Суеркулов М.А., Такырбашев Б.К.,
Асиев А.Т., Суеркулов С.М.

ЭЛЕКТР менен ТЕЙЛӨӨ АВТОМАТИКАСЫ

УДК 621.31
ББК 31.27-05
Э 45

Суеркулов М. А., ж. б.

С 45 Электр менен тейлөө автоматикасы./*М. А. Суеркулов, Б. К. Такырбашев, А. Т. Асиев, С. М. Суеркулов.* – Б.: 2017. – 212 б.

ISBN 978-9967-9061-3-6

Китепке жергиликтүү автоматикага багытталган автоматтык кайра кошуу (АПВ), кошумча ток булагын кошуу (АВР), чыңалууну жана реактивдүү кубаттуулукту жөнгө салуу ж. б. боюнча негизги түшүнүктөр, алардын аткарган кызматы жана маанилери камтылып, бул эмгек электроэнергетика багытына кызыккан студенттерге, магистрлерге жана инженерлерге арналган.

Э 2202010000-17

УДК 621.31
ББК 31.27-05

ISBN 978-9967-9061-3-6

© Суеркулов М. А., ж.б., 2017
© КР Билим берүү жана илим министрлиги, 2017

И. Раззаков атындагы КТМУнун
«Электр менен тейлөө» кафедрасынын
45 жылдыгына арналат

КИРИШ СӨЗ

Азыркы учурдагы электр менен тейлөө өткөн кылымдын 60–70 жылдарына салыштырмалуу бир топ айырмасы бар. Электр чордондору (станциялар) кубаттуу болуп, бири-бири менен узун **жогорку чыңалуудагы чубалгы** (линиялар) менен байланышып, кубаттуу **көмөк чордондор** аркылуу чоң кубаттуулук берилип, туура иштеши жана бири-бирине дал келиши керек. Бул байланыштар жалпы өлкө боюнча **электрэнергетикалык тутумду** түзүшөт (ЭЭТ), б.а. ар кандай жерге курулган электр чордондору бири-бири менен **туюк** байланышкан. Алар туура иштеш үчүн бардык мүнөздөгү чоңдуктар бир бирине дал келиши керек жана өлкөнүн энергетикалык коопсуздугун камсыз кылышы зарыл, бул коопсуздук үзгүлтүксүз электр тейлөө менен ишке ашат. Бирок ЭЭТ пайдаланып жатканда ар кандай күтүүсүз жагдайлар түзүлүшү мүмкүн. Күтүүсүз жагдайларды өз учурунда байкап, анын андан ары өрчүшүнө жол бербей, зыяндуулугун жоюу зарыл. Көп учурларда ашык жүктөр чукул туташтырууну пайда кылат. Буларды өз учурунда жигердүү чаралар менен жойбосо бузулушка же кырсыкка алып келет. Эң жигердүү болуп автоматтык аспаптарды жана шаймандарды колдонуу. Бул окуу китебине көп жылдан бери электроэнергетика багытындагы **«Электр менен тейлөө»**, **«Энергияны үнөмдөө»** адистерине «Электр менен тейлөө автоматикасы» сабагында кыргыз тилинде окулуп келе жаткан мамлекеттик ЭЭТ диспетчерлик башкаруудан баштап жергиликтүү автоматтык башкарууга чейинки материалдар камтылган. Көбүнчө жергиликтүү автоматтык башкарууга көңүл бөлүнгөн, себеби, автоматиканын бул

бөлүгү электр энергиясын керектөөчүлөргө таркатуу менен байланышкан. Бул эмгекти жаратууда Нарын электр тармагы тарабынан түзүлгөн **«Атоолор жыйындысы»** (Нарын ш., 1990-ж.) китеби пайдаланылды. Ошондой эле электр энергетика тармагында иштеп жаткан кээ бир адистердин сунушу да эске алынды.

Компьютерге кыргызча терүүгө студенттер Алмасбекова Г. А. жана Илиясова Б. Т. чоң жардам көрсөттү. Авторлор ыраазычылыктарын билдирет.

БИРИНЧИ БӨЛҮК

1. АР КАНДАЙ ӨЛКӨЛӨРДҮН ЭНЕРГОСИСТЕМАСЫНДАГЫ БОЛГОН ИРИ КЫРСЫКТАР ЖӨНҮНДӨ КЫСКАЧА МААЛЫМАТ

Энергосистемада кырсык болгондо бир канча ондогон МВт кубаттуулуктар өчүрүлүп, аларды жоюуга алтындай убакыттар кетип жана миллиондогон жашоочуларга ыңгайсыз шарттар түзүлөт.

«Оперативное управление в электроэнергетике» журналында жарыяланган маалыматтарга таянсак кырсыктардын эмне себептен болгонун көрсөткөнгө аракет кылабыз. Өткөн кылымдын 50-жылдарынын аягы 60-жылдардын башында дүйнө жүзүндө электр энергиясын өндүрүүчүлөр бири-бири менен өз ара байланыштарды түзүп, электр энергиясын алыс жакка берүүгө жол ачылган. Биринчи энерготутумдары (энергосистемаларды) түзүлүшү башталган. Ошондуктан энерготутумдун тийиштүү чен сандарын өз ара туура келтирүү, кубаттуулукту, чыңалууну жыштыкты башкаруу жана жөнгө салуу керек болгон. Бул жумуштар сөзсүз автоматтык аспаптар жана шаймандар менен аткарылыш керек эле. Алардын иштөө чен сандарын так аныктоо, иштөө тартибине байкоо жүргүзүү зарылчылыктары келип чыккан. Канчалык аракет болсо да, техникалык аспаптарда, системаларда ж.б. шаймандарда кырсык болот жана боло бермекчи.

1.1 АКШ жана Канаданын түндүк-чыгыш жээгинде 1965-жылдын 9–10-ноябрында болгон кырсык

1965-жылдын 9-ноябрында Канаданын төмөнкү аймактары (Канада-Кебек жана Онтарио провинциясы) жана АКШнын штаттарын (Нью-Гемпшир, Вермонт, Массачусетс, Мэн, Коннектиккун, Род-Айленд, Нью-Йорк, Нью-Джерси, Пенсильвания, Огайо, Мичиган) камтыган бириккен энерготутумдун электр жүгү **43582 МВт** болгон. Мында 17 эң чоң электроэнергиясы биригүүчү түйүн болгон жана **75%** ЭЭ жылуулук электросистемасында өндүрүлгөн, суу электростанциясынын кубаттуулугу **27%ды** түзгөн.

Саат **17:16:11** кошумча (резервное) релелик коргоо (РК) суу электр станциянын **ВЕСК №2** Канадага кеткен чыңалуусу **230 кВ** болгон 5 линиянын бирөөсүнөн опурталдуу электр жүгүнүн пайда болушун байкап, аны өчүргөн жана чыңалуусу **230 кВ** 4 калган линияга кубаттуулуктар кайра бөлүштүрүлүп биринин артынан бири **3 с** өчүрүлгөн. Болжол менен **1500 МВт** кубаттуулук өзүнүн багытын өзгөртүп түштүк-чыгышты көздөй Нью-Йорк жакка ага баштаган.

Ошондуктан, Ниагара дарыясындагы суу электр станциялары синхронизимден чыгып жана чыңалуусу **345 кВ** болгон Ниагара-**Роистер – Сиракозы – Утила – Олбани – Нью-Йоркту** байланыштыруучу линия аша жүктөлгөн, линиянын орто чегиндеги Утока подстанциядагы чыңалуу тез төмөндөгөн жана **17:15 с.** Ыйык Лаврентия дарыясындагы эки суу электростанциялары, ошондой эле Онтарио провинциясынын энерго тутуму менен байланыштырган линия да өчкөн.

Удаалаш пайда болгон кырсыктардын негизинде төмөнкүлөр пайда болду:

а) Ontario Hydro штаты Нью-Йорктон толук ажыраган; б) Нью-Йорк штатынын түндүк бөлүгү көп кубаттуулук менен бөлүнүп калды; в) Ниагара дарыясына чектеш район жана Эри көлүнүн түштүк-чыгыш бөлүгү көп жетишсиз кубаттуулук менен бөлүнүп калышты. Мунун себеби, турбогенератордо жыштык көбөйгөндө иштөөчү коргоолордун бири-бирине туура иштешин тактоонун жоктугу болгон, себеби коргоолор бир эле жыштыкта иштеши болгон, ошондуктан алар тез иштешип, көп генераторлорду өчүргөн, кубаттуулуктун жетишсиздиги пайда болгон.

Кубаттуулуктун жетишсиздиги жыштыктын тез төмөндөшүнө жана чыңалуунун тез азайышына алып келип, белгилүү аймак электроэнергиясы жок калган.

Кубаттуулуктун жетишсиздиги, жыштыктын төмөндөшүн жоюучу автоматиканын жана бөлүүчү автоматиканын жоктугу жыштыктын тез төмөндөшүнө (лавина) алып келип, саат **17:27 с** Нью-Йоркту толук ЭЭ менен жабдуу токтотулган.

Жыштыктын тез төмөндөшүнөн кээ бир жылуулук электр станциялары өздүк керектөөсүн камсыз кыла албай калды, бул май насосторунун токтошуна алып келип, турбинанын подшипниктери иштен чыкты. **1500 МВт** тагы генераторлор иштен чыккан. Телевизор

станциялары өзүнүн берүүсүн токтотту. Метро иштебей калды (Нью-Йорк) (**600000** адам метронун ичинде калды). Дагы бир коркунучтуу «абадан чабуул коюу» белгисин берүүчү белги иштебей калды.

ЭЭсы менен камсыз кылуу кийинки күнү саат **10** до калыбына келген. Ушул кырсыктын негизинде **30 млн** адам жапа чекти, өчүрүлгөн кубаттуулуктун **30000** МВт болду, үзгүлтүккө учуроого убактысы **13.30** мүнөттү түздү.

Мына ушулардын негизине **федералдык** энергетика комиссиясы төмөнкүлөрдү белгиледи:

1. Өздүк керектөөнүн ишенимдүү иштешин камсыз кылуу.
2. Кошумча ток булактарын орнотуу.
3. Жыштыктын төмөндөшүн жоюучу автоматиканы колдонуу
4. Электр линияларын күчтөө.
5. Релелик коргоонун иштөө чен сандарын текшерүү мөөнөтүн кыскартуу.
6. Кошумча ток булактарынын кубаттуулуктарынын кубаттуулугун көбөйтүү.
7. Диспетчердик, жергиликтүү текшерүү түйүндөрүн, байланыш бөлүгүн, автоматтык текшерүү боюнча иштерин жүргүзүү.

1.2. 1977-жылы 13-июлда Нью-Йорк энерго тутумунда болгон кырсык

13-июлда **1977**-жылы саат **20:30** да Нью-Йорк энерго тутумунун электр жүгү 5830 МВт болгон.

Нью-Йорктун түндүк-батыш жагында күчтүү чагылган пайда болгон жана саат **20:37 да** эки чынжырлуу **345 кВ**тык подстанциялар Buchana жана Millwood байланыштырган аба чубалгысына чагылган тийген. Бул линия боюнча **1200 МВт** кубаттуулук берилген. Чагылган линияны иштен чыгарган.

Автоматтык кайра кошуучу Endion Point электр станциянын генераторун синхронсуз кошууга тыюу салуучу коргоочу иштебей койгон. Бир эле учурда чыңалуусу **345 кВ** Buchanarladentown байланыштырган линиянын коргоосу иштеп аны өчүргөн. Экинчи чагылгандын тийиши дагы кошумча кырсыкка алып келген. Чыңалуусу 345 кВ болгон 2 линияга саат **20:56да** чагылган тийип, коргоо бул линияларды өчүргөн. Бул линия ар кандай подстанцияларды байланыштырган:

Buchanan North жана SprainBV00K, MillwoodWest жана SprainBV00K линия MillwoodWest-SprainB200K кайра кошуучу автоматика ийгиликтүү иштеген, ал эми линия SprainBV00K–Buchanan North автоматтык кайра кошуучу электро станция IndionPoint №2 генераторунун синхронсуз кошуудан сактоочу автоматикасы аны иштетпей койгон. Иште калган линиялар 20–30%дан аша жүктөлгөн жана кырсыктын өсүшү жогорку темпте өсө баштаган.

Диспетчерлер бири-бири менен маалымат алмаша баштап, кубаттуулук жетишсиздигин жоюш үчүн кошумча газ турбинасын кошушкан.

Саат **21:08**де Нью-Йорктун диспетчери системадагы чыңалууну 5% төмөндөтүүгө буйрук берген, ал эми сааты 20:18 де чыңалуу 8% төмөндөгөн, бирок газ турбинасы жарыш иштөө үчүн кошулбай койгон, себеби автосинхронизатор накта чыңалууга эсептелинген эмес.

Нью-Йорк системасы **1700 МВт** жетишпеген кубаттуулук менен бөлүнүп калган.

Бул чоң шаарды электр энергиясы менен камсыз кылуу жогорку басымдагы май толтурулган кабель менен аткарылган (138,230,345 кВ). 1800 КВт электр жүгү өчкөндөн кийин чыңалуу тез жогорулап кеткен. Ошондуктан генератордук дүүлүктүрүүчү тогун автоматика азайта баштаган, Ravenswood электр станциянын №3 генераторунун релелик коргоосу муну дүүлүктүрүүчү оромонун үзүлүш болгондо реактивдүү кубаттуулуктун багытынын өзгөрүшү катары алып, генераторду электр тармагынан өчүрүү үчүн буйрук берилген, ошондуктан кубаттуулук **830 МВт** өчкөндөн кийин жыштыктын тез азайышы болуп, жыштык төмөндөшүн жоюучу автоматика иштеген, бирок ал өчүргөн жүк жетишсиз болуп, саат 21:36 энергосистема өчкөн.

Электр менен тейлөөчү калыбына келтирүү 25 саатты түздү.

Бул кырсык болор алдында Нью-Йорк энерготутуму **1200 МВт** жардамчы кубаттуулугу болгон, анын **600 МВт** гана ишке кире алган, кошумча дагы **780 МВт** газ турбинасы болгон, бирок кээ бир болбогон шарттар менен толук камсыз кыла албай калган.

Электр энергиясынын жетишсиздигинен түздөн-түз зыян 50 млн доллар болгон, ал эми кошумча зыян 500 млн долларды түзгөн (тоноо, белги бергичтердин иштебеши, жарыктын өчүшү) ж.б.

Бул кырсыктын негизги себеби болуп релелик коргоонун камсыз кылбагандыгы, жыштыктын төмөндөшүн жоюучу автоматиканын түзүлүшүнүн туура эместиги, диспетчердин анык электр тармагынын түзүлүшүн билбегендиктери, туура эмес чечим алууга түрткү берген.

1.3. 1983-жылы 27-декабрдагы Швециянын энерготутумундагы кырсык

Швециянын энерготутуму 400 кВ эң узун 7 аба чубалгысынан турат. Линияга удаалаш жана жарыш туташтырылган РК толуктоочу коюлган. Линия өлкөнүн түндүк жагында жайгашкан суу электр станциянын түштүктө жайгашкан өтө кубаттуу электр жүктөрүн азыктандырыш үчүн курулган. Электр энергиясы эң чоң талап кылган түштүк аймакка АЭС курулган. Швеция энерготутуму Норвегия, Финляндия жана Даниянын энерготутумдары менен жарыш иштейт. Саат **13:00** кырсык болордо электр жүгү 8300 МВт болуп. 220–400 кВтык негизги линиялар жүктөлгөн. Стокгольмдун түндүк жагындагы 220 кВ бир линия жана энерготутум аралык 450 кВ бир линияда оңдоо үчүн иштери жүргүзүлгөн. Түндүктөн түштүккө берилген АК 5600 МВт болгон (чектелген чоңдугу -6000 МВт) 400 кВ мында чыңалуу 400-405 кВ болгон, ал эми жыштык $f = 5\ 0{,}0$ Гц. Саат **12:20да** АЭСтан бир блогу өчүрүлгөн, кубаттуулугу **490 МВт**. Ушул эле убакта диспетчер ПС Хамрада кайра кошууга уруксат берип, ысып кеткен жөнөкөй ажыраткычты иштен чыгарат.

Саат **12:57де** ПС Хамрада кайра кошуу жумушунда жөнөкөй ажыраткыч иштен чыгып, бул ажыраткыч менен токтун трансформатор оромосунда 1 фазалуу чукул туташтырууга алып келген. Жыйынтыгында дифференциалдык коргоо иштеп, бардык тарамдарды өчүргөн (төрт линия 400 кВ, үч трансформаторду 400 (220 кВ) жалпы кубаттуулугу 1300 МВА болгон).

Ушул абалга алып келгендин себеби, линиядагы жөнөкөй ажыраткычты өчүрүүдөгү белгилөөнүн өз учурунда аныкталбай калганы болгон.

Түндүккө кеткен линия карама-каршы жагындагы релелер коргоо менен өчүрүлгөн. 400 кВ эки линияны өчүрүлүшү калган линияда аша жүктү пайда кылып, кабыл алуу подстанциялар Холлсберг жана Кимштадта чыңалуу 350–360 кВга чейин төмөндөгөн. Негизги 400 кВ линияда чыңалуунун төмөндөшү активдүү кубаттуулуктун азайышына алып келет, бирок 1 минутадан кийин трансформатордо чыңалууну жөнгө салуу иштеп, 220 кВ линияда чыңалуу өз калыбына келген.

Диспетчер подстанция Хамра жана 220 кВ линиянын өчүрүлгөнүн байкады. Подстанция өчкөндөн 53 сааттан кийин аралык реле-

лерин коргоо иштеп, Холлстберг-Килфорсен аралыгындагы 400 кВ өчүрүлөт, өчүрүлгөн линиянын аяк жагында чыңалуу жогорулап, бир фазалуу чукул туташтырууга алып келди.

Ушунун негизинде:

– түштүк аймакта чыңалуу төмөндөдү;

– синхронизм бузулду;

– Швециянын энерготутуму өз алдынча 2ге бөлүндү.

Норвегия менен Даниянын түштүк жагында аралык энерго тутум бузулду.

Өлкөнүн түштүк жагында **7000 МВт** кубаттуулук жетишсиз болду, ушунун негизинде жыштык 2–4 Гц/с ылдамдыгы менен төмөндөй баштады, бул учурда АЧРдин жарымы гана иштеди, калгандары чыңалуунун тез төмөндөшү менен иштебей калды.

Түндүк жактагы энерготутумда төмөнкүлөр болду:

– Форсмалтагы АЭСтин 2 генераторунун бир генераторун туруктуулуктун бузулушуна тыюу салуучу автоматика өчүрдү;

– экинчи генератордо ушундай автоматика иштебей калып, ал генератор реактордун технологиялык коргоочу автоматиканын жардамы менен өчүрүлдү;

– ушулардын жыйынтыгында АЭСте бир генератор калды.

Холлберг–Кифоросон ортосундагы линияда кырсык Килфорсон подстанциядагы ажыраткыч 2 фазасы менен өчүрүлдү;

– чукул туташтуу коңшу подстанциядагы нөл удаалаштык релелик коргоосу менен өчүрүлдү;

– Энергомаи–Ривер–Ум Ривер ортосундагы 400 кВ линия туура эмес өчүрүлгөн жана аша жүктөлгөн көп 130 кВ линия өчтү;

– Ум Ривер аймагында ашыкча кубаттуулук пайда болду, ушунун негизинде жыштык жогорулагандан иштей турган автоматика иштеп, бир канча гидрогенераторду өчүрдү, ошондуктан бул аймакта электр энергиясы берилбей калды.

Түштүк аймак ажыратылгандан 5 сааттан кийин түндүк аймакта жыштык **54 Гц**ке жетти. Жыштык жогорулаганда иштөөчү автоматика калган гидрогенераторлорду өчүрдү. Аша жүктүн негизинде Финляндия жана түндүк Норвегияны менен байланыштыруучу линия өчтү.

Кырсыктын негизинде ГТУ тез кошулуп кубаттуулук иштеп чыгарды жана мазут менен тез иштөөчү ТЭС да акырындык менен кошула баштады.

Саат **21**ге жакын АЭСтин энергоблоктору калыбына келе баштады, биринчи блок саат **22:35** кошулду, акыркы энергоблок 29-декабрда саат 14:44тө ишке кирди.

Кырсык төмөнкүлөргө алып келди:

– релелер коргоонун жана автоматиканын туура эмес иштешине;

– АЧРдин канааттандырбаган абалы жыштык релелеринин туура эмес иштешине алып келип, энерго тутумда чыңалуу төмөндөдү.

1.4. 1987-жылы 23-июлда Токиодогу кырсык

Бул кырсык жооптуу ТИе Токио Electric Pover Compfny Inc (ТЕРСКО) компаниянын аймагында болгон. Кырсыктын болушуна себепкер болуп күн каты ысыганда, 39º С, ЭЭ көп пайдалануусу деп айтылат. Керектелген ЭЭ болжолдуу көлөмү 28-июлда саат **11:00**дө **40000 МВт**, ал эми кубаттуулук 41520 МВт (3,8 % кошумча көлөм сакталган) күндүн ысышы менен кошумча **950 МВт** керектелген, ал эми жетпеген **570 МВт** бөлөк компаниядан алынган., себеби накта талап кылынган кубаттуулук – 41520 МВт камсыз кылыш керек эле. Японияда 2 жыштык колдонулат 50,60 Гц. Компаниялардын энерго-тутуму 2 турактуу токтун линиялары менен кошулган, ар биринин кубаттуулугу 300 МВт болгон подстанциялар Sakima–Shin–Shingano аркалуу кошулган.

Кырсыктын чыгышы төмөндөгүдөй болгон:

1. Саат 13:00дө электр жүгү **39100 МВтты** түзгөн

2. Түштөн кийин кубаттуулугу өсүшү минутасына **400 МВт** болуп, тез өсө баштаган, чыңалуунун басаңдашын жоюш үчүн реактивдүү кубаттуулуктун булактарын кошуп, генератордун дүүлүктүрүүчү токтору чоңойтулган.

3. Саат **13:07**дө бардык болгон конденсатор батареясы кошулган бирок чыңалуу төмөндөй баштаган жана саат **13:19** да 500 кВ магистралдык линияда чыңалуу төмөндөгөн, ток өсүп, релелери коргоо 500 кВ Shin-Fuji, Shin-Hatano подстанцияларды өчүргөн.

Ошондуктан кырсыкка кубаттуулуктун өсүшү алып келген, себеби, бул учурда чыңалуу кескин төмөндөгөн (лавина).

Кырсыкты жоюш үчүн кандай чаралар колдонулду?

1. Генератор жогорулатылган чыңалуу менен иштеген.

2. Higashi-Ohgishima ТЭЦинин биринчи блогу ишке киргизилген. Бул ТЭЦ өтө көп кубаттуулукту пайдаланган жерге орнотулган.

3. 275 кВ линиянын түзүлүшүн кайра карап чыгуу менен 500 кВ линиядагы жүктү азайтуу.

4. Өз ара ЭЭсы менен ыңгайлуу алмашуу б.а 50 жана 60 Гц электр тармагында турактуу токтун линиясын куруу менен кубаттуулуктун агынын башкаруу.

5. ЭЭсын керектөөчүлөргө кырсык болгондо талапты өзгөртүү, б.а кырсык болгондо келишим менен ЭЭ берүүнү үзгүлтүккө учуратуу.

1.5. 1996-жылы 2–3-июлда АКШнын батыш тарабындагы болгон кырсык

1996-жылдын ортосунда (июль-август) АКШ күн батыш энерго тутумунда эки оор кырсык болду, бул кырсыкка АКШнын көп бөлүгү туушар болуп, эки ири шаарлары – Лос-Анжелес, Сан-Франциско электр менен тейлөө үзгүлтүккө учурады.

Биринчи кырсыкта, 1996-жылы энерготутум (ЭТ) 5 районго бөлүнүп кетти, алардын үчөөсүндө жыштык көп убакытка чейин төмөндөп, ал эми бир район толук ЭЭ албай калды. Кырсык учурунда **2,24 млн** керектөөчүлөр өчүрүлдү (өчүрүлгөн), жалпы кубаттуулук 12 млн кВт болгон. Калыбына келтириш үчүн 6 сааттан көп убакыт кетет.

1996-жылы 2-июлдагы кырсык

Бир канча күн АКШнын батыш бөлүгүндө ысык болгон. **7000 МВт** жалпы кубаттуулук түндүк-батыш жакта жайгашкан ГЭСтен берилген. Ортон-Калифорния аралыгындагы 800 кВ линиядан (үч линия) 4260 МВт берилген. ЭТ эң чоң жүктөлгөн.

Кырсыктын пайда болуу себеби:

1. Jim Bridger-Kinport линиясынын бузулушу, 345 жана 230 кВтык линиялардын жалган өчүрүлүшү.

Саат 14.24.37 жыгачтын 345 кВ линияга кулашы бир фазалуу чукул туташтырууга алып келди, релелерин коргоо 0,05 с өчүрдү. Линиянын узундугу 400 км. Ошол учурда жарыш иштеген Jim Bridger-Coshon ортосундагы 345 кВ линия жалган өчүрүлдү.

2. Иште калган линия аша жүктөлүп, автоматика ТЭСтин кубаттуулугу 250 МВт келген эки блогун өчүрдү.

3. Аралык релелерин коргоо 230 кВ линиядагы АКК ийгиликсиз иштегендин негизинде өчүрдү, б.а. 2 секунданын ичинде реленин коргоо 1 туура жана 2 туура эмес иштеди.

4. **Айдахо жана Орегон** штаттарынын ЭТ чыңалуу бузулду, ошондой эле автоматиканын жана диспетчердин туура эмес иштештеринен реактивдүү кубаттуулуктун жетишсиздиги пайда болду, ушунун негизинде:

– аша жүктүн биринин артынан бири өсүшү менен 8 аралык реле иштеп, 8 линияны өчүрдү.

– роторду аша жүктөн коргоочу релелик коргоо кубаттуулугу **260 МВт** болгон үч генераторду өчүрдү;

– дүүлүктүрүүнүн жоголушу менен 5 генератор өчүрүлдү.

ЭШ пайдалануунун жетиштигинен жана релелик коргоонун иштөө чен сандарынын туура эместигинен элементтерде 16 өчүрүү болду.

5. ЭТ беш аймакка бөлүнүп кетти. Кырсык болоор алдында **5 с** ичинде б.а. Калифорния-Орегондун ортосундагы **500 кВ** өчүрүлүшүнө чейин – Калифорниядан Орегонго өтө көп реактивдүү бериле баштады **400 кВардан 2000 МВарга чейин,** ошол эле учурда Орегондон Айдохого да реактивдүү кубаттуулук 170 ден 300 МВарга өстү.

Калифорния-Орегон ортосундагы 500 кВ эки линия аралык коргоонун чынжырындагы бузулуштан өчүрүлдү, ал эми үчүнчү линия аша жүктүн пайда болушу менен аралык коргоо аркалуу өчүрүлдү.

Кырсыктын негизинде **60–500 кВ** 26 линия өчүрүлдү алардын ичинен:

– аралык коргоонун иштеши менен – **500 кВ линия – 1; 345–6; 230–1; 164–1; 120–1**

– **асинхрондук** жүрүштү жоюучунун автоматиканын иштеши менен; **345-4; 230-4; 161-1; 138-1; 120-1; 60-1;**

– нөл удаалаштыктын релелери коргоосунун иштешинде – **500 кВ-1;**

– аныкталбаган шарт менен-**500 кВ-2;**

Кубулуштун тез өчүрүшү, 4 с көбүрөөк, кызматкерлердин кырсыкты болтурбоого кыла турган аракеттери мүмкүн болбой калган, АСДУ туура иштеп жатса да.

Биринчи аймакта. Жыштык **48.9 Гц** төмөндөп, АЧР 1183 миң керектөөчү өчүргөн жалпы кубаттуулук **4500 кВт** болгон. 30 мин ичинде 90% керектөөчүлөргө ЭЭ берилген, толук 2 сааттын ичинде калыбына келген.

Экинчи аймак. Бул аймакта ашыкча кубаттуулук көп болгон, **3900 МВт** кубаттуулукту берүүчү генератор кырсыкка каршы автоматиканын негизинде өчүрүлгөн. Керектөөчүлөргө ЭЭ бир канча минутадан 1 саатка чейин калыбына келтирилген.

Үчүнчү аймак. Бул аймакта жыштык **49,25 Гц** төмөндөп, АЧР **623 миң** керектөөнүн, жалпы кубаттуулугу **3854 МВт** өчүрдү. Амазон жана Калифорния ЭТ ажырагандан аймакта жыштык **61 Гц** түздү жана ар кандай шартта **2000 МВт** кубаттуулук өчүрүлдү.

Калыбына келтирүү **6 саатты** түздү.

Төртүнчү аймак. Бул аймакка Айдахо штатынын түштүк бөлүгү жана Орегон штатынын чыгыш бөлүгүнүн бир аз аянты кирди. Жалпы кубаттуулугу **2860 МВт** болгон **375 миң** ЭЭ керектөөчү өчүрүлдү. Кайра калыбына келтирүү үчүн 6 сааттан ашык убакыт кетти.

Бешинчи аймак. Буга Невада штатынын түндүк жагы кирет, жалпы кубаттуулугу **550 МВт** болгон **61,7** миң ЭЭ керектөөчүлөр энергиясыз калды. Калыбына келтирүү 3 сааттан ашык убакыт жумшалды.

1996-жылы 3-июлдагы кырсык

Кийинки күнү ошондой эле кырсык туура иштөөнү бузду.

Ошол эле линияда **345 кВ Jim Brider Kinport** ошол эле жерде жыгач кулап, бузулууга алып келди. Кырсык саат **05.07.1996** байкалды. Релелик коргоо жарыш иштеген **345 кВ** линияны ашыкча өчүрдү. Мурунку күндөгүдөй эле автоматика **500 кВ** болгон энерго блокту өчүрдү.

Кырсыктан кийинки абал туруктуу болуп, **Калифорния-Орегон** ортосундагы линиянын жүгү **4000МВтке** азайды, ал эми жетишпеген реактивдүү кубаттуулук. **Browneu** ГЭСнин №5 блогун реактивдүү кубаттуулукту толуктоо үчүн кошушту. Ушунун негизинде райондук **Boise** подстанциясында чыңалуу **224 кВ** деңгээлинде кармалып калды. Генераторлордун роторундагы аша жүктүн болбошун азайтыш үчүн **Bvowneu ГЭС**тин кызматкери генераторлордун дүүлүктүргүчүн

азайтты, подстанция **Boise**де чыңалуу **205 кВ** ка чейин төмөндөдү, ушунун негизинде чыңалуунун термелүүсү башталды.

Ушул учурда **Idano Power** энергокомпаниянын диспетчери подстанция **Boise** деги **600МВт** өчүрдү, чыңалуунун термелүүсү токтоду.

1.6. 1996-жылы 10-августта АКШ батыш тарабында болгон кырсык

10-августта 1996-жылы Тутумда эң көп кырсык болуп, энерготутумду бири-бирине көз каранды эмес төрт аймакка бөлүп, жалпы кубаттуулугу **30 390 МВт** болгон, **47,49 млн** ЭЭ керектөөчүлөр өчүрүлдү.

Баштапкы абал төмөндөгүдөй болгон. Канададан эң чоң көлөмдөгү ЭЭ импорттолгон. Кырсыкка чейин **500 кВ**тык эки линия **JohnDay Marion-Vane** жана **Big Eddy Ostvander** өчүрүлгөн, мындан башка трансформатор **500/230 кВ** пландоо түрдө өчүрүлгөн, ошондуктан СТКнын 500 кВ реактивдүү кубаттуулук боюнча таасири азайган саат **15:42:37** жыгачка линия тийип, ОАПВ-ийгиликсиз иштеп **500кВ** линия **Alleston-Kuler** өчтү, ошондой эле линия **Kuler-Peakt**да өчтү. Кырсыкка чейин бул жерден жүк **1300 МВт** болгон. Линия өчкөндөн кубаттуулук кайра бөлүштүрүп чыгыш **Cascade mountains** жана подстанция **Hanford,** линиялар **115 жол 230 кВ** тарапка акты.

500 кВ Alleston-Kuler линия арасына жарыш иштеген төмөнкү чыңалуудагы линияда 115% аша жүктөлдү. Төмөнкү **Колумбияда** чыңалуу азайды.

5 минут өткөндөн кийин жарыш иштеген **500 кВ**тук **Alleston-Kuler** өчүрүлдү линия **115 кВ merwinst. Johns** релелик коргоо туура эмес иштешинен өчүрүлдү, ал эми аша жүктөлгөн **230 кВ** линия **Ross-Lexington** жыгачка тийип өчүрүлдү.

Болжол менен ошол убакта **15:47:37** станция **Menary** он үч блогу биринин артынан бири дүүлүктүрүүнү аша чыңалуудан сактоочу коргоосунун туура эмес иштешинен өчүрүлө баштады.

Menary станциясынын иштен чыгышы энерготутумда жыштык төмөндөшүнө алып келди, ЭЭ экспорт кыскарды.

Энерго тутумдун түндүк бөлүгүнүн жана түндүк **Калифорниянын** ортосундагы байланыш **саат 18.18де** бүттү б.а кырсык болгондон кийин **2,5** саатта, ал эми түндүк жана түштүк аймактарындагы байланыш **саат 18.47де** бүттү.

1.7. 2003-жылы 14-августта АКШнын түндүк-чыгыш жагындагы жана Канадада болгон кырсык

2003-жылдын 14 августунда АКШнын түндүк-чыгыш жана **Канаданын** Онтарио провинциясында эң чоң энергетикалык кырсык болду.

16800 МВт электр жүгү өчүрүлдү, бул болсо **50 млн адам жашаган Огайо, Мичиган, Пенсильвания, Нью-Йорк, Вермант, Массачусетс, Конноктиктук, Нью-Джерси** подстанциясын жана Онтарио провинциясынын бөлүгүн камтыды. Электр керектөөчүлөрдү өчүрүү болжол менен саат **16-00**дө башталды. Электр менен жабдуу кырсыктан кийин 2 суткадан кийин да калыбына келген эмес. Онтарионун кээ бир райондорунда бир жумага чейин кез-кез өчүрүлөр болуп турган .

15 августта президенти АКШнын Джорж Буш жана Канаданын премьер-министри Жак Кретьек кырсыктын себебин билүү үчүн атайын комиссия түзүштү жана мындан ары мындай кырсыктын болбошу үчүн атайын сунуштарды иштеп чыгуу тапшырылды.

Комиссиянын жыйынтыгы боюнча кырсык болоор алдында иштеп жаткан энерготутумдун эч кандай кырсык түзүүгө шарт түзгөн эмес. Линияларды өчүргөндө да (энерго тутум аралык) кырсыктын болушу мүмкүн эмес деп далилдешти.

Кырсыктын болушу кызматкерлердин шалаакылыгынын натыйжасында болгон. Үч 345 кВ линиянын учу терекке тийген учурда **First Energy** компаниясынын ыкчам башкаруучу бөлүгүндө орнотулган телеметриялык маалыматты берүүчү негизги жана кошумча компьютерлердин иштебей калышы болгон. Ошондой эле кырсыктын болушуна жыштыктык жоюучу автоматиканын иштөө чен сандарын одоно эсептөө жана туура келтирүүчү иштери жана анын иштешин бөлөк релелик коргоолор менен ымалаштыруу жумуштары аткарылбаганы да болгон.

Энерго тутумдардагы кубаттуулуктун берилиши белгиленген чендерде болгон. Реактивдүү кубаттуулук өзүнүн белгиленген чегинен бир аз ашык эле.

Компания **American Electric Company** дан **Огайо жана Мичиган** аймак аркылуу Канадагы берилүүчү активдүү кубаттуулук күнүмдүк ченемден бир аз көп болгон. Ушул шарттар Огайо штатынын

түндүк бөлүгүндө чыңалуунун төмөндөшүнө алып келген күнүмдүк ченинен бир аз көп болгон.

Чоң кырсыктын болоор алдында бир аз мурун күтүүсүз эки өчүрүү болгон. **345 кВ** тук **Сгюарт-Атланта** менен**AEP** жана **First Energy (FE)** энерго тутумдары менен байланыштыруучу линиянын **14:02** терекке тийген учурда өчүрүлүшү, анын өчүрүлгөн боюнча калышы. Бул өчүрүү боюнча ыкчам башкаруучу **MISO** го маалымат келип түшкөн эмес, ошондуктан кырсыктын күчөшүнө баа берилбей калган.

Экинчиси, саат **13.31** де **Eastlawe** ТЭЦнин **№5** блогу өчүрүлгөн, өчүрүнүн себеби кызматкер электр тармагына берилүүчү реактивдүү кубаттуулукту көбөйткүсү келген. Бирок бул өчүрүү эч кандай коркунучту алып келген эмес, бирок компания **FE** ЭЭ импорттоого аргасыз болгон, ошондуктан Огайо штатынын түндүк бөлүгүндө чыңалууну жөнгө салуу татаалданган.

Блоктун өчүрүлүшү чыңалуунун деңгээлине эч кандай коркунуч туудурган эмес, бирок Огайонун түндүк бөлүгүндө **345 кВ** линияда кубаттуулуктун агышы өскөн.

Саат 14:14дө **FE** активдүү кубаттуулукту ыкчам башкаруу компаниясынын **сервер** иштебей калды. (**Energy Management System-EMS**).

EMS алыскы терминалдар менен болгон байланыш үзүлдү, б.а телеметриялык маалыматтар келбей калды. **Саат 14:54**дө кошумча сервер иштебей калды, бирок ыкчам башкарууну аткаруучу компьютерлик тутум иштен чыкканына күмөн санашкан жок, ал эми мунун иштен чыкканына техниканы тейлөөчү кызматтар билип, аны оңдоого аракет кылган, ошондуктан FF борборундагы диспетчердик башкаруудагылар боло турган кырсыкка эч кандай аракет кыла алышкан жок, себеби, маалымат алышкан эмес.

Саат **15.05.14**төн **15:41:35** ортосунда терекке линия тийгендигине байланыштуу 345 кВ линия биринин артынан бири өчө баштаган. Ар бир болгон окуя иште калган линиялардагы жүктүн өсүшүнө алып келген.

Саат **15:46**лар чамасында **FE, MISO** жана соңку тутумдардын диспетчерлери **FF** компаниясында кырсык боло баштаганын сезе башташкан. Бул учурда эң ыңгайлуу болуп **Клинверьд** шаарынын аймагындагы **1500-2000 МВт** жүктү өчүрүү эле, бирок бул иш жүзүнө ашпай калган. Саат **15:46**да **Star. South Canon**линиясы өчкөндөн

кийин **138 кВ** линиялар аша жүктөлүшүп, анан өчүрүлгөн (20 жакын линиялар).

Саат **16:06**дө **345кВ**тык **Sammis-Star** линиясы аша жүктөлүп жана өчүрүлдү, мунун кесепетинен **Мичиган** штаты аркылуу **Онтарио** багытына бериле турган кубаттуулук болбой калды. Бул өчүрүү биринин артына бири боло турган кырсыктын башталышы болду.

Саат 16:10:04төн 16:10:45ке чейин Эри көлүнүн жээгинен 20 генератор өчүрүлдү (**жүгү 2174 МВт чейин**) ушундай жоготуу Огайонун түндүк жагынан борборго кеткен агын көбөйдү.

Саат 16:10:37 345 кВ түк Мичиган бөлүгү дагы өчтү, Мичигандын чыгыш бөлүгү Мичигандын түндүк жагы аркылуу айланма линияга кошулган бойдон калды, ал дагы бир секундадан кийин өчтү.

Эри көлүнүн жээги боюнча кеткен линия өчкөндө, бул линия боюнча аккан кубаттуулук өзүнүн багытын кескин өзгөртүп, сааттын багытына каршы **Пенсильваниядан Мичиганга** Нью-Йорк жана Онтарио аркылуу ага баштады.

Мунун жыйынтыгында жарыш иштеши бузулду, электрстанциялардын асинхрон жүрүшү пайда болду, бул чыңалуунун төмөндөшүнө алып келди.

Тутум өз ара байланышпаган бир канча бөлүккө бөлүндү, кээ бирлеринде ашык кубаттуулук, кээ биринде кубаттуулук жетишсиз болду. Жыштыктын төмөндөшүн жоюучу автоматиканын генераторду коргоочу аспаптар менен өз ара дал келип иштебеши ушундай кырсыктын болушуна алып келди. Клинвленд аймагында **7 секунданын** ичинде **3000 МВт** кубаттуулук өчүрүлдү, (мунун себеби, чыңалуу төмөндөгөндө статордук жана ротордук оромолору аша жүктөлүшү).

АЧР 1300 МВт кубаттуулукту өчүрдү, жыштык төмөндөй баштады, калган генераторлор жыштыктын төмөндөшүнөн өчүрүлдү. Синхронизмден чыккан аймакта жыштык **63 Гц** болуп, генераторлор жыштыктын жогорулашы менен өчүрүлдү, бул аймакта кубаттуулуктун жетишсиздиги пайда болду.

Кырсыктын кесепетинен **263** электр станциялары өчүрүлүп, бул станцияларда **531** генератор иштеген.

Электр станциялардын өчүрүлүш себеби:

1. Чыңалуу төмөндөгөндө дүүлүктүрүү системасынын иштен чыгышы жана аша жүктүн пайда болушу.

2.Агрегат (блоктордун) релелик коргоолорунун эң чоң таасир берүүнүн негизинде иштеши.

3. Тутумдун иштөөсүнүн толук токтолушу.

Кээ бир электр станциялар өзүнүн АСУ жана технологиялык корголору менен өчүрүлгөн, ошондой эле өздүк керектөөнүн азыктануусунун жоюлушу да себеп болгон.

Жыйынтык төмөндөгүчө аныкталган:

• Аба чубалгысы орнотулган багыттын абалы **начар** текшерилген;

• Ыкчам башкаруу тутумунда иштеген кызматкерлер тутумду **коопсуздук** абалда кармап турбагандыгы;

• Ыкчам башкаруу тутумундагы кызматкерлердин кырсык абалына баа **бере албастыгы** жана коңшу тутумдарга тез бере **албастыгы**;

• Кызматкерлерди **жетишсиз** даярдоо;

• Тутумду жана байланыш тутумдарын байкоочулуктугунун **жетишсиздиги**.

1.8. 2005-жылы 24–25-майда Москва облусунда болгон кырсык

Москва энерготутуму жеткиликтүү топтолгон жана ири энерго бирикме болуп саналат, анда **220, 500кВ** линияларга чогуу кошулган. Москвадагы жана Москва облусунун электр станцияларынын кубаттуулугу **8000 МВт (15** электр станция). **Кышкы** эң чоң жүк Мосэнергодо болжол менен **12000 МВтты** түзөт. **23–25** майга карата оңдоо үчүн **20** генератор жалпы кубаттуулугу **2630 МВт** жана **9** автотрансформатор жалпы кубаттуулугу **3138 МВА** иштен чыгарылган.

2005-жылдын май айы жылуу болуп соңку күндөгү эң чоң электр жүгү **6500–7000 МВтты** түзгөн, ал эми иштен чыгарылган кубаттуулук **4050–4200 МВт** болгон. Сыртта алынган ЭЭсы **2500 МВт**ты түзгөн.

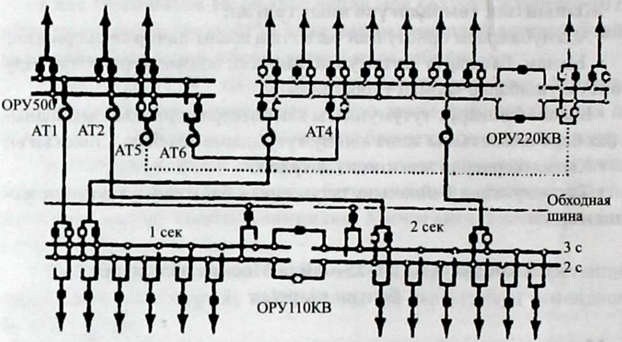
Негизги кырсык Москванын түштүк-чыгыш жагындагы **Чигино** подстанциясынын тегерегинде болгон. Подстанциянын бөлүштүргүүчү бөлүгүндө үч түрлүү чыңалуу болгон **500, 220, 110кВ (сүрөт 1.1).**

500 кВ-2 ишкананын тутуму, кошулган линиянын ар бирин 2 ажыраткыч, ал эми **АТ-1, АТ-2** 500 кВ жагында ажыраткычы жок, жөнөкөй ажыраткыч менен кошулган, **АТ-6** ажыраткыч менен кошулган (сүрөт 1.1)

220кВ-секциялаган 2 шина тутуму, ар бир кошулган линия 2 ажыраткыч коюлган, **АТ-4** бир ажыраткычы бар.

110кВ-секцияланган 2 шина тутуму жана байлантма 1 ажыраткыч коюлган.

Подстанция **үч 500 кВ, 9- 220 кВ, 12-110 кВ** линиялар кошулган.



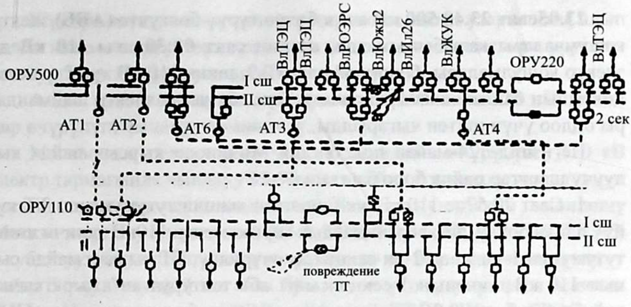
Сүрөт 1.1. Саат 19да 23.15.2005 подстанциянын кошулган түзмөгү.

Подстанцияда 6 автотрансформатор жалпы кубаттуулугу **2000 КВА.**

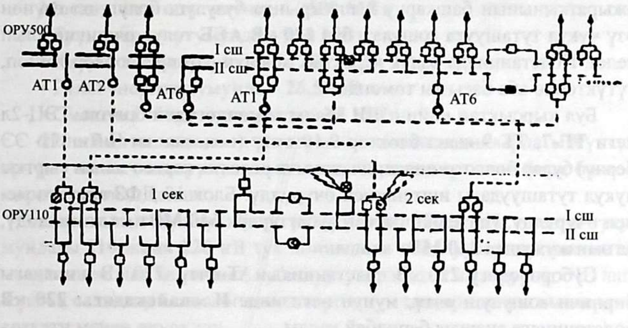
Подстанцияда 9 ажыраткыч 500 кВ, 13 ажыраткыч 220 кВ, 24 ажыраткыч 110кВ.

2005 ж. 23-25 майдын ичинде төмөндөгүдөй технологиялык бузулуулар болгон.

23.05 саат 19.57 110 кВтык биринчи шинанын тутумундагы аба толтурулган ажыраткычтын ТТ бузулуп, май чачырап үч фазадагы ТТ күйөт. АТ-2 дифференциалдык коргоосу иштеп, бул автотрансформаторлор экинчи **500 кВ** шинанын тутуму менен чогуу өчүрүлөт жана экинчи шинаны тутумундагы бардык кошуулар да өчөт. Дифференциалдык коргоо **110 кВ** 2-секциянын биринчи шина тутумун өчүрөт. Ошондой эле бузулуш төмөнкү элементтерде болду. Сүрөт 1.2, а,б



б)



Сүрөт 1.2.24.05.05 Чигино подстанциясындагы кырсыктын өрчүшү

ВВ 1 СШ АТ-2; байлатма ажыраткыч **110 кВ 2**-секция жана ТТ АТ-4(200/110 кВ) ажыраткычы өчтү жана бардык кабель чубалгысы да өчтү.

23.05саат 23.40 500 кВ ачык бөлүштүрүү бөлгүчтө (**АББ**) электр кошумчалары калыбына келди, ал эми **саат 00:30дагы 110 кВ** да электр кошулмалары. Ошондой эле АТ-2, шина 110 кВ тук 2-чи секциясынын байлатма ажыраткычы ж.б.у.с. бузулган электр шаймандары оңдоо үчүн иштен чыгарылды.

Негизинде 24-майда подстанция Мичинодо кырсык пайда кылуучу шарттар пайда боло баштады.

1. Саат 20.57де 110 кВтук шинанын экинчи тутумундагы ТТ күйүү пайда болду, дифференциалдык коргоо менен 110кВ экинчи шина тутумунун 1-чи жана 2-чи секциясы өчүрүлдү, ТТ чыккан майда сынык 110 кВ шинанын 1-секциясыны аба толтурулган ажыраткычка тийип, аны бузат, **0.06 с** кийин чукул туташуу болуп, өрт чыгат АТ-1, 500 кВ тук 1-чи шина тутуму өчүрүлөт.

Саат **21.17** АТ-3 кошулган бөлүктө 120 кВ шинаны 1-чи секциясына зым түшөт. 220 кВ 1-чи шина тутуму ДЗШ менен өчүрүлөт. Ошол эле учурда 220 кВ АТ-6 кошулган 2-чи шинанын тутумунун ажыраткычынын башкаруу чынжырында бузулуш болуп, ал өзүнөн өзү чукул туташууга кошулат, бул **220 кВ АББ** толук өчүшүнө алып келет. Подстанцияда өздүк керектөө жоюлуп, компрессорлор токтоп, түтүктөрдө аба басымы төмөндөйт.

Бул кырсыктан кийин ЭШ абалы төмөндөгүдөй болгон. ТЭЦ-2лдеги **ТГ-7, ТГ-9** жана блоктор **9,10** өчтү (подстанция Чигиного ЭЭ берчү) булар болсо линиядагы кошумча релелик коргоо менен сырткы чукул туташуудагы иштешинен өчүрүлдү. Блок 10 ДФЗ аракети менен өчүрүлдү. Иштелип чыккан кубаттуулук **640 МВт ка** төмөндөдү, ал эми жумушта **240 МВт** калды.

Субороводогу 220 кВ подстанцияда АТ-өчтү. 220 кВ шинадагы биринчи кошулуш өчтү, мунун негизинде **Иловайскадагы 220 кВ** подстанцияга энергия берилбей калды.

Любино, Текстильная, Марвино аймагында кээ бир өчүрүүлөр болду. Капотнедеги Москвалык НПЗ ЭЭ аз берилди.

Саат 23.41 аба басымынын азайышы менен 500кВ аба толтурулган ажыраткыч өз алдынча кошулду, бул АТ-1 тарапта туруктуу чукул туташууга кошулуп, **АТ-1** дифференциалдык коргоосу иштеди. АТ-1 ДЗТ аракети менен 500 кВ **УРОВ** ишке кирип, теле аркылуу **Михайлов-Чигино** 500 кВ линиясы өчтү.

Жүктүн өсүшү менен өткөргүчтөр ысып, анын узарышына алып келди жана өткөргүчтөр дарактарга жана линиянын астына уруксатсыз тургузулган курулуштарга тийип, өчүрүлдү.

Андан аркы кырсыктын таасири менен **110 жана 220 кВ** линиялар өчүрүлүп, чыңалуу төмөндөдү.

Москванын түштүк бөлүгүндөгү линиянын өчүрүлүшү 110 кВ электр тармагында чыңалуу **85-90 кВга** чейин төмөндөп, чыңалуунун кескин тез төмөндөшүнө алып келди. Чыңалуунун кескин төмөндөшү Москва энерго тутумундагы **ГЭС-1, ТЭЦ-3 9, 11, 17, 20,22, 26, ТРЭС-4** кубаттуулукту иштеп чыгуу толук токтоп же бир аздан иштеп чыгуу пайда болду. Ушундай эле абал Тульдук энерго тутумундагы Алексия ТЭЦде, Новомосковския ГРЭСде, Ефремов ТЭЦде Шекин ГРЭСте да пайда болду.

Андан аркы кырсыктын уланышынан **321подстанция,** анын ичинен **220 кВ** тун 16 п/с, 110 кВ тук 201 п/с 35 кВ тук 104 п/с өчүрүлгөн. Муну жыйынтыгынан өчүрүлгөн кубаттуулуктар төмөндөгүчө:

Москва энерго тутумунда – **2500 МВт**

• Туль энерго тутумунда – **950 МВт.**
• Калуга энерготутумунда – **250 МВт.**
• Рязан энерготутумунда – **26,5 МВт.**
• Смоленск энерготутумунда – **13 МВт.**

220 кВ алты линиянын өчүшү иште калган линиялардагы жүктүн өрчүшү жана чыңалуунун төмөндөшү биринин артынан бири болгон кырсыкка алып келди.

Москванын түштүк бөлүгүндөгү жана Туладагы энерго тутумундагы **110 жана 220 кВ** тук линиядагы чыңалуулардын чектелген маанисинен аша төмөндөп, кубаттуулукту иштеп чыгарууну, ЭШ аша жүктөн сактоочу технологиялык коргоонун таасири же кызматкердин аракети менен өчүрүлдү.

110-220 кВ линиялардын көп иштен чыгышы жана электр станциялардын ЭШ өчүрүлүшү телефон байланышы аркылуу келген көптөгөн көлөмдүү маалыматтарды ыкчам-диспетчерлик кызматкерлердин аларды кабыл алып жана тандап, тийиштүү чечим алып, кырсыкты жоюу мүмкүнчүлүктөрү чегинен чыгып кетти.

Кырсыктын чыгышын талдоо жыйынтыгы төмөндөгүлөрдү көрсөттү:

а) **110-220 кВ** линиялар өткөн багыттардагы өскөн бак-дарактарды, өсүмдүктөрдү тазалоо талапка жооп бербегендиги;

б) өткөргүч зымдардын бак-дарактарга тийип, чукул туташуу пайда кылгандыгы.

25. 05. 2005 саат **12:30га** жакын ыкчам иштөөчү кызматкерлердин жана автоматиканын жардамы менен кырсык жоюлган. Кызматкерлер жана автоматтык өчүрүлгөн жумуштар талапка жооп берүү менен аткарылган жана кырсыкка алып келген эмес. Кырсыктын өрчүшүндө кошумча технологиялык бузулуштар ЭШдин бузулушуна жана жамандыкка алып келүүчү кырсыктар болгон жок. Бирок, ушул кырсыктын татаалдыгы, өрчүшү Россиянын **ЕЭС**ке жана **500 кВ** линияга таасирин берген жок. Кырсыкты жоюш үчүн атайын комиссия түзүлгөн.

Кырсыктын болушун жана өрчүшүн талдоо төмөнкүлөрдү көрсөттү:

а) кырсыктын алдын алуу жана жоюу үчүн жигердүү болуп автоматиканын жардамы менен же аралыкта ЭЭ керектөөчүлөрдү өчүрүү болушу;

б) электр жүгүнүн учурундагы чыңалуунун төмөндөшү, зымдардын салаңдап калышы, жерге тийиши, аша жүктүн негизинде зымдар узарып салаңдап калыш учурунда кызматкерлер азыктандыруучу борборлордун ЭЭ керектөөчүлөрдү өчүрбөй коюшу;

в) жогоркулардын негизинде **110-220 кВ** линияларды көп өчүрүлүшүнө алып келген;

г) подстанциялардагы күзөт кызматкерлерди чыңалуунун төмөндөшүн жоюу боюнча жана аларды тийиштирүү иш кагаздар боюнча калыбына келтирүүнү өз алдынча чечим кабыл алышпагандыгы, бирок колдонулуп жаткан нускама боюнча мындай аракетке тыюу салынбайт;

д) чыңалуу төмөндөгөндө жана аша жүктөрдө электр жүктөрүн азайтуучу атайын автоматтык шаймандар Москва энерготутумунда болгон эместиги (атайы автоматикалар – **АОСН**-автоматика ограничение снижение напряжение-**чыңалуунун төмөндөшүн чектөөчү автоматика-ЧТЧА** жана **САОН**-специальная автоматика отключение нагрузки-жүктү өчүрүүчү (аша жүктө) атайын автоматика – **ЖӨАА**).

Кырсыктын негизинде 100 млн. кВт*с ЭЭ берилбей калган, 1600000 миң рубль зыян келген.

Кырсыктын жыйынтыгын талдоонун негизинде ар кандай жигердүү сунуштар кабыл алынган, алардын негизгилери: чыңалууну жөнгө салуу каражаттарын колдонуу, Москва чөлкөмүнө активдүү кубаттуулукту өндүрүүнү көбөйтүү жана өлчөөчү каражаттарды жана маалыматты талдоону көбөйтүү.

1.9 Кыргыз энерготутумундагы кырсыктар (бузулуштар)

Бул маселени талдоодо колго тийген маалыматтардын толук эместигине байланыштуу бул суроону толук талдоого мүмкүнчүлүк болбой калды, б.а. статикалык маалыматтарды кароого туура келди. **Таблица 1.1 де** 2008–2014 жылдардагы бузулуштар келтирилген, бул учурда 7 жылдын ичинде ААО «**ЭС**» жана **КУЭТ** боюнча жалпы **116** бузулуш (орто эсеп менен жылына **15.7**), ал эми бөлүштүрүүчү энергокомпаниялар боюнча **7816** (орто эсеп менен **1116.5**) бузулуш болгон, жалпы энерготутум боюнча **7932** бузулуш (орто эсеп менен **1133**) болгон, б.а. ар бир күнү орто эсеп менен күнүнө **3** бузулуш болуп турган.

Жалпы бузулуштун эң көбү Чүйдүн жогорку чыңалуудагы көмөк чордонун (**ЖЧКЧ**) жабдуулар болгон (**41.4%),** Бишкек ЖЭС (**14.65%**), Оштук ЖӨЧКЧ (**12.4%**) ж.б.у.с.

Бузулуштарды талдоо боюнча суу электр станцияларынын (СЭС) электр жабдууларында бузулуштар көп болгон, себеби электр жабдуулар эски жана аларды тейлөө начар аткарылышына.

Кыргызстан УЭТгы бузуулардын негизи болуп жабдуулардын эскириши, чукул туташуунун болушу, тейлөөдөгү каталыктын кетиши, жаратылыш шарттарынын таасири, көп учурларда линиялар өчүрүлгөндөн кийин автоматтык **кайра кошкучтун** (ААК) көп учурда иштебей калып, ошондой эле жабдууларга жана зымдарга куштардын жана жаныбарлардын түшүшү, кыймылдаткычтын иштен чыгышы.

Кээ бир кырсыктардын дареги боюнча токтололу.

Чүй жогорку чыңалуудагы электр тармагы ишканасы (ЧЖЧЭТИ)

12.02.14-ж. саат 14:02 «Главное» көмөк чордонунда теле ылдамдатуу жана ЗНС 1 баскычы аркылуу аба чубалгысы «Алматы» 110 кВ өчүрүлдү, ААК чыңалуу болгондуктан иштеген жок, бирок жүктү өчүрүүчү автоматика (САОН) аркылуу «Карагачевая 1.2» линиясы өчтү, анын себеби болуп №798 омок тирөөчтөгү фаза «С»нын чалбыргынын күйүп кетиши болгон.

10.10.14ж саат 19:07 төмөнкү чордон **220/110/10** «Ала-Арча» дагы АТ-1дин чубалгысы **В-220кВ** өчкөн. АТ-1дин үкөгүндө белги **«Защита от перерыва на сигнал»** иштегенде 11.10.14ж саат 19:25те АТ-1де В 220 кВ өчкөн, бирок ЭЭ берүү үзгүлтүккө учураган эмес.

23.11.14ж саат 23:40 дифференциалдык ТГЭС жана 1,2 газдык коргонун иштеши менен **500 кВ**го келген **Т-2** 400 МВА өчтү. Генератордук ажыраткычтар **В-20 кВ ГА-1, ГА-2** өчтү жана өткөрмөнүн 500 кВтук 1-СШ чыңалуу жоголду. Т-2 өткөргүч ишке кирди. Станцияда 400 МВт жетишпей калды, кырсыкка каршы автоматиканын жардамы КР түштүк бөлүгүндөгү САОН **61.2 МВт** кубаттуулук менен иштеди. Т-2 өчүрүлгөндөн кийинки текшерүү жогорку чыңалуудагы оромодо бузулуш болгонун билдирди.

07.08.14-ж саат 01:01де чагылгандын таасири менен линия **ВЛ-500 кВ** Л-554 релелик коргоонун иштөөсү менен **ВЛ-500кВ**тук ВЛ-554 жана ВЛ2-554 өчтү. Бул линиялар ТГЭС АБО-500 кВ таралган. Линия Л-554 саат 19:35те жана 08.08.14-ж 00:02де кайра кошкондо станция **420МВт** кубаттуулукту жоготту. ВЛ-554кВ Л-554 линияда «ТВЕА» компаниясы бир фазалуу чукул туташуу болгондо автоматтык кайра кошуу коюлган эмес.

Бишкек ЖЭСда бузуулуулар көп учурларда ар кайсы жердеги түтүктөрдүн жарылышы менен байланышкан.

Таш-Көмүр СЭС

03.06.14-ж саат 13:18де ГА-3тү ишке киргизүү учурунда тиристор тешилип, анын алдын ала сактагычы чукул туташууну жөндөй албай, сырткы тутуму жарылып, электр жаасы пайда болуп, ал жаа сактагычы менен өткөрмөнүн ортосунда түзүлүп, тиристордун өзгөрткүчтү иштен чыгууга алып келген. Бузулуш оңдолгондон кийин **15.06.14 саат 16:20** ГА-3 ишке кынтыксыз киргизилген.

ААК КУЭТ

27. 05. 14-ж саат 21:26да 220/110/10кВ «Главное» подстанциясынын ВЛ-110 кВ «Кызыл-Аскер 1.2» жана В1-110 Карагачевая-1 пс 220/110/10кВ топтоо өткөрмөсүнө жакын чагылгандын таасири менен жабдуунун калкамасы (изоляциясы) бузулуп, ал аша чыңалууну алып келди. Ушунун таасири менен төмөнкүлөр болду:

1.**220/110/10Кв подстанция «Главное».** Жогорку жыштыктагы тыйгыч жана аралык коргоону 1-чи баскычынын коргоосу менен ВЛ-110 **Кызыл-Аскер1.2** өчтү.

2. **Карагачевая-1** азыктандыруучу өчүргүч ОВ-110кВ аралык коргоонун тилкесинин таасири менен өчтү.

3.Кызыл Аскер ВЛ-210кВ тарамындагы жаа ТТ-110кВ менен ВВС-110кВ өчтү.

4.УРОВ жана ДЗШ-1СШ-110 кВ таасири менен 1-СШ-110 кВ кошулган тарам өчтү.

5. АКК иштеши менен ВЛ-110кВ Кызыл-Аскер 1, Кызыл-Аскер 2 кайра кошулду.

110/35/6кВ Кызыл-Аскер подстанциясында

1. Панел ЭПЗ-1636 2 түгөлдөгү коргоосу менен «Главное -2» ВЛ-110кВ өчтү. Анан АКК ийгиликтүү иштеди.

2. Панел ЭПЗ-1636 аралык коргоонун 3-чү баскыч коргоо Главное -1 В-110кВ өчүрдү. АКК болгон эмес. Өчүргүчтүн алдындагы жердеги чөп күйүп кетти. Саат 21:50дө күзөтчү электрик аны өчүрдү.

ПС220/110/10кВ «Ала-Арча» ВЛ-110кВ Кызыл-Аскер 1.2 аралык коргоонун 3-чү баскычы ишке кирди, өчүрүү болгон жок.

ПС110/35/10 кВтук «Правая» дагы ВЛ-110кВтук «Ала-Арча» 1.2 аралык коргоонун 3-чү баскычы менен өчүрүлдү ААК жок эле.

ПС **220/110/10 кВ** «Главное»:

– ВВЛ-110 кВ Кызыл-Аскер 1 линиядагы фаза «А» дагы ТТ аба тазалагычы бузулду.

Ушуну менен кыскача маалымат берүүнү токтоттук, себеби, бузулуш боюнча табылган маалыматтарда, кырсыктар өтө кыскача келтирилген.

Өндүрүш	Кырсыктын Бузулуштун түрү	Жылдар						
		2008ж	2009ж	2010ж	2011ж	2012ж	2013ж	2014ж
ЭС ААК	Кырсыктар	4	1	3	1	2	2	2
	1бардыгы бузулуш	31	31	30	20	20	21	21
	2 бардыгы бузулуш	26	25	11	19	28	14	11
	Бардыгы	**61**	**57**	**44**	**40**	**50**	**37**	**34**
КУЭТ ААО	Кырсыктар	3	2	3	3	2	3	3
	1	18	12	13	15	13	16	19
	2	66	68	67	65	84	52	58
	Бардыгы	**87**	**82**	**83**	**83**	**99**	**71**	**80**
ААК	Кырсыктар							**0**
	1							**1**
	2							**1**
	Бардыгы							**2**
	Жалпы саны	-	1	-	2	0	-	-
	ЭС жана КУЭТ	**148**	**140**	**127**	**125**	**149**	**108**	**116**
Бөлүштүрүүчү Компаниялар		**2008ж**	**2009ж**	**2010ж**	**2011ж**	**2012ж**	**2013ж**	**2014ж**
Түндүк электро	110кВ подстанциядагы 6-10кВ линия	5540	4681	4370	4967	4275	3572	2875
Ош электро	110кВ подстанциядагы 6-10кВ линия	2982	3561	3692	3404	2852	2083	2065
Жалал-Абад Электро	110кВ подстанциядагы 6-10кВ линия	2455	2343	2301	2159	1513	868	1823
Чыгыш электро	110кВ подстанциядагы 6-10кВ линия	2489	2416	2215	2549	2940	1650	1053
	Бардык БК	**13466**	**13001**	**12578**	**13079**	**11565**	**8173**	**7816**
	Бүткүл	**13614**	**13140**	**12705**	**13204**	**11714**	**8281**	**7932**

Бузулуштардан, кырсыктардан пайда болгон зыяндуулук жөнүндө маалымат болбогондуктан, ал жөнүндө жаза алган жокпуз.

ЭКИНЧИ БӨЛҮК

2.1 Электр менен тейлөөнүн автоматикасынын түзүлүшү

Электр менен тейлөөнүн автоматикасы (ЭТА) – башкаруу, текшерүү жана ЭТ коргоо тутуму болуп эсептелинет. Бул максатты ишке ашырыш үчүн ЭТ учурдагы абалынын бардык маалыматын алуу жана башкаруунун жергиликтүү жана аралыкта башкаруу кубаттуу программасы жана ЭТ үзгүлтүгүн жоюучу жигердүү каражаты болуш керек. **ЭТА**нын негизги бөлүктөрү – **жергиликтүү интеллект, чен сандарды берүү, диспетчердик текшерүү жана мониторинг.**

ЭТА түзүлүшү жалпы жонунан сүрөт 2.1 көрсөтүлгөн

Үзгүлтүккө учурагандан сактоо	Чен сандар менен алмашуу
Башкаруу	
Өлчөө	
Мониторинг	

Сүрөт 2.1 Жалпы башкаруу

2.1.1 Үзгүлтүккө учуроодон сактоо.

ЭТА негизги багыты – бул электр шаймандарын жана кызматкерлерди сактоо, ошондой эле үзгүлтүккө учуроодогу зыяндуулукту азайтуу, ошондуктан бул башкаруунун негизги багыты.

2.1.2. Башкаруу.

Башкаруунун эки түрү болот– жергиликтүү жана аралык.

Жергиликтүү башкаруу логикалык жумуштарды өзү аткарат. Мисалы, кайра кайтуу, синхронду текшерүү, чоңдуктарды байкоо. Адамдардын кийлигишүүсү аз. Тобокелдик төмөн. Бул башкаруу бөлөк автоматикалык тийишүүсү жок эле иштей алат.

Аралык башкаруу бул борбордук диспетчердик башкаруудан аралыкта ишке ашат. Башкаруу белгиси аралыкта турган аспаптардан берилет.

Терминалдагы иштеген инженер ЭТдө кандай өзгөрүүлөр болуп жатканын толук билип турат жана ишенимдүү чечим кабыл ала алат.

2.1.3 Өлчөө.

Өтө маанилүү маалымат мониторго учурдагы абалга туура келген чен сандарды чагылдырат. Бул өлчөөнүн негизинде ишке ашат.

Өлчөө төмөнкүдөй болот:

– Электр чоңдугун өлчөө

– Электрдик эмес чоңдуктарды өлчөө (температура, нымдуулук, басым ж.б.)

– Туура иштөөнүн бузулушун байкоо, чукул туташууну талдоо

Ошондуктан, адамдарды өлчөө үчүн башка жакка жиберүүнүн зарылчылыгы жок

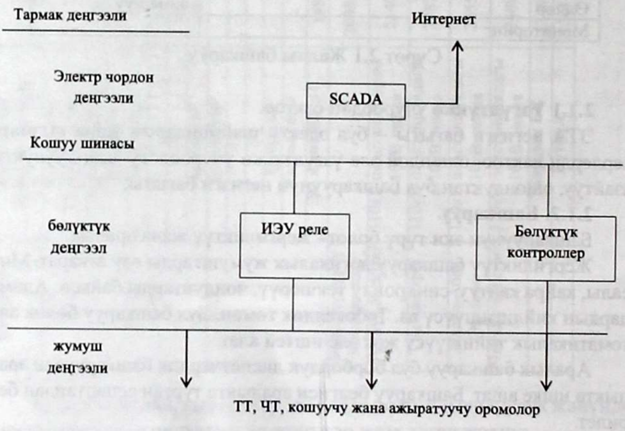
2.1.4 Мониторинг бул:

– кырсык болууну байкоо жана жазып туруу

– абалды мониторинг кылуу

2.1.5 Чен сандар менен алмашуу.

Бул ЭТА негизин түзөт. Бул жумушсуз ЭТА ишке ашпайт. Алмашуу байланыш түрүнө жараша болот. ЭТАнын колдонулган шаймандардын түрүнө жараша ар кандай болушу мүмкүн. Төмөнкү **сүрөт 2.2** бир түрү көрсөтүлгөн



Сүрөт 2.2 ЭТА

Бул сүрөттөгү негизги деңгээлдер;

Жумушчу деңгээл буга:

– электр шаймандар жана бөлүктүк деңгээлге маалымат берүүчү токтун жана чыңалуунун трансформаторлору, кайра кошкучтардын тийишмелери, температураны, кубаттуулукту өлчөгүчтөр.

– берилген белгини аткаруучу шаймандар б.а. ажыраткычты өчүрүүчү оромо.

Бөлүктүк деңгээл төрт негизги жумуштан турат – коргоо, башкаруу, өлчөө жана мониторинг. Бул жумушка ар кандай шаймандар менен аткарылат, мисалы **RTU** (бул кийин чечмеленет), реле ж.б.

Чордондун деңгээли **SCADA**дан турат. Бул жөнүндө кийин кененрээк түшүнүк берилет. **Кошуу шинасы** байланыштырат.

Тармак деңгээли борбордук **SCADA**дан туруп башкалар менен байланышта болот жана жергиликтүү эсептөө чордону (**ЖЭЧ**), негизги эсептөөчү чордону **(НЭЧ)** менен шаардык байланыш түйүнү же интернет аркылуу бириктирилет.

ЭТАнын негизги элементи болуп **SCADA** эсептелинет (азыркы учурда кеңири таралган). Ал жөнүндө кыскача түшүнүк берели.

SCADA тутуму электр менен тейлөөдө жана электр тутумунда кырсык болууларды азайтуу, иштөө тартибинин чен сандарын көрсөтүлгөн маанилерин четтешин төмөндөтүү максатында колдонулат. Бул болсо ЭТ абалын, түзмөктөрүн, энергияны пайдалануу, башкарууну, заманбап маалымат технологияны колдонуу менен ишке ашат.

Ошондуктан жогоруда аталган маалыматка жетүү үчүн тутум төмөнкү маселелерди чечүүгө тийиш

– учурдагы иштөө тартибин жана электр шаймандарынын абалын мониторинг кылуу;

– иштөө чен сандарын талдоо;

– шаймандарды текшерүү жана башкаруу;

– диспетчердик башкарууну автоматташтыруу;

– ар кандай деңгээлдеги башкаруу тутумдары менен маалыматтык өз ара аракети;

– кошуу, ажыратуу жумуштарын башкаруу;

– маалыматтык-технологиялык маселелер;

– берилиштерди сактоо жана иш-кагаздарын түзүү

2.2 SCADA тутуму

Бул англисче аталган автоматтык башкаруу түзүлүшүнүн баш тамгаларынан алынып жазылган– **supervisory control and data acquision-SCADA** – б.а. диспетчердик башкаруу жана чен сандарды чогултуу. Мунун функциясы – берүүнү физикалык каражаттары менен чен сандарды чогултуу, кайра берүү, иштеп чыгуу жана чагылдыруу. Бул жумуштар негизги чордон (станция) аркылуу ишке ашат.

SCADAнын негизги чордону ЭТА колдонууда төмөнкү функцияларды ишке ашырат:

– электр менен тейлөөгө байланышкан **реле, ИЭУ, RTU** же **ПЛК** (булар жөнүндө кийинчерээк түшүнүк берилет) бөлүктүн контроллорунан алынган белгилерди, берилиштерди, учурдагы абалына жараша чагылдыруу

– архив түзүү жана керек учурларда кайра алуу;

– кокустук белгилерди керек учурларда күчөтүү;

– талап боюнча туура иштөөнүн бузулушу жөнүндө жазуу жана удаалаштарын түзүү;

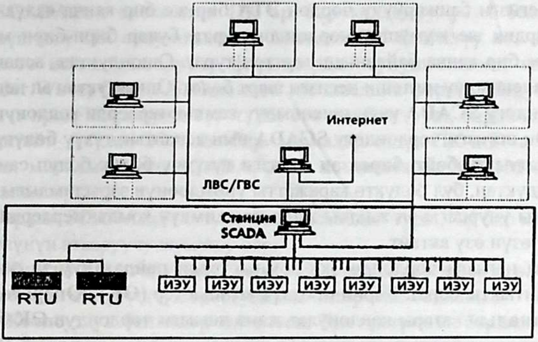
– диспетчердик башкарууда оператор менен жигердүү интерфейс түзүү жана аспаптардын түрлөрү боюнча тапшырма берүү;

– чен сандарды алмашуу боюнча башкарууну түзүү.

SCADA эки бөлүктөн турат, аспаптык жана программалык болуп

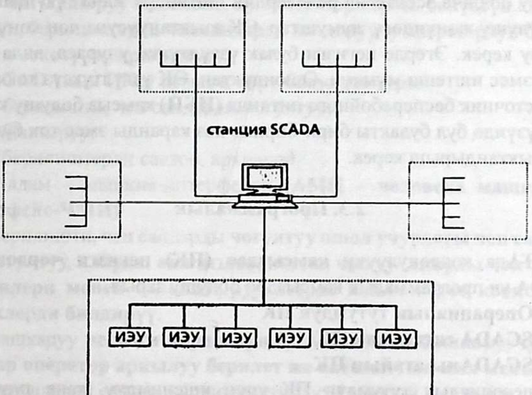
2.2.1 Аспаптык бөлүгү

Эң башкы **SCADA** кээ бир учурда бир гана ЭЭ өндүрүүчү көмөк чордонду же ЭЭ берүүчү чордонду башкарышы мүмкүн. Бул учурда **SCADA** жергиликтүү эсептөө чордондун (**ЖЭЧ**) же эң негизги эсептөөчү чордондун бир бөлүгү болуп калышы мүмкүн. **Сүрөт 2.3** бул түзүлүш көрсөтүлгөн.



Сүрөт 2.3 SCADA тутму

Анча чоң эмес көмөк чордонду **SCADA** менен башкаруу өзүн актоосу төмөн, ошондуктан эң негизги чордон бир канча көмөк чордондор менен байланышкан. Ал **сүрөт 2.4** көрсөтүлгөн



Сүрөт 2.4 SCADA бир канча чордон менен башкаруу

Негизги башкаруучу чордон **ЭТА** бир же бир канча өздүк компьютердик же жумушчу чордондон турат. Булар бири-бири менен бир же бир канча байланыш порттон турат. Ошондуктан, аспаптардын ишенимдүү иштеши негизги шарт болот. Ошондуктан эң негизги чордондогу **SCADA** үчүн ишенимдүү компьютерлерди колдонуш керек. Эң негизги чордондогу **SCADA** нын аспаптык түзүү бөлүгү көп каражатты түзбөйт, бирок эң негизги түзүүчү бөлүк болуп саналат. Ошондуктан, бул бөлүктө каражатты үнөмдөөнүн зарылчылыгы жок. Азыркы учурдагы эң жакшы жана ишенимдүү компьютерлерди колдонуу өзүн өзү актайт.

Эң негизги чордондо эки компьютерди пайдалануу эң жакшы жыйынтыкты берет. Биринчи өздүк компьютер (**ӨК**) **«Оператордун терминалы»** катары колдонулат жана негизги чордондун **ӨК** болуп саналат жана бардык аралыкта башкаруу ушул терминалдын оператору аркылуу жиберилет. Ал эми экинчи **ӨК «инженердик терминал»** болот. Бул **ӨК** эки жумушту аткарат; **биринчиси** –жардамчы компьютер, б.а. эгерде биринчи компьютер чыкса анда ал негизги компьютердин ишин аткарат; **экинчиси** – туура иштөөнүн бузулуштар жөнүндө жазылган маалыматты иргеп алуу, окуялардын ырааттуулугу боюнча эсептегич релелердин иштөөсүн жана түзүлүшүнүн өзгөрүлүшү жөнүндөгү жумуштар. ӨК азыктануусуна чоң көңүл бурулушу керек. Эгерде негизги булак үзгүлтүккө учураса, анда ЭТА туура эмес иштеши мүмкүн. Ошондуктан, ӨК үзгүлтүксүз ток булагы – источник бесперебойного питания (**ИБП**) камсыз болушу керек. Иш жүзүндө бул булакты бири-бирине көз каранды эмес ток булагынан азыктандырыш керек.

2.3. Программалык

ЭТАда колдонулуучу **камсыздоо (ПК) негизги чордондогу SCADA** үч программалык камсыздоо болушу зарыл.

– Операциялык тутумдун ПК

– SCADA системдик ПК

– SCADAны атайын ПК

Операциялык тутумдун ПК үчүн ишенимдүү жана туруктуу иштөөчү ПК алыш керек, себеби бул боюнча **SCADA** кошулат жана өзүнүн жумуштарын так аткарат.

SCADAнын системдик ПК ар бир колдонуу үчүн белгилүү түзүлүштөгү ПК сунушталынат. Мындай ПК белгилүү көз каранды эмес иштеп чыгаруучу фирмалардан сунушталынат, мисалы **Wonder Wave, Citet** ж.б. Ошондой эле шведдик фирма **Telegyt** ЭТА боюнча программаларды түзөт. ПК өтө кымбат турат, бирок ал өзүн өзү актайт. Ал эми ЭТА кээ бир фирмалар өздүк ПК иштеп чыгарышат, мисалы **Micro SCADA, ABB** компаниясы, **MCOM** Altom компаниялары.

Бардык **SCADA**нын тутуму беш маселеден турат. Ар бир маселенин өзүнүн аткаруучу жумушу бар.

• **Киргизүү/чыгаруу маселеси.** Бул программа текшерип өлчөөчү аспап менен өндүрүштүн ортосундагы интервейс-байланыш

• **Коопсуздук белгилер маселеси.** Бул программа бардык белги берүүчү аспаптарды башкарат, бири-бири менен салыштырат, белги бергичтин иштөө чеги менен келген белгинин чоңдугун салыштырат.

• **Өрчүүнү талдоо маселеси.** Динамикалык өзгөрүүнү билиш үчүн чен сандарды чогултуу

• **Эсеп түзүү маселеси.** Алынган белгилер, чен сандар боюнча эсеп түзүлөт, бул койгон максатка жараша болот.

• **Чагылдыруу маселеси.** Бул оператор берген бөлүктүн аткарылышын, берилиштерди чен сандарды колдонуучу оператордун башкаруусун өткөзүүчү программа.

SCADAнын ПКсу негизги **төрт** бөлүктөн турат

• берилишти, чен сандарды чогултуу;

• башкаруу;

• берилиштерди сактоо, архивдөө

• адам – машина-интерфейси (**АМИ – человека машинный интерфейс-ЧМИ)**

Берилишти, чен сандарды **чогултуу ошол учурдагы чен сандарды чогултуу, аларды анализдөө, иштеп чыгуу. Аларды чектелген маанилери менен салыштыруу, эгерде ашып кетсе коопсуздук белгилерди билдирүү.**

Башкаруу **негизги чордондун SCADAсынан башкаруучу буйруктар оператор аркылуу берилет же автоматтык жол менен.**

Белгилерди сактоо – архивдештирүү. **Табигый маалыматтарды сактоо, аспаптардын түрүнө жана ПК көз каранды сактоонун негизги – өзгөрүүнү талдоо, үзгүлтүксүз билүү, эсептөө жүргүзүү.**

Адам-**машина интервейси**

АМИ – **бул ПК менен оператордун өз ара аралыкта камсыздоо үчүн чыгаруу жана киргизүү жана берилиштерди чагылдыруу жана буйрукту берүү ыкмасын аныктайт.**

2.2.4. SCADAны атайын ПК.

Бул SCADAга кошумча программа мисалы, кокустукту жазууну тандоочу кошумча ПК, коргоочу аспаптардын иштөө чен сандарын аралыкта өзгөртүү, эсепти жүргүзүү үчүн кошумча программа ж.б.у.с.

SCADAнын атайын ПКсу муну өндүргөндөр аркылуу түзүлөт жана негизги ПК менен чогуу иштейт.

2.5 SCADA тутумунун негизги касиеттери.

Төмөндө ЭТАда туура түзүлгөн SCADAнын касиеттери көрсөтүлгөн.

Кооптуу белгилер

– Колдонуучу/сервер түзүлүш;

– 1 миллисекунд тактыгындагы убакытты белгилөө менен;

– кооптуу белги;

– тармактын жалгыздыгы боюнча ишенүү жана коопсуз белгилерди башкаруу;

– коопсуз белги бардык колдонуучулардан келет;

– коопсуз белги пайда болуу тартиби менен чагылдырылат;

– коопсуз белгинин пайда болуу жерин динамикалык аныктоо;

– пайдалануучунун түзүлүшү жана түзүү;

– ар бир кооптуу белгиге эки же төрт жерден иштөөсү;

– ар бир окшош кооптуу белгилердин өзгөрүү ылдамдыгын жана четтөөсүн байкоо;

– кооптуу белгинин түрүнө жараша тандоо боюнча чагылдыруу;

– кооптуу белгилердин жана кырсык окуялардын пайда болуусун алдын ала каттоо.

– кооптуу белгини интерактивдүү өчүрүү жана иштөө белгисин оңдоо;

– кооптуу белгинин пайда болуусу жөнүндө эсеп;

– кооптуу белги оператордун түшүндүрүүсү менен жөнөтөлүшү мүмкүн;

Өзгөрүүлөрдү тандоо (ӨТ)

– Колдонуучу/сервер түзүлүшү;

– чиймени так көрсөтүү;

– чиймени өзгөрүүчү ыңгайлуу масштаб менен жүргүзүү,

– файлдарды берилишти сыртка берүү (экспорт);

– окуяларга негизделген чиймелер;

– кезектеги окуяларды чыгаруу;

– өзгөрүүнүн түрүнө жараша сызуу;

– өткөн убакыт боюнча өзгөрүнүн чиймеси;

– учурду чагылдыруучу көп учтуу чийме түзүү;

– узак жана кыска мөөнөттөгү өзгөрүүлөр;

– ар бир элемент үчүн берилишти сактоо мөөнөтү жана байкоо жыштыгы болушу мүмкүн;

– өткөн мезгил үчүн өзгөрүү берилиштерин сактоо;

– берилишти жоготпостон, интерактивдүү өзгөртүү;

– өткөн мезгил үчүн өзгөрүү берилиштерин интерактивдүү алып чыгуу;

– убакыт жана так маанилер чагылдырылышы мүмкүн;

– өзгөрүүнүн берилиштерди учурдагы убакыт боюнча чийме түрүндө чагылдырышы мүмкүн;

Интервейс ИЭУ (интеллектуальное электронное устройство)

– Керектүү протоколдор кошулган;

– DDE драйверин колдоо;

– RTU, санараптик башкаруу шаймандар менен өз аракетте болуу;

– драйверлерди топтоо;

– берилген тандоону белгилүү ыкмалар менен жүргүзүү;

– ИЭУги берилиштерди ыңгайлаштыруу;

– тармакты колдонуучу талабын жакшыртуу;

– байланыш каналынын өткөрүү жөндөмдүүлүгүн кеңейтүү;

– иштеп жаткан шаймандарды өзгөртө турган кошумча шаймандарды кошуу;

– ИЭУ архитектурасы менен чектелүү;

Берилишке кошулуу

– Ар бир тармакты колдонуучулар үчүн берилишке түздөн түз кошулуу;

– берилиш учурдагы убакыт боюнча үчүнчү тарапты кошуу;

– **DDE** тармагы;

– окуу, жазуу жана пайдалануу боюнча DDE чогуу иштеши;

– бардык жерлерде DDEнин киргизүү-чыгаруу бөлүгүнө кошулуучу мүмкүнчүлүгү;

– бериилиштер менен алмашуу;

– драйвер **ODBC** колдоо (берилиштер менен интервейти ачык өз ара аракети;

– жогорку деңгээлдеги эсеп түзүү программасы же **SQW** түз буйруктары;

Тармакты уюштуруу

– NetBios менен чогуу иштөөчү тармактарды колдоо, мисалы **NetWarte, LAN MANAдер Windows fap workqroups,WindowsNT**

– протоколдор **NetBEUL, IPX/SPX,TCP/IP** протоколдорун жана башкаларды колдоо;

– кырсыктар жөнүндө белги берүүнүн борбордоштурулган тутуму, өзгөрүүнү иштеп чыгуу жана эсеп түзүүнү, ар кандай жерлерде берилишке кошулуу;

– жергиликтүү эсептөөчү чордондун **(ЖЭЧ)** толук камсыздоо үчүн тармакты түзүү;

– тармактык түзүлүштү өзгөрүүнү керектөө жоктугу;

– **ЖЭЧ** лицензиялоо;

– файлдык сервердин кереги жоктугу;

– оператордун арасында берилиштерди алмашуу боюнча **мульт пайдалануучу тутуму;**

– **RAS** колдоо жана жогорку өндүрүмдүү Н Э Ч;

– байланышты жалпы байланыш аркылуу тармакты колдоо;

«Сервер»/клиент аркылуу берилиштерди талдоо боюнча:

– ачык түзүлүш;

– учурдагы убакыт боюнча көп функциалдуулугу;

– колдонуучулардын түзүлүшүү жок эле **«сервер/клиентти»** толук колдоо;

– белгилөөнүн көп ыкмаларын колдонуу;

– ар бир түйүндөн ар кайсы белгилөөгө кирүү;

– ар кандай берилиштерге ар кандай түйүндөн кирүү мүмкүнчүлүгү;

Жогоруда **SCADA**нын негизги касиеттери жөнүндө кыскача маалымат берилди. Ошондуктан **SCADA** тутуму толугу менен ЭТ толук автоматташтыруу мүмкүн. Муну жыйынтыктоо менен Россия

мамлекетинде ЭТ тармагында пайдаланып жаткан **SCADA «Атлант»** жөнүндө кыскача маалымат берем.

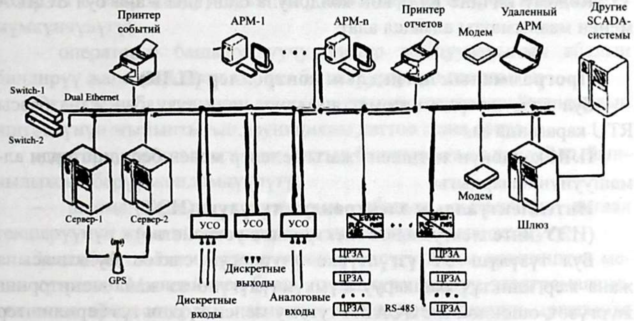
2.6 SCADA «Атлант»

Бул программалык-техникалык кошуун. Бул үч деңгээлден турат. Төмөнкү деңгээли-шаймандар менен кошулат (**УСО**-устройство сопряжения объектом) жана санариптик релелик коргоо жана автоматтык РКА (**ЦРЗА**-центральная устройства релейной защиты автоматики).

Ортоңку деңгээл негизги сервер тутумун түзөт, убакытты дал келтирүү жана компьютер. Жогорку деңгээл оператордун автоматын жумушчу ордун (АРМ-автоматическое рабочее место) жана сырткы **SCADA**-тутуму.

Берилиштерди чогултуу жана аларды берүү бир же бир канча сервер аткарат.

Тутумда аралыктагы АЖО пайдалануу каралган. **Сүрөт 2.5.**



2.5 Программалык-техникалык тутум «Атлант»

Бул тутум төмөнкү талаптарды аткара алат;

– учурдагы абалды чагылдыруучу окшош жана каккы түрүндөгү белгилерди киргизүү;

– башкарылуучу шаймандарды башкаруу боюнча каккы белгилерди берүү;

– кирүүчү жана чыгуучу белгилерди алуу санынын көбөйүшү;
– **Duat Ethernet** тармагына кошуу боюнча жуп **Ethernet** колдонуу;

2.6 SCADA тутумунда колдонулуучу маалымат берүүчү аспаптар

1. Четки терминал RTU

Бул өлчөөчү аспаптар менен негизги учурдун ортосунда интервейс жана тутумдун бөлүктөрүн байланыштыруу үчүн түзүлгөн.

Эң алгач бул окшош жана санариптик берилиштерди чогултуу, кооптук белгилерди алуу, өлчөө жаңы негизги чордонго жөнөтүү үчүн колдонулган.

Кийинчирээк бул терминал интеллектуалдык болуп, ага жергиликтүү башкаруу жумушу жүктөлгөн жана адамдын каталыктары төмөндөгөн жана тажрыйбалуу оператордун кызматы четтетилген.

Азыркы учурда көлөмдүү RTU көмөк чордонду башкара алат. Бирок, бул көп каражатты талап кылат жана аны сөзсүз негиздөө керек.

Көлөмү кичине RTU көп колдонула баштады жана бул SCADA менен маалыматты алмаша алат.

Программалык логикалык контроллер (ПЛК)

Бул жумуштарды автоматташтыруу үчүн түзүлгөн жана баасы RTU караганда аз.

ПЛК колдонун жетишсиз жагы релелер менен берилиштерди алмашуунун начардыгы.

Интеллектуалдык электрондук түзүлүш (ИЭТ)

(ИЭУ-интеллектуальное электронное устройство)

Бул түзүлүш ЭТ үзгүлтүккө учуроосун сактоо функциясына жана жергиликтүү башкаруу мүмкүнчүлүгүнө ээ жана мониторинг жүргүзөт, ошондой эле **SCADA** тутуму менен түздөн түз берилиштер менен алмаша алат.

ИЭТ аткаруучу жумушу беш бөлүктөн турат! Коргоо, башкаруу, байкоо жүргүзүү, көрсөтүүнү алуу жана берилиштер менен алмашуу түзүлүшүнө жараша кээ бир жумуштары кеңейиши мүмкүн.

2.7.Заманбап аспаптар менен түзүлгөн автоматикалык шаймандардын өзгөчөлүгү

Микропроцессордук аспаптарды колдонуу менен санариптик эсептөөчү техника жана анык маалыматтарды талдоо, кайра иштеп чыгуу багытында колдонуу жогорку деңгээлдеги бири-бири менен айкалышкан автоматикалык түзүлүштү жасоого мүмкүнчүлүк берди. Бул аспаптарда программалоо иштейт жана көнүмүш болуп калган мурунку автоматикалык шаймандардын, релелик коргоолордун бардык функцияларын аткарат. Булар интеллектуалдык техникалык шаймандар, жогорку деңгээлде тейлөө функциялары болуп автоматтык башкаруу жөнгө салуу жумуштарынын натыйжалуулугун жогорулатат.

Бул шаймандардын жакшы жактары төмөнкүлөр:

– көп функциялуулугу жана кичине көлөмдүү;

– аралыкта функциялык программасын иштөө тартибин түзүү мүмкүнчүлүгү (компьютердик башкаруу пультунан);

– автоматтык жол менен тестирлөө жана өзүн абалын текшерүү, тезирээк электр жабдууларын кырсыкка каршы өчүрүү жана кошуу мүмкүнчүлүгү;

– операторго башкарылуучу электр жабдууларынын абалын билдирүү жана кырсыкка каршы башкаруусунун даярдыгы;

– кырсык абалдарынын өрчүшүн, автоматикалык шаймандардын иштөөсүнүн жыйынтыгын, функцияны каттоо жана сактоо;

– жогорку деңгээлдеги автоматтык башкарууга эч кандай кыйынчылыксыз берүү жөндөмдүүлүгү;

– шаймандардын техникалык абалын мезгилдүү татаал текшерүүнүн жана иштөө тартибин түздөөнүн кереги жоктугу;

Заманбап шаймандардын өлчөөчү бөлүгү жаңы принциптер менен түзүлгөн. Мындай жол болсо чукул туташтыруу, электромагниттик өтмө процесстердин негизинде чыңалуунун, токтун ыргагында аргасыз ыргактардын пайда болушу, мезгилсиз жана термелүү менен түзүлгөн ылгам тоскоолдуктардын аймагында маалыматтарды алдын ала тандоолордо, анализдөөдө натыйжалуулуктун жогорулашын жана кечигүүсүнүн төмөндөшүн камсыз кылат.

Жетишсиз жагы

1. Микропроцессордук реленин ишенимдүү иштеши электромеханикалык жана жарым өткөргүч релелеринен төмөн.

2. Азыктандыруучу электр тармактарында пайда болгон электрмагниттик козгогучтар релениниш иштешине терс таасирин тийгизет.

3. Релениниш экинчи азыктандыруучу чынжырында пайда болгон тоскоолдуктар жана күүлөөлөр терс таасир берет.

4. Чыңалуунун бузулушу жана төмөндөөсү, симметриясыздыктардын терс таасири.

5. Азыркы учурдагы иштеп жаткан микропроцессордук релелер кырсыктарды башка релелерге салыштырмалуу кеч сезет, мисалы

– электромеханиканыкы 5–15 мс

– жарым өткөргүчтүкү 30–40 мс

– микропроцессордук 80–100 мс

6. Ашыкча маалыматты топтошу.

ҮЧҮНЧҮ БӨЛҮК

АВТОМАТТЫК БАШКАРУУ (АБ) ЖАНА ЖӨНГӨ САЛУУ (АЖС)

3.1. Автоматтык башкаруу

Электр менен тейлөөдө (ЭТ). Электр жүктөрү ар кандай себептер менен убакыт боюнча туруктуу болушпайт, өзгөрүп турушат. ЭТдө анын жигердүү иштешин жогорку деңгээлге жеткириш үчүн жана ар кандай күтүүсүз келип жаткан кырсыктарды жоюш, ЭТ чондуктарын жөнгө салуу же бир калыпта кормоодо АБ жана АЖС чоң ролду ойнойт. Ошондуктан булар жөнүндө кыскача маалымат берели.

Автоматтык башкаруу деп, сырткы **козгогуч** (таасир бергич) пайда болгондо автоматтык аспаптын берилген **программа** боюнча аракеттениши айтылат. Тышкы козгогучтар ар кандай болушу мүмкүн, мисалы, түзмөктүн өзгөрүшү, башкарылуучу обьектинин чондуктарынын өзгөрүшү, кызматкердин АБ аспапка берген буйругу, ар кандай ЭТ кошуу, чукул туташуу, шаймандардын технологиялык чондуктарынын өзгөрүшү ж.б.

АБ аспабы өзүнүн ишин программаны аткаргандан кийин же козгогучтун таасири жоюлгандан кийин өзүнүн ишин **токтотот**.

АБ шайманын өзүнүн аткарган иштеринин түрүнө карабастан, **түзүлүшү** көп учурда бирдей болот. Түзүлүшү сүрөт 3.1 көрсөтүлгөн Негизги элементтери төмөнкүлөр: өлчөөчү, кошуучу бөлүк, программалык түзүлүш, өзгөртүп-күчөтүүчү түзүлүш, аткаруучу бөлүк.

АБ аспабы чыналуусу же тогу аз чондуктарда иштейт. Ошондуктан аткаруучу бөлүктү кыймылга келтириш үчүн чоң кубаттуулук керек, мисалы, ажыраткычтын электромагниттик кыймылга келтиргичи, пружинаны кысуу ж.б.у.с.

Автоматтык башкаруунун түзүлүшү

Козгогуч пайда болгондо өлчөөчү бөлүк анын маанисин **аныктап,** эгерде ал өзгөрүп, анын мааниси өлчөөчү аспапка коюлган чектелген маанисинен ашса, өлчөөчү бөлүк аспаптын иштөөсүнө жол

берет. Аспап берилген программа боюнча иштейт. Программалык бөлүк козгогучтун ылдамдыгына жараша башкаруучу **белгини** иштеп чыгат. Көп учурларда бул белгинин чоңдугу башкарылуучу объектинин иштөө тартибин өзгөртүүгө кубаттуулугу жетпейт. Ошондуктан, күчөткүч керек болот. Аткаруучу бөлүк башкарылуучу объектиге өз таасирин тийгизет.

ЭТ буга мисал катары, автоматтык кайра кошкуч, кошумча ток булагын автоматтык кошуу, жыштыкты автоматтык түрдө азайтуу ж.б.

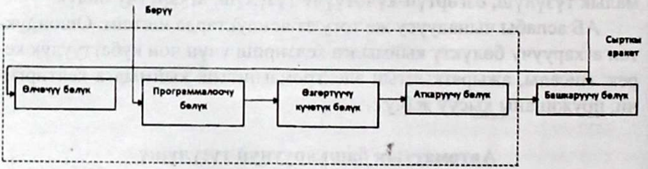
АБ көп учурларда туюк эмес түзүлүштө болот, анын элементтери бир багытта иштейт, ар бир элементин бири-бирине каршы таасири жок.

3.2.Автоматты жөнгө салуу

Автоматтык жөнгө салуу деп, ар кандай козгогучтардын аракеттери пайда болгондо, кандайдыр чоңдукту **бир деңгээлде** кармап туруу же бул чоңдукту алдын ала берилген **белгилүү мыйзам** менен өзгөртүүчү үзгүлтүксүз аракет эсептелинет. Ушул жумушту аткаруучу аспап **регулятор деп** аталат.

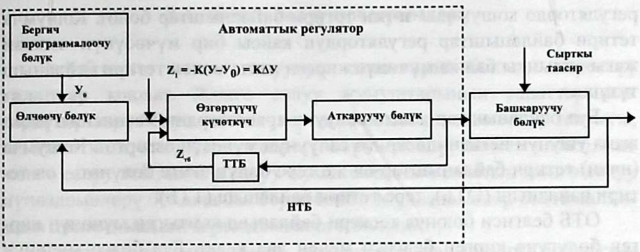
Мисалы, ЭТдө өзгөртүлүүчү чоңдук катары – чыналуу, жыштык, активтүү жана реактивтүү кубаттуулуктар ж.б.

Жөнгө салуу негизи боюнча бардык регуляторлор **2** түргө бөлүнөт: козгогуч боюнча жөнгө салуу, жөнгө салынуучу чоңдуктун берилген маанисинен четтөө боюнча жөңгө салуу. Ошондой эле бул 2 негизди чогуу колдонуп иштөөчү регулятор да болот. Сүрөт 3.2 экинчи негизди колдонгон регулятордун түзүлүшү көрсөтүлгөн.



Сүрөт 3.1. Автоматтык башкаруу түзүлүшү

Козгогуч боюнча жөнгө салуу АБнун түзүлүшүндөй болот (сүрөт 3.1). Анын иштөө негизи төмөндөгүдөй.



Сүрөт 3.2. Автоматтык көзөмөлдөөчү түзүлүшү

Регулятордун өлчөөчү бөлүгү бир же бир канча козгогучтардын жөнгө салынуучу чоңдуктун (ЖСЧ) кайсынысы чоң таасир берерин сезет жана бул таасир пайда болгондо өлчөөчү бөлүк калган бөлүктөр аркылуу ЖСЧ таасир берет. Мунун аракети менен ЖСЧ берилген маанисинде болот. Жөнгө салуу чондукту, козгогучтун таасири канчалык чоң болсо, ошонго көп болот. Буга мисал катары генератордун дүүлүктүрүүчү ормосун генератордун статорунун тогу боюнча жөнгө салуу – **компаундирование.**

Жөнгө салынуучу чоңдуктун берилген маанисинин четтөө боюнча АЖС төмөндөгүчө иштейт. Өлчөөчү бөлүк (ЖСЧ) анын мааниси **У** берилген мааниси $У_о$ менен салыштырат. Эгерде айырма болсо анда жөнгө салуучу белгини, Z_1 пайда кылат

$$Z_1 = –К(У–У_о)= -К\Delta У$$

Бул ЖСЧту кайра калыбына келтиришине аракет кылат.

ЖСЧ аракети ЖСЧдун четтөө белгисинен карама-каршы болушу керек (белги – минус). Четтөөнүн чоңдугу жана белгиси жөнгө салуу жумушунун ылдамдыгын жана багытын билгизет.

Жөнгө салуу үзгүлтүксүз болушу үчүн өлгөөчү бөлүккө ЖСЧ өзгөрүү маанисине жараша белги берилиши керек б.а. жөнгө салуунун обьектинин чыккан жагы менен өлчөөчү бөлүктүн кирген жагы үзгүлтүксүз байланышта болушу керек. Бул **негизги** тетири байланыш (НТБ) деп аталат.

НТБ жөнгө ЖСЧтун четтөөсүн аныктоо менен иштөөчү регулятордун өзгөчө мүнөздөмөсү болуп эсептелинет. Ошондуктан, бул түрдөгү АЖС **туюк** түрдөгү аспап болуп саналат. НТБ бөлөк дагы

регулятордо кошумча – **ички** тетири байланыштар болот. Кошумча тетири байланыштар регулятордун кайсы бир мүчөсүнүн чыккан жагы алдыңкы башка мүчөнүн кирген жагы менен тетири байланыш түзүшөт.

Бул байланыштар жөнгө салуучу аракеттердин маанисин түздөп жана ушунун негизинде жөнгө салуунун мүнөзүн өзгөртөт. Кошумча (ички) тетири байланыштар оң же терс бөлүп экиге бөлүнөт – оң тетири байланыш (ОТБ), терс тетири байланыш (ТТБ)

ОТБ белгиси боюнча тескери байланыш камтыган мүчөнүн кирген бөлүгүнө кирген белгиси менен дал келет. Бул болсо мүчөнүн күчөтүү коэффициентин чоңойтот. Ошондуктан ОТБ күчөткүчтөрдүн күчөтүү коэффициентин чоңойтуш үчүн колдонулат. Ошондой эле бул байланыш жөнгө салуу мүнөздөмөсүнө тийиштүү мүнөздөмөнү бериш үчүн колдонулат.

ТТБ жөнгө салуучу аракет $Z_ч$ карама-каршы жөнгө салуучу аракетти $Z_{т.б.}$ иштеп чыгат. Бул болсо жөнгө салуу жумушун калыптандырууну түзүп, аша жөнгө салууну азайтат, керектүү учурларда аша жөнгө салууну жоёт жана жөнгө салууга тийиштүү мүнөздөмөнү бере алат.

Тетири байланышуу 2 түргө бөлүнөт: катуу **ТБ (КТБ)** жана – ийкемдүү **ТБ (ИТБ)**.

КТБ –бул туура иштеп жатканда жана өтмө жараяндарда таасир берет.

Оң КТБ – козгогуч пайда болгондо баштапкы абалдан четтөөгө жардам берет.

Терс КТБ – козгогуч пайда болгондо баштапкы абалдан четтөөгө каршы аракет берет.

Оң ИТБ – козгогуч пайда болгондо өтмө жараянды күчөтүү (ылдамдоо) жардам берет.

Терс ИТБ – козгогуч пайда болгондо өтмө жараянды азайтат (жайлатат).

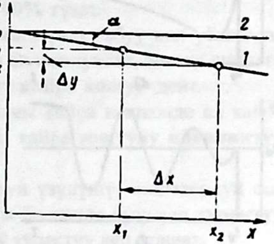
Ийкемдүү тетири байланыштын чынжырына кошулган элементтерди түзөтүүчү (корректорлоо) деп аташат.

3.3. Жөнгө салуунун мүнөздөрү

Регуляторго жөнгө салуунун **сапаттары** боюнча керектүү **талаптар** коюлат. Жөнгө салуу жумуштарынын сапаттарынын көрсөткүчтөрү болуп төмөнкүлөр эсептелинет, жөнгө салуу тактыгы, тез иштетиши, өтмө жараяндын мүнөзү (термелүү же мезгилсиз), аша жөнгө салуу ж.б., жөнгө салуу жумуштарынын сапатын жөнгө салуу мүнөздөмөлөрү боюнча баа берсе болот. Мүнөздөмөлөр **статикалык** жана **динамикалык** мүнөздөмөлөргө бөлүнөт.

Статикалык мүнөздөмө деп жөнгө салынуучу чоңдуктун кандайдыр бир козгогучка болгон көз карандысы айтылат. Статикалык мүнөздөмө козгогуч пайда болгондо регулятор жөнгө салынуучу чоңдукту канчалык так кармап же берилген белги мыйзам менен кандай өзгөртүүсүн көрсөтөт.

$$У = f(x)$$



Сүрөт 3.3. статикалык жана динамикалык мүнөздөмөлөр көрсөтүлгөн. Жөнгө салуучу чоңдуктун мааниси $У_2$ регулятор иштегенден кийин $У_1$ өзгөрөт. Жөнгө салынуучу чоңдуктун өзгөрүү даражасы статизм коэффициенти менен мүнөздөлүнөт.

Статикалык мүнөздөмө 1

$$Kc\frac{y_2 - y_1}{y_2 - y_1} = \frac{\Delta_y}{\Delta_x} = tg\varphi$$

Регулятордун статизм коэффициенти анча чоң эмес 2–6% түзөт

Статизм коэффициент нөлгө барабар мүнөздөмө **астатикалык** мүнөздөмө деп аталат. (мүнөздөмө 2)

Бул мүнөздөмөгө ээ болгон регулятор жөнгө салынуучу чоңдуктун туруктуулугун камсыз кылат. Бул мүнөздөмө жарыш иштеген объектилер арасына жөнгө салуучу аракеттерди белгиленген катнашта бөлүштүрүүгө мүмкүнчүлүк бербейт.

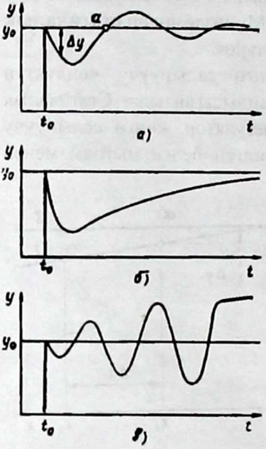
Динамикалык мүнөздөмө деп күтүүсүздөн козгогучтун таасири пайда болгондо жөнгө салынуучу чоңдуктун убакыт боюнча өзгөрүшү айтылат. Өтмө жараяндын мүнөздөмөсү жөнгө салуучу аспапка

кирген элементтердин мүнөздөмөсүнө, бул элементердин күчөткүч коэффициентине, тескери байланыштын болушуна жана анын мүнөздөмөлөрүнө көз каранды болот.

а) Мезгилдүү туруктуу жөнгө салуу

б) Мезгилсиз

в) Мезгилдүү туруктуу эмес жөнгө салуу



Сүрөт 3.4. Динамикалык мүнөздөмө

Сүрөт 3.4. динамикалык мүнөздөмөнүн ар кандай түрлөрү көрсөтүлгөн. Сүрөт 3.4,а жөнгө салынуучу чоңдуктун мезгилдүү өзгөрүшү. Убакыт t_0 козгогуч пайда болгондо жөнгө салынуучу чоңдук өзгөрөт, төмөндөйт. Регулятордо инерциясы болгондуктан ал кечигип иштейт. Качан чоң чоңдук ΔУ болгондо регулятор аракет келет жана калыбына келтирүүгө аракет кылат. Чекит «а» жеткенде регулятордун инерциясынын негизинде чоңдук көтөрүлөт. Ушунун негизинде жөнгө салынуучу чоңдук бөлөк белгиге ээ болот, регулятор аны азайтууга аракет кылат. Ошондуктан жөнгө салуу жумушу бир канча жолу термелет. Туруктуу жөнгө салууда бир канча мезгилдүү өзгөрүүдөн кийин чоңдук белгилүү мааниде токтойт. Сүрөт 3.4.а.

Келтирилген мүнөздөмөлөрдө өтмө жараяндын аша жөнгө салуу чоңдугу кээде өтө чоң болуп чектелген маанисинен ашып кетиши мүмкүн. Керектүү терс тескери байланышты түзүп мезгилсиз (апериодикалык) мүнөздөмөнү алса болот. Бул жөнгө салынуучу чоңдуктун бир түрдүү өзгөрүшүн көрсөтөт. Сүрөт 3.4.б.

Регулятордун элементтери бири-бири менен туура эмес келиштирилгенде жөнгө салуу туруктуу болбой калат, ар кандай негизи пайда болгон козгогуч өчпөгөн термелүүгө алып келет. Регулятор туруксуз иштейт. Сүрөт 3.4.в.

ТӨРТҮНЧҮ БӨЛҮК

АВТОМАТТЫК КАЙРА КОШКУЧ (АКК)

4.1 АКК аткарган кызматы

Электр чубалгыларында болгон изоляциянын **жабылышында,** өткөргүчтөрдүн **айкалышып** калышында жана бөлөк шарттар менен пайда болгон чукул туташууларды (ЧТ) **релелик** коргоолор (РК) тез жойгондо ЧТ жоголуп кетет, б.а. өз алдынча жоюлат. ЧТ болгон жерде пайда богон электр жаасы өчөт. Демек, линияга чыңалууну берүүгө тоскоолдук кылбайт. Ушул сыяктуу өз алдынча жоюлушу кырсык **туракcыз** деп аталат.

Аба чубалгыларында болгон кырсыктардын көп жылдык чогултулган маанисиндеги тураксыз **ЧТ 50–90%** түзөт.

Бузулуштун кай жерде болгонун кыдырып табуу көп убакытты талап кылат. Көп бузулуштар тураксыз болгондуктан, электр линияга кайра чыңалууну берилет. Бул жумушту **кайра кошуу** дейт.

Тураксыз болгон бузулушка линияны кайра кошкондо ал кайра иштей баштайт. Ошондуктан линияны кайра кошууну **ийгиликтүү** деп аташат.

Ал эми өткөргүчтөрдүн, тростордун үзүлүшү, изолятордун сынышы, тирөөчтөрдүн сынышы, кулашы болгондо бузулуш **туруктуу** болот. Ал өз алдынча жоюлбайт – муну туруктуу деп аташат.

Мындай бузулуш болгон линияларды кайра кошкондо ЧТ болуп, РК иштеп, кайра өчүрөт. Бул учурда линиянын туруктуу кайра кошуу **ийгиликсиз** дейбиз.

Электр менен тейлөөдө линияны ылдам кайра кошуу менен ЭТ үзгүлтүккө учуроо убагын азайтыш үчүн атайын АКК аспап колдонушат. Бул аспап иштөө убактысы бир канча секунда болгондуктан, ийгиликтүү кошуунун негизинде чыңалуу электр шаймандарына тез берилет.

АКК ийгиликтүү иштегени жогору, **50–90%** түзөт. Эгерде кокустук менен аппарат өчүрүлгөндө жана РК ката иштегенде АКК ийгиликтүү иштөөсү мүмкүн.

Бир жагынан азыктанган линияларда АККнин **ийгиликтүү** иштеши дагы жогору, чыңалуу тез берилет.

Туюк электр тармактарында бир линиянын өчүшү үзгүлтүккө алып келет. Бирок АККны колдонуу кырсыкты жоюуга жана кайра калыбына келтирүүгө жардам берет.

Тураксыз ЧТ линияда гана эмес подстанциянын шинасында болот, өтө тез иштөөчү РК бар шинада АКК колдонулат.

Кубаттуулугу 1000 кВА жана мындан көп болгон жалгыз иштөөчү трансформаторлордо АКК коюлат. Ошондой эле жооптуу ЭШ азыктандырган кубаттуулугу 1000 кВА аз болгон трансформаторлордо дагы АКК пайдаланат. Көп учурларда кабелдик же аралашма (–кабель-чубалгы) линияларында да АКК орнотулат. Кабелдеги ЧТ туруктуу болгонуна карабастан, АКК натыйжалуулугу **40–60%** түзөт.

Бул аспап электр шаймандарында релелик коргоо ажыраткычты өчүргөндөн кийин электр шаймандарына тез азыктандырууну берет же электр системалар аралык, системалардын ичиндеги байланыштыруучу линияларды ажыратууну кошуу менен ордуна келтирет.

АКК төмөнкү учурларда колдонулушу керек:

1) Чыңалуусу 1кВ жогору болгон аба жана аралаш (кабель-аба чубалгысы) линияларда. Эгерде аны колдонуу кереги жок болсо, аны негиздеш керек. 35кВ кабелдик линияларда ал жакшы натыйжа берген учурда.

2) Электр станциялардын жана подстанциялардын шинасында.

3) Трансформаторлор үчүн.

4) Жооптуу электр шаймандары үчүн.

4.2 АККнин түрлөрү. Ага коюлган талаптар

ЭТдө төмөнкү түрлөрү колдонулат.

3-фазалуу АКК – РК өчүргөндөн кийин **3** фазаны кайра кошот, бир фазалуу АКК РК 1 фазаны өчүргөндөн кийин өчкөн фазаны кайра кошот; аралашма (3 же 1 фазанын чогуу иштеши).

3 фазалуу АКК өз алдынча төмөндөгүдөй болот: жөнөкөй 3 фазалуу (ТАПВ) тез иштөөчү (быстродействуюшие) БАПВ; чыңалуунун бар экендигин текшерүү (наличие напряжения) АПВНН;

Синхрондуу күтүү (ожидание) АПВОС; синхрондуу кармоо (улавливание) АПВУС, туура эмес иштөөчү (селективсиз) (НАПВ)

Мерчемдин саны (кайталап иштөө) – 1, 2 жана 3 жолу кайталап иштөөчү.

Ажыраткычтын кыймылга келтиришине жараша – электрлик жана механикалык АКК болот.

АКК колдонгондо ал төмөнкү талаптарга жооп бериши керек.

1) АКК иштеп жаткан ажыраткыч (ажыраткычтар) кырсык болуп өчкөндө иштөөсү;

2) АКК башкаруучу ачкыч менен ажыраткычтын абалы туура келбегенде ишке кириши керек. Мисалы: башкаруучу ачкыч кошулган абалда, ал эми ажыраткыч өчкөн абалда. Кээ бир учурларда АКК ишке кириши үчүн кошумча шарттар аткарылышы керек, мисалы чыңалуунун жок болуусу же бар болушу, синхрондук абал, жыштыктын калыбына келиши ж.б.у.с;

3) АКК төмөнкү учурларда иштебеши керек:

а) **кызматчы** аралыкта туруп же телебашкаруу менен ажыраткыч өчүрүлсө;

б) кызматкер ажыраткычты кошкондо **тез эле** реленин коргоо (**РК**) өчүргөндө.

3) кээ бир РК иштегенде (мисалы, оромонун ички РК, газдык коргоо) АКК натыйжасыз болгондо.

4) **АККнын иштөө** убактысы мүмкүн болушунча **аз болушу** керек, себеби, азыктандыруу тез ордуна келиш үчүн. АКК иштөө убактысын аныктоо төмөнкү абалдарда эске алынат. ЧТ болгон жерде электр жаасы өчүп, чөйрө **деионизация** болушу жана ажыраткычтын кыймылга келтиргичи даяр болушу. Эгер трансформатор жогорку чыңалуудагы линияга бөлгүч жана **чукул** туташтыргыч менен кошулса, бир жолу иштөөчү АКК убактысы, бөлгүчтү ток жок болгондо ажыратыш үчүн, чукул туташтыргычты кошуу жана бөлгүчтү ажыратуу убактыларынан көп болушу зарыл.

5) **АКК** белгилүү гана **кайра** кошууну аткарыш керек, себеби, жоюлбаган ЧТда же ар кандай бузулуш болгондо кайра кайра кошуу кыскартылат.

6) Эки жагынан **азыктанган** бир линияларда төмөнкү АККнын түрлөрү колдонулат.

а) тез иштөөчү АКК(БАПВ)

б) синхронсуз иштөө АКК(НАПВ)

в) синхрондуу кармоо (СК) жолу менен иштөөчү АКК(АПВУС)

СК АКК колдонгондо мүмкүн болушунча ал жыштыктардын чоң айырмасында иштегендей болушун камсыз кылыш керек. Эки жагынан азыктанган бир линия системанын кубаттуулугу анча чоң эмес

электр станцияны байланыштырса,анда өз алдынча синхрондоштурууну АКК колдонулушу зарыл.

7) **Шинанын** АККсы **синхронсуз** кошууну болдурбаш керек.

8) Эгерде АКК синхрондуу текшерүү жолу менен иштелсе анда ал линиянын бир учунда чыңалуу жок болушун жана синхрондуу текшерүү,ал эми экинчи учунда синхрондуу текшерүү менен аткарылышы керек.

9) **АКК ийгиликсиз** иштеген учурда РК иштеши тезтелиши керек.

10) АКК аракети **көрсөтүүчү** реле менен катталып жана иштеген **саны** эсептегич менен эсептелинет.

11) АКК иштеп бүткөндөн кийин баштапкы абалына **келип** кайра иштөөгө даяр болушу керек.

4.3.АКК иштөө мөөнөтүн аныктоо

АКК туура иштешин камсыз кылыш үчүн ажыраткычты кайра кошуу убактысы жана АКК кайра баштапкы абалына келиш үчүн кээ бир шарттарды эске алабыз.

1 шарт.Ажыраткычты кайра кошуу үчүн анын кыймылга келтиргичи даяр болушу зарыл. Ошондуктан, АКК биринчи мерчеминин иштөө убактысы ажыраткычты кайра кошуу үчүн.

$$t_{АКК1} \geq t_{к.к} + \Delta t, \text{ с} \qquad (4.1)$$

мында, $t_{к.к}$ – кыймылга келтиргичтин даяр болуу убактысы, с,

Δt – кошумча убакыт 0,3÷0,5 с

2 шарт. Өчкөн ажыраткычты кайра кошуу ийгиликтүү болуш үчүн ЧТ болгон жердеги абанын деионизацияланышы,б.а. электр жаасы өчкөндөн кийин. Демек,

$$t_{АКК1} \geq t_{деион} + \Delta t, \text{ с} \qquad (4.2)$$

мында, $t_{деион}$ – деионизацияга кеткен убакыт,с

3 шарт. трансформаторлордун жогорку чыңалуу жагындагы линияга бөлгүч жана чукул туташтыргыч коюлса, АКК ийгиликтүү иштеш үчүн анын иштөө мөнөтү бөлгүчтү ток болгон учурда ажыратуу жана чукул туташтыргычты кошуу убактысынан чоң болушу зарыл,

$$t_{АКК1} \geq t_{чт.к} + t_{б.аж} + \Delta t, \text{ с} \qquad (4.3)$$

мында $t_{чт.к}$ – чукул туташтыргычты кошуу убактысы, с,

$t_{б.аж}$ – бөлгүчтү ажыратуу убактысы, с

АККнын иштөө убактысы үчүн 4,1÷4,3 эң чоң мааниси алынат. АКК-нын баштапкы абалына кайта келүү убактысы бир жолку иштөөсүн камсыз кылуу менен аныкталынат. Эгерде ажыраткыч туруктуу ЧТ кошулса, анын баштапкы абалга келиши, ажыраткыч АКК менен кошулгандан кийин, кайра иштөө убактысы көбүрөөк болгон РК өчүрүлгөндөгү убакыт менен аныкталынат. Ошондуктан,

$$t_{АКК1} \geq t_{рк} + t_{өч} + \Delta t, \text{ с} \qquad (4.4)$$

мында, $t_{рк}$ – чоң убакытта иштөөчү РК, с; $t_{өч}$ – ажыраткычтын өчүү убактысы, с

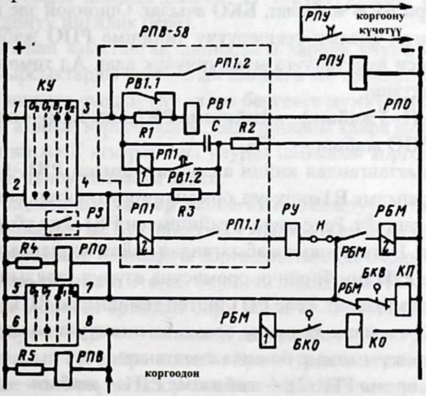
Эгерде баштапкы абалга келиши, ажыраткыч өчкөндөн кийин кошулуу убакыт релеси менен аткарылса, анда

$$t_{АКК2} \geq t_{АКК1} + t_{кош} + t_{рк} + t_{өч} + \Delta t, \text{ с} \qquad (4.5)$$

мында $t_{кош}$ – ажыраткычтын көп убакытты созуу менен кошулуусу, с;

4.4. АКК иштөө тартиби

Автоматтык жол менен баштапкы абалына келүүчү бир жолу иштөөчү электр АККсы кеңири колдонулат. Анын түзүлүшү сүрөт 4.1де көрсөтүлгөн.



Сүрөт 4.1.Май куюлган ажыраткычтын бир жолу иштөөчү электр АКК түзмөгү.

Эң негизги элементтин кайра кошуучу релеси **ККР(РПВ** реле повторного включения). **ККР**си төмөнкү элементтерден турат: убакыт релеси **РВ1;** каршылык **R1**; кошумча реле **РП1** бул реле эки оромодон турат-удаалаш жана жарыш; конденсатор **С.** Бул бир жолу иштөөнү камсыз кылат; каршылык **R2** конденсаторду заряддоо үчүн; каршылык **R3** конденсатордун зарядын жок кылуу;

Ажыраткычты кошуучу **КП** жана өчүрүүчү **КО** оромолор. **КУ** башкаруучу ачкыч. Реле **РБМ** көп жолу кайра иштөөгө тыюу салат. Бул релениe эки оромосу бар. Реле **РПУ**реленин коргоону тездетиш үчүн керек. Ажыраткычтын кошумча тийишмелери **БКВ** жана **БКО**. Биринчиси тийишме ажыраткыч өчкөндө жабылат, ал эми экинчи ажыраткыч кошулганда жабылат. Бул түзмөктө ажыраткычты кол менен кошуу жана өчүрүү каралган. Ачкыч КУ 5–7 тийишмеси жабылса кол менен кошулат, ал эми 6–8 тийишме жабылганда кол менен өчүрүлөт. Туура иштеп жатканда конденсатор заряддалат. Ал төмөнкү электр чынжыры боюнча болот. Ачкыч **КУ**нун тийишмеси жабык (**АКК** деген абалга коюлат) **+ТБ→КУ (тийишме 1–3 жабык) → конденсатор «С» → каршылык R2 → –ТБ** конденсатор толук заряд алат, эгерде кырсык болуп өчсө, анда РК ажыраткычты өчүрөт. Анын тийишмелери **БКВ** жабылат, **БКО** ачылат. Ошондой эле ажыраткычтын өчүрүлгөн абалын текшерүүчү тийишме **РПО** жабылат, демек убакыт релеси азыктанууга мүмкүнчүлүк алат. Ал төмөнкү чынжыр боюнча азыктанат.

ТБ+ → (1–3 жабык) → тийишме РВ1. 1жабык → оромо РВ1 → тийишме РПО жабык → -ТБ

Реле азыктангандан кийин анын тийишмеси **РВ1. 1** тез ачылат, оромого каршылык **R1**кошулуп, ормонун тогун чектеп, анын тез ысып кетишинен сактайт. Реле өзүнүн тийишмеси **РВ1. 2**ни убакытты созуу менен жабат. Бул тийишме жабылгандан кийин конденсатор **С**нын кошумча реле **РП1**дин биринчи оромосуна өзүнүн зарядын берүү үчүн туюк чынжыр түзүлөт. Реле **РП1** иштеп тийишмеси **РП1. 1** жабат. Бул учурда ажыраткычты кошуучу оромо азыктанууга мүмкүнчүлүк болот. Ал төмөнкү чынжыр боюнча азыктанат.

ТБ+ → оромо РП1(2) → тийишме РП1. 1 жабык → көрсөтүүчү реле РУ → жабык → тийишме РБМ жабык → тийишме БКВ жабык → оромо КП → -ТБ

Ажыраткыч электр тармагына кошулат. Эгерде ийгиликтүү болсо ал кошулган абалда калат. Чыңалуу ЭШ берилет.

Эгерде ийгиликсиз болсо ажыраткыч оромосу аркылуу өчөт. Бул учурда реле **РБМ** ди биринчи оромосу азыктанып, тийишмелерин кайра кошот, б. а. үстүнкү тийишме жабылат, астынкы тийишме ачылат, демек ажыраткыч тийишме **РП1.1** жабылса да ормосу КП азыктанбайт. АКК бир гана жолу иштейт. Эгерде ЧТ турактуу болсо жогоруда көрсөтүлгөндөй коюлган талапка жараша **АККнын** түзмөгү ачкыч менен ажыраткычтын абалы туура келбегенде кошулуп жатат.

АККга коюлган талаптарга жараша ал кээ бир учурларда иштебеши керек, б. а. алдын ала конденсатордун заряды жоготулушу зарыл.

Кээ бир РК иштегенде АККнын иштешине тыюу салынат. Ал тийишме **РЗ** жабылганда конденсатор өзүнүн зарядын каршылык **R3** аркылуу жоготот. Ошондой эле КУнун тийишмеси 2–4 жабылганда да каршылык R3 зарядын жоготот. Сүрөттө 4.1 көрсөтүлгөндөй РК өчүрүп » **от зашиты** » деген белги аркылуу аткарылат.

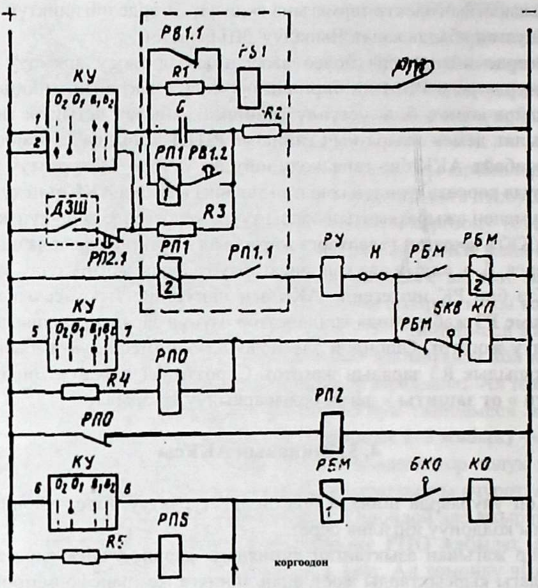
4. 5. Шинанын АККсы

Көп учурларда шинада болгон ЧТ туруктуу эмес, ошондуктан АККны колдонуу ийгилик берет.

Бир жагынан азыктанган линиядагы каршы учуна коюлган РК шинадагы кырсыктарды жоёт, анан линияга же трансформаторго коюлган АКК шинага чыңалууну кайра бергенге мүмкүнчүлүгү бар.

Шинада атайын коргоо болсо, анда шинаны кайра кошуу ажыраткычка коюлган АКК аткарат. Бул учурда шинанын коргоосу линияга коюлган АКК тыюу салбашы керек.

Эгерде подстанцияда бир канча азыктандыруучу линия болсо, бир канча линиянын же бүт линиянын АККсы шинанын коргоосу иштегенде өчүшү зарыл. Шинадагы коргоо иштегенде бардык линиялардын АКК ишке киришет. Эгерде биринчи линиянын АКК ийгиликтүү иштесе, анда биринин артынан бири коюлган линиялардын ажыраткычтары кошулат. Биринчи линияны ажыраткыч турактуу ЧТ кошулса, анда шинанын РК кайра иштейт. Бул учурда калган линиялардын АККларынын иштөөсүнө тыюу салынат. Мындай тыюу салуу атайын реле **РП2** аркылуу аткарылат. **Сүрөт 4. 2**



Сүрөт 4. 2 Шинанын РКсу кайра иштегенде өз алдынча тыюу салуу түзмөгү.

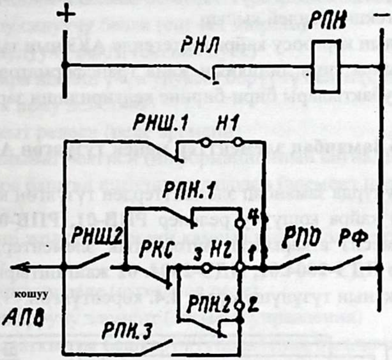
Ажыраткыч кошулган учурда реле РП2 ток өтөт, тийишмеси **РП2.1** ачык болот. Ажыраткыч өчкөндө **РП2 ток** өтпөйт, бирок тийишмеси **0, 4÷0, 5с** ачык бойдон калат. Бул убакта шинанын РКнун тийишмеси **ДЗШ** ачылат.

Ошондуктан шинанын коргоосу биринчи жолу иштегенде АККга тыюу салынбайт. Эгерде биринчи линиянын **АКК** аз убакыт менен иштесе жана туруктуу ЧТ кошулса шинанын РК иштейт, ажыраткычты өчүрөт.

Ар бир линиянын АККсындагы тийишме **ДЗШ** жабылат, буга чейин тийишме **РП2.1** жабылып калган болот. Ошондуктан, конденсатор «С» өзүнүн зарядын каршылык **R3** аркылуу жоготот. Ошондой

эле АККнын бир жолку иштөөсүн бөлөк жол менен аткарса болот. Ал үчүн шинада чыңалуунун бар экенин текшере турган чыңалуунун релеси колдонулат.

Эки жагынан азыктанган линияларда бир түрдөгү АКК колдонулат, бирок 3 реле пайдаланылат: **линияда чыңалуунун бар экендигин текшерүүчү РНЛ, синхронизмдин камсыздыгын текшерүүчү РКС, шинада чыңалуунун жок экендигин текшерүүчү** релелер. Кошумча түзмөк сүрөт 4. 3 берилген.



Сүрөт 4. 3. синхронизмде жана линияда, шинада чыңалууну текшерүү менен АКК кошуу

АККны кошуучу түзмөк ар бир учурда чалмалар **Н1, Н2** кошуу же ажыратуу менен тандалат.

Н1 кошулган болсо, анда АККны кошуу шинада чыңалуу жок болгондо иштейт, б. а. тийишме **РНШ. 1**, шинада чыңалуу жокто бул тийишме жабылат. **Н1** ажыраса анда бул абалда иштебейт. **Н2** 1–2 абалында коюлган болсо тийишме **РПН.3** аркылуу АКК линияда чыңалуу жок болгондо кошууга даярдалат, бир эле убакта АКК линияда шинада чыңалуу болсо жана синхронизм болгондо төмөнкү чынжыр менен кошулат. **РНШ.2 → РКС → РПН.2.**

Н2 1–3 абалына кошулса АККны синхронду текшерүү, линияда жана шинада чыңалуу болгондо иштешсе болот. Чынжыр – **ТБ → РФ**

(жабык) → РПО (жабык) → Н2 (1–3) → РКС (синхрондо жабык) → РНШ → АКК кошуу

Бул түзмөктү колдонгондо төмөндөгүдөй жетишсиз жактары болот.

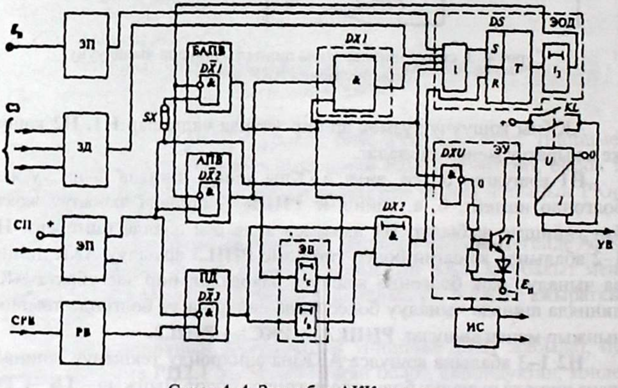
1) Биринчи кошулуучу линияны ажыраткычка кошуу иштебей калса, шинанын АКК кайра кошулбайт. Шинаны РК кайра иштегенде созуу убакыты көбүрөөк, башка линиянын АККсы иштейт.

2) Биринчи кошулуучу элементи иштен чыгарганда ыкчам кайра кошууну ушундай болуш керек, иштей турган АКК шинадагы чыңалуунун текшергендей кылып.

3) Шинанын коргоосу кайра иштегенде АККнын тыюу салуу менен аткарылышы үчүн линиянын жана трансформатордун АККнын созуп иштөө убактылары бири-бирине келтирилиши зарыл.

4. 6 Заманбап элементтер менен түзүлгөн АКК

Азыркы учурда заманбап элементтерден түзүлгөн кичи түзмөктү (микросхема) кайра кошуучу релелер **РПВ-01, РПВ-02** чыгарылат. Алар тийишмесиз аткарылган автоматтык элементерден түзүлгөн жана үнөлтөр **ПДЭ-2004.01, ПДЭ-2004. 02** жайгаштырылган. Ошондой автоматиканын түзүлүшү сүрөт **4.4.** көрсөтүлгөн.



Сүрөт 4. 4. Заманбап АКК түзмөгү

Бул түзмөк төмөнкү негизги элементтерден турат. Кайра кошуучу реле **РПВ-01** ажыраткычты тез кошуучу-БАПВ(ТАКК) жана убакытты созуу жолу менен иштеген **АПВ(АКК).** Экинчи учур май куюлган ажыраткычта колдонулат.

ЗП – чыңалуу жоголгондо жалган иштешине тыюу салуу (запрет пуск)

ЗД – тыюу салуу (запрет действия)

ЭП – кошуучу (элемент пуск)

РВ – баштапкы абалына келтиргич (разрешение возврат)

СЗ – тыюу салуучу белги (сигнал запрета)

СП – кошулуучу белги (сигнал пуск)

СРВ – кайра иштеш үчүн уруксат берүүчү белги (сигнал разрешения возврата к нему действия)

РВ – убакыт релеси (реле времени)

ИС – маалымат белгиси (информационный сигнал)

ПД – кайра баштан иштешине даярдоо (элемент подготовки к новому действию)

ЭОД – бир жолку иштешин камсыз кылуу (элемент однократности действия)

ВР – аткаруучу реле (выходное реле)

ЭУ – башкаруучу элемент (элемент управления)

УВ – ажыраткычты башкаруу (управление выключателем)

Т – триггер. Анын эки белги кире турган кыскычтары бар, S, R.

$t_с$ – убакыт релесинин иштөө убактысы (сработывание)

$t_в$ – кайра иштөөсүн даярдоо убактысы (возврат)

DXU – логикалык интегралдан кичи түзүлгөн

UT – транзистор

SX – чалма(накладка)

Бул автоматика да тийишмесиз дискреттик белгилерди пайда кыла алат. Алар, кошуучу, тыюу салуучу, кайра баштан иштешине уруксат берүү, жалган иштешине жол бербөө.

Кошуучу ачкычтын жана ажыраткычтын абалы туура келбегенде кошуучу сигнал СП пайда болот. Башкаруучу ачкычтан кайра баштан иштешине белги берилет СРВ. Ошондой эле башкаруучу ачкычтан, РК жана башка элементтерден тыюу салуучу СЗ белги пайда болот.

Автоматиканын тез иштөөсүн карайлы. Кошуу ЭПдан белги берилгенде (эгерде SX жабык болсо) элемент **БАПВ** иштейт, анын натыйжасында пайда болгон белги логикалык элемент **DXU** аркылуу башкаруу элемент **ЭУ** келет, жана ЭУ экинчи кыскычына белги ЭПдан да келет. Ошонун негизинде транзистор ачылат. Сырткы реле **KL** тийиштүү чынжырды кошуп, аба менен толтурулган ажыраткычты кошууга белги берет.

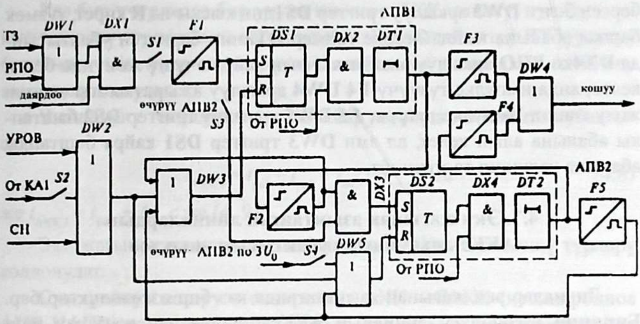
Ошондой эле элемент **БАПВ** триггердин кыскычы **S** аркылуу триггер кайра кошулат. Элемент **ЭОД** иштейт. Андан бир аз убакыттан кийин $t_з$ чыккан белги **БАПВ** келген белгини жоет. Ошол убакта **DXI** (запрет).

Эгерде ажыраткычка май куюлган болсо, анда автоматика убактысын созуу менен иштейт. **SX** ачык. ЭПдан келген белги элемент **АПВ** иштетет жана убакыт релеси **ЭВ** убакытын созуу менен иштей баштайт, $t_с$. Кошуучу белги элементтер **DXI**, **DXU** бир кыскычтарына келет. Элемент **ЭВ** иштегенлен кийин белги **DXI** экинчи кыскычына келет, ал болсо триггер **DS**дин **S** кыскычына жана **ЭОД** белгинин киришине уруксат берет жана кичи түзмөк **DXU** экинчи кыскычына да белги кирет. Транзистор ачылат, **KL** май куюлган ажыраткычты кошот. **DXI** чыккан белги, триггери **ЭОД**, андан бир аз убакыттан кийин $t_з$ чыккан чыңалуу элемент **DX2** аркылуу **АПВ** иштешине тыюу салат.

Кошуу ЭПдан чыккан белги кайра кошууга даярдоочу элемент **ПД** кичи түзмөк **DX3** аркылуу убакыт созуу $t_з$ менен **ЭВ** тыюу салат. Кошуучу белги **СП** жоюлганда $t_з$ (10 с кичине) **ЭВ** чыккан **DX2** аркылуу өткөн белги жана триггердин **R** кыскычына кирип **АПВ**нын иштешине тыюу салууну жоет. Түзмөк толугу менен баштапкы абалга келет.

Эгерде кайра кошуучу реле **РПВ-02** болсо, анда эки элемент **АПВ** жана **ЭОД** жана АПВ тыюу салуу эки элемент болот. Бирок **РПВ-02** де татаал түзүлүштөгү убакыт релеси коюлган.

Дагы бир заманбап түзмөккө кыскача түшүнүк берели. Сүрөт 4.5 каралган. Бул аспап БРМЦ НТЦ **«мехронотроника»** жасалган (Россия)



Сүрөт 4. 5. Кичине процессордун АКК түзмөгү.

Негизги элементтери: **АПВ1, АПВ2** биринчи жана экинчи мерчемде иштөө АКК. **ТЗ** – токтук коргоо, кошууга белги берет. **РПО** – ажыраткычтын ажыраган абалын билгизет. **КА1** – биринчи баскычтагы токтук коргоо. **СН** – бузулуш белгиси. **УПОВ** – ажыраткычтын өчкөн абалын кайталоочу бөлүк (устройство резервирование отключение включение). **F1÷F5**-импульсту түзүүчүлөр. **DS1, DS2** – триггер жана ар кандай логикалык жумушун аткаруучу бөлүктөрдөн турат. Түзмөктүн иштешин карайлы. Ал башкаруучу ачкыч жана ажыраткычтын абалдарынын дал келбеген учурда иштей баштайт. **Кошулуу** токтук коргоонун дискреттик белгиси **1** болсо же **РПО** келген белги, ошондой эле АКК иштөө даяр болгондо башталат (**DXI** логика **И**). Эгерде тыюу салуучу белгилер: АКК токтотуу, биринчи баскычтагы токту коргоо (ачкыч **S2**), **УПОВ** иштегенде бузулуш жок болсо, анда ачкыч **S1** кошулуп турса, **F1** түзгөн дискрет белгиси триггер **DS1**дин кыскычы **S**ке кирет, ал сакталат, иш аткаргыч **DX2** аркылуу **РПО** бирдик белги келгенде кичи процессордун **DT1** таймери иштеп, АКК биринчи мерчеминин убактысы өткөндөн кийин импульс берүүчү **F2** , **PW4** аркылуу ажыраткычты кайра кошот.

Керектүү учурда **АПВ1** иштешин (ачкыч **S3** кошулган) экинчи мерчемдин **АПВ2** триггери **DS2** (элементтер **F2, DX3**) сактап калат, эгерде жогоруда көрсөтүлгөн тыюу салуулар (**DW2**) жана нөл удаалаштыктан **3U0 DW5** аркылуу (**S4** жабык) жок болсо. Бул учурда **F2**

берген белги **DW3** аркылуу триггер **DS1**дин кыскычы **R** кирет, түзмөк башкы абалына келет. Эгерде таймер **DT2**нин берилген убактысында **DX4**кө **РПО** аркылуу ажыраткычтын кайра өчүшү жөнүндө белги келсе, анда импульс түзүүчү **F4 DW4** аркылуу ажыраткычты экинчи жолу кошот. Импульс түзүүчү **F5 DW5** аркылуу триггер **DS2** баштапкы абалына алып келет, ал эми **DW3** триггер **DS1** кайра баштапкы абалына келишин тастыктайт.

4.7. Эки жагынан азыктанган линиялардын АККсынын иштөө убактысын аныктоо

Линиялар эки жагынан азыктанганда кээ бир өзгөчөлүктөр бар. **Биринчи** өзгөчөлүгү линиянын АККсы линия эки жагынан өчүрүлгөндөн кийин гана иштейт. Бул болсо ЧТ болгон жерде абанын деионизация болушу зарыл. Ошондуктан АККнын иштөө убактысын аныктаганда жогорку көрсөтүлгөн шарттарды эске алып (бөлүк 4.3), үчүнчү шартты эске алабыз.

$$t_{\text{АКК1}} + t_{\text{рк2}} + t_{\text{рк1}} + t_{\text{өч.2}} + t_{\text{өч.1}} + t_{\text{деион}} + t_{\text{кош.1}} + \Delta t \qquad (4.7)$$

Мында $t_{\text{рк1}}$, $t_{\text{өч.1}} + t_{\text{кош.1}}$ – өз жагындагы (инд. 1) убакытты аз созуу менен иштөөчү РК жана ажыраткычты өчүрүү, кошуу убактылары, с; $t_{\text{рк1}}$, $t_{\text{өч.2}}$ – линиянын каршы учунда коюлган РК экинчи баскычынын РКнын релесинин иштөө жана ажыраткычты өчүрүү убактысы, с.

$$\Delta t = 0.5 \div 0.6$$

Эгерде $t_{\text{өч.1}} = t_{\text{өч.2}}$ жана тез иштөөчү РК болсо $t_{\text{рк1}} = 0$

$$t_{\text{АПВ.1}} + t_{\text{рк2}} + t_{\text{деион}} - t_{\text{кош.1}} + \Delta t \qquad (4.7)$$

Эгерде экинчи баскычтын РК ишенимдүү иштөөнү камсыз кылбаса, анда үчүнчү баскычтын РК иштөө убактысын коөбуз.

Экинчи өзгөчөлүгү, линияларда ийгиликтүү кошуу көп учурларда активдүү кубаттуулуктун жана токтун өсүшүнө алып келет, себеби, өчүрүлгөн линиялардын учтарында чыңалуу бар.

Эгерде эки электрстанциялардын же энергосистеманын эки бөлүгү бир канча линиялар менен кошулса, анда бир линиянын өчүшү синхронизмдин бузулушуна алып келбейт, ошондой эле чыңалуунун айырмалары анча чоң болбойт АКК иштегенде теңдештик тогунун мааниси аз болот.

Кээ бир учурларда бир учуна коюлган АКК чыңалуунун бар экенин текшерүүчү кошумча аспап коюлат. Буга ылайыктуу ЧТ турактуу болгондо чыңалууну текшерүүчү аспабы жок линиядагы АКК бир гана жолу кошулат.

Чыңалууну текшерүүчү аспабы бар линияда АКК иштөө убактысы,

$$t_{АКК.1} = t_{рк2} - t_{рк1} + t_{өч.2} - t_{өч.1} + \Delta t \quad (4.8)$$

же $t_{АКК.1} = t_{рк2} + \Delta t$, *с* же (4. 9)

Эки жагынан азыктанган линияларда АККнын төмөнкү түрлөрү колдонулат.

Синхронсуз кошуу – синхронсуз АКК – САКК (несинхронное АПВ-НАПВ) өчүрүлгөн линиялардын учундагы чыңалуу бирдей, же жыштыктардын айырмасы аз, б. а. синхронго жакын болгон учурда-**тез иштөөчү (**быстродействующий) АКК ТАКК (БАПВ), **синхронду** кармоочу **СКАКК** (улавливание синхронизма-**АПВУС**);

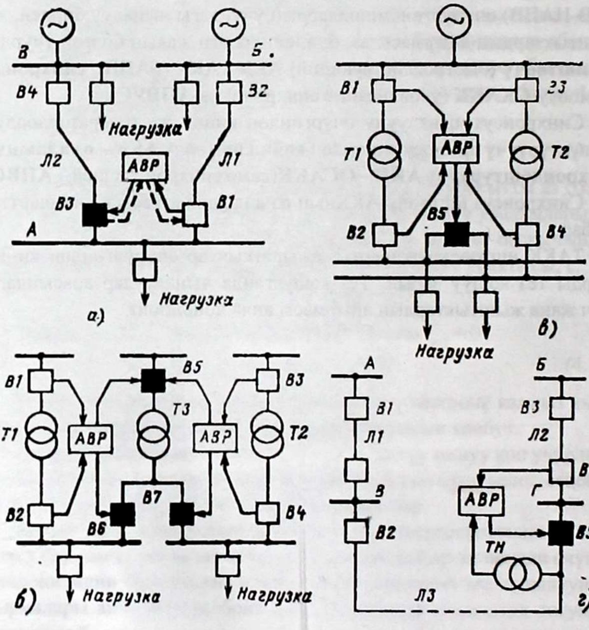
Синхронсуз чыңалууну өчүргөндөн кийин же генераторлордун дүүлүктүрүүчү оромосу өчкөндөн кийин иштөөчү АКК – **өз алдынча синхрондоштуруучу АКК – ӨСАКК**(само синхронизацией – **АПВС**)

Синхронсуз иштөөчү АККнын өз алдынча аткарылуучу шарттары бар.

ТАКК иштөөсүнүн шарты, ажыраткычтар өчүрүлгөндөн кийин аларды тез кошуу зарыл. Тез кошулганда чыңалуулар арасындагы бурч жана жыштыктардын айырмасы анча чоңойбойт.

КОШУМЧА ТОК БУЛАГЫН АВТОМАТТЫК КОШУУ (КТБАК)

ЭТ ЭШ азыктандырууну ишенимдүү иштеш даражасын көтөрүш үчүн кур эле дегенде бири-бирине көз каранды эмес **2 ток булагы (ТБ)** болуш керек. Эки ТБ азыктанган подстанциялар бир жактан азыктанган түзмөк менен иштешет. Эки же андан көп ТБ болгон түзмөк бир жактан азыктандыруунун эки түрү колдонот (сүрөт 5. 1).



Сүрөт 5. 1 азыктандыруунун түрлөрү

Биринчи түзмөктө 1 ТБ кошулган ал ЭШ азыктандырат, ал экинчи кошулган эмес, ошондуктан биринчи **жумушчу ТБ, экинчи кошумча (резервдик) деп аталат.** Мындай түзмөк, жумушсуз кошумча ТБ дейбиз. Ал эми экинчи түзмөк (сүрөт 5.1) ар бир ТБ өзүнө кошулган ЭШ азыктандырат, бул болсо «ысык» (горячая) кошумча ТБ дешет.

Бир жагынан азыктандыруунун жетишсиз жагы кырсык болгондо ЭШ азыктандыруу үзгүлтүккө учурайт. Бул жетишсиз жагын жоюу жолу болуп, кошумча ТБ автоматтык түрдө кошулат. Бул аткаруу үчүн атайын автоматтык шайман колдонулат. Бул **кошумча ТБ (резерв) автоматтык кошуу деп аталат.**

Кошумча ТБ кошуу кошумча ТБ жумушчу ажыраткычтын кошулуу убактысы менен аныкталат, көп учурда ажыраткычтын түрүнө жараша 0,3–0,8 түзөт (сүрөт 5.1) көрсөтүлгөн түзмөктү бир аз түшүндүрөлү.

Жогорудагы көрсөтүлгөн жагдайдагы ылайыктуу КТБАК жумушчу ТБ өчкөндө кошумча ТБ автоматтык түрдө кошуп жана тез азыктандыруу керек. Ушундай автоматика технологиялык шаймандар үчүн да колдонулат. Ошондуктан, бул автоматикалык эки түрү болот – электрик жана технологиялык.

Бул автоматиканы колдонгондо РК жөнөкөйлөтүлсө, ЧТ азайса жана колдонулуучу электр аспаптарынын наркы төмөндөсө, анда бул автоматиканы колдонууга сунуш кылышат.

КТБАК жогору жана төмөнкү чыңалуудагы трансформаторго, линияга, шина жана секцияларды кошуучу жогору ажыраткычтарга, электрмоторлордук ж. б коюлат.

КТБАК жогорку жана төмөнкү чыңалуудагы түзмөктөрү бар. Жогорку чыңалууда кошуп ажыратуучу аспап катары ажыраткычтын ар кандай түрлөрү, ал эми төмөнкү чыңалууда контактар, магнит кошуучу, аралыктан башкаруучу автоматтык ажыраткычтар колдонулат.

1. **Сүрөт 5. 1 а** подстанция А подстанция Бдан линия Л1 аркалуу азыктанат. Экинчи линия Л2 подстанция Бдан келет, ал кошумча линия, анда чыңалуу бар, ажыраткычтын туура иштеп жатканда В3 өчүк. Эгерде Л1 өчсө анда; КТБАК биринчи В1 өчүрөт, В3 кошот, чыңалуу пайда болот.

Бир жагынан азыктандыруу Л1 дайыма жумушчу, ал эми Л2 жумушсуз. Эгерде эки жагынан азыктандыруу болсо, ар бир линия жумушчу, жумушсуз болушу мүмкүн.

2. **Сүрөт 5. 1 б,** бул көп учурда станцияларда өздүк керектүү жүгүн азыктандыруу үчүн колдонулат, б. а өздүк керектүү электр маторлорун азыктандырат. Эгерде кайсы бир жумушчу трансформатор Т1(Т2) иштен чыкса, анын ажыраткычы өчүрүлөт, КТБАК В5ти В6 (же В7) кошот, кошумча трансформатор ишке ишке кирет.

3. **Сүрөт 5. 1 в** мында Т1 жана Т2 жумушчу трансформаторлор. Төмөнкү чыңалуудагы шина 2 бөлүнүп турат жана ага бөлгүчтүн ажыраткыч В5 орнотулат. Туура иштеп жатканда ал өчүк. Эгерде Т1 иштен чыкса, анда анын ажыраткычтары өчүрүлөт, В5 кошулат, Т1 кошулган бөлүктө чыңалуу пайда болот.

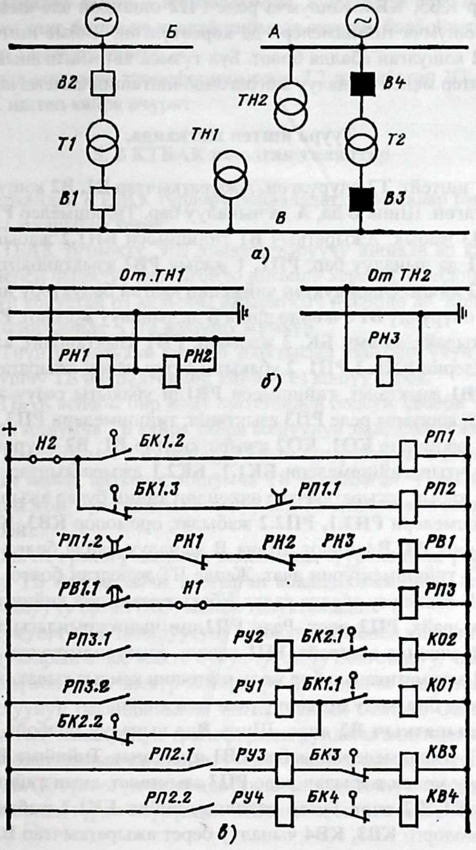
4. **Сүрөт 5. 1 г**, подстанциялар В жана Г өз алдынча подстанциялар А жана Б азыктанышат. Ал эми Л3 постанция В кошулган анда чыңалуу бар. Ал эми подстанция Г жагындагы В5 өчүк. Эгерде линия Л2де кырсык болсо, анда КТБАК иштеп В4 өчүрөт В5 кошот. Подстанция Г линия Л3 аркалуу подстанция В кошулат. Эгерде Л1 өчсө, анда чыңалуунун траснформатору ТН белги берет, КТБАК иштеп, В1 өчүрөт, В5 кошот. Подстанция В линия Л3 аркалуу подстанция Г кошулат. Ошондуктан ЭТ КТБАК өтө жигердүү, ЭТ ишенимдүү иштеши жогорулайт, КТБАК ийгиликтүү иштеп 90–95% түзөт.

5. 1 КТБАК түзмөгүнүн иштөө тартиби

Сүрөт 5.2 көрсөтүлгөн КТБАК түзмөгүнүн иштөө тартибине түшүнүк берилет.

Негизги элементтери: траснсформаторлор **Т1**-жумушчу, **Т2**-кошумча, жүгү жок. Ажыраткычтар **В1, В2** кошулган **В3, В4**-өчүрүлгөн.

Чыңалууну трансформаторлор **ТН** шина **Вга** орнотулган алт шинадагы чыңалуунун бар же жок экендигин текшерет. **А**га аз чыңалуу менен иштөөчү чыңалуу релелери **РН1, РН2** кошулган, чыңалуу барда тийишмелер **РН1, РН2** ачык. Чыңалуунун релеси **РН3** шина **А** га кошулган, ал чыңалуунун бар экендигин текшерет, чыңалуу барда тийишмеси **РН3** жабык. Убакыт релеси **РВ1**. Ажыраткычтарды **В1, В2** өчүрүчү оромолор **КО1, КО2**. Ажыраткычтар **В3, В4 кошулуучу**



Сүрөт 5. 2. бир тарапта иштөөчү трансформатордук автоматикалык түрмөгү
а) биринчи чынжырдын түзүлүшү; б) өзгөрмөлүү ток булагы Б;
в) башкаруу чынжыр түзмөк

оромолор КВ3, КВ4. Кошумча реле **РП2** ошондой эле ажыраткычтардын кошумча тийишмелери да көрсөтүлгөн. Чийме иштеш үчүн чалма **Н2** кошулган абалда болот. Бул түзмөк автоматиканын ар кандай себептер менен чыңалуу жоголгондо иштешин камсыз кылат.

Туура иштеп жатканда.

1. Т1 иштейт, **Т2** өчүрүлгөн. **Ажыраткычтар В1, В2** кошулган **В3, В4** өчүрүлгөн. Шина **В** да, **А** да чыңалуу бар. Тийишмелер **РН1, РН2** ачык, **РН3** жабык. Ажыраткыч **В1** тийишмеси **БН1.2** жабык, **БН1.3** ачык **РП1** да чыңалуу бар, **РП1. 1** жабык **РВ1** азыктанбайт, себеби, **РН1, РН2 ачык.** Ошондуктан чийменин калган бөлүктөрү иштебейт.

2.В1 өчүрүлдү **В1** өчкөндө шина **В** да чыңалуу жоголот, **РН1**, **РН2** **БК1.2** ажырайт, ал **эми БК. 3** жабылат, **РП1** азыктанбайт, ал өзүнүн тийишмелерин **РП1. 1 РП1. 2** убакыты созуу менен ажыратат убакыт релеси **РВ1** азыктанат, тийишмеси **РВ1**ди убакыты созуу жолу менен жабат, кошумча реле **РП3** азыктанат, тийишмелери **РП3.1**, **РП3.2** жабылат, оромолор **КО1, КО2** ажыраткычтар **В1, В2** өчүрөт, себеби ажыраткычтын тийишмелери **БК1.1, БК2.1** ажыраткычтар кошулуп турганда жабык, ажыраткычтар өчкөндөн кийин булар ажырайт. **РП2** нин тийишмелери **РП2.1, РП2.2** жабылат, оромолор **КВ3, КВ4** ажыраткычтарды **В3, В4** кошот. Шина **В** чыңалуу пайда болот. Релелер **РН1, РН2** тийишмектерин ачат. Жерде ЧТ жоюлган болсо, анда кошумча **ТБ** кошулусу абалда калат. Убакыт өткөндөн кийин тийишме **РП1.1** ажырайт, **РП2** өчөт. Реле **РП1**дин чынжырындагы тийишме **БК1.2 В1** өчкөндө ажырайт. **РП1** кошуп, азыктандырыусун жоготот. Реле **РП1** автоматиканын бир жолу иштешин камсыз кылат, ошондуктан бул реле бир **жолу иштөөчү реле** деп аталат.

3. **Ажыраткыч В2** өчсө. Шина **В**де чыңалуу болбойт. Релелер **РН1**, **РН2** тийишмелерин жабат, **РВ1** азыктанат. Тийишме **РВ.1** убакыты созуу менен жабылат, реле **РП3** азыктанат, анын тийишмелери жабылат, **В1, В2** өчөт. Булар өчкөндөн кийин **БК1.3** жабылат, реле **РП2** оромолорго **КВ3, КВ4** чыңалуу берет ажыраткычтар **В3, В4** кошулат. Шинода **В** чыңалуу болот.

4. **Чыңалуу шина Б жоюлганда**. Анда шина **В** чыңалуу жок болот, релелер **РН1, РН2** тийишмелерин жабат, түзмөлөр жогоруда көрсөтүлгөндөй иштей баштайт.

5. **Чыңалуу шина А жок болгондо**. Бул учурда реле РНЗ өз тийишмесин ачат, бирок эч кандай чиймеде өзгөрүү болбойт, трансформаторлор Т1 өчүрүлбөйт.

Эгерде кошумча трансформаторлор Т2 жоюлбаган ЧТ кошумча анын РК иштеп кайра өчүрөт.

5. 2 КТБАК коюлган талаптар

ЭТ аркандай КТБАК түрлөрү пайдаланат, бирок алар төмөнкү талаптарды аткарышы керек:

1. КТБАК түзмөктү ЭШ азыктандыруучу шинада ар кандай себептер менен чыңалуу жоголгондо иштеши керек. Ошондой эле кырсык болуп кокустан өз алдынча ажыраткыч өчкөндө да. Кошумча ТБ ЭШнын шинасында ЧТга кошушу мүмкүн.

2. ЭТнүн үзгүлтүккө учуроо убактысын азайтыш үчүн кошумча ТБ, жумушчу ТБ өчүрүлгөндөн кийин тез кошуу керек.

3. КТБАК аспабы бир жолу иштегендей болсун, себеби ЧТ жоюлбаса, анда кошумча ТБ кайра кайра кошуунун зарылдыгы жок.

4. КТБАК түзмөгү жумушчу ТБнын ажыраткычы өчкөнгө чейин иштебеши керек, анткени, кошумча ТБ жоюлбаган ЧТны кошуунун зарылдыгы жок. Бул талапты аткаруу эки ТБ синхронсуз кошулуусуна жол бербейт.

5. КТБАК түзмөгү чыңалуу жоюлганда туура иштеш үчүн, эгерде жумушчу ТБ ажыраткычы кошулган абалда калса, анда автоматика атайын кошуучу орган (КО) менен толуктанылат.

6. Жумушчу ТБ чыңалуусунун жоюлушу менен иштөөчү КО иштөө чондуктарын алыс жакта чукул туташуу болгондогу, чыңалуунун төмөндөшүнөн жана электр моторлору өз алдынча кошулган учурдагы чыңалуунун басаңдашынан иштебегендей болсун. Ошондой эле КО кошулган чыңалуунун трансформаторундагы алдын ала сактагычы же автоматикалык ажыраткыч иштен чыкканда иштебеши керек.

7. КТБАК түзмөгүн түзгөндө жыштыктын токтук төмөндөшү менен автоматтык түрдө өчүрүлгөн ЭШын автоматика кайра кошкондой болсун.

8. Жоюлбаган ЧТ кошумча ТБ кошулганда, РК тездетилиши зарыл. Ылдамдаган РК убакыты созулбастан, тез иштеши керек.

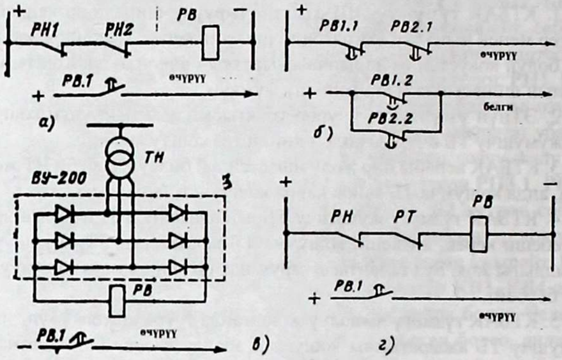
9. КТБАК ийгиликтүү иштегенде түзмөк кырсык болгонго чейин абалына келип, кайра иштөөгө даяр болуш зарыл.

5. 3 КТБАКтын түзмөктөрүн кошуучу кошумча түзмөктөр

КТБАКты туура иштешин камсыз кылуу жана коюлган талаптарын так аткаруу үчүн ар кандай кошумча түзмөлөр колдонулат.

Биринчи. Бул учурда таасир берүүчү чоңдуктардын азайышына негизделген жана кошуучу орган чыңалуу жоголгондо **иштеп**, ал эми чыңалууну өлчөөчү чынжырларында бузулуш болгондо **иштебеши** керек.

Түзмөк 5.3 ар кандай түрмөлөрү көрсөтүлгөн



Сүрөт 5. 3 кошуу органдары түзүлүш

Сүрөт 5. 3 а, аз чыңалуу менен иштөөчү РН1, РН2 тийишмелери удаалаш туташкан. Бул болсо бир автоматтык ажыраткыч өчсө же алдын ала салтатыч иштеп чыкса, анда жумушчу трансформаторду өчүрүүгө тыюу салат. Бирок жумушчу трансформаторду жалган өчүрүү мүмкүн, эгерде эки автоматтык ажыраткыч өчүп калса. Муну жоюш үчүн реле башка чыңалуунун трансформаторуна кошулат;

Сүрөт 5.3 б, реле чыңалуунун трансформаторуна кошулат жана эки операцияны аткарат: чыңалуунун жана убакыттын релеси чыңалуу басаңдай баштаганда белги берилет. Ал сүрөттө көрсөтүлгөн. Чыңалуу жоголуп кетсе, анда белгиленген мөөнөт өткөндөн кийин жумушчу трансформатор өчүрүлөт.

Сүрөт 5.3 в. Бул түзмөктө убакыт релеси түзөткүч аркалуу кошулган. Убакыт релеси 3 фазада бирдей чыңалуу жоголгондо иштейт. Эгерде бир фазадагы автоматтык ажыраткыч өчсө, анда калган эки фазада чыңалуу болбойт, реле иштебейт, демек ишенимдүү иштеши жогорулайт.

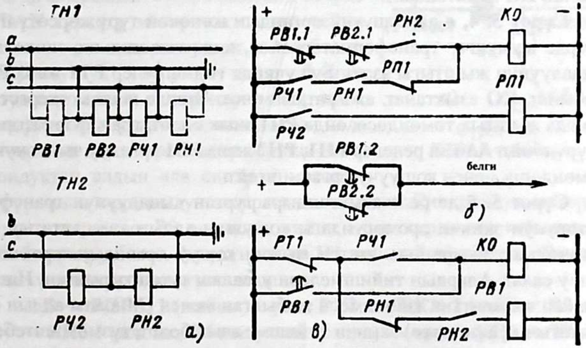
Сүрөт 5.3 г. Бул түзмөктө аз ток менен иштөө токтун релеси коюлган, бул чыңалуу чынжырда кокустук болгондо иштөөгө тыюу салат. Ал жумушчу трансформаторго кошулган токтун трансформаторунан азыктанат. Туура иштеп жатканда токтун трансформаторунда ток бар, анын тийишмеси **РТ** ачык. Эгерде жумушчу трансформатор өчсө, анда тийишмелер **РТ** жана **РН** жабылат, жумушчу трансформатор автоматика менен өчүрүлөт.

Эгерде трансформатордун шинасында синхрон машиналары болсо, анда шинадагы чыңалуу азайбайт. Бул болсо автоматиканын иштешине тоскоол кылат.

Ошондуктан автоматиканын иштешин тездетиш үчүн чыңалуунун жыштык релесин кошуу зарыл, бул реле азыктандыруунун токтошун аз чыңалуу менен иштөөчү релеге караганда тез сезет.

Экинчиси. Мында жыштыктын төмөндөшүн аске алуу менен иштейт. Эки түрү көрсөтүлгөн.

Сүрөт 5. 4 а, б. эки жыштыктын релеси менен иштөөчү.



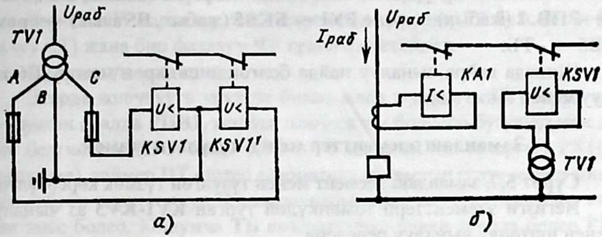
Сүрөт 5. 4. жыштыктын таасири менен иштөөчү түзмөк.

Түзмөктүн өзгөрмөлүү ток (а) жана башкаруучу туруктуу ток (б) жагы көрсөтүлгөн. Ал эми сүрөт 5. 4в бир жыштыктын релеси, аз ток жана аз чыңалуу менен иштөөчү кошуучу түзмөк чогуу иштеши көрсөтүлгөн.

Сүрөт 5. 4, б да эки жыштыктын релеси **РЧ1, РЧ2** жана бир кошумча реле **РП1.** Реле **РЧ1, РН1, РВ1, РВ2** жумушчу трансформаторго коюлган чыңалуунун трансформаторуна кошулган, ал эми реле **РЧ2**, **РН2** кошумча трансформаторго кошулган чыңалуунун трансформаторунан азыктанышат. Кошуучу органдын иштешине токтололу. Жумушчу трансформатордун азыктандырган линияда чыңалуу жоюлса, анда жумушчу трансформаторго кошулган электр мотору иштеп, шинадагы чыңалуу кармап турат, ал эми жыштык төмөндөйт. Жыштык реле **РЧ1** иштөө чыңалууга жеткенде ал иштебейт, тийишме **РЧ1** жабылат, ажыраткычты өчүрүчү оромо тийишмелер **РЧ1, РН1** жана жабык **РП1** аркалуу азыктанат, ажыраткыч өчүрүлөт. Тийишме **РН1** кыска мүнөттө реле **РЧ1** оромосунда чыңалуу төмөндөгөндө кошуучу органы иштебейт, ал ачык болот, реле **РЧ2** иштебейт себеби, кошумча трансформатордо чыңалуу бар, б. а. жыштык накта абалында болот. Бул реле **РЧ2** жалпы энергосистемада чыңалуу азайганда жумушчу трансформаторду өчүрүүгө тыюу салат. **РЧ2** иштегенде тийишмеси Р**Ч2** жабылат **РП1** азыктанат, анткени тийишмеси **РП1** ачылат, **КО** азыктанбайт.

Сүрөт 5. 4, *в* да кошуучу органдын жөнөкөй түрү көрсөтүлгөн. Эгерде жумушчу трансформатор өчсө, анда ток жоюлат, шинадагы чыңалуунун жыштыгы азаят. Бул учурда тийишмелер **РТ1** жана **РЧ1** жабылат, **КО** азыктанат, ажыраткыч өчөт. Эгерде жалпы энергосистемада жыштык төмөндөсө, анда **РЧ1** ачык болот, трансформаторлор өчүрүлбөйт. Ал эми релелер **РН1, РН2** жана **РВ1** аркалуу чыңалуунун төмөндөшү менен кошуучу орган иштейт.

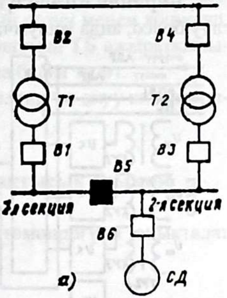
Сүрөт 5. 5 де реле азыктандыра турган чыңалуунун трансформаторунун экинчи оромосундагы кошулган алдын ала салтатыч, же автоматтык ажыраткыч иштен чыкса, кошуу органдын иштешине тыюу салат. Алардын тийишмелери удаалаш туташтырылган. Иштен чыккан элементтин тийишмеси жабылган менен (Мисалы алдын ала салтатыч күйүп кетсе) экинчи тийишме ачык болот, түзмөк иштебейт.



Сүрөт 5.5. синхрон мотору кошулган түзмөгү. а) электр түзмөчү. б) башкаруу түзмөчү.

Дагы бир КТБАКтын түзмөгүн карап көрөлү, анын өзгөчөлүгү синхрондук моторлор шинага кошулушу.

Бул түзмөктүн өзгөчөлөрү болуп ажыраткыч **В3** өчкөндө **КТБАК** иштегенде синхрон моторунун берген таасири. Чыңалуу жоголгондо ал акырындап токтойт. Ал шинага чыңалуу берет. Бул чыңалуу акырын басаңдап жана чыңалуунун жыштыгы да акырындап өзгөрө баштайт. Эгерде **КТБАК** түзмөгү мотор токтогонго чейин кошулса, анда синхронсуздук пайда болот. Синхронсуздук учурунда пайда болгон токтун серпилиши синхрондук мотор жана трансформатор үчүн иштелген токтон болсо чоң, анда анын терс таасир бериши өсөт, ошондуктан алдын ала синхрон моторун өчүрүп, анан секциондук ажыраткыч кошулат. Синхрондук моторду өчүрүп ажыраткыч **В3** өчкөндөн кийин анын жардамчы тийишмеси **БК3. 2** аркалуу болот. Ал үчүн чалма **Н1** жабык болуш керек. Өчүрүү төмөнкү чынжыр аркалуу ишке ашат.



Сүрөт 5.6
КТБАК түзмөгү

+ ТБ → РПВ3. 1 (жабык) – реле **РУ2** **→ БК3. 2** (жабык, **В3** өчкөн) **→ БК6.1** (жабык, **В6** кошулган абалда) **→ оромо КО6 → ТБ**.

Ажыраткыч **В6** өчкөндөн кийин ажыраткыч **В5** кошулат. Анын кошуучу оромосу **КВ5** төмөнкү чынжыр менен азыктанат.

+ТБ → БК3. 3 (жабык, **В3** өчкөн) **→ БК6. 2** (жабык, **В6** өчкөн) **→ –РПВ. 2** (жабык) **→ реле РУ1 → БКВ5** (жабык, **В5** ачык) **→ оромо КВ5 → –ТБ.**

Шинада кайра чыңалуу пайда болгондо синхрон мотору В6 кошуу менен ишке ашат.

Замандаш элементтер менен түзүлгөн түзмөк.

Сүрөт 5.7. замандаш элемент менен түзүлгөн түзмөк көрсөтүлгөн.

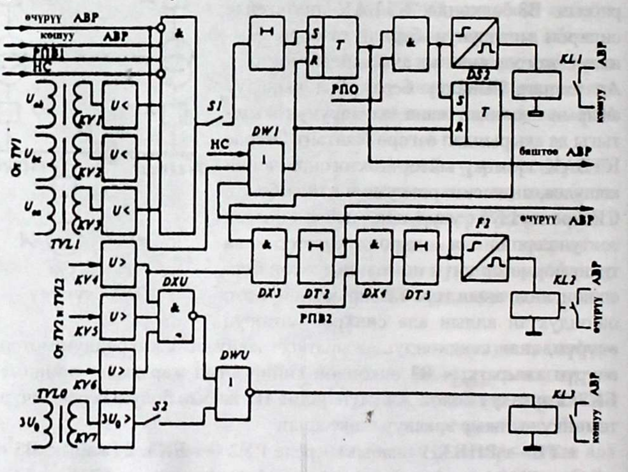
Негизги элементтери төмөнкүдөй турган **KV1-KV3** аз чыңалуу менен иштөөчү чыңалуу релелери;

KV4-KV6 – жогору чыңалуу менен иштөөчү релелери;

KV7– бир аркалуу чукул туташтыруунун текшерүүсүнө убактылык релеси. Ал **S2** кошулганда **DWV** аракет аралык берет.

Бул түзмөктүн эки өзгөчөлөрү бар.

Биринчи өзгөчөлүгү. Эгерде жумушчу ТБ келген линияда чыңалуу болсо, анда кошумча болгон ток өчөт.



Сүрөт 5.7. Заманбап түзмөк.

Экинчи өзгөчөлүгү КТБАК уруксат берүү (разрешение АРВ).

Герлон **KW3** аркалуу. Симметриясыз жумушчу ТБ болсо (эки фазалуу ЧТ) жана бир фазалуу ЧТ **түзмөк иштебейт.**

Түзмөктүн иштеши

Эгерде кошулууга уруксат болсо жана жумушчу ТБ ажыраткыч кошулган абалда **РПВ1,** жалпы тыюу салуу болбосо бузулуш жок деген белгилерде **(НС)** жана **KV1-KV3** иштеген иш аткаргыч **РХ1(S1** кошулган), таймер **DT** иштеп автоматика убакытын созуу менен кошулат, себеби тиристордун **R** кыскычында тыюу салуучу белгилер кирген эмес болсо. Кошумча **ТБ** ажыраткычка өчкөн абалда болсо **РП0** жабык жумуш аткаргыч **РХ2** ачылат, импульс түзүчү **F2** келип **KL1** кошулат, ал кошумча ТБ ажыраткыч кошо кошулган белги тиристер **DS2** эстеп, жумуш аткарып, **DX3** кошумча ТБ өчүрүүгө даярдык көрөт.

Анын өчүрүү **KV4-KV6** бир релеси иштегенде таймер **DT2** иштейт жана секциялык ажыраткычтын кошулган абалындагы белги **РПВ2 ДХЧ** аркалуу убакыт релеси убакытын созуу менен кошулуп, импульс түзгүч **F2** геркон **KW2** кошулат. Кошумча **ТБ** ажыраткычынын кошулган жагы өчүрүлгөн абалы боюнча белги түзөт.

КТБАК тийишүү болгон түзмөктөрдү келтирген окуу китептеринин өздөштүргүлө (тиркеме).

5. 4 КТБАК шайманынын иштөө убактысын аныктоо

КТБАК шайманынын иштөө убактысы төмөндөгүчө аныкталат (коюлган талапты кара).

1. Бир жолу кошуучу реле

Бир жолу кошуучу реленин убактысы создуктуруусу анын оромосунан чыңалуу жоюлгандан кийин жана анын тийишмелери ажыратканга чейин бир аз убакыт өтүшү керек, б. а.

$$t_{б.и.} \geq t_{кош} + \Delta t,\ с \qquad (5.1)$$

мында, $t_{кош}$ – кошумча ТБ ажыраткычынын кошулуу убактысы, с; $\Delta t = 0{,}3 \div 0{,}5$ кошумча убакыт, с;

Ушул эле реле РК ылдамдануу үчүн колдонулса, качан кошумча ТБ жоюлбаган ЧТ кошулса, анда реленин созулуп иштөө убактысы, жогорудагы шартты канааттандырып жана кошумча ТБ ажыраткычты өчүрүүнү камсыз кылганга жетиштүү болушу керек, б. а.

$$t_{б.и.} \geq t_{кош} + t_{рк} + t_{өч} + \Delta t, \text{ с} \quad (5.2)$$

мында, $t_{рк}$ – кошумча ТБ ажыраткычынын ылдамдануу менен иштөөчү РКнун иштөө убактысы, с; $t_{өч}$ – кошумча ТБ ажыраткычын өчүрүү убактысы, с.

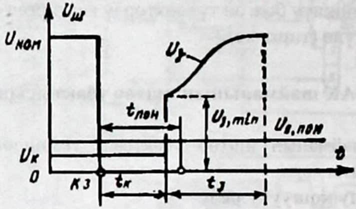
Эгерде кошумча ТБ жоюлбаган ЧТ кошулса жана өзүнүн РК менен өчүрүлсө, анда бир жолу кошуучу реле кайра кайра кошууну токтотот, эгерде анын иштөө убактысы жогорку (5. 1, 5. 2) эсептелген болсо жана төмөнкү шартты канааттандырса,

$$t_{б.и.} \geq t_{кош} + t_{рк} + t_{өч} \text{ с} \quad (5.3)$$

2. КТБАК түзмөгүн кошуу жардамчы түзмөктөрдүн иштөө чоңдуктары

а)Аз чыңалуу менен иштөөчү чыңалуунун релеси. Чыңалуунун релесинин иштөө чыңалуусу алыс жакта болгон ЧТ чыңалуунун төмөндөшүнөн U жана $U_{эл.өз}$ электр моторлору өз алдынча электр тармагына кошулганда чыңалуунун басаңдашынан иштебеш керек.

Чыңалуунун өзгөрүшү сүрөттө көрсөтүлгөн



Сүрөт 5. 7. Кошумча түзмөктүн иштөө чоңдуктарын сырткы ЧТ тогунан жана электр моторлорунун өз алдынча кошуудан чектөө. ПОН-кошуучу органдын чыңалуусу.

$$U_{иш} = \frac{U_{чт}}{K_{и} * K_{чт}}, \text{ В} \quad (5.4)$$

$$U_{иш} = \frac{U_{эл.өз}}{K_{и} * K_{чт}}, \text{ В} \quad (5.5)$$

мында, $K_{и}$ – ишенимдүүлүк коэффициенти, 1,1÷1,2; $K_{чт}$ чыңалуунун трансформаторунун трансформациялык коэффициенти.

Көп учурларда иштөө чыңалуусу

$$U_{иш} = (0{,}25 \div 0{,}4) * U_{н}, B \quad (5.6)$$

деп алса болот.

Кошуучу органдын иштөө убактысы

$$K_{К.О} = t_1 + \Delta t, \text{ с} \quad (5.7)$$

$$K_{К.О} = t_2 + \Delta t, \text{ с} \quad (5.8)$$

мында t_1, t_2 – подстанциянын шинасынан кеткен жогорку жана төмөнкү чыңалуудагы линиялардагы убакытты көп созуу менен иштөөчү РК,

$$\Delta t = 0{,}4 \div 0{,}5, c$$

кошуучу органдын убактысы канчалык кичине болсо, үзгүлтүккө учуроо убактысы да аз болот

б) Аз ток менен иштөөчү токтун релесинин иштөө тогу

Токтун релесинин иштөө тогу эң аз жумушчу тогунан кичине болушу керек

$$I_{иш} = \frac{I_{чт}}{K_{и} * K_{чт}} \; A, \quad (5.9)$$

мында, $K_{и}$ – ишенимдүүлүк коэффициенти – 1,5; $K_{т.р}$ – токтун трансформаторунун трансформациялоо коэффициенти. Иштөө убактысы жогорудагы теңдемелерден аныкталынат.

3. Кошумча ТБ чыңалуунун бар экендигин текшерүүчү чыңалуунун релесинин иштөө тогу

Бул реле эң кичине жумушчу чыңалууда ($U_{эк.ж}$) иштебеши керек,

$$U_{иш} \geq \frac{U_{эк.ж}}{K_{и} * K_{К} * K_{т.н.}} \quad (5.10)$$

мында, $K_{и}$ – ишенимдүүлүк коэффициенти, 1,2: $K_{К}$ – реленин кайтаруу коэффициенти – 0,9 ÷ 0,95

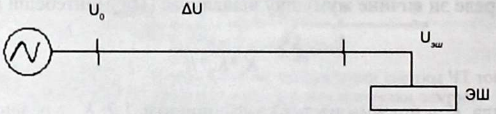
ЧЫҢАЛУУНУ ЖАНА РЕАКТИВДҮҮ КУБАТУУЛУКТУ ЖӨНГӨ САЛУУ

6. 1 Жалпы маалымат

Бул бөлүк **«электр менен тейлөө»** сабагы менен тыгыз байланышкан. Чыңалуу жана реактивдүү кубаттуулук (РК) жөнүндө ал сабакта кеңири маалымат берилет. Бул бөлүктө чыңалуунун деңгээлин жана РК иштөө тартибине көңүл бөлүнгөн.

Чыңалуунун деңгээли жана реактивдүү кубаттуулуктун иштөө тартиби бири-бири менен тыгыз байланышкан.

ЭЭ керектөөчүлөрдүн жакшы иштеши чыңалуунун деңгээлине жараша болот. Алардын жигердүү иштеши чыңалуунун оптималдык маанисине жараша болот, б. а. ар бир ЭШ үчүн теориялык жактан ага оптималдуу чыңалуу берилиши керек, көп учурда чыңалуунун деңгээлин жөнгө салыш үчүн оптималдуу чыңалуу анын накта чыңалуусуна дал келет деп эсептелинет. Чыңалуунун өтө төмөндөшүү жана жогорулашы ЭШнын техника-экономикалык көрсөткүчтөрүнө терс таасир берет. Демек, зыяндуулук аз болуш үчүн ЭШнын кыскычтарында чыңалуунун деңгээли чектелген маанисинен ашпаш керек. ЭШ кыскычтарындагы чыңалуунун деңгээли төмөндөгүчө аныкталат.



Сүрөт 6. 1

$$U_{эш} = U_0 - \Delta U, \qquad (6.1)$$

же анын четтеши пайыз менен

$$\delta U_{эш} = \delta U_0 - \delta \Delta U_{\%} \quad \% \qquad (6.2)$$

Мында, U_0, δU_0 – линиянын башындагы чыңалуу **Вольт** жана % менен; $U_{эш}$, $\delta U_{эш}$ – ЭШ кыскычтарындагы чыңалуу «Вольт», жана % менен ΔU, $\Delta U\%$ – мындагы чыңалуунун жоголушу «Вольт» жана % менен. Чыңалуунун жоголушу төмөндөгүдөй аныкталат:

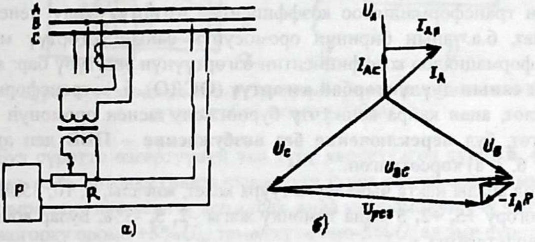
$$\Delta U = \sqrt{3} I_н Z, B \tag{6.3}$$

$$\Delta U = \sqrt{3} I (R\cos\varphi + X\sin\varphi), B \tag{6.4}$$

$$\Delta U = \frac{(PR+QX)}{10U_н^2}\ \% \tag{6.5}$$

Мында, $I_ж$ – электр жүгү, *А, Z* – толук каршылык, *Ом, R* жана *X* – активдүү жана реактивдүү каршылыктар, *Ом, P.Q* – активдүү жана реактивдүү кубаттуулуктар кВт, кВар.

Теңдемелер (6.1–6.5) негизинде чыңалууну жөнгө салыш үчүн кур эле дегенде төмөнкү маалыматтар болушу керек, линиянын башындагы же азыктандыруучу борбордогу чыңалуу азыктандыруучу борбордон ЭШ чейинки элементтерде чыңалуунун жоголушу. Чыңалуунун жоголушу боюнча маалымат алуу үчүн токтун жана элементтердин каршылыгын билишибиз керек.



Сүрөт 6. 2 Өлчөөчү орган

а) кошуу түзмөгү; б) чыңалуу менен токтун өлчөөчү органга келгендеги векторлук багыты. Каршылык R масштаб менен линиянын каршылыгына туура келиш керек.

Чыңалууну жөнгө салууда төмөнкү ыкмалар колдонулат:

1) генератордун чыңалуусун жөнгө салуу;

2) трансформатордун трансформациялоо коэффициентин өзгөртүү;

3) тийишмесиз иштешүү автоматтык жөнгө салгыч;

4) синхрон моторунун дүүлүктүрүүчү оромосун өзгөртүү менен жөнгө салуу;

5) жарыш жана удаалаш туташтырылган конденсатордо батареялардын кубаттуулугун өзгөртүү;

6. Статикалык реактивдүү кубаттуулук булагынын РК жөнгө салуу.

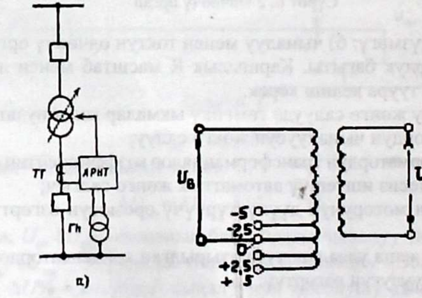
Электр менен тейлөөдө кеңири колдонулганы трансформатордун трансформациялоо коэффициентин өзгөртүү. Ал үчүн күчтүк трансформаторлор, автотрансформаторлор жана «Вольт» кошуучу трансформаторлор колдонулат. Ал эми калган ыкмалар ошол элементтер электр тармагында болсо, аларды пайдалануу жолу менен чыңалуу жөнгө салынат. Мисалы, электр станцияларындагы генераторлор менен чыңалууну жөнгө салуу **5** бөлүктө каралган.

6.2 Трансформатордун трансформациялоо коэффициентин өзгөртүү

Трансформатордун чыңалуусун автоматтык жөнгө салуу (ТЧАЖС) же-автоматический регулятор напряжение трансформатор – **АРНТ** деп аталат.

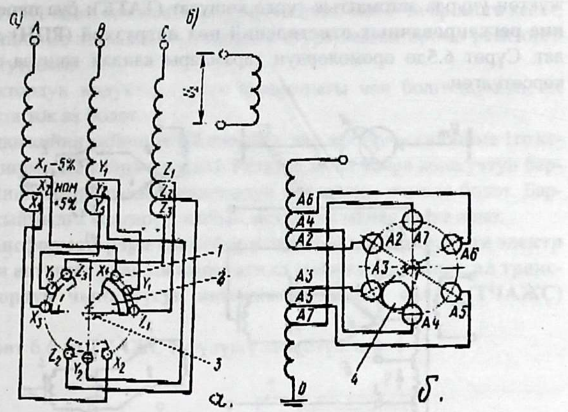
Төмөнкү же ортоңку оромодогу чыңалууну өзөртүү трансформатордун трансформациялоо коэффицентин өзгөртүү жолу менен аткарылат, б.а. анын биринчи оромосунун санын өзгөртүү менен. Трансформациялоо коэффициентин өзгөртүүнүн эки түрү бар: а) **оромонун санын дүүлүктөрбөй өзгөртүү** (**ОСДО**), б. а. трансформатор өчүрүлөт, анан кайра кошкучту буроо жолу менен оромонун саны өзгөртөт, бул **переключение без возбуждение – ПБВ** деп аталат. Сүрөт 6. 3. а) көрсөтүлгөн.

Нөл абалы накта чыңалууга туура келет, мисалы, 6, 10, 35кВ. Андан жогору **+5, +2, 5** жана төмөнкү жагы **–2, 5, -5%.** Булар кошумча оромонун тарамы.



Сүрөт 6. 3 а) өлчөө бөлүгү б) оромонун тарамдары.

Сүрөт 6. 4 Оромону кошуу жолу көрсөтүлгөн

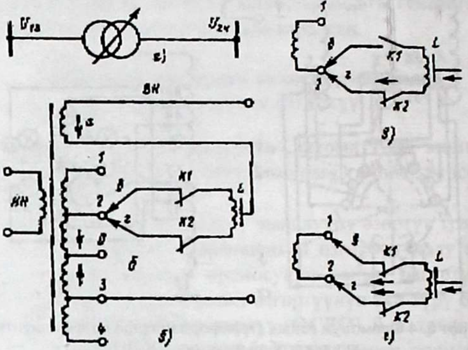


Сүрөт 6. 4 Оромонун санын (транформациялоо коэффициентин) дүүлүктүрбөй өзгөртүү (ОСДӨ)

Бул сүрөттө өзгөртүүнүн эки түрү көрсөтүлгөн сүрөт **6. 4, а** да өзгөрүү **±5%** ортоңку (накта чыңалууга туура келген оромо) муну салыштырмалуу нөл чекити деп алсак, анда үч оромонун учу чыгып турат, жогорку оромо **+5%**$U_н$, төмөнкү оромо-**5%**$U_н$ ал эми сүрөт **6. 4, б** алты оромонун учу чыгып турат, нөл чекитинен жогору**+5, +2, 5%** $U_н$ төмөнкү 2 оромо **–2,5, –5%** $U_н$ оромолорду кошуу төмөнкүчө болот. Сегменти бар 2 кайра кошкуч 1 айланганда оромонун үчтары **X, Y, Z** кыймылсыз тийишмелер 3тү кошот, ошону менен трансформатордун биринчи (жогорку чыңалуу дагы) оромосунун саны өзгөрөт, демек чыңалуу **±5%** чегинде өзгөрөт. Кайра кошкучту трансформаторду өчүрүп кол менен буроо аркылуу аткарылат. Трансформатордун челегинин боорунда кайра кошкучтун кармоосу орнотулган жерде атайын жазып коюлган белги бар **(+5; 0; -5)**.

Экинчи учурда сүрөт **6. 4, б** оромону кошуу барабан түрүндөгу кайра кошкуч менен аткарылат. Ар бир фазада ушундай барабан орнотулган. Чыгырык **4** айланганда тийиштүү тийишмелер жабылат. **А5-А2 же А2-А4**, демек чыңалуу **+2.5, +5%** же **–2. 5, –5%**$U_н$ өзгөрөт.

Экинчи түрү оромонун тарамдары трансформатор өчүрүлбөй эле жүктөн учурда автоматтык түрдө кошулат **(ТАТК);** бул **переключение регулировачных ответвлений под нагрузкой (РПН)** деп аталат. Сүрөт **6.5**дө оромолордун тарамдары кандай кошула турганы көрсөтүлгөн.



Сүрөт 6. 5 Оромолордун тарамдарын кошуу.
а) трансформаторду кошуу түзмөгү; б) ТАТК-түзмөгү;
в) В, Z – тарамдарды кошуу жолдору;

Мындай трансформатордун орому эки бөлүктөн турат, **өзгөрүүчү** (оромонун саны өзгөрөт) жана **өзгөрбөөчү.** Өзгөрүлүүчү бөлүгүндө бир канча тарамдар болот **1-4.** 1–2 тарам негизги оромо менен дал келет. Токтун багыты сүрөт **6.4**, б көрсөтүлгөн. 2-тарамдан 1–4 тарамга өткөндө трансформациялоо коэффициенти көбөйөт. Ал эми 3–4 тарам негизги оромого каршы кошулган. Ошондуктан 3-чү тарамда 4-чү тарамга өткөндө трансформациялоо коэффициенти азаят. Оромонун өзгөрүлүүчү бөлүгүндө кыймылга келүүчү эки тийишме **в** жана **г**, жана тийишме **К1, К2** да жана реактор **L** бар. Реактордун оромосу тең экиге бөлүнүп, ортосунан өзгөрбөөчү оромого кошулган (**а** оромосу). Туура иштеп жатканда жогорку чыңалуудагы (**ЖЧ**) ток реактордун оромолорунда тең экиге бөлүнөт. Ошондуктан, ал ток түзгөн магнит агымына каршы, демек реактордогу магнит агымы аз, чыңалуунун жоголушу да төмөн.

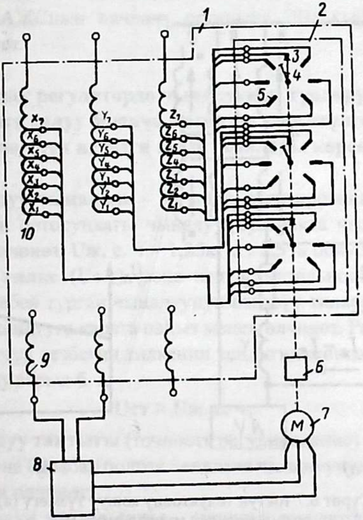
Кайра кошкучтун иштешин 2-чи тарамдан 1-чи тарамга өтүшүн карайбыз: К1 өчөт, ток жок, жылуучу контакт **«в»** 1-чи оромого келет, кайра тийишме жабылат, 1-2 тарамга туура келген оромо реакторго жарыш туташат.

Реактордун индуктивдүүлүк каршылыгы чоң болгондуктан, ал туюктукта ток аз болот.

Андан кийин тийишме **К2** ажыратылат, жылуучу тийишме 1ге келет; тийишме **К2** кайра кошулат. Реактор жана кайра кошкучтун бардык тийишмелери трансформатордун белегинин ичинде болот. Бардыгын кыймылга келтирүү атайын механизм менен ишке ашат.

Трансформатордун трансформациялоо коэффициенти электр жүгүнүн астында атайын автоматика менен ишке ашат, ал трансформатордун чыңалуусун автоматтык жөнгө салуу (ТЧАЖС) дейт.

Сүрөт 6.6 да ТЧАЖС түзүлүшү көрсөтүлгөн.



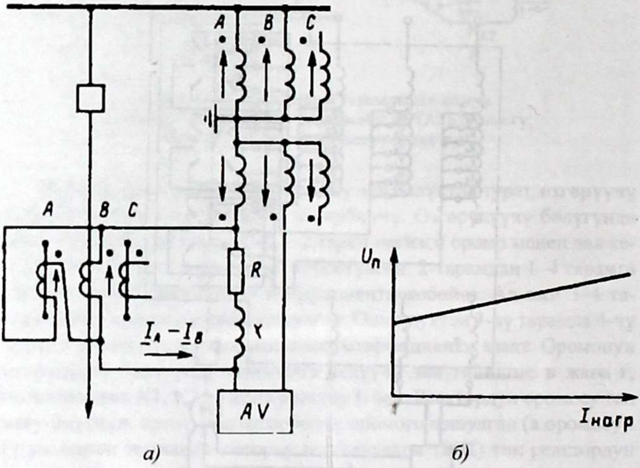
Сүрөт 6. 6

Трансформатордун коэффициентин электр жүгүн өчүрбөй туруп, автоматтык жол менен өзгөртүү. 1-трансформатор; 2-оромонун учун кайра кошкуч; 3, 4, 5-тийишмелер; 6-редуктор; 7-мотор; 8-автоматикалык аспап; 9, 10-жогорку жана төмөнкү чыңалуудагы оромолор.

Сүрөт 6. 6, алты баскычтуу чыңалууну жөнгө салуу көрсөтүлгөн, ар бир баскычта чыңалуу **2, 5$U_{н}$** өзгөрөт, б. а. **+10%тан-5%ка** чейин. **(4*2, 5%) жана 2*(-2, 5%).** Кайра кошкуч трансформатордун челегинде жайгашкан жана ал мотор менен кыймылга келет.

ЭШ кыскычтарында чыңалуунун деңгээлин белгиленген чекте сактоо үчүн автоматикада эки чыңалуунун мааниси берилет, линиянын башындагы, чыңалуунун жоголушу. Экинчи белги **токтук толуктоо** деп аталат.

Бул чыңалууларды алыш үчүн өлчөөчү чыңалуунун трансформатору жана токтун трансформатору пайдаланылат, сүрөт 6. 7



Сүрөт 6.7 токтун толуктоону кошуу түзмөгү (а), автоматиканын мүнөздөмөсү (б)

Токту толуктоону ТЧАЖС өлчөөчү органга кошкондо жөнгө салынуучу чыңалуу **Uж** төмөнкүгө барабар,

$$U_{жс} = \frac{U_0}{K_{чт}} - \frac{I_ж}{K_{тт}} * Z_т, \text{ В} \quad (6.6)$$

Мында $K_{чт}$, $K_{тт}$ – өлчөөчү чыңалуунун жана токтун трансформаторлорунун трансформациялоо коэффициенти, $Z_т$ – толуктоо каршылыгы, масштаб менен бул каршылык ЭШ чейинки элементердин каршылыгына барабар, б. а.

$$Z_{эл} = Z_т \frac{K_{чт}}{K_{тт}}, \text{ Ом} \quad (6.7)$$

$$U_ж K_{чт} = U_0 - I_ж Z_{эл}, \text{ В} \quad (6.8)$$

Теңдеме (6. 1) салыштырсак

$$U_ж K_{чт} = U_{эш} \quad (6.9)$$

Демек ТЧАЖСнын өлчөөчү органына ЭШ кыскычтарындагы чыңалуу берилет.

6.3 Автоматтык регулятордо чыңалуунун түрлөрү жана иштөө тартибин жөнгө салуу боюнча жогоруда көрсөтүлгөн түшүнүктү тактоо үчүн негизги аныктамалары көрсөтөлү

Жөнгө салуу чыңалыш – (ступень регулирования) – оромонун эки тарамынын ортосундагы чыңалуу, бул накта чыңалууга карата пайыз менен өлчөнөт, **Uж. с. ч = 1,25... ... . 2,5%** болушу мүмкүн;

Сезбегич тилке (Uс.т) (зона нечувствительности) автоматтык регулятор иштебей турган чыңалуунун өзгөрүү тилкесинин кеңдиги, тилке накта чыңалууга карата пайыз менен өлчөнөт. Регулятор керексиз иштебеш үчүн сезбегич тилкенин кеңдигин жөнгө салуу ченеминен чоң болушу зарыл б. а,

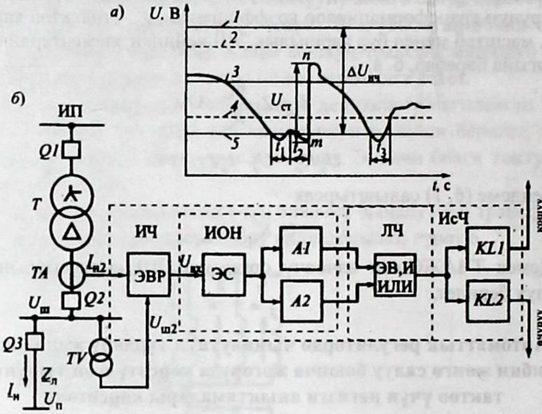
Uст > Uж. с. ч;

Жөнгө салуу тактыгы (точность регулирование) – сезбегич тилкенин жарымына барабар болгон кеңдикте чыңалуунун өзгөрүшү, бул да пайыз менен өлчөнөт;

Регулятордун иштөө саны – (уставка регулятора) – регулятор жөндөөчү чыңалуунун чоңдугу.

Азыркы учурга чейин ТЧАЖС боюнча ар кандай жөнгө салуучу аспаптар иштелип чыккан. Алгач электромеханикалык болсо, азыр жарым өткөргүч жана заманбап элементтер менен аткарылган шаймандар электр менен тейлөөдө кеңири колдонулат.

Алардын бири сүрөт **6. 8** көрсөтүлгөн



Сүрөт 6. 8 трансформатордук трансформациялоо коэффициент автоматтык жөнгө салуу

Сүрөт 6.8, а регулятордун сезбегич тилкеси көрсөтүлгөн. Сызык **1,5** регулятордун иштөөчү жогорку жана төмөнкү чеги. Сызык **4,2** кайра кайтуу чеги, сызык **3** оромонун тарамына туура келген чыңалуу жана чыңалуунун убакыт боюнча өзгөрүшү.

ТЧАЖС аспаптарынын ар кандай түрлөрү бар, бирок регулятордун жалпысынан функционалдык түзүлүшү бирдей болот жана төмөнкү бөлүктөрдөн турат, **өлчөөчү (измерительные-ИЧ), логикалык (логическое-ЛЧ), аткаруучу (исполнительное-ИсЧ).**

Өлчөөчү бөлүктүн негизги элементи – каршы жөнгө салуу (элемент встречного регулирования-**ЭВР**), бул регулятордун статикалык мүнөздөмөсүн камсыз кылат.

Бул **ЭШ** кыскычтарындагы чыңалуунун деңгээлин чектелген мааниге кармап турат. Эгерде электр жүгү өссө, ток көбөйсө, регулятор чыңалуунун төмөндөшү катары кабыл алат жана чыңалуунун деңгээлин көтөрөт.

Чыңалууну өлчөчү орган (измерительный орган напряжения-ИОН) бул салыштыруучу (сравнения) жана күчөткүчтөр А1 жана **А2** турат.

Күчөткүчтүн мүнөздөөсү релелик мүнөздөмөгө ээ. Салыштыруучу элемент чыңалуу $U_{вх} = (U_{ш2} - U_{н2} * Z_{тк}$ берилген чыңалуу менен салыштырат. Чыңалуунун четтешинин маанисине жараша (**оң же терс)** тийиштүү күчөткүч, **А1** же **А2** иштейт.

Логикалык бөлүк убакыт релеси **ЭВ** жана логикалык элемент **ИЛИ, И.** Убакыт релеси регулятор кыска мөөнөттө чыңалуу өзгөргөндө (жогорулаcа, азайса) регулятор иштебеши үчүн керек. Чыңалуунун өзгөрүшүнө жараша убакыт релесинин иштөө мөөнөтү **ЭВ=1…. 5** мин алынат. Элементтер **ИЛИ, И** логикалык жумуштарды аткарып регулятордун толук жана ток иштешин камсыз кылат.

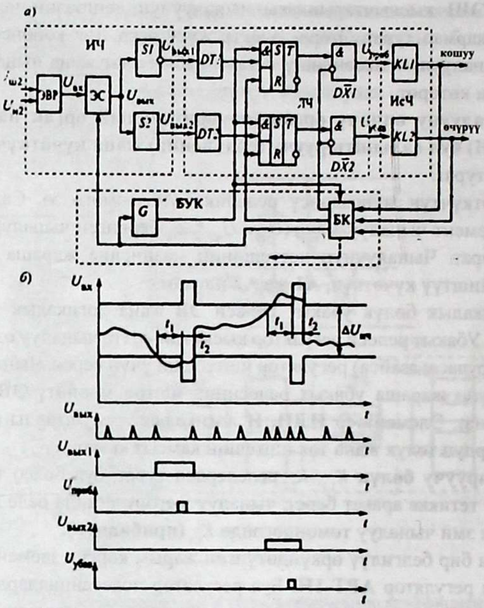
Аткаруучу бөлүк K_{L1}, K_{L2} релелерден турат, бул болсо тарамды кошуучу тетикке аракет берет, чыңалуу жогорулаганда реле K_{L2} **(убавить),** ал эми чыңалуу төмөндөгөндө K_{L1} **(прибавить).**

Дагы бир белгилүү өркүндөтүлгөн жарым көргүч элементтерден куралган регулятор **АРТ-1Н**. Бул регулятор подстанцияларда чыңалууну үзгүлтүксүз автоматтык жөнгө салат жана бул регулятор тез өзгөрүүчү электр жүгү болгондо да пайдаланса болот. Анын түзүлүшү сүрөт 6. 9 келтирилген

Регулятор негизги элементтерден бөлөк дагы башкаруу (управление) жана текшерүү бөлүгү (БТБ) (контролдоо-**БУК**) б. а., бул блок мерчемдүү каккы берүүчү генератордон **G** жана текшерүүчү (контроль-**БК**) **ТБ** турат.

Генератор **G** регулятордун логикалык бөлүгүнөн жана **ТБ** аракет берет. Керектүү каккыларды берет жана кыймылга келтирүүчү механизмге регулятор бир жолу иштешин камсыз кылат. Бул регулятордун бөлүктөрүндө кыскача маалымат берет.

Өлчөөчү бөлүгү (измерительная часть) – каршы жөнгө салуу (встречное регулирования) элементтен **ЭВР,** салыштыруучу (сравне-



Сүрөт …6. 9 а) түзүлүшү; б) АРТ-1Н дин убакыт боюнча каккылардын (импульстардын) пайда болушу жана иштөөгө керектөөчү чыңалуу белгилери көрсөтүлгөн.

ния) **ЭС**, каккыны кеңейтүүчү **S1, S2** турат. **ЭВР**ден чыккан чыңалуу $U_{вх}$ салыштыруучу элементтерге кирет. Бул үзгүлтүксүз текшерүүчү чыңалууга барабар. Салыштыруучу элементтен чыккан чыңалуу $U_{вых}$ удаалаш каккыны түзөт (сүрөт – 6.9, б) эгерде $U_{вх}$ сезбегич тилкеден чыкпаса $U_{с.т.}$, анда калкынын жыштыгы **50 Гц** болот. Эгерде $U_{вх}$ төмөндөп сезбегич тилкеден чыкса, анда калкы болбойт, чыңалуу жогорулап, $U_{вх}$ сезбегич тилкеден чыкса, анда калкынын жыштыгы **100 Гц** болот. Чыңалуунун чектөө убактысы регулятордун иштөө убактысы t_1 ден жана кыймылга келтиргич механизмде иштөө убактысы t_2 кошкондогу убактыларынан $t_1 + t_2$ чоң болсо, анда регулятор оромонун

тарамын кошконго белги берет. Эгерде каккы жок болсо $U_{вых}$, анда **S1** чыккан жагында күчтүк белги $U_{вых1}$, ал эми 100Гц каккы пайда болсо, анда **S2** чыккан жагында күчтүк белги $U_{вых2}$ пайда болот. Эгерде 50 Гц калкын болсо, анда $U_{вых1}$, $U_{вых2}$ пайда болбойт.

Логикалык бөлүк – убакытты созуучу **DT1, DT2**, триггер Т жана тыюу салуучу **DX1, DX2** элементерден турат. $U_{вых1}$, $U_{вых2}$ пайда болушу менен тийиштүү **DT1** же **DT2** ишке кирет, убакыт t_1 өтүшү менен тийиштүү элемент **DT** иштейт, андан чыккан белги жана генератордон мерчемдүү каккылар логикалык элемент **И** аркалуу Тнын жазуучу **S** тешигине кирет. **DT** иштеши триггер логикалык 1 катары эске алат. Бул белги тийиштүү тыюу салуучу элемент **DX1** же **DX2** келет, ал болсо $U_{приб}$ же $U_{убав}$ чыңалууну пайда кылат.

Аткаруучу бөлүгү (исполнительная часть) реле **KL1, KL2** турат. Бул реле кыймылга келтирүүчү механизмди ишке киргизет. Реле **KL1** $U_{приб}$ чыңалууда иштейт, ал эми **KL2** $U_{убав}$ чыңалууда иштейт.

Текшерүү блок (ТБ) регулятордун жана кыймылга келтиргич механизмдин иштешин жана тарамдан кошулгандан кийин же бузуулуулар болгондо регулятордун иштеши токтойт. Бул төмөндөгүдөй аткарылат. Регулятор иштегенден кийин ал кыймылга келтирүүчү механизмге аракет берет, андан тарамды кошуу башталганда ТК белги кирет. Бул учурда ТБ төмөнкү жумуштарды аткарат:

– **DX1, DX2** иштешине тыюу салат, (анын каршы тешигине логикалык 1 берилет жана белги $U_{приб}$ ($U_{убав}$) жоюлат, демек регулятордун иштеши бүтөт).

– салыштыруу элемент **(ЭС)** аракет берет, сезбеген тилкени кеңейтет **(ЭС)**; бул учурда өлчөөчү бөлүктөгү $U_{приб}$ ($U_{убав}$) белги төмөндөйт; бул белгини сактап кошуу регулятордун туура эмес иштеши катары кабыл алынат; **ТБ** кыймылга келтиргич механизмди кайра кошууга тыюу салат;

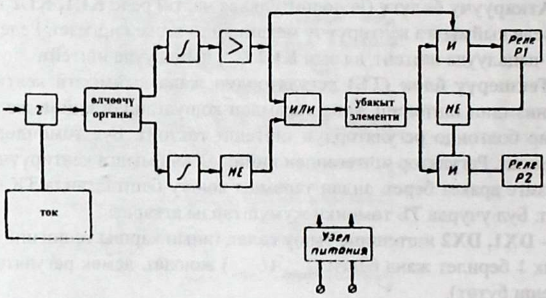
– триггер **Т**нын **R** тешигине белги келет, ал баштапкы абалына кайра келет.

– генератор **G** аракет берет. Бул учурда мерчемдүү каккынын мезгилинин убактысы, трансформатордун бир тарамын кошкон убакыттан чоң болгонго чейин өзгөрөт, бул кыймылга келтиргич механизмдин туура иштешин билдирет. Туура иштеген механизмде ТБко, генератордон мезгили чоңойгон каккынын келишине чейин, тарамды кошуу жумушу бүткөндөгү тууралуу белги келет. Белги жок болсо,

анда механизмди кайра кошууга тыюу салынат. Ошондой механизмди кайра кошуу, тарамды кошуу жумушу башталганы жөнүндө белги болгондо да тыюу салынат, б. а. механизмдин туура эмес иштеши жөнүндө белги берет.

Электр тармагында пайдаланып жүргөн **БАУРПН-1** регулятору бар. **БАУРПН-1** бул блок автоматического управления регулирование под нагрузкой-электр жүгү астында чыңалуунун жөнгө салуучу автоматтык башкаруучу блок.

Ошол жөнүндө кыскача маалымат берели. Ал сүрөт 6.10 көрсөтүлгөн. Бул регулятор тарамды кайра кошуучу механизм автоматтык башкарууну аткарат.



Сүрөт 6. 10 БАУРПН-1 блок түрүндөгү түзүлүшү.

Өлчөөчү органы термокопенсациялоочу (ысытууну толуктоочу) тунелдик диоддон түзүлгөн, ал аркалуу келген чыңалууга жараша өзгөрмөлүү ток өтөт.

Өлчөөчү орган жөнгө салууну чыңалуунун 2 деңгээлин байкайт, жогорку жана төмөнкү.

Бул эки деңгээлдин айырмасын сезбеген тилкени түзөт. Ал эми интерграторлор өлчөөчү органдын интеграторлору (аныктоочуну) түзгөн каккыны турактуу деңгээлдеги белгиге түзөт. Байкалуучу чыңалуу сезбеген тилкеде болсо, анда чыңалуунун жогорулашын байкоочу индикатор (аныктагыч) иштебейт, ал эми чыңалуунун төмөндөшүн аныктагыч каккы берет. Мында логикалык элемент **ИЛИге**

белги келбейт, себеби чыңалуунун төмөндөшүн байкоочу каналдагы логикалык элемент **НЕ** турат (жокко чыгарат).

Эгерде байкалуучу чыңалууну сезбеген тилкенин жогорку деңгээлди өтсө, анда өлчөөчү органдын аныктагычтарынан каккы келет. Чыңалуунун жогорулашын байкоочу каналдан логикалык элемент **ИЛИге** белги келет. Ал убакыт релесин иштөөгө буйрук берет. Убакыт релеси убакытты созуу менен иштейт, бул болсо кыска мөөнөттөгү чыңалуунун өзгөрүшүнөн аткаруучу элементтин иштебешин камсыз кылат.

Убакыт релесинен жана чыңалуунун жогорулашын байкоочу каналдын күчөткүчүнөн белги лигикалык элемент **Иге** келет, ал аткаруучу реле **Р1** иштейт. Реле **Р1** тарамды кошуучу механизмди иштетет ал чыңалуу төмөндөгү буйругун аткарат. Реле **Р2** белги келбейт, ал иштебейт.

Эгерде байкоочу чыңалуу сезбеген тилкенин төмөкү чегинен өтсө, анда өлчөөчү органдын аныктагычтарынан каккылар берилет.

Чыңалуунун төмөндөшүн байкоочу каналдын логикалык элементи **НЕден** логикалык элемент релесин кошот, андан пайда болгон белги бир аз убакыттан кийин логикалык элемент **Иге** келет. Ал эми чыңалуунун байкоочу каналдын логикалык элементи Идени белги келбейт. Чыңалуунун төмөндөшүн байкоочу каналдын логикалык элементи И аткаручу элемент – реле **Р2** кошот. Реле **Р2** тарамды кошуучу механизмге чыңалууну жогорулатууга буйрук берет.

Регулятор токтун толуктоону пайдалануу менен чыңалууну каршы жөнгө салууну (встречное) камсыз кылат.

6.4 Заманбап элементтерден түзүлгөн автоматтык регулятор

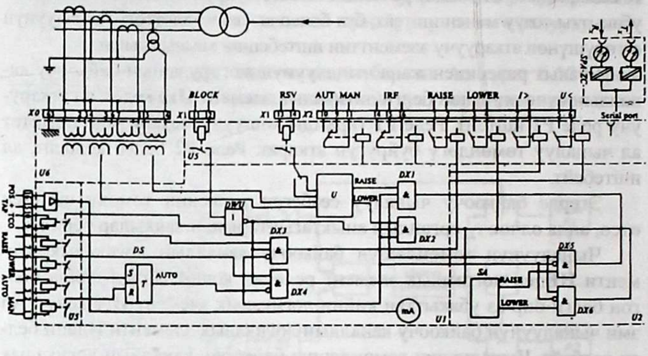
Заманбап элементтерден түзүлгөн автоматтык регулятордун түрү болуп **«АББ реле – Чебоксары»** өндүрүшүнөн чыгарылган **SPAU34IC** деген аспапты карайбыз. Бул төмөнкүлөрдү камсыз кылат.

– регулятордун үзгүлтүктүү (дискреттик) жана жөнгө салуучу ченемдин (тарамдын) чыңалуусунан кичине болгон чыңалууда иштебеши;

– кыска мөөнөттөгү чыңалуунун өзгөрүүсүнөн иштебеши үчүн убакытты көбүрөөк созуучу;

– ЭШ кыскычтарында чыңалуунун деңгээлине туруктуу кармоо үчүн чыңалууну терс четтеши менен жөнгө салуу.

Бул регулятордун электромеханикалыктарга салыштырмалуу артыкчылыгы бир жолу жана каккы жолу менен жөнгө салынуучу жана тарамды кайра кошуу жумуштарынын бүтүшүн, туура эмес иштешин текшерүүчүлүгү. Регулятор төмөнкү модулдардан турат жана сүрөт 6. 11 келтирилген.



Сүрөт 6. 11. регулятордун функционалдык түзүлүшү.

Модуль U1 (фирмалык белгилери) микропроцессор **U1** жана логикалык элементтерден турган автоматтык жөнгө салгыч; модуль **U2**– кол менен жөнгө салуу. Модуль **U5** кирүүчү генератордук кыскычтары **X1** жана оромолору менен чыгуучу Геркон кыскычы жана андан чыккан тийишмелер; модуль **U6**-өлчөөчү токтун жана чыңалуунун трансформаторлорунун экинчи оромолору жана гальваникалык ажыратуу жана кирүүчү кыскычтарды азыктандыруучу бөлүк.

Регулятордо арип жана сандык дисплейи бар. Мунун экранына төмөнкү **маалыматтар** көрсөтүлүп турат: учурдагы трансформатордун иштөө абалына чыңалуунун деңгээлин көрсөтүү; ток, *cosφ*, **ТЧАЖС** абалын; тарамдын катар санын; кыймылга келтиргич абалын.

Автоматтык жол менен тестирлөөнү жана өз алдынча текшерүү, ошондой эле туура эмес иштөө пайда болсо өз учурунда билдирүү.

Тарамдар кошулганда чыңалууну үзгүлтүктүү өзгөртөт. Ошол учурдагы өзгөрүүгө өлчөөчү орган сан түрүндө маанисин байкап сез-

бес тилкенин ушул мааниге жакындатат. Эсептөөчү орган линиядагы чыңалуунун басаңдашын эсептеп токтун толуктоону аткарат. Ушундай эсептөөнү иштөө убактысынын канчалык созуш керектигин да эсептеп, тарамды кайра кошуу жумуштарын жакшыртат.

Өлчөлгөн чыңалуу сезбегич тилкеден чыкканда $\Delta U > \Delta U_{ст}$ жөнгө салуу модулу биринчи убакыттын созулушун эсептөө программасын ишке киргизет

$$t_{соз.1} = T_{эч}/2^{B-1} \text{ с}, \qquad (6.10)$$

Мында
$$B = \frac{\Delta U}{\Delta U_{ст}} \qquad (6.11)$$

Ал эми $T_{эч} = 25$ с

Эгерде чыңалуунун четтеши $\Delta U > 0,75\ \Delta U_{ст}$ түзсө, убактты эсептөө токтотулат, регулятор тарамды кошпойт.

Трансформатордун чыңалуусу эң чоң жана эң кичине маанисине жектсе иштөөгө тыюу салынат **(запрет).**

Геркон **TCO** тарамдын кошулушун байкайт, бул элемент **BLOCK** сырткы келген тыюу салуучу белги боюнча иштөөгө тыюу салат. Элемент **DWN(ИЛИ-НЕ)** чыгуучу жагындагы кандайдыр бир тийишме жабылса, анда логикалык **НОЛ** пайда болот, бул белги элемент **DX3** жана **DX4** үч кирүүчү тийишмесинин бирөөсүнө кирет, демек алардан чыгуучу «бирдик» белгинин пайда болушуна тыюу салат. Булар болсо элементтер **RAISE** (чоңойтуу) жана **LOWEP** (төмөндөтүү) башкаруучу аракеттерди берет. Бул белгилерди түзүү геркон **AUTO** иштегенде процессор U дан пайда болгон **«бирдик»** логикалык белгилердин негизинде пайда болот. Логикалык **«бирдик»** тириггер **DS** эске алат жана элементтер **DX1, DX2** тийиштүү жерине кирет. Ушул эле логикалык **«бирдик»** элементтер **DX3, DX4ди** инверсиалык кирүүчү бөлүгүндө **RAISE** же **LOWEP** дин иштешин модуль **U2** же тышкы белгилер боюнча иштөөсүнө тыюу салат.

Эгерде геркон **MAN** (кол менен жөнгө салуу) иштесе, анда элемент **DS** чыккан жагында логикалык нөл пайда болот, ал элементтер **DX, DX2** аркалуу логикалык **«бирдик»** белгинин өтүшүнө тыюу салат жана элементтер **DX3, DX4** кол менен башкаруудан аракетти ишке ашырат.

Регулятордун алды жагында дисплей жана светодиоддук көрсөткүчү бар. Көрсөткүчтө көп маалыматтар чагылдырылган.

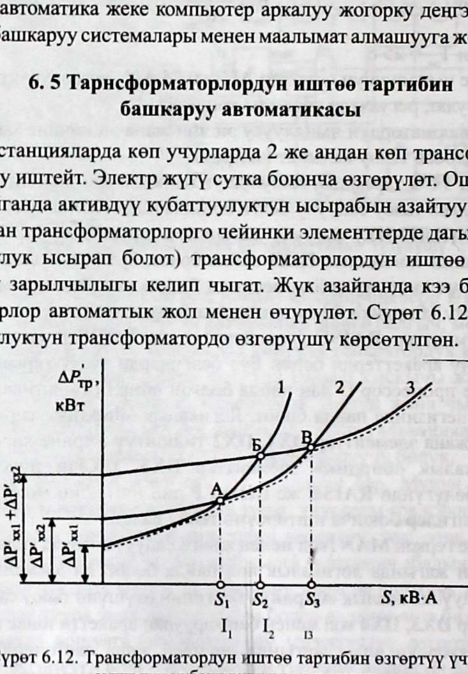
Бул көрсөткүчтө чыңалуу жана трансформатордун жүгүнүн тогу, алдын ала берилген чыңалуу жана анын төмөндөшү, линиядагы чыңалуунун басаңдашы, сезбеген тилке, убакыттын созулушу, ошондой эле өлчөөчү органдан чыңалууну жогорулатуу **RAISE** жы төмөндөтүү **LOWEP** иштешин көрсөтөт; ток жана чыңалуу боюнча тыюу салуу; тарнсформаторлор жараш иштегенде башкаруу (**PARALLEL);** автоматтык текшерүү IRE; кол менен жөнгө салганда (**MAN)** модул *AUTO*ну өчүрүү.

Алды жагында программаны дисплейди башкарууга жараша иштөөнү камсыз кылуу, тарамдарды кол менен кошуу баскычтары каралган. Миллиамперметр тарамдын абалын тутуп турат.

Бул автоматика жеке компьютер аркалуу жогорку деңгээлде автоматтык башкаруу системалары менен маалымат алмашууга жөндөмдүү.

6. 5 Тарнсформаторлордун иштөө тартибин башкаруу автоматикасы

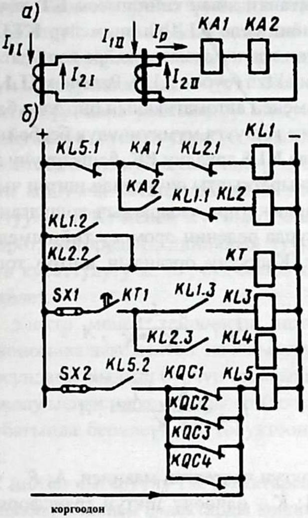
Подстанцияларда көп учурларда 2 же андан көп трансформаторлор чогуу иштейт. Электр жүгү сутка боюнча өзгөрүлөт. Ошондуктан жүк азайганда активдүү кубаттуулуктун ысырабын азайтуу үчүн (ток булагынан трансформаторлорго чейинки элементтерде дагы активдүү кубаттуулук ысырап болот) трансформаторлордун иштөө тартибин өзгөртүү зарылчылыгы келип чыгат. Жүк азайганда кээ бир трансформаторлор автоматтык жол менен өчүрүлөт. Сүрөт 6.12 активдүү кубаттуулуктун трансформатордо өзгөрүүшү көрсөтүлгөн.



Сүрөт 6.12. Трансформатордун иштөө тартибин өзгөртүү үчүн активдүү кубаттуулуктун өзгөрүшү.

Автоматтык башкаруу түзмөсү **Сүрөт 6.13** келтирилген.

Өлчөөчү же кошуучу орган аз токто иштөөчү **К1** жана чоң токго иштөөчү К2 токтук релесинен турат.



Сүрөт 6.13. Трансформаторду автоматтык жол менен өчүрүшү жана кошуу.
а) өлчөө органын түзмөгү; б) башкаруу түзмөгү.

Релелер эки фазанын токторунун суммасына кошулган $I_p = I_{2I} + I_{2II}$ трансформаторлор туура жүктөлгөн учурда релелердин тийишмелери КА1, **КА2** ачык. Электр жүгү азайганда кээ бир чектелген маанисинен төмөндөгөндө, мисалы, $I_ч = (0{,}6\ \ 0{,}8)\ I_{кт}$, аз токто иштөөчү реленин тийишмеси **КА1** жабык, кошумча реле **KL1** азыктанат. Реле иштегенде тийишме **KL2** ачылат, ал эми тийишме **KL1. 2 жабылып убакыт релеси текшерилет. Ал эми тийишме KL1. 3,** тийишме **КТ1** убакытты созуу менен жабылгандан кийин, трансформатордун бирин өчүрөт

(кошумча реле **KL3** иштейт). Эгерде электр жүгү белгиленген чектен көп болгондо, чоң ток менен иштөөчү реле **KA2** ишке киришет, тийишме **KA2** жабылганда **KL2** азыктанат, анын тийишмеси **KL2. 2** жабылып, **KT** азыктанат, анын тийишмеси **KT** убакытты созуу менен иштегенден кийин реле **KL4** тийишмелер **KT1, KL2. 3** аркалуу азыктанат, өчүрүлгөн трансформатор кайра кошулат. Активдүү кубаттуулуктун ысырабы akfzn (сүрөт 6.12). Релелер **KL1, KL2** өз алдынча аракетине келүүсү менен автоматиканын бир эле убакытта трансформаторду өчүрүүгө же кошууга мүмкүнчүлүк бербейт.

Автоматика реле **KL5** аркалуу **PK**, башкаруучу ачкыч же телемеханика каражаты ажыраткычты өчүргөндө иштен чыгат.

Автоматика бардык төрт ажыраткыч кошулгандан кийин гана иштей алат, бул учурда релени оромосу тийишмелер **KQC1-KQC4** аркалуу азыктанат. Кошуучу органдын иштөө тогу төмөндөгүдөй аныкталат:

$$I_{\text{иш.1}} = \frac{I_{\text{чек}}}{K_{\text{чет}} * K_I}\ ,\ A \qquad (6.12)$$

$$I_{\text{шн.2}} = \frac{K_{\text{чет}} * I_{\text{чек}}}{K_I}\ ,\ A \qquad (6.13)$$

Мында, $I_{\text{чек}}$ – токтун чектелген мааниси, А; $K_{\text{чет}}$ – четтөөчү коэффициенти, 1.05–1.1; K_I – өлчөөчү токтун трансформаторунун трансформациялоо коэффициенти. Кошуучу органдын релелерин жогорку кайтуу коэффициентине $K_{\text{кай}}$ ээ болушу зарыл, аз ток менен иштөөчү токтун релесинин $K_{\text{кай1}}$ = 0,9 – 0,95, ал эми чоң ток менен иштөөчү токтун релесинин $K_{\text{кай2}}$ = 1,1 – 1,05.

Бул релелер бир эле убакытта иштебеши үчүн төмөнкү шарт аткарылышы керек

$$I_{\text{иш.1}} \leq I_{\text{кай2}}, \quad A \ (6.\ 14)$$

$$I_{\text{кай1}} \leq I_{\text{иш.2}}, \quad A \ (6.\ 15)$$

$$I_{\text{иш.2}} = K_{\text{кай2}} * I_{\text{иш.2}}, \quad A \ (6.\ 16)$$

$$I_{\text{кай1}} = K_{\text{кай1}} * I_{\text{иш.1}}, \quad A \ (6.\ 17)$$

Мында, $I_{\text{кай}}$ релени кайтуу тогу.

6.6 Реактивдүү кубаттуулукту автоматтык жөнгө салуу

Эл чарбасынын бардык тармактарында өзгөрмөлүү ток кеңири колдонулуп, өзгөрмөлүү токтун ЭШ колдонулат. Бул ЭШ активдүү жана реактивдүү кубаттуулуктарды талап кылат, ошондуктан ток менен чыңалуунун ортосунда жылыш бурчу болот. ЭШ иштеш үчүн ток булагынан активдүү жана реактивдүү (индуктивтүүлүк) кубаттары алынат. Реактивдүү кубаттуулуктун алынганына байланыштуу бардык элементтерде кошумча активдүү кубаттуулуктун ысырабы, чыңалуунун кошумча басаңдашы жана элементтер кошумча реактивдүү кубаттуулук (РК) менен жүктөлөт, ошондуктан алардын чен сандары өзгөрөт, жогорулайт, линиянын туура кесилиш аянпы, трансформатордун кубаттулугу ж. б. , бул болсо каражаттардын аша чыгымына алып келет.

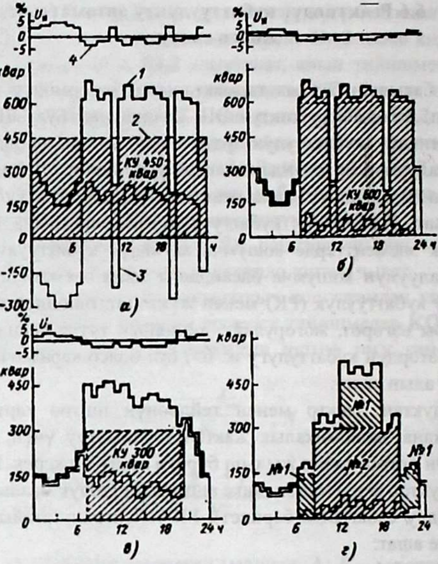
Ошондуктан электр менен тейлөөнүн иштөө тартибин техникалык жана экономикалык жактан жакшыртуу үчүн, ток менен чыңалуунун ортосундагы жылыш бурчун азайтыш керек. Муну азайтуу РК толуктоо жолу менен ишке ашырылат (толук маалымат электр менен жабдуу сабагында берилет). РК толуктоону атайын ыкмалар менен ишке ашат:

а) атайын РК иштеп чыгаруучу РК булактарын колдонуу; б) атайын уюштуруу чаралары менен булактарды колдонбой туруп РК толуктоо. РК булактары катары төмөнкүлөр колдонулат;

а) синхрон генератору (СГ); – синхрон мотору (СМ); – синхрон компенсатору (СК); , жогорку жана төмөнкү чыңалуудагы конденсатор батареялары (КБ); жогорку чыңалуудагы линиялар, статикалык РК булагы.

Бул булактарды РК талап кылган ЭШ жакын жайгаштырыш керек, бул учурда активдүү кубаттуулуктун ысарбы, чыңалуунун басаңдашы өтө аз болот жана кээ бир элементтердин чен сандары азаят.

Сүрөт 6. 15 те РК керектөө чиймеси көрсөтүлгөн



Сүрөт 6. 15 РК керектөө чиймеси
а) сүрөттө РК толуктоо жөнгө салынбаган КБ кошулган.
б) бир бакыттуу КБ менен толуктоо
в) чыңалуу боюнча автоматтык жөнгө салуу
г) көп баскычтуу РК толуктоо; РК толуктоо;

1-РК; 2-толукталынган РК; 3– аша толукталынган РК; 4-РК толуктоодон пайда болгон чыңалуу. Бул тийишме көрсөтүлгөндөй, РК убакыт боюнча аз өзгөрсө, анда жөнгө салынбаган РК коюлат, ал эми РК убакыт боюнча өзгөрсө, анда жөнгө салынуучу РК булагы пайдаланат.

РК булагын автоматтык жөнгө активдүү кубаттуулуктун ысырабы абдан төмөндөөгө, чыңалуунун атайын чектелген деңгээлде кармап турууга өбөлгө түзөт.

РК булагын жөнгө салуу электр тармагынын төмөнкү чоңдуктары менен ишке ашат – **токтун чоңдугу; – чыңалуунун деңгээли; – «ко-**

синус фи» нин мааниси; – РК багыты жана чоңдугу; – сутканын убактысы; – эки чоңдуктун мааниси боюнча

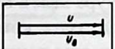
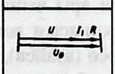
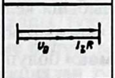
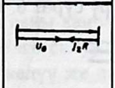
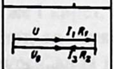
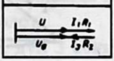
Турак жайларда, өндүрүштө, айыл чарбасында жана электр менен тейлөөдө РК толуктоочу эң кеңири тараганы КБ эсептелинет. Ошондуктан КБ РК жөнгө салуу боюнча кыскача маалыматтарда карайбыз.

БК жөнгө салуучу автоматтык регулятор жөнөкөй жана шаймашай болушу мүмкүн, эгерде анын өлчөөчү органы чыңалуунун сезбегич болсо, же фазалык чыңалуунун суммасын сезсе, регулятордун өлчөө органын чыңалуу менен мүмкүн болгон иштеши **таб. № 6. 1де** келтирилген.

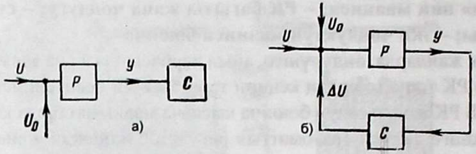
Эгерде КБ чыңалууну жөнгө салуу боюнча колдонулса, анда линиядагы ток өлчөөчү органга киргизилбейт, анда өлчөөчү органга берилген чыңалуу.

$$U = U_0 \text{ В}, \quad (6.18)$$

Мында U – линиядагы чыңалуу, U_0– регуляторго коюлган туруктуу чыңалуу. Таблица 6. 1

Текшерүүчү ген сандар	Вектор	Регулятор аткарган жумуш
Линиядагы чыңалуу		Чыңалууну жөнгө салуу (ЖС)
Чыңалуу жана реактивдүү ток		Чыңалуунун өзгөрүшү боюнча реактивдүү тогу ЖС
Чыңалуу жана ток		Чыңалууну токтун өзгөрүүшү менен ЖС
Чыңалуу жана ток ЖСГА көз каранды		Чыңалууга көз каранды болгон токту ЖС
Чыңалуу жана ток, көз каранды эмес ток		Түйүндүн теңдештиги чыңалуу боюнча
Чыңалуу ток көз каранды токтор		Линиядагы чыңалуу боюнча токтун агын өчүшү боюнча

КБнын РК жөнгө салуу боюнча кыскача түшүнүк берели сүрөт 6.16 башкаруу түзмөгү көрсөтүлгөн.

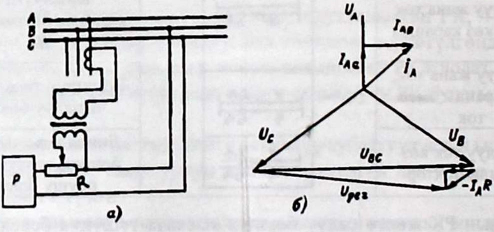


Сүрөт 6. 16 а) КБ башкаруу, б) КБ иштөө тарабын жөнгө салуу. Р-регулятор.

Өлчөнүп жаткан электр тармагындагы чоңдук регулятор иштей турган чоңдуктан чоң болсо, анда регулятор кошуучу аспапка таасир берет, ал КБ электр тармагына кошот. Ал кошулгандан кийин өлчөнүп жаткан чоңдукка таасир бербесе, анда электр тармагынын иштөө тартибине өзгөрүүгө белги берилбейт. Мындай башкаруу КБ кошуп жана өчүрүү үчүн гана керек.

Эгерде КБ көп секциядан (бөлүктөрдөн) турса анда, электр тармагынын иштөө тартибине жараша секциялар кошулат же өчүрүлөт. Эгерде электр жүгү чоң болуп, чыңалуу басаңдап чегинен төмөндөсө, анда КБ секциясын кошууга туура келет. Кошулгандан кийин өлчөөчү чоңдук өзгөрөт, тийиштүү деңгээлге көтөрүлөт, бул өлчөөчү орган менен башталат. Эгерде андан ары чыңалуу төмөндөсө, анда регулятор кайра КБ дагы бир секциясын кошууга белги берет. Эгерде өлчөөчү чоңдук тескери өзгөрсө (азайса), анда регулятор КБ секциясын өчүрөт, б. а. турактуу калыбына келгенге чейин регулятор кайра-кайра аракетке келип, туюк чынжыр боюнча иштейт. Ошондуктан, бул иштөө түзмөгү **«туюк түзмөк»** болуп эсептелинет.

Өлчөөчү органдын бир түрү сүрөт 6. 17 көрсөтүлгөн



Сүрөт 6. 17 регулятордун өлчөөчү органы, а) кошуу түзмөгү;
б) өлчөөчү органга келген чыңалуу менен токтун багыттык чиймеси (вектор).

Өлчөөчү органга келген чыңалуу

$$U_{өл} = U_{BC} - I_A * R \qquad B, \quad (6.19)$$

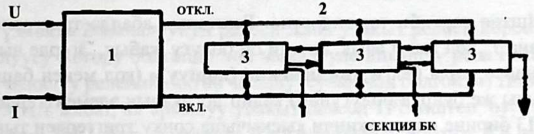
РК жөнгө салуу түзмөктөрүнүн кээ бир түрлөрүн карап көрөлү.

6.6.1 Автоматтык регулятор АРКОН.

Автоматтык регулятор **АРКОН** төмөнкү чыңалуудагы электр тармактарында орнотулган конденсаторлук батареялардын (КБ) кубатуулукту өзгөртүү үчүн колдонулат. Азыркы учурда мунун жакшыртылган түрлөрү пайдаланат.

АРКОН төмөндөгүчө чечилет **А**– автоматический, **Р**– регулятор, **КОН**– конденсатор, делип, КБ кубаттулугун жөнгө салуучу аспап.

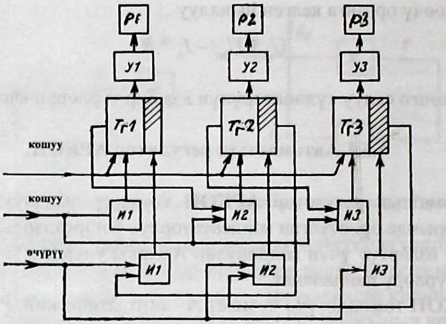
Анын жалпы түзүлүшү сүрөт 6. 18 де көрсөтүлгөн



Сүрөт 6. 18

АРКОН аспапынын жалпы түзүлүшү. **1**-буйрук бөлүк, **2**-программалык бөлүк, **3**-тиркеме бөлүк. Кошуучу бөлүктүн саны КБ санына жараша болот. **КБ** секциядан турат, б. а. кубаттуулугу баскыч менен өзгөрөт. Секциянын саны канча болсо, тиркеме бөлүгү ошончо болот. Бул аспап **РК** жөнгө салуу чыңалуу жана реактивдүү (же активдүү) ток боюнча дал келүү же дал келбес болуп ишке ашырат. Буйрук берүүчү бөлүккө **U** же **I** кирет, анын чоңдуктары боюнча буйрук программа бөлүккө келет, ал тиркеме аркалуу КБ өчүрөт же кошот. Эгерде үч секциядан турса, анда **1: 1: 1(50: 50: 50)** же **1: 2: 4 (50: 150: 200)** катыштарында болот.

Сүрөт 6.19 да **АРКОН** дун 3 секциядан турган КБ жөнгө салуу түзмөгү көрсөтүлгөн.



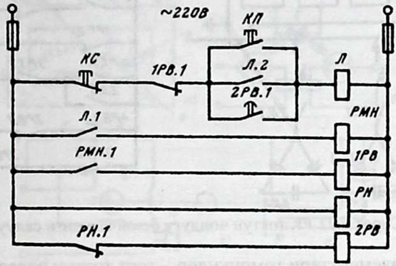
Сүрөт 6. 19. үч секциялуу КБ АРКОН менен башкаруу.

Иштөө тартиби төмөндөгүчө. Баштапкы абалда триггерлер $T_{г1}$, $T_{г2}$ жана $T_{г3}$ сол жагы ачык, ал эми оң бөлүгү жабык. Эгерде чыңалуу төмөндөсө, анда белги **«включение (кошуу)»** (кол менен башкаруу баскычы же буйрук бөлүгүнөн) келип логикалык элементтерден **И1, И2, И3** бирине кирет, экинчи кыскычына соңку триггерден тыюу салуу белгиси келет.

Биринчи белги «кошуучу» триггер $T_{г1}$ келет, ал ачык, ошондуктан биринчи тиркеме ишке кирет, КБ секцияга электр тармагына кошулат, чыңалуу өзгөрөт, триггер $T_{г1}$ ден кошумча белги логикалык элемент **И2** кирет, чыңалуунун дагы төмөндөшү экинчи $T_{г2}$ге белги берет, ал экинчи тиркемени ишке киргизет, **КБ** экинчи секцияны электр тармагына кошулат жана $T_{г2}$ кошумча белги логикалык элемент **И3** кирет. Чыңалуу дагы төмөндөшү үчүн $T_{г3}$ ишке кирет.

КБ чыңалуу жогорулаганда өчүрүү буйрук бөлүгүнөн же кол менен басылуучу баскыч аркалуу белги **«өчүрүү» (отключение)** келет. КБ өчүрүү тескери тартипте жүргүзүлөт, б. а. триггер $T_{г3}$ үчүнчү секцияны өчүрөт анан $T_{г2}$ же б. с. Эгерде чыңалуу тез төмөндөсө анда аспап ыкчам тартибинде иштеп (форсирование) КБ үч секциясы бир эле учурда кошулат.

6.6.2 Чыңалуу боюнча КБ кубаттуулугун жөнгө салуу

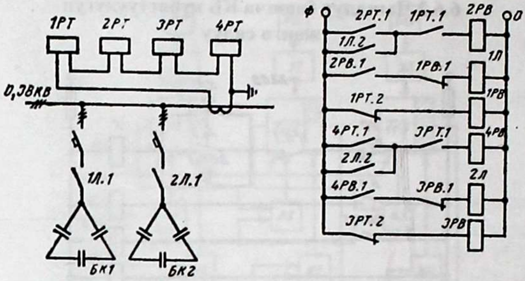


Сүрөт 6.20 чыналуу боюнча жөнгө салуу көрсөтүлгөн

Түзмөктө 2 чыңалуунун релеси жана убакыт релеси көрсөтүлөт. Чыңалуусу жогору болгондо чоң чыңалууда иштөөчү реле РМН иштейт (чыңалуу реленин иштөө чыналуусунан чоң болгондо) тийишмесин РМН.1 жабат, ал аркылуу убакыт релеси 1РВ иштеп, өзүнүн тийишмесин РН.1 ачат, контактор Л азыктануусун жоготот, КБ өчүртүлөт. Эгерде чыңалуу төмөндөсө төмөнкү чыналууда иштөөчү реле РН иштеп, тийишмесин РН.1 жабат, ал убакыт релеси 2РВ азыктануусуна шарт түзөт, анын тийишмеси 2РВ.1 багытты созуу менен жабылат, контактор Л азыктанып, КБ электр тармагын кошот. КБны контактор Л аркылуу кол менен кошууга болот, ал үчүн баскыч, КП басканда контактор азыктангандан кийин анын бир тийишмеси Л.2 аркылуу тийишмеси 1РВ.1 ачылганга же баскыч КС басылганга чейин узак мөөнөттө иштей берет.

6.6.3 РК ток боюнча жөнгө салуу

РК электр тармагында жетишсиз болгондо ток өсөт же тескерисинче азаят. Ушундай өзгөрүү РКту жөнгө салуу үчүн колдонсо болот. Төмөнкү түзмөктө ушундай ыкма көрсөтүлгөн.



Сүрөт 6.21 РК токтун чоңдугу боюнча жөнгө салуу.

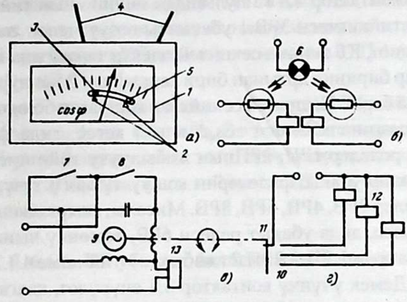
Негизги элементтери төмөнкүлөр – төрт токтун релелери 1РТ-4РТ, 1,2,3,4 А жана төрт убакыт релелери 1РВ-4РВ. Электр өскөндө токтун трансформаторунун экинчи оромосунда 2А, анда КБ бири секциясы кошулат, ал эми ток 4А жетсе экинчи секциясы кошулат. Контакторлор 1Л,2Л кошумча тийишмелери 1Л.2,2 Л.2 жабылганда тийишмелер 2РТ.1, 4РТ.1 иштен чыгарылат.

Эгерде жүк 3А ден кичине болсо реле 3РТ иштен чыгат, тийишме 3РТ 2 жабылат, убакыт келсе 3РВ азыктанат, тийишмеси 3РВ.1 ачылат, контактор 2Л азыктануусун жоготот, КБ экинчи секциясы өчүрүлөт. Эгерде ток 3А ден 4А ге чейии болсо, анда КБ өчүрүлбөйт, себеби реле 4РТнин тийишмеси 2Л.2 чалмаланыш турат. Андан ары ток 1А ге төмөндөсө, реле 1РТ азыкталбайт, демек убакыт релеси 1РВ тийишме 1РТ.2 аркылуу азыктанып, өзүнүн тийишмеси 1РВ.1 ачат, контактор 1Л азыктанбайт, КБ биринин секциясы электр тармагынаи ажыратылат.

6. 6. 4. КБ косинус «фи» боюнча жөнгө салуу

Бул ыкма өтө ыңгайлуу, себеби $\cos_{\varphi}$ чоңдугу РК менен байланышкан. Белги бергич катары кеңири таралган 3 фазалуу фазометр колдонулат. Ал үчүн өлчөгүчтүн жебесинин учуна жарык өтпөгөн материалдан жасалган желекче бекитилет. Ал жебе жылганда $\cos_{\varphi}$нин жөнгө салынуучу маанилерине жеткенде тешикти жаап коет, $\cos_{\varphi}$нин жөнгө салынуучу маанилеринин тушуна тешикче жасалып, анын оң жагына фоторезистор бекилет.

Белги бергич жана иштөө чиймеси сүрөт 6.22 көрсөтүлгөн.



Сүрөт 6.22. РК косинус фи боюнча жөнгө салуу а) белги бергич б) түзмөк
1. Фазометр, 3,5- фото элемент, 4- кыймылдоочу таяк; 2 таяныч.

Бул сүрөттө $\cos_{\varphi}$нин эки четки маанисине тешикче каралган. Фоторезистор аркылуу эки реле **1РП, 2РП** кошумча релелери иштейт. Сүрөт 6.22, а да белги бергич төмөндөгүдөй иштейт. Чыңалуу бөлгүч эки резистор R1, R2 жана диод **Д** түзөтүлгөн ток тиратрондор аркылуу **Т1, Т2** анодуна каршылык R3, R8 жана R релелери 1РП, 2РП аркылуу келет. Тиратрондордун башкаруу торчосу (сетка) каршылыктар R4, R7 аркылуу азыктанат.

Эгерде $\cos_{\varphi}$нин мааниси $\cos_{\varphi}$ден маанисинен кичине болсо (сол жак чети) фоторезисторго жарык түшөт, анын каршылыгы азаят, каршылык аркылуу өтүүчү ток өсөт, тиратрондордун башкаруу торчосундагы чыңалуу көбөйөт, тиратрондор күйөт жана релелер 1РП, 2РП ишке кирет, тийишмелер 1РП.1, 2РП.1 жабылат (сүрөт 6.22, б), төрт секциялуу КБ жөнгө салуу түзмөгү ишке кирет.

Качан $\cos_{\varphi}$нин мааниси $\cos_{\varphi}1$ барабар болгондо, ташикти желекче жабат, нур фоторезисторго түшпөй, каршылыгы R5 көбөйөт, тиратрон Т2 нин башкаруу торчосуна келген чыңалуу азаят, тиратрон өчөт, реле 1РП азыктануусун жоготот. Ал эми $\cos_{\varphi}$нин мааниси $\cos_{\varphi}2$ (оң жак чети) чоң болсо, анда фоторезистор R6 келген нурду желекче тосот, анын каршылыгы өсөт, реле 2РП азыктанбай калат.

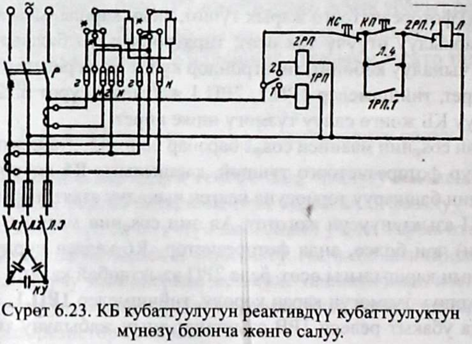
КБ кошуу түзмөгүн карап көрөлү, тийишмелер **1РП,1, 2РП.1** жабылганда убакыт релеси 1РВ азыктанат анын жабылуучу тийишмеси

убакытты созуу менен контактор 1Лди кошот, КБ биринчи секциясы ишке кирет. Контактор 1Л кошулгандан кийин анын тийишмеси 3РВ кошот, анын тийишмеси 3РВ.1 убакытты созуу менен жабылып, контактор Л2 кошот, КБ экинчи секциясы электр тармагына кошулат, калган секциялар биринин артынан бири каршылык R5ке нур түшпөгөнгө чейин кошула берет. Кошулган секциялар кошулган боюнча кала берет.

Эгерде $\cos_{\varphi}$нин мааниси $\cos_{\varphi}1$ ашып кетсе, анда фоторезистор R6 жабылат, релелер 1РП, 2РПнын жабылуучу тийишмерели **1РП,1, 2РП.2** анда алар убакыт релелерин кошуу түзмөгү түзүлөт, б.а. жуп сандагы релелер 2РВ, 4РВ, 6РВ, 8РВ. Мисалы, акыркы кошулган үчүнчү секция болсо, анда убакыт релеси 6РВ, төмөнкү чынжыр боюнча азыктанат: фаза → 1.РП.2,2РП.2 (жабык) → тийишме 4Л.2 (жабык) → 6РВ → нөл. Демек үчүнчү контактор 3Л өчүрүлөт, калган секциялар ушундай тартипте релелер 4РВ, 2РВ иштеши менен өчүрүлө баштайт, качан фотрезистор R6 жабылганга чейин, башкача айтканда $\cos_{\varphi}$нин мааниси $\cos_{\varphi}2$ден ашык болгон учурда.

6.6.5. РК мүнөзү боюнча кубаттуулукту жөнгө салуу

РК электр тармагынан алынса (жетишсиз толуктоо) же кайра электр тармагына берилсе (аша толуктоо) мүнөздөмөлөрүн пайдалануу менен КБ жөнгө салса болот. Ал үчүн өлчөөчү аспап катары индукциялык варметр же РКту эсептегич колдонулат. Бул түзүлүш сүрөт 6.23 көрсөтүлгөн.



Сүрөт 6.23. КБ кубаттуулугун реактивдүү кубаттуулуктун мүнөзү боюнча жөнгө салуу.

Түзмөктүн иштөө тартиби төмөндөгүчө. РК электр тармагына айланганда тийишме 1 жабылат, реле 1РП азыктанат, анын тийишмеси РП.1 жабылат, контактор төмөнкү чынжыр менен азыктанат:

Фаза «С» → баскыч КС(жабык) →тийишме 1РП.1 (жабык) →тийишме 2РП.1(жабык) →фаза «в»

Контактор Л иштегенден кийин тийишмеси Л4 жабылат, контактор Л туруктуу азыктана баштайт. Эгерде РК тескерисинче электр тармагына бериле баштаса, анда эсептегич тескери айланат, тийишме 2 жабылат, реле 2РП азыктанат, тийишмеси 2РП.1 ачылат, контактор азыктануусун жоготот.

6.6.6. КБ убакыт боюнча жөнгө салуу

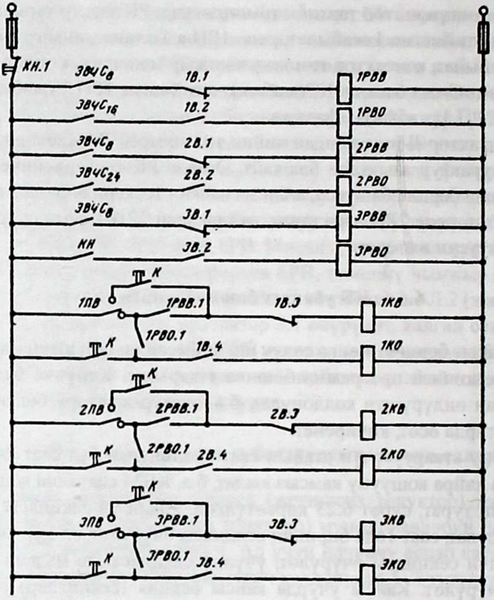
Убакыт боюнча жөнгө салуу иш чиймеси өндүрүштүн иштөө тартиби же атайын программа боюнча аткарылат. Көбүнчө бул калыптанылган өндүрүштө колдонулат, б.а. электр жүктөрү белгилүү бир убакыттарда өсөт, кичирейет.

Муну аткаруу үчүн атайын саат колдонулат, бул саат 24 убакыт боюнча кайра кошууну камсыз кылат, б.а. КБ24 саат бою кошуп ажыратылып турат, сүрөт 6.23 көрсөтүлгөн. Анын үч секциясы саат 8де бүт кошулат, саат 16да биринчи секциясы өчүрүлөт, ал эми 24(0) саатта экинчи секциясы өчүрүлөт, үчүнчү секциясы де малыш күндөрү гана өчүрүлөт. Кайсы учурда кайсы секция (секциялар) өчүрүлөт, эсептөө менен аныкталат.

Түзмөк төмөндөгүдөй иштейт. Иш башталганда (8) үч секцияны кошуу керек. Бул учурда сааттык ЭВ4С8 тийишмеси жабылат, кошуучу оромолор 1КВ,2КВ,3КВ, убакыт релелери 1РВВ,2РВВ,3РВВ, убакытты созуу менен иштегенде оромолор кошулат, үч секция тең электр тармагына кошулат.

Саат 16 болгондо, тийишме ЭВЧС16 жабылат, реле 1 РВО азыктанат (тийишме 1В.2 жабык, себеби 1кВ кошулган), анын тийишмеси 1РВО.1 жабылат, өчүрүүчү оромо 1КО азыктанат, биринчи секцияны өчүрөт (тийишме 1В.4 жабык).

Саат 24(0) болгондо экинчи санкция жогоруда көрсөтүлгөндөй жол менен өчүрөт, бул учурда, реле 2РВО иштейт, оромо 2КО экинчи секцияны өчүрөт.



Сүрөт 6.24 КБ сутканын убактысы боюнча жөнгө салуу

Ал эми дем алыш күндөрү үчүнчү секция атайын сааттын тийишмеси КН (контакт неделя) өчүрүлөт. КН жабылганда 3РВО азыктанат, оромо 3КО үчүнчү секцияны өчүрөт. Ошондой эле жабык турган тийишме КНЛ ажыраганда үч секция тең өчүрүлөт.

Секцияларды баскыч Кны басуу менен кол менен жапса болот, (баарын же бир бирден) ал эми жабык туруучу тийишмелер 1ПВ, 2ПВ, 3ПВ кол менен ачылганда, үч секцияны тең өчүрсө болот (баарын же бир бирден). Дагы башка жөнгө салуу түзмөктөрүн китептен тапса болот.

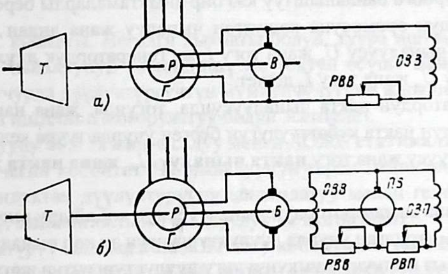
СИНХРОНДУК ГЕНЕРАТОРУНУН ДҮҮЛҮКТҮРҮҮЧҮ ОРОМОСУН ЖӨНГӨ САЛУУ (ДОЖС).

7. 1 Жалпы түшүнүк

Генератордун дүүлүктүрүүчү аспабы генератордун роторунда жайгашкан оромодон, турактуу ток булагынан, ал ротордун оромосуна кошулат жана кошуп ажыратуу аспаптары бар.

Генераторду дүүлүктүрүүчү турактуу ток булагы же түзөтүлгөн чыңалуу **дүүлүктүргүч деп аталат**. Турактуу ток булагы катары төмөнкүлөр колдонулат. Турактуу толкун генераторду, түзөткүчтөр, өзгөрмөлүү токтун жогору жыштыктагы жарым өтмөчүктү түзөткүчү бар генератор.

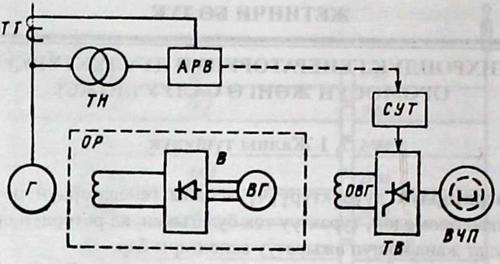
Сүрөт 7. 1 турактуу токтун генератору дүүлүктүрүүчү катары колдонулушу көрсөтүлгөн.



Сүрөт 7. 1 генераторду дүүлүктүрүүчү түрлөрү

А) жалгыз туташкан өз алдынча дүүлүктүрүүчү түзмөк

Б) көз карандысыз дүүлүктүрүүчү түзмөк. **Т**-турбина, **Г**-генератор, **Р**-ротор, **В**-дүүлүктүргүч, **ОВВ**-дүүлүктүргүчтүн дүүлүктүрүүчү оромолору, **РВВ** – дүүлүктүргүчтүн каршылыгы, ПВ-көмөкчү дүлүктүргүч, **ОВП**-көмөкчү дүүлүктүргүчтүн дүүлүктүргүчү, **РВП**– көмөкчү дүүлүктүргүчкө кошулган каршылык.



Сүрөт 7. 2 тийишмеси жок дүүлүктүргүч.

Мында **В** – дүүлүктүргүч, **ВГ** – жогорку жыштыктагы генератор түзөткүчү менен, **ОР** – ротордун оромосу, **ОВГ**– кошумча дүүлүктүргүч, **ВЧП** – көмөкчү жогорку жыштыктагы дүүлүктүргүч, **ТВ** – тиристор түзөткүчү, **СУТ**-тиристорду башкаруучу система, **АРВ** – дүүлүктүргүчтү автоматтык жөнгө салуу.

Бул суроого байланыштуу кээ бир аныктамаларды берели.

Ротордун оромосуна кошулган чыңалуу жана андан өткөн ток **ротордун** чыңалуусу $U_{р}$ жана тогу $I_{р}$ же генератордук **дүүлүктүргүч** чыңалуусу $U_{Д}$ жана тогу $I_{Д}$ дешет.

Генератордун накта чыңалуусунда, тогунда, жана накта *cosφ*де генератордун накта кубаттуулугун берген учурда туура келген ротордун чыңалуусу жана тогу **накта чыңалуу** $U_{РН}$ **жана накта ток** $I_{РН}$ деп аталат.

Тез жана ыкчам ротордун чыңалуусунун көбөйүшү **ыкчымдатуу** деп, ыкчымдатылган учурда дүүлүктүргүчтүн эң көп чыңалууну жана токту камсыз кылуучу мүмкүнчүлүгү дүүлүктүргүчтүн **жогорку чеги** болот.

Ылдамдатуу учурунда ротордун же дүүлүктүргүчтүн чыңалуусунун $U_{Ы}$ анын накта маанисине $U_{Н}$ болгон катнашы ылдамдатуунун эселенишин $K_{э}$ деп аталат.

$$K_{э} = \frac{U_{Ы}}{U_{Н}} = \frac{U_{Н}}{U_{РН}}$$

Дүүлүктүргүч төмөнкүлөрдү камсыз кылышы керек.

а) туура иштеп жатканда жана кырсык болгондо жетиштүү дүүлүктүрүү **кубаттуулугун камсыз** кылуу;

б) дүүлүктүрүүнүн кол же автоматтык жөнгө салууда генератордун чыңалуусу жана тогу берилген **мыйзам боюнча өзгөртүү;**

в) мүмкүн болушунча дүүлүктүрүүнүн **эң жогорку чегин** камсыз кылуу;

г) ротордун тогун мүмкүн болушунча **жогорку ылдамдыкта** өсүшүн камсыз кылуу. Бул кубаттуу генератордун эң узун линиялар менен энергосистемага байланышканда өтө зарыл.

Дүүлүктүргүчтүн чыңалуусунун өсүү ылдамдыгынын бирдиги үчүн **секундадагы дүүлүктүрүү бирдиги** алынат (дүүл. бир/с). Дүүлүктүрүү бирдиги катары генератор накта иштеп жаткандагы дүүлүктүрүүнүн **чыңалуусу алынат, б. а** $U_{\text{РН}}$.

ГОСТко жараша ылдамдатуу учурунда дүүлүктүргүч ылдамдатуунун эселенишин 2ден жана чыңалуунун өсүү ылдамдыгы 2 дүүлүктүргүч бир/с кем эмес камсыз кылышы керек.

7. 2 ДОЖС кызматы негизги жана түрлөрү.

ДОЖС кызматы. Негизги кызматы болуп, туура иштөө тартиби бузулганда чыңалуунун **төмөндөшү** же токтун өсүшү **пайда** болот, демек бул учурда дүүлүктүргүчтүн мүмкүнчүлүгүнө жараша, дүүлүктүрүүнү тез иштешин жогорулатуу болуп эсептелет.

Чыңалууну ±0,5 % жөнгө салуу менен ДОЖС **статикалык** туруктуулуктун чегин көбөйтөт. ЧТ чыңалуунун терең төмөндөшүн алып келет, ошондуктан дүүлүктүрүүнү ылдамдатуу менен генератордун ЭКК өсүшү, **динамикалык** туруктуулук да жогорулайт.

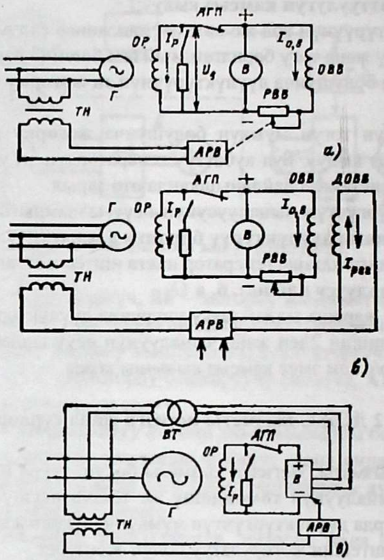
Дүүлүктүрүү ылдамдаганда ЧТ тогу көбөйүп РК так иштөө жөндөмдүүлүгү да жогорулайт. ДОЖС атайын өлчөө бөлүгүн түзүп шинадагы чыңалууну жөнгө салса болот.

ДОЖС аспапы таасир берүүчү чоңдукка жараша төмөнкү түрлөргө бөлүнөт

а) таасир берүүчү ток же чыңалуу белгисин жана чоңдугун сезүүчү регулятор **шайкеш** аракеттеги (пропорция) регулятор дешет.

б) таасир берүүчү чоңдуктун белгиси жана чоңдугу гана эмес алардын ылдамдыгына жана ылдамдыгын сезүүчү регулятор **күчтүү аракеттеги** регулятор деп аталат.

Регулятордун түрлөрү сүрөт 7.3 көрсөтүлгөн



Сүрөт 7.3, а бул электромеханикалык. Дүүлүктүргүчкө чыңалуунун өзгөрүшү берилет. Чыңалуу азайса механикалык жол менен каршылык РВВ азаят, ток $I_{а.в}$ чоңоет. Генераторду дүүлүктүрүүчү ток $I_р$ көбөйөт. Генератордун чыңалуусу жогорулайт, тийиштүү деңгээлге жетет, эгерде генератордун чыңалуусу көбөйсө, анда тескерисинче иштейт.

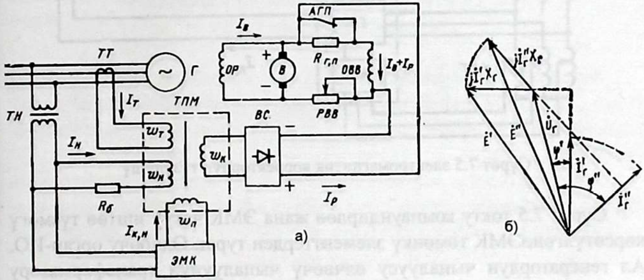
Сүрөт 7.3, б АРВ(ДОЖС) пайда болгон ток дүүлүктүргүчтүн кошумча уюлуна коюлган оромого кошулат. Анда пайда болгон ток багыт боюнча ток $I_{ов}$ багыты менен дал келет же каршы багыт алат. Генератордун чыңалуусу төмөндөсө, токтордун багыты дал келет, көбөйсө карама-каршы болот.

Сүрөт 7.3, в дүүлүктүргүч катары түзөтүлгөн ток булагы колдонулат. Генераторду дүүлүктүрүүчү ток $I_р$дин чоңдугу, генератордун

чыңалуусуна жараша түзөткүч жарым өткөргүчтүн ачылуу бурчун жөнгө салуу менен өзгөрөт.

7.3 Шайкеш аракеттеги регулятордун иштеши. Генератордун дүүлүктүрүсүн компаундирлөө (толуктоо)

Бул регулятор генератордун тогун четтеши менен иштейт. Анын иштеши сүрөт 7. 4 көрсөтүлгөн



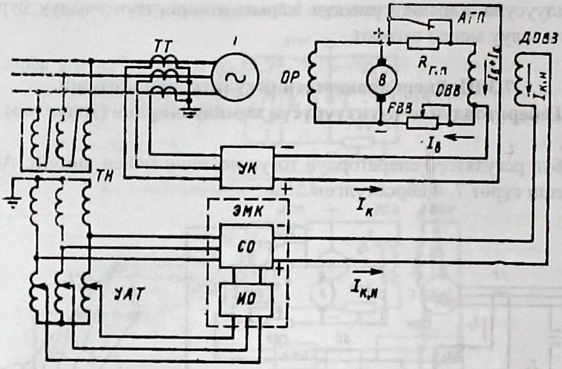
Сүрөт 7.4 генераторду компаундирлөө.

Токтун четтешин өлчөө үчүн кошумча трансформаторлор ПТ, ток түзөткүч аркалуу дүүлүктүргүч дүүлүктүргүчтүн тогуна кошулат.

Ток $I_к$ ном компаундирования (толуктоочу) деп аталат. Жүк көбөйүп, генератордун тогу өскөндө $I_к$да өсөт. Жыйынтыгында дүүлүктүрүүчү ток көбөйөт, генератордун чыңалуусу жогорулайт. Ток азаят, башындагы абалына келет.

Бул ыкманын жетишсиз жагы ал токтун гана чоңдугун сезет, чыңалуунун жана *cosφ* өзгөрүшүн сезбейт сүрөт 7.4, б.

Эгерде чыңалуу менен токтун ортосундагы бурч өзгөрсө, генератордун тогу өзгөрбөсө да чыңалуунун өзгөрүлгөнү көрүнүп турат. Ошондуктан муну эске алыш үчүн сүрөт 7.5 те көрсөтүлгөндөй чыңалуунун өзгөрүшүн эске ала турган кошумча элемент кошулат. Ал чыңалуу **түзөткүч (корректор)**, башкача айтканда **электромагниттик корректор (ЭМИ)** деп аталат.



Сүрөт 7.5 электромагнитик корректордун түзүлүшү

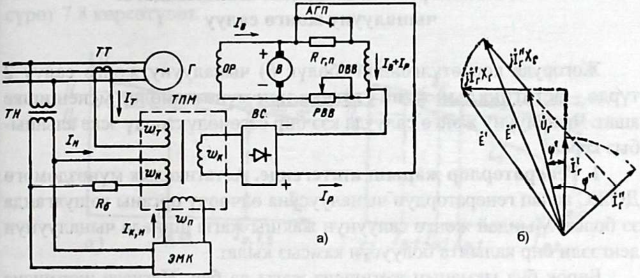
Сүрөт 7.5 токту компаундирлөө жана ЭМК чогуу иштөө түзмөгү көрсөтүлгөн. ЭМК төмөнкү элементтерден турат. Өлчөөчү орган-ИО. Ал генератордун чыңалуусу өлчөөчү чыңалуунун трансформатору белгилөөчү автотрансформаторлор УАТ аркалуу кошулган. Чыңалуу УАТ орноткон деңгээлден четтешинен сезүү менен күчтүк орган СО башкарат. Күчтүк органда пайда болгон ток түзөтүлүп – $I_{чк}$ дүүлүктүргүчтүн кошумча оромосуна берилет. Токтор $I_{Д} + I_{Н}$ жана $I_{чк}$ түзгөн магнит агымы көбөйөт, демек дүүлүктүргүчтүн чыңалуусу жогорулайт, ал генераторду дүүлүктүрүүчү оромосунда токтун көбөйүшүнө алып келет. Генератордун чыңалуусу жогорулайт, четтеген мааниси жоюлат. Эгерде чыңалуу өтө төмөн түшсө, анда $I_{нк}$ төмөндөйт, ошондуктан бул учурда чыңалуунун тез төмөндөшүн кайра калыбына келтире албайт. Ошондуктан ЭМК генератордун чыңалуусунун белгилүү бир деңгээлде гана өзгөрүшүндө колдонушат. Ток менен компаундирлөө жана ЭМК чогуу иштеши боюнча 2 түрдөгү түзмөк колдонулат.

1. Толук ток менен компаундирлөө бул учурда токтордун суммасы түзөтүлгөндөн кийин ишке ашат.

2. Фазалык компаундирлөө. Бул учурда токтордун суммасы өзгөрмөлүү ток тарабына кошулат.

Фазалык компаундирлөө

Бул түзмөктө токтун трансформаторунан алынган ток жана чыңалуунун трансформаторунун пайда болгон ток түзөтүлгүчкө чейин суммаланган, ал эми дүүлүктүрүүчү оромого жалпы түзөткүчтөн түзүлгөн турактуу ток берилет. Түзөтүлгөн ток генератордун тогуна, шинадагы чыңалууга жана ток менен чыңалуунун ортосундагы бурчка ($cos\varphi$) көз каранды болот.



Сүрөт 7. 6 бул түзмөк көрсөтүлгөн

Мында негизги элемент магниттелүүчү трансформатор (трансформатор намагничивания ТПМ). Өзөгүндө 2 биринчи оромо жайгашкан: токтун оромосу $W_Г$, чыңалуунун оромосу $W_Ч$ жана магниттөөчү оромо $W_М$ жана бир, экинчи оромо $W_К$. Токко кошулган $W_Т$ жана чыңалууга кошулган $W_Ч$ өзөкчөдө ушул эки оромолор түзгөн магнит агындарынын геометрикалык суммасынан турган жалпы магнит агымы түзөт, ал экинчи оромодо токту пайда кылышат. Ушул фазалык компаундирлөө туура иштеши жана ал шинада турактуу чыңалуу кармап туруш үчүн $cos\varphi$ өзгөргөндө оромолор $W_Т$ жана $W_Ч$ келген ток менен чыңалуунун ортосундагы бурч чоңойгондо экинчи оромодогу $W_К$ көбөйүшү керек, ал эми бурч кичирейгенде $W_К$ ток азайышы керек.

Бул талапты аткарыш үчүн трансформатор ТПМ өзөкчөсү ЭМК келген турактуу ток менен магниттелет, б. а. каныгат, демек анын магниттик каршылыгы өзгөрөт жана биринчи оромодон экинчи оромого токтун трансформациялоо шарты өзгөрөт.

Эгерде магниттөө тогу жок болсо же өтө аз болсо, анда биринчи оромодогу ток толук экинчи оромого трансформацияланат.

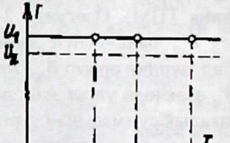
Ошондуктан, фазалык компаундирлөө генератордун чыңалуусу көбөйгөндө дүүлүктүрүүчү токту азайтуу, ал эми генератордун чыңалуусу азайганда дүүлүктүрүүчү токту көбөйтүү үчүн ЭМК биринчи учурда ТПМ каныктандырылат, ал эми экинчи учурда каныктандырылбайт.

7. 5 Электрстанциялардын шинасындагы чыңалууну жөнгө салуу

Жогоруда көрсөтүлгөндөй (бөлүк 6) чыңалууну жөнгө салуу 2 түрдө – **астатикалык жана статикалык** мүнөздөмөлөр менен ишке ашат. Чыңалууну жөнгө салууда кээ бир өзгөчөлүктөрдү эске алышыбыз керек.

1. Генераторлор жарыш иштегенде. Астатикалык мүнөздөмөгө ДОЖС аспап генератордун чыңалуусуна өлчөөчү органы кошулганда ээ болот. Мындай жөнгө салуунун жакшы жагы шинада чыңалуунун деңгээли бир калыпта болуусун камсыз кылат.

Бирок бул ыкманын жетишсиз жагы да бар. Негизги жетишсиз жагы болуп эки же бир канча генератордун шинага жарыш иштегенде, реактивдүү кубаттуулуктун кандай бөлүштүрүлүшү белгисиз болуп калат.

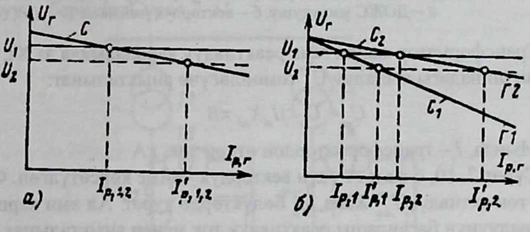


Сүрөт 7. 7. Астатикалык мүнөздөмөгө ээ болгон ДОЖС бар генераторлор жарыш иштегендеги мүнөздөмө.

Сүрөттө көрсөтүлгөндөй, чыңалуу U_1де болгондо генераторлордун реактивдүү тогу $I_{\rho 1}$ жана $I_{\rho 2}$ болгон, ал эми чыңалуусу U_2 төмөндөсө ар бир генератор дүүлүктүрүү тогун чоңойтуу менен чыңалууну баштапкы абалга келтирүүгө умтулушат. ДОЖС аспаптары генератордун

чыңалуусуна гана кошулган болсо, анда реактивдүү ток генераторлор арасында ар кандай бөлүнүшү мүмкүн болот. Эгерде биринчи генератордун ДОЖС аспабы өтө сезгич болсо ал ротордун тогун чоңойтуп, чыңалууну жөнгө салууга аракет кылат, анын тогу I'_{ρ} чейин өсөт. Эгерде чыңалуу калыбына келсе, анда экинчи генератордун тогу мурунку абалында калышы мүмкүн. Ал эми чыңалуу калыбына келбесе, экинчи генератордун ДОЖС аспабы иштей баштайт.

ДОЖС аспабы статикалык мүнөздөмөгө ээ болсо генераторлор арасында реактивдүү кубаттуулук бөлөкчө бөлүнүшү мүмкүн. Бул сүрөт 7.8 көрсөтүлөт.



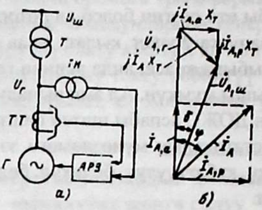
Сүрөт 7.8. ДОЖС аспабы статикалык мүнөздөмөгө ээ болгон учур.

ДОЖС аспабын статикалык мүнөздөмөгө ээ болгондо анын өлчөөчү органы генератордун чыңалуусуна жана тогуна кошулган. Эгерде жарыш иштеген генераторлордун ДОЖС аспабы бирдей мүнөздөмөгө ээ болсо реактивдүү токтору бирдей болот, $I_{\rho 1,2}$, ал эми чыңалуу U_2 төмөндөсө, реактивдүү токтору $I'_{\rho 1,2}$ жетет (сүрөт 7. 9, а).

Эгерде ДОЖС аспаптары ар кандай мүнөздөмөгө ээ болсо c_1 жана c_2 (сүрөт 7.8, б) чыңалуу U_1 болгондо ар бир генератор өзүнүн реактивдүү кубаттуулугуна дал келген токторго ээ болот. I_{p1} жана I_{p2} чыңалуу U_2 төмөндөсө, ар бир генератор реактивдүү кубаттуулуктарын чоңойтуп, токтору $I'_{\rho 1}$ жана $I'_{\rho 2}$ чейин өзгөрөт. Мүнөздөмөсү жумшак болсо ток аз өзгөрөт, ал эми мүнөздөмөсү катуу болсо ток көп өзгөрөт.

Жыйынтыктап айтсак, генераторлор жалпы шинага жарыш иштегенде, реактивдүү кубаттуулук (ага дал келген ток) генераторлор арасында белгилүү түрдө бөлүштүрүлөт.

2. Блок генератор-трансформатор



Сүрөт 7. 9. блок генератор-трансформатор түзмөк.
а – ДОЖС кошулушу. б – вектордук чиймеси

Трансформатор жалаң гана реактивдүү каршылыкка ээ Хт, ошондуктан шинадагы чыңалуу $U_ш$ төмөндөгүчө аныкталынат:

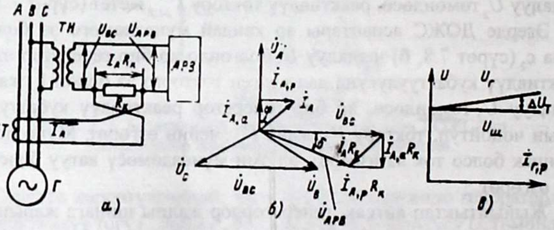
$$U_ш = U_г - jI_m X_m,\ кВ \qquad (7.1)$$

Мында, $I_т$ – трансформатордон өткөн ток, кА

Сүрөт 7. 10, б фаза А үчүн вектордук чийме көрсөтүлгөн. Фаза А дагы ток активдүү $I_{A.a}$ жана $I_{A.p}$ бөлүктөрдө турат. Ал эми каршылык $X_т$ чыналуунун басаңдашы реактивдүү ток менен аныкталынат, демек

$$U_ш = U_г - jI_{A.p} X_m,\ кВ \qquad (7.\ 2)$$

Шинадагы чыңалууну турактуу камсыз кылыш үчүн реактивдүү каршылыктагы чыңалуунун басаңдашын толукташ керек болот. Ал үчүн ДОЖС аспаптын өлчөө органы атайын түзмөк менен кошулат. Сүрөт 7.10.



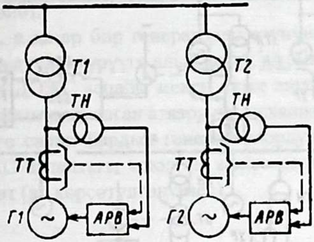
Сүрөт 7. 10. Реактивдүү каршылыктагы чыңалууну толуктоо
а-кошуу түзмөгү. б-вектордук чиймеси. в-мүнөздөмөсү.

ДОЖС $X_т$ барабар болгон активдүү каршылыгы $R_к$ га токтун трансформаторунан келген тескери уюлдары жана генератордун чыңалуусу чыңалуунун трансформатору аркылуу кошулган.

ДОЖС келген чыңалуу $I_{Ар} * R_к = I_{А.р} * X_т$ аз болот, өлчөөчү орган муну чыңалуунун төмөндөшү катары ашып, генератордун чыңалуусун жогорулатат, шинадагы чыңалуу жөнгө салынат.

3. блок генератор-трансформатор шинага жарыш кошулганда

Бул учурда ар бир генератордун ДОЖС аспабына генератордун чыңалуусу берилет. Сүрөт 7. 11



Сүрөт 7. 11. энергоблоктордун жарыш иштеши

Шинадагы чыңалуу төмөндөгүчө аныкталат

$$U_ш = U_{г1} - jI_{р.1} * X_{т.1} = U_{г2} - jI_{р.2} * X_{т.2} \quad (7.4)$$

Эгерде ДОЖС аспап ар бир генератордо бирдей чыңалууну камсыз кылса, анда

$$I_{р.1} * X_{т.1} = I_{р.2} * X_{т.2} \quad (7.5)$$

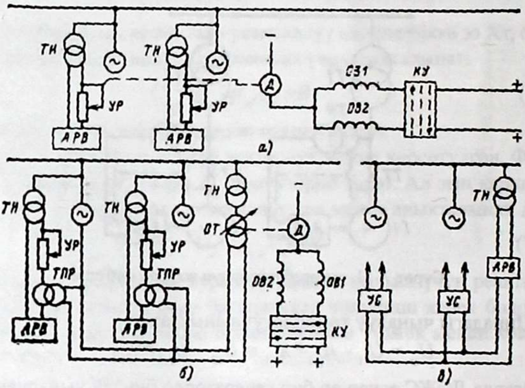
$$\frac{I_{р.1}}{I_{р.2}} = \frac{X_{т.2}}{X_{т.1}} \quad (7.6)$$

Теңдеме 7. 5 негизинде бардык реактивдүү кубаттуулук жарыш иштеген генераторлор арасында реактивдүү каршылыкка тескери бөлүнүшөт. Эгерде $X_{т.1} = X_{т.2}$, $I_{р1} = I_{р2}$, болсо реактивдүү кубаттуулук эки генераторго тең бөлүнөт.

4. Генераторлордун дүүлүктүрүү оромолорун (ДО) топтук башкаруу

Азыркы учурда электрстанцияларда бир канча генераторлор жарыш иштешет. Өзгөчө ГЭСтерде да генераторлор көп коюлат. Бул ГЭС терде алардын иштешин толук автоматташтыруу үчүн дүүлүктүрүүчү оромолорун топтук башкаруу колдонулат.

ДО топтук башкаруу генератор арасында реактивдүү кубаттуулукту автоматтык түрдө бөлүштүрүп жана шинадагы чыңалууну жөндөп же энергосистеманын кандайдыр бир бөлүгүндө берилген тартип менен өзгөртүү. Төмөнкү сүрөт 7. 12 ар кандай түрлөр көрсөтүлгөн.



Сүрөт 7. 12. ДО топтук башкаруу түрлөрү

Сүрөт 7. 12, а, б да ар бир генератордун өздүк ДО болгон дүүлүктүрүүнү башкаруу эки түзмөгү көрсөтүлгөн. Бул түзмөктөрдө генераторлордун ДО иштөө чоңдугун жалпы өзгөртүүгө болот. Сүрөт **7. 13, а** да көрсөтүлгөндөй электр токтору жөнгө салынуучу каршылык менен бир окто байланышкан. Мотор айланганда (оңго же солго), каршылык азаят же көбөйөт, демек ДО ток өзгөрөт. Эгерде кандайдыр бир генератор өчүрүлсө, анда ДО жалпы октон алып таштоо мүмкүнчүлүгү болушу зарыл.

Ушул ыкманы генераторлор жакын жана бир катар жайгашканда колдонсо болот.

Сүрөт 7. 12, б да ДО иштөө чөндүгүн өзгөртүү анын өлчөөчү органына удаалаш туташтырылган трансформатордон ТПР пайда болгон кошумча чыңалууну кошуу менен өзгөртүлөт. ТПРдин биринчи оромосуна жалпы трансформатордон, ОТ (общий трансформатор). ОТ жөнгө салынуучу трансформатор, ошондуктан ОТнын чыңалуусу өзгөрүлсө, анда ТПРдын дагы чыңалуусу өзгөрөт, ДО иштөө чөндүгүнө таасир берет. Бул түзмөктө да ар бир генераторду өз алдынча бөлүп иштетүү мүмкүнчүлүгү бар.

Бул түзмөктүн жетишсиз жагы, эгерде ОТнын биринчи оромунда ТБ өчсө же үзүлүш пайда болсо, анда бардык генераторлордо ДО чыңалуу тез көбөйөт.

Сүрөт 7. 12, в да ар бир генератордо өзүнүн компаундирлөөсү сакталат жана тез дүүлүктүрүүгө алып келет, ал эми ДО чыңалуу борбордош түзүлгөн ДОЖС аспабы менен ишке ашат. Ал болсо ар бир генераторго өз алдынча коюлган аткаруучу механизм **УС** аркылуу ДО чыңалууну жөнгө салат. Бардык генераторлордун ДО жөнгө салуу борбордук ДОЖС аспаптагы коюлган жөнгө салынуучу каршылык менен жүргүзүлөт (ал көрсөтүлгөн эмес).

СИНХРОНДОШТУРУУНУН АВТОМАТИКАСЫ

ЭТ көп ток булактары жарыш иштешет жана бири-бири менен линиялар аркылуу байланышкан. Жарыш иштегенде бардыгынын чыңалуулары, жыштыктары, чоңдуктары бирдей жана бири-бирине дал келиши керек. Ошондо гана алар **синхрондуу** иштешет. Эгерде бир генератор же синхрон компенсатору өчүрүп кайра кошуу учурунда жогорудагы шарттар аткарылбай калышы мүмкүн, демек, **синхронсуздук** пайда болот. Бул теңдештик тогунун агышын түзөт, ал терс таасир бериши мүмкүн. Ошондуктан генераторлор, синхрондук компенсаторлор, синхрондук моторлору жарыш иштей турган электр тармагына кошкондо, синхрондоштурууну камсыз кылыш керек. Демек, айлануу жыштыгын, чыңалууларды теңдөө жана ажыраткычтын кошуу мөөнөтүн түзүү **синхрондоштуруу** деп аталат. Ал эми бул жумуштар автоматикалык аспаптар менен аткарылса, **автоматтык синхрондоштуруу** деп аталат. Синхрондоштуруу жумушунун төмөнкү түрлөрү колдонулат: **автоматтык, жарым автоматтык, кол менен синхрондоштуруу.**

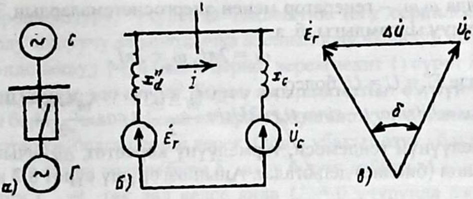
8. 1. Синхрондоштуруунун түрлөрү жана иштөө тартиби

ЭТ пайдаланылып жатканда, синхрон машиналарын энергосистемага жарыш кошууда синхрондоштуруунун эки түрү колдонулат.

Так синхрондоштуруу, өз алдынча синхрондоштуруу

Булардын түрүнө кыскача токтоло кетели.

Так синхрондоштуруу. Так синхрондоштуруунун негизги максаты төмөнкү шартты түзүү, б. а. $U_с = U_г$, $f_с = f_г$, $\varphi_с = \varphi_г$, мында «с» индекси энергосистемага, «г» индекси генераторго тийиштүү. Бул шарт аткарылгандан кийин ажыраткычты кошууга белги берилет. Так синхрондоштуруунун негизин билиш үчүн сүрөт 8.1 кайрылалы



Сүрөт 8. 1. Так синхрондоштурууну түшүндүрүүчү түзмөк

Сүрөт 8.1, б көрсөтүлгөндөй түзмөк үчүн Кирхгофтун экинчи мыйзамынын негизинде

$$U_{\text{с}} - E''_{\text{г}} = l_{\text{те}} Z \qquad (8.1)$$

$l_{\text{те}} = \frac{U_{\text{с}} - E''_{\text{г}}}{Z} = \frac{\Delta U}{Z}$ ушунун негизинде теңдештик тогу, $l_{\text{те}}$ (8.2)

Мында ΔU – синхрондоштурулуучу чыңалуулардын айырмасы;
Z – эки ток булагын ортосундагы толук каршылык.
Анын амплитудалык мааниси

$$l_{\text{те}} = \frac{1{,}8 * \sqrt{2} * \Delta U}{Z} \qquad (8.3)$$

кошулган учурда $U_{\text{с}}$, $E''_{\text{г}}$ абсолюттук чоңдуктары бирдей болуп, бирок ортосундагы бурч, δ болот

$$l_{\text{те}} = \frac{2U sin\frac{\delta}{2}}{Z} \qquad (8.4)$$

Эгерде алар бири-биринен айырмаланышса, анда

$$l_{\text{те}} = \frac{U_{\text{с}}^2 + (E''_{\text{г}})^2 - 2U_{\text{с}} E''_{\text{г}} cos\delta}{Z} \qquad (8.5)$$

Теңдемелер 8.3÷8.5 көрүнгөндөй кошуу учурунда чыңалуулар канча чоң айырмаланса анда $l_{\text{те}}$ дагы чоң болот. Иш жүзүндө синхрондоштурулуучу энергосистеманын жыныштыгы $f_{\text{с}}$ жана генератордун жыштыгы $f_{\text{г}}$ ортосундагы айырма болот, экөөнүн ортосундагы бурч δ болгондуктан ΔU өзгөрөт. Алардын көз ирмемдик маанилери мааниси,

$$\Delta u = e''_{\text{г}} - u_{\text{с}} = E''_{\text{г}} sin\omega_{\text{г}} t - U_{\text{с}} sin\omega_{\text{с}} t \qquad (8.6)$$

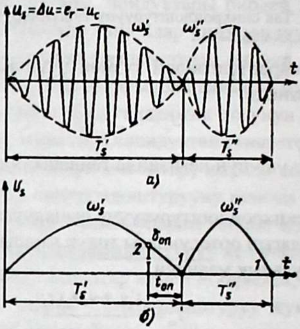
Мында $\omega_г \omega_с$ – генератор менен энергосистемалардын **ЭКК** бурчтук айлануу ылдамдыгы, б. а.

$$\omega_г = 2\pi f_г,\ \omega_с = 2\pi f_с, \tag{8.7}$$

Эгерде $E''_г = U_с = U$, болсо

$$\Delta u = U(\sin\omega_г t - \sin\omega_с t) = 2U\sin\frac{\omega_г - \omega_с}{2}t\cos\frac{\omega_г + \omega_с}{2}t \tag{8.8}$$

бул термелүүнүн теңдемеси, термелүүнү көрсөтөт, Δu – чыңалуунун **кагылышы** (биение) деп аталат. Анын өзгөрүшү сүрөт 8.2 көрсөтүлгөн.



Сүрөт 8. 2. Чыңалуунун кагылышы. а – чыңалуунун кагылышы, б – амплитудасын жалпылоочу сызык.

Бул көрүнүштө негизинен амплитудаларды жалпылаган ийри сызыкты карайбыз. Ал төмөнкү теңдеме менен туюнтулат.

$$U_с = 2U\sin\frac{\omega_г - \omega_с}{2}t = 2U\sin\frac{\omega_s}{2}t, \tag{8.9}$$

мында U_s чыңалуунун кагылышынын жалпылаган сызыктын ар бир убакыт учурундагы мааниси. ω_s – синхрондоштурулуучу чыңалуулардын бурчтук ылдамдыктарынын жыштыктарынын айырмасы, же аны **<u>жылмыштыктын бурчтук</u>** ылдамдыгы деп аташат.

Кагылышты жалпылоочу чыңалуу нөлдөн эң чоң маанисине чейин өзгөрөт жана эки эселенген амплитудага барабар. Жылмыштыктын мезгили, T_s

$$T_s = \frac{2\pi}{\omega_s} = \frac{1}{f_s} \tag{8.10}$$

мында ω_s – в 1 секундадагы радиан (рад/с);

f_s – Герц (Гц); T_s – секунда (с).

Синхрондоштуруу учурунда теңдештик тогу серпилбеш үчүн, генераторду кошуучу ажыраткычка жалпылоочу чыңалуу нөлгө барабар болгондо кошуу үчүн белги бериш керек(чекит 1) сүрөт 8. 2

Бул **<u>оптимум</u>** деп аталат. Бирок ажыраткычтын өзүнүн кошулуу убактысы бар $\mathbf{t}_{кош}$, ошондуктан ажыраткычты кошуу үчүн аны кошууга озунуп, эртерээк белги бериш керек. Ошол убакыт **озуу** убактысы деп аталат-$\mathbf{t}_{оз}$, ага туура келген бурч $\delta_{оз}$ **озуу бурчу** дейбиз. Ажыраткычка кошуу үчүн $\mathbf{t}_{кош}=\mathbf{t}_{оз}$ так дал келсе анда $U_S = 0$ учурунда ажыраткыч кошулуп теңдештик тогунун серпилиши болбойт. Демек, генераторду электр тармагына кошкондо теңдештик тогунун серпилиши болбос үчүн так синхрондоштуруунун төмөнкү шарттары аткарылышы зарыл:

а) синхрондоштурулуучу чыңалуулардын бирдей болушу

$$U_с = U_г \tag{8.11}$$

б) алардын фазаларынын дал келиши

$$\varphi_г = \varphi_с \tag{8.12}$$

в) жыштыктарынын жакын болушу

$$f_г \approx f_с \tag{8.13}$$

Анын иштеп жатканда ажыраткыч оптимумга туш келбей калышы мүмкүн, же мурун же кийин болушу ыктымал, ошондуктан ката кетет, б. а. $\Delta\mathbf{t}_{кат}$. Катанын кетиши төмөнкүгө байланыштуу болот. Анык озуу убактысы $\mathbf{t}_{н.\ оз}$ эсептелген убакытка, синхрондоштуруучу аспаптын каталыгына байланыштуу дал келбей калат. Ошондой эле ажыраткычтын накта кошулган убактысы $\mathbf{t}_{н.\ ку}$ эсептелген убакыттан айырмаланышы мүмкүн, демек,

$$\Delta\mathbf{t}_{кат} = \mathbf{t}_{н.\ ку} - \mathbf{t}_{н.\ оз} \tag{8.14}$$

Буга туура келген озуу бурчу

$$\delta_{кат} = \omega_s \Delta t_{кат} \tag{8.15}$$

Бул теңдемеге ылайыктуу ω_s канчалык чоң болсо теңдештик тогунун серпилиши чоң болот.

Шарттар (8.11–8.13) аткаруу, генераторду кошкондо синхрондоштуруу узак термелүүсүз өтөт.

Синхрондоштурулуучу чыңалуулардын жыштыктарынын айрымы чоң болсо, ошондогу кинетикалык энергия көп болуп, термелүү көпкө созулуп, генератор синхронизмге кирбей калышы мүмкүн.

ЭТ пайдаланылып жатканда так синхрондоштуруунун бардык шарттарын толугу менен так аткарууга мүмкүн эмес, ошондуктан кээ бир чектелген четтешинде синхрондоштуруу ийгиликтүү болот. Чектелген четтеши $\Delta f = 0,05 - 0,5$ *Гц* буга туура келген кагылыш мезгили, $T_s = 20 \div 5$ с. Чыңалуулардын айырмасы болжол менен $\Delta U_s = 5 \div 10\% B$. Генераторду кошкон мезгилде теңдештик тогунун мезгилдүү бөлүгү генератордун накта тогунан кичине болсо, анда кошууга мүмкүнчүлүк болот.

Өз алдынча синхрондоштуруу

Бул ыкмада генератордун дүүлүктүрүү оромосу өчүрүлгөн, генератор синхрондуу ылдамдыгына чейин күүлөндүрүлөт, ага жеткенден кийин ажыраткыч генераторду электр тармагына кошот, ошол маалда дүүлүктүрүүчү оромо да кошулат. Андан кийин ротордун тогу өсөт, генератордун ЭКК көбөйөт. Мындан кийин генератор синхронизмге кире баштайт.

Бул ыкма менен кубаттуулугу 200МВт турбогенераторлор, кубаттуулугу 500МВт гидрогенераторлор синхрондоштурулат. Кубаттуулугу булардан көп болгон генераторлорду да синхрондоштурууга болот, эгерде генератор кошулгандагы биринчи убакыттагы эң чоң токтун накта токко болгон катнашы 3төн ашпаса. Ошондой эле кошумча жол менен муздатылуучу турбогенераторду, гидрогенераторду да ушундай ыкма менен синхрондоштурса болот.

Өз алдынча синхрондоштурууда төмөнкү шарттар сакталышы керек:

Генератор дүүлүккөн эмес, АГП өчүрүлгөн, кыскычтардагы калдык чыңалуусу $0,1 \div 0,3\ U_{н}$

Бул ыкмаларга талдоо берели.

Так синхрондоштуруу: *жакшы жагы* – жөнөкөйлүгү, теңдештик тогунун серпилишинин аздыгы, термелүү убактысынын төмөндөшү. Жетишсиз жагы – татаал, көп убакыт кетет.

Өз алдынча синхрондоштуруу: *жакшы жагы* – жөнөкөйлүгү, чыңалуу менен жыштыктардын айырмасы чоң болгондо колдонулушу, синхрондоштурууну ылдамдатуу.

Жетишсиз жагы – теңдештик тогунун чоңдугу, бул ажыраткычтардын тийишмелеринин күйүүсүн пайда кылат жана оромолордо электродинамикалык күчтөр пайда болушу изоляциянын бузулушуна алып келиши мүмкүн.

8.2 Синрондоштурууну автоматташтыруу аспаптары

Жогоруда көрсөтүлгөндөй синхрондоштуруу жумушун автоматикалык, жарым автоматикалык жана кол менен ишке ашыруу мүмкүн.

Автоматикалык ток синхрондоштурууда болгон жумуш автоматтык түрдө аткарылат – айлануу жыштыгы, чыңалууну теңдештирүү жана чыңалуу менен жыштыктын айырмасын чектешин текшерет жана ажыраткыч кошуу белги берет.

Жарым автоматтык ток синхрондоштурууда. Автоматика жардамчы катары колдонулат, ал кызматкерге синхрондоштурууну жардам берет. Айлануу жыштыкты теңдештирүүчү кызматкер аткарат, ал эми жыштыктык менен чыңалуунун айырмаларын аспап текшерет.

Кол менен синхрондоштуруу.

Бардык жумуш кол менен аткарылат.

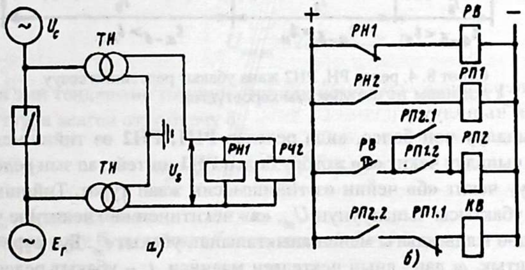
Турактуу өзуу бурчу менен иштөөчү жарым автоматтык синхронизатор.

ЭТ пайдаланууда синхронизатордун эки түрү колдонулат:

– турактуу **озуу** бурчу

– турактуу **озуу** убактысы менен иштөө

Сүрөт 8. 3 турактуу озуу бурчу менен иштөөчү синхронизатор көрсөтүлгөн.



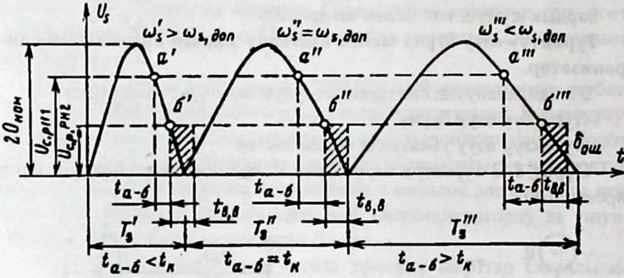
Сүрөт 8. 3 жарым автоматтык турактуу озуу бурчу менен иштөө синхронизатор.

Бул синхронизатор эки негизги бөлүктөн турат: **озуу бурчу** жана **жыштыкты** текшерүүчү. Автоматика жыштыктардын айырма-

сынын чегин текшерип, керек учурда ажыраткычты кошууга белги берет.

Ал эми калган жумуштар айлануу жыштыгын, чыңалууларды теңдөө, ошондой эле чыңалуулардын айрымасын теңдөө жумушун электрик аткарат. Жылыштын маанисине карабай озуу бурчун өлчөөчү бөлүгү ажыраткычты бурчтун бир эле маанисин кошууга уруксат берет. Ал эми ажыраткычтын кошуу жылыштын мааниси белгилүү чектелген маанисинен ашпаса кошулат. Жылышты текшерүү атайын бөлүк менен иштешет.

Релелер **РН1, РН2** кагыш чыңалуусуна кошулуп, б.а чыңалуулардын айырмасын (**сүрөт 8. 3, а**). ал эми озуу бурчун реле **РН2** текшерет. Алардын иштөө чыңалуусу сүрөт 8. 4 көрсөтүлгөн.



Сүрөт 8. 4. релер РН, РН2 жана убакыт релесинин созуу убакыты көрсөтүлгөн

Чыңалуу чоң болсо, анда релелер **РН1, РН2** өз тийишмелерин жабат, чыңалуу чекит **«а»** жогору болсо **РН1** иштейт, ал эми реле **РН2** чыңалуу чекит **«б»** чейин өз тийишмесин жаап турат. Тийишмесин жабуу убактысы чыңалуунун $U_{аб}$, **«а»** чекитинен **«б»** чекитине чейин төмөндөө ылдымдыгы менен аныкталынат, убакыт $t_{аб}$. Бул сүрөттө ω_s жылыштык, ω_s дан– анын чектелген мааниси, t_k – убакыт релесинин созулуп иштөө убактысы, T_s – мезгил. Кагыш чыңалуунун азайтып көбөйтүүгө жараша релелер **РН1, РН2** тийишмелерин жабат, ачат. Реле **РН2** ар бир мезгилде бир эле туруктуу бурчта иштейт.

$$\delta_{оз} = 2arcsin\frac{U_{иш.рн2}}{2U} \qquad (8.14)$$

Эгерде жылыштын ылдамдыгы чектелген маанисинен кичине болсо, $\omega'''_s \leq \omega_{s.доп}$, чыңалуу жай төмөндөйт, реле **РН2** иштейт, убакыт релеси өзүнүн тийишмесин жабууга жетишет, себеби $t_{аб} > t_а$ ошондуктан тийишме **РП1. 2** аркалуу реле **РП1** азыктанат, ал өзүнүн тийишмесин **РП2. 1** аркалуу азыктанып калат. Тийишме **РП2. 2** жабылгандан кийин ажыраткычты кошуу чынжырын кошуу даярдала баштайт. Андан кийин чыңалуу төмөндөгөндөн **РН2** өчөт, тийишме **РН2** ажырайт, реле **РП1дан** тийишмеси **РП1** жабылат, ажыраткычты кошуу түзмөгү толук жабылат, ажыраткычы кошулат.

Бул синхронизатордун жакшы жагы – жөнөкөйлүгү. Бирок жетишсиз жагы – жылыштын аз ылдымдыгында генераторду теңештик тогун сирпелиш менен кошот.

Озуу убактысы барабар

$$t_{оз} = \frac{\delta_{оз}}{\omega_s} \tag{8.15}$$

Жогоруда көрсөтүлгөн релелердин иштөө тогун аныктоо көрсөтүлдү.

Берилген озуу бургандагы реле **РН2** иштөө тогу

$$U_{иш.рн} = 2U_н sin\frac{\delta_{оз}}{2}, \tag{8.16}$$

Чыңалуунун трансформаторундагы экинчи орунун чыңалуусу **100 В**

$$U_{иш.рн} = 2arcsin\frac{\delta_{оз}}{2}\ B, \tag{8.17}$$

Ал эми теңдештик тогунун серпили чектелген мааниси $I_{чек}$ ашпашына туура келген озуу бурчу $\delta_{оз}$

$$\delta_{оз} = 2arcsin\frac{I_{чел} * Z_\Sigma}{2U_н}\ рад \tag{8.18}$$

$I_{чек} = I_н$ дан алынат.

Эгерде озуу буру кичине болсо, анда $sin\delta = \delta$ болот

$$\delta_{оз} = \frac{I_{чел} * Z_\Sigma}{2U_н}\ рад \tag{8.19}$$

Жылыштын четелген мааниси, эң чоң кошуу бурчу $\delta_{кат}$ ашкашы боюнча аныкталынат,

$$\omega_{s.max} \leq \frac{2\delta_{кат}}{t_{ном}} \tag{8.20}$$

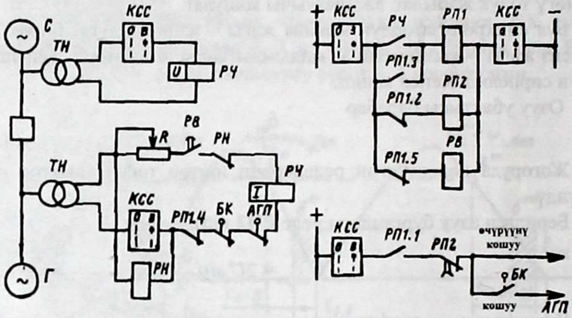
Реле РН1 иштөө чыңалуусу

$$U_{\text{иш.рн1}} = 2U_{\text{н}} sin\frac{\omega_{\text{s.max}}(t_{\text{каш}}+t_{\text{н}})}{2}, B, \quad (8.21)$$

Же

$$U = 2arcsin\frac{\omega_{\text{s.max}}(t_{\text{каш}}+t_{\text{н}})}{2}, B, \quad (8.22)$$

Жарым автоматтык өз алдынча синхрондоштуруу түзмөгү. Сүрөт 8.5 синхронизатордун түзмөгү көрсөтүлгөн



Сүрөт 8.5 жарым автоматтык өз алдынча синхрондоштуруу

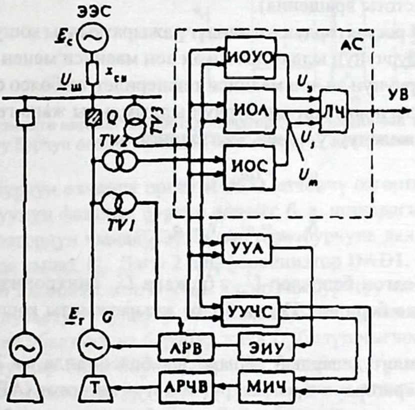
Бул төмөнкү элементтерден турат. РН чыңалуу релеси генератордун кыскычтарында чыңалуунун жок экендигин төмөндөйт. РЧ жыштык релеси генератордун жылыш ылдамдыгын жыштыгын электр тармагынын чыңалуусуна салыштырмалуу төмөндөйт, эгерде жылыш чектелген маанисинде болсо, ажыраткычты кошууга уруксат берет: генератор кошулгандан кийин АГП (автомат гашения поле) кошууга белги берет. Генератордун айлануу жыштыгын жөнгө салууну электрик аткарат. КСС – өз алдынча синхрондоштуруунун ачкычы (ключ самосинхронизации). Түзмөк иштеши жыштыгы үчүн ачкычты «В»' абалына коебуз.

Релеси **РЧ** синхрондоштуруучу чыңалуулардан кевенштаттарынын айырмасын текшерет. Убакыт бир аз өткөндөн кийин (1-2с), эгерде генератор өчкөн болсо, (**АГП** да өчкөн) анын кыскычтарында чыңалуу жок, анда реле **РН** тийишмеси жабык. Жылыш иштеген маанисин жет-

кенде реле **РЧ** тийишмеси жабат, реле **РП1** азыктанат. Тийишмелери **РП1. 3, РП1. 1** жабылат, генератордун ажыраткычы кошулат. Ошол эле учурда **АГП** да кошулат. Тийишмелер **РП1. 2** ачылат, реле **РП2** азыктанбайт, анын тийишмеси **РП2** жай ачылат, ажыраткычты азыктандыруучу чынжыр үзүлөт. Бул болсо бир жолку иштөөнү камсыз кылат. Түзмөк баштапкы абалына ачкыч **КСС** өчкөндөн кийин келет.

Заманбап элементтер менен түзүлгөн синхронизатор

Сүрөт 8.6 заманбап элементтер менен түзүлгөн синхронизатор көрсөтүлгөн



Сүрөт 8.6 ток синхрондоштуруунун фукциалык түзмөгү

Бул синхронизатор жогорудан көрсөтүлгөн үч шартты толук аткарып жана төмөнкү бөлүктөрдөн турат:

АС – автоматтык синхронизатор, **УВ** – ажыраткычты башкаруу.

УУЛ – амплитуда теңдөө (уровнивания амплитуды), Vм

УУЧС – жылыштын жыштыгын башкаруу (уровнение частотного склонения)

ИОУО – озуу бурчун өлчөөчү орган (измерительный орган угол определения)

Ал V_k чыңалууну түзөт

ИОА – амплитуданы өлчөөчү орган (измерительный орган амплитуды) ал U_S түзөт

ИОС – жылышты өлчөөчү органы (имерительный орган склонения), ал U_S түзөт

ЭУИ – генераторго коюлган чыңалуу өзгөртүүчү элемент (элемент изменения уставки)

МИЧ – жыштыкты өзгөртүүчү механизм (механизм изменения частоты)

АРЧВ – айлануу жыштыгын өзгөртүү регулятор (автоматический регулятор частоты вращения).

Мындай регулятордун өзгөчөлүгү ажыраткычты кошуу учурунда жылыштын бурчунун ылдамдыгын эң чоң мааниси менен чектөө. Бул үчүн озуу бурчунун эң чоң мааниси текшерилет, ал болсо синхронизатор иштегендеги жылыштын бурчун ылдымдыгы жана генератордун айлануу ылдамдануусу менен эсептелинет, a_s

$$\omega_{s.чек} = (\omega_{so} + a_s t_{оз}) \tag{8.23}$$

$$\delta_{оз.чек} = \omega_{sчек}\, t_{оз} - a_s \frac{t_{оз}^2}{2} \tag{8.24}$$

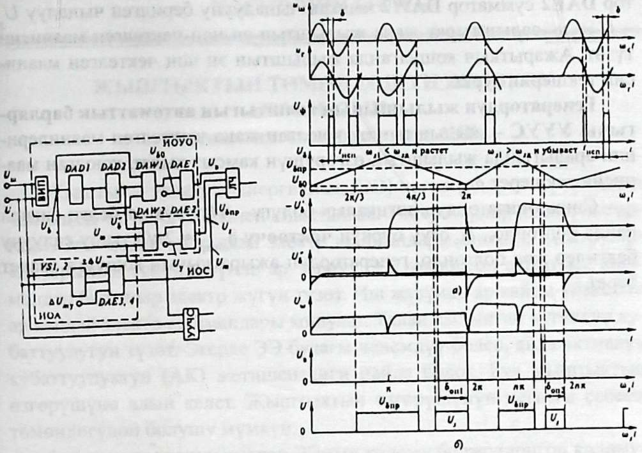
Пайда болгон белгилер U_M , U_S жана U_E синхронизатордун логика бөлүгүнө берилет **ЛУ**, ал болсо ажыраткычты кошот же тыюу салат.

УУА амплитудалардын айрымасын болсо, анда ал **ЭИУ** аракет берет, ал генератордун дүүлүктүрүүчү тогун өзгөртөт **(АРВ).**

Эгерде жыштыктардын айрымасы болсо, анда ал **МИЧ** аракет берет, анан **АРЧВ** иштеп генератордун айлануу жыштыгын өзгөртөт.

Ушуга окшош дагы бир түзмөкө түшүнүк беребиз. Сүрөт 8.7

Бул синхронизатор озуу бурган эсептөөчү **СА-1** элементинен турат. Бул элемент интегралдык кичи түзмөктөн жана бир канча функциялык өзгөчөлүү бөлүктөрдөн турат. Негизги элементтердин чечилмелеши жогоруда көрсөтүлгөн (сүрөт 8.6).



Сүрүт 8.7 түзмөктө автоматтык синхронизатордун функциалык элементтери (а), озуу бурчун өлчөчү органдан белги берүүчү диаграммасы (б).

Озуу бурчун өлчөөчү орган **ИОУО** өлчөөчү өзгөрткүч **ВИП**, бул эки чыңалуунун фазалык бурчун өлчөйт, б. а. шинадагы чыңалуу $U_{Ш}$ жана генератордун чыңалуусу $U_{г}$. Ал озуу бурчуна дал келген чыңалууну пайда кылат, $U_{δ}$. Дагы 2 дифференциатор **DAD1, DAD2** суммалагыч **DAW1** компенсатор **DAW1.** Булар тик бурчтуу импульсту пайда кылат. Импульстун узундугу эки чыңалуу көз ирмемден маанилери дал келбеген убактысына барабар жана $U_{δ}$ бөлүп чыгарат.

Чыңалуулар бири-бирине барабар болгондо $U_{В}$ны пайда кылат жана ток синхрондоштуруунун бардык белгиси аткарылганда, ажыраткычты кыймылга келтиргенде белги берилет.

Амплитудалардан айрымын өлчөөчү орган ИОА. ИОА эки чыңалуунун $U_{Ш}$, $U_{г}$ айырмасын салыштыруу эки түзөткүч диод элементтеринен турат. Өлчөөчү органдын реле сыяктуу иштешин эки комперaтор **DAE3. 4** ишке ашырат. Ал эки амплитуданын айырмасы аныктап, уюлдарына жараша белги $\pm > U_{Ш}$ пайда кылат.

Жылышты өлчөчү орган ИОС ага озуу бургуч өлчөчү органдан чыңалуу түрүндө төмөнкү белгилер берилет $U_{δ}$, $U_{ω}$, $U''_{δ}$ компера-

тор **DAE2** сумматор **DAW2** чыккан чыңалууну берилген чыңалуу $U_у - U_{доп.max.д}$ салыштырат жана жылыштын эң чоң чектелген маанисин түзөт. Ажарыткыч кошулганда жылыштын эң чоң чектелген маанисин текшерип турат.

Генератордун жылышынын жыштыгын автоматтык барларгычы УУУС – жылыштын ω_s коюлган жана чыктелген маанилеринин аралыгында жылыштын өзгөрүшүн камсыз кылат, коюлган маанисин текшерет ω_{sy}.

Синхронизатордун логикалык бөлүгү– **Л4,** уруксат белги сигнал пайда болгондо, U_S озуу бурчун **чектөөчү** $\delta_{оп.кр} = 2\pi/3$ тыюу салуучу белгилер жок болгондо, генератордун ажыраткычын кошууга аракет берет.

ТОГУЗУНЧУ БӨЛҮК

ЖЫШТЫКТЫН ТӨМӨНДӨШҮН ЖОЮУЧУ АВТОМАТИКА
(Автоматическая разгрузка АЧР)

Жыштык – электр эненергиянын (ЭЭ) негизги көрсөткүчү. Анын чектелген чеги ГОСТ менен аныкталган. Генераторлор иштеп чыгарган ЭЭсы менен ар кандай электр шаймандары иштейт, электр тармактарынын түйүндөрүндө ар түрлүү ЭЭ колдонгон аспаптар, шаймандар бар, алар электр жүгүн түзөт. Иш жүзүндө ар кайсы убакытта ар кандай электр шаймандары кошулат. Талап кылынган активдүү кубаттуулугун түзөт. Эгерде ЭЭ булагы ченемдүү болсо, анда активдүү кубаттуулуктун (АК) жетишсиздиги пайда болот. Бул жыштыктын өзгөрүшүнө алып келет. Жыштыктын өзгөрүшүнүн негизги себеби төмөндөгүдөй болушу мүмкүн:

1. **Анык** колдонуп жаткан ЭЭнын көлөмү болжолдонгон көлөмүнө убакыт жана саны боюнча дал келбейт.

2. **Белгилүү убакыттын** ичиндеги ЭЭ өзгөрүшү турактуу эмес, өзгөрүүгө дуушар болот.

3. **Берилген электр жүгү боюнча электр станциялардын** жүгү белгилүү ченемде жана ылдамдыкта өзгөрүшү мүмкүн, электр жүгү (ЭЖ) тез өзгөргөндө (эртең менен жана кечинде) электр станциялар өзүнүн генераторлорунун жүгүн ошондой ылдамдыкта чоңдукта өзгөртө албайт, демек убактылуу **дал келбестиги** пайда болот.

4. **ЭЭ колдонуучулардын, электр станциялардын** генераторлорунун ЭЖрү ар кандай убакта мүмкүн болгон шарттар менен өзгөрүшү мүмкүн, б. а. кырсык болгондо линиялардын, генераторлордун, трансформаторлордун өчүрүшү ж. б. у. с.

5. **Энергосистемалардын (электротутумдардын)** биригиши, жарыш иштеши, аймактардагы түйүндөрдүн санын, алардын бирибири менен байланышкан линиялардын азыктанышы, б. а. жергиликтүү, аймактарын ЭЭ жетишсиздигин пайда кылат.

6. **Ири энергосистемаларда** кырсык болгондо кубаттуулуктун жетишсиздиги өсөт.

7. **Энергосистемалардын** чыгуу, жарыш иштеши кубаттуулуктун жетишсиз учурунда жыштыктын тынымсыз тез төмөндөшү пайда болот, жыштыктын **тынымсыз тез** төмөндөшү чыңалуунун да тынымсыз тез төмөндөшүнө алып келиши мүмкүн, бул учурда электр шаймандарын массалык түрдө өз алдынча өчүүлөрү пайда болот, жыштыктын төмөндөшү ЭШ иштешине терс таасир берет. Насостордун, желдеткичтердин өндүрүмдүүлүгү төмөндөйт, анткени жыштыкка көз каранды. Буу барасына да терс таасир берет. Жыштыктын накта маанисинен четтеши баранын калактарында **резонансты** пайда кылып, калактар сынып иштен чыгышы мүмкүн. Ошондой эле жыштыктын өзгөрүшү трансформаторлорго, электр моторлоруна таасир берет.

Ошондуктан жыштыктын коопсуз чегине жеткирбөө үчүн атайын автоматтык аспаптар колдонулушу керек, себеби жыштыктын жана чыңалуунун тынымсыз тез төмөндөшү бир канча ондогон секундадан бир канча секундага өзгөрүшү мүмкүн.

Демек, жыштыктын төмөндөшүн жана кырсыктын өрчүшүн чектөө максатында биргелешкен кырсыкка каршы автоматтык техникалык каражат колдонулат.

9.1 Негизги түшүнүктөр.

Иштелип чыккан ЭЭсы менен жана колдонулган ЭЭнын дал келбеши түздөн түз ЭЭнын сапатына таасир берет. Ошондуктан алар бири-бирине дал келиши керек. Мунун белгиси болуп накта жыштыкта, $f_н$, генератордун кубаттуулугу менен пайдаланган кубаттуулуктун ортосунда теңдештик болушу зарыл, б. а.

$$\sum P_г - \sum P_п = 0, \qquad МВт \quad (9.1)$$

мында,

$$\sum P_г = \sum P_п, \qquad МВт \ (9.2)$$

а $\sum P_г$ – генератордон берилген кубаттуулуктун жалпы саны (МВт), $\sum P_{г-}$ пайдаланган кубаттуулуктун жалпы саны, МВт.

Эки кубаттуулуктун барабары негизги шарт болуп чектелет, бул учурда электросистема туруктуу иштейт.

Эгерде жыштык накта маанисинен четтеп, ал өзгөрбөсө, анда теңдештиктин шарты төмөндөгүдөй болот:

$$\sum P_{г.1} - \sum P_{п.1} = 0, \qquad (9.3)$$

мында, $\sum P_{г.1}$, $\sum P_{п.1}$ маанилери теңдеме (9. 1) дейт, бирок жыштыктын мааниси f.

Жогоркунун негизинде электросистемадагы **жыштык кубаттуулуктардын теңдештигин** көрсөтөт, ал эми кубаттуулуктардын теңдешин сактоо, **накта жыштыкты сактоону** билдирет.

Жыштык боюнча электросистеманын иштөө тартибин жөнгө салуу эки түргө бөлүнөт: **пландуу, плансыз.**

Пландуу ЭЖ жөнгө салуу мында, ар бир электрстанция өзүнө берилген суткалык ЭЖ аткарат. Плансыз ЭЖ жөнгө салуу генератордун берген анык кубаттуулуктар менен пайдаланылган кубаттуулуктардын **айырмасын** билип, бул **максат** үчүн колдонула турган электрстанциясын кол же автоматтык түрдө кошот.

Жыштыктын өзгөрүшүнүн себеби теңдештиктин бузулушу. Бузулуштун чоңдугун, ΔP биринчи **теңдешсиздик** деп алат. б. а.

$$\Delta P = \sum P_{г} - \sum P_{п}, \quad \text{МВт} \qquad (9.4)$$

Эгерде, $\sum P_{г} > \sum P_{п}$ болсо ашыкча кубаттуулук **оң** болот, ал эми $\sum P_{г} > \sum P_{п}$ да терс теңдештик бузулганда, жыштык өзгөрөт, демек теңдештик өзгөргөн жыштыкка кайра теңдештик түзүлөт: демек,

$$\sum P_{г.f} = \sum P_{г.f} + \Delta P \qquad (9.5)$$

$$\sum P_{п.f} = \sum P_{п} + \Delta P_{п.f} \qquad (9.6)$$

же

$$\Delta P = -(\Delta P_{г.f} - \Delta P_{п.f}) = -\Delta P_{г.f} - \Delta P_{п.f} \qquad (9.7)$$

Генератордун жана электросистемалардын ЭЭ керектөөчүлөрдүн биринчи теңдешсиздик болгондо ΔP, жыштыктын өзгөрүшүнө болгон реакциясы **экинчи теңдешсиздик деп аталат,** – ΔP_f

$$\Delta P_f = (\Delta P_{г.f} - \Delta P_{п.f}), \text{ МВт} \qquad (9.8)$$

Теңдемелер (9.7, 9.8) негизинде экинчи теңдешсиздик чоңдугу боюнча биринчи теңдешсиздикке барабар, а бирок белгиси терс, демек, ал биринчи теңдешсиздикти жоюп, башка жыштыкта жаңы теңдешсиздикти түзөт.

Кубаттуулуктун жыштык боюнча же жыштыктын кубаттуулук боюнча өзгөрүшү **жыштык мүнөздөмөсү** деп аталат.

$$P = \varphi(f) \qquad (9.10)$$

Айлануу кыймылы боюнча иштөөчү механизмдин кубаттуулугу

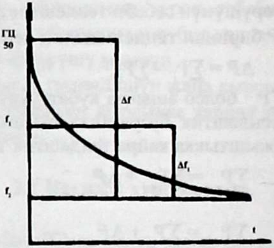
$$P = \omega * M = 2 * \pi * f * M, \qquad \text{КВт (9.11)}$$

мында ω – **бурчтук ылдамдык, рад/с;** M **– айлану моменти, н.м.**

Жыштык жөндөмөсү ЖМ эки түргө бөлүнөт: **статикалык ЖМ** жана **динамикалык ЖМ**

Статикалык ЖМ деп, электросистема **калыптанган** учурдагы кубаттуулугунун жыштыкка болгон өзгөрүшү айтылат.

Күтүүсүздөн теңдеменин (9.1) бузулушу бир жыштыктагы теңдештиктен экинчи жыштыктагы теңдештикке алып келет. Ушул өзгөрүштөгү жыштыктын өзгөрүү ылдамдыгын чагылдырган көз карандылык **динамикалык** болуп эсептелет. Жыштыктын убакыт боюнча өзгөрүшү экспоненциялдык мүнөзгө ээ. Сүрөт 9. 1



Сүрөт 9. 1 электросистемада кубаттуулук жетишсиз болгондо жыштыктын төмөндөшү.

Бул көз карандылык төмөнкү теңдеме менен туюнтулат

$$\Delta f_2 = f_н - \Delta f\,(1 - e^{\frac{t}{T}}), \qquad \text{Гц (9.12)}$$

Мында $f_н$ – накта жыштык, 50 Гц.

f_2 – жыштык жаңы мааниси, Гц

t – убакыт, c;

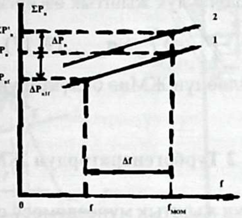
T– жыштык өзгөрүү турактуулугунун убактысы, с

Δf – бир калыптануудан экинчи калыптанууга өткөндө жыштыктын өзгөрүшү, Гц.

Теңдеме (9. 12) негизинде жыштыктын $f_н$ден f_2ге чейин канча убакыттын өтөөрүн аныктаса болот, $t_{өт}$

$$t_{өт} = T * ln\left(\frac{\Delta f}{f_2 - f_н + \Delta f}\right), \text{с} \qquad (9.13)$$

Жыштык 45–50 Гц ичинде өзгөрсө, анда көз карандылык түз сызык боюнча өзгөрөт. **Сүрөт 9. 2**



Сүрөт 9. 2. статикалык ЖМ жалпыланган мүнөздөмө (1).
Кошумча ЭШ кошулгандагы мүнөздөмө (2).

ЭШ жыштык өзгөргөндөгү өзгөрүшүн ЭШ жана жыштыктын накта маанилерине келтирсек, ал ЭШ жөнгө салуу **натыйжалуу** деп аталат.

Сүрөт 9. 2 көрсөтүлгөндөй жыштыктын төмөндөшү көрсөтүлгөн кубаттуулугунун төмөндөшүнө, же жыштык жогоруласа кубаттуулуктун өсүшүнө алып келет, б. а теңдештикти түзүүгө өбөлгө болот, жаңы туруктуу иштеш пайда болот. Бул жөнгө салуу ЭШ жөнгө салуу **натыйжалуулук коэффициенти менен өлчөнөт**

$$K_{\text{Н}} = \frac{\dfrac{P_{\text{П.Н}} - P_{\text{П}}}{P_{\text{П.Н}}}}{\dfrac{f_H - f}{f_H}} = \frac{\Delta P_{\text{П}}}{\Delta f} * \frac{f_H}{P_{\text{П.Н}}}, \qquad (9.14)$$

Мында, – **жыштыктар $f_н$, f туура келген пайдаланылган кубаттуулуктар.**

Бул коэффициент оң мааниге ээ жана ал электросистеманын кубаттуулугу канча пайызга өсөт (азаят), эгерде жыштык 1% өссө (азайса).

Жыштык 1 Гц өзгөргөндө кубаттуулуктун өзгөрүлүшү статикалык **ЖМ тиктиги** деп аталат б. а. аны $\sigma_{\text{п}}$ белгилейт, өлчөө бирдиги МВт/Гц.

$$\sigma_{п} = \frac{\Delta P_{пf}}{\Delta f} = \frac{\sum P_{п} * K_{н}}{f_{н}}, \qquad (9.15)$$

же

$$\Delta P_{пf} = \sigma_{п+\Delta f} \qquad (9.\ 16)$$

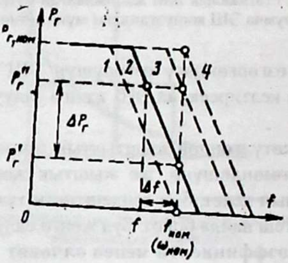
Керектелүүчү кубаттуулук жыштык өзгөргөндө, МВт

$$\sum P_{пf} = \sum P_{п} + \sigma_{п+\Delta f}, \ (9.\ 17)$$

Электр менен тейлөөнүн ЖМнө бөлүктөрүнө кыскача токтоло кетели.

9. 2 Турбогенератордун ЖМ.

Турбогенератордун жыштык мүнөздөмөсү сүрөт 9. 3 көрсөтүлгөн



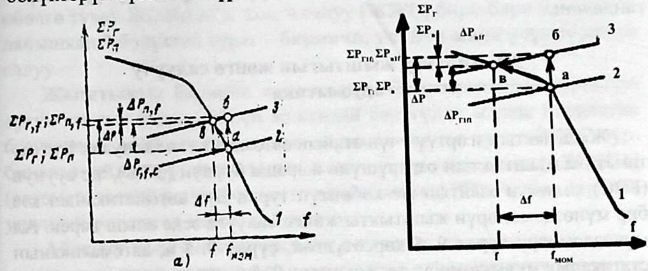
Сүрөт 9. 3 турбогенератордун жыштык мүнөздөмөсү.

Мында сан 1 менен турбогенератордун накта жыштыктагы кур жүрүштөгү абалы ЖМ, сан 4 менен накта кубаттуулукка туура келген, ал эми 2,3 сандары менен ортодогу абалга туура келет турбогенератор үчүн

$$\sigma_{г} = \frac{\Delta P_{f}}{\Delta f}, \qquad МВт/Гц \ (9.18)$$

9. 3 Электр менен тейлөө бөлүгүнүн ЖМ

ЭТ бөлүгүн ЖМ ЭЭ иштеп чыккан, берүүчү жана керектөөчү бөлүктөрүн түзөт. Ал **сүрөт 9.4** көрсөтүлгөн



Сүрөт 9. 4 электр менен тейлөөдөгү биринчи теңдешсиздик болгондогу жыштыктын өзгөрүшү: А) генератордо жетиштүү жөнгө салуу мүмкүнчүлүгү болгондо, Б) жетишсиз мүмкүнчүлүгү болсо.

Сүрөттө **сан 1** ЭЭ берүүчү болүгү, ал эми сандар **2,3** ЭЭ керектөөчүлөрдүн теңдештик бузулганга жана андан кийинки абалына туура келет. Бул сүрөткө түшүндүрмө берели.

Биринчи теңдештик бузулганда жыштык өзгөрүлбөйт (инерция бар). Керектелүүчүлөрдүн кубаттуулугу биринчи теңдештиксиздикте кубаттуулугу чоңоёт, керектөөчүлөрдүн абалы **чекит «б»** туура келет. Ал эми турбинанын кубаттуулугу **чекит «а»** менен мүнөздөлөт, себеби турбинага келген буунун саны өзгөргөн жок. Бул учурда электр кубаттуулугу (керектөөчүлөрдүн) турбинанын кубаттуулугунан чоң, демек, роторго тоскоолдук болот, анын айлануу ылдамдыгы төмөндөйт, жыштык азая баштайт. Бул учурда ылдамдыкты жөнгө салуучу автоматика иштеп, буунун көлөмү чоңоюп, турбинанын кубаттуулугу өсө баштайт, сызык 1 менен мүнөздөмө чекит «в» көздөй жылат. Эки кубаттуулуктун айрымасы өсө баштайт, керектөөчүлөрдүн мүнөздөмөсү сызык 3 боюнча **чекит «в»** көздөй жылат, ошондуктан **чекит «в»** жаңы теңдештик түзөлөт.

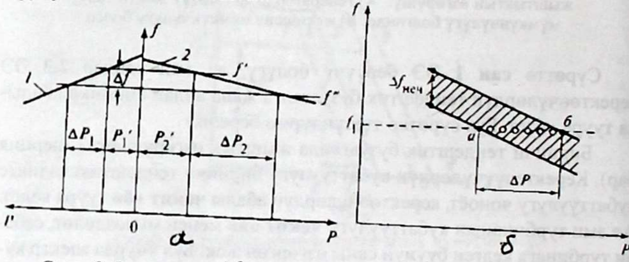
Жыштыктын четтеши, Δf

$$\Delta f = -\frac{\Delta P}{\sigma_{эт}}, \text{Гц} \qquad (9.19)$$

Мында, $\sigma_{эт}$ электр менен тейлөөнүп ЖМ тиктик саны. Эгерде генератордун жөнгө салуу мүмкүнчүлүгү жетишсиз болсо, анда жаңы теңдештик электр жүгүнүн жөнгө салуу жигердүүлүгү менен болот. Экинчи учурда жыштыктын өзгөрүшү биринчи учурга караганда чоң.

9.4. Айлануу жыштыгын жөнгө салуучу автоматика

Жыштыкты өзгөртүү үчүн атайын автоматика колдонулат. Бул автоматика жыштыктын өзгөрүшүнө жараша буунун (ТЭС), же суунун (ГЭС) көлөмүн азайтып же көбөйтүп турат. Бул автоматиканын кээ бир мүнөздөмөлөрүн жыштыкты жөнгө салууга эске алыш керек. Ал мүнөздөмөлөр **сүрөт 9. 5** көрсөтүлгөн, **сүрөт 9. 5 а,** автоматиканын статикалык мүнөздөмөсү, ал эми **сүрөт 9. 5 б**, автоматиканын регуляторунун сезгич эмес тилкеси.



Сүрөт 9. 5, а жыштык Δf өзгөрсө, статикалык мүнөздөмөсү катуурак болгон генератордун кубаттуулугун көбүрөөк өзгөртүш керек, статикалык мүнөздөмөсү жумшак болгонго караганда, б. а. буунун же суунун көлөмү көбүрөөк болот.

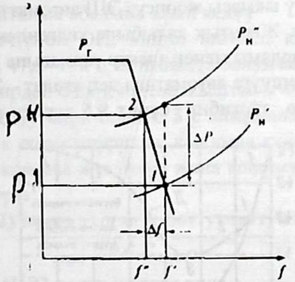
Жыштык жөнгө салуучу автоматикасынын регуляторунун сезбегич ошондуктан сезбегич тилкенин кеңдиги аз болуш керек. Тагыраак жөнгө салынат.

9. 5 Жыштыкты жөнгө салуу.

Жыштыкты жөнгө салуу керектиги жогоруда негизделди. Өз убагында жыштыкты жөндөө кырсыктарды, зыяндуулукту болтурбоого өбөлгө түзөт. Жыштыкты жөнгө салуу **(ЖЖС)** бири-бири менен байланышкан 3 бөлүктөн турат – **биринчи, экинчи жана үчүнчү** жөнгө салуу.

Жыштыкты биринчи жөнгө салуу бул жыштыктын туруктуулугун камсыз кылат, ЭТнүн ар кандай бөлүгүндө жалпы теңдештик бузулганда, жыштыкты белгилеген **чекте** кармап турат. **ЖЖС** турбинанын **айлантуу жыштыгын** жөнгө салуу автоматика **(АЖЖСА)** (автоматический регулятор частоты вращения-**АРВ**). Ар бир турбина ушундай регулятор менен жабдылган.

Айлануу жыштыгы өзгөргөндө регулятор жөнгө салуучу аспапты (клапан) ишке киргизет, б. а. энергияны пайда кылуучу нерсенин көлөмүн өзгөртөт (бууну же сууну). Жыштык көбөйгөндө буу (суу) келүүчү капкактын тешигин азайтат, жыштык азайганда тескерисинче көбөйтөт. Муну аткарыш үчүн турбогенератордун кошумча кубаттуулугу болуш керек, б. а. ал толук жүктөлбөсө (Кж < 1). **Сүрөт 9.6** ушундай жөнгө салуу көрсөтүлгөн.



Сүрөт 9.6. Жыштыкты биринчилик жөнгө салуу

Керектелүүчү кубаттуулук P′н ден P″н өскөндө жыштык f' ден f'' азаят. Бул учурда АЖЖСА иштеп генератордун кубаттуулугу Рг′ ден Рг″ чоңоет. Бир нече секундадан кийин теңдештик чекит 1 ден чекит 2 жетет. Жаңы теңдештик пайда болот.

Жыштыкты экинчи жөнгө салуу. Биринчи жөнгө салуу жетишсиз болсо, анда экинчи жөнгө салуу колдонулат. Бул учурда накта маанисине жыштыкты жеткирүү үчүн ЭТ иштөө тартибин өзгөртүү керек. Жыштыкты жөнгө салуу үчүн каралган кошумча электростанциясы ишке кирет, жетишпеген кубаттуулукту толуктайт. Бул электростанциялар кубаттуу жана тез ишке киргендей болуп, жыштыкты кеңири жөнгө салуу мүмкүнчүлүгү ээ болуш керек. Бул ток булагы катары гидроагрегаттар колдонулат, себеби алардын кубаттуулукту кеңири өзгөртүүгө жөндөмдүү жана АЖЖСА сезбегич тилкеси кичине.

ЭТ жыштыкты калыбына келтире албаса, анда **үчүнчү** жөнгө салуу колдонулат. Бул учурда ЭТ иштөө тартибине түздөн түз кийлигишүү талап кылынат, б. а. жыштыкты калыбына келтириши үчүн жоопсуз ЭШ өчүрүүгө туура келет. Бул жумушту атайын автоматика ишке ашырат. Ал **жыштыктын төмөндөшүн жоюучу автоматика (ЖТЖА)** деп аталат же (автоматическая частотная разгрузка – **АЧР**).

9.6 Жыштыктын төмөндөшүн жоюучу автоматика – ЖТЖА

Жыштыкты калыбына келтирүүчү кошумча ток булагы жетишсиз болсо, (биринчи, экинчи жөнгө салуу) анда бирден бир жыштыкты калыбына келтирүү ыкмасы жоопсуз ЭШ автоматтык жол менен **өчүрүү** болуп саналат. Жыштык калыбына келгенден кийин өчүрүлгөн ЭШ кайра **ККА** жардамы менен электр тармагына кошулат, бул жыштык менен кайра кошууга автоматика деп аталат – **ЖККА**.

ЖТЖА иштөө тартибин **сүрөт 9.6** сүрөтү менен түшүндүрсө болот.

сүрөт 9. 6 ЭТ кубаттуулук жетишсиз болгондо жыштыктын өзгөрүшү. **I-сызык** автоматика иштебегенде, **II-сызык** ЖТЖА иштегенде

Сүрөттө АЧР(ЖТЖА) көрсөтүлгөн, ошондуктан бул аталышты калтыралы. Автоматика үч баскычтан турат. Иштөө жыштыгы **48, 47.5, 47 Гц.** Жыштык **48 Гц** ге (**чекит1**) жеткенде автоматика ЭШ бир бөлүгүн өчүрөт, кубаттуулуктун тартыштыгы азаят, жыштыктын төмөндөө ылдамдыгы азаят. Жыштык **47.5** Гц ге (**чекит 2**) жеткенде автоматика кайра иштеп дагы ЭШ өчүрөт, кубаттуулуктун тартыштыгы азаят. Жыштык **47** Гц ге жеткенде (**чекит 3**), автоматика кайра иштеп ЭШ дагы өчүрөт. Бул учурда өчүрүлгөн ЭШ кубаттуулугу жыштыктын төмөндөшүн токтотуп, кайра жыштык баштапкы абалына келгендей болушу зарыл.

АЧР1 (ЖТЖА1) – бул тез иштөөчү ($t = 0,1 \div 0,3c$), иштөө жыштыгы **49 Гц** тен башталат, төмөнкү иштөө чеги **46,5 Гц.** Мунун негизги максаты кырсык башталганда жыштыктын терең төмөндөшүнө жол бербөө. Иштөө жыштыгы бири-биринен **0,1 Гц** айырмаланылат.

ЖТЖА1 өчүрө турган ЭШ кубаттуулугу төмөндөгүчө аныкталынат

$$P_{\text{жтжа1}} \geq \Delta P_{\text{г}} + 0,05 - \Delta P_{\text{к}}, \text{ мВт} \tag{9.20}$$

Мында $\Delta P_{\text{г}}$ – жетишпеген кубаттуулук, мВт, $\Delta P_{\text{к}}$ – кошумча ишке кире турган кубаттуулук, МВт

АЧР2(ЖТЖА2) – негизги максаты жыштыктын төмөндөшүн токтотуу, кайра баштапкы абалына алып келүү

АЧР2 АЧР1 өчүргөн ЭШ кийин иштейт, качан жыштыктын төмөндөшү токтоп, **47,5–48 Гц** калыбында болуп калса. **АЧР2** бардык иштөө жыштыгы бирдей болот, иштөө жыштыгы **49,2 Гц** чоң болбош керек. Убакытты созуу бири-бирине **3 с** айырмаланат **5–90с** алынат. Убакытты көбүрөөк созуу учурунда, кошумча кубаттуулук ишке кирип, генераторлор кошмча жүктөлүп жана кошумча гидроагрегаттар иштей башташы керек.

АЧР2(ЖТЖА2) өчүрө турган кубаттуулуктун көлөмү,

$$P_{\text{жтжа2}} \geq 0,4\, P_{\text{жтжа1}} \tag{9.21}$$

Эгерде **АЧР1, АЧР2** чогуу иштесе анда

$$P_{\text{жтжа2}} \geq 0,4 \tag{9.22}$$

Демек АЧР өчүрө турган ЭШ жалпы кубаттуулугу:

а)**АЧР1, АЧР2** өз алдынча иштегенде

$$\sum P = P_{\text{АЧР1}} + P_{\text{АЧР2}} = (\Delta P_{\text{г}} + 0,05) + 0,4\,(\Delta P_{\text{г}} + 0,05) = 1,4\Delta P_{\text{г}} + 0,07 \tag{9.23}$$

б)чогуу иштегенде

$$\sum P_{\text{АЧР}} = P_{\text{АЧР1}} + P_{\text{АЧР2}} = (\Delta P_{\text{г}} + 0{,}05) + 0{,}1 = \Delta P_{\text{г}} + 0{,}15 \qquad (9.24)$$

АЧРдин жыштыктык релеси жогоруда көрсөтүлгөн чен сандар менен иштетсе, анда жыштык 46 Гцтен төмөндөбөйт жана 1–1,5 мин жыштык накта абалына келет.

ЖТЖА башка автоматикалык аспаптар менен чогуу иштей алат.

Жыштыктын эң кичине мааниси, $f_{\text{эк}}$

$$f_{\text{эк}} = 50\,(1 - \frac{\Delta P_{\text{г}}}{P_{\text{п.н}}}\,\frac{1}{\text{Кн}}),\ \text{Гц} \qquad (9.25)$$

Мында $P_{\text{п.н}}$ – жыштык 50 Гц пайдаланылган кубаттуулук.

АЧР1 электр жүгүн өчүргөндөн кийинки жыштыктын эң кичине маанисине барабар

$$f_{\text{эк}}' = 50\,(1 - \frac{1}{\text{Кн}}\,\frac{\Delta P_{\text{г}} - \Delta P_{\text{АЧР1}}}{P_{\text{п.н}} - \Delta P_{\text{АЧР1}}}),\ \text{Гц} \qquad (9.26)$$

Мында $f_{\text{эк}}' > f_{\text{эк}}$ болот. Ушул теңдемеден АЧР1 өчүрө турган ЭЖ көлөмү барабар

$$P_{\text{АЧР1}} = \Delta P_{\text{АЧР1}} = \frac{\Delta P_{\text{г}} - P_{\text{п.н}}\,(1 - \frac{f_{\text{эк}}}{50})\,\text{Кн}}{1 - (1 \frac{f_{\text{эк}}}{50}\,)\,\text{Кн}}, \qquad (9.27)$$

Ал эми жыштыктын төмөндөшүнө жол бербөөчү жана аны тийиштүү калыбына келтирүү үчүн керек болгон ЭЖ көлөмү төмөнкүгө барабар

$$P_{\text{АЧР}} = P_{\text{АЧР1}} + P_{\text{АЧР2}} = \frac{\Delta P_{\text{г}} - P_{\text{п.н}}\,(1 - \frac{f_{\text{эк}}}{50})\,\text{Кн}}{1 - (1 \frac{f_{\text{эк}}}{50}\,)\,\text{Кн}} \qquad (9.28)$$

Мында $f_{\text{к}}$ – электр жүктөрү өчүрүлгөндөн кийин ЭТ туура иштей ала турган калыптанылган жыштык, $f_{\text{к}} < 50$ Гц

Эми ЖТЖА канча кесек менен иштешине түшүнүк берели. Автоматиканы ар бир кесеги бирдей баскыч менен иштесе, Δf_{δ} эгерде биринчи кесек иштей турган жыштыктык $f_{\text{к1}}$ деп алсак, ал эми мүмкүн болгон эң кичине жыштыктын төмөндөшүн $f_{\text{эк.м}}$ десек, анда кесектин саны, n барабар

$$n = \frac{f_{\text{к1}} - f_{\text{эк.н}}}{\Delta f_{\delta}} + 1 \qquad (9.29)$$

$$\Delta f_{\delta} = 2\Delta f_{\text{р.к}} + \Delta f_{\text{төм}} \qquad (9.30)$$

Мында, $\Delta f_{\text{р.к}}$ – жыштык релесинин катасы; $\Delta f_{\text{төм}}$ АЧР жана ажыраткычтар иштөө убактысында жыштыктын төмөндөшү, Гц

9.7 ЖТЖА коюлган талаптар

1. Жергиликтүү, аймактык жана жалпы энергосистема пайда болгон кубаттуулуктун жетишсиздигин ийгиликтүү жоюп, кырсыктын өсүшүнө жол бербөө. Ал жетишпеген кубаттуулуктун көлөмүнө, кырсыктын өсүү шартына, кошумча ток булактарды киргизүү абалына карабай, ЭТ туруктуу иштешин камсыз кылышы зарыл. Автоматиканын иштеши кырсыктын пайда болушу жана өтүшү кокустан болооруна багытталгандай болсун. Автоматика суткада, жумада, жыл бою жана кырсыктарды жоюу маалында чен сандардын өзгөрүшүнө, чоңдугуна карабай кырсыкты ийгиликтүү жоюшу керек.

2. Жыштыктын белгиленген деңгээлден төмөндөшүн жана белгиленген мөөнөттөн ашып кетпешин камсыз кылышы зарыл, б. а. чектелген **жыштык-убакыт** тилкеси болот.

3. Автоматика өчүрө турган ЭЖ көлөмү мүмкүн болушунча аз болуп, ЭТнүн туура иштешин камсыз кылгандай болсун. Автоматика бардык кошумча булактар ишке киргизилгенден аракет келет. Кошумча булактар жок болсо, өчүрүлгөн ЭЖ көлөмү жетишпеген кубаттуулуктун көлөмүнө ашып зарыл же андан бир аз кичине болсун.

4. ЭЖ өчүрүлгөндө андан пайда болгон зыяндуулук **эң аз болсун.**

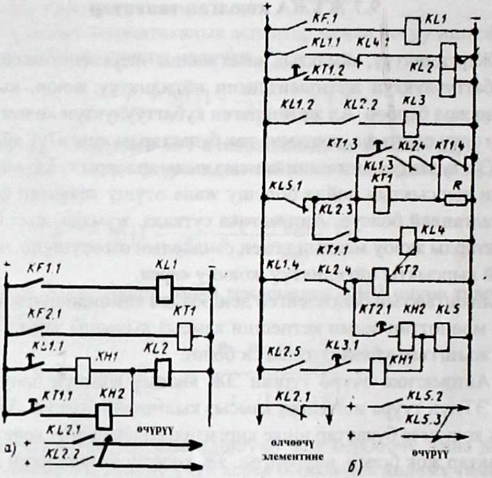
5. Автоматика жыштыктын маанисин ЭТ узак мөөнөттө туура иштей турган маанисине чейин көтөрүшү керек, ага жыштыкты накта маанисине чейин жеткизүү талабы коюлбайт.

6. Жарыш иштеген ЭТ системасы кубаттуулуктун жетишсиздиги боюнча бири-биринен ажыратылган болсо, анда автоматика **синхрондук** камсыз кылуучу жыштыкка чейин жеткириши керек.

7. Автоматика ЭТдө жетишсиз кубаттуулук пайда болгон учурдан башка учурларда жыштыктын өзгөрүүлөрүндө ашыкча иштебеши керек (мисалы: асинхрондук жүрүштө, синхрондук термелүүлөрдө)

9.8 ЖТЖА иштөө түзмөгү

ЖТЖА түзмөгү **сүрөт 9. 7** көрсөтүлгөн. Сүрөт 9. 7 а, эки жыштыктын релеси, ал эми 9. 7 б, бир жыштыктын релеси менен



сүрөт 9.8 АЧР1 жана АЧР2 түзмөгү.

Сүрөт 9.8 а да АЧР1 жана АЧР2 чогуу иштешин чагылдырат. АЧР1дин иштешин жыштык **F1** жана кошумча реле **KL1,** сырткы реле **KL2** камсыз кылат. Ал эми **АЧР2** дин иштеши жыштык релеси **KF2,** убакыт релеси **KT1** камсыз кылат. Алардын иштешин байкоочу релелер **KH1, KH2** текшерет. Иштөө тартиби жөнөкөй, ошондуктан аны түшүндүрүүнүн зарылчылыгы жок. Эгер кайсы бирөөсүнүн иштебеши керек болсо, анын релеси иштен чыгарылат **(KF1 же KF2).**

Жыштык релесин үнөмдөө максатына түзмөк бир эле реле менен аткарылат **KF,** бирок анын иштөө жыштыгы өзгөртүлүп турат, (сүрөт 9.8, б **KL2. 1**тийишмеси ачылып, жабылышы менен). Туура иштеп жатканда реле **KF** иштегенге чейин тийишме **KL2. 1** жабык, бул өлчөөчү орган даяр экендигин билдирет.

Жыштык **АЧР2** иштөө жыштыгына чейин төмөндөсө, тийишме **KF1** жабылат, реле **KL1** азыктанат, анын тийишмеси **KL1. 1** реле **KL2** жогорку оромосуна + берет, тийишме **KL2. 1** ачылат, өлчөөчү органдын **АЧР2** жыштыгы менен иштөөсү токтотулат.

Эгерде жыштык АЧР1 иштөө жыштыгына чейин төмөндөсө **KF1** жабык бойдон калат, же ачылган болсо кайра тез жабылат, бир аз убакыттан кийин реле **KL3** иштейт, анын тийишмеси **KL3. 1** байкоочу реле **KH1**, сырткы реле **KL5** импульс берет. Ушуну менен түзмөктүн иштөөсү бүтөт.

Эгерде жыштык АЧР1 иштөө жыштыгына чейин төмөндөбөсө, түзмөк иштөөсүн улантат. Убакыт релеси **KT1** тийишме **KL2. 3** иштен өзүнүн тийишмеси **KT1. 1** аркылуу азыктана баштайт. Тийишме **KT1. 2** убакытты созуу менен жабылгандан кийин реле **KL2** төмөнкү оромосу азыктанат, тийишме **KL2. 1** кайра кошулуп, АЧР2 ишке киргизет. Тийишме **KT1. 2** жабылганга чейин жыштык АЧР1 иштеген жыштыкка чейин төмөндөсө, анда ЭЖЭЖ тез өчүрүүгө болот. Реле **KL2** тийишмесин кайра кошкондон кийин реле **KF** кайра иштеп, реле **KL1** убакыт релесин **KT2** кошот, ал иштегенден кийин, байкоочу реле **KH2** аркылуу **KL5** ишке кирет. Реле **KT1** оромосуна жарыш кошулган реле **KL4** өзүнүн тийишмесин **KL4. 1** ачык кармайт, бул болсо реле **KL2** кайра кошулушуна тыюу салат.

Түзмөк баштапкы абалына **KT1, KL4** оромосуна кошулган тийишме **KL5. 1** ачылганда келет. Эгерде жыштык АЧР2 иштей турган жыштыктан чоң болуп калыбына келсе, реле **KF** жана түзмөктүн кайра баштапкы абалына келиши реле **KT1** дин оромосун чалмалоо жолу менен ишке ашат. Чалма төмөнкү чынжыр менен туюкталат, тийишме **KT1. 3 → KL1. 3 → KL2. 4** АЧР2 иштөө убактысы реле **KT2** коюлган убакыттын жана тийишме **KT1. 2** жабылышынын суммасына барабар.

ЖТЖА1, 2 иштегенден кийин **ЖТЖА2** иштөө жыштыгына чейин калыбына келет же андан жогору болот. Кээ бир ЭТ аймагында ЖТЖА иштегенден кийин кубаттуулуктун жетишсиздигин жоюуга мүмкүнчүлүктөрү болуп, жыштык ЭТ узак мөөнөттө иштей ала турган абалга жетет. Ошондуктан ЖТЖА өчүрүлгөн ЭШ кайра кошуу мүмкүнчүлүгү болот. Бул жумушту жыштык боюнча кайра кошуу автоматикасы аткарат– б. а. **ЖККА**.

9. 9 Жыштык боюнча кайра кошуу автоматика

ЖТЖА болгон кырсыкка каршы автоматикалык аспаптар менен чогуу иштеши зарыл, бул учурда ЖТЖА өчүрүлгөн ЭШ автоматикалык жол менен кайра кошулуп аларды азыктандыруу тез болот. ЖККАга кошумча ЖТЖА туура эмес иштешин текшерүү функциясы да берилет.

ЖТЖА акыркы кесегинде жооптуу ЭШ өчүрүлсө турган болсо, анда алар жыштык кайра калыбына келгенде биринчилерден болуп кайра кошулушу зарыл. Ошондой эле ЖТЖА кээ бир ЭШ өчүргөндө аларды кол менен калыбына келтирүү көп убакытты талап кыла турган ЭШ биринчилерден болуп кошулушу керек.

ЖККА кошулган ЭШ кесеги ЖТЖА өчүргөн негизинде тескери болуп аткарылат, б. а. акыркы өчүрүлгөн ЭШ, биринчилерден болуп кошулат.

ЖККА иштөө жыштыгы, ЖТЖА иштегенден кийинки келген жыштыктан бир аз чоң болушу керек. ЖККА иштей турган жыштыктын деңгээли болжол менен 49,2–50 Гц болот.

ЖККА биринин артынан бири иштөө кесеги, бир эле иштөө жыштыгында ар кандай убакытты созуу жолу баштапкы иштөө убактысы 10–20 с ичинде болот. Тийиштүү **ЭТ** чегинде **ЖККА** кесектеринин арасындагы эң кичине убактысы ЖТЖА иштегенден кийинки жыштыктын калыптанган маанисинен баштап ЖККА кайра кайтуу жыштыгына чейин төмөндөө убактысынан жогору болушу зарыл. Бул убакыт учурда 5 с ичинде деп алынат. Жыштык ЖККА иштей турган жыштыгына жети бардыгы биринин артынан бири иштейт, б. а убакыт t_1 – биринчи кесеги, t_2 – экинчи кесеги жана б. а.

ЖТЖА жана ЖККА иштегенден кийинки жыштык барабар

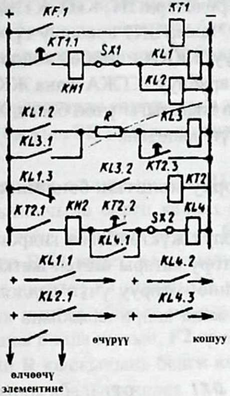
$$\Delta f_к = \frac{(\Delta P_г - \Delta P_{ЖТЖА} - \Delta P_{ЖККА}) * f_н}{Кн\,(P_{пн} - \Delta P_{ЖТЖА} - \Delta P_{ЖККА})},\ Гц \qquad (9.\ 31)$$

$\Delta P_{ЖТЖА}$, $\Delta P_{ЖККА}$ – ЖТЖА менен өчүрүлгөн ЭШи жана ЖККА кайра кошулган ЭШ. Эгерде ЖККА кесектери бирдей көлөмдө болсо, анда иштөө «тыгыздыгы»

$$П_{ЖККА} = \frac{\Delta P_{ЖККА}}{P_{пн} * (t_а - t_б)}, \qquad (9.32)$$

$t_б$, $t_а$ – баштапкы, акыркы иштөө убактысы, с.

ЖККА аспабынын бир түрүн иштөөсүн карап көрөлү. Ал сүрөт 9.9 келтирилген.



Сүрөт 9.9 ЖТЖА жыштык боюнча кайра кошуу түзмөгү.

Бул түзмөктө бир жыштык релеси иштейт, анын жыштык боюнча иштөөсү автоматтык түрдө өзгөрөт. Жыштык ЖТЖА кесектеги иштөө жыштыгына чейин төмөндөсө, реле KF иштейт жана убакыт релеси KT1 иштейт. Анын тийишмеси KT1/1 жабылат, кошумча релелер KL1, KL2 кошулуп, кээ бир ЭШ өчүрүлөт, тийишме KL1. 2 жабылганда өлчөөчү органдын иштөө жыштыгы ЖККА иштөө жыштыгына туура келет. Өлчөөчү орган жаңы жыштык менен иштейт.

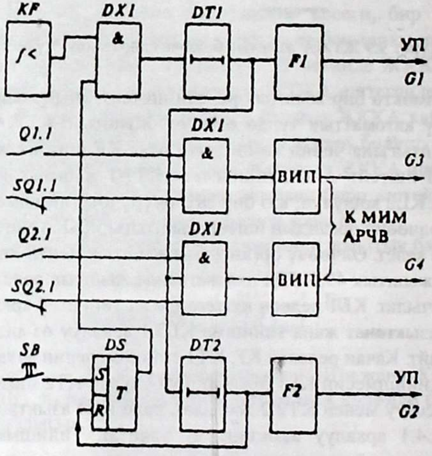
Качан жыштык 49,5–50 Гцке жеткенде жыштык релелеринин тийишмеси ачылат. KL1 релеси иштегенде ал тийишме аркылуу KL1.2 реле KL3 азыктанат жана тийишме KL3.1 аркалуу өз алдынча азыктана баштайт. Качан релелер KF, KT1 тийишмелерин ачкандан кийин реле KL1 тийишмесин KL1.3 жабат, бул учурда KT2 иштей баштайт, убакытты созуу менен KT2.2 жабылат, реле KL4 азыктанат жана тийишме KL4.1 аркалуу азыктанууну улантат. Тийишмелер KL4.2, KL4.3 аркылуу кайра кошуучу автоматика өчүрүлгөн ажыраткычтарды кайра кошот. Түзмөк баштагы абалына убакытты созуу жолу ме-

нен иштөөчү тийишме KL2.3 жабылгандан кийин келет, себеби, реле KL3 түн оромосу чалмалалат, азыктанусун жоготот, тийишме KT3.2 KT2 өчүрөт. KT2.3 иштөө убактысы тийишме KT2.2 иштөө убактысынан 1 с чоң. Байкоочу релелер KH1, KH2 ЖТЖА жана ЖККА иштеши жөнүндө белги берет. Чалма SX1 аркылуу түзмөк толук иштебейт, ал эми чалма SX2 аркалуу ЖККА иштебей койсо болот.

Түзмөк 9.7, б, 9.8 аркалуу ЖТЖА жана ЖККА чогуу иштешсе болот. Бул учурда иштөө жыштыгы үчөө болот, ЖТЖА1, ЖТЖА2 жана ЖККА иштөөлөрү үчүн жыштык.

Гидрогенераторлорду жыштык боюнча кошуу жана жүктөө

Бул автоматика толук жүктөлбөгөн гидрогенераторлорду жүктөө же синхрон компенсатору катары иштеп жаткан генераторду генератордук иштөө тартибине которуу үчүн колдонулат. Бул болсо жыштыктын төмөндөшүн жана кайра калыбына келтирет. Түзмөк **сүрөт 9.10**



Сүрөт 9.10 Гидрогенераторлорго жыштыкты жогорулатуу үчүн гидрогенераторду кошуу

Түзмөк жыштык төмөндөгөндө **f_2=49. 3Гц** генераторду тез кошуу үчүн керки белгилерди пайда болот жана төмөнкүлөрдү камсыз кылат:

а) гидрогенераторлорго бир жолу аракет берүү;

б) ар кандай созуу убактысы менен эки баскычтуу аракет кылуу;

в) аз жүктөлгон генераторлорду же СК болуп иштеген учурларда аны толук жүктөө;

г) бир эле убакта генераторду кошуу жана жүктөө;

д) автоматикасыз (баскыч **SB**) кайра иштөө үчүн баштапкы абалга келтирүү.

Түзмөк генераторду тез кошуш үчүн **(УП)** триггер **DS тен** элемент **DX1** төмөнкү кыскычына белги келиш керек. Баскычты кызматкер басканда **DS** иштейт. Жыштык релеси **KF** иштөө жыштыгына жеткенде **f_2** андан белги **DX1** кирет, ал аркылуу убакыт релеси **DT1** иштеп, калкыны пайда кылгыч **F1** иштеп **Q1** кошулат. Ошондой эле убакытты созуу менен экинчи убакыт релеси **DT2** иштейт, убакыт өткөндөн кийин каккыны пайда кылып, **F2** аркылуу генератор **Q2** кошулат. **DT2** триггердин **R** кыскычына белги киргизет. Триггер кайра кошулат, түзмөк баштапкы абалына келет.

Ал эми аз жүктөлгөн генераторлорду толук жүктөө төмөндөгүдөй ишке ашат:

Үч жүрүштүк логикалык элементтердин **DX1** кыскычтарына эки белги келиши керек: Биринчиси элемент **DT1**ден жана генератордун ажыраткычтарынын кошумча тийишмелери **Q1. 1, Q2. 1** (бул ажыраткычтар кошулган, тийишмелер жабык) жана гидротурбинанын багытточу аспабынын тийишмелери (аспап толук ачык эмес) жабык. Убакыт каккы өзгөрткүч.

(ВИП-время импульсный преобразователь) иштейт. Бул берген каккынын узундугу генераторлор жүктөлө баштагандан кичирейе баштайт. Анын таасири менен кубаттуулукту өзгөртүүчү механизм иштейт.

(МИМ– механизм изменение мощности**)**, ал эми айлануу жыштыгынын регулятору генераторлорду **Q3, Q4** туруктуу жүктөөсүн камсыз кылат.

Жыштыктын **45 Гц** төмөндөшүнө кыска мөөнөткө да жол берилбейт. Жыштыктын **47 Гц** мөөнөтү **20с,** ал эми **48. 5 Гц** мөөнөтү **60с** ашпаш керек.

ОНУНЧУ БӨЛҮК

КЫРСЫККА КАРШЫ АВТОМАТИКА (ККА)

10. 1 Негизги түшүнүк

Мурунку бөлүктөрдө караган автоматиканын түрлөрү жана аны менен ЭТ жабдуу анын ишенимдүү иштешин жогорулатат.

Бирок ЭТ өрчүшү, б. а. бириккен электросистемалардын пайда болушу, жаңы типтери кубаттуу электр станциялардын курулушу, аларды бири-бири менен байланыштырган узун линиялардын пайда болушу, ЭТгө коюлган талаптардын кескин жогорулашы, ЭТнүн үзгүлтүксүз иштешин талап кылган ЭШ колдонулушу, ЭТнүн иштөө тартибине жогорку талаптарды коюп, аны автоматтык башкаруу бөлүгүнө жогорулаган талаптар өсүп жатат. Бул талаптар өзгөчө ЭТнүн иштөө тартибин бузулушуна жана кырсыктарды келип чыгышында автоматиканы колдонуунун зарылчылыгы келип чыгат. ЭТдө жана электросистемаларда туура иштеп жатышын бузулушуна көп себептер болот:

а) күтүлбөгөн себептер менен кубаттуу генератордун кубаттуулугун жана электросистеманы байланыштырган бир же бир нече линиялардан ЭЖ өзгөрүшү, байланыштырган линияларда опурталдуу аша электр жүктөрүнүн (ЭЖ) пайда болушу;

б) ошондой эле электросистемаларды байланыштырган линияларды, кубаттуу генераторлорду өчүргөндө, линияларда опурталдуу ЭЖ көбөйүшү, статикалык туруктуулуктун бузулушуна өбөлгө түзөт;

в) электросистеманы байланыштырган линиялардын биринин өчүшү, ошондой кубаттуу линиянын өчүшү, туюк түзмөктөгү жана эки чынжырлуу линияда бир линиясынын өчүшү, динамикалык туруктуулуктун бузулушуна өбөлгө түзөт;

г) өтө кубаттуу линиянын өчүрүлүшү төмөнкү чыңалуудагы линияда кубаттуулуктун өсүшүнө алып келет жана жыштык өсө баштайт;

д) кошумча релелик коргоо менен өчүрүүчү көпкө созулган ЧТ;

е) бир фазалуу кайра кошуу автоматиканын иштешинде же бир фазадагы ажыраткычтын иштебей калышында кыска мөөнөттө толук эмес фазада электр тармагынын иштеши;

ж) узун линиялардын бир жагынан өчүрүлүшү (330–500 кВ) чыңалуунун жогорулашына алып келет;

з) **асинхрондук жүрүш;** туура иштөө тартибинин бузулушуна пайда болгон кубулуш тез өрчүп, тез өтөт, ошондуктан кызматкердин аракет менен аны алдын алуу, тыюу салуу мүмкүнчүлүгү аз.

Ошондуктан линиялардын иштөө тартибин үзгүлтүксүз текшерип туруу жана анын ЭЖ күтүүсүз өсүшүн, өчүрүлгөн линияларды өз убагында байкоо, линиялардын үзүлүшүн текшерүү, туруктуулуктун бузулушун билүү жана пайда болгон асинхрондук жүрүштүн мүнөздөмөсүн билүү зарыл.

Ошондуктан туура иштөө тартибинин бузулушуна тыюу салуу, жоюу жана жол бербөө үчүн атайын автоматтык аспап – **кырсыкка каршы автоматика – ККА** (устройство **противо аварийной** автоматики – **ПА**) колдонулат.

ККА негизги кызматы.

а) **Системалар аралык линиялардын** туура иштөө жана кырсык болгондон кийин статистикалык турактуулугунун бузулушуна тыюу салуу;

б) **бир фазалуу ККА** жана тез иштөөчү ККА иштегенде чукул туташуудагы тез иштөөчү негизги РК, ошондой эле кошумча РК иштегендеги динамикалык туруктуулуктун бузулушуна тыюу салуу;

в) турактуулуктун чегине жеткенде аны бөлөк автоматика аркалуу сактоого мүмкүн болбогондо, асинхрондук жүрүштү жоюу боюнча ылдамыраак электросистеманы бөлүп жиберүү;

г) асинхрондук жүрүштө турактуулук бузулганда, асинхрондук жүрүштү жоюу үчүн ресинхронизациялоо же электросистемаларды бөлүп жиберүү;

д) кубаттуу ГЭСтер менен байланышкан электросистемалар болгондо турбина ж. б. ЭШ үчүн коркунучтуу болгон жыштыктын өсүшүнө тыюу салуу;

е) бир жагынан өчүрүлгөн линияда пайда болгон ЭШ үчүн коркунучтуу чыңалуунун жогорулашын жоюу.

10. 2 ККАнын түрлөрү

Негизинен ККАнын аткарылышы боюнча түрлөрү көп, бирок алар төмөнкү түрлөрдү камтыйт

1. **Туруктуулуктун бузулушун** жоюу ККА – ТБЖ ККА (противо аварийная автоматика, нарушение устойчивости – АПНУ)

Бул автоматика опурталдуу аша жүктү, кубаттуулуктун өсүшүнө, күтүүсүз линиялардын өчүшүн же алардын үзүлүшүн, толук эмес фазада иштөөсүн ж. б. у. с. туура иштөө тартибинин бузулушуна байкоо жүргүзөт. Туура иштөө тартиби бузула баштаганда туруктуу иштешине коопсуздук туула баштаса, анда бул автоматика линияларда жүктүн чендүү азайышын жүргүзөт.

ЭЖ азайтуу үчүн үч негизги аракет жүргүзүшөт (кийинки бөлүктө бул жөнүндө кеңири түшүнүк берилет): а) гидро жана турбогенераторлорду өчүрүү (отключения) **ГӨ (ОГ)** же буу турбинанын жүгүн азайтуу (разгрузка) – **ТЖА (РТ)** кырсыктан кийин жүгүн чектөө (ограничение) – **ЖЧ (ОМ);** б) электросистеманы бөлүп жиберүү (деление) – **ЭСБ-(ДЭ);** в) электр жүгүнүн бир бөлүгүн өчүрүү (отключение) – **ЖӨ (ОН).**

Бул аракеттер, өз алдынча же чогуу ар кандай топтоо менен колдонулат. Мисалы, жалаң **ГЭ (ОГ)** же **ТЖА (РТ)** системада жыштыктын төмөндөшүнө алып келет, бул болсо системалар арасындагы линиянын аша жүктөлүшүн пайда кылат. Ошондуктан ашыкча кубаттуулук бар жагында **ГӨ (ОГ)** же **ТЖА(РТ), ЖӨ (ОН)** чогуу колдонулат, бул болсо кубаттуулук жетишсиз бөлүгүндө теңдештикти сактоо керек болсо, анда электросистеманы ажыратуу менен ТӨ (ОГ) же ТЖА(РТ) чогуу колдонуу жакшы жыйынтыкты берет.

Бул негизги аракеттерден бөлөк дагы кошумча аракеттер да пайдаланылат, алар берилүүчү кубаттуулуктун чегин жогорулатат. Булар: генераторлорду жана синхрондук компенсаторлорду дүүлүктүрүүнү ыкчамдатуу; удаалаш кошулган сыйымдуулук конденсаторду ыкчамдатуу; жарыш кошулган реакторду өчүрүү ж. б.

2. Асинхрондук жүрүштү жоюучу ККА (АЖЖ. ККА)

Бул автоматика туруктуулуктун бузулушун чегине жакындашын байкап же асинхрондук жүрүш пайда болгондо, аны жоюу үчүн электросистеманы ажыратып же ресинхронизация жүргүзөт.

Кубаттуулук көп болгон бөлүгүндө **ГӨ (ОГ)** же **ТЖА (РТ)** жүргүзөт, бул жыштыктын теңдештигине алып келет жана ресинхронизациялоо жеңил болот. Эгерде ресинхронизация көпкө созулса, анда электросистема ажыратылат.

3. **Жыныштык жогорулашын (төмөндөшүн)** жоюучу **ККА (ЖЖЖ ККА).** Бул автоматика жыштык жогорулашын чектен маанисинен өтсө, анда автоматика ГЭСтин генераторлорун өчүрөт жана керек учурунда **ЖЭС** электросистемадан бөлүп салат.

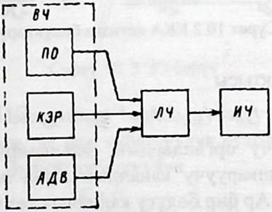
4. **Чыңалуунун жогорулашын (төмөндөшүн)** жоюу **ККА (ЧЖЖ ККА).** Автоматика чыңалуунун белгиленген деңгээлден жогорулашын байкайт жана реакторлорду линияга жарыш кошот, чыңалуусу жогору болгон линияны өчүрөт.

10. 3 ККА түзүлүшүнүн негиздери

Электросистемада пайдаланып жаткан ККА туруктуу программада иштейт, иштөө чен сандары туура жана кырсык болгондогу иштөө тартиби боюнча алдын ала эсептелинип коюлат.

Электросистема ар кандай чоңдуктар менен мүнөздөлүнөт, ар кандай тартипке иштей алат, ЭЭ менен камсыздоо үчүн ар түрлүү ЭШ колдонуулат. Ошондуктан, буларды үзгүлтүксүз текшерүү үчүн ККА пайдаланылат. Ал тийиштүү чоңдуктарды текшерип, аларды коркунучтуу четтешин билип же туура иштөө тартибинин бузулушун байкап, бере турган таасирлерин аныктап, тийиштүү аракеттерди иштеп чыгат. Ал канчалык көп чоңдуктарды текшерсе, берген таасири оптималдуу (эң ыңгайлуу) болот.

Ар бир учурда ККА түзүлүшү, анын аткарган кызматына жана иштөө шартына жараша түзөлөт, негизинен төмөнкү бөлүктөрдөн турат. **Сүрөт 10. 1**



Сүрөт 10.1. ККА жалпы түзүлүшү

ВЧ – выявительная часть (биличүү бөлүгү – **ББ), ЛЧ** – логическая часть (логикалык бөлүгү – **ЛБ), ИЧ** – исполнительная часть (аткаруучу бөлүктүү – **АБ**)

ББтү – төмөнкү бөлүктү камтыйт – **ПО** – пусковой орган (кошуучу орган – **КО); КЭР** – контроль электрического режима (электр бөлүгүн текшерүү – **ЭБТ); АДВ** – автоматическая дозировка воздействия (өлчөмдүү аракет берүүчү автоматика-**ОАА).**

ББтөн келген белги **ЛБ** келет, ал логикалык элементтерден турат, бул элементтер келген белгинин удаалаштыгынын мөөнөтүн, ылдамдыгын билип, тийиштүү өлчөмдөгү аракеттерди иштеп чыгат. Анын чыккан белги **АБ** келет ал башкаруу аспаптар менен жогоруда көрсөтүлгөн аракеттерди аткарат.

10. 4 ККА коюлган техникалык талаптар.

ККА колдонула турган техникалык аспаптар төмөнкү талаптарга жооп бериш керек.

1. Тез иштөөчү. Эң негизги талап – мисалы, тез иштөө менен динамикалык туруктуулуктун бузулушун алдын ала жойсо болот. ККА кирген аспаптар ар кандай жерде коюлушу мүмкүн. Ошондуктан ККА иштөө убактысы, ага кирген бөлүктөрдүн иштөөсү менен аныкталынат, ал **сүрөт 10. 2** көрсөтүлгөн.

Текшерүү жер ККА жайгашкан жер башкаруучу жер

Сүрөт 10.2 ККА негизги бөлүктөрү.

ККА иштөө убактысы

$$t_{ККА} = t_{КО} + t_{М.К} + t_{ЛБ} + t_{БК} + t_{АБ}, \ С \ (10.1)$$

Мында, кошуучу органдардын, маалымат каналынын логикалык бөлүгүн, башкаруучу каналдын жана аткаруучу бөлүктүн иштөө убактысы, с. Ар бир бөлүгү канчалык тез иштесе, ККА да тез иштейт.

2. **Туура иштеши**

Бул талап туура иштөө тартиби бузулганда автоматиканын тийиштүү бөлүгүнүн, түрүн жана керектүү өлчөмдөгү аракетин талдоо жөндөмдүүлүгүн көрсөтөт.

3. **Сезгичтиги.** ККА ар бир бөлүгүнө тийиштүү. Ар бир бөлүгү кайсыл чоңдукта эсептелсе, анда ал ошол чоңдуктун четтешин, өзгөрүшүн сезе билүүгө тийиш.

4. **Ишенимдүүлүгү**. Бул талап өтө жооптуу. ККА ар бир бөлүк жана анын элементтери үзгүлтүксүз иштеп, ашык же белгиленбеген чектерде иштебөөгө тийиш.

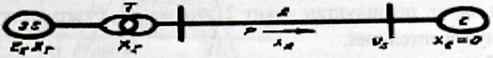
ККАнын ишенимдүү иштешин камсыз кылыш үчүн ишенимдүү теориясында (теория надежности) көрсөтүлгөн ыкмалар колдонулат.

10. 5 Туруктуулуктун бузулушун жоюучу ККА (ТБЖ ККА)

Бул автоматика статикалык жана динамикалык туруктууларрдын бузулушун жакындап калганда, аларды болтурбаш үчүн колдонулат. Статикалык жана динамикалык туруктуулуктарга кыскача түшүнүк берет.

Статикалык туруктуулук

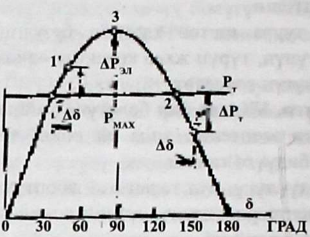
Сүрөт 10. 3тө электростанциядан ЭЭ трансформатор аркалуу электросистемага берилет. Эгерде линия аркалуу берилүүчү акырындык менен көбөйтө баштасак, анда бир белгилүү кубаттуулукта туруктуулук бузулат.



Сүрөт 10. 3 ЭЭ берүү

Линия аркалуу акырындык менен кубаттуулукту жогорулатуу жолу менен берилүүчү эң чоң кубаттуулук статикалык туруктуулуктун чеги деп аталат. Эң чоң кубаттуулук

$$P_{эн} = \frac{E_г * U_с}{X_\Sigma} \text{ КВт, (10.2)}$$



Сүрөт 10. 4. Статистикалык туруктуулукту түшүндүрүү көрсөтүлгөн

Сүрөт 10. 4. линия аркалуу берилүүчү активдүү кубаттуулуктун $E_г$ жана $U_с$ ортосундагы бурч δ, туруктуулугу синусоиданы сол жагы, 0ºСдан 90ºС чейин, ал эми сол жагы туруксуз болуп калат, б.а. туруктуулук бузулат. Бул сүрөттө эки кубаттуулук көрсөтүлгөн, электр кубаттуулугу $P_{эл}$, турбинанын $P_т$ туура иштеп жатканда теңдештик болот, $P_{эл} = P$, буга чекиттер **1** жана **2** туура келет.

Эгерде күтүүсүздөн бурч Δδ өзгөрсө, (чекит **1'**), анда электр кубаттулугу өсөт, $\Delta P_{эл}$ бирок $P_т$ өзгөрүүсүз калгандыктан, ашыкча электр кубаттуулугу роторду токтотууга аракет кылат, ошондуктан бурч кичиреет, анан баштагы абалы чекит **1** келет, теңдештик пайда болот, туруктуу иштей баштайт.

Эгерде иштөө тартиби чекит **2** болсо, бурч Δδ өсүп **2'** абалына келсе электр кубаттуулугу азаят, ал эми турбинанын кубаттуулугу өсөт, ал роторду ылдамдатат, бурч δ өсө баштайт, генератор синхронизмден чыгат, ошондуктан чекит **2** туруксузду бузат, ал жумушчу **эмес** болуп эсептелинет.

Ар бир линия үчүн чектелген эң чоң берилүүчү кубаттуулук белгиленет, $P_{чек}$ бул кубаттуулук статикалык туруктуулук коэффициентинин камы (запас) менен аныкталынат, $K_{с.т.к.}$

$$K_{с.т.к.} = \frac{P_{эн} - P_{чек}}{P_{чек}} \tag{10.3}$$

Кээ бир учурларда негизги берилүүчү кубаттуулукка күтүлбөгөн кубаттуулуктар кошулат $\Delta P_{к.к.}$, анда коэффициент

$$K_{\text{с.т.к.}} = \frac{P_{\text{эн}} - P_{\text{чек}} - \Delta P_{\text{н.н}}}{P_{\text{чек}}} \qquad (10.4)$$

Тендеме (10.4) негизинде туруктуулукту камсыз кылуучу $P_{\text{чек}}$ аныктаса болот, б. а.

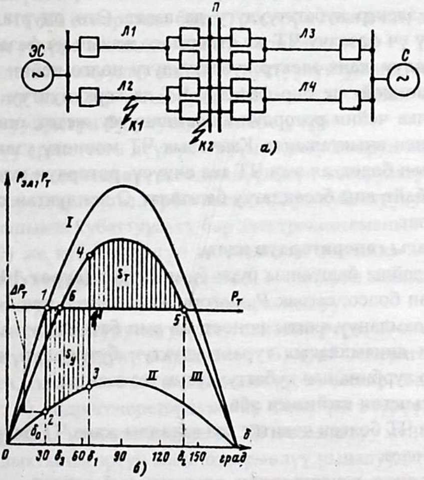
$$P_{\text{чек}} = \frac{P_{\text{эн}} - \Delta P_{\text{к.к}}}{K_{\text{с.т.к.}} + 1} \qquad (10.5)$$

$$\Delta P_{\text{к.к}} = K\sqrt{P_1} \qquad (10.6)$$

Мында К=1, 1-1, 7; P_1 – огуу иштеген электросистемасы эң аз кубаттуу электросистема кубаттуулугу.

Динамикалык туруктуулук

Бул туруктуулукту түшүндүрүш үчүн
Сүрөт 10. 5 карайбыз



Сүрөт 10. 5 а) ЭЭ берүүчү, түзмөгү;
б) $P_{\text{эл}} = f(б)$ туура жана кырсык абалы көрсөтүлгөн, кырсыкта б. а. линия Л2 өчөт, линияны каршылыгы чоңоет.

Чекит 4 баштап роторду айлануу ылдамдыгын төмөндөтү башталат. Бул топтолгон кинетикалык энергия сарпталганга чейин улантылат. Бул жумуш аянт $S_т$ менен мүнөздөлүнөт, же **басандатуу аянты** деп аталган кинетикалык энергия чекит **5** чейин сарпталат, бурч δ_2, анда генератор синхронизмде калат, динамикалык туруктуулук сакталат, жаңы теңдештик чекит **6** болот. Демек, динамикалык туруктуулукту сактоо шарты болуп,

$$S_т - S_у \tag{10.7}$$

Эгерде бул шарт сакталбаса, анда генератор синхронизмден чыгат, динамикалык туруктуулук бузулат.

Динамикалык туруктуулукту төмөнкү шарттар аныктайт:

1. ЧТ түрү, мөөнөтү жана ЧТ болгон чекит.

ЧТ түрүнө жана болгон чекитине жараша электростанциянын өткөрмөсүндөгү чыңалуунун терең төмөндөшү көз каранды болот, демек, электр кубатттуулугу да азаят. Өтө опурталдуу болуп өткөрмөдөгү үч фазалуу ЧТ же өткөрмөгө жакын үч фазалуу ЧТ, бул учурда чыңалуу жана электр кубаттуулугу нөлгө чейин төмөндөшү мүмкүн. Ошондой эле бир фазалуу ЧТ да коркунучтуу. ЧТ мөнөтү кайсыл бурчка чейин ротордун ылдамдануусу жетет, ошол бурчтун мааниси менен аныкталынат. Канчалык ЧТ мөөнөтү узак, ылдамдануу аянты чоң болот, ал эми ЧТ тез өчүүсү, ротордун ылдамдануусу көпкө созулбайт, аны басаңдатуу башталат. Ошондуктан тез иштөөчү РК колдонулат.

2. **ЧТ дагы генератордун жүгү.**

Бул жагдайды баштапкы бурч δ_0 аныктайт **(сүрөт 10. 5, б),** жүк канчалык көп болсо, сызык $P_т$ жогору жайгашат, δ чоң болот, демек $\Delta P_т$ көп, ылдамдануу аянты чоңоет, ал эми басаңдатуу аянты азаят. Ошондуктан динамикалык туруктуулуктун бузулушун жоюш үчүн ЧТ болгондо турбинанын кубаттуулугун тез азайтат.

3. **Кырсыктан кийинки абал**.

Бул абал ЧТ болгон чекитке көз каранды жана ЧТ өчүрүү шартына жараша болот.

ЧТ болгондо генератордон алынган кубаттуулук азаят, себеби чыңалуу тезинен төмөн түшүп кетет. Туура иштеп жатканда берилүүчү кубаттуулук синусоида I туура келет, жумушчу чекит **1**,

бурч δ_0, ал эми ЧТ болгондо (**сүрөт 10. 5, а) К1** де, электр кубаттуулукту төмөндөп синусоида аныкталынат, жумушчу чекит 2 келет. Турбинанын кубаттуулугу тез өзгөрбөйт. Ошондуктан $P_{эл}$ менен $P_т$ теңдештиги бузулат, $P_т > P_{эл}$, ротор ашыкча кубаттуулуктун негизинде ылдамдай баштайт, ЧТ өчүргөнгө чейин бурч δ_1 жетиши мүмкүн, ротор кинетикалык энергияны топтоп, аны чоңдук $S_у$ аянтына барабар, бул аянт ылдамдануу аянты деп аталат, бул аянт чекиттер, **1–1´–3–2** чектелген.

ЧТ өчүрүлгөн убакта (чекит **3**) $P_{эл} > P_т$ болот, кырсыктан кийинки электр кубаттуулугу синусоида III туура келет, жумушчу чекит **4** болот. Кырсыктан кийинки эң чоң электр кубаттуулугу туура иштеп жаткан учурга салыштырганда кичине болот, себеби, ЧТ өчкөндөн кийин линиянын каршылыгы чоңоет **(Л2).**

ЧТ чекит **К1** болсо **(сүрөт 10. 5, а)** линия **Л2** өчүрүлөт, линиянын каршылыгы чоңоет, эң чоң берилүүчү кубаттуулук азаят, синусоида III мүнөздөөлүнөт.

Ал эми ЧТ **К2** өткөрүмдө болсо, өткөрүм гана өчөт, линия өзгөрдү калат, бул учурда басаңдатуу аянты чоң болот.

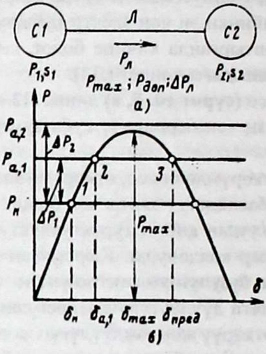
Жогорудагы талкуудан кийин туруктуулуктун иштешин сакташ үчүн төмөнкү ыкмалар колдонулат. Кырсыктан кийин **статистикалык туруктуулуктун бузулушун сактоо үчүн:**

а) күчтүү аракеттеги дүүлүктүрүүнүн регуляторун иштешин тууралоо: б) линиянын өткөрүү жөндөмдүүлүгүн жогорулатуу үчүн анын чек сандарын өзгөртүү; в) турбогенератордун кубаттуулугу бир топко азайтуу; г) ашыкча кубаттуулугу бар электросистеманын генераторун өчүрүү (ГӨ) же кубаттуулугун жетишпеген жагында жүктү өчүрүү (ЖӨ); д) гидрогенераторду тез жүктөө; е) синхрон компенсаторун генераторго которуу жана жыштык боюнча кошуу:

Динамикалык туруктуулукту сакташ үчүн: а) синхрондук генераторду дүүлүктүрүүнү ыкчамдатуу; б) турбогенератордун кубаттуулугун тез, кыска, мөөнөттө төмөндөтүү; в) электр топтогуч менен басаңдатуу; г) гидрогенератордун бир бөлүгүн өчүрүү; д) энергия топтогучтар жана удаалаш кошулган КБ ыкчамдатуу менен индуктивдүү каршылыкты өзгөртүү жана өзгөрмөлүү чыңалуудагы линиянын учтарындагы ЭККнын ортосундагы бурчту δ чектелген маанисине жеткирүү; е) линиянын жана туруктуу ток бөлүгүнүн кубаттуулугун баскычтуу өзгөртүү.

10. 5. 1 Линияда активдүү кубаттуулук өскөндө анын жүгүн азайтуучу автоматикасы

Ар бир линия үчүн (жогоруда көрсөтүлгөндөй) берилген кубаттуулуктун эң чоң чектелген мааниси берилет, коэффициент $K_{с.т.к.}$ линиянын туура иштөө шартын мүмкүн болгон туура эмес иштешин эске алгандай болсун. Туура эмес иштегенде линияда электр жүгү өсүшү мүмкүн. Талдоо кылыш үчүн **сүрөт 10. 6** карайбыз. Бул сүрөттө эки электросистема C_1, C_2 жана алар линия Л байланышкан. Ар биринин кубаттуулугу P_1, P_2 жана жалпы статизм коэффициенти бар



Сүрөт 10. 6 түзмөк жана аны мүнөздөшү чоңдуктар (а), туруктуулук мүнөздөмөсү (б).

Системаларды байланыштырган линия эң чоң кубаттуулук $P_{мах}$ жана эң чоң чектелген $\Delta P_{доп}$ бериле турган кубаттуулук менен мүнөздөлөт.

Линияда туура иштешинен четтешин жана бузулушунан опурталдуу үстөк кубаттуулукту пайда кылат, ошондой учурларды карап көрөлү.

1. **С 2** күтүсүз жана тез жүктүн өсүшү.

Бул учурда **С1** кошумча бериле турган кубаттуулук болсо, кубаттуулук линия боюнча өтө баштайт, эгерде кызматчы өз учурда байкабай калса, анда кубаттуулук $P_{мах}$ ашып, статикалык турактуулук бузулат.

2. Кокустуктан, күтүлбөгөн абалда **С2**нин кубаттуу генератору токтоп же өчүрүлсө.

Бул учурда да **С1** ден көп кубаттуулук өсүп, статикалык туруктуулук бузулат. Үстөк кубаттуулуктун линия Л де пайда болушу эмнеге алып келет? Ошону карайлы **(сүрөт 10. 6, б).**

Кырсык болгонго чейин туура иштеп жатканда абал чекит **1** мүнөздөлүнөт.

С1 ашыкча кубаттуулук ΔP_1 пайда болсо линиядан алган кубаттуулукту $P_{а.1}$ түзөт. Абал чекит **2** жетет, бурч $\delta_н$ ден $\delta_{а.1}$ өзгөрөт. Бул учурда генератордун роторунда кинетикалык энергия топтолот. Бурч $\delta_{а.1}$ жете баштаганда ротордун кыймылы роторду токтолгон энергия сарпталганга чейин басаңдабайт, бурч дагы өсө баштайт.

Эгерде ал $\delta_{мах}$ ашып кетсе, статикалык турактуулук бузулат.

Дагы бир абал болушу мүмкүн, ашыкча кубаттуулук **С1** өтө көп, мисалы ΔP_2, линиядан агуучу кубаттуулук $P_{а2}$ болот, ал $P_{мах}$ көп, бул учурда да туруктуулук бузулат. Линияда аша жүк же үстөк жүк, анда анын жүгүн азайтуучу атайын автоматика коюлат.

Линиянын жүгүн азайтыш үчүн төмөнкү аракеттер колдонулушу мүмкүн, кубаттуулук жетишсиз жакка С2 жүктү өчүрүү – ЖӨ, ашыкча кубаттуулук бар жалга С1 генераторду өчүрүү – ГӨ, же С1 ажыратуу, ошондой эле бул аракеттерди чогуу колдонуу.

Кубаттуулук жетишпеген С2 кубаттуулугу ΔP_2 өчүрүү линиядагы агып өткөн кубаттуулук

$$\Delta P_п = \Delta P_2 \frac{P_1}{P_1 + P_2} \qquad \text{МВт}, \quad (10.8)$$

Кубаттуулук ашык болгондуктан жетишпеген бөлүккө берүүдө ЖӨ жакшы ыкма болуп саналат, бирок ЖӨ зыяндуулукка алып келет, ошондуктан бул ыкма бөлөк ыкмалар турактуулук камсыз кыла албаганда колдонулат. Бөлөк ыкмалар болуп С1 де ГӨ, ТЖА, колдонсо болот.

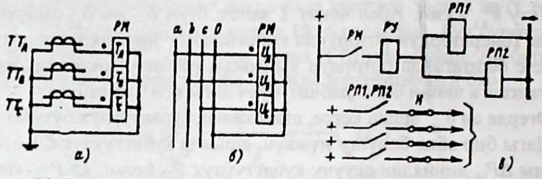
Дагы бир ыкма линиядагы кубаттуулукту азайтыш үчүн С1 бөлүп, линия боюнча чектелген кубаттуулукту берүү болуп саналат. Бул учурда С1 жана С2 жарыш иштебей калат.

Бул ыкмаларды колдонгондо ГӨ (ТЖА), ЖӨ жана системаларды бөлүү кубаттуулуктун теңдештигинин бузулушуна алып келет, демек, жыштыктын көбөйүп же азайып кетиши мүмкүн. Теңдештикти сактоо үчүн бир эле учурда С2 де ЖӨ, ал эми С1 де ГӨ.

10. 5. 2 Жүктү азайтуучу түзмөктөр

Жүктү азайтуучу кээ бир түзмөктөрдү карап көрөлү.

Түзмөк 10. 7 линияларга коюлат. Үстөк жүк пайда болгондо реле иштеп PM_A, PM_B, PM_C, кошумча релелер РП1, РП2 аркалуу тийиштүү аракеттерди көрсөтөт.

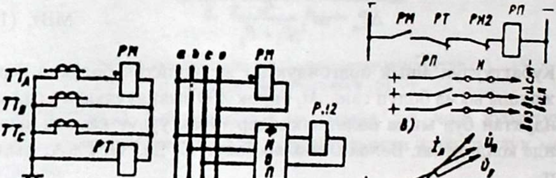


Сүрөт 10. 7 үстөк жүктөн сактоочу эң чоң кубаттуулук линияда иштөөчү активдүү кубаттуулук релеси. а) өзгөрмөлүү ток чынжыры; б) өзгөрмөлүү чыңалуу; в) туруктуу ток бөлүгү

Реленин айлануу моменти P_P

$$P_\rho = KU_\rho I_\rho cos\varphi_\rho \text{ Вт,} \qquad (10.9)$$

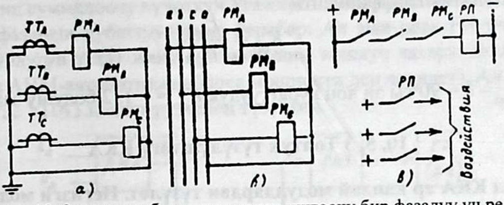
Мында U_ρ, I_ρ – реленин оромосуна келген чыңалуу жана ток, К – келтирүү коэффициенти



Сүрөт 10. 8 бир фазалуу кубаттуулук релеси.

Реле фаза А кошулган I_A, U_A фаза боюнча дал келишет, демек сезимдүүлүгү жогору. Бул түзмөк бир фазалуу ЧТ жалган иштеши мүмкүн, ошондуктан түзмөктө тескери удаалаш токтун чыпкасы (иргемеси) кошулган. Эгерде ЧТ болсо анда ал реле иштейт, тийишме РМ2 ачык болот, түзмөк толук иштебейт. Бардык фазага үстөк жүк

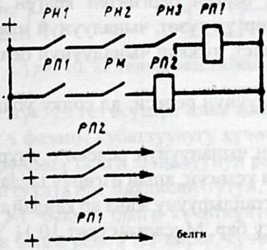
болгондо, тийишме РМ1 жабылат, ал эми РМ2 жабык, РП азыктанат, тийиштүү аракет жасалат.



Сүрөт 10. 9 эң чоң кубаттуулук менен иштөөчү бир фазалуу үч реле.

Үстөк жүк бардык фазада пайда болгондо кубаттуулук релеси иштейт. РП аракетине уруксат берет.

Сүрөт 10.10. мында чыңалуу төмөндөгөндө аз чыңалуу менен иштөөчү чыңалуу релелери РН1, РН2, РН3 фаза аралык чыңалууга кошулган



Сүрөт 10. 10 эң аз чыңалуу менен иштөөчү түзмөк.

Эгерде чыңалуу бардык фазада төмөндөсө, алар иштеп тийишмелери жабылат, ушул учурда үстөк жүк пайда болсо, тийишме РМ жабылып тийиштүү аракеттер аткарылат. Чыңалуунун төмөндөшү жөнүндө белги тийишме РП1 аркалуу берилет.

Жогоруда көрсөтүлгөн түзмөктөрдөгү кубаттуулук релеси чектелген эң чоң үстөк жүктө, $P_{эч}$ иштебеши керек, ошондуктан анын иштөө кубаттуулугу барабар

$$P_{ши} = \frac{K_п P_{эч}}{K_{кай}} \quad \text{Вт, 10.9}$$

Мында $K_п$ – ишенимдүүлүк коэффициенти, $K_{кай}$ – релени кайтуу коэффициенти.

Сезгичтик коэффициенти

$$K_{сез} = \frac{P_{мах}}{P_{иш}} \qquad (10.10)$$

$P_{мах}$ – δ = 90°гы эң чоң кубаттуулук $K_{сез}$ = > 1, 2 болушу зарыл.

10. 5. 3 Топтук түзүлүштөгү ККА

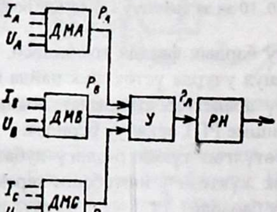
Бул ККА ар кандай модулдардан түзүлөт. Негизги модулдар:

1. Статикалык бир фазалуу активдүү кубаттуулуктун чоңдугун бергичи. Бул өлчөөчү трансформаторлордун экинчи оромосундагы активдүү кубаттуулугу өлчөп, аны туруктуу токко өзгөртүп, анын мааниси активдүү кубаттуулугун маанисине барабар, ал эми уюлдары кубаттуулуктун багытын көрсөтөт.

2. Операциондук күчөткүч төмөндөгү кызматты аткарат: кубаттуулуктун мааниси берген бергичтен келген токторду суммалайт жана чыңалууга өзгөртүп түзөт, чыңалуунун мааниси үч фазанын кубаттуулугуна дал келет, чыккан чыңалуунун белгисин өзгөртөт жана эсте сакташ үчүн.

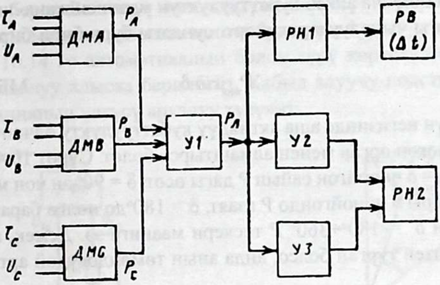
3. Эң чоң чыңалуунун релеси; ал соңку убакыттагы кубаттуулугун маанисин тутат.

4. Топтук эң чоң чыңалуунун релеси – учурдагы кубаттуулукту, анын түшүүсүн жана үстөгүн, анын өзгөрүү ылдамдыгын тутат. Мындан бөлөк дагы азыктандыруучу жана ар кандай туура эмес иштөөдөн тыюу салуучу бөлүгү бар. Мисалы, сүрөт 10.11 УПА1 аспапы көрсөтүлгөн.



Сүрөт 10. 11 УПА1 түрүндөгү аспапты колдонуу.

Кубаттуулук бергич ар бир фазага кошулган, андан чыккан кубаттуулуктар P_A, P_B, P_C ар бир фазанын кубаттуулугуна барабар. Алардын маанисин суммалоочу күчөткүч Уга кирет. Андан чыккан кубаттуулук P_A үч фазанын кубаттуулугуна барабар. Ал эми реле РН учурдагы кубаттуулугун тутат жана автоматиканы кошкуч катары колдонулат (мында АНМ-автоматика наброса мощности деп чечилет). Ал эми сүрөт 10.12 УПА1 колдонуу менен түзүлгөн.



Сүрөт 10. 12 Топтук автоматика

Бул аспап үстөк жүктүн тез өсүшүн жана аша жүктүн жай өсүшүн эске алып иштейт. Үч фазаны кубаттуулугу күчөткүч **У1** кирет, андан чыккан чыңалуу түрүндөгү белги чыңалуунун релеси **РН1** кирет. Бул реле учурдагы кубаттуулуктун маанисин тутуп, убакыт релеси аркалуу жүктү азайтат. **У1** чыккан белги күчөткүчтөр **У2, У3** кирет, булардан пайда болгон белги реле **РН2** кирет, күчөткүч **У2** убакыты созултуу инерциалдык бөлүк, күчөткүч **У3** инвертор катары колдонулат, себеби реле РН2 келген белгилердин уюлдары бирдей болушу зарыл. Реле **РН2** кирген кубаттуулук $P_р$

$$P_р = P_с - P_{уч} \text{ МВт} \qquad (10.11)$$

Мында $P_{от}, P_{уч}$ – соңку жана учурдагы кубаттуулуктун маанилери.

Бул реле тез иштейт. РН2 иштей турган кубаттуулуктун өзгөрүү ылдамдыгы калыптанган учурдагы кубаттуулуктун өзгөрүү жана синхрондук термелүүдөгү кубаттуулугун ылдамдыгынан башкача болушу керек.

Бул автоматтык аспаптардын жетишсиз жагы:

1) Көп учурларда тийиштүү сезгичтигин камсыз кылалбоо;

2) Оңдоо учурларында анын иштөө кубаттуулугун тийиштүү өзгөртүү зарылчылыгы.

10. 5. 4 Берүүчү жана кабыл алуучу системалардын ЭКК ортосундагы бурчту өлчөө жана тутуу жолу менен аша жана үстөк жүктөн сактоо автоматикасы

Линия боюнча аккан кубаттуулуктун мааниси жана линиялардын учтарындагы чыңалуулардын ортосундагы бурч бири-бирине көз каранды

$$P_{мах} sin \delta \qquad \text{МВт} \quad (10.12)$$

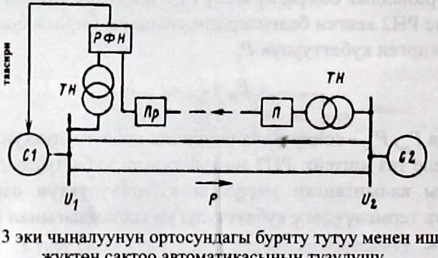
Ушунун негизинде аша активдүү кубаттуулукту өлчөөчү органды бурчту өлчөгөн орган менен алмаштырса болот. Сүрөт 10.4 көрсөтүлгөндөй, бурч δ чоңойгон сайын Р дагы өсөт, $\delta = 90^{o}$ эң чоң мааниге жетет, андан ары δ чоңойгондо Р азаят, $\delta = 180^{o}$до нөлгө барабар болот.

Ал эми $\delta = 180^{o} \div 360^{o}$ P тескери мааниге ээ. Демек, автоматика δ өлчөп иштей турган болсо, анда анын төмөндөгүдөй артыкчылыгы болот:

а) бурч δ электр берүүнүн бардык өзгөрүлөрүндө же бузулганга чейин статикалык туруктуулукту толук мүнөздөйт;

б) активдүү кубаттуулук эң чоң маанисине жеткенден кийин да бурч δ өсө баштайт, демек автоматиканын сезгичтигин жогорулатат;

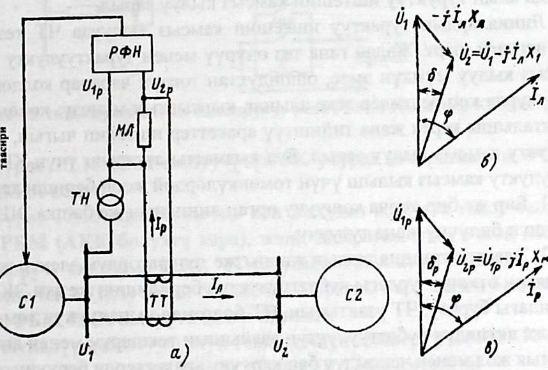
в) бурч δ тутуучу автоматика аны түз өлчөйт, оңдоо жумуштарында, түзмөк өзгөргөндө да иштөөчү, бурчту $\delta_{иш}$ өзгөртүүнүн зарылчылыгы жок, эгерде агуучу аша кубаттуулук аз болгон учурда өзүнүн иштөө маанисин жоготпойт. Сүрөт 10. 13 бул түзмөк көрсөтүлгөн.



Сүрөт 10. 13 эки чыңалуунун ортосундагы бурчту тутуу менен иштөө, үстөк жүктөн сактоо автоматикасынын түзүлүшү.

Бул сүрөттү эч негизги элемент реле **РФН** (разность фазных напряжений) фазалык чыңалуулардын айырмасын өлчөөчү реле, ал **С1** жагына орнотулган. Ал эми **С2** жактагы чыңалууну өлчөш үчүн атайын берүүчү аспаптардын түзмөгү бар, б. а. $П_р$ – берүүчү (передатчик), **ПР**– кабыл алгыч (приемник), алар чыңалуунун трансформаторлору аркалуу кошулган. Реле **РФН** белгилүү коюлган бурчта иштейт – $\delta_{иш}$, эгерде фазалык бурч $\delta_{иш}$ жетсе, реле иштеп ар кандай аракетти аткарууга белги берет. Белгилүү өлчөмдөгү аракет бериш үчүн бир канча реле **РФН** колдонулат, алардын иштөө бурчтары $\delta_{иш1}$, $\delta_{иш2}$ ж. б. болот.

Сүрөт 10.14 гө автоматиканын бөлөк түрү көрсөтүлгөн, мында фазалык чыңалуу алыска берилбейт. Кабыл алуучу подстанциядагы чыңалуу линиянын үлгүсү аркалуу түзүлөт.



Сүрөт 10.14. кабыл алуучу жагындагы чыңалуу линиянын үлгүсү аркалуу фазалык бурчту тутуучу үстөк жүктөн сактоочу автоматика.

Багыттык (векторлук) диаграммада көрсөтүлгөндөй линиядагы ток $I_л$ жана С1, С2 фазалык чыңалуу төмөндөгүдөй байланышта болот

$$\ddot U_2 = \ddot U_1 - j\ddot I_л X_л \text{ кВ,} \qquad (10.13)$$

Теңдеме (10. 13) көрсөтүлгөндөй U_2 алыш үчүн U_1 ден линиядагы чыңалуунун басаңдашын алып салыш керек. Ошондуктан линиянын үлгүсү колдонулат, М Л. Линиянын индуктивдүүлүк каршылыгы жогору. Моделдеги индуктивдүүлүк каршылык

$$X_{мл} = X_{л}\frac{K_{I}}{K_{U}}\quad \text{Ом}, \quad (10.14)$$

Мында K_I, K_U – токту жана чыңалуунун өлчөөчү трансформаторлору. Моделдеги чыңалуу

$$\ddot{U}_{2р} = \ddot{U}_{1р} - j\ddot{I}_{р}X_{мл}\ \text{В}, \quad (10.15)$$

Ушунун негизинде фазалык чыңалуулардын айырмасын өлчөш үчүн атайын аспап иштелип чыгарылган.

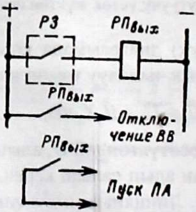
10.5.5 Линия өчүрүлгөндө турактуулуктун бузулушун жоюучу автоматика

Жогоруда көрсөтүлгөндөй линиянын өткөрүмдүүлүк жөндөмүн толук пайдаланууда калыпталган учурун тез жана күтүүсүз бузулушунда анын туруктуу иштешин камсыз кылуу зарыл.

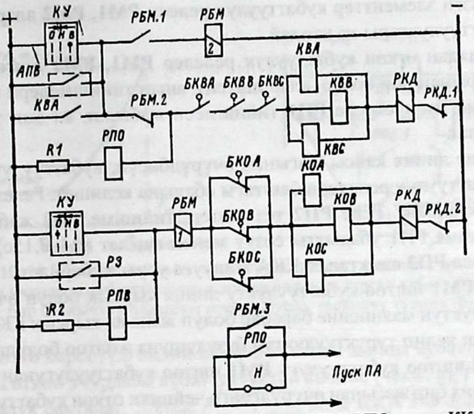
Линиялардын турактуу иштешин камсыз кылууда ЧТ тез өчүрүү негизги шарт. Жалаң гана тез өчүрүү менен турактуулукту толук камсыз кылуу мүмкүн эмес, ошондуктан топтук чаралар колдонулат. Бул учурда көп белгилер эске алынат, кырсыктык мүнөзү, көлөмү так аныкталышы керек жана тийиштүү аракеттер иштелип чыгып, турактуулукту камсыз кылуу зарыл. Бул кызматты аткарыш үчүн ККА туpактулукту камсыз кылыш үчүн төмөнкүлөрдөй жооп бериши керек.

1. Бир же бир канча кошуучу орган линиянын же башка ЭШ өчүрүлүшүн билүүчү жана тутуучу.

2. Электростанциялардын жалпы же генератордун электр жүгүн, линиядан өткөн учурдагы кубаттуулуктун берилишин же эки ЭКК ортосундагы бурчту, ЧТ узактысын, ЧТ болгондо чыңалуунун төмөндөшүн же активдүү кубаттуулуктун азайышын текшерүү менен автоматикалык жол менен ченемдүү башкаруучу аракеттерди берүүчү орган.



Сүрөт 10. 15 ККА кошумча реле менен кошуу

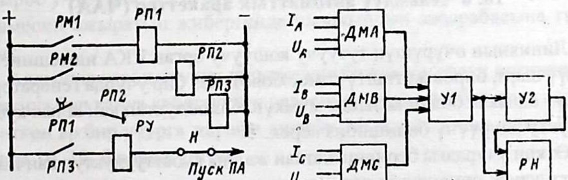


сүрөт 10. 16 ажыраткычтын башкаруучу реле РБМ, РПО менен ККА кошуу

Сүрөт 10.15 ККА кошуу үчүн РК учурда ажыраткычты өчүрөт жана ККА кошот.

Сүрөт 10.16. ажыраткычты көп жолудан кошууга тыюу салуучу реле **РБМ (АКК** бөлүктү кара), жана ажыраткычтын өчкөн абалын текшерүүчү тийишме **РПО. ЧТ** болгондо **РК** иштеп тийишме жабылат жана **ККА (ПА)** белги берилет. Ажыраткыч кол менен башкарылганда, **РБМ ККА** кошууга белги берилет.

Активдүү кубаттуулуктун төмөндөшүн текшерүү менен ККА иштөөсүн камсыз кылуучу түзмөк. Сүрөт 10.17 көрсөтүлгөн



Сүрөт 10. 17 кубаттуулук төмөндөшүн текшерүү менен ККА кошуу
а) реле менен, б) УПА1 аспабы менен.

Негизги элементтер кубаттуулук релеси **РМ1, РМ2** алардын иштөө кубаттуулуктары ар кандай.

Линиядан өткөн кубаттуулук релелер **РМ1, РМ2** иштөө кубаттуулуктарынан чоң болсо, алар иштейт, анын тийишмелери жабылат, ошонун негизинде реле **РП1** тийишмеси жабылат, ал эми тийишме **РП2** ачылат.

Эгерде линия кайсы жагынан өчүрүлбөсүн, кубаттуулук төмөндөйт, кубаттуулук релелери баштагы абалына келишет. Релелер **РП1, РП2** азыктанбайт. Реле **РП2** тез иштеп, тийишме **РП2** жабылат, ал эми тийишме РП1 убакытты созуу менен ачылат (0,1-0,15с). Ошондуктан реле **РП3** азыктанат. ККА кошууга уруксат берилет.

Реле **РМ1** иштөө кубаттуулукту линия кырсык болуп өчкөндөгү кубаттуулуктун маанисине барабар болуп жана ал кырсык ККА иштешине алып келип туруктуулуктун бузулушуна жолтоо болушу зарыл. Реле **РМ2** иштөө кубаттуулугу **РМ1** иштөө кубаттуулугунан кичине, бирок линия бир жагынан өчүрүлгөнгө чейинки өткөн кубаттуулуктан чоң болсун, линия бир жагынан өчкөндө, анда чыңалуу бар, ошондуктан коронадагы ысырап кубаттуулугунан чоң болсун.

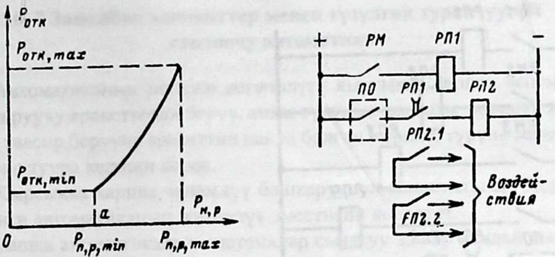
Ушундай эле автоматикалык **УПА1** аспапы менен аткарса болот (сүрөт 10. 16, б). реле РН күчөткүчтөр **У1, У2** келет. **У2** убакытты созуучу инерциялык элемент.

Эгерде линиядагы кубаттуулук өзгөрбөсө, же жай өзгөрсө, анда **У1, У2** чыккан белги бирдей РН иштебейт. Линия өчүрүлгөндө жана кубаттуулук төмөндөгөндө **У1** чыккан белги тез жоюлат, ал эми **У2** дан чыккан белги жай азаят, ошол учурда **РН** иштөөгө уруксат, ККА-нын иштешине белги берилет.

10. 6 Ченемдүү автоматтык аракеттер (ЧАА)

Линиянын өчүрүшүн тутуучу кошуучу орган ККА иштешине керектүү шарт, бирок жетиштүү эмес болот. Кээ бир учурда генераторду өчүрүү ашыкча болуп калышы мүмкүн. Ошондуктан канчалык кубаттуулукту өчүрүүнү билишибиз керек.

Өткөн учурдагы берилип жаткан жалпы кубаттуулуктун канчалык кубаттуулугу өчүрүлүшү керектигин динамикалык турактуулукту ар кандай жүктөрдө бир канча эсептөөлөрү жүргүзүү менен аныкталынат. Ал көз карандылык сүрөт 10. 18 көрсөтүлгөндөй болушу мүмкүн



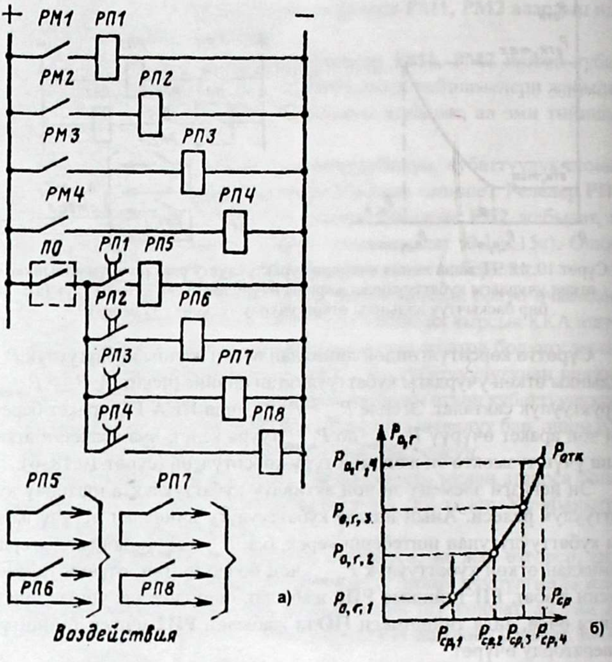
Сүрөт 10. 18 ЧТ жана линия өчкөндө туруктуулукту сакташ үчүн алдынкы өткөн учурдагы кубаттуулукка жараша өчүрүлө турган кубаттуулук (а); бир баскычтуу алдынкы өткөн учурду тескөөчү түзмөк (б).

Сүрөттө көрсөтүлгөндөй линиядан өткөн жалпы кубаттуулук $P_{пр}$, алдынкы өткөн учурдагы кубаттуулуктан кичине (чекит а), $P_{пр} > P_{пр\,min}$, туруктуулук сакталат. Эгерде $P_{пр} > P_{пр\,min}$ анда **ККА ГӨ** аракет берет. Эң чоң аракет өчүрүү $P_{отк.max}$ до $P_{прмах}$ туура келет. Бул аракетти аткарыш үчүн түзмөктө эң жөнөкөй түрү көрсөтүлгөн (сүрөт 10.18, б).

Эң негизги элемент эң чоң активдүү кубаттуулукта иштөөчү кубаттуулук релеси. Анын иштөө кубаттуулугу линиядан өтүүчү жалпы кубаттуулугунан иштебеши керек, б.а. $P_{мл} > P_{пр\,min}$ коюлат. Эгерде линиядан өткөн кубаттуулук $P_{пр\,min}$ чоң болсо иштеп, өзүнүн тийишмесин жабат, **РП** тийишме **РП1** жабылат, ошондой эле ушул учурда линия өчсө, анда тийишмеси **ПОда** жабылат, **РП2** иштеп тийиштүү генераторду өчүрөт.

Реле РП1дин тийишмеси убакытты бир аз созуу менен иштейт (ажыроо учурунда) 0,2 с, бул болсо ЧТ болгондо реле **РМ** өзүнүн тийишмесин ажыратып жибергенде чынжырдын ажырабасына тыюу салат.

Алдынкы өткөн учурду текшерүүчү болуп жигердүү иштөөчү автоматика бир канча кубаттуулук релесинен турат. Ар бир реле алдынкы өткөн ар бир учурга жараша иштейт. Мындай түзмөк сүрөт 10.19, а жана 10. 19, б көрсөтүлгөн.



Сүрөт 10. 19, а. Автоматиканын түзмөгү

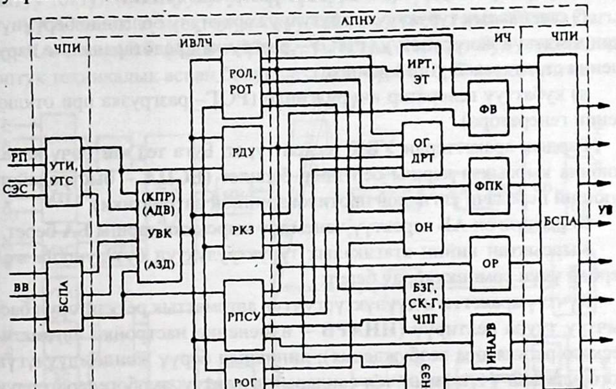
Бул сүрөттөрдө релени иштешине жараша генераторду өчүрүү кубаттуулуктар көрсөтүлгөн. Сүрөттө көрсөтүлгөндөй алдынкы өчкөн учурга жараша биринчи релени иштөө кубаттуулугу $P_{ср1}$ ден $P_{ср2}$ чейин болот, анын аракети менен кубаттуулугу $P_{ог1}$ барабар болгон генератор өчүрүлөт. Бул көп баскычтуу. Баскычы канчалык көп болсо, анда $P_{ог} = f(P_{ср})$ көп болот, бул $P_{отк} = f(P_{пр})$ жакындашына алып келет. Калган түзмөктөрдү окуу китептерден тапса болот.

10. 7 Заманбап элементтер менен түзүлгөн туруктуулук сактоочу автоматика

Автоматиканын негизги өзгөчөлүгү кырсыкка каршы ченемдүү башкаруучу аракеттерди берүү, анын түрү, ыкчамдыгы мөөнөтү жана тобу, таасир берүүчү аракеттин пайда болгон жерине, түрүнө жана өлчөмүнө туура келиши керек.

Кырсыкка каршы ченемдүү башкаруунун ашыктыгы же жетишпестиги автоматиканын жигердүү эместигин көрсөтөт.

Башка автоматикалык системалар сыяктуу эле ар кандай кызмат аткаруучу бөлүктөрдөн турат. Негизги элементи катары анын негизги бөлүгү болуп, өлчөөчү бөлүгүнүн логикалык жана эсептөөчү бөлүктөрү менен биригиши (**ИВЛЧ**-измерительно-вычислительная логическая часть). Бул бөлүк өнүккөн маалымат чогултуучу жана берүүчү бөлүгүнөн алынган маалыматты кайра иштеп чыгат (**ЧПИ**-часть передачи информации). Аткаруу бөлүгү (**ИЧ**– исполнительная часть) **ИВЛЧ** алынган маалымат боюнча түзмөк башкаруу аракети (**БАСУВ** – управляющее воздействие) аткаруучу бөлүккө берет.



Сүрөт 10. 20. туруктуулуктун бузулууну токтотуучу автоматиканын түзүлүшү. Аларды автоматтык эске тутуу (АЭТ) (АЗД – автоматическое запоминание воздействия).

Жогоруда көрсөтүлгөндөй өзгөчөлүктөрү бар (сүрөт 10.20). алар-га төмөнкүлөр кирет: мурунку абалды текшерүү (**МАТ**) (**КПР**– контроль предшествующего режима); кырсыкка каршы ченемдүү автоматикалык аракет (**ККЧАА**) (**АДВ** – автоматическое дозирование воздействий);

Азыркы учурда автоматиканы санариптик башкаруу эсептегич комплекс (**УВИ** – управляющий вычислительный комплекс) аткарат. Бул **ИВЛЧ** курамында болот. Ал эми **АЭТ (АЗД)** башкаруучу аракетти – **БА** аткарыла турган жерге орнотулат. Ошондуктан ал бөлөк жакта болот.

Ошондой эле таасир берүүчү аракеттердин негизинде бул автоматиканын курамында ар кандай автоматтык аспаптар болот. Алар ар кандай жүктөрдү азайтат жана төмөнкү түрлөрү бар:

а) линия, трансформатор өчүрүлгөндө жүктү азайтуу (**РОП** – разгрузка при отключении линии, **РОТ**-разгрузка при отключении трансформатора).

б) динамикалык туруктуулук бузулуу коркунучу болгондо (**РДУ** – разгрузка при динамической устойчивости),

в) чукул туташуу болгондо (**РКЗ**-разгрузка при **КЗ**).

г) статикалык туруктуулук бузулуу коркунучу болгондо берүүнүн жөндөмдүгүн жогорулатуу (**РПСУ**– разгрузка предотвращение нарушения статической устойчивости),

д) кубаттуу генератор өчүрүлгөндө (**РОГ**– разгрузка при отключении генератора).

Бардык аракеттерди **УВК** тескеп турат. Буга тез иштөөчү канал боюнча кырсыкка каршы белгилер берилет (**БСПА** – быстродействующий передачи сигналов противоаврийной автоматики).

Көрсөтүлгөн **АБ** керектүү ченемдүү кырсыкка каршы **БА** берет.

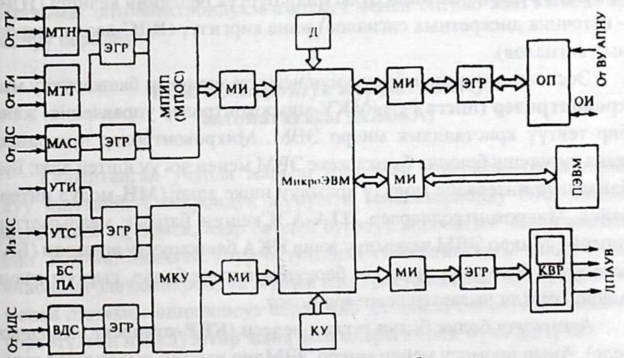
Кырсыктан кийин статикалык туруктуулуктун бузулушуна жол бербөө үчүн төмөнкүлөрдү берет:

Күчтүү аракеттеги дүүлүктүргүчтүн автоматтык регуляторун баскычтуу туура келтирүү (**ИНАРВ** – изменение настройки автоматического регулятора возбуждения); линиянын берүү жөндөмдүүлүгүн жогорулатыш үчүн анын чен сандарын өзгөртүү; турбогенератордун кубаттуулугун узак мөөнөттө азайтуу (**ДПТ**-длительная разгрузка турбин); гидрогенераторду жана жүктү өчүрүү (**ОГ, ОН** – отключение гидрогенераторов и нагрузки), б. а электросистеманын ашыкча жүк жагында генераторду өчүрөт, ал эми жетишсиз жагында жүк өчүрү-

лөт; гидрогенераторлорду тез жүктөө (**БЗТ** – быстродействующая загрузка гидрогенераторов); синхрондук компенсаторду жыштык боюнча кошуп, аны генераторго айландыруу (**СП-Г** – первод **СК** на генераторный режим).

Динамикалык туруктуулуктун бузулушуна жол бербөө үчүн төмөнкү аракеттерди берет: дүүлүктүргүчтү ыкчамдуу (**ФВ** – фарсировка возбуждения); турбогенераторлодун кубаттуулугун тез, кыска мөөнөттө төмөндөтүү (**ИРТ** – импульсная разгрузка паровых турбин); генераторлордун кээ бир бөлүгүн электр жолу менен басаңдатуу же генераторду өчүрүү (**ЭТ** – электрическое торможение, или **ОГ** – отключение генератора); баскычтуу тез жол менен төмөнкүлөрдүн чен сандарын өзгөртүү: а) индуктивдүүлүк каршылыгын; б) өзгөрмөлүү чыңалуудагы линиянын учтарындагы **ЭКК** ортосундагы бурчту δ чектелген маанисине жеткирүү – бул үчүн удаалаш компенсацияны ыкчамдуу (**ФПК** – фарсировка продольной компенсации), электрэнергиясын топтогучту колдонууну ыкчамдатуу (**ФНЭЭ** – форсировка накопителей электроэнергии), электр берүүнүн жана коюлган туруктуу токтун кубаттуулугун бүртүктүү өзгөртүү.

ККА бөлөк түзмөктөрүн окуу китептеринен тапса болот. Дагы бир КАА же **АЭТ (АДВ-АЗД)** түрүн карап көрөлү. Бул автоматика топтук техникалык аспап болуп сакталат сүрөт 10.21 көрсөтүлгөн



Сүрөт 10. 21. ККА ЧАА башкаруучу аракетти берүүчү программа – техникалык аспаптын түзүлүш (**ПТА-АЭТ**)

Өлчөөчү – өзгөрткүч бөлүгү, өлчөөчү үч фазалуу жана токтун трансформаторунан **(TV, TA),** андан чыңалуунун жана токтун модулу азыктанат (**МТН, МТТ**), алар көп функциялуу өлчөөчү өзгөртүүчү микропроцессорго кошулган (**МПИП**– микропроцессорный измеритель преобразователя), же аны процессорго кирүү алдына жышанакты кайра иштөөчү деп айтат (**МПОС**-модул процессорный обработки сигналов).

Ал маалымат чен сандарын санариптик белгиде түзөт (амплитудасын, фазасын, жыштыгын) жана үч фазалуу чыңалуу жана токтун симметриялык бөлүгүн, жылыш бурчун, түз, тескери жана нөл удаалаштыктардын активдүү, реактивдүү кубаттуулуктарын, башкарылуучу энергетикалык бөлүктүн электр эмес чен сандарынын өзгөрүшүн белги бергич (**ДС**-датчик сигналов) окшоштук белгинин модулуна келет (**МАС**-модуль аналоговых сигналов). Бөлүктөрдүн ортосунда Гальваникалык электр бөлгүчү коюлган (**ЭГР** – электрическая гальваническая развязка).

Бул түзмөктө көп ар кандай санариптик белгилердин келиши көрсөтүлгөн: байланыш каналы (**КС** – канал связи), автоматикалык маалымат теле өлчөө (**УТИ** – устройство телеизмерения), теле белги (**УТС** – устройство телесигнализации), ККА белгилерин тез берүүчү (**БСПА**), бүртүк белгинин булагынан бүртүк белгинин келиши (**ИДС** – источник дискретных сигналов) жана киргизүү (**ВДС**-ввод дискретных сигналов).

Эсептөө-логикалык бөлүгүнүн негизги элементи башкаруучу **микроконтролер (micro PC)** (**МКУ**-микроконтролер управления) жана бир тектүү кристаллдык микро ЭВМ. Микроконтролер программа жана түзүлүшү боюнча башка жеке ЭВМ менен чогуу иштей алат. Бул байланыш интервейс модулу аркылуу ишке ашат (**МИ**-модул интервейс). Микроконтроллерлер **ПТА-АЭС**келген бардык маалыматтар топтойт. Микро ЭВМ ченемдүү жана **ККА** башкаруучу аракетти (**БА**) эске тутат. Ченемдүү аракетти берүүнүн негизи болуп, сырткы өздүк микро ЭВМди чыгарган эсептери болот.

Аткаруучу бөлүк болуп геркон релеси (**КВР**-комплект выходных реле). Анын оромосу менен микро ЭВМдин чыккан чынжырлар гальваникалык болуп бөлүнгөн (**ЭГР**).

Аткаруучу бөлүккө жана малымат берүүчү элементке төмөнкүлөр кирет: аспаптын иштеши же анын бузулушу. Бул жөнүндө башкаруучу нукур чечмелеп берет (**КУ**-клавиша управления). Бардык маалымат суюк кристаллдык тамга-сан дисплейинде чагылдырып көрсөтүлөт.

Калыптанган абалда **ПТА-ЭТА** мерчим менен (**2-3 с** аркылуу) түзмөк жана иштөө чен сандары боюнча телеавтоматикадан жана жергиликтүү келген маалыматты кабыл алып жана анын аныктыгын текшерип турат. Аларды сырткы өздүк ЭВМди бир тектүү кристаллдык ЭВМ эсине тутулган маалыматтар менен салыштырат. Алар мүмкүн боло турган кырсык абалдарга ченемдүү кырсыкка каршы БА эсептеп турат, ошондой эле ченемдүү БА буйрук боюнча таблицаны толтуруп турат. Аткарыла турган программаны түзөт жана анын аткарылышын эске тутат. Техникалык жана программалык каражаттарды текшерүү абалын билип турат, ошондой эле кызматчынын талабы боюнча учурдагы ченемдүү БА билдирет.

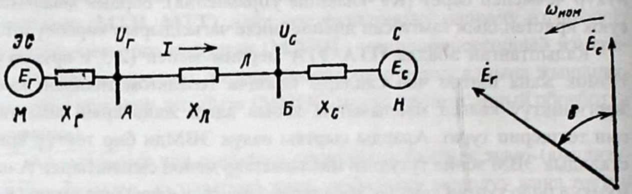
Кырсык болгон кошуучу органдардын белгиси боюнча өндүрүш жыштыгынын учурда бирдик мезгилинин узундугунда **ПТА-АЭТ** тийиштүү кырсыкка каршы чендүү БА ишке киргизилет (**ДПАУВ**-дозированные противоаварийные управляющие воздействия).

Жогорку деңгээлде туруучу автоматтык башкаруучу элементтер менен маалыматты алмашуу көрсөтүлгөн. (**ОИ**-обмен информацией), маалымат оптоэлектрондук өзгөрткүч менен оптико-жип каналы аркылуу берилет.

10. 8. Асинхрондук жүрүштү жоюу автоматикасы (АЖЖА)

Калыптанган учурда жарыш кошулган генераторлор синхрондуу иштешет. Синхрондук жүрүштө генераторлорду ЭКК бирдей жыштыкка ээ, демек, алар бирдей бурчтук ылдамдык менен айланышат. Жарыш иштеген учур бузулганда **синхронсуздук** пайда болот. Ошондой эле асинхрондук жүрүш электростанцияны электросистема менен линияны синхронсуз кошкондо да пайда болот. АЖ төмөндө көрсөтүлгөн **кубулуштар** жана **белгилери** менен мүнөздөлүнөт.

1. Синхрондук эмес ЭКК ортосундагы бурчтун мезгилдүү өзгөрүшү



Сүрөт 10. 22. электростанция менен системанын байланыш түзмөгү (а), ЭКК вектору (б)

Булардын ортосундагы каршылык

$$X_{\Sigma} = X_{г} + X_{л} + X_{с}, \text{ Ом} \qquad (10.16)$$

Мында $X_г$, $X_л$, $X_с$ – генератордун, линиянын жана системанын индуктивдүүлүк каршылыктары, Ом.

Туура иштеп жатканда ЭКК векторлору синхрондук бурчтук ылдамдык менен айланышат $\omega_н$ жана бурч δ, бурч линия аркылуу берилген активдүү кубаттуулукка туура келет. Туруктуулук бузулганда электростанцияда системага берген активдүү кубаттуулук азаят, бирок турбинанын кубаттуулугу ошол бойдон калат, демек турбинанын, генератордун айлануу жыштыгы өсөт. Ал эми системада кубаттуулук жетишсиз болот, системадагы генераторлор ылдамдыгын азайтат, жыштыгы төмөндөйт, ЭКК жыштыгы азаят. Ошондуктан электростанциянын жана системанын генераторлорунун ЭКК ар кандай жыштык менен айланышат. Жыштыктын айрымасы **жылыш** (скольжение) деп аталат.

$$\omega_s = \omega_н - \omega_н \qquad (10.17)$$

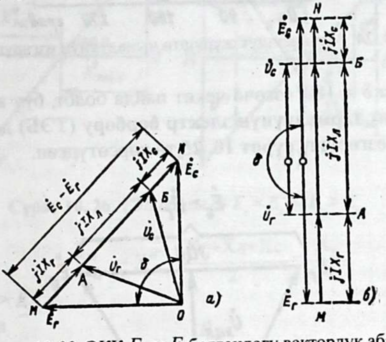
$$f_s = f_г - f_с \qquad (10.18)$$

ω_s, f_s – **жылыштык** бурчтук ылдамдыгы, жыштыгы.

АЖ жылыштын жыштыгы туруктуу болбойт, өзгөрөт. Демек, АЖ биринчи белгиси **синхрон эмес ЭКК ортосундагы бурч 0° тан 360°**ка чейин өзгөрөт.

2. Чыңалуунун мезгилдүү өзгөрүшү(термелүүсү)

Электр берүүсүндөгү линиянын мүнөздүү чекиттеринде асинхрондук жүрүштөгү абалын карап көрөлү. $E_с$ векторун кыймылсыз деп, ал эми $E_г$ вектору буга салыштырмалуу айлануу жыштык $f_с$ менен айланат. ЭКК сан жагынан $E_г = E_с$. Бир канча мүнөздүү абалды карап көрөлү. Вектордук чоңдуктардын абалы **сүрөт 10-23** көрсөтүлгөн.



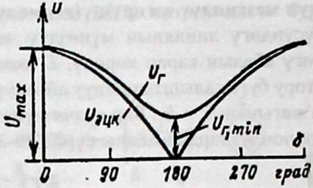
Сүрөт 10-23. ЭКК $E_г = E_с$ болгондогу вектордук абал,
а) $\delta = 90^0$, ал эми б) $\delta = 180^0$.

Сүрөттө көрсөтүлгөн абалды төмөндөгү теңдеме менен жазса болот,

$$E_с - E_г = jIX_г + jI_{11} + jIX_с, \text{ кВ} \quad (10.19)$$

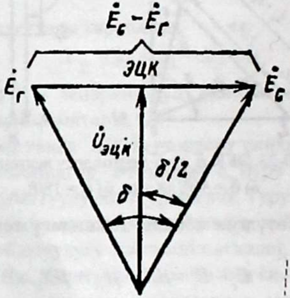
Ар бир ЭКК учтарынан генератордо жана системада болгон чыңалуунун басаңдашын жойсок, ЭКК чекитти алабыз **А, Б.** Калган айырма линиядагы чыңалуунун басаңдашы болот. Чекиттер **А, Б**ны нөл чекити менен туташтырсак, анда генератор менен системанын шинасындагы чыңалууну берет, $U_г$, $U_с$.

Андан ары $E_г$ векторунун $E_с$, векторуна салыштырмалуу айланса чыңалуулар $U_г$, $U_с$ да өзгөрөт (**сүрөт 10. 23, б**), бурч 180^0 болгондо $U_г$, $U_с$ жаңы абалга ээ болушат. Эгерде дагы бир канча вектордук түзүлүштү карасак, линиянын ар кайсы чекитинде чыңалуу мезгилдүү эң чоң маанисинен эң кичине маанисине чейин өзгөрөт. **Сүрөт 20. 24**тө асинхрондук жүрүштүн бирдик мезгилинде генератордун шинасындагы чыңалуунун өзгөрүшү көрсөтүлгөн.



Сүрөт 10. 24. Асинхрондук жүрүштө чыңалуунун өзгөрүшү ($E_с = E_г$)

Линияда δ = 180^0 өзгөчө чекит пайда болот, бул жерде чыңалуу нөл. Бул чекит **термелүүнүн электр борбору (ТЭБ)** деп аталат. ТЭБ чыңалуунун өзгөрүшү **сүрөт 10. 25** тө көрсөтүлгөн.



Сүрөт 10. 25. ТЭБ аныктоо үчүн түзүлүш Ег=Ег

$E_с = E_г = E$ болгондо ТЭБ сызык $E_г = E_с$ ортосунда жайгашкан, бурч δ тең экиге бөлүнөт. Ошондуктан ТЭБ чыңалуу төмөндөгүчө аныкталат

$$U_{ТЭБ} = E\cos\frac{\delta}{2}, \text{ кВ} \qquad (10.20)$$

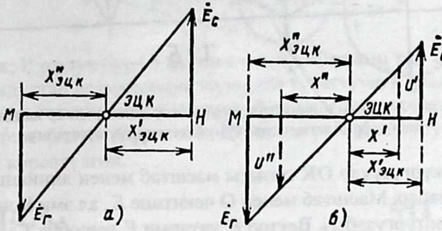
же

$$\frac{E_с - E_г}{2} = E\sin\frac{\delta}{2}, \text{ кВ} \qquad (10.21)$$

$$E_с - E_г = 2E\sin\frac{\delta}{2}, \text{ кВ} \qquad (10.22)$$

Эми ТЭБ чейинки каршылыкты аныктайлы, ал **сүрөт 10. 26** көрсөтүлгөн. **Сүрөт 10. 26, а** $E_с - E_г$, сүрөт 10. 25, б $E_г > E_с$

Эгерде ЭКК бирдей болсо, анда ТЭБ чейинки каршылык бирдей болот



Сүрөт 10. 26 *ТЭБ абалы а)* $E_г = E_с$ б) $E_г > E_с$

$$X'_{тэб} = X''_{тэб}\,\frac{Xг+Xл+Xс}{2} = \frac{X_{\Sigma}}{2}, \qquad \text{Ом} \quad (10.23)$$

Эгерде $E_г > E_с$

$E_с$ **ЭККтөн**

$$X'_{тэб} = X_{\Sigma}\frac{E_с}{Eг + Eс}, \qquad \text{Ом} \quad (10.24)$$

$E_г$ **ЭКК төн**

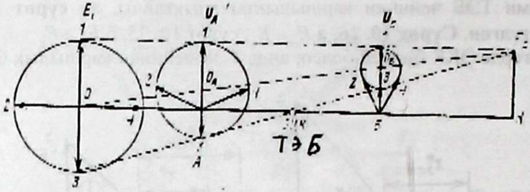
$$X''_{тэб} = X_{\Sigma}\frac{Eг}{Eг + Eс}, \qquad \text{Ом} \quad (10.25)$$

Линиядагы калган чекиттеги $\delta = 180^o$ чыңалуу төмөндөгүчө аныкталынат

$$U' = E_с\frac{X'}{X'тэб}, \qquad \text{кВ} \quad (10.26)$$

$$U'' = E_с\frac{X''}{X''тэб}, \qquad \text{кВ} \quad (10.27)$$

Сүрөт 10. 27 *Асинхрондук жүрүштөгү линия боюнча чыңалуунун өзгөрүшү көрсөтүлгөн*



Сүрөт 10. 27 Асинхрондук жүрүштөгү линиянын ар кандай чекиттериндеги чыңалуунун мезгилдүү өзгөрүшү.

Муну жүргүзүүдө **ОК** сызыгы масштаб менен линиянын каршылыгына барабар. Масштаб менен **О** чекитине $E_г$, ал эми **К** чекитине E_c векторлорун тургузабыз. Вектор $E_г$ учтарын E_c кошобуз. Сызык **О-$О_А$-$О_Б$** айланып, геометрикалык борбору болот.

Демек экинчи мүнөздүү белги болуп, линиянын бардык чекиттеринде **чыңалуунун жылыштык жыштык менен мезгилдүү өзгөрүүсү (термелүүсү)** болуп саналат

3. Токтун мезгилдүү өзгөрүшү (термелиши)

Асинхрондук жүрүштө ток барабар

$$I\text{ас.ж} = \frac{Ec - Eг}{X_\Sigma}, \quad \text{кА} \quad (10.28)$$

же

$$I\text{ас.ж} = \frac{2E}{X_\Sigma}\sin\frac{\delta}{2} \quad \text{кА} \quad (10.29)$$

бурч $\delta = 180^0$ ток эң чоң мааниге ээ болот, ал эми $\delta = 0^0$, $\delta = 360^0$, ток нөлгө барабар.

$$I\text{ас.эч} = \frac{2E}{X_\Sigma}, \text{кА} \quad (10.30)$$

Эгерде $E_c \neq E_г$, болгондо эң чоң мааниси теңдеме (10.28)аныкталынат.

Бурч $\delta = 180^0$ болгон ЭКК айрымасы

$$E_c - E_г = E_c - (-E_г) = E_c + E_г \quad (10.31)$$

себеби $E_г$, E_c ке каршы багытталган. $\delta = 180^0$ **токтун мааниси**

$$I\text{ас.ж.эч} = \frac{Ec - Eг}{X_\Sigma}, \text{кА} \quad (10.32)$$

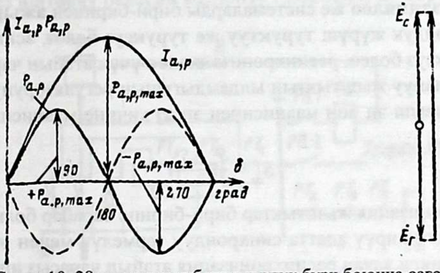
Демек, үчүнчү мүнөздүү белги болуп, **жылыштык жыштык менен токтун мезгилдүү өзгөрүшү (термелиши) болуп саналат**

4. Активдүү кубаттуулуктун мезгилдүү өзгөрүшү (термелүүсү)

Активдүү кубаттуулуктук бурч δ өзгөрүшү төмөнкү теңдеме менен аныкталат

$$P = \frac{E_г U_c}{X_\Sigma} sin\delta, \text{ кВт} \qquad (10.33)$$

Демек, **P** токтук бурч δ менен аныкталат, ал эми ток $\frac{\delta}{2}$ аныкталынат. Ошондуктан асинхрондук жүрүштө кубаттуулук жылыштын эки эселенген жыштыгы менен өзгөрөт, б. а. мезгилде эки жолу өзгөрөт, оң жана терс болуп. **Сүрөт 10. 28** активдүү кубаттуулуктук бурч δ өзгөрүшү көрсөтүлгөн.



Сүрөт 10. 28 активдүү кубаттуулуктук бурч боюнча өзгөрүшү.

Векторлордун δ – 180° абалы бурч δ = 0°*дон* δ – 180°ка чейин активдүү кубаттуулук бир белгиге жана δ – 90° эң чоң мааниге ээ, ал эми δ – 180°тан δ – 360°ка чейин бөлөк белгиге ээ, бурч, 270⁰ эң чоң мааниге ээ болот. Бул физикалык жол менен төмөндөгүчө түшүндүрүлөт. Генератор биринчи жарым мезгилде генератор катары, ал эми экинчи жарымында двигатель катары иштейт. Ошондуктан, кубаттуулуктун орточо мааниси асинхрондук жүрүштө өтө аз. Синхронизмден чыккан генератор кубаттуулук бербейт.

Эгерде $f_г > f_c$ болсо, анда активдүү кубаттуулук биринчи жарым мезгилде оң, ал эми, экинчи бөлүгүндө терс; ал эми $f_г < f_c$ болсо, анда активдүү кубаттуулук биринчи жарым мезгилде терс, экинчи жарымда оң.

Демек, төртүнчү өзгөчөлүгү болуп, **активдүү кубаттуулуктук жылыштын эки эселенген жыштыгы менен өзгөрүшү.**

10. 8 Асинхрондук жүрүштү жоюучу түзмөктөр

Жогоруда көрсөтүлгөн асинхрондук жүрүштүн белгилери калыптанган иштөөсүнүн бузулушуна жана ЭШна коркунуч туудурат. Ошондуктан асинхрондук жүрүш **2–3** мерчем менен чектелиши керек. Асинхрондук жүрүштүн эң чоң чектелген мааниси **15–30 с** болот. Ушул убакыт синхронизмди калыбына келтириш чаралары колдонулат. Эгерде синхронизм калыбына келбесе, анда асинхрондук жүрүш пайда болгон системалар бири-биринен ажыратылышы зарыл. Синхронизмди калыбына келтирүү жумушу **ресинхронизациялоо** деп аталат. Ошондуктан асинхрондук жүрүштү жоюунун эки түрү бар: **ресинхронизациялоо** же системаларды бири-биринен **ажыратуу.**

Асинхрондук жүрүш **туруктуу** же **туруксуз** болот, асинхрондук жүрүш туруксуз болсо, ресинхронизациялоо үчүн атайын чара колдонулбайт. Айлануу жыштыктын ылдамдыгынын регуляторунун аракети менен жылыш эң чоң маанисинен эң аз кичине маанисине чейин **өзгөрөт,** б. а.

$$S_{\text{ор}} = \frac{S_{\text{эч}} - S_{\text{эк}}}{2} \qquad (10.34)$$

Ресинхронизация жыштыктар бири-бирине барабар болгондо болот. Синхронго кирүү адатта синхрондуу термелүү менен өтөт. Жылыштын мааниси качан ресинхронизация атайын чарасыз ишке ашса, анда жылыштын **мүшкүл** мааниси деп аталат.

Анын мааниси төмөндөгүдөй аныкталынат

$$S_{\text{м}} = \frac{0.0565}{\sqrt{T_{j\text{экв}}}} \qquad (10.35)$$

Мында, $T_{j\text{экв}}$ – механикалык инерциянын туруктуулук эквиваленттиги.

Ресинронизация камсыз болот, эгерде

$$S_{\text{ор}} \leq S_{\text{м}} \qquad (10.36)$$

Асинхрондук жүрүш туруктуу болгондо ресинхронизациялоону камсыз кылыш үчүн, ошондой эле туруксуз асинхрондук жүрүштө ресинхронизациялоону тездетиш үчүн синхронсуз иштеген системалардын жыштыктарын теңдеш үчүн атайын айлануу жыштыктарын теңдөө чаралары колдонулат. Ресинхроизациялоо мүмкүн болбогон учурларда системалаларды ажыратуу ыкмасын колдонушат.

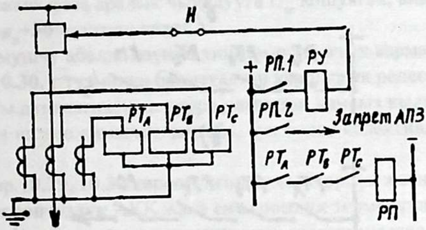
Асинхрондук жүрүштү жоюучу автоматика 3 топко бөлүнөт.

1. ***Синхронизм бузулуу*** белгилери пайда болгондо асинхрондук жүрүштүн биринчи мерчемдин убактысында **кырсыкка каршы башкаруучу аракеттерди берет.**

2. Асинхрондук жүрүштүн бир канча мерчеминен кийин **ресинхронизациялоо** жана асинхрондук жүрүштүн убактысы **30** с ашса анда системаны **бири-биринен ажыратуу.**

3. Туруктуулук бузулганда эң алгачкы учурдан баштап системаны **селективсиз ажыратуу**

Биринчи мерчемде аракетке келүүчү түзмөктөр. Эң жөнөкөйү болуп, тез иштөөчү релесин колдонуу . Сүрөт 10. 29 көрсөтүлгөн



Сүрөт 10. 29 Токтун өсүшү аркылуу иштөөчү тез иштөөчү автоматика

Релени иштөөчү тогу эң чоң жумушчу тогунда, $I_{ж.эч}$ иштебегендей болуп тандалат

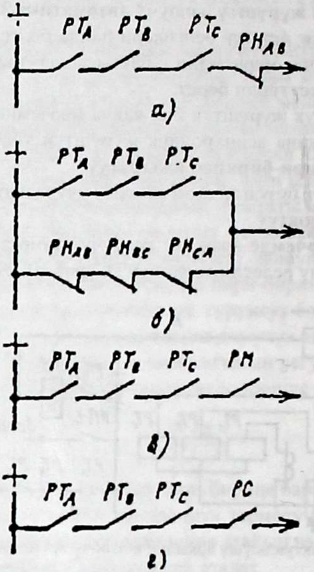
$$I_{иш} = (1.2 \div 1.3)\, I_{ж.эч} \tag{10.37}$$

Токтук релени сезгич коэффициенти бурч 0°дан 180° чыңалуудагы асинхрондук жүрүштүн тогу менен текшерилет

$$K_{сез} = \frac{I_{ас.ж}}{I_{иш}} \tag{10.38}$$

сезгичтик коэффициенттин мааниси **1.4–1.5** болушу керек.

Бул ыкманын жетишсиз жагы эң чоң жумушчу тогунан иштебешин камсыз кылуунун жана бир эле учурда тийиштүү сезгичтик коэффициент алуу камсыз кылуу оорчулугу сезгичтигин жана туура иштешин камсыз кылыш үчүн **тактоочу** органдуу түзмөктөр колдонулат. Ал **сүрөт 10. 30** көрсөтүлгөн.



Сүрөт 10. 30 Тактоочу органы бар автоматика
а) чыңалуунун төмөндөшү менен иштөөчү чыңалуунун релеси
б) жарыш кошулган тийишмелери бар
в) кубаттуулуктун багыты боюнча иштешүү
г) каршылык релеси бар түзмөк

Сүрөт 10.30, а токтун релесин жумушчу тогунда иштебөөгө мүмкүнчүлүк берет. Жүк эң чоң жумушчу маанисине жеткенде, токтун релеси тийишмелерин жабат, бирок тийишме $PH_{АВ}$ ачык. Бул түзмөк ТЭБ жакын жайгашкан подстанцияларда колдонулат, себеби, ТЭБ жакын чыңалуу менен төмөндөйт. Ошондо түзмөк иштейт. Чыңалуунун иштөө чыңалуусу $U_{иш}$ төмөндөгүчө аныкталынат.

$$U_{иш} = \frac{U_{эк}}{1{,}2 \div 1{,}3}, B \qquad (10.39)$$

Мында $U_{эк}$ – эң кичине чыңалуу

Чыңалуунун релесинин сезгичтик коэффициенти синхронсуз иштеген системалардын ортосунда бурч 180°чу өткөрүмдөгү калдык чыңалуу ***U*кал** менен аныкталынат.

$$K_{сез} = \frac{I_{иш}}{U_{кал}} \qquad (10.40)$$

бул коэффициент **1,4 ÷ 1,5** болушу керек.

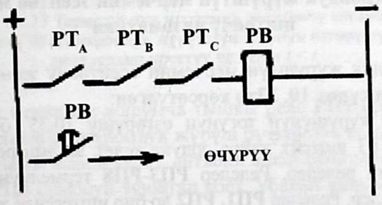
Сүрөт 10.30, б бул түзмөк иштөө тартибинин абалы начарлаганда токтук релениин сезгичтиги төмөндөгөндө колдонулат. Иштөө чен сандарын тандоо жогоруда көрсөтүлгөндөй жол менен аныкталынат.

Сүрөт 10.30, в асинхрондук жүрүштө кубаттуулуктун багытын релеси иштеп автоматиканын туура иштешин камсыз кылат. Реле фазалык ток $I_а$ жана фаза аралык чыңалууга $U_{ас}$ кошулган, анын айлануу моменти $\cos\varphi_р + 30^0$ тушташ келет.

Реле жумушчу абалда өзүнүн тийиишмесин ачык кармайт.

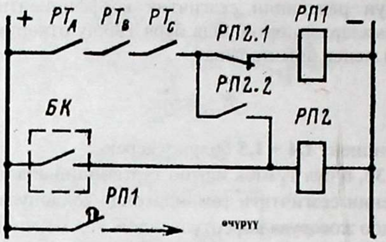
Сүрөт 10.30, г түзмөккө багытталган каршылык релеси коюлган, бул реле дагы автоматиканын туура иштешин камсыз кылат жана автоматиканын иштөө аймагын чектейт, бул болсо селективдүү иштеш үчүн зарыл.

Сүрөттөр 10.29, 10.30 көрсөтүлгөн түзмөктөрдүн жетишсиз жагы **3-ф ЧТ, синхронсуздук** АКК жана **синхрондук** термелүүлөрдө туура эмес иштейт. Кээ бир учурларда туура эмес иштешине жол берилбейт. Ошондуктан убакытты созуу ыкмасы киргизилет. Ал сүрөт 10.31де көрсөтүлгөн



Сүрөт 10.31 Убакытты созуу менен иштөөчү автоматика

Убакытты созуу **0.4 с** бул коңшу жайгашкан линиялардын тез иштөөчү коргоонун иштешин сактайт. Бул түзмөк жогоруда көрсөтүлгөн түзмөктөрдүн аныктоочу органына кошулат.



Сүрөт 10. 32 Автоматиканы ЧТ болгондо кыска мөөнөттө иштен чыгаруучу түзмөк

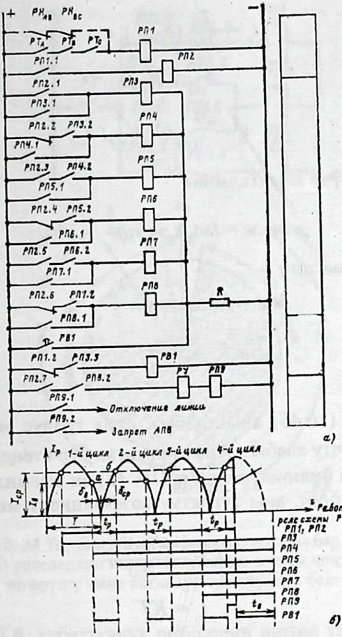
Бул түзмөк ЧТ болгондо автоматика кыска мөөнөттө иштен чыгарат жана линиянын аралык коргоосу термелген учурларда автоматикага тыюу салат. Эгерде асинхрондук жүрүш ЧТсыз болсо, анда токтук реле тийишмелерин жабат, РП1 иштеп ажыраткычты өчүрөт.

ЧТ болуп асинхрондук жүрүш башталганда, термелүүдөн тыюу салуучу тийишмесин **БК** жабып кошумча реле **РП2** иштейт, **РП1** иштен чыгат, себеби **РП2. 1** ажырайт. Тийишме **БК 0,3÷0,4 с** жабык болот. Үч фазалуу ЧТ болгондо жана өчүрүү убактысы тыюу салуу убактысынан чоң болсо, анда **РП2** өзүнүн тийишмесин жабык абалда кармап турат, ЧТ өчкөнгө чейин.

Асинхрондук жүрүштүн мерчемин эсептөө менен иштөөчү автоматика

Асинхрондук жүрүштүн мерчемин эсептөөчү жөнөкөй түзмөгү автоматиканын **сүрөт 10. 33тө** көрсөтүлгөн:

Асинхрон жүрүшүнүн тогунун өзгөрүшү 10.33, б көрсөтүлгөн токтун релеси РТ иштейт, кайра ордуна келет, ал эми реле **РП1, РП2** аны кайталагыч релелер. Релелер **РП3-РП8** термелүүнүн мерчемин эсептөөчү релелер. Релелер **РП1, РП2** ар бир иштегенде жана кайра артына келишинде алардын арганына удаалаш **РП3-РП8** иштешет жана өз алдынча азыктана башташат (**РП3, РП5, РП7** иштейт, **РП4, РП6, РП8** кайра артка келет), ушундай жол менен асинхрон жүрүшүнүн мерчеми эсептелинет. Берилген мерчем өлчөнгөндөн кийин (үч-сүрөт 10. 32, а),



Сүрөт 10. 33 Термелүүнүн мерчемин эсептөөчү автоматика.
а) түзмөгү б) асинхрондук жүрүштүн тогунун өзгөрүшү жана релелердин иреттүү иштеши $t_р < t_а$

анан төртүнчү мерчемде кошумча тышкы реле **РП9** иштейт. Түзмөк баштапкы абалына асинхрондук жүрүш бүткөндөн кийин убакыт релеси **РВ1** жардамы менен келет, анткени анын тийишмеси **РВ1** релелердин **РП3-РП8** ормосун туюктап коет. Убакыт релеси **РВ1** убакыт t_ρ ишке кирет, бул учурда релелер баштапкы абалына келет жана асинхрондук жүрүштүн мезгилин кошумча текшерет. **Убакыт** t_ρ топтук релелери ток кичирейгенден баштап (**чекит а**) релелерин кайра иштешине чейинки (**чекит б**) убакытка барабар. Бул чекиттер иштөөчү бурч $\delta_{иш}(\delta_\varphi)$ жана кайра кайтуу бурчу $\delta_{кай}(\delta_в)$ туура келет.

$$t_\rho = \frac{T}{360}(\delta_{кай}\delta_в), \text{ с} \quad (10.41)$$

$$\delta_{кай} = K_{кай}\delta_{иш} \quad (10.42)$$

$$t_\rho = \frac{T}{360}(1+K_{кай})\,\delta_{иш} \quad (10.43)$$

$\delta_{иш}$ төмөндөгүчө аныкталынат.

$$Iас.ж = Iас.ж.эч\ sin\frac{\delta}{2} \quad (10.44)$$

Релеиин иштөө тогу

$$Iиш = Iас.ж.эч\ sin\frac{\delta_{иш}}{2} \quad (10.45)$$

$$sin\frac{\delta_{иш}}{2} = \frac{Iиш}{I_{ажэч}} \quad (10.46)$$

синусту теңдеме (10.46) аныктайбыз, анда градус менен $\frac{\delta_{иш}}{2}$, бул боюнча толук бурчту алабыз. Аныкталынган бурч теңдеме (10.43) боюнча t_ρ убактысы билинет, теңдеме (10. 43) оң жагындагы сандар, **Т** башкасы, өзгөрүлбөйт, аны туруктуу коэффициент менен белгилеп, мисалы, **К**, деп

$$K = \frac{(1+K_{кай})\delta_{иш}}{360} \quad (10.47)$$

мындан алабыз

$$t_\rho = KT \quad (10.48)$$

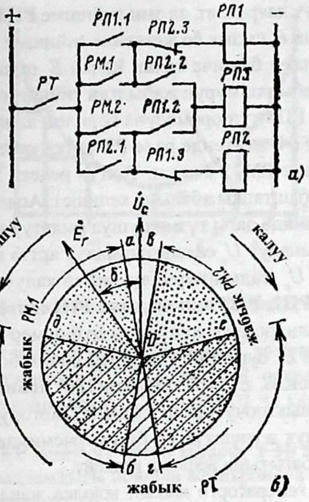
Бул ыкманын жетишсиз жагы синхрондук термелүүдөн ишенимдүү иштешин камсыз кыла албагандык жана кайсы синхронсуз иштеген **ЭКК** жыштыгы чоң экендигин билиш мүмкүн эмес.

Сүрөт 10.34тө топтоштурулган аныктоо органы бар автоматика көрсөтүлгөн. Мында мезгилдүү өзгөрүүчү токтун чоңдугун жана активдүү кубаттуулуктун белгисин эске алат.

Асинхрондук жүрүштүн **эң так белгилери**

Бурч δ – 180° активдүү кубаттуулук өзүнүн белгисин өзгөртөт, ал эми эң чоң мааниге ээ.

Аныктоочу орган токтун релеси **РТ**, ал фаза А га кошулган, ток I_ρ эки багытта иштөөчү кубаттуулук релеси **РМ. 1, РМ. 2,** реле фаза Ага, чыңалуу $U_{ас}$ кошулган жана тез иштөөчү үч реле **РП1, РП2, РП3.**



Сүрөт 10. 34 Топтоштурулган аныктоо органы бар автоматика
а) түзмөгү; б) релелердин иштөө багыттары токтун чоңдугун мезгилдүү өзгөрүшү жана активдүү кубаттуулук белгиси

Сызык **а 0 б,** кубаттуулук релесинин иштөө тилкеси, мында тийишме **РМ. 1** жабык, ал эми сызык **а 0 г** бул тилкеде тийишме **РМ. 2.** Түздөлгөн тилке д **0 е** токтун релеси иштейт жана анын тийишмеси **РТ** жабык.

Калыпталган учурда кырсыкка чейин генератордун ЭКК системанын чыңалуусу $U_с$ өссө, анда бурч δ **а-0-б** релесине туура келет, тийишме **РМ. 1** жабык, бирок тийишме **РТ** ачык, түзмөк иштебейт.

Эгерде асинхрондук жүрүш пайда болсо жана $f_г > f_с$ болсо, анда $E_г$ $E_с$ салыштырмалуу озуу жагына өтөт. $E_г$ сызык **до** жеткенде токтун релеси иштеп, тийишмеси **РТ** жабылат, жабык турган тийишме **РМ. 1** жана **РП2. 3** аркылуу реле **РП1** азыктанат.

Бул реле иштегенден кийин төмөнкү аракеттер аткарылат. Тийишме **РП1. 1** аркылуу өз алдынча азыктанат, тийишме **РП1. 2** аркы-

луу **РП3**тү кошуу даярдалат, ал эми тийишме **РП1. 3** реле **РП2** оромосун өчүрөт. Качан $E_г$ сызык **бо** жеткенде тийишме **РМ. 1** ачылат, бирок реле **РП. 1** иштеген боюнча калат. Качан $E_г$ сызык **г-0** жеткенде тийишме **РМ. 2** жабылат, мурун жабылган тийишме **РП1. 2** аркылуу туруктуу ток реле **РП3** түн оромосуна берилет, ал иштейт. $E_г$ андан ары болгондо сызык **е-0** жеткенде реле **РТ** артка кайтат, андан сызык **е-0** жеткенде тийишме **РМ. 2** ачылат. Токтун релеси **РТ** кайра кайтканда **РП1, РП2** дагы баштапкы абалына келишет. Асинхрондук жүрүштүн кийинки мерчеминде дагы түзмөк ушул сыяктуу иштейт.

Эгерде $E_г$ чыңалуу $U_с$ салыштырмалуу артта калса, анда $f_с > f_г$ болот, $E_г$ чыңалуу $U_с$ салыштырмалуу артта калуу менен айланат. Бул учурда релелер **РП2, РП3** иштейт, реле **РП1** иштебейт.

Реле **РП3** асинхрондук жүрүштүн ар бир мерчеминде иштейт. Бул релени иштеши $E_г$ бурч **180⁰** ашкандан кийин болот, б. а. асинхрондук жүрүш болгондо. $E_г$ бурч δ **0⁰** дан **180⁰ чейин** чегинде синхрондук термелүү аныктоочу орган сезбейт. Жогоруда көрсөтүлгөндөй ар бир синхрондук жүрүштүн ар бир мерчеминде реле **РП1 же РП2** кубаттуулуктун багытына жараша иштейт.

Автоматика генераторго жакын коюлса жана $f_г > f_с$ болсо, анда автоматика генератордун жыштыгын азайтууга аракет берет, ал эми тескерисинче $f_с > f_г$ болсо, анда автоматика генератордун кубаттуулугун чоңойтушка аракет берет.

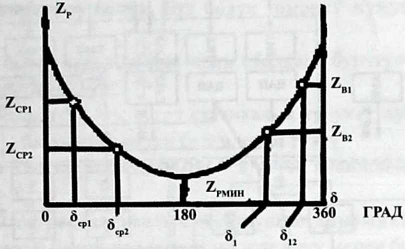
Асинхрондук жүрүштү жоюуда каршылык релесин колдонуу

Каршылыкты өлчөөчү каршылык релеси – **КР**, линиянын тогуна жана подстанциянын өткөрүмдүн чыңалуусуна кошулган, б. а.

$$Z_\rho = \frac{U\rho}{I\rho} = R + jX, \text{ Ом} \qquad (10.49)$$

Асинхрондук жүрүштө, $U\rho$, $I\rho$ синхронсуз **ЭКК** ортосундагы бурч δ жараша өзгөрөт, ошондуктан Z_ρ өзгөрөт. Z_ρ болжолдуу өзгөрүшү **сүрөт 10. 35**де көрсөтүлгөн.

Z_ρ эң кичине маааниси бурч $\delta = 180^0$ болот, эгерде релени орнотулган жери ТЭБ дал келсе $Z_\rho = 0$ болот.



Сүрөт 10. 35. КР каршылыгын асинхрондук жүрүштө өзгөрүшү.

Асинхрондук жүрүштүн мерчеминде Z_ρ төмөндөп иштөө каршылыгына жеткенде иштейт $Z_{иш}(Z_{cp})$, качан Z_ρ өскөндө кайтуу каршылыгына жеткенде кайрылат $Z_{кай}(Z_в)$ сүрөт 10. 34 көрсөтүлгөндөй (Z_{cp1}, Z_{cp2}... $Z_{в1}$, $Z_{в2}$)

Автоматика **КР** кошуучу орган катары, **ТЭБ** туруу жана каршылыгын өзгөртүү ылдамдыгы боюнча асинхрондук жүрүштү аныктоочу орган катары колдонулат.

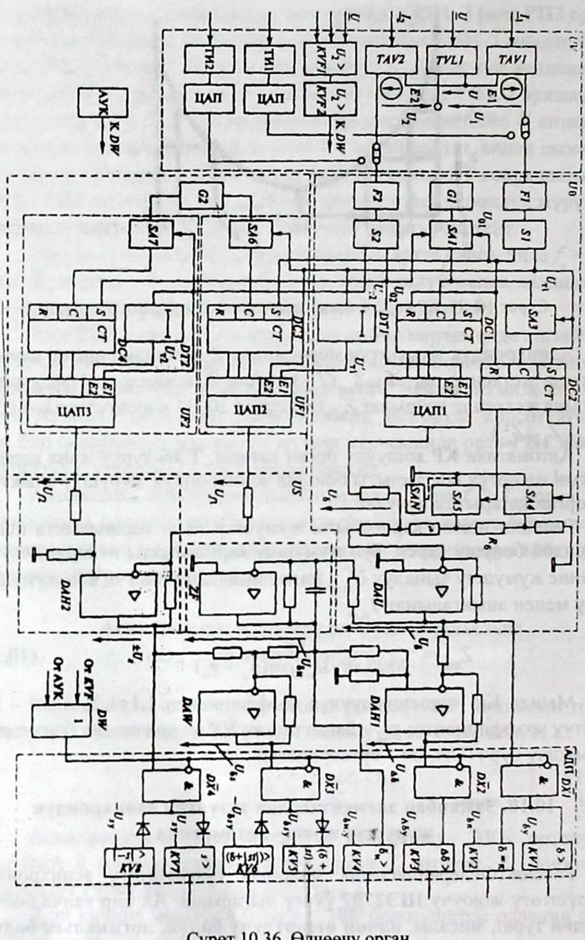
Реленин иштөө каршылыгы жумушчу эң аз каршылыкта иштебегендей болушу керек. Бул жумушчу каршылыкты өткөрүмдөгү эң кичине жумушчу чыңалуу $U_{ж.эк}$ жана линиядан өткөн эң чоң жумушчу тогу менен аныкталынат, $I_{ж.эк}$

$$Z_{иш} = \frac{U_{ж.эк}}{КиКкай\sqrt{3}I_{ж.эч}cos(\varphi_{эс} - \varphi_{ж})}, \text{Ом} \qquad (10.50)$$

Мында Ки – ишенимдүүлүк коэффициенти **1,1÷1,2;** *К*кай – **КР** кайтуу коэффициенти; $\varphi_{эс}$ – багытталган **КР** эң чоң сезгич бурчу; $\varphi_ж$ – жумушчу бурч (Uж, Iж – ортосундагы)

10.10. Заманбап элементтерден түзүлгөн асинхрондук жүрүштү жоючу автоматика

Россия Федерациясында заманбап түзүлүштөгү асинхрондук жүрүштөгү жоюучу **ШЭ2707** үкөгү чыгарылат. Ал бир канча бөлүктөрдөн турат, мисалы, **өлчөп өзгөртүүчү бөлүк, логикалык бөлүк, аткаруучу бөлүк.**



Сүрөт 10.36. Өлчөөчү орган

Өлчөп өзгөртүүчү бөлүк. Бул бөлүк төмөнкү жумуштарды аткарат;

а) кырсык болор алдында баштапкы абалдагы бурчтун δ_δ баштапкы маанисин сактап калуу;

б) бурч абсолюттук чектелген статикалык туруктуулук маанисинен ашканда $\delta_{с.ч}$ баскычтуу керки белгилерди түзүү

в) бурчтун δ өзгөрүү ылдамдыгы чектелген маанисинен ашканда иштөөсү $|S| > S_4$

г) өтмө электромеханикалык кубулушта **динамикалык аша жүктө,** $S_{д.ч.}$ бурчтук баштапкы маанисин эске алуу менен бурчту тутуу жана аныктоо – $|\delta_\delta| + K|S| > S_{д.ч.}$

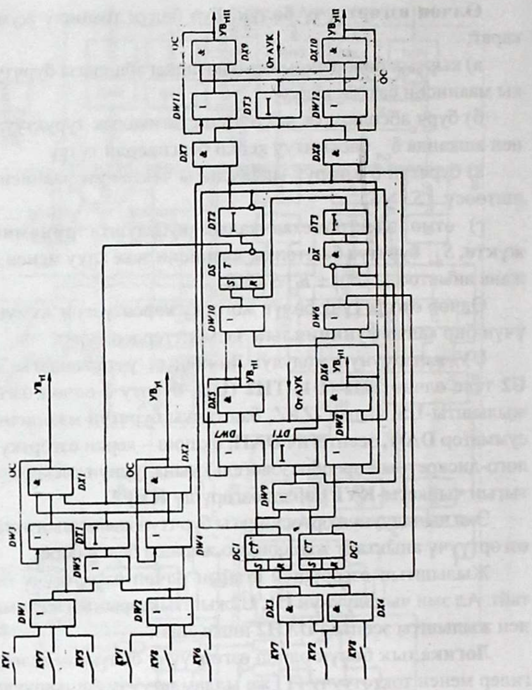
Өлчөп өзгөртүүчү бөлүк жогорку көрсөтүлгөн жумушту аткарыш үчүн бир канча **функциялык** элементтерден турат.

UV-чыңалуунун модулу: Линиянын учтарындагы чыңалуу **U1, U2** теле өлчөө **ТИ1 (U1) ТИ2 (U2),** бурчту δ өлчөп өзгөртүүчү **UӨ,** жылышты-**US,** чыпка -**ZFZ,** баштапкы бурчтун маанисин тутуучу δ_δ, сумматор **DAW,** эсептегич **DAH,** окшош – керки өзгорткүч **АДП** (аналого-дискретный преобразователь) чыңалуунун тескери удаалаштыктыгын чыпкасы-**KVF1** анын өзгөрүшү **KVF2**

Эки чыңалуунун ортосундагы бурчтун жылышын атайын өлчөөчү өзгөртүүчү аныктайт жана ошого жараша белги берет.

Жылыштын өзгөрүшүн атайын өлчөп өзгөртүүчү бөлүгү аныктайт. Ал эми чыңалуунун **U1, U2**жыштыктарынын айрымасы $f_1 - f_2$ менен жылышты эсептөө **DAH2** ишке ашат.

Логикалык бөлүк өлчөп өзгөртүүчү бөлүктөн келген керки белгилер менен токтотуучу (Т) же ылдамдатуучу башкаруучу аракеттерди берет, **УВт, УВу**. Ал үч баскычтан турат. **Сүрөт 10. 37. Биринчи** баскыч тез иштейт, асинхрондук жүрүштүн бир канча мерчеминен кийин **экинчи** баскычы жана **үчүнчү** баскычы ишке кирет.



Сүрөт 10.37 Асинхрондук жүрүш **I** баскыч менен аныкталынат, эгерде $\delta > \delta_{кр}$ жана ал генераторду токтотобу же ылдамдатабы б.а. жылыштын белгиси билдирет $\pm S$. Эң чоң чыңалуу менен иштөөчү релелер **KV5, KV7**же **KV6, KV8** чыңалуулар

U_{δ}, U_{s}, $U_{\delta s}$, $U_{\delta 1}$, $-U_{s1}$, $-U_{\delta s}$ бурч δ түздөш. Жылышты жана бурчтардын суммасын логикалык элементтер **DW1-DW4** түзөт, $\delta_{\delta} + K/S$. Убакыт релесинин **DT1**жогорку жана төмөнкү кыскычтарына бирдик белги кирет.

DX1, DX2 жогорку жана төмөнкү кыскычтарына белги келгенде, алардын бири жылыш оң болгондо **УВт$_1$**, терс болгондо **УВу$_1$** түзөт.

Биринчи баскыч **I** ийгиликсиз болгондо бурч $\delta = (\pm \pi)$ жеткенде реле **KV2** иштейт, ал эми ылдамдатуу же токтотуу боюнча тийиштүү релелер **KV7, KV8** иштейт. Элементтер **DX3, DX4** аркылуу асинхрондук жүрүштүн мерчемин эсептөөчү **DC1, DC2** иштейт. Үч мерчем өткөндөн кийин **DC1 же DC2** жогорку чыга турган бөлүгүнөн бирдик белги элементтер **DX7 же DX8** аркылуу **2 баскычтын** сырткы бөлүгү болгон **DX5 же DX6** бирөөсүнүн ортоңку кирүүчү бөлүгүнө келет. Алар **УВт**$_2$ же **УВу**$_2$ пайда кылат. Элемент **DW10** аркылуу триггер **DS** кайра кошулат: логикалык нөл I баскычка тыюу салат, бирдик белги үчүнчү баскычтын убакыт релеси **DT2** кошот.

Үчүнчү баскыч 3 асинхрондук жүрүштүн үч мерчеминен кийин **10–20с** аракетке келет. Убакытты **DT2** эсептейт. Мерчемди эсептөөчү **DCI, DC2** төмөнкү чыккан бөлүгүнөн бирдик белги **DW6** аркылуу баштапкы абалына келишет **R** эсептегичтин кирген кыскычына **DT1** аракет берет, бул элемент эсептегичтерден келген жана асинхрон жүрүшүнүн эң узун мерчеминен келген белгилер аркылуу **DW9** иштеп **DT1** иштетет.

Логикалык нөл **DX5, DX6** кирет, **DT2** экинчи баскычты токтотот. Логикалык бирдик **DT2** чыгып, **DX7, DX8** кирет, бул үч мерчемден кийин **DC1, DC2** аркылуу белгинин өтүшүн даярдайт. Элементтер **DW11, DW12** аркылуу белги 3 баскычтын элементтеринин **DX9, DX10** ортоңку кыскычына кирет. Логикалык бирдиктин **DT3**төн чыкса, **DX7, DX8** убактылуу бирдик белгини сактап турса жана тыюу салуучу логикалык белги **DX9, DX10** калган кыскычтарында жок болсо, анда булар **УВт**$_3$, **УВу**$_3$ түзөт.

Түзмөк баштапкы абалына, өзгөчө триггер **DS,** бул 1 баскычка иштөөгө уруксат бергич, эсептегичтер **DC1, DC2** бербей калса , **DX** инверсиялык белги кыскычында жок болсо, **DT2** аркылуу иштөөчү **DT3** менен келет.

10.11. Чыңалуунун жогорулашын (төмөндөшүн) жоюу автоматика – ЧЖЖА

Чыңалуунун төмөндөшү, жогорулашы ЭШ жана ЭТнүн иштөө тартибине чоң таасир берет. **ЧТЖА** кырсык болгондо системадагы чыңалуунун кескин төмөндөшүнө жол бербейт, ал эми **ЧЖЖА** ЧТ болушун, каптаманын (изоляциянын) жешилишин жана тешилишин төмөндөтөт.

ЧТЖА кубаттуулук кескин жетишсиз болгондо жана чыңалуу кескин төмөндөгөндө чыңалуунун төмөндөшүнө жол бербейт. Көп баскычтуу болуп аткарылат. Ар бир баскыч эки эң аз чыңалуу менен иштөөчү жана кайтуу коэффициенти чоң болгон ($K_{кай}$ = 1.03÷1.05) чыңалуунун релесинен турат, иштөө чыңалууну төмөндөгүдөй аныкталынат, мисалы үч баскычтуу болсо

$$U_{иш} = (0.75; 0.8; 0.85)\ U_{н}/K_{кай}, B \qquad (10.51)$$

Логикалык бөлүгү 1 баскычтын убакыт релеси эң аз убакыт менен иштейт. Анын иштөө убактысы РК, АКК же КТКА иштөө убактыларынан иштебегендей болушу керек.

Автоматиканын көп баскычтуу болушу же реакторду өчүрүүнү жөнгө салат.

ЧЖЖА көп учурларда эки баскычтуу болот, реакторду кошот жана линияларды чыңалуунун жогорулашы чектен чыгып кеткенде аны өчүрөт. Себеби, жогорку чыңалуудагы линиялар **110кВ** жогору, сыйымдуулук реактивдүү кубаттуулукту пайда кылат жана чыңалуунун резонансы түзүлөт. Ошондой эле жогорку чыңалуудагы линия бир жагынан өчүрүлгөндө чыңалуу тез жогорулайт.

Кошуучу орган катары жогорку чыңалууда иштөөчү үч чыңалуунун релеси коюлган

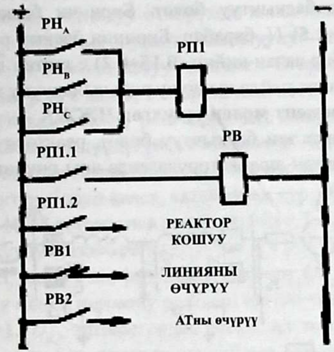
Иштөө чыңалуусу $U_{иш}$ барабар

$$U_{иш} = \frac{K_{км.эч} K_{к}}{K_{v} K_{кай}}, B \qquad (10.55)$$

Мында $U_{км.эч}$ – кыска мөөнөттөгү пайдалануу мүмкүн болгон эң чоң чыңалуу, кВ, $K_{к}$ – кошумча коэффициент **1,1;** K_{v} – өлчөөчү чыңалуунун трансформаторунун трансформациялоо коэффициенти; $K_{кай}$ – релении кайтуу коэффициенти.

Чыңалуу чектен өтүп жогорулаганда түзмөк реакторду тез кошот, ал эми автотрансформаторду убакытты созуу менен өчүрөт. Чыңалуунун жогорулашына линия себеп болгон подстанцияларда колдонулат.

Эгерде подстанциядан кеткен линиялар бир канча болсо жана ар бир линия чыңалуунун жогорулашына себеп боло турган болсо, анда **сүрөт 10. 38** көрсөтүлгөн түзмөк колдонулат.



Сүрөт 10. 38 ЧЖЖА түзмөгү. Бул түзмөк линиядагы реактивдүү кубаттуулуктун багытын жана маанисин текшерүү менен иштейт.

Реактивдүү кубаттуулуктун релеси фазалык токко жана чыңалууга кошулган, линиядагы реактивдүү кубаттуулуктун чоңдугун жана багытын текшерет, кайсы линияда реактивдүү кубаттуулук линиядан өткөрүмгө багытталган болсо, ошол линияны өчүрүүгө автоматика белги берилет. Реленин айлануу моменти барабар

$$M_{ай} = KU_{\rho} I_{\rho} sin\varphi_{\rho}, \qquad \text{Нм} \quad (10.57)$$

Калыптанган учурда активдүү кубаттуулук гана берилет, ошондуктан айлануу моменти жок. Реактивдүү кубаттуулуктун релеси иштөө реактивдүү кубаттуулугу, линия бир жагынан өчүрүлгөндө **ЧЖЖА** ишенимдүү иштегендей болушу керек.

$$Q_{иш} = \frac{Q_{\rho л}}{K_{сез}} \qquad (10.58)$$

мында $K_{сез}$ = 1.4÷1.5 сезгичтик коэффициент

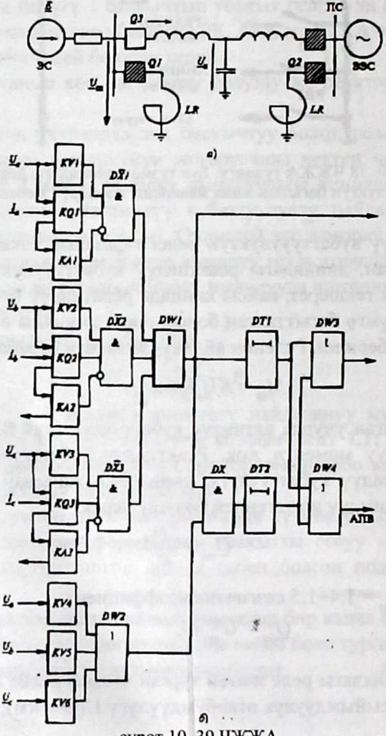
$$Q_{\rho п} = U^2_{иш}\, bl, \qquad \text{МВар} \quad (10.59)$$

$Q_{иш}$ – линиядагы реле иштей турган чыңалуу, **кВ;** b – линиянын салыштырма сыйымдуулук өткөрүмдүүлүгү **1/(Ом·км)**; l – линиянын узундугу, **км**

ЧЖЖА эки баскычтуу болот. Биринчи баскычынын иштөө чыңалуусу **(1.15÷1.5)** $U_н$ барабар. Биринчи баскыч реакторду кошот, экинчи баскыч бир аздан кийин **(0.15÷0.2) с** иштеп линияны өчүрөт. Бул баскыч резонанс пайда кылуучу аша чыңалууну жоет.

Заманбап элемент менен түзүлгөн ЧЖЖА

Бул автоматика эки баскычтуу болот, реакторду кошот, линиядагы чыңалуу чектен аша жогорулаганда аны өчүрөт. **Түзмөк сүрөт 10.39** көрсөтүлгөн.



сүрөт 10. 39 ЧЖЖА

Бул түзмөк көбүнчө линияны өчүргөндө, же линияны кур жүрүштө кошкондо, чыңалуу өткөрүмдө жана линиянын учунда $U_ш$ $U_к$ **(1.5÷2.0)** $U_н$ чейин жогорулайт. Чыңалуунун жогорулаш убактысы жана деңгээли боюнча катуу чектелет. Эгерде чыңалуу **1,25**$U_н$, **2,0**$U_н$ анда мөөнөтү **20 с** дан **0, 1 с** чейин чектелет.

Чыңалуунун төмөндөшү реакторду **LR** кошуу менен линиянын сыйымдуулук өткөрүмдүүлүгүн төмөндөтөт. Автоматика иштегенден кийин жыйынтык начар болсо жана өткөрүмдөгү чыңалуу накта чыңалуудан жогору болуп калса, автоматика кур жүрүштөгү линияны өчүрөт. **Сүрөт 10.38** автоматика эки баскычтуу **1,2** түрдө иштейт. Эки баскычтуу кошуучу орган 6 реледен турат **KV1-KV6.** Бул чоң чыңалуу менен иштешет, кайтуу коэффициенти жогору (**$K_{кай}$ = 0.95).** Биринчи үч чоң чыңалуу менен иштөөчү рпохожий иштөө чыңалуусу шинадагы чыңалуу $U_{ш1}$ =**1.1**$U_н$, иштебегендей болот, ал эми кийинки үч реленин **KV4-KV6** иштөө чыңалуусу кандайдыр бир мөөнөттө чектелген чыңалууда иштебеши керек $U_{ш1}$ = **1.5** $U_н$, созуу убактысы **1с.**

Биринчи баскыч реактор **LR** ажыраткычтын **Q1**кошот. Ошондой эле бул баскыч линияны убакытты созуу менен $t_1 » t_2$ линияны өчүрүү каралган, эгерде реактор кошулгандан кийин өткөрүмдөгү чыңалуу $U_ш$ = **1.1**$U_н$ болуп, релелер **KV1-KV3** кайтуу чыңалуусуна чейин төмөндөбөсө, экинчи баскыч линиянын ажыраткычын **Q3** өчүрөт жана АКК иштешине тыюу салат.

Тандоочу орган үч реактивдүү кубаттуулуктун релесинен турат **KQ1÷KQ3,** реле фазалык чыңалууга жана токко кошулган, ал реактивдүү кубаттуулук линиядан өткөрүмгө багытталганда иштейт. Релелердин иштөө кубаттуулугу линиянын бир жагында өчүрүлгөндө өткөрүмдөгү чыңалуу $U_ш$ биринчи баскычтын иштөө чыңалуусуна туура келген учурдагы линия иштеп чыккан сыйымдуулук реактивдүү кубаттуулукта **1. 5** эсе аз алынат. Туура иштеш үчүн релелердин иштөө кубаттуулугу эң чоң жумушчу учурдагы реактивдүү кубаттуулуктан **1. 25 эсе** алынат. Бул учурда реактивдүү кубаттуулук өткөрүмдөн линия кетет. Эгерде бул релелердин жумушчу учурдагы реактивдүү кубаттуулуктан иштебегендей кыла албаса, анда линиядагы токту текшерүү үчүн токтун релеси коюлган **KA1-KA3.** Бул релелер реакторду кошууга жана линияны өчүрүүгө автоматикага тыюу салат. Ошондой эле реактивдүү кубаттуулуктун релелери жумушчу реактивдүү кубаттуулукта ашык иштешин эске алыш керек.

Кошуучу жана тандоочу органдардын туура иштешин автоматиканын логикалык бөлүгү аткарат. Элементтер **DX1-DX3 (И-ЗАПРЕТ)**. Бул керки аткаруучу белгилерди түзөт. Бул белги реактордо чыңалуу жогорулаганда кошот жана реактивдүү кубаттуулук линиядан өткөрүмгө келгенде, анын чоңдугу менен аныкталган ток релелер **KA1-KA3** иштөө тогунан ашпаса. Убакытты t_1 созуп иштөөчү убакыт релеси биринчи **I** баскычтын элементтери **DW3, DW4** аркылуу линияны өчүрөт жана **АКК** иштешине тыюу салат.

Экинчи 2 баскыч кошуу органдары **KV4-KV6** элемент **DW2** аркылуу белги **1** түзөт, бул белги логикалык элемент **DX(И)** нин төмөнкү кыскычына кирет, ал элемент **DW3, DW4** аркылуу убакытты созуу менен $t_2 \ll t_1$ убакыт релеси линияны өчүрөт жана **АКК** иштешине тыюу салат, эгерде буга чейин биринчи **I** баскыч иштесе.

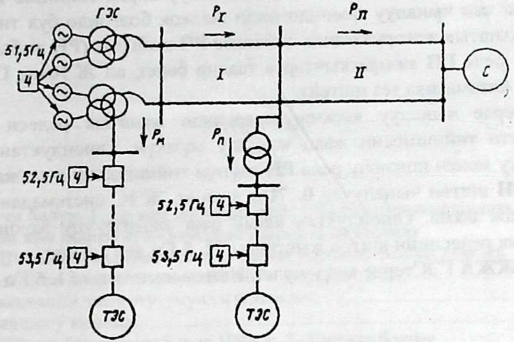
10. 12 Жыштыктын жогорулашын жоюучу автоматика (ЖЖЖА)

Жыштыктын төмөндөшү жөнүндө 9 бөлүктө кеңири маалымат берилген. Жыштыктын жогорулашы да көп ЭШ тескери таасир берет, көбүнчө, генераторго, трансформаторго жана электромоторлоруна.

Айлануу жыштыгынын **10–12%**да жогорулашы көп зыянга алып келет, буу барасы сынып кетиши мүмкүн, ошондуктан турбогенератор айлануу жыштыгынын регуляторунан бөлөк дагы коопсуздук автоматикасы менен жабдылат. Эгерде айлануу жыштыгынын регулятору, жүк кескин азайганда, айлануу жыштыгы чектелген деңгээлде жөнгө сала албаса, анда коопсуздук автоматы буунун турбинага келишин жабат.

Гидротурбинанын айлануу жыштыгынын регулятору жана жөнгө салуу системасы жай иштейт. Ошондуктан, жүк кескин төмөндөгөндө регулятор жана жөнгө салуу системасы аракетке келгенче, айлануу жыштыгы жана ЭКК **120–140%**га жетиши мүмкүн. Бул өзгөчөлүк ыңгайсыз шарттарда жарыш иштеген буу барасын, электромоторлордун ылдамдашына алып келет.

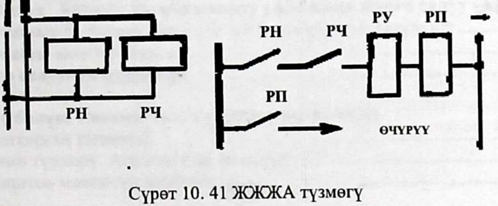
Демек, жыштыктын жогорулашын жоюу үчүн атайын автоматика колдонулат. **Сүрөт 10.40** ЭТ түзмөгү көрсөтүлгөн



Сүрөт 10. 40 Кубаттуу ГЭС менен байланышкан системага ЖЖЖА жайланышы

Сүрөттө кубаттуу ГЭСтен энергосистемага линиялар **1, 2** аркылуу кубаттуулук берилет. Муну менен кошумча ЖЭС(ТЭС) да байланышкан. Эгерде линия **2** үзүлсө, анда кубаттуулук $\mathbf{P_2}$ төмөндөп, ГЭСте жыштык жана аны менен байланышкан системаларда жогорулайт.

Эгерде линия **1** де үзүлсө, анда жүк ого бетер $\mathbf{P_1}$ азайып, жыштык тез жана зор чоңоет. ГЭСтин генератору менен чогуу турбогенератордун да айлануу жыштыгы чоңоет, ошондуктан коркунуч туулат. Бул учурда **ЖЖЖА** аракетке келиш керек. Анын таасири менен **ЖЭС** бөлүнөт. Ишенимдүү иштешин жогорулатыш үчүн эки топтом автоматика ар кандай подстанцияда коюлат. **ЖЖЖА** түрү **сүрөт 10. 41** көрсөтүлгөн.



Сүрөт 10. 41 ЖЖЖА түзмөгү

Негизги элементи жыштык релеси **РЧ.** Аз чыңалуу менен иштөөчү чыңалуунун релеси **РН**. Чыңалуу барда тийишме **РН** жабык, ал эми чыңалуу төмөндөгөндө же жок болгондо бул тийишме ачык жыштык жогорулаганда тийишме **РЧ** жабылат **(РН** жабык**).** Кошумча реле **РП** ажыраткычтарга таасир берет, ал **ЖЭС**ны **ГЭС**тен болот. Автоматика тез иштейт.

Эгерде чыңалуу кескин өзгөргөндө жыштык релеси кыска мөөнөттө тийишмесин жаап коюушу мүмкүн. Ошондуктан эң аз чыңалуу менен иштөөчү реле **РН** өзүнүн тийишмесин ачык кармайт. Реле **РН** иштөө чыңалуусу **0. 7Uн** алынат. **ЖЭС** системадан бөлүү айла жок ыкма. Ошондуктан ашык баш ажыратууну жоюш үчүн жыштык релесинин иштөө жыштыгы **52. 5 Гц** ден алынат.

ЖЖЖА ГЭСтерде колдонулат. Иштөө жыштыгы **51. 5 Гц**

ПАЙДАЛАНЫЛГАН ОКУУ КИТЕПТЕРИ

Беркович М. А. и др. Основы автоматики энергосистем / М. А. Беркович, А. Н. Коморов, В. А. Семенов-М. : Энергоаудит, 1981. – 432. , ил

Беркович М. А. и др. Автоматика энергосистем. учеб. М. А. Беркович, В. А. Гладышев, В. А. Семенов-3-е изд. , перераб. и доп. -М. Энергоадомиздат, 1991-240с: ил

Беркович М. А. и др. Автоматик энергосистем. Учеб. для ехникумов/ М. А. Биркоек, В. А. Гладышев, В.А. Семенов-3-е зд. Перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1991-240с ил.

Дьянов А. Ф. Микропроцессорная автоматика и релейная заүита электроэнергетических систем: учеб. пособие для вузов. / А.Ф.Дьянов, Н.М.Овчаренко-2-е изд. стер. -М. , издательский дом МЭИ. 2010-336с. : ил

Электротехнический справочник в 4т. Т3 Производство, передача и распределение электроэнергий. Энергия /Под обү. ред. профессоров МЭИ. В. Г. Герасимова и др. Глред. А. И. Попова. 19-е изд. стер. М. : Издательство МЭИ. 2004-964с

МАЗМУНУ

Кириш сөз 3

Биринчи бөлүк. 1. Ар кандай өлкөлөрдүн энергосистемасындагы болгон ири кырсыктар жөнүндө кыскача маалымат

1.1 АКШ жана Канаданын түндүк-чыгыш жээгинде болгон кырсык. 5

1.2. Нью-Йорк энерго тутумунда болгон кырсык. 7

1.3. Швециянын энерготутумундагы кырсык. 9

1.4. Токиодогу кырсык 11

1.5. АКШнын батыш тарабында 1996-ж. 2–3-июлда болгон кырсык 12

1. 6.1996-жылы 10-августта АКШ батыш тарабында болгон кырсык 15

1.7. 2003-жылы 14-августта АКШны түндүк-чыгыш жагындагы жана Канадада болгон кырсык 16

1.8. 2005-жылы 24–25-майда Москва облусунда болгон кырсык 19

1.9 Кыргыз энерготутумундагы кырсыктар (бузулуштар) 25

Экинчи бөлүк.

2.1 Электр менен тейлөөнүн автоматикасынын түзүлүшү 29

2.2 SCADA тутуму 32

2.3. Программалык 34

2.2.4. SCADAны атайын ПК. 36

2.5 SCADA тутумунун негизги касиеттери. 36

2.6 SCADA «Атлант» 39

2.6 SCADA тутумунда колдонулуучу маалымат берүүчү аспаптар 40

2.7.Заманбап аспаптар менен түзүлгөн автоматикалык шаймандардын өзгөчөлүгү 41

Үчүнчү бөлүк. Автоматтык башкаруу (АБ) жана жөнгө салуу (АЖС)

3.1. Автоматтык башкаруу. Автоматтык башкаруунун түзүлүшү 43

3.2. Автоматты жөнгө салуу 44

3.3. Жөнгө салуунун мүнөздөрү 47

Төртүнчү бөлүк. Автоматтык кайра кошкуч (АКК)

4.1 АКК аткарган кызматы 49

4.2 АККнин түрлөрү. Ага коюлган талаптар 50

4.3.АКК иштөө мөөнөтүн аныктоо 52

4. 4. АКК иштөө тартиби..53
4. 5. Шинанын АККсы...55
4. 6 Заманбап элементтер менен түзүлгөн АКК......................................58
4. 7. Эки жагынан азыктанган линиялардын 62

Бешинчи бөлүк. Кошумча ток булагын автоматтык кошуу (КТБАК)
5. 1. КТБАК түзмөгүнүн иштөө тартиби 66
5. 2 КТБАК коюлган талаптар 69
5. 3 КТБАКтын түзмөктөрүн кошуучу кошумча түзмөктөр 70
5. 4 КТБАК шайманынын иштөө убактысын аныктоо................................75

Алтынчы бөлүк. Чыңалууну жана реактивдүү кубаттуулукту жөнгө салуу
6. 1 Жалпы маалымат 78
6.2 Трансформатордун трансформациялоо коэффициенти өзгөртүү.........80
6.3 Автоматтык регулятордун чыңалуунун түрлөрү жана иштөө тартибин жөнгө салуу боюнча жогоруда көрсөтүлгөн түшүнүк тактоо үчүн негизги аныктамалары көрсөтөлү 85
6.4 Заманбап элементтерден түзүлгөн автоматтык регулятор...................91
6. 5 Трансформаторлордун иштөө тартибин башкаруу автоматикасы 94
6.6 Реактивдүү кубаттуулукту автоматтык жөнгө салуу 97
6.6.1 Автоматтык регулятор АРКОН. 101
6.6.2 Чыңалуу боюнча КБ кубаттуулугун жөнгө салуу.............................103
6.6.3 РК ток боюнча жөнгө салуу...103
6. 6. 4. КБ косинус «фи» боюнча жөнгө салуу 104
6.6.5. РК мүнөзү боюнча кубаттуулукту жөнгө салуу................................106
6.6.6. КБ убакыт боюнча жөнгө салуу 107

Жетинчи бөлүк. Синхрондук генераторунун дүүлүктүрүүчү ормосун жөнгө салуу (ДОЖС)
7. 1 Жалпы түшүнүк...109
7. 2 ДОЖС кызматы негизги жана түрлөрү. 111
7. 3 Шайкеш аракетеги регуляторду иштеши. 113
7. 5 Электрстанциялардын шинасындагы чыңалууну жөнгө салуу 116

Сегизинчи бөлүк. Синхрондоштуруунун автоматикасы
8. 1. Синхрондоштуруунун түрлөрү жана иштөө тартиби..........................122
8.2 Синрондоштурууну автоматташтыруу аспаптары. 127

Тогузунчу бөлүк. Жыштыктын төмөндөшүн жоючу автоматика (Автоматическая разгрузка АЧР)
9.1 Негизги түшүнүктөр 136
9. 2 Турбогенератордун ЖМ 140
9. 3 Электр менен тейлөө бөлүгүнүн ЖМ 141

9.4. Айлануу жыштыгын жөнгө салуучу автоматика 142
9. 5 Жыштыкты жөнгө салуу. 143
9.6 Жыштыктын төмөндөшүн жоюучу автоматика – ЖТЖА 144
9.7 ЖТЖА коюлган талаптар 147
9.8 ЖТЖА иштөө түзмөгү 148
9. 9 Жыштык боюнча кайра кошуу автоматика 150

Онунчу бөлүк. Кырсыкка карышы автоматика (ККА)
10. 1 Негизги түшүнүк. 154
10. 2 ККАнын түрлөрү 156
10. 3 ККА түзүлүшүнүн негиздери. 157
10. 4 ККА коюлган техникалык талаптар. 158
10. 5 Туруктуулуктун бузулушун жоючу ККА (ТБЖ ККА). 159
10. 5. 1 Линияда активдүү кубаттуулук өскөндө анын жүгүн азайтуучу автоматикасы. 164
10. 5. 2 Жүктү азайтуучу түзмөктөр. 166
10. 5. 3 Топтук түзүлүштөгү ККА. 168
10. 5. 4 Берүүчү жана кабыл алуучу системалардын ЭКК ортосундагы бурчту өлчөө жана тутуу жолу менен аша жана үстөк жүктөн сактоо автоматикасы 170
10.5.5 Линия өчүрүлгөндө туруктуулуктун бузулушун жоюучу автоматика 172
10. 6 Ченемдүү автоматтык аракеттер (ЧАА) 174
10. 7 Заманбап элементтер менен түзүлгөн туруктуулук сактоочу автоматика. 177
10. 8. Асинхрондук жүрүштү жоюу автоматикасы (АЖЖА) 181
10. 8 Асинхрондук жүрүштү жоюучу түзмөктөр 188
10.10. Заманбап элементтерден түзүлгөн асинхрондук жүрүштү жоюучу автоматика 197
10.11. Чыңалуунун жогорулашын (төмөндөшүн) жоюу автоматика – ЧЖЖА 201
10. 12 Жыштыктын жогорулашын жоюучу автоматика – ЖЖЖА 206

Пайдаланылган окуу китептери 208