінде фаза сымы үзілсе жалған жұмыс жасауы мүмкін, ал НТ БТҚ ҚТ алыс қашықтықта болса, кернеу бойынша тыныш зонада болады. РҚ тұрақтылық зонасының басты шарты энерго жүйенің электрлік сұлбаларындағы трансформаторлар мен автотрансформаторлардың жерлендірілген бейтарабының тұрақтылығында.

Бақылау сұрақтары:

1. Бейтарабы жерге қысқа тұйықталуған тораптардағы жерге қысқа тұйықталудан қорғаныс

2. Қорғаныстың әсер етуі және сұлбасы

3. Нөлдік тізбектегі токтың бағытталған қорғанысы

4. Нөлдік тізбектегі сатылы ток қорғанысы

5. НТ токтың сатылы қорғанысының қолданылу аумағы және оны бағалау

**Дәріс 7.**

**10-35 кВ тораптардағы жерге тұйықталудан қорғаныс**

**Дәрістің мазмұны:** бейтарабы оқшауланған тораптардағы жерге тұйықталудан желіні қорғаудың әдістері мен кәбілді желілерді қорғаудың ерекшеліктері оқытылады.

**Дәрістің мақсаты:**  бейтарабы оқшауланған тораптардағы жерге тұйықталу кезінде нөлдік тізбектегі токтың таралуын анықтау, сәйкес қорғаныстардың

**7.1 Бейтарабы оқшауланған тораптардағы бір фазалы жерге тұйықталудан қорғаныс, бір фазалы жерге тұйықталу кезіндегі токтар және кернеу**

Отандық энерго жүйелерде кернеуі 6-35 кВ электр тораптары, әдетте оқшауланған бейтарап немесе доға өшіргіш реактордың үлкен индуктивті кедергісімен жерлендірілген, сонымен қатар үлкен активті кедергі арқылы жерлендірілген бейтараппен жұмыс жасайды.

Бейтарабы терең жерлендірілген торапқа қарағанда, бейтарабы оқшауланған тораптағы бір фазалы тұйықталуда үлкен ҚТ тогы пайда болмайды, себебі зақымдалу тогы тораптағы фаза сыйымдылығының үлкен кедергілері арқылы жерге тұйықталады.



7.1 сурет – Бейтарабы оқшауланған тораптағы

жерге тұйықталу кезіндегі фазалық токтардың өтуі

Жеңілдету үшін тораптағы жүктемені жоқ деп аламыз. 7.1 суретте қоректену көзі бар бейтарабы оқшауланған радиалды торап (генератор немесе төмендеткіш трансформтаор) және шартты түрде барлық торапты көрсететін бір эквивалентті ЭЖЖ келтірілген. Жерге қатысты фазалардың таратылған сыйымдылығы келтірілген эквивалентті сыйымдылықпен С0 ауыстырылған. ЭЖЖ *R* және *X* кедергілері есепке алынбайды.

Мұндай жасалуда кәбілдің қаптамасынан өтетін ток жерлендірілген сым арқылы қайтады, сондықтан НТТ магнит сымындағы магнит ағыны қаптамадағы және сымдағы токтан өзара жойылады. НТТ магнит сымы кәбіл қаптамасынан берік оқшаулануы қажет.

Бақылау сұрақтары:

1. Бейтарабы оқшауланған тораптардағы бір фазалы жерге тұйықталудан қорғаныс

2. Бір фазалы жерге тұйықталу кезіндегі токтар және кернеу

3. Бейтарабы оқшауланған тораптағы бір фазаның жерге металдық тұйықталуын сипаттаңыз.

4. Жерге бір фазалық қысқа тұйықталудағы қорғаныстың орындалу принципін атаңыз.

5. Нөлдік тізбектегі токтардың сүзгіштері

**Дәріс 8.**

**Желінің бойлық дифференциалдық қорғанысы**

**Дәрістің мазмұны:** желінің бойлық дифференциалдық қорғанысының сұлбасы оның қызмет ету принципі қарастырылған.

**Дәрістің мақсаты:** абсолютті селективтілігі бар желінің бойлық қорғанысының қызмет ету принципі, баланс емес тогының пайда болу себебі, қорғаныстың ерекшеліктерін оқыту.

**8.1 Желінің дифференциалды қорғанысы. Бойлық дифференциалдық қорғаныстың әсер ету принципі**

Қорғалып тұрған ЭЖЖ ҚТ кезінде барлық бөлікте уақыт ұстанымынсыз өшіруді орындау үшін дифференциалды РҚ қызмет етеді, олар бойлық және көлденең болып бөлінеді.

Бойлық дифференциалды РҚ қызмет ету принципі қорғалатын ЭЖЖ басында және соңындағы шамалардың және фаза тогының салыстыруына негізделген. 8.1, а суреттен байқағанымыздай, сыртқы ҚТ-да (К нүктесіндегі) ЭЖЖ АВ ұштарында IIжәне IIIтоктары бір бағыт және шамалары бойынша тең, ал қорғалатын ЭЖЖ (8.1, б суретті қара) кезінде олар әртүрлі бағыт алған және де бір біріне тең болмайды. Сәйкесінше, IIжәне III токтарының шамасы мен фазасын салыстырып, ҚТ қорғалатын ЭЖЖ ме әлде оның сыртында болғандығын анықтай аламыз. Токтарды шамасы мен фаза бойынша бұлай салыстыру әсер еткіш органда (ток релесі) жасалады. Бұл мақсат үшін қорғалатын ЭЖЖ соңына орналасқан және трансформация коэффициенттері бірдей ТТ екіншілік орауыштары қосқыш кәбілдің көмегі арқылы КА (әсер еткіш орган) диффиренциалды релесіне, сыртқы ҚТ кезінде реледегі ток IIbжәне IIIв токтарының айырымына тең, ал ЭЖЖ ҚТ кезінде олардың IIb+ IIIв қосындысына болатындай етіп қосылады.  Екіншілік токтарды (8.1 суретті қара) салыстыруға негізделген токтары циркуляцияланған дифференциалды РҚ сұлбасы қолданылады. Әсер еткіш орган – КА ток релесі ТТ екіншілік орауыштарына паралллель қосылады. Мұндай қосылу кезінде сыртқы ҚТ болған жағдайда IIbжәне IIIвтоктары КА орауыштары арқылы тұйықталып, одан кері бағытта өтеді (8.1, а суретті қара). Реледегі ток токтардың айырымына тең:

Iр= IIb- IIIв = II/KI – III/KI.                               (8.1)

Бақылау сұрақтары:

1. Желінің дифференциалды қорғанысы

2. Бойлық дифференциалдық қорғаныстың әсер ету принципі

3. Дифференциалды қорғаныстағы баланс емес тогы

4. Желінің дифференциалды қорғанысының толық сұлбасы

**Дәріс 9.**

**Желінің көлденең дифференциалды қорғанысы**

**Дәрістің мазмұны:** параллель желілерді қорғаудың сұлбалары оқытылады.

**Дәрістің мақсаты:** фаза аралық ҚТ параллель желілерді қорғаудың ерекшеліктерін анықтау, каскадтық режімдегі сұлбаның жұмысы.

**9.1 Параллель желілердегі көлденең дифференциалды қорғаныстың түрлері және қызмет ету принципі**

Көлденең дифференциалды қорғаныс бірдей кедергісі бар параллель ЭЖЖ қолданылады, және ЭЖЖ екеуінен де өтетін токтардың шамасы мен фазасын салыстыруға негізделген. ЭЖЖ кедергісінің теңдігіне байланысты қалыпты режімде және сыртқы ҚТ-да олардың тогы шамасы мен фазасы бойынша тең (II = III) (9.1 а суретті қара). ЭЖЖ біреуінде ҚТ болғанда теңдік бұзылады. ЭЖЖ қоректенетін соңында II және III токтары фаза бойынша сәйкес, бірақ шамасы бойынша әртүрлі, ал В қабылдағышында 9.1 б суретте келтірілген токтың таралуынан байқағандай фаза бойынша қарама-қарсы. Параллель ЭЖЖ токтардың шамасы немесе фаза теңдігінің бұзылуы оның зақымдалуы болып табылады. Көлденең дифференциалды қорғаныстың екі түрі қолданылады: бір жалпы ажыратқышқа қосылған параллель ЭЖЖ - токтық көлденең дифференциалды РҚ.

**9.2 Токтық көлденең дифференциалды қорғаныс**

Қорғаныстың қызмет ету принципі. Токтық көлденең дифференциалды РҚ бір жалпы ажыратқышқа қосылған параллель ЭЖЖ арналған. Параллель ЭЖЖ бір жақтан қоректенетін болса РҚ тек қоректену жағынан ғана қойылады, ал екі жақтан қорек алатын тораптарда – параллель ЭЖЖ екі жағынан да қойылады.

Бір фазаға арналған РҚ сұлбасы 9.1 суреттте көрсетілген. Әр ЭЖЖ бірдей аталатын фазаларында трансформация коэффициенті бірдей КII=КIII=KI ТТ қойылады. I және IIток трансформаторларының екіншілік орауыштары қосқыш сымдарындағы токтары циркуляцияланатын әртүрлі аталатын қысқыштар арқылы қосылады және оларға параллель 1 ток релесінің орауыштары қосылады. 9.1, а суретте келтірілген ток таралуынан байқағандай, қалыпты режімде, сыртқы ҚТ-да және тербелуде реледегі ток

Ip = Iв I – Iв II = II / KI – III / KI.

Бұл режімдерде II = III, сондықтан трансформатор қателігі болмаған жағдайда Iр = 0, және РҚ жұмыс жасамайды. Сәйкесінше, қарастырылған РҚ қызмет ету принципіне сай сыртқы ҚТ мен жүктемеге әсер етпейді. Сондықтан оны уақыт ұстанымынсыз жасайды және жүктеме тогынан реттемейді. Шын мәнінде реледе ТТ қателігімен және біріншілік токтарының I”нб = (II – III) / KI біршама айырмасымен алынған баланс емес тогы Iнб өтеді, ол ЭЖЖ кедергісінің дәл емес теңдеуінен шартталады.

Қызмет ету тогының релесі Iс.р баланс емес тогының максималды мәнінен көп болуы қажет:

Ic.p> (I'нб + I''нб).                                   (9.1)

Параллель ЭЖЖ бірінде зақымдалу болса, мысалы WI (9.1, б сурет), зақымдалған ЭЖЖ II тогы екінші ЭЖЖ (II> III) токтан жоғары болады және реледе ток пайда болады

Ip = Iв I – Iв II = (II – III) / KI                            (9.2)

Реледегі ток Iр> Iср болса РҚ іске қосылып ЭЖЖ жалпы бір ажыратқышты ажыратады.

Ip = Iв I – Iв II = (II – III) / KI                               (9.3)

Бақылау сұрақтары:

1. Параллель желілердегі көлденең дифференциалды қорғаныстың түрлері

2. Параллель желілердегі көлденең дифференциалды қорғаныстың қызмет ету принципі

3. Токтық көлденең дифференциалды қорғаныс

4. Қорғанысты бағалау*.*

5. Бағытталған көлденең дифференциалды қорғаныс. Әсер етуі

**Дәріс 10.**

**Желінің дистанциондық қорғанысы**

**Дәрістің мазмұны:** дистанциондық қорғаныстың қызмет ету принципі туралы жалпы мәліметті қарастыру

**Дәрістің мақсаты:** бірнеше қоректендіру көзі бар желіні қорғаудың ерекшеліктерін, кедергі релесінің қызметінің принципін, селективтілікке жетудің әдістерін қарастыру.

**10.1 Желінің дистанциондық қорғанысы. Тағайындалуы және әсер етуі**

Бірнеше қорек көзі бар күрделі құрылымдағы тораптарда қарапайым және бағытталған МТҚ (БТҚ) ҚТ селективті ажыратылуын қамтамасыз етпейді. Мысалы W2 (10.1 суретті қара) ҚТ болғанда 3 БТҚ 1 РҚ қарағанда тез іске қосылуы керек, ал W1 ҚТ болғанда 1 БТҚ 3 РҚ қарағанда тез іске қосылуы керек. Бұл қарама-қайшы шарттар НТҚ көмегімен орындалуы мүмкін емес.Сонымен қатар МТҚ және НТҚ көбінесе тез әсер ету және сезімталдық шартын қанағаттандырмайды. Күрделі сақиналық тораптардағы ҚТ селективті ажыратылуы дистанциондық РҚ (ДЗ) көмегімен қамтамасыз етілуі мүмкін. ДҚ *t3* уақыт ұстанымы РҚ қойылған орны (Р нүктесі)  мен ҚТ нүктесі (К) арасындағы қашықтыққа t3*=* f(lр.к) тәуелді (10.2 суретті қара), яғни lр.к  осы қашықтыққа байланысты өседі. Зақымдалу орнына жақын ДҚ уақыт ұстанымы алыс орналасқан ДҚ қарағанда аз. Мысалы, К1 нүктесіндегі(10.2 суретті қара) ҚТ кезінде зақымдалу орнына жақын 2ДҚ уақыт ұстанымы алыс орналасқан 1ДҚ қарағанда аз. Егер ҚТ К2 нүктесінде болса, 2ДҚ уақыт әсері жоғарылайды және зақымдалған жерге жақын орналасқан 3ДҚ ҚТ селективті түрде ажырайды.

Бақылау сұрақтары:

1. Желінің дистанциондық қорғанысының тағайындалуы және әсер етуі

2. Желінің дистанциондық қорғанысының әсер етуі

3.Сатылы дистанциондық қорғаныстың көмегімен тораптың селективті қорғанысының орындалу принциптері

4. Дистанциондық принциптің негізгі артықшылығы*.*

5. Дистанциондық принциптің негізгі кемшіліктері.

**Дәріс 11.**

**Жоғары жиілікті қорғаныстар**

**Дәрістің мазмұны:** барлық ҚТ түрлерінен жоғары кернеулі желілерді жоғары жиілікпен қорғаудың негізгі түрлері туралы мәліметтер келтірілген.

**Дәрістің мақсаты:** жоғары жиілікті қорғаныстардың қызмет етуі – ВЧ блокировкасы және дифференциалды-фазалық қорғаныстарды қарастыру. Желідегі фаза тогын жоғары жиілікті ток көмегімен жеткізудің принципі.

**11.1 Жоғары жиілікті қорғаныстар. Жоғары жиілікті қорғаныстардың түрлері және тағайындалуы**

Жоғары жиілікті (ЖЖ) РҚ тез әсер ететін болып табылады және 220кВ ПО ЭЖЖ, және де СВН арналады. Олар жалпы энерго жүйе мен электрлік стансалардың параллель жұмысының тұрақтылығын қамтамасыз ету мақсатында ҚТ кезінде оның кез-келген нүктесінде тез өшірілу үшін, және де тұтынушылардың сұранысымен технологиялық процесстің тұрақтылығын сақтауды қамтамасыз ету үшін қолданылады.

Жоғары жиілікті (ЖЖ) РҚ қорғалатын ЭЖЖ соңында орналасқан екі комплектіден тұрады. ЖЖҚ ерекшелігі, оның селективті қызметі үшін ЖЖ ток арқылы орындалып, қорғалатын ЭЖЖ сымдары арқылы берілетін қорғаныс комплектілері арасында байланыстың қажеттілігінде. Өзінің қызмет ету принципі бойынша ЖЖҚ қорғалған ЭЖЖ сыртындағы ҚТ әсер етпейді және дифференциалды РҚ сияқты уақыт ұстанымы болмайды. ЖЖҚ үш түрі қолданылады: қорғалатын ЭЖЖ соңындағы қуат белгілерінің бағытын салыстыруға негізделген, ЖЖ-блокировкасы бар бағытталған РҚ; ЭЖЖ соңындағы ҚТ токтарының фазасын салыстыруға негізделген дифференциалды-фазалық ЖЖҚ, жоғарыда аталған екі принципті де ұстанатын аралас бағытталған және дифференциалды-фазалық ЖЖҚ. Көрсетілген ерекшеліктеріне байланысты аталған РҚ екі бөліктен тұрады- релелік және жоғары жиілікті.

**11.2 Жоғары жиілікті блокировкасы бар бағытталған қорғаныстың әсер ету принципі**

Бағытталған ЖЖҚ қорғалған ЭЖЖ соңындағы ҚТ қуатының бағытына (белгі) әсер етеді. 9.1, а суретте көрсетілгендей, қорғалған ЭЖЖ (К1 нүктесінде) ҚТ кезінде зақымдалған АВ бөліктің соңдарында шинадан ЭЖЖ дейін ҚТ қуатының бағыттары бірдей.

Сыртқы ҚТ кезінде (К2 нүктесі*)* қорғалатын ЭЖЖ соңындағы қуат бағыты әртүрлі.  ЭЖЖ соңындағы (В) зақымдалу орнына жақын жердегі ҚТ қуаты Sbтеріс (шинаға бағытталған), ал алыстағысында (А)–оң (шинадан ЭЖЖ бағытталған). Нәтижесінде, қорғалатын ЭЖЖ-дегі қуат бағытын салыстырып, қай жерде зақымдалу болғандығын анықтауға болады: осы ЭЖЖ немесе оның сыртында. Мұндай салыстыру қуат бағытының органдары KW(11.1, б суретті қара), көмегімен орындалып, олар ЭЖЖ екі жағында да орнатылады және қорғалатын ЭЖЖ ҚТ кезінде олар ЖЖҚ ажыратылуына мүмкіндік беретіндей болып қосылады.

**11.3 Жоғары жиілікті дифференциалды–фазалық қорғаныстың әсер етуі**

**Әсер етуі.** Дифференциалды-фазалық ЖЖҚ (ДФҚ) қорғалатын ЭЖЖ жақтарындағы токтардың фазасын салыстыруға негізделген. Шинадан ЭЖЖ бағытталған токтарды оң деп алып, К1 (11.3, а суретті қара)нүктесіндегі сыртқы ҚТ кезінде қорғалатын ЭЖЖ *Iт*және In токтары әртүрлі белгіде болады, сәйкесінше, оларды фаза бойынша 180° жылжыған деп санауға болады. Қорғалатын ЭЖЖ (11.3, б суретті қара) ҚТ болғанда олардағы токтардың белгісі бірдей және оларды фаза бойынша сәйкес деп алуға болады, егер толық кедергі *Zm*және *Zn* бұрышының әртүрлілігі мен электр жеткізудің соңындағы ЭҚҚ Етжәне векторларының жылжуын есепке алмаса.Сәйкесінше, ЭЖЖ соңындағы токтардың фазасын салыстырып, ҚТ орнын табуға болады. Дифференциалдық РҚ әдеттегі сұлбаларында токтардың фазасын салыстыру, ЭЖЖ басы мен аяғында өтетін токтарды тікелей салыстыру жолымен жасалады. ЖЖҚ фазаларды салыстыру қосымша жолмен ЖЖ-сигналдар арқылы жасалады. ДФҚ пен оның қызмет ету принципін түсіндіретін диаграмма мен жеңілдетілген сұлба 11.3 және 11.4 суреттерде келтірілген.

ДФҚ ерекшелігі ЖЖ-генератор арнайы Т трансформатордың көмегі арқылы тікелей өндірістік жиіліктің токтарымен бақыланады. Генератор өндірістік токтың оң жарты толқынында ЭЖЖ ЖЖ сигнал беру арқылы жұмыс жасайтындай етіп, ал теріс жағдайда жабылады да ЖЖ сигнал токтайтындай етіп қосылады. Сонымен бірге қабылдағыштың орындалуы бойынша оның кіріс контурына түсетін ЖЖ сигнал болғанда, РО релесін қоректендіретін шығпалық ток нөлге тең, ал ЖЖ-сигнал болмаған жағдайда РО релесіне түсетін шықпалық ток пайда болады.

Сәйкесінше, ЖЖ генераторы өндірістік жиіліктің оң жартылай период кезінде жұмыс жасайды, ал қабылдағыш ЖЖ-сигнал жоқ кезде. Сыртқы ҚТ кезінде (11.4, а суретті қара) ЭЖЖ соңындағы біріншілік токтардың фазаларын қарама-қарсы екенін есепке алсақ, генератор m соңында өндірістік токтың бірінші жарты периодында жұмыс жасайды, ал n соңында келесі жарты периодта жұмыс жасайды.ЖЖ тогы ЭЖЖ үздіксіз ағады және ЭЖЖ екі жағындағы қабылдағышты қоректендіреді. Нәтижесінде, қабылдағыштың тізбегіндегі шығу тогы және РО релесі болмайды және реле (ДФҚ) жұмыс жасамайды.

Бұл жағдайда қабылдағыш ЖЖ тогы болмағанда және де оның өту аралығы жабық болған уақыт аралығында жұмыс жасайды. Қабылдағыштың шығу тізбегінде арнайы құрылғы арқылы түзетілетін және РО релесіне берілетін үзік ток пайда болады. Ол іске қосылып ЭЖЖ ажыратады. Яғни, ЭЖЖ екі жағынан да өтетін токтар арасындағы фазалардың жылжуы қабылдағыш көмегімен РО релесі әсер ететін  ЖЖ-сигнал (біркелкі немесе үзік) сипатымен анықталады.

Жұмыс жасау принципі бойынша ДФҚ жүктеме мен тербелуге әсер етпейді, себебі бұл режімдерде ЭЖЖ  екі жағында да токтардың белгілері әртүрлі.

Бақылау сұрақтары:

1. Жоғары жиілікті қорғаныстарына не жатады?

2. Жоғары жиілікті қорғаныстардың түрлері және тағайындалуы

3. Жоғары жиілікті блокировкасы бар бағытталған қорғаныстың әсер ету принципі

4. Жоғары жиілікті дифференциалды–фазалық қорғаныстың әсер етуі

**Дәріс 12.**

**Трансформаторлардың және автотрансформаторлардың резервтік қорғанысы**

**Дәрістің мазмұны:** трансформаторлардың және автотрансформаторлар- дың резервтік қорғанысы қарастырылады.

**Дәрістің мақсаты:** трансформаторлардың қалыпты емес режімдері мен зақымдалудың негізгі түрлерін және оларды қорғаудың әдістерін оқыту.

**12.1 Трансформаторлардың және автотрансформаторлардың қорғанысы. Трансформаторлардың және автотрансформаторлардың зақымдалуы және қалыпты емес жұмыс режімдері, қорғаныстың түрлері және оларға қойылатын талаптар**

**Зақымдалудың түрлері**. Трансформаторлар мен автотрансформаторлар -дың зақымдалуының негізгі түрлері: трансформатор (үш фазалы) ішіндегі фазалардың және орауыштардың сыртқы кірмелеріндегі орауыштардың тұйықталуы; бір фазаның орамдарының орауыштары арасындағы тұйықталу (орамдық тұйықталу); орауыштардың жерге немесе олардың сыртқы кірмелерінің тұйықталуы; жылынуға және «болаттың өртенуінің» пайда болуына алып келетін трансформатордың магнит сымының зақымдалуы. Тәжірибеден байқағандай, кірмедегі ҚТ мен орауыштардағы орамдық тұйықталу көп болады. Трансформатор ішіндегі фаза аралық зақымдалу оған қарағанда аз болады. Үш фазалы трансформаторларда да болуы мүмкін, бірақ фаза аралық оқшауламаның жақсы беріктігіне байланысты мүмкіндігінше аз. Бір фазалы үш трансформатордан құралған трансформатор тобында, фазалар орауыштарының өзара тұйықталуының пайда болуы мүмкін емес десе де болады. Орам зақымдалуы кезінде зақымдалу орнына қорек көзінен баратын токтар үлкен болмайды. Тұйықталған орамның саны *wa* аз болған сайын, тораптан келетін Iк токтың шамасы да аз болады. Трансформатор зақымдалуынан РҚ бұзылу көлемін шектеу үші ол тез жұмыс жасауы керек    (t= 0,050,1 с).

**Зақымдалудан қорғаныс*.***Мұндай РҚ ретінде ток үзіндісі, дифференциалды және газдық қорғаныс қолданылады. Қуаты 200 MBА және жоғары трансформаторларда автоматты түрде сумен өртті сөндіру қарастырылады. Ары қарай айтылғандардың барлығы да трансформаторлар мен автотрансформаторларға да қатысты

**Қалыпты емес режімдердің түрлері**. Трансформаторлардың жұмыс режімінің қалыпты еместігі көбінесе ондағы асқын токтардың пайда болуында, яғни трансформатордың номиналды тогынан асатын. Трансформаторлардағы асқын ток сыртқы ҚТ, тербелу және асқын жүктелу кезінде пайда болады. Асқын жүктелу электр қозғалтқыштардың өзіндік іске қосылуы әсерінен, параллельді жұмыс жасайтын трансформатордың ажыратылуы әсерінен жүктеменің жоғарылауынан, АВР қызметі кезінде жүктеменің автоматты түрде қосылуынан және т.б. пайда болады.

**Сыртқы ҚТ.** Трансформатор шинасындағы зақымдалудан болған немесе кететін шинадан қосылған ажыратылмаған зақымдалудан болған сыртқы ҚТ-да, трансформаторда, оның зақымдалуына алып келетін және оның орауыштарын рұқсат етілген шамадан тыс қыздыратын ҚТ Iк> Iном токтары өтеді.Соған байланысты трансформаторда сыртқы ҚТ РҚ болуы қажет, ол трансформаторды өшіреді.

Сыртқы ҚТ қорғаныс МТҚ, минималды кернеуді блоктаушы МТҚ, дистанционды РҚ, нөлдік және кері тізбектегі токтық РҚ арқылы іске асырылады. Сыртқы ҚТ қызмет зонасына қосалқы стансаның шинасы (I бөлік) мен осы шиналардан кететін қосылулар (II бөлік) кіруі қажет. Бұл РҚ сонымен бірге трансформатордағы зақымдалудың резерві болып табылады.

Нөлдік тізбектегі ток қорғанысы сыртқы ҚТ-да (жерге бір және екі фазалы) және трансформатордағы ҚТ-да трансформаторда пайда болатын 3I0 тогына әсер етеді. Олар жоғарылатқыш трансформаторларда (сонымен бірге АТ-да) және жоғары және төмен кернеудегі орауыштар жағына орнатылады (егер соңғылар жұлдызша сұлбасымен жалғанып, терең жерлендірілген нөлдік нүктеде жұмыс жасаса).

Оперативті қызметкерлер бақылауындағы трансформаторларда трансформаторды асқын жүктемеден қорғау үшін – асқын жүктемеден РҚ бір ток релесінің сигналы арқылы орындалады.

Бақылау сұрақтары:

1. Трансформаторлардың және автотрансформаторлардың қорғанысын сипаттаңыз.

2. Трансформаторлардың және автотрансформаторлардың зақымдалуы және қалыпты емес жұмыс режімдерін атаңыз

3. Зақымдалудың түрлері және әсер ету принципін сипаттаңыз.

4. Қалыпты емес режімдердің түрлері.

**Дәріс 13.**

**Трансформаторлардың және автотрансформаторлардың негізгі қорғанысы. Трансформаторлардың газдық қорғанысы**

**Дәрістің мазмұны:** трансформаторларды ҚТ барлық түрінен негізгі қорғаулар қарастырылады.

**Дәрістің мақсаты:** трансформаторларды ҚТ барлық түрінен дифференциалды қорғаудың және ток үзіндісінің қызмет жасау принципі оқытылады.

**13.1 Ток үзіндісі**

Ток үзіндісі – трансформатордағы зақымдалудан тез әсер ететін РҚ. Үзіндінің қызмет ету аумағы шектелген, жерге тұйықталу тогы аз торапқа жұмыс жасайтын орамдары тұйықталған және орауыштары жерге тұйықталуларда жұмыс жасамайды.Үзінді қоректену жағынан қолданады.

Үзіндінің қызмет ету аймағына ошиновка, трансформатордың қоректену көзі жағындағы орамның жартысы және шықпалар кіреді. Ішкі зақымдалудың РҚ болып табылатын үзінді трансформаторларды барлық қоректену көзі бар жағынан ажыратуы қажет. Үзіндінің артықшылығы оның қарапайымдылығы және тез әсер етуінде. Үзінді МТҚ мен газдық қорғаныспен бірге (төменде қарастырылған) төмен қуатты трансформатордың жақсы қорғанысын қамтамасыз етеді.

**13.3 Трансформаторлардың және АТ дифференциалды қорғанысының ерекшелігі**

ЭЖЖ және генераторлардың дифференциалды РҚ-да қорғалатын бөліктің басы мен аяғындағы біріншілік токтар бірдей, сондықтан селективтілік (13.4) шартын орындау үшін ТТ-ның трансформация коэффициентінің теңдігі болуы қажет. Трансформаторлардың дифференциалды РҚ оның жағдайы басқа. Трансформатордың біріншілік токтары шамасы бойынша тең емес және жалпы жағдайда фаза бойынша сәйкес болмайды.

Трансформатордың төменгі кернеу жағындағы ток IIIжүктеме және сыртқы ҚТ кезінде жоғары кернеу жағындағы токтан II әрдайым көп болады. Олардың қатынасы күштік трансформатордың трансформация коэффициенті бойынша анықталады (13.1).

Орауыштары жұлдызша-үшбұрыш және үшбұрыш-жұлдызша болып жалғанған трансформаторларда II және III токтары шамасымен ғана емес, сонымен бірге фаза бойынша айырмашылығы болады. Фазаның жылжу бұрышы трансформатордың орауыштарының жалғану тобына байланысты. Кең тараған он бірінші топта үшбұрыш жағындағы сызықтық ток жұлдызша жағындағы сызықтық топты 30° басып озады. Орауыштары жұлдызша-жұлдызша жалғанған трансформаторларда II және III токтары фаза бойынша сәйкес келеді. Сонымен селективтілік шартын (13.4) орындау үшін екіншілік токтарды теңестіретін шамасы бойынша IIb= II/КII және IIIв = III / K*I*II; ал орауыштарының әртүрлі жалғануында  (y/және /Y) – және релеге түсетін токтар тең болуы үшін фаза бойынша арнайы шаралар жасалады. Фазадағы токтардың компенсациясы күштік трансформатордың жұлдызша жағында орналасқан ТТ екіншілік токтарын IIbжәне IIIвүшбұрыш етіп жалғау арқылы жасалады.ТТ орауыштарын үшбұрыш етіп жалғау күштік трансформатор орауыштарының үшбұрыш жалғанғанына сәйкес болуы керек.

Бақылау сұрақтары:

1.Ток үзіндісі.

2. Дифференциалды қорғаныс.

3. Трансформаторлардың дифференциалды қорғанысының тағайындалуы және әсер ету принципі

4. Трансформаторларды фаза аралық ҚТ.

**Дәріс 14.**

**Трансформаторлардың газдық қорғанысы МУРЗ-дің жалпы құрылымы. Жинақтау шиналарын қорғау.**

**Дәрістің мазмұны:** трансформатор багының ішіндегі зақымдалу туралы мәліметтер; газдық реленің құрылысы мен қызмет ету принципі келтірілген.

**Дәрістің мақсаты:** трансформаторды ішкі зақымдалудан қорғауды қарастыру.

**14.1 Трансформаторлардың газдық қорғанысы. Газдық реленің қондырғысы және әсер етуі.**

Газдық қорғаныс трансформатордың ішкі зақымдалуларынан өте сезімтал қорғанысы ретінде кең тараған. Кожух ішінде пайда болатын, трансформатордың зақымдалуы детальдардың қызуы және электрлік доғамен қатар жүреді, ол өз кезегінде майдың және оқшауланған материалдардың бұзылуына және ұшқын газдардың түзілуіне алып келеді. Майдан жеңіл болғандықтан газ трансформатордың жоғары бөлігі (14.1 суретті қара) және атмосферамен қатыста болатын 2 кеңейткішке көтеріледі. Біршама зақымдалу кезінде газдың интенсивті түзілуінен, кеңейген газ күшті қысым жасап, оның әсерінен трансформатордағы май қозғалысқа түсіп кеңейткішке қарай жылжиды. Яғни, трансформаторда пайда болған газдар және майдың кеңейткішке қарай жылжуын трансформатордың зақымдалған белгісін білдіреді. Бұл белгілер газдың пайда болуы мен майдың қозғалуына әсер ететін арнайы қорғанысты орындауда қолданылады. Газдық реле 1, ол өз кезегінде трансформаторда зақымдалу болған кезде кеңейткішке қарай жылжитын газ бен май ағыны өтетіндей жасалған трансформатор мен кеңейткішті қосып тұратын трубада орналастырылады. Трубада кеңейткіштегі майдың зақымдалған трансформатор багына түсуіне кедергі болатын (бактағы өртті шектеу үшін) газдық қорғаныс іске қосылғанда автоматты түрде жабатын жапқыш қарастырылған.

Бақылау сұрақтары:

1. Трансформаторлардың газдық қорғанысы.

2. Газдық реленің қондырғысы және әсер етуі.

3. Газдық қорғаныс

4. Газдық қорғанысты бағалау.

**Дәріс 15.**

**Жинақтау шиналарын қорғау. Микропроцессорлық қорғаныс.**

**Дәрістің мазмұны:** шиналарды қорғаудың принципі туралы жалпы мәліметтер, сыртқы ҚТ мен шинадағы ҚТ кезіндегі қорғаныстың әсері келтірілген.

**Дәрістің мақсаты:** шинаның дифференциалды қорғанысының қызмет ету принципі мен қорғаныстың екіншілік тізбегіндегі токтың таралуын, баланс емес тогының пайда болу себептерін үйрену.

**15.1 Шиналардың дифференциалды қорғанысы**

Жоғары және өте жоғары кернеудегі электр стансаларындағы және электр тораптарының қосалқы стансасының шинасындағы зақымдалулар, осы шинаға қосылған элементтерге қарама-қарсы орналасқан резервті РҚ арқылы ажыратылуы мүмкін. Бірақ резервті РҚ мұндай жағдайларда біршама уақыт ұстанымы tрез.з арқылы жұмыс жасайды және зақымдалған шиналардың селективті түрде өшірілуін қамтамасыз етпейді. Бірақ шинадағы ҚТ энерго жүйенің тұрақтылығы және тұтынушылардың жұмыс шарты бойынша тез өшіруді талап етеді. Шинадағы ҚТ токтату үшін олардың РҚ шинаны қоректендіріп тұрған қосылулардың барлығын өшіруі тиіс. Соған сай шиналардың арнайы РҚ ерекше жауапкершілік алады, себебі оның дұрыс жұмыс жасамауы тұтас электр стансасы немесе қосалқы станса немесе олардың секциясының өшірілуіне алып келеді. Сондықтан шинадағы РҚ қызмет ету принципі және олардың жасалуы жалған жұмыс жасау мүмкіндігінсіз, өте берік болып ерекшеленуі тиіс. Шинаның тез әсер ететін және селективті РҚ ретінде дифференциалды принципке негізделген қорғаныс  кең тараған.

Шинаның дифференциалды РҚ алдында қарастырылған ЭЖЖ, трансформаторлар және генераторлардың дифференциалды РҚ (15.1 суретті қара) жұмыс принципіне, яғни қорғалатын элементтерге (ҚС шинасына) келетін және кететін токтардың шамасы мен фазасын салыстыруға негізделген. Барлық қосылулардағы ШДҚ қоректендіру үшін трансформация коэффициенті бірдей ТТ орнатылады (қосылудың қуатына тәуелсіз).

**АВР желілерінің сұлбалары және жұмыс істеу қағидалары**

АВР желі құрылғыларының қағидалық сұлбасы 10.9-шы суретте келтірілген. Бастапқы күйде Q1, Q2 және Q3 ажыратқыштары қосулы, Q4 өшіріліп тұрады, KL1 аралық релесі (бір реттік қосылу релесі) қуатталады (Q2 ажыратқыштары қосулы болғандықтан, SQ2.1 тұйықталатын қосалқы контактілер тұйықталады).

W1 желісіндегі кернеудің төмендеуімен және тоқтың кенеттен көбеюімен сүйемелденетін W1 жұмыс желісіндегі КЗ кезінде КТ уақыт релесінің катушкалар тізбегінде өзінің KV1.1, KV2.1 ашық контактілерін тұйықталдыра отырып, KV1, KV2 минималды кернеу релелерін іске қосады. Егер W2 резервтік желісінде кернеу болса, KT релесі белсендіріледі және KL аралық релесін іске қосу арқылы Q2 ажыратқыш желісінің YAT2 ажыратқыш катушкасына қуат берілуі қамтамасыз етеді. Q2 қосқышы өшеді, KL1 релесі қуатын жоғалтады. Q4 ажыратқыш желісінің YAC4 қосқыш катушкаларының тізбегіндегі SQ2.2 қосалқы контактілер Q4 ажыратқыртарының қосылу тізбегін қалыптастыра отырып,тұйықталады.

KL1 релесінің кідірту уақыты Q4 ажыратқышының сенімді түрде қосылуын қамтамасыз етуі керек. Бұл кідірту келесі өрнекпен анықталады

10.9 сурет. АВР желі құрылғыларының қағидалық сұлбасы

𝑡𝑡𝐾𝐾𝐾𝐾1=𝑡𝑡в.в+Δ𝑡𝑡,

мұндағы 𝑡𝑡в.в – желінің жұмыс істеу уақытын есепке алғандағы Q4 ажыратқыштың толық қосылу уақыты; Δ𝑡𝑡 – уақыт бойынша сенімділік қоры.

КТ уақыт релесінің кідіріс уақыты 203

𝑡𝑡𝐾𝐾Т=𝑡𝑡з.пр+Δ𝑡𝑡,

мұндағы 𝑡𝑡з.пр – ПС3 шиналарынан шығатын қосылу қорғанысының ең жоғары кідіріс уақыты.

KV3 кернеу релесі W2 желісінде кернеудің болуын бақылайды. Осы кернеу болмаған жағдайда KV3.1 тұйықталатын контактілер және АВР құрылғысы жұмыс істемейді. W2 желісінде 𝑈𝑈жұм 𝑚𝑚𝑚 𝑚 минималды жұмыс кернеу кезіндегі KV3 релесі өзінің тұйықталатын контактілерін ашпауы керек және КЗ болған желі аумақтарын өшіргеннен кейін кернеуді қайта қалпына келтіру кезінде өзінің тұйықталатын контактілері тұйықталмауы керек: 𝑈𝑈орт.𝐾𝐾𝐾𝐾3 ≤𝑘𝑘қ𝑘𝑘с𝑘𝑘ТН𝑈𝑈жұм 𝑚𝑚𝑚 𝑚 ,

мұндағы 𝑘𝑘қ,𝑘𝑘с,𝑘𝑘ТН – сәйкесінше қайтары, сенімділік және ТН түрлендіруінің коэффициенттері.

KV1 және KV2 минималды кернеу релелері ПС3 шинасынан шығатын басқа желілердегі КЗ кезінде және КЗ болған аймақтар өшірілген кейін қозғалтқыштың өздігінен қайта іске қосылуы кезінде АВР құрылығысын іске қоспауы керек. KV1 және KV2 релелерінің іске қосылу кернеуі төмендегі шарттар негізінде таңдалады: 𝑈𝑈орт.𝐾𝐾𝐾𝐾1,𝐾𝐾𝐾𝐾2 ≤𝑈𝑈к𝑘𝑘с𝑘𝑘ТН; 𝑈𝑈орт.𝐾𝐾𝐾𝐾1,𝐾𝐾𝐾𝐾2 ≤𝑈𝑈сз.д𝑘𝑘с𝑘𝑘ТН

мұндағы 𝑈𝑈к – ПС3 шиналарынан шығатын қосылулардағы трансформаторлар мен реакторлардың КЗ кезіндегі шиналардағы кернеу; 𝑈𝑈сз.д - КЗ болған аймақтар өшірілген кейін қозғалтқыштың өздігінен қайта іске қосылуы кезіндегі шиналардағы кернеу.

KV1, KV2 релелерінің тұйықталмайтын контактілері осы релелердің электр тізбектеріндегі ақаулар кезінде Q2 ажыратқышының жалған өшуіне алдын алу үшін тізбектеп қосылады.

10.11.

Бақылау сұрақтары:

1. Шиналардың дифференциалды қорғанысы

2. Сыртқы ҚТ кезіндегі дифференциалды қорғаныстың екіншілік тізбегіндегі токтың таралуы.

3. Шинаның ҚТ сипаттаңыз

4. Шинаның ҚТ бағалау.

Әдебиет:

1.Басс, Э.И. Релейная защита электроэнергетических систем [Текст]: учеб.пособие / Э.И. Басс, В.Г. Дорогунцев; под ред.А.Ф.Дьякова.- 2-е изд., стер.- М.: МЭИ, 2006.- 296с.

2.Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения [Текст]: учебник / В.А. Андреев.- 6-е изд.стер.- М.: Высш.шк., 2008.- 640с.

3.Андреев, В.А. Релейная защита систем электроснабжения в примерах и задачах [Текст]: учеб.пособие / В.А. Андреев.- М.: Высш.шк., 2008.- 256с.

4.Техперевооружение релейной защиты и автоматики систем электроснабжения предприятий непрерввного производства [Текст] / Я.Л. Арцишевский, Е.А. Задкова, Ю.П. Кузнецов.- М.: НТФ Энергопрогресс, Энергетик, 2011.- 94с.- (Биб-ка электротехника, прилож.к журналу "Энергетик", Вып 7(151)).

5. Абдиева Ш.А. Релелік қорғаныс. Оқу құралы, Алматы, Қазақ университеті,2019ж. 111б.