

TÜRKMEN POLITEHNIKI INSTITUTY

A.Gurbanow

Releli gorag we awtomatika

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby

Aşgabat – 2010

A.Gurbanow, Releli gorag we awtomatika.

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby, Aşgabat – 2010 ý.

SÖZBAŞY

Garaşsyz baky Bitarap Türkmenistan döwletimizde geljegimiz bolan ýaşlaryň dünýäniň in ösen talaplaryň laýyk gelýän derejede bilim almagy üçin ähli işler edilýär.

Hormatly Prezidentimiz döwlet başyna geçen ilkinji gününden bilime, ylma giň ýol açdy, Türkmenistan ýurdumyzda milli bilim ulgamyny kämilleşdirmek boýunça düýpli özgertmeler geçirmäge girişdi.

Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň “Türkmenistanda bilim ulgamyny kämilleşdirmek hakynda” 2007-nji ýylyň 15-nji fewralyndaky Permany bilim ulgamyndaky düýpli özgertmeleriň başyny başlady.

Häzirki zaman milli bilim ulgamyndaky döwrebap özgertmeler ýaş nesliň ýokary derejede bilim almagyna we terbiýelenmegine, giň dünýägaraýyşly, edep- terbiýeli, tämiz ahlakly, kämil hünärmenler bolup ýetişmeklerine uly ýardam edýär.

Hormatly Prezidentimiz ýygnaclarda, uly Döwlet maslahatlarynda milli maksatnamada göz önünde tutulan meseleleriň çözülişleri, durmuşa geçirilişini esasy üns merkezinde saklaýar. Milli maksatnamada ilaty elektrik eneriýasy bilen üpjün etmegi gowulandyrmak barada önünde goýulan wezipeleri üstünlikli durmuşa geçirmek üçin, energetika ulgamlarynda işlejek ýokary bilimli hünärmenleri dünýä derejesinde taýýarlamak esasy mesele bolup durýar. “Senagat desgalarynyň we tehnologiýa toplumlaryň elektroherketlendirilişi hem-de awtomatlaşdyrylyşy” hünäri boýunça bilim alýan talyp ýaşlaryň Türkmenistanyň syýasy – ykdysady ösüşlerini göz önünde tutup, Watanmyzyň gülläp ösmegi, halkymyzyň hal – ýagdaýynyň gowulanmagy üçin ýokary derejeli hünärmenleri taýýarlamagyň esasy bolup durýanlygy aýdyňdyr.

Hususy soraglardan energiýany ösdürmegiň häzirki zaman çeşmeleriniň, ulgamlarynyň işleýşi, ulanylyşy, olary kämilleşdirmek baradaky meseleleri çözmäge ukyply talyplaryň nazary pikirlerini ösdürmek meselesi dersiň esasy bolup durýar.

Energetiki ulgamlaryň sazlaşykly işlemekleri, halk hojalygynda ýerlikli peýdalanmak, energiýany hasaba almak, energetiki resurslary ulanmaklygyň ähmiýetliligini, tygşytlylygyny talyplara öwretmek dersiň esasy tutýar. Häzirki döwürde ekologoki taýdan arassa, ykdysady taýdan arzan, konstruksiýasy boýunça ýönekeý energetiki enjamlary gurmaklygyň, peýdalanmaklygyň tehnikalary öwredilýär. Okatmagyň esasy usuly hökmünde umumy okuw ulanylýar. Amaly we tejribe sapaklarynda bolsa desgalaryň bölekleri, olaryň berkligi, ýüze çykýan näsazlyklaryň önüni almak ýaly meseleleriň toplumyna seredilýär.

Elektrik we mehaniki enjamlar boýunça, şeýle hem umumy senagat maksatly mehanizmlaryň häzirki zaman elektropriwodlarynda ulanylýan shemaly çözümleriň bilimini almak dersi öwrenmegiň maksady bolup durýar.

GIRIŞ

XXI asyrdaky üstünlikli ýaşamagyň möhüm şertleriniň biri hem tehnikaýy ösdürmekden we tehnologiýany ornaşdyrmakdan ybarat bolup durýar. “Türkmenistany ykdysady, syýasy we medeni taýdan ösdürmegiň 2020-nji ýyla çenli döwür üçin baş ugry “Milli Maksatnamasynda ykdysadyýetiň ähli pudaklarynyň ösüşi göz önünde tutulýar. Şolaryň biri hem mineral dökünleriň önümçiligidir. Hormatly Prezidentimiziň taýsyz tagallary bilen Garaşsyz, baky Bitarap Türkmenistan döwletimiziň raýatlary bagtyýar durmuşda ýaşaýarlar. Türkmenistanda energetika kompleksiň tekstiliň, oba hojalygynyň ösüşinde täze-täze taslamalar taýarlanylady we işe girizildi. Şeýle uly taslamalaryň biri hem Ahal welaýatynyň Ak bugdaý etrabyň Ýaşlyk şäherçesinde gurulup işe girizilen Türkmenistanyň kagyz önümçilik toplumydyr. Kagyz çykarmakda yerli çigmallary ulanylýar, ýagny bugdaýyň samany hem-de pagtanyň linti. Türkmenistanyň Kagyz önümçilik toplumynyň önümi döwletimiziň içgi bazaryny we belli bir bölegi bolsa eksporta ibermäge niýetlenendir.

Kagyz önümçilik toplumynda ýerleşdirilen enjamlar iň häzirkiki zaman dünýä standartyna gabat gelýän tilsimatiki enjamlar bilen enjamlaşdyrylandyr. Şonuň esasynda hem zawot ýokary hilli önüm çykarýar.

Biziň prosesleri awtomatlaşdyrmak dersimizň hem umumy maksady önümçilikdäki

Prosesleri ýagny işleri awtomatlaşdyrmak. Bu diýildigi zawotlardaky ýabolmasa fabriklerdäki işleri bökdenişsiz ýerine ýetirmäge mümkinçiligi bar

Awtomatika — adam göniden-göni gatnaşman amala aşyrylýan dürli prosesleri dolandyrmak we olaryň geçişine gözegçilik etmek barada ylmyň we tehnikaýy pudagydyr.

Awtomatikaýy ösmegi esasan hem ylmy-tehniki progrese ýardam berdi we onuň esasy ugurlaryny kesgitledi.

Awtomatikaýy ösmeginiň faktorlary: giňelip barýan önümçüligiň we önümiň hiliniň ýokarlanmagynyň. şeýle hem

adamyň zähmediniň kämilleşdirilmeginiň zerurlygyndan ybaratdyr.

Häzirki zaman önümçiligine aýry-aýry prosesleriň arasyndaky baglanyşyklaryň köpdürlüligi we olaryň takyk yzygiderliligi mahsusdyr. Üznüksiz we tapgyrly önümçilik, şeýle hem käbir operasiýalaryň ýokary tizlikde geçmekligi bir operasiýadan beýleki operasiýa geçmeklik wagtynyň kemeldilmegini talap edýär, adam üçin ýerine ýetirilip bolmajak çalt täsir etmeklige. takyklyga we dolandyryşyň obýektiwligine talaby ýokarlandyrýar.

Halk hojalygynyň käbir pudallarynda tehnikanyň ösmegi netijesinde adama gönüden-göni täsiri boýunça örän zyýanly prosesler (radioaktiw dagama, elektromagnit şöhleler, ultrases tolkunlary we ş.m.) ýüze çykdy. Şeýle prosesleri dolandyrmak we olaryň geçişini gözegçilik etmek adamyň duýgusyna we reaksiýasyna bagly bolmadyk ýörite gurallary we sisemalary ulanman dolandyrmak asla mümkin däl. Käbit tehnologik prosesleriň aşak we ýokary temperaturalarda, sesiň ýokary basyşynda geçýänligi sebipli, adamy prosesiniň geçýän zonadan çykarylmagynyň zerurlygyny ýüze çykarýar.

BIRINJI BAP

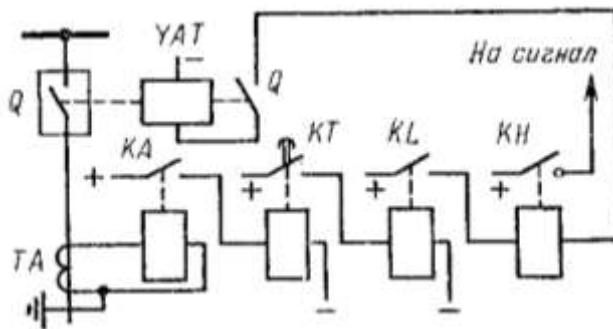
TOKLY GORAGLAR

§ 1.1 Tok goragynyň esasy serişdeleri

Umumy ýagdaýda tok goragy 3 başgaçakdan durup, olar göräli selektiwlerdir we uzakdan hem-de ýakyndan ätiýaçda Saklamany amala aşyryp bilýärler. Goragyň çalt hereket edýän 1-nji başgaçaгы wagty saklaýyşsyz tok kesigiň diňe ölçeýji organy bardyr ;

2-nji we 3-nji başgaçaklar wagty saklaýyşly tok kesigiň we maksimal tok goragyň 2 organy bar: ölçeýji we wagty saklaýyş. 2-nji baglansygy wagty saklaýyşly toga bagly dällikde ýerine ýetirýärler, 3-njini bolsa hem bagly hem baglydäl ýerine ýetirýärler. Ölçeýji organyň wezipesini shemanyň ölçeýji bölegine degişli KA tok relesi ýerine ýetirýär. Olar zeper ýetmäni we adaty iş rezininiň bozulmagyny duýup eger bar bolsa wagty saklaýyş organyny işe goşýar. Kämahal goragyň duýgurlylygyny artdyrmak maksady bilen Komutirlenen ölçeýji organ ulanylýar. Onda tok relesi bilen bir hatarda KV napryäženiýe relesi hem bolýar. Wagty saklaýyş organy hökmünde aýraýn KT wagty relesini hem ulanmak mümkin. Bu bilen bir hatarda bir tok relesinde 2 sany gorag organy birleşdirilip bilner.

Tok goragynyň shemasynda goşmaça releler mysal üçin öркезiji KH we aralyk KL wagty relesi bilen bilelikde olar shemanyň logiki bölegini emele getirýärler. Aralyk releler esasy gorag organlarynyň işini ýeňillendirip şol bir hatarda turba görnişli razryadnikleriň işinne wagty saklaýyşsyz tok kesiginiň işiniň önüni almak üçin käbir haýallamany döredýär. Görkeziji rele goragyň işe goşulyşyny kontrol etmäge mümkinçilik berýär.



1.1.1-nji çyzgy.

Togy ölçeyji özgerdijileriň we toguň ikilenji ölçeyji serişdelerniň zynjyryny birikdirmegiň shemasy

Goragyň niýetlenen ugurlaryna we oňa bildirýän talaplara laýyklykda ölçeyji özgerdijileriň we toguň ölçeyji serişdelerniň zynjyrlarynyň şu aşakdaky birikdiriliş shemalary ulanylýar:

1. üç fazaly doly ýyldyza birikdirme shemasy.
2. Iki fazaly iki ýa-da üç releli doly däl ýyldyza birikdirme shemasy.
3. üç fazaly doly üçburçlyga birikdirme shemasy(TA), ölçeyji serişdeleriň bolsa doly ýyldyza birikdirmesi.
4. Iki fazaly bir releli doly däl Δ -lyga birikdirme shemasy.

Şu aşakdaky shemalarda ölçeyji serişdeleri fazanyş doly toguna goşýarlar. Toguň nul we ters yzygiderliginiň düzüjilerine goşmak shemalary hem giň ýaýrandyr. Bu shemalara rele ýokarda görkezilen toguň nul we ters yzygiderliginiň filtrlrine birikdirilýär.

Rele fazalaryň doly toklaryna işe goşulýan shemalarda ölçeyji özgerdijileriň relesindäki I_p toklar ikilenji I_{2f} fazaly toklaryndan tapawutlanýarlar. Bu tapawut shemanyň $k^{(m)}_{cx}=I_p/I_{2f}$ koeffisienti bilen häsýetlendirilýär. Ol goralýan elementiň iş režimine bagly bolup biler. Eger I_{2f} togy birinji I_{1f}

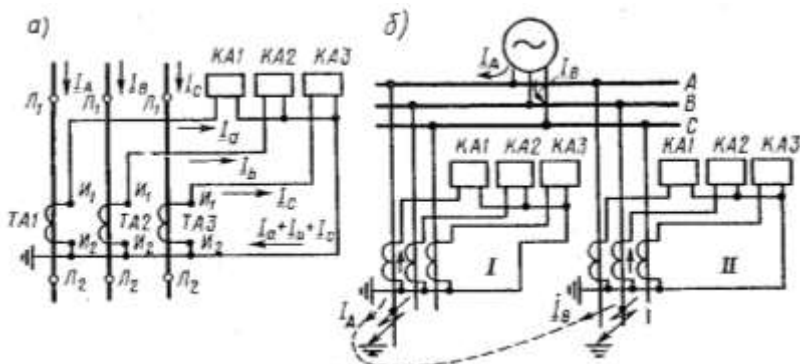
tok hem-de ölçeýji özgerdijiniň K_1 transformasiýa kooffisiýenti bilen aňlatsak, onda $k^{(m)}_{cx} = I_p K_1 / I_{1f}$ bolar. Bu gatnaşyk releni işledýän we goragy döredýän toklar üçin dogrudyr. Tok goragynyň duýujylygyny $k^{(m)}_d$ duýujylyk koeffisienti häsýetlendirýär. Ol şeýle hasaplanýar:

$$k^{(m)}_d = k^{(m)}_{cx} I^{(m)}_{k \min} / (k^{(3)}_{cx} I_{c.3})$$

Rele goragynyň shemasynda toguň transformatorlarynyň doly ýalňyşlygy rugsat berilýän ululykdan uly bolmaly däl. Ýalňyşlyk birikdirme shemalaryň her birinde gysga utgaşmanyň görnüşine bagly bolan ikilenji düşýän agramyň ululygy bilen kesgitlenýär. Bu agramyň ulalmagy bilen tok transformatornyň ýalňyşlygy ulalýar. Transformatora düşýän agram maksimal bolanda--da tok transformatornyň ýalňyşlygy berlen utgaşmada rugsat berilýän ululykdan kiçi bolmalydyr. Umumy ýagdaýda 2-lenji agramyň garşylygy $Z_n = U_2 / Z_2$ bu ýerde U_2 -ikilenji sarymlaryň uçlaryndaky naprýaženiýe. Z_2 -transformatoryň 2-lenji togy.

Tok transformatorlary we releni doly ýyldyza
birikdirmäniň üç fazaly shemasy

Shemany ýerine ýetirmek üçin 3 rele we goralýan elementiň ähli fazalarynda ornaşdyrlan 3 tok transformatory gerek. Tok transformatorynyň ikilenji sarymlary we rele sarymlary doly ýyldyza birikdirilýär. Nul nokada biratly uçlar birikdirilen bolmaly, mis üçin togyň ähli 3 transformatorlarynyň ikilenç sarymlarynyň U_2 uçlary. Togyň transformatorlarynyň we releniň sarymlarynyň nul nokatlaryny birikdirýän sime nul sim diýilýär.

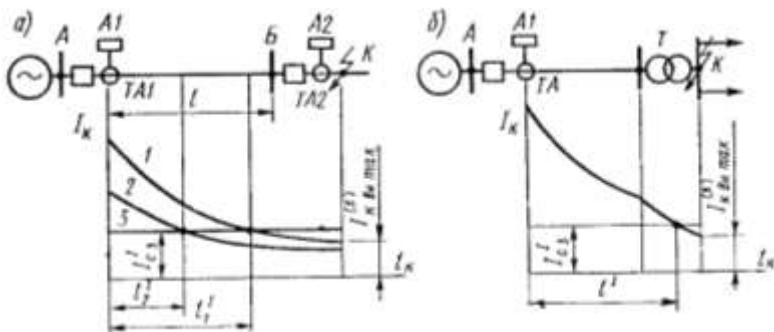


1.1.2-nji çyzgy.

Shemanyň analizden görnüşi ýaly gysga utgaşmanyň ähli görnüşlerinde zeper ýetme togy ähli ýa-da KA1-KA2 rele böleginden akyp geçýär. Şol sebäpden gorag gysga utgaşmanyň ähli görnüşlerine regirleýär. Sebäbi birmeňzeş zeper ýetme togynda deň duňgurlygy bolňar. Reledäki tok ikilenç faza toklaryna deň. Şonuň üçin shemaň koeffisiýenti şeýle bolar: $k_{cx}^{(m)} = k_{cx}^{(3)} = 1$.

§ 1.2 Tok goragynyň 1-nji basgançagy-wagt saklaýyşsyz tok goragy

Tok oragynyň 1-nji basgançagynyň selektiw işe goşulýan togunyň goralmaýan elementiň zeper ýetmesindäki goragyň üstünden geçýän gysga utgaşmanyň maksimal togundan köp kabul edilmegi esasynda ýerine ýetirilýär. Goralýan bölekde gysga utgaşmada goragyň işleýşi gysga utgaşmanyň hem-de goragyň togunyň gysga utgaşmanyň iýmit çeşmesini ýakanlaşanda ulalmagy bilen amala aşyrylýar. Gysga utgaşmanyň görnüşine we ulgamyň iş režimine baglylykda gysga utgaşmanyň togunyň üýtgemesiniň egrileri dürli-dürli bolýar.



1.2.1-nji çyzgy.

$$I'_{c.p} = k^I_{omc} k^{(3)}_{cx} I^{(3)}_{\kappa.BH \max} / K_I$$

Wagt saklaýyşsyz tok kesigi daşky gysga utgaşmada işlemeýänligi üçin I_c -tok saýlanylanda yza gaýtarylmanyň kb koefisiýenti hasaba alynmaýar. I_c kesgitlenende hökmany çyzgyda kesigiň wagt saklaýyşsyzdygyny göz önünde tutmaly. Şol sebäpli 1 deňlikde $I_k b/n \max$ tok daşky gysga utgaşmanyň togunyň periodiki düzüjileriniň başlangyç hereket edýän ($t=0$) ululygyna deň diýip alynýar. Aperiodiki düzüjiniň täsiri k koefisiýenti bilen alynýar. Işe goşulýş togy işiň režimine we zeper ýetmäniň ýerine bagly däl. Eger-de goralýan AB kesimden geçýän tok goragyň işe goşulýş toguna deň ýa-da ondan uly bolsa onda kesik işleýär ($I_k = I_c.s$). Bu şert goralýan linýanyň L1 (max režim) we L2 (min režim) böleklerindäki gysga utgaşmada ýerine ýetýär. Şeýlelikde L1 we L2 bölekler kesik arkaly goralýan zonalar bolup durýar. Olar gysga utgaşma togunyň üýtgame egrî çyzyklarynyň kesişme nokatlary bilen kesgitlenilýär, ýagny 1,2 çyzyk 3 bilen keşişýär. 3-tok $I_c.s$. Diýmek kesik tutyş liniýany goraman eýsem diňe käbir bölekleri goraýar. Grafikden görnişi ýaly işe goşulma togy näçe kiçi bolsa we gysga utgaşmanyň togunyň üýtgame egrisi (ol iş režimi we gysga utgaşmanyň görnişi bilen kesgitlenilýär) uly bolsa goralýan bölek şonçada uludyr. Şol

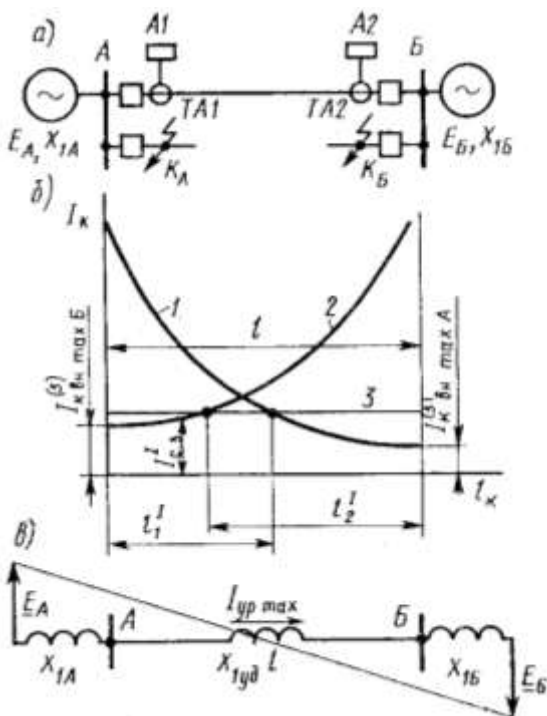
sebäpli iş režimine we gysga utgaşmanyň görnüşine baglylykda kesigiň goralýan zonasy üýtgeýär. Goragyň duýujylygy 1 goralýan zonaň uzynlygy we K2 duýujylyk koeffisiýenti bilen kesgitlenilýär. Minimal režimde goragyň otyrdylan ýerinde gysga utgaşmada $K2 > 2$.

Goralýan zonany ulaltmak we goragyň duýujylygyny köpeltmek üçin sazlama koeffisiýenti boldugyça utgaşmanyň hasaplamasyndaky ýalňyşlyk we gysga utgaşmanyň togunyň a periodiki togunyň barlygy, releniň ýalňyşlygy bilen kesgitlenilýär. Çykalgaly aralyk rellesi bolan PT-40 tipli elektromagnit releli gorag üçin PT-80 tok induksion releleriň kesikleri ulanylanda PTM göni täsirli releli kesikler üçin $kots = 1.8 \dots 2.0$ kabul edilendir.

Seredilen ýagdaýlarda goranylan zona diňe käbir bölekleri öz içine alýar şeýlelikde wagt saklaýyşsyz tok kesigi ýeketäk we esasy gorag hökmünde ulanmak bolanok. Emma käbir ýagdaýlarda ýagny mysal üçin radial liniýalarda (bu transformator iýmitlendirýän) tok kesiginiň kömegi bilen tutuş liniýany goramak mümkin. Eger kesik transformatoryň zeper ýetmesini duýupişleýän bolsa bu ýagdaýda işe goşulýş togy transformatordaky gysga utgaşmanyň maksimal togy başgaça saýlanylýar.

Tok kesige 2 taraplaýyn iýmitlendirilişli liniýalarda-da ulanylýar. Bu ýagdaýda olar goralýan liniýanyň 2 tarapynda-da oturdylýar. 1we 2 egriler A we B çeşmelerden gysga utgaşmanyň maksimal toklarynyň tutuş liniýada gysga utgaşma bolanda üýtgeşini görkezýär. İşe goşulýş toklarynyň kesigi daşky gysga utgaşmada gorag işlemez ýaly edip düzmeli.

Goralýan liniýanyň k-nokadyndaky zeper ýetmedik hemde goragyň oturdylan ýerinden, üstünden, çeşmeden çykýan I-maksimal tok akyp geçýär. Bu ýagdaýda liniýanyň 2 tarapyndaky A1 we A2 gorag işe goşulmalydäl, ýagny



1.2.2-nji çyzgy.

$$I_{C.31}^I = I_{C.32}^I > I_{к.вн. maxA}^{(3)}$$

Goralyan liniýanyň KA nokadyndaky zeper ýetmäniň we goragyň otyrdylan ýeriniň üstünden B çeşmeden çykýan I maksimal tok akyp geçýär. Bu ýagdaýda-da goraglar işe goşulmalydäl, ýagny

$$I_{к.вн. maxA}^{(3)}$$

Iki deňlikden iň uly işe goşulyş toguny saýlaýarys. Bu hem onuň saýlanyşynyň 1-nji şerti bolup durýar.

$$I_{C.3}^I = I_{C.31}^I = I_{C.32}^I \geq k^I I_{к.вн. maxB}^{(3)}$$

Ulalynyşda A çeşmäniň generatorlary B çeşmäniň generatorlaryna görä yrgyldap, olaryň Sinhronlyk ýagdaýdan çykmagy hem mümkin Şeýlelikde AB liniýadan uly deňleýji toklaryň geçmegi mümkin. Kesikler bu ýagdaýda işe goşulmalydäl, Şonuň üçin:

$$I'_{C..3}=I'_{C..3}I=I'_{C..3}2 \geq k'_{ocm} I_{yp \max}$$

(4)deňlik 2 taraplaýyn işe goşulyş liniýalarda togunuň saýlanyşynyň 2-nji şerti maksimal deňleýji (sazlaýjy) tok A we B çeşmeleriň EA, EB we e.h.g. ekwiwalent wektorlary P burça süýşende ýüze çykýar. Onda EA=EB=E hasaba alyp, Iy p max togy şeýle kesgitleýärler.

$$I_{y p \max}=2E (X_{IA}+X_{Iyg}l+X_{IB})$$

Kesigiň L1we L2 goralýan zonalary kesigiň işe goşulyş togyny aňladýan 1,2 we 3 gönileriň kesişme nokatlarynyň obsissalary bilen kesgitlenilýär Seredýän ýagdaýymyzda goralýan zonalar biri-biriniň üstüni ýapýar. Onda $L^1_1+L^1_2>1$ we liniýaň ortaky bölegindäki $(L^1_1+L^1_2)$ -e uzynlykly zeper ýetme 2 tarapdan kesik arkaly aýrylýar. Liniýaň ýaňky zonasyna degişli bolmadyk ýerinde gysga utgaşma bolanda diňe A₁ kesik ýa-da diňe A₂ kesik işe goşulýar. Garşylykly tarapdan liniýa beýleki gorag bilen öçürilýär. Käbir ýagdaýlarda A we B çeşmeleri birleşdirýän goşmaça liniýa bolup goranylyan liniýany diňe A₁ ýa-da A₂ kesik bilen öçüriljek bolanda ol bu liniýadan geçýän toguň artmagyna getirip biler. Şol sanda kesik beýleki tarapdan liniýany öçürip hem bilýär. Goraglaryň şeýle gezekleşýän işine kaskadly işleýiş diýilýär.

§ 1.3 Tok goragynyň 2-nji basgançagy wagt saklaýyşly tok goragy

Wagt saklaýyşsyz tok kesiginiň esasy kemçiligi-ol diňe liniýanyň belli bir bölegini goraýar. Liniýanyň soňundaky L^1 zonanyň daşyndaky ýerler goragsyz galýar. 1-nji çyzgyda 2 sany yzygider birikdirilen AB we BW uçastokly setiň shemasy görkezilen. Olaryň goragy üçin wagt sakl-syz A_1^1 we A_2^1 tok kesikleri we işe goşulýş $I_{C3 A1}^1$ we $I_{C3 A2}^1$ toklary saklavandyr. Kesikleriň goraýan zonalary liniýaň belli bir bölekleri bolan I_{A1}^1 we I_{A2}^1 zonalarydyr. Liniýanyň soňundaky L^1 we L^1 uçastoklar L_{A1}^1 we L_{A2}^1 zonalarydyr. Liniýanyň soňundaky L^1 we L^1 uçastoklar L_{A1}^1 we L_{A2}^1 degişlidäl şol sebäpli olar goragsyz galýarlar. Şol sebäpli tok goragynyň 2-nji basgançagy gerek bolýar. 1-nji we 2-nji basgançaklar bilelikde tutýş liniýanyň we podstantsiýanyň şinalarynyň goragyny doly üpjün etmeli. Mysalyň üsti bilen 2-nji basgançagyň parametrleriniň saňlanyşyna seredeliň (1-nji çyzgy) 2-nji A_1^{II} basgançak göräli selektiw bolany üçin onuň işine hökmany çyzgyda wagty saklaýyşy girizmeli BW himiýada A_2^1 tok kesiginiň I_{12}^1 zonasynada gysga utgaşma bolanda goragyň artykmaç işe goşulmagynyň önüni almak üçin wagt saklaýyş bu kesigiň t_{A2}^1 işe goşulýş wagtyndan Δt wagta uly bolmalydyr ýagny $t^{II}=t_{A2}^1+\Delta t$ şert ýerine ýetmeli. Muňa selektiwlik basgançagy diýilýär. Selektiwlik basgançagy Q_2 acaryň t_0 öçürme wagty, A_1^{II} we A_2^1 goraglaryň t_{n1} we t_{n2} işländäki ýalňyşlyklaryny hem-de käbir t ätiýaçlyk wagty hasaba alýar Bu zatlary hasaba alyp: $\Delta t=t_{0.b}+t_{n1}+t_{n2}+t$ hasaplamada $\Delta t=0.3....0.6$ s kabul edýärler şol 2-nji basgançagyň t_{A1}^{II} wagt saklaýyşy 0.5 s-dan geçmeýär. Şunlukda BW liniýanyň A_2^1 kesiginiň I_{A2}^1 zonasynyň daşyndaky uçastoklaryndaky zeper ýetmede selektiwiligi saklamak üçin BW liniýanyň kesiginiň I_{A2}^1 goraýan zonasynyň soňundaky zeper ýetmede 2-nji basgançagyň işe goşulýş togy AB liniýadan geçýän gysga utgaşmanyň maksimal togundan uly bolmaly 5.8

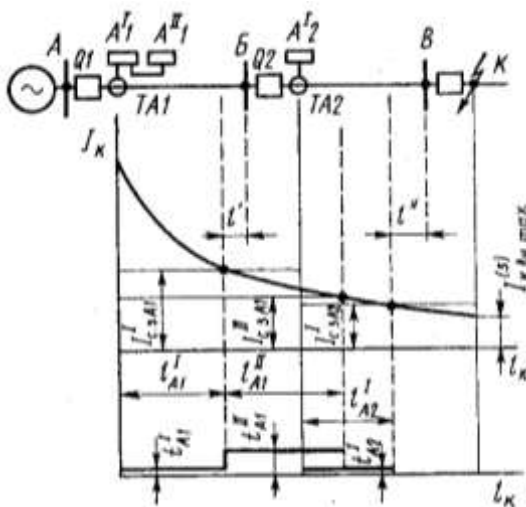
çyzgydan görnişi ýaly bu tok BW liniýadaky tok kesiginiň $I_{C.3A2}^I$ işe goşulyş toguna deň.

Eger

$$I_{C.3A1}^{II} = K_{OTC}^{II} I_{O.3A2}^I$$

diýip kabul etsek, selektiwlik üpjün edilýär.

Bu ýerde $K_{OTC}^{II} = 1.1 \dots 1.05$



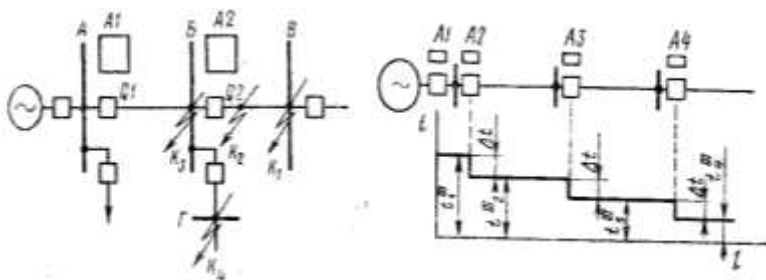
1.3.1-nji çyzgy.

Şeýle işe goşulyş $I_{C.3A1}^{II}$ toguny we t_{A1}^{II} wagt saklaýyşy saýlamak bilen AB liniýanyň goragynyň 2-nji basgançagynyň işleýän zonzsyna I^I uçastok we podstansiýa şinasyny hem guýar. Mundan başga-da ol AB liniýanyň goragynyň 1-nji A_1^I basgançagynyň işlemedik ýagdaýynda ýakyn rezerwirlemäni we B podstansiýanyň ýanynda BW liniýadaky A_2^I kesigiň işlemedik ýagdaýynda uzak rezerwirlemäni üpjün edýär. Eger 2-nji basgançagyň wagt saklaýşy talaba laýyk bolsa onda 1-nji basgançak bolmasada bolýar. Umumy ýagdaýda B

podstansiýanyň şinalarynda birnäçelli niýalar çykýar. Mundan başga-da şina birikdirilip bilner A podstansiýanyň A_{AI}^{II} goragynyň ikinji basgançagyny ähli çykýan liniýalaryň kesikleriniň we transformatorlaryň tiz täsir edýän goraglarynyň wagtyna laýyklykda düzmeli. Onuň işe goşulyş togy $I_{C.3AI}^{II}$ AB liniýa bolsa geçýän gysga utgaşmanyň toklarynyň in ulusyna laýyklykda saýlanylýar. Bu tok çykýan liniýalaryň keiginiň goralýan zonalarynyň syşundaky zeper ýetmelerde we transformatorlaryň pes naprýaženiýeli şinalaryndaky gysga utgaşmalarda saýlanylýar. 2-nji basgançagyň duýyýjylygy goralýan liniýanyň soňundaky metaliki gysga utgaşmada zeper ýetmäniň minimal togy bolsa kesgitlenilýär. Şeýlelikde duýyýjylyk koefisiýenti $K_{\Sigma} \geq 1.3 \dots 1.5$ bolmaly wagt saklaýyşly tok kesigi onuň degişli parametrleri bilen saýlanylanda 2 taraplaýyn iýmitlendirilişi liniýalarda selektiwligi saklamaga mümkinçilik berýär.

Tok goragynyň 3-nji basgançagy maksimal tok goragy

Wagt saklaýyşy saklamak. Belleýşimiz ýaly maksimal tok goragy işe goşulyş wagtyna bagly däl we çäklendirilen bagly edilip ýerine ýetirilip bilner. Iki ýagdaýda-da selektiwligi saklap bolýar. Onuň üçin $A2$ goragyň täsir edýän zonasyna ýanaşyk uçastoklardaky K nokatdaky gysga utgaşmada iýmitlendiriş çeşmesiniň ýanynda ýerleşen $A1$ goragyň t_{1}''' işe goşulyş wagty $A2$ goragyň t_{2}''' maksimal wagt saklaýşyndan $\Delta t = 0.3 \dots 0.5s$ selektiwlik basgançagyna uly bolmaly. Eger gorag üçin PTB releni ulanýan bolsalar onda selektiwlik basgançagyny 1s çenli ulaldýarlar.



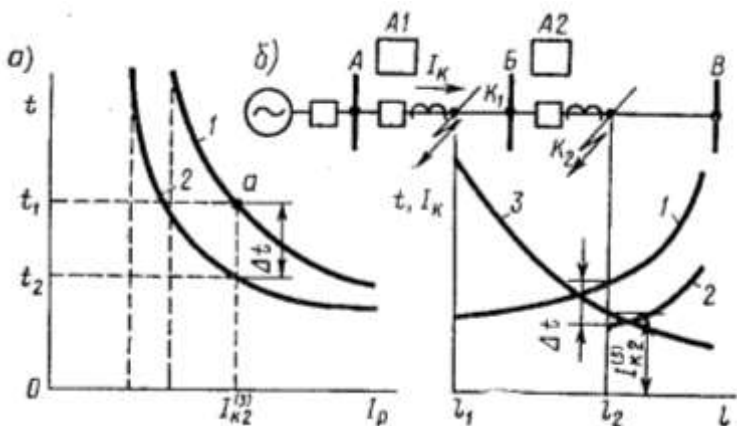
1.3.2-nji çyzgy.

Maksimal tok goragynda wagt saklaýşy basgançaklaýyn prinsip boýunça saýlanýarlar.

Çäklendirilen bagly häsiýetnamaly maksimal tok goragyň wagt saklaýşy kesgitli bir tok üçin saýlanylmalydyr. 1.3.1-nji çyzgydan görnüşi ýaly gysga utgaşdyrmanyň uly togy degişlilikde A1 we A2 gorag relesindäki tok hem A2 gorag täsir edýän zonynda zeper ýetme bolanda A2 goragyň oturdylan ýeriniň ýanyndan, ýagny B potstansiýanyň ýanyndan aýlanyp geçýär. B postyň ugrundaky utgaşma nokady ýok ýerinde zaýalanma togy kemelýär. A1, A2 goraglaryä işe goşulma wagty ulalýar. Dürli wagt restawkasy bolan 1 tipdäki 2 rele üçin tok üýtgände wagt saklaýşyň Δt tapawudy hemişelik durmaýar, ol näçe uly bolsa reledäki tok şonça-da kiçidir.

Şonuň üçin K2 nokatda $I_{K2}(s)$ gysga wagtyň togy üçin selektiwlik şerti ýerine ýetirilmelidir.

Berlen A2 goragyň häsiýetnamasy boýunça A1 goragyň häsiýetnamasy şeýle görnüşde saýlaýarlar. Releniň sarymyndaky toguň absolýut ululygyna baglylykda A2 goragyň wagt saklaýşynyň häsiýetnamasy düzülýär. Düzülen häsiýetnama boýunça K2 hasaplama nokadynda gysga utgaşmanyň togyna laýyklykda A2 goragyň işe goşulyş wagty kesgitlenýär. Bu wagtyň üstüne selektiwlik basgançagyňy goşup, A1 goragyň işleýiş wagtyňy we goragyň häsiýetnamasyna degişli a nokady kesgitleýärler. (1.3.4-nji a çyzgy). a nokat we işe goşulyş togy boýunça tipli häsiýetnamalardan releniň häsiýetnamasyny saýlaýarlar.



1.3.4-nji çyzgy.

1.3.4-nji çyzgyda gysga utgaşmanyň nokady A nokatdan B nokada süýşende zaýalanma togunyň üýtgeýşi görkezilip, A1 we A2 goraglaryň 1,2 häsýetnamalary düzülendir. Grafikden görnüşi ýaly bagly häsýetnamaly goragyň esasy artykmaçlygy goňşy linýalarda gysga utgaşma üçin selektiwlik üpjün edilen bolsa, onda bu gorag az wagt saklaýyş bilen ýakyndaky zeper ýetmäni aradan aýyrýar. Onuň ýene bir artykmaçlygy goragda aýratyn wagt relesi ýokdyr hem-de ol elektroherketlendirijileriň işe goşujy häsýetnamasy bilen sazlanýar. Muňa seretmezden bagly däl häsýetnamaly wagt saklaýyşly goraglar bilen deňeşdireniňde onuň bir topar kemçilikleri hem bar: minimal iş režiminde uly wagt saklaýyş we ş.m.

Işe goşulýş togyny saklamak. Ol saýlanylanda ölçýji organy başdaky ýagdaýyna getirmeli. K nokatda gysga utgaşmada A1 goraga we zeper ýetme ýerine ýakyn ýerleşdirilen A2 goragyň ölçýji organy işläp taşlaýar. Şonda diňe A2 gorag öçürilmäni duýup işläp başlaýar, sebäbi onuň wagty saklaýyş kiçi. Ýöne A2 goragyň şeýle işleýşi A1 goragyň

gysga organy gysga utgaşmadan soň başdaky ýagdaýyna gaýdyp gelýän halatynda bolýar. Onuň üçin gysga utgaşmadan soň yza gaýdyp togy maksimal tokdan uly bolmaly.

$$I_{BB}^{III} > I_{3 \max}$$

$I_{3 \max}$ tok kesgitlenilende gysga utgaşmadan soň uapry dikeldilende elektroherketlendirijileriň özleriniň goşulmagy bilen goralýan liniýada toguň ulalmak mümkinçiligini we ş.m. göz önünde tutmaň $I_{3 \max}$ tok adaty $I_{\text{pab max}}$ maksimal işçi tokdan uly $k \approx 2.5 \dots 3$ - özi işe goşmaň koeffisiýenti. Eger $I_{B.3}^{III} > K_{3n} I_{\text{pa}}$ bolsa goragyň selektiw işleýşi üpjün edilýär.

Sazlama koeffisiýenti releniň ýalňyşlyklaryny hasaplama laryň nätakyklygyny hasaba alyp $K_{\text{OTC}}^{III} = 1.1 \dots 1.2$ kabul edilýär

Liniýa öçirilende goragyň ölçeýji organlary başdaky ýagdaýyna gelýär, şonuň üçin yza gaýdyş koeffisiýenti deňlikde $k=1$ alynýar. Dürli ýagdaýlarda mysal üçin PTB rele ulanylanda selektiwligi üpjün etmek üçin ýymitlendiriş çeşmesine näçe ýakynlaşdygyça goragyň işe goşulma togunyň ulalmagyny gazanmaly. Beýleki ýagdaýlarda ýymitlendiriji çeşmäniň ýanynda ýerleşdirilen A1 goragyň I^{III} işe goşulyş togy A2 goragyňkydan kiçi bolmaly däl. Şeýlelikde şu şert ýerne ýetmeli $Z_{C3(n-1)}^{III} \geq I_{C3n}^{III}$ Köp halatlarda nagruskaň toguny hem hasaba almaly bolýar. Onda şu şert ýerine ýetmeli! $I_{C3(n-1)}^{III} \geq (I_{C3n}^{III} + I_{\text{pab max}})$; bu ýerde: $I_{\text{pab max}}$ -G podstansiýanyň elektro ulanyjylarynyň maksimal işçi togy. Maksimal tok goragynyň duýgurlygy goralýan liniýanyň soňundaky zeper ýetmedik I minimal tok boýunça barlanylýar. $K_n^{III} \geq 1.5$ bolanda duýujylyk ýeterli diýip hasap edilýär. Eger max tok goragy soňky rezerkirlemäni hem amala aşyryan bolsa onda duýujylyk koeffisiýentli ýanaşýan uçastogyň soňundaky gysga utgaşmanyň minimal togy bilen kesgitlenýär Şonda $K_n^{III} \geq 1.2$ bolmaly Podstansiýanyň şinalaryndan çykýan bir näçe liniýalar bar bolsa onda koeffisiýentli $K_n^{III} \geq 1.2$ şol liniýalaryň islendik gysga

utgaşmada üpjün edilmelidir. Elaktrik üpjünçilik ulgamlarynda maks tok goragy ýerine ýetmek üçin adatça-80 induksion rele ulanyrlar. Bu ýagdaýda operasion toguň çeşmesi bolu toguň transformatorlary hyzmat edýär. Gorag bolsa açaryň öçürilme elektromagnitiniň deşuntirleme shemasy boýunça düzülendir. Şeýle shemada toguň transformatoryny desse bir ölçeýji hökmündedäl eýsem açaryň öçüriji elektromagnitini iümitlendirmek üçin hem ulanylýar. Shema şeýle ýer ýet-ýär: gorag işe goşulanda öçüriji elektromagnit XAT TA toguň tranfor-na birleşdirilýär. Tok transformatorynyň zynjyrynyň arasy üzülmöz ýaly kä wagt zynjyryň arasyny üzmän ugruny üýtgedýän koutaktly kA rele mysal üçin: rele PT-85 ulanylýar. Bu grosesde Q-açaryň öçüriji YAT elektro magnit tok transformatoryna goşulýar soňra deşuntirlenýär. Eger-de öçüriji elektromagnitlerde Q açary öçürirerlik derejede tok bar bolsa ol öçýär.

Şeýlelikde, şeýle shemada tok transformatorlary 2 režimede işleýär: Rele işe goşulmazyndan öň-tok çeşmesiniň režiminde tok transformatoryň nagruskasy bolup rele sarymlarynyň garşylygy we geçirijileriň garşylygy bolup durýar. Şonuň üçin gorag işläp başlanda tok transformatordan diňe releniň işlemegi üçin gerek bolan kuwwat alynýar; Şonda tok transformatoryň doly ýalňyslygy $\varepsilon \leq 10\%$ uly bolmalydäl.

Rele işe goşulandan soňky rezim: açaryň öçirilp elektromagnitiň desuntirlenmegi bilen tok transformatoryň nagruskasy çürt-kesik artýar onuň ikilenji togy azalýar; tok transformatoryň açaryň öçüriji elektromagnitiniň işlemegi üçin gerek bolan kuwwatyň berilmegini üpjün etmeli; reledäki kemelen tok onuň işe goşulandan soňky ýagdaýynyň saklanyşyny üpjün etmeli ýagny rele yza gaýdyş togundan uly bolmaly. Releniň kontakt sistemasyna dürli gysga utgaşmanyň toklarynda öçüriji elektromagniti ygtybarly deşuntirlemek talaby bildirilýär.

Şeýlelikde açaryň öçüriji elektromagniti deşuntirlenýän maksimal tok goragynyň parametrleri hasaplanylanda şulary

goşmaça barlamaly; açaryň öçüriji elektromagniti deşuntirlenenden soň onuň işiniň ygtybarlylygy; öçüriji elektromagnet deşuntirlenenden soň releniň yza gaýtmasynyň ýokdugyny; releniň ugryny üýtgediji kontaktlarynyň kommutanan başarnyklaryny;

Haçanda goragyň I_{c3}^{III} işe goşulýş togy başlangyç toguň ululygyndan birnäçe esse uly bolsa, şonda öçmäniň elektromagnitiniň ygtybarly işi üpjün edilýär.

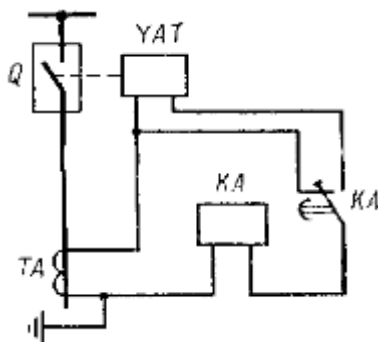
$$I_{c3}^{III} \geq I_{17.0}$$

şerti şu tetipde barlaýarlar. Berlen öçürilme elektromagnitiň işe goşulýş togunda sazlaýjy koefisiýenti $k=1.2 \dots 1.4$ bolan, onuň işiniň ygtybarly bolmagy üçin $I_2 = k \cdot I_{c3.0}$ 2-lenji togy kesgitleýärler; tok transformatorlarynyň ýalňyşlygyň göz önünde tutsak $I_{13.0} = (I_2 + I^1)k$ 1. toguň magnitlenmesi magnit akymynyň ortaça uzynlygyny, ikilenji sarymyň sany w_2 , serdersiğiň S kesigi arkaly $B=f(H)$ tipli magnitlenme häsiýetnamanyň üsti bilen kesgitlemek bolýar. Ilki bilen transformatoryň öçüriji elektromagnide goşulan ýagdaýynda ikilenji e.h.g $E_2 = I_2(Z_2 + Z_H)$ hasaplaýarlar, soňra maksimal induksiýany $B_{\max} = E \cdot 2 \cdot 10^{-8} / (4.44 f w_2 S)$ we magnitlenme egrisi boýunça H magnit meýdanyň dartgynlylygyny kesgitleýärler. Oňa degişli magnitlenme togy $I' = H l_{cp} / w_2$. Eger tapylan $I_{13.0}$ magnitlenme togy (5.9) şerti kanagatlandyрмаýan bolsa, onda tok transformatorlaryny yzygider birikdimeklik zerurlygy ýüze çykýar. Öçürilme elektromagniti deşuntirlenenden soň goragyň ölçeýji releleriniň yza gaýtmazlygy üçin aşakdaky şert ýerine ýetmelidir.

$$I_2 \geq k_{otc} I_{b*p}; \quad k_{otc} = 1.2$$

Iki taraplaýyn iýunitlenýän bolup şertlerde hemde bir we birnäçe iýmitl.çeşmeli çylşyrymly şertlerde maksimal tok goragynyň selektiw işleýşi üpjün edilmeyär, şol sanda k_1 nokatda-da gysga utgaşma bolanda umumy ýagdaýlarda ähli

goraglar işleýär AB uçastokdaky zeper ýetmäni selektiw ýok etmek üçin A2 goragyň t2 wagty saklaýşy A3 goragyň t3 we A4 goragyň t4 wagty saklaýşlaryndan kiçi bolmaly ýagny $t_2 < t_3$ we $t_2 < t_4$ edil şonuňky ýaly k2 nokatdaky gysga utgaşmada goragyň selektiw işlemegi üçin $t_3 < t_2$, $t_3 < t_1$ şertler ýerine ýetmeli Görşimiz ýaly A2 we A3 goraglara ters talaplar bildiriýär. Şol bir wagtyň özünde A2 goragyň wagt saklaýşy A3 goragyň wagt saklaýşyndan hem uly hem kiçi bolup bilmeýär. Şolsebäbi şeýle şertlerde maksimal tok goragy selektiw bolup bilmeýär hem-de onuň ulanylyşy mümkin däl.



1.3.5-nji çyzgy.

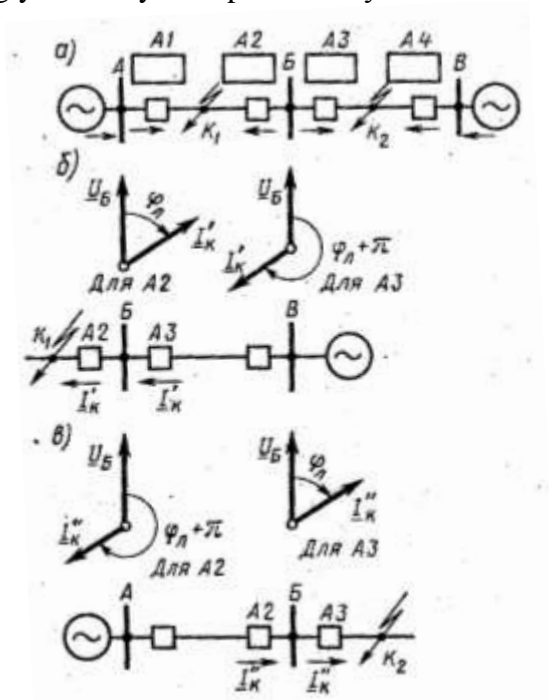
IKINJI BAP

GÖNÜKDIRILEN TOK GORAGLAR

§ 2.1 Ugrykdyrylan tok goragyň we ugrykdyrylan tok goragyň nul yzygiderliginiň esasy organlary, işleýiş prinsipi we olaryň parametrlerini saýlamak

Iki tarapdan iýmitlendirilýän setlerde tok goraglarynyň selektiw işlemegi üçin oňa kuwwaty ugrukdyjy ölçeýji organ otyrdylan. Şeýle goraga ugrykdyrylan tok goragy diýilýär. Ol hem adatça tok goragy ýaly göräli selektiwli üç basgançakly edilýär. Tok goragynyň 1-nji we 2-nji basgançaklary 2 tarapdan iýmitlendirilýän setlerde selektiwligi saklaýar şol sebäpli olarda kuwwatly ugrykdyryjy organlaryň bolmazlygy mümkin. Tok goragyndan tapawutlylykda ugrykdyrylan tok goragy KW releniň kömegi bilen diňe bir goralýan elementdäki toguň absolýut ululygynyň eýsem goragyň oturdylan ýerindäki şinalaryň naprýaženiýesine görä fazasyny hem duýýar, ýagny gysga utgaşmalaryň kuwwatynyň ugruna baglylykda işleýär. Değişli kuwwaty ugrukdyjy organy we wagty saklaýyşy saýlamak bilen goragyň selektiw işleýşi amala aşyrylýar. Toguň we naprýaženiýanyň wektor dioganallaryna seredip A2 we A3 goraglar işe goşulan ýerinde B podstansiýanyň şinalaryndaky naprýaženiýä görä zaýalanma K1 nokatdan K2 nokada süýşende toguň fazasynyň Π burça diskret üýtgeýändigini görmek bolýar. Togyň mgnowen ululygynyň položitel ugrunyň wektor diogrammasyny düzülende şinadan liniýa tarap ugru alynýar. Ik toguň fazasynyň Υ süýşme burçy naprýaženiýä görä yza galýan tokda položitel öňde barýan tokda otnositel hasaplanylýar. A2 gorag gysga utgaşma bolup geçýän K1 nokatda diňe tok bilen naprýaženiýäniň arasyndaky fazalaryň süýşme burçuny duýup, öçer ýaly edip düzmeli. A3 gorag bolsa K2 nokatdakyda öçmeli. Mundan hem kuwwaty ugrukdyryjy relä $U_p=U_B$ naprýaženiýe, $I_p=I_k$ tok we $I_p=I_k$ tok eltilende φ_A

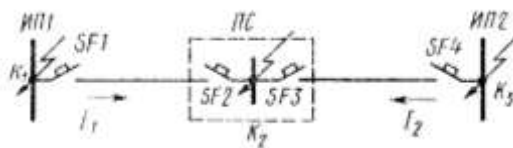
burça deň U_p we I_p -iň arasyndaky φ_p burçda rele işlemelidigi we $\varphi_p = (\varphi_A + \pi)$ burçda işlemelidäldigi gelip çykýar. A4 goragyň K1 nokatdaky gysga utgaşmanyň tok we naprýaženiýe wektor diogrammany A2 goragyňka meňzeşdir. Şonuň üçin AB liniýany selektiw öçürmek üçin hökmany çyzgyda bu goraglaryň parametrlini özara sazlamaly. Edil şonuň ýaly A1 we A3 goraglaryň parametrleri hem özara sazlaşdurmaly. Kuwwaty ugrukdyrýan organa laýyklykda ähli goraglar bir-birine bagly bolmadyk 2 topara bölünýär.



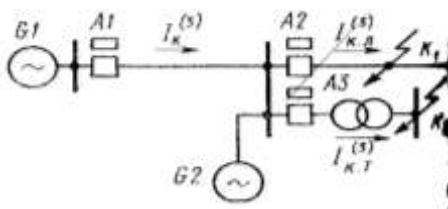
2.1.1-nji çyzgy.

Goragyň 1-nji basgançagy .Ugrykdyrylan tok goragyňyň 1-nji basgançagy ugrukdyrylmadyk bolup diňe wagty sazlamazdan tok kesigi bolup biler. Eger tok kesiginiň duýgurlylygyny ýokarlandyrmak gerek bolsa onda kuwwaty

ugrukdyryjy organy oturtmak zerurlygy döreyär. Mysal üçin Elektifisirlenen transportyň hemişelik tok liniýalaryndaky gönikdirilen tok goragy birnäçe üýtgeşiklere eýe. Şeýle şertlerde elektrik duga bilen simleriň ýanmagynyň önüni almak üçin gysga utgaşmada zeper ýetmäni aýrýmaklygyň wagty 0.1 sek geçmeli däl. Şeýle goraglary ýasamak üçin zeper ýetmäni 0.08 sekuntda aýyrýan tiz täsir edýän polýarizirlenen awtomatik togy öçürüp ýakyjy açar ulanylýar. Mysal üçin AB 2/3 şeýle açarlar esasynda basgançakly wagty saklaýyş häsiýetnamaly gönikdirilen tok goragyny ýerine ýetirmek mümkin däl. Şol sebäpli hemişelik tokly çekiş setindäki gönikdirilen tok goragyň diňe bir basgançagy bar. Gönikdirilen tok kesigi ony tutuş liniýany gorar ýaly edip ýasaýarlar. Şeýle şertlerde diňe gysga utgaşmalara duýgur, ýagny adaty iş režiminde ýüze çykmaýan goragyň ýerine ýetirmegi üçin IPI1 we IPI2 iki iýmitlenme çeşmeleriniň arasyny seksionirmek gerek bolýar. Seksionirleme postuny takmynan ortasynda ýerleşdirýärler.

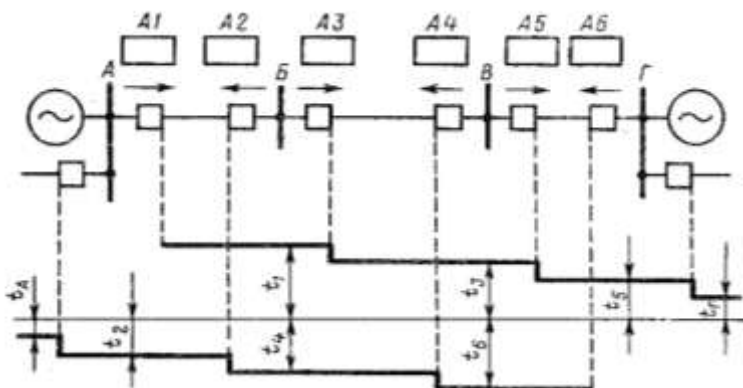


2.1.2-nji çyzgy.



2.1.3-nji çyzgy.

Goragyň 2-nji basgançagy. 2-nji basgançagyň parametrleriniň saýlanyş şerti ugrukdyrylmadyk tok goraglarynyň wagt saklaýyşly tok kesikleriniň parometrleriniň saýlanyş şertleri ýalydyr. Bu diýdigi ; ýagny A1 goragyň 2-nji basgançagy wagta görä 2 goragyň 1-nji basgançaklaryň garşylykly podstansiýalaryň şinalaryndan çykyp gaýdýan liniýalar olara birikdirilen 2 täsir ediji A3 goragyň transformatoryna görä sazlanmaly diýmekdir. Bu ýagdaýda wagtyň saklanyşy adatça 5-likden geçmeýär.

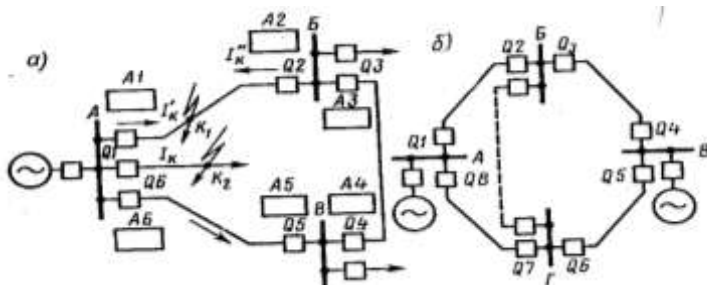


2.1.4-nji çyzgy.

Goragyň 3-nji basgançagy-gönikdirilen maksimal tok goragy.

Wagt saklaýyşy saýlamak. Kuwwatyň ugry peýkamlar bilen görkezilendir. Şoňa laýyklykda kuwwatyň ugrykdyrylan organlary goragyň işe goşulmagyna rugsat berýär. Şony göz önünde tutup goraglar 2 topara birleşdirilýär. A2 A4 A6 we A5 A3 A1. Her toparyň çäginde maksimal tok goragyndaky ýaly basgançaklaýyn prinsip boýunça wagt saklaýyş saýlaýarlar. Minimal wagt saklaýyş A2 we A5 goraglarda bolýar. Goragyň her bir toparynda wagt saklaýyş iýmitlendiriş çesmesine

ýakynlaşma baglylykda Δt ululyga ulaldylýar. Gönikdirilen maksimal tok goraglarda wagt saklaýyşy garşylykly basgançaklaýyn prinsip boýunça saýlamaklyk kabul edilendir. Gysga utgaşmada seredilýän setiň islendik nokadynda goragyň selektiw işleýşini göz ýetirmek bolar. Käbir goraglar kuwwaty ugrykdyrylýan organsyz ýerine ýetirilende-de selektiwlik bozulmaýar. A3 goragda kuwwaty ugrykdyryjy oturdylmagy hökmandäl. Sebäbi ol A2 goraga wagt boýunça sazlanýlýar. Şu sebäplere görä A4 A1 we A6 goraglary hem kuwwaty ugrykdyryjy organsyz ýerine ýetirip bolar.



2.1.5-nji çyzgy.

Umumy ýagdaýda uly wagt sazlaýyş bolan goraglarda kuwwaty ugrykdyryjy organ bolmaýar. Ulgamda selektiwlik wagt saklaýyşyň esasynda üpjün edilýär. Bir iýmitlendiriş çeşmeli halka görnüşli setlerde gönikdirilen maksimal tok goraglarda wagt saklaýyş garşylykly basgançaklaýyn prinsip boýunça saýlanýlýar. AB we AW uçastoklarda oturdylan A2 we A5 gorglary wagt saklaýyşsyz ýer ýet bolýar. Şeýle mümkinçilik goraglardaky kuwwatyň ugrykdyrylyşy bilen kesgitlenilýär. Normal işde, daşky gys utg-da hem-de B we W podstantsiya beýleki birikmelerinde A2 we A5 goraglaryň oturdylan ýerlerinde kuwwat liniýalardan şinalar tarap ugrykdyrylandyr. Şol sebäpli olaryň kuwwaty ugrykdyryjy organy goragyň işe goşulmagyna päsgelçilik döredýär. Şon

bilen bir hatarda A podstansiýanyň beýleki; ýagny halkadan daşky birleşmelerine zeper ýetende gorag işlemeýär. Onuň sebäbi zeper ýetme togy halkadan geçmeýär. Goralýan AB we AW liniýalardaky A2 we A5 goraglaryň kuwaty ugrýduryjy organy diňe şol ýerdäki gysga utgaşmada işe goşulýar we goraglar öçürilmän duýup işe goşulyp bilýärler. Bu bolsa goragyň wagt saklaýyşsyz işe goşulmagyna mümkinçilik döredýär.

Işe goşulyjy toguň saýlanyşy. Gönikdirilen maksimal tok goragyň işe goşulyjy togy şol sanda maksimal tok goragy hem şu şerti ýerine ýetirmeli:

$$I_{c3}^{III} \geq (k_{OTC}^{III} K_{c3h}/k_b) I_{max}$$

Emma maksimal tok goragynda tapawutlykda maksimal işçi togy I_{max} saýlananda kuwwaty şinalardan liniýa bolan ugra laýyk gelyän maksimal režimiň diňe özüni hasaba alsa bolar. Bu ýagdaýda kuwwat liniýadan şinalara berilýän režimde togy ölçeýji organyň işläp goragyň bolsa kuwwaty ugr-jy organyň barlygy sebäpli işlemezligi mümkin. Şonuň ýaly ýagdaýda A2 we A3 goraglar bolýar Goragyň işe goşulyjy togy peselende hökmany çyzgyda naprýaženiýe zynjyrynyň bozulmaklyk mümkinçiligini hem-de kuwwaty ugr-jy org-ň ugrynyň üýtgemeklik mümkinçiligini göz önünde tutmaly. Şol sebäpli goragyň shemasyna naprýaženiýe sepine sazlaýjy enjam goşulýar. Normal işde işe goşulyjy tok I_{c3}^{III} işçi tokdan uly bolmaly.

$$I_{c3}^{III} \geq (K_{OTC}^{III}/k_b) I_{max}$$

Ine goşulyjy tok saýlananda (6.3) we (6.4) şertlerden başga 3-nji şert hem ýerine ýetirmeli.

Ýagny: $I_{c3}^{III} \geq K_{OTC}^{III} I_{max}$

Başdaky işlemek režiminde goragyň selektiwliginiň bozulmagy mümkin. Onuň bolmazlygy üçin işe goşulyjy tok saýlananda hökmany çyzgyda ýanaşyk uçastoklarynyň goraglarynyň duýgurlylygyny tasyklamaly. Bu tassyklama diňe bir topara degişli goraglar üçin geçirilýär. Mys üçin A2 A4 A6. Ondada iň kiçi wagt saklaýyşy bolan goragyň iň kiçi işe goşulyjy togy bolmaly ýagny

$$I_{c32}^{III} < I_{c34}^{III} < I_{c36}^{III}$$

Umumy ýagdaýda her toparyň çäginde şu şert

$$I_{c3}^{III} \geq K_{OTC}^{III} I_{c3}^{III}$$

Ugrukdyrylan tok goragynyň öli zonasy. Belli bolşy ýaly kuwwaty ugrukdyrylan relen işi fazalaryň φ_p süýşme burçy bilen kesgitlenýär. Muňa seretmezden releniň işlemekligi üçin oňa barýan naprýaženiýa U_{sp} deň kiçi bolmalydäl. Bu bolsa goralýan liniýanyň islendik nokadyndaky ähli simmetrikdäl gysga utgaşmalarda degişli releniň işe goşulmagy bilen üpjün edilýär. Öli zona releniň işe goşulýan kiçijik l_{M3} uçastoklarda diňe üç fazaly metal gysga utgaşmalar bolanda ýüze çykýar.

Releniň işe goşulýan ýeriniň ýanyndaky öli zonanyň soňunda gysga utgaşma bolanda alynýan fazalaryň arasyndaky galyndy naraženiýa

$$K_{OCT}^3 = U_p = \dots$$

Bu ýerde Z_{yg} yzygider birikdirmede doly udel elektrik garşylyk. Maksimal duýgurlylygyň burçy üçin $U_p = U_{cp \min}$. Umuman φ_p burç duýgurlylygyň maksimal burçdan tapawutlanýar. Şol sebäpli üç fazaly gysga utgaşmada öli zonaň $U_p = U_{cp \min} / \cos(\varphi_p + \varphi)$ şert ýerine ýetýär. Şeýlelikde bu deňligi göz önünde tutup

$U_{OCT}^3 - i$ tapmak üçin şu deňlik alynýar.

$$L_{M3}=K_4U_{cp.min}$$

Ýa-da

$$S_{c.p.min}= U_{cp.min} I_k^{(3)}/K_I$$

bolýandygyny göz önünde tutup alarys.

$$L_{m.s}=KuK_I S_{cp.min} /....$$

Öli zonaň uzynlygynyň kiçi bolanlygyna seretmezden şol zonanyň ugrukdyryjy goragda bolmagy bu goragyň kemçiligi bolup durýar.

Nul yzygiderlikli ugrukdyrylan tok goragy Ol seredilip geçilen nul yzygiderlikli ugrukdyrylmadyk tok goragdan U_0 we I_0 nul yzygiderlikleriň üzüjilerine görä işe goşulýan kuwwaty ugrykdyryýan organynyň bolmagy bilen tapawutlanýar. Goragyň parametrlerini nul yzygiderlikli ugrukdyrylmadyk tok goragynyň parametrleri ýaly saýlanylýar. Bu ýerdäki kuwwaty ugrukdyryjy organ käbir režimleri girizýär. Ýagny zonalardaky gysga utgaşma kuwwatyň ugry bilen gabat getirilýär. Bu goragda öli zona ýokdur

§ 2.2. Kuwwatyugrykdyjy releniň işe goşulyş shemasy

Kuwwaty ugrukdyryjy rele, hasda induksion releler şeýle işe goşulmalydyr. Ýagny rele barýan tok we napraženiýe birleşmeleri goralýan elementde gysga utgaşmanyň ähli görnüşleri bolup geçende işe goşulmaklyk üçin ýeterli hem-de položitel bolan aýlanma momentini üpjün etmeli. Ugrykdyrylan tok goraglarynyň shemalarynda kuwwaty ugrykdyryjy rele doly toklara we fazalaryň napraženiýesine goşulýar, nul yzygiderlikli ugrykdyrylan tok goraglarynda bolsa U_0 we I_0 nul yzygiderliginiň düzüjilerine goşulýar. Mundan başga-da U_2 we

I_2 ters yzygiderliginiň düzüjilerine goşulýan releniň shemasy hem ulanylar.

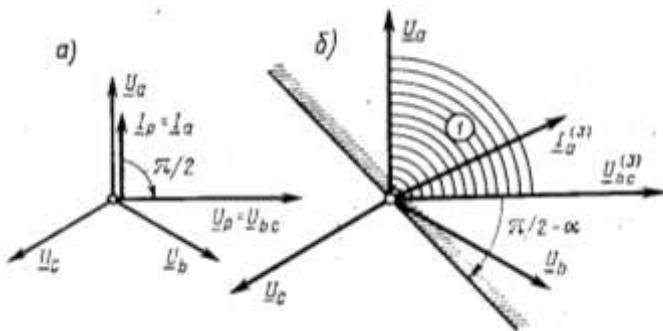
Releniň doly toklara we faza napraženiýelerine goşulýan shemasy. Häzirki wagtda 90 graduslyk shema tipli hasaplanýar. Bu shema Up napr-ň arasynda β p burç hemde ondan öňe geçýän Ip tok bilen kesgitlenilýär. Releniň işe goşulyşynyň 90 graduslyk shemasynda toklaryň we napraženiýalaryň sazlanlyşy aşakdaky görkezilendir.

Rele	KW1	KW2	KW3
Tok Ip.....	I _a	I _b	I _c
Napraženiýa U _{p..U}		U _{bc}	U _{ab}

Işe goşulşyň 90 graduslyk shemasynda adatça $\alpha=\pi/4$ burçly releniň garyşyk tipi ulanylýar. Dürli zeper ýetmelerde kuwwaty ugrykdyryjy releniň özüni alyp barşy analitiki we grafiki usulda barlanylýar.

Dürli zeper ýetýetirlende releniň özüni alyp barşynyň analizne laýyklykda 90 graduslyk shemada onuň özüni alyp barşy şu häsiýetlere eýe:

zeper ýeten fazanyň toguna goşulanda gysga utgaşmanyň ähli görnüşinde doly işe goşulýar. Diňe üç fazaly gysga utgaşmada öli zona eýe bolup bilýär. Bir fazaly ýa-da iki fazaly gysga utgaşmada ýalňyş işe goşulyp biler. Şonuň üçin tutyş goragyň nädogry işlemezligi üçin fazalaýyn pusk ulanylýar, onuň 3-nji basgançagynyň işe goşulyş togy bolsa zeper ýetmedik fazalaryň toklaryna görä fazlanylýar. Bu bolsa goragyň duýgyrlylygynyň peselmegine getirýär. Eger-de goragyň duýgurllylygyny artdyrmaly bolsa, onda ýere gysga utgaşma bolanda gorag awtomatiki öçirilene ýaly hem-de zeper ýetme ýörite gorag arkaly aýrylan ýaly edip shema düzilýär.



2.2.1-nji çyzgy.

Releni nul yzygiderligiň düzijilerine goşmak. Fazalaryň toklarynda we doly napraženiýelerde ýere gyga utgaşma bolanda U_0 we I_0 nul yzygiderligiň düzüjileri döreýär. Olar şu gatnaşyk esasynda bir-biri bilen baglydyr.

$$U_0 = E_0 - I_0 Z_0 = -I_0 Z_0$$

Sebäbi generatoryň nul yzygiderliginiň e.h.g-i $E_0 Z_0$ - nul yzygiderligiň garşylygy. Ol adaty indektiw garşylyga deň diýip alynýar. $Z_0 = jX_0$, om.

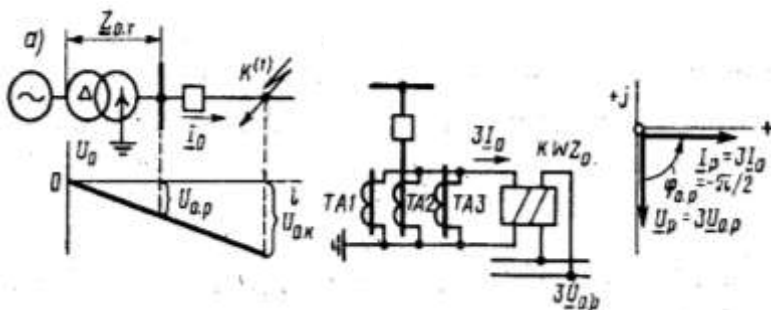
2.2.1-nji çyzgyda bir fazaly gysga utgaşmada U_0 napraženiýanyň $K^{(1)}$ zeper ýetme nokady we generirleýji çeşmäniň arasynda paýlanyşy görkezilendir. U_{op} naprýaženiýeni releniň goşulýan ýerinde transformatoryň Z_{OT} nul yzygiderliginiň garşylygyndaky naprýaženiýeniň düşmegi bilen kesgitläp bolýar. $U_{op} = Z_0 Z_{OT}$.

Kuwwaty ugrykdyryjy releniň sarymlary KW Z_0 napraženiýe filtrlrine we nul yzygiderlikli toguň filtrne birikdirilýär. Şonuň üçin $U_p = 3 U_{op}$ we $I_p = 3 I_0$ $Z_{OT} = j X_{OT}$ bolanda U_p napraženiýe I_p tokdan X_{OT} garşylyk garşylyk bilen kesgitlenýär. We zeper ýetme nokadyndaky geçiş napraženiýa bagly bolmaýar. Wektor diagrammada $\alpha = \pi/2$ burçly kuwwaty ugrykdyryjy releni ulanmak amatlydyr. Aýlanma momenti:

$$M_{BP} = k U_p I_p \cos(\dots) = \dots$$

Liniýadaky aktiw garşylygy hasaba alyp β_{op} burç $\gamma_{op} \approx 2\pi/3$ çenli artýar. Şol sebäpli umumy ýagdaýda $\alpha = \pi/2 + \beta_o$ burçly we $M_{BP} = -K U_p I_p \sin(\gamma_{op} + \beta_o)$ momentli releniň bolmagy hökmanydyr. Bu ýerde $\beta_o \approx \pi/6$

Seredilýän kuwwaty ugrykdyryjy releniň işe goşulýş shemasynyň artykmaşlygy-onuň ýönekeýligi we goragynyň öli zonasyz işe goşulmagyndadyr. Rele diňe ýere gysga utgaşmada bolýar. Ýöne normal režimde filtrleriň ýalňyşlyklary esasynda köp fazaly gysga utgaşmalarda releniň gysgyçlarynda balans däl tok we napraženiýa döreýär we ol gysga utgaşmanyň kuwwatynyň islendik ugruna işe goşulyp biler. Humanyň bu kemçiligi balans däl toguň we tok organlarynyň sazlanagy bilen aradan aýrylýar.



2.2.2-nji çyzgy.

Releni ters vzygiderligiň düzüjilerine goşmak. Fazalaryň toklaryndaky we doly napraženiýedäki Yzygiderliginiň düzüjileri ähli simmetrik däl gysga utgaşmalarda bolýar. Şeýle-de olar üç fazaly gysga utgaşmanyň ýüze çykmagynyň başynda döreýärler. Şon bilen baglylykda ters yzygiderligiň düzüjilerine

goşulan kuwwaty ugrukdyryjy we üç fazaly gysga utgaşmada hem gysga wagtlaýyn işe goşulyp biler. Ters zzygiderlikdäki I_2 tok bilen U_2 napraženiýeniň arasyndaky gatnaşyk nul zzygiderligiň düzüjileriniň arasyndaky gatnaşyga meňzeşdir;

$$U_2 = I_2 Z_2$$

Z_2 - ters zzygiderligiň garşylygy. Ol adatça induktiw garşylyga deň diýip alynýar.

$Z_2 = jX_2$ om

Şol sebäpli U_0 -nyň paýlanyşy we U_0 napraženiýanyň hem-de I_0 toguň wektor diagrammasynyň gurlyşy hakynda aýdylan ähli zatlar U_2 napraženiýa we I_2 tok üçin hem adaltdyr.

Aýdylanlara esaslanyp U_2 napraženiýä we I_2 toga goşulýan kuwwaty ugrukdyryjy we saýlananda onuň häsiýetnamasy nul zzygiderligiň düzüjilerine goşulýan releniň häsiýetnamasyna we $M_{bp} = -K U_p I_p \sin(\alpha_2 p + \beta_2)$ momentine ýakyn edip saýlamaly. Ýöne nul zzygiderligiň napraženiýasynyň we togunyň birlenç filtrlinden tapawutlykda ters zzygiderligiň napraženiýasynyň we togunyň ikilenç filtrleri häsiýetnamalaryna we goşulyş usullaryna laýyklykda U_{2p} napraženiýeleriniň we I_{2p} toguň arasynda dürli faza gatnaşyklaryny şertleşýärler. Şol sebäpli seredilýän shemada dürli ululykly α burçy bolan garyşyk releler ulanylýar. Shemanyň artykmaçlygy bolup, onuň ýönekeýligi islendik gysga utgaşmada işe goşulmagynyň prinsipal mümkinçiligi bolup durýar

Shemada simmetrik ýüklenmäniň toklaryna reagirlemeýär. Ýöne filtrleriň ýalňyşlyklaryna baglylykda rele normal işde kuwwatyň islendik ugruna işe goşulyp biler. Şeýle ýagdaýda goragyň nädogry işe goşulmagy işe goşulyş toguny ölçeýji organy ters zzygiderligiň filtrinden çykýan balansdäl toga sazlamak bilen aradan aýrylýar.

ÜÇÜNJI BAP

ÝER BILEN GYSGA UTGAŞMA GORAGLARY

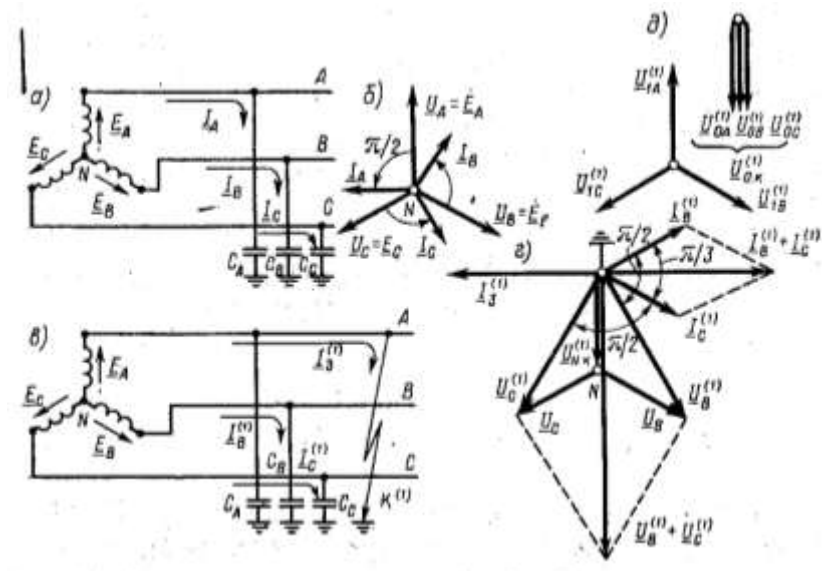
§3.1 Izorilnenen ýa-da dugalaýyn öwüriji reaktorlary bilen ýere utgaşma garşy goraglar.

Izorilnenen neýtrally şertlerde ýere birfazaly utgaşmanyň ornaşdyrylan režimi.

Ýere utgaşmanyň ornaşdyrylan toklary elektrik ulgamlarynyň neýtralynyň iş režimi bilen kesgitlenilýär. Neýtal bilen izonirlenen şertlerde zeper ýetme nokadynda birfazaly utgaşmalarda ornaşdyrylan toguň ululyklary adatça birnäçe onluk amperden geçmeýär. Egerde neýtral dugalaýyn öwüriji reaktor arkaly ýere birikendirilse, onda reaktory sazlap, ýere bolan utgaşmany belli bir derejede azaldyp bolýar. Şoňa baglylykda şeýle şertlerdäki ýere bolan birfazaly toklara garşy goragda kesgitli kynçylyklary döredýärler. Bu bolsa ýere bolan utgaşmada geçiş prosesleriň toklaryna baglylykda işleýän goraglaryň döredilmedik zerurlygy ýüze çykýar.

Normal işde üýtgeýän toguň şertlerinde ýüklemäniň işçi toklary bilen bir hatarda geçirijiniň uzynlygy bolsa deň paýlanan, fazalaýyn akýan tok hem akýar. Egerde ýüklemäniň toguny hasaba almasa onda setiň ähli nokadyndaky napraženiýany birmeňzeş diýip alsa bolar. Sebäbi sygymly toklar örän kiçidir. Ýere görä fazalaryň napraženiýasy degişli faza napraženiýalaryna deňdir, ýagny U_A , U_B , U_C . Fazalaryň sygymyny bolsa ekliwalent shemada kondensatorlar bilen çalyşyp bolýar: C_A , C_B , C_C .

Kondensatorlaryň birikdirilen ýeri sygymly toklara täsir etmeýär, sebäbi liniýanyň induktiw we aktiw garşylyklary fazanyň sygymynyň ýere görä garşylygyndan örän kiçidir. Simmetrik 3 fazaly şertde $C_A = C_B = C_C = 1$.



3.1.1-nji çyzgy.

Geçirijilerde napraženiýanyň aşak gaçmasynyň ýoklugy sebäpli U_A, U_B, U_C , napraženiýalar iýmitlendiriň çeşmesiniň degişli e.h.g- ne deňdir hemde olary we toky faza napraženiýalaryň simmetrik ýyldyzyny emele getirýär. Şeýlelikde ýere görä sistema neýtralynyň napraženiýasy 0-a deňdir. Jemlenen sygymdan degişli napraženiýalary faza bolsa $\Pi/2$ burça öňürtileýän hemde toklaryň simmetrik sistemasyny emele getirýän toklar akyp geçýär: $I_A = j U_A / X_C = \dots$

Izorilnemen neýtrally şertlerde haýsy hem bolsa bir fazanyň utgaşmagynda ýere görä fazalaryň napraženiýasy üýtgeýär,emma N sistemanyň neýtralyna görä üýtgemeyär.Ýere görä metalliki utgaşmada, mysal üçin A fazada ol ýeriň potesiýalyny alýar ($U_A^{(1)}=0$).Ýere görä beýleki 2 fazalaryň napraženiýasy hem-de N neýtrally ýere görä birikdirilen fazanyň napraženiýasy bolýar.

$$U_{AB} = U_B \quad U_{EA} = \dots \quad U_{NA} \dots$$

Fazalaryň arasyndaky napraženiýa üýtgemän galýar, emme zeper ýeten B we C fazalaryň napraženiýasy ýere görä kök içinde 3 esse artýar.

$$U_A^{(1)} = 0, U_A^{(1)} = \dots$$

Şeýlelikde,metalliki utgaşmanlarda şertde $U_{ok}^{(1)}$ nul yzygiderligiň napraženiýasy döreýär. Göni yzygiderligiň napraženiýasy normal işde fazalaryň ýere görä napraženiýesine deňdir.

Ýere utgaşma adatça geçiji aktiw garşylyk esasynda döreýär. Zeper ýeten fazanyň napraženiýasy ýere görä 0-a çenli peselmeýär, zeper ýetmedik fazalaryň napraženiýesi bolsa ýere görä fazalaýyn napraženiýesinden köp bolýar, ýöne fazalaryň arasyndakydan az bolýar. Şoňa baglylykda neýtralyň süýşme napraženiýesinden kiçi bolýar. Bu azalma ýere doly utgaşma koefisiýenti bilen häsiýetlendirilýär;

$$\beta = U_{ok}^{(1)} / U_\phi \leq 1.$$

Faza napraženiýeniň üýtgemesini we nul yzygiderliginiň napraženiýanyň döremegini ýere utgaşma garşy goragy ýerine ýetirmek üçin ulanyp bolýar. Faza napraženiýäniň üýtgemegi bilen doly faza toklary hem üýtgeýär.

Ýere metal utgaşmada zeper ýeten fazanyň C_A sygymynda tok bolmaýar. Sebäbi zeper ýeten fazanyň ýere görä napraženiýasy 0-a deňdir. Zeper ýetmedik fazalaryň $I_B^{(1)}$ we $I_C^{(1)}$ toklary fazalaryň ýere görä B we C napraženiýeleri bilen kesgitlenýär.

$$I_B^{(1)} = j\omega C U_B^{(1)} = (kök aşagy 3) \omega C U_B^{e n/3} I_c^{(1)} = \dots$$

$I_B^{(1)}, I_3^{(1)}$ toklaryň ugruny şertli položitel diýip alsak, $I_3^{(1)} = - (I_B^{(1)} + I_c^{(1)})$ ýada hasaba alyp $U_B^{(1)} + U_c^{(1)} = -3 U_A$.

$I_3^{(1)} = - (j\omega C_{UB}^{(1)} + j) \dots$ Alnan $I_3^{(1)}$ tok U_A napraženiýany faza bolsa $\Pi/2$ burça öňürtileýän hemde zeper ýeten nokadyň ýerleşen ýerine bagly bolmaýar. Şeýlelikde A fazanyň ýere metel utgaşmasynda toklar zeper ýetmedik fazalaryň sygymynda kök aşagy 3 esse artýar, $I_3^{(1)}$ tok bolsa normal işde ýere zeper ýetme nokadyndan akanda A fazanyň sygymlaýyn togunyň bahasynyň 3 essesine deňdir.

Howa hemde kabel liniýalarynyň $I_3^{(1)}$ togunyň tejribe hasaplamalaryny geçirmek üçin ýönekeýleşdirilen formulalardan peýdalanýarlar: $I_3^{(1)} \approx U_e / 350$; $I_3^{(1)} = W / 10$. U - çyzykly napraženiýa , $K W$; e-elektrik birleşdirilen setiö uzynlygy, km. $I_3^{(1)}$, $I_B^{(1)}$, we $I_C^{(1)}$ toklar zeper liniýalara deňişli fazalarda iýmitlendiriş çeşme bilen kondensatoryň birigen ýerinden akyp geçýär (ekwiwalent shema).Olar özara deňagramlaşýan hemde nul yzygiderlik toklary özünde saklaýan 3 wektoryň sistemasyny düzýär. ($I_3^{(1)} + I_B^{(1)} + I_C^{(1)} = 0$). $K^{(1)}$ zeper ýetme nokady bilen kondensatorlaryň birigen ýerinden diňe $I_3^{(1)}$ tok zeper ýeten faza boýunça akýar. Şonuň üçin bu bir hatarda nul yzygiderlikli tok hem akýar. $I_0^{(1)} = I_3^{(1)} / 3$;

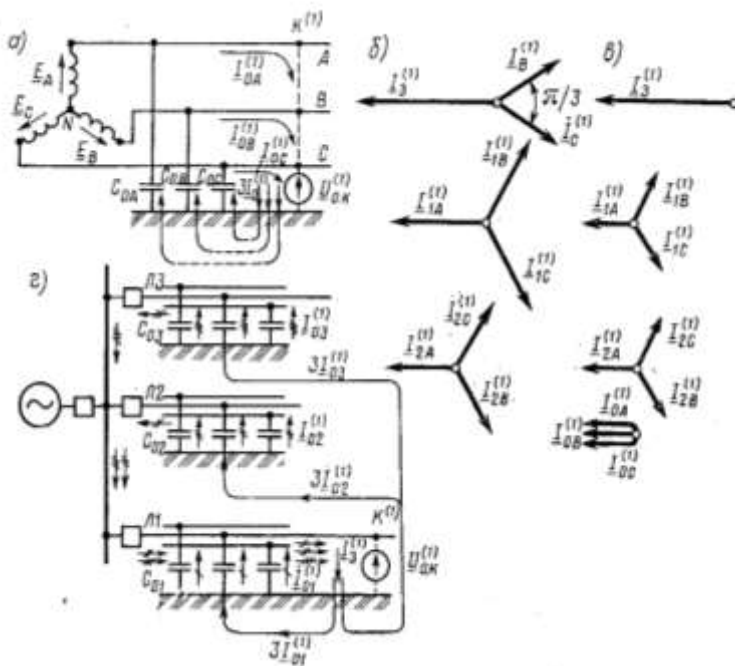
3.1.1-nji çyzygyda JI1-JI3 liniýadan ybarat bolan, hem-de generator napraženiýasynyň şinalaryna birikdirilen setiň bir fazada ýerine ýetirlen shemany görkezilen . Ýere utgaşmada , mysal üçin $k^{(1)}$ nokatda zeper ýeteme nokadyndan $I_3^{(1)}$ tok akýar. Ol diňe bir C_{01} zeper ýeten liniýanyň sygymy däl, eýsem C_{02} we C_{03} , ýagny $I_3^{(1)} = 3 I_{01}^{(1)} + 3 I_{02}^{(1)} + 3 I_{03}^{(1)}$ zeper ýetmedik liniýalar sygymy bilen şertlenýär.

Bu ýerde :

$$I_{01}^{(1)} = j\omega C_o U_\phi \dots$$

Bu ýagdaýda sistemada nul yzygiderlikli toguň paýlanyşy şeýle: $I_3^{(1)}$ toguň zeper ýetme nokadyna şertli ugrunda zeper ýetmedik 3 $I_{02}^{(1)}$ we 3 $I_{03}^{(1)}$ liniýalaryň nul yzygiderlikli toklary C_{02} we C_{03} sygymlyryndan geçip, podstansiýalaryň şinalaryna tarap hereket edýärler, soňra şinalardan zeper ýeten liniýa bolsa $k^{(1)}$ utgaşma ýerine süýşýärler. 3 $I_{01}^{(1)}$ tok hem

zeper ýeten nokat akyp geçýär. Şeýlelikde, şinalardan zeper ýeten liniýa bolsa nul yzygiderlikli tok akyp geçýär. Ol ähli zeper ýetmedik liniýalaryň sygymy bilen kesgitlenýär.



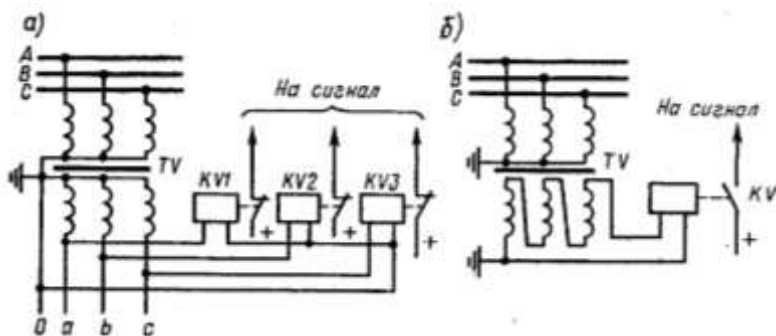
3.1.2-nji çyzgy.

$$I_{0\kappa}^{(1)} = I_{02}^{(1)} + I_{03}^{(1)} = j\omega U \dots\dots$$

Л1 liniýa bolsa Л2 we Л3 liniýalarda ýere utgaşma bolanda şinalara $3 I_{01}^{(1)}$ tok geçýär. Egerde $I_{0\kappa}^{(1)} > I_{01}^{(1)}$ bolsa onda Л1 liniýada ýere utgaşmadan gorag hökmünde nul yzygiderlikli tok goragyny ulanmak bolar.

§ 3.2 Ornaşdyrylan režimiň nul režim yzygiderlikli toklara we napraženiýalara reagirleýän ýere utgaşma garşy goraglar

Ýere gysga utgaşmadan umumy selektiw дәl signalizasiýanyň gurluşy: Izolirlenen ýa-da dugalaýyn söndiriji reaktor arkaly ýere birikdirilen neýraly ýere bir fazaly utgaşma awariýa bolup durmaýar. Fazalaryň arasyndaky napraženiýä goşulan ulanyşlar normal işlemegini dowam etdirýärler. Bu bolsa ýere utgaşma garşy signaly duýup işleýän goragy ýer ýetirmeklige mümkinçilik berýär. Ýönekeý gurluşly şertlerde sistemanyň berlen napraženiýasynda izolýasiýanyň ýagdaýyna gözegçilik edýär selektiw дәl signalizasiýanyň umumy gurluşyny ulanmaga rugsat berilýär. Gurlyşyň shemasy ýere görä fazalaryň napraženiýasyna goşulan napraženiýanyň minimal relesiniň 3 sanysyndan ýa-da nul yzygiderlikli napraženiýä goşulan maksimal napraženiýe relesiniň 1-nden durýar. Adatça signalizasiýanyň gurluşy şinalarda otyrdylan napraženiýe transformatorlaryna birikdirilýär.



3.2.1-nji çyzgy.

Nul yzygiderlikli tok goragy. Ýere bir fazanyň utgaşmak setiň uzak wagtlap işlemagine ýol berilmelidәdir. Bu ýagdaýda zeper ýetme nokadynda fazalaryň arasyndaky izolýasiýanyň

bozulmagy we bu fazaly utgaşmanyň köpfazaly utgaşmanyň geçmegi mümkin. Şeýle hem zeper ýetmedik fazalaryň ýere görä napraženiýanyň (kök aşagy 3) esse artmagy bilen ýere ikili (goşa) utgaşmalaryň bolmagy mümkin. Şol sebäpli çylşyrymly gurluşly setlerde zeper ýeten uçastogy tapmak kyn bolanda selektiwdäl signalizasiýanyň umumy gurlyşy bilen bir hatarda her bir birikmede selektiw goragyň bolmagyny hem göz önünde tutmaly. Adarça ol tok goragydyr.

Birfazaly utgaşmalryň köpfazaly utgaşma geçmezligi üçin 3-20 kw napraženiýaly demir beton wemetal daýançly setlerdäki ýere utgaşmanyň maksimal togy $I^{(1)} < 10A$ uly bolmalydäl. (35 kw setler-de) 3-6 kw napraženiýaly demri beton we metal daýançlary bolmadyk setlerde $I^{(1)}_{3max} < 30A$; 10kw napraženiýada $I^{(1)}_{3max} < 20A$ we 15-20 kw napraženiýada $I^{(1)}_{3max} < 15A$.

Uzalyga gidýän we şahalanýansetlerde ýere utgaşma togy görkezilen bahalarda uly bolup biler. Şeýle ýagdaýlarda öwezini doldurmak üçin dugalaýyn öçiriji reaktorlar ulanylýar.

Şeýlelikde ýol berilýän ýere utgaşma togy adatça goranylyan elementiň işçi togundan kiçi şonuň üçin ýere utgaşmadan tok goragy nul yzygiderlikli toguň filtine releni goşmak arkaly ýerine ýetirilýär. Gorag zeper ýeten uçastokdan nul yzygiderlikli tok geçende işläp başlaýar. $3I^{(1)}$ bu tok özara elektriki birikdirilen setiň sygymy diýip şertlenýär, ýöne zeper ýeten liniýanyň G_1 sygymy hasaba alynmaýar. Liniýanyň sygymy bilen şertlenen tok goralýan liniýadan akanda $3I_0^{(1)}$ gorag setiň beýleki birikmelerindäki zeper ýetmede işe goşulmalydäl. Goragyň şeýle işe goşulmazlygy üçin onuň işe goşulyş toguny şeýle f-la bilen kesgitlenilýär.

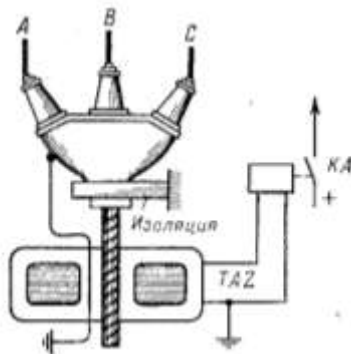
Sazlanyş koefisiýenti utgaşma momentindäki sygymlaýyn toguň bökdejisi bilen kesgitlenilýär. Tejribeli berlenler esasynda wagty sazlaýyşsyz goraglar üçin $K_{otc} = 4...$; wagty saklaýyşly goraglar üçin $K_{otc} = 2.0...2.5$ wagty saklaýyşsyz goraglar signaly duýar ýaly edip ýasaýarlar. Torfy peýdalanma liniýalarynda we beýleki şertlede ýetleşýän goraglar haýallanmasyz çalt

öçirilmelidir. Şeýle şertlerde ýere birfazaly utgaşma toklary adatça $I_2^{(1)} < 1,0 \dots 1,5$ A-den geçmeýär we hyzmat edýän personala howp döretmeýär.

Emma ýere başga fazada utgaşmanyň bolmagy bilen tok artýar we ýanaşma napraženiýasy örän uly baha eýe bolup heläkçilikli ýagdaýlary sebäbi bolup bilýär. Howply goşa utgaşmalryň döremegini azaltmak üçin seredilýän şertlerde ýere utgaşmadan gorag wagty saklaýyşsyz öçiriji ýaly edip ýasalýar. Goragyň duýgurlylygy $K_4 = 3I^{(1)}_{O/I_{C3}}$ koeff-t bilen häsiýetlendirilýär. $3I^{(1)}_O$

Tok goşulygy liniýalaryň minimal mümkin sanynyň režimi bilen kesgitlenilýär. Eger-de howa liniýalarda $K_4 \geq 1,25$ bolsa onda goragyň duýgurlylygy ýetik hasaplanýar.

Goragy nul yzydiderlikli toguň filtri hökmünde ýerine ýetirmek üçin adatça nul yzygiderlikli toguň transformatory (THП) ulanylýar. Setde ýere utgaşmada zeper ýetme toklary ýeriň üsti bilen ýa-da kabeliň örtüginden utgaşyp goragyň ýalňyş işlemegi mümkin. Şonuň üçin THП –yň uçastogydaky woronkwny we kabeli woronka çenli ýerden izolirleýärler. Ýere birikdiriji geçirijini kabeliň waronkasyna birikdirip THП –nyň magnit geçirijisiniň deşiginden kabeliň ugryna goýberýärler. Goragyň zynjyrlaryny şeýle görnişde ýerine ýetirmek bilen kabeliň geçirip örtýginden akyp geçýän toklar ýere birleşdirji geçirijilerde aýlanýan toklar bilen kompensirlenýär.



3.2.2-nji çyzgy.

Goragyň duýgyrlylygy ýere utgaşmanyň birlenç minimal togy bilen häsiýetlendirilýär. Nul yzygiderlikli toguň transformatorlaryny hem-de elektromagnit relesini ulanmak bilen ýere gysga utgaşmanyň birlenç minimal $I_3^{(1)} = 5A$ togyny duýyp işleýän goragy ýerine ýetirmek mümkin. Bir iýmitlendiriş çeşmeli halka görnişli setlerde gönikdirilen maksimal tok goraglarda wagt saklaýyş garşylykly basgançaklaýyn prinsip boýunça saýlanylýar. AB we AW uçastoklarda otyrdylan A2 we A5 goraglary mümkinçilik goraglardaky kuwwatyň ugrukdyrylyşy bilen kesgitlenilýär. Normal işde daşky gysga utgaşmada hem-de B we W podstansiýanyň beýleki birikmelerinde A2 we A5 goraglaryň oturdylan ýerlerinde kuwwat liniýalardan şinalara tarap ugrykdyrylandyr. Şol sebäpli olaryň kuwwaty ugrukdyryjy organy goragyň işe goşulmagyna päsgelçilik döredýär. Şon bilen birhatarda beýleki ; ýagny halkadan daşky birleşmelerine zeper ýetende gorag işlemeýär. Onuň sebäbi zeper ýetme togy halkadan geçmeýär. Goralýan AB we AW liniýalardaky A2 we A5 goraglaryň kuwwaty ugrukdyryjy organy diňe şol ýerdäki gysga utgaşmada işe goşulýar we goraglar öçürilmäni duýup iş goşul bilýärler. Bu bolsa goragyň wagt saklaýyşsyz işe goşulmagyna mümkinçilik döredýär.

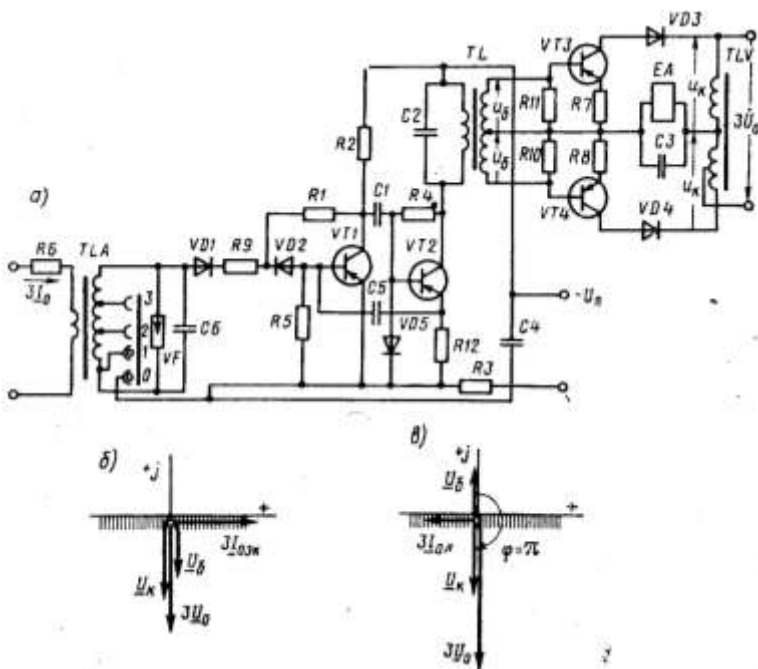
Işe goşulyjy toguň saýlanyşy. Gönikdirilen maksimal tok goragynyň işe goşulyjy togy şol sanda maksimal tok goragy hem şu şerti ýerine ýetirmeli:

§ 3.3 Ornaşdyrylan toklara we naprýaženiýelere reagirleýän, nul yzygiderligiň ugrukdyrylan goragy

Ornaşdyrylan režimde izolirlenen neýtrally setlerde $I_{0n}^{(1)}$ liniýanyň hususy sygymlaýyn toguny ýere utgaşdyryjynyň doly togy bilen deňeşdirip ölçeseň, onda sygymlaýyn toklar ornaşdyrylan bahasyna reagirleýän tok goragyny amala aşyryp bolanok. Şeýle ýagdaýlarda nul yzygiderligiň ugrukdyrylan

goragy ýa-da ýere utgaşdyryjynyň togunyň diňe bahasyna däl, eýsem ugruna hem gözegçilik edýän signalizasiýasynyň gurluşy ulanylýar.

Nul yzygiderligiň napýraženiýasynyň we toguň wektor diagrammasyndan görnüşi ýaly içki burçy $\alpha=\pi/2$ bolan kuwwatyň relesi maksimal duýgulylyga eýedir. Şonuň üçin goragy ýerine ýetirmek üçin nul yzygiderligiň togunyň we napýraženiýasynyň filtrine birikdirilen sinus relesi gerekdir. Goragda togy ölçeýji organ ýokdyr. Şonuň üçin onuň ýalňyş işe goşulmagy üçin kuwwaty ugrukdyryjy releni filtrliriniň ýalňyşlygy bilen şertlenen balans dälligiň kuwwatyna görä sazlanýlar. Şeýle goraglary dugalaýyn öçürip reaktorlar bilen ýere birikdirilen neýtrally şertlerde-de ulanyp bolýar. Bu ýagdaýda ýere utgaşdyryjy bolanda onuň işlemegi üçin dugalaýyn öçüriji reaktorlary awtomatiki öçürmeli. Eger-de goragyň işlemegi üçin sygymlaýyn tok däl-de ýere utgaşdyryjynyň togunyň aktiw düzüjisi ulanylsa, onda dugalaýyn öçüriji reaktorlary öçürmek talap edilmeyär. Aktiw düzüji dugalaýyn öçüriji reaktordaky ýitgiler we şertdäki fazalaryň geçirijiligi bilen şertlenendir. Öwezini dolma togyň we sygymlaýyn toguň zeper ýeten liniýalarda gugrlary garşylyklydyr. Täzeden konfensirlenen setlerde zeper ýeten we zeper ýetmedik liniýalarda toguň ugry birmeňzeşdir. Şonuň üçin ugrukdyrylan goragyň işlemegi üçin reaktoryň doly togundan birnäçe % ýokary bolmadyk aktiw togy ulanmak mümkin. Şonuň üçin kuwwaty ugrukdyryjy rele burç boýunça ýokary duýgurlyga eýe bolmaly, nul yzygiderligiň filtrliriniň ýalňyşlyklary bolsa kiçi bolmaly.



3.3.1-nji çyzgy.

Shemalarda ýokary duýgurlylygy bolan kuwwaty ugrukdyryjy induksion releni ulanmak mümkin. Ýöne şeýle releler uly kuwwaty sarp edýärler. Ekspluatasiýanyň tejribesi şeýle goraglaryň ygtybarsyz işleýändigini görkezdi.

Önümçilik ýere utgaşdyryjy garşy nul yzygiderligiň has kämil ugrukdyrylan goraglaryny çykarýar. Mysal üçin: 33Π-1. gorag 2-10 kW naprýaženiýaly we 2-10A aralygyndaky ýeke utgaşdyryjynyň togy bolan torfdan ýasalandaky setlerde, şahta setlerinden ýere bir fazaly gysga utgaşdyryjyda goralýan birleşmeleri selektiw öçürmek üçin ulanylýar. Gorag az ulanylýan kuwwata eýe bolup $I_3^{(1)}$ -0,07.. 2A utgaşma toguna reagirleöär. Gorag C6 kondensator bilen, ýüklenenn TLA aralyk transformator görnüşindäki nul yzygiderligiň togunyň ikilenç ölçeyji özgerdijisinden VT1 we VT2 transformator

üýtgeýän toguň iki kaskadly sazlaýjy güýçlendirijiden, iki elektriki ululygyň VT3 we VT4 tranzistorlaryndaky fazalaryň deňeşdirme shemasyndan durýar.

Sazlaýjy gurluş 3 I_0 togy nul yzygiderligiň toguna görä faza bolsa $\pi/2$ burça süýşürilen naprýaženiýa öwürýär, goragyň işe goşulyjy toguny üýtgetmeýän mümkinçilik berýär we ýere goşa utgaşdyrmada goragyň termiki durnuklylygyny üpjün edýär.

Üýtgeýär toguň ikikaskadly güýçlendirijisi sazlaýjy gurluşyň çykyş naprýaženiýanyň önümçilik ýyglylygynyň düzüjilerini çykarýar we güýçlendirýär. Şu maksat bilen güýçlendirijiniň çykalgasynda $f=50$ Gs ýyglykda $C_2 - TL$ rezonans kontury işe goşulan.

Deňeşdirme shemasy iki sinusoidal ululyklaryň faza deňeşdirmesini amala aşyrýar, ýagny nul yzygiderligiň $3I_0$ toguna proporsional bolan TL transformatoryň ikilenç sarymynyň üç naprýaženiýasy we nul yzygiderligiň $3U_0$ naprýaženiýasyna proporsional bolan TLV awtotransformatoryň U_k naprýaženiýasy.

DÖRDÜNJI BAP

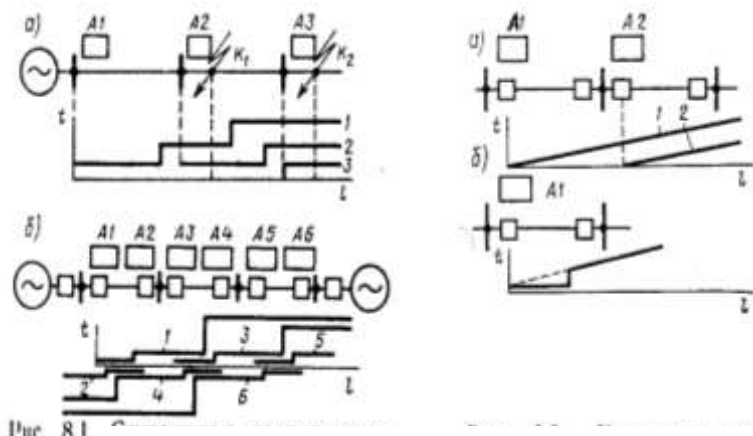
ARALYKDAN GORAGLAR

§ 4.1 Distansion (belli bir aralykdan) gorag

Goragyň esasy bölekleri, işleýiş prinsipi we maksady.

Işleýiş prinsipi we esasy maksady. Gysga utgaşmanyň görnüşini we iş režimine baglylykda elektrik üpjünçiligiň shemalarynda zaýalanma togy üýtgeýär sebäbi kesigiň täsir edýän ýeriniň tok we ugrukdyrylan tok goraglarynyň duýgurlylygy hemişelik bolmaýar. Elektrik üpjünçilik ulgamynyň işiniň minmal reäimde olaryň ýeterlikdäl bolmagy mümkin. Çylşyrymly şertlerde ugrykdyrylan maksimal tok goraglary köp halatda selektiwiligiň we tiz täsir ediligiň talaplaryny kanagatlandyрмаýar. Şoňa laýyklykda EÜ ulgamlarynyň iş režimine bagly bolmadyk goragyň bolmagy amatlydyr. Goragyň işleýiş wagty onuň oturdylan ýeri bilen gysga utgaşmanyň bolan ýeriniň arasyndaky uzaklyk bilen kesgitlenilýär. Şeýle goraglara distansion goraglar diýilýär. Bu gorag oturdylan ýerinde naprýaženiýanyň toga bolan gatnaşygyna duýgurdyr. Bu gatnaşyga we goragynyň gysgyçlaryndaky garşylyk diýilýär. Ýeleni degişlilikde işe goşsaň, bu garşylyk goragyň oyurdylan ýeri we gysga utgaşma bolan ýeriň arasyndaky uzaklyga göni proporsionaldyr we EÜ ulgamynyň iş režimine bagly dälendir.

Adatça distansion gorag hem tok goragy ýaly göräli selektiwli uç basgançakly edip ýerine ýetirilýär. Goralýan ýeriň uzynlygy we goragyň gysga utgaşmany duýup işläp başlan wagty her bir basgançagyň parametrleri bolup wagt saklaýyşyň häsiýetnamasyna laýyklykda onuň 1-nji 2-nji we 3-nji basgançaklary tok goragynyň degişli basgançaklaryna meňzeş.



4.1.1-nji çyzgy.

Goragyň esasy bölekleri. Ugrykdyrylan 3 basgançakly distansion goragyň funksional shemasy (4.1.1-nji ,a çyzgyda) görkezilen. Goragyň her basgançagynda ölçýji enjam otyrdylan. 1-nji we 2-nji basgançaklarda-bu ugrykdyrylmadyk ýa-da ugrykdyrylan we garşylygy-distansion bölegi KZ11 we KZ211 1-nji basgançagyň ölçýji agramy rele KA111(KZIII)-olar şol bir wagtda bütün goragy işe goşýan organ bolup durýar. Ol berlen ýerdäki (zonadaky) islendik zeper ýetmäni duýuş tutuş goragy işe goşýar. Disfansion goragyň işe goşujy organy bolup ýa toguň maksimal relesi (KAIII) ýada garşylygyň minimal relesi (KZIII) hyzmat edýär. Olar ýokary duýgurlylyga eýe bolmaly emma yrgyldylara ýa-da ýokary nagruska duýgyr bolmalydäl Kähalatlarada işe goşujy organ saýlap bilijilik ukýba hem eýe bolmaly, ýagny zeper ýeten fazalary saýlap bilmeli. Toguň işe goşujy organynyň ýönekeýligi distansion goraglarda deň 35kw-den pes napraženiýede ulanmaklyga şert edilýär. İşe goşujy organy tok fazasynda işlände ol yrgyldy nagruska toklaryna şol sanda zaýalanma toklaryna duýgurdyr. Şol sebäpli

işe goşulyjy organ ters yzygiderliligiň toguna goşulýar. Şol sebäpli goragyň duýgurlylygy ýokarlanýar. Üç fazaly gysga utgaşmalarda goragyň şeýle işleýşini gysga utgaşmanyň başlan wagtyndaky gysga wagtlaýyn simmetriýasyzylygyň üsti bilen alýarlar. Garşylygyň işe goşujy organyny ulanmaklyk goragyň duýgurlylygyny artdyrmaga mümkinçilik berýär. Sebäbi $U_p/Y_p=Z_p$ gatnaşygy duýmak bilen ol gysga utgaşma bilen ýüklenmäniň arasyndaky tapawudy has takyk saýgarýar. Doly garşylygyň işe goşujy organlary naraženiýesi 35 kn bolan liniýalaryň we gysga az ýüklenmeli, napraženiýasy 110 kw bolan liniýalaryň goraglarynda ulanylýar. Naprýaženiýasy 110kw we ondan ýokary bolan uzyn ýüklenmeli liniýalarda releniň gysgyçlaryndaky iş režimindäki garşylygyny Z1 liniýanyň garşylygy bilen ölçäp bolýar. Şol sebäpli doly garşylygyň işe goşujy organy goragyň duýgurlylygyny doly derejede üpjün etmeýär. Garşylyklaryň Z1 we Z2 burçlarynda has uly tapawudyň bolmaklygy berlen liniýalaryň goraglarynda garşylygyň ugrykdyrylan işe goşujy organlaryny ulanmaklyga mümkinçilik döredýär. Şeýle organda maksimal duýgurlyk burçy bolan rele ulanylýar.

Garşylygyň işe goşujy relesiniň işe goşulyş shemasy asa bildirilýän seçijiligiň talaplarynyň bardygyna ýa-da biratly faza naprýaženiýelerinde we toklarda.

Kuwwaty ugrukdyryjy organ rele KW-kuwwat podstantsiýalaryň şinalaryna ugrukdyrylanda goragyň we goşulmagynyň önüni alýar. Wagt saklaýyş organy-rele KT₁-KT₃ beýleki organlar bilen bilelikde goragyň üç basgançakly häsýetnamasyny formulirleýär.

Birinji basgançagyň KT₁ aýratyn wagt relesi düzgün boýunça ulanylmaýar hem-de 1-nji basgançagyň işe goşulýan wagty üç basgançakly tok goragynda bolşy ýaly diňe işe goşujy we ölçeýji organlaryň üýtgemäni duýup işe başlaýan hususy wagt bilen kesgitlenýär. Kärhanalarda birnäçe organlaryň funksiýalaryny çylşyrymly ölçeýji releler ýerine ýetirýär. Garşylygyň ugrukdyrylan relesi kuwwaty ugrukdyrylan

distansion organlaryň, şeýle hem kä halatda işe goşujy organyň işini ýerine ýetirýär, şeýlelikde distansion goragyň shemasy ýönekeýleşýär.

§ 4.2 Distansion organlaryň giriş täsir ediji ululykalaryň giriş täsir ediji ululyklaryny saýlamak

Distansion organyň garşylygynyň relesi U_p napraženiýäniň I_p toga bolan gatnaşygynyň kemelmesine reagirleýär. Gysga utgaşmada zeper ýeten fazalaryň napraženiýesi azalýar, toklar bolsa köpeliýär. Şol sebäpli U_p -e hökmany çyzgyda napraženiýe girmeli I_p -e bolsa zeper ýeten fazalaryň toklary girmeli U_p we I_p emele gelende köp fazaly gysga utgaşmalarda goragyň işlemagi üçin bir atly faza napraženiýalary we toklary ulanmak ýa-da fazalaryň arasyndaky napraženiýeleri we faza toklarynyň deňişli tapawudyny ulanmak mümkin. U_p we I_p saýlananda kňpfazalaýyn gysga utgaşmalaryň ähli gňrnişinde $Z_p = U_p / I_p$ garşylyklaryň birmeňzeş bolmagy we zeper ýetme nokadyna çenli aralygy proporsional bolmagy hökmandyr Şu talaplara laýyklyda U_p napraženiýä we I_p tok saýlanylýar.

Üç fazaly gysga utgaşma –deňişli fazalaryň naraženiýalary we toklary $U^{(3)} = I^{(3)} Z_{yg} l_k$ deňlik arkaly biri biri bilen baglanyşýar. Bu ýerde: $U^{(3)}$ -goragyň oturdylan ýerindäki fazalaryň ýa-da fazalaryň arasyndaky napraženiýe $I^{(3)}$ -deňişlikde faza togy $A-l_k$ goragyň oturdylan ýerinden gysga utgaşma çenli aralyk km. Mysal üçin:

$$U^{(3)} \approx U_{AB}^{(3)} \quad I_p \approx (I_A^{(3)} - I_B^{(3)})$$

bolanda garşylyk

$$Z_p \approx U_{ABOCT}^{(3)} / (I_A^{(3)} - I_B^{(3)}) = Z_{lyg} L_k$$

Ýagny bildirilýän talap ýerine ýetirilýär.

Iki fazalygysga utgaşma Iki fazanyň m ü A we B fazalaryň arasynda gysga utgaşmada goragyň oturdylyan ýerindäki zeper ýeten fazalaryň napraženiýalaryny simmetriki düzüjileriň üsti bilen aňlatsa $Z_{2yg} = Z_{1yg}$ bolanda

$$U_B^{(2)} = U_I^{(2)} + I_{IB}^{(2)} Z_{1yg} l_k \dots\dots$$

Şu ýarde; $U_{1BK}^{(2)}$ we $U_{2BK}^{(2)}$ degişlilikde gysga utgaşma nokadyndaky göni we ters yzygiderlikli B fazalarynyň napraženiýasy; C fazanyňky hem şoňa meňzeş: $U_c^{(2)} = U_{ck}^{(2)} + Z_{1yg} L_k Z_p$ garşylyk $Z_{1yg} L_k$ garşylygyna proporsional galar ýaly $U_b \approx U_{bc}$ diýip kabul etmeli. Hakykatda bolsa $U_{BK}^{(2)} = U_{ck}^{(2)}$ göz öňünde tutup $U_p \approx U_{bc}^{(2)} = (I_B^{(2)} I_c^{(2)}) Z_{1yg} l_k$ we $Z_p Z_{1yg} l_k$ alsa bolar. Egerde releni faza napraženiýede m ü ; U_b we I_b degişli faza toklaryna gaşsak onda

$$Z_p^{(2)} Z_{1yg} l_k + U_{BK}^{(2)} / I_b^{(2)}$$

ýagny bildirilýän talap ýerine ýetirilmeýär.

Ýere iki fazaly gysga utgaşma B we C fazalaryň ýere iki fazaly gysga utgaşmasynda $U_p = U_{BC}$ we $I_B = (I_B - I_C)$ diýip kabul etsek ikifazaly gysga utgaşmada $Z_p^{(//)}$ garşylyk $Z_{1yg} l_k$ garşylyga proporsionaldyr Hakykatdan hem

$$U_{BC}^{(//)} I_{lb} Z_{1yg} l_k \dots\dots$$

$I_c^{(//)} Z_{1yg} l_k$ -nyň goşulmagy ýa-da aýrylmagy bilen $U_B^{(//)}$ napraženiýe üýtgeýär. Ýagny $U_{BC}^{(//)} = (I_B^{(//)} - I_C^{(//)}) Z_{1yg} l_k$. Rele faza toguna we napraženiýä goşulanda mys ü/n I_B toga we U_B napraženiýä goşulanda Z_p garşylyk $Z_{1yg} l_k$ garşylyga proporsional bolmaýar. Ýokarda $U_B^{(//)}$ üçin alnan deňligi özgerdip bolýar. Eger-de $I_o^{(1,1)} Z_{1yg} l_k$ goşup aýyrsak, onda

$$U_B^{(1,1)} = I_B^{(1,1)} Z_{1yg} l_k + I_o^{(1,1)}$$

$$(Z_{oyg} - Z_{lyg})l_k, \text{ bu ýerden } Z_p^{(1,1)} \\ Z_{lyg} l_k + (Z_{oyg} - Z_{lyg})l_k I_o^{(1,1)} / I_B^{(1,1)}$$

Seredilýän gatnaşyk ýere birfazaly gysga utgaşma üçin hem-de izolirlenen we kompensirlenen neýtrally şertlerde ýere ikili gysga utgaşmalarda $I_o < 0$ uçastok üçin adalatlydyr.

Dürli görnüşli köpfazaly gysga utgaşmalarda Z_p , Z_{lyg} l_k üpjün etmek üçin distansion organy fazalaryň arasyndaky napreženiýe we faza toklarynyň degişli tapawudyna goşmalydyr. Şonuň üçin goragyň basgançagyna garşylygyň 3 relesi bolmalydyr. Olaryň 1-njisi $U_p = U_{ab}$ napreženiýe we $I_p(I_a - I_b)$ toga, 2-njisi $U_p = U_{BC}$, $I_p(I_b - I_c)$ 3-njisi $U_p = U_{ca}$, $I_p(I_c - I_a)$ goşulýar.

Ymykly ýere birikdirilen neýtrally şertlerde ýere bir fazaly gysga utgaşma bolanda hemde izonirlenen we kompensirlenen neýtrally şertlerde ýere ikili gysga utgaşmalarda $I_o \neq 0$ uçastokda görkezilen görnişde işe goşulan rele gysga utgaşmalaryň nokadyna çenli aralygy takyk ölçäp bilmeyär. Şonuň üçin bu ýagdaýda distansion organy göz önünde tutýarlar.

Rele faza napreženiýelerine we toklara goşulanda Z_p garşylyk diňe bir l_k aralyga bagly bolman, eýsem I/I_ϕ gatnaşyga-da bagly bolýar.

Ýere gysga utgaşmada zeper ýeten fazanyň napreženiýasy

$$U_\phi = I_\phi Z_{lyg} l_k + I_o (Z_{oyg} - Z_{lyg}) l_k \dots$$

Z_p $Z_{lyg} l_k$ üpjün etmek üçin, $I_p = I_\phi + k I_o$ kabul edýärler,

bu ýerde $k = (Z_{oyg} - Z_{lyg}) / Z_{lyg}$

$$Z_{oyg} = 3,5 Z_{lyg} \text{ bolanda } k = 2,5$$

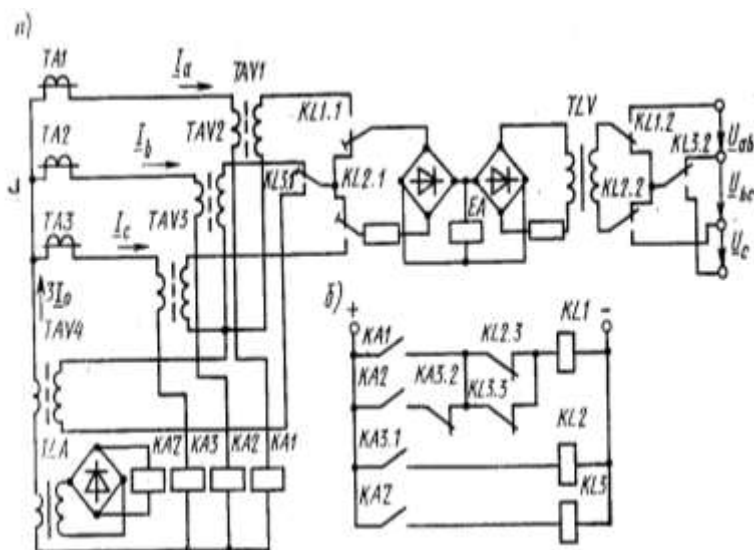
Releni şeýle goşmagyň degişli shemasyna tok kompensasiýaly shema diýilýär.

§ 4.3 Distansion goragyň shemalary

Dürli görnişli gysga utgaşmalaryň analizi umumy ýagdaýda distansion goragy ýerine ýetirmek üçin her basgançaga 6 sany garşylyk relesiniň gerekdigini görkezýär. Releleriň sanyny bire çenli azaldyp bolýar. Bu ýagdaýda goragyň dogry işlemekligi üçin hökmany çyzgyda relä gtririlýän togy we naprýaženiýany zeper ýetmäniň görnişine baglylykda awtomatiki çalşyp durmaly. Mysal üçin D3-10Y2 gorag şeýle ýerine ýetirilen ýagny onda ýokarda seredilen ýarym geçiriji rele ulanylýar. Bu ýerde degişli toga we naprýaženiýa releniň awtomatiki goşulyşy kontaktsyz miniselektor we maksiselektronyň kömegi bilen amala aşyrylýar.

Aýyryp utgaşdyrmanyň yzygiderligini 4.3.1-nji çyzgyda görse bolar. Zeper ýetmäniň haýsy fazada bolýandygyna baglylykda aralyk releniň kontaktlary bilen disfansion organyň deňeşdirme shemasyna gerekli elektrik ululyklar eltilýär. Aralyk KL1 KL2 releleriň işini fazalaryň toguna goňulýan KA1-KA3 işe goşujy organyň relesiniň üsti bilen amala aşyrylýar. Aralyk KL3 releniň işine nul yzygiderlikli tok döwründe işleýän KAZ rele amala aşyrýar.

A-B-C	KA1, KA2, KA3	KL1, KL2	I _a -I _c	U _{ac}
A-B	KA1, KA2	KL1	I _a -I _b	U _{ab}
B-C	KA2, KA3	KL2	I _b -I _c	U _{bc}
C-A	KA1, KA3	KL1, KL2	I _a -I _c	U _{ac}



4.3.1-nji çyzgy.

Tablisada görkezilen islendik zeper ýetmede garşylyk relesine gatnaşyklary gysga utgaşmanyň düwin garşylygyna proporsional bolan elektrik ululyklar eltilýär. Ýere iki gezek gysga utgaşma bolanda KAZ relesi iňe goşulýar. Şonda distansion organa degişli faza naprýaženiýasy we tok barýar. $I_p = I_q + kI$. Seredilýän shemada distansion organ kesgitli işe goşulýş garşylygyna görä sazlanan. Şol sebäpli distansion goragda azyndan 2 distansion organ bolmaly. Biri birinji beýlekisi basgançak üçin.

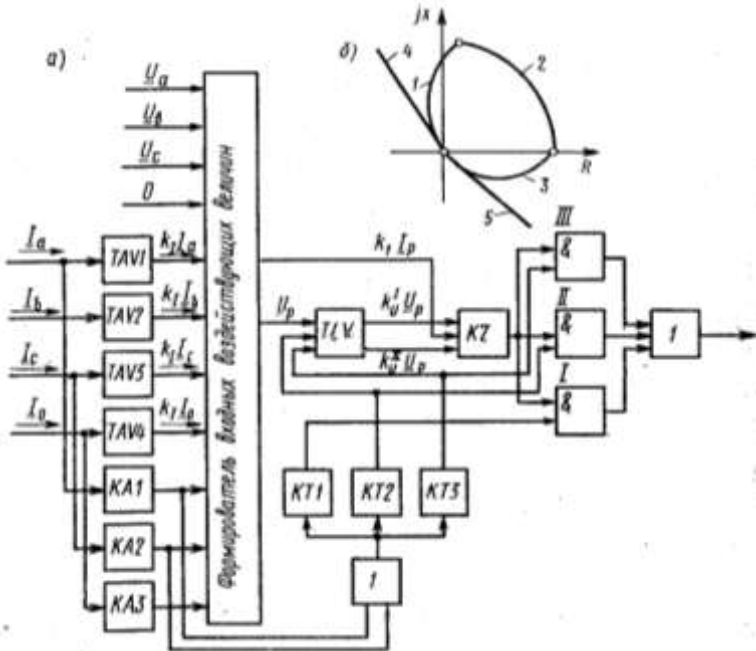
Eger-de birinji zonznyň çägendäki zeper ýetmede distansion organyň düzilişini birinji basgançagyň Z işe goşulýş garşylygynyň bahasyny 2-nji basgançagyň Z işe goşulýş garşylygynyň bahasyna çenli awtomatiki çalyşsak onda goragy diňe bu sany distansion gorag bilen hem ýerine ýetirip bolýar БРЭ-2701 gorag şeýle goraga degişli hem-de 35kw naprýaženiýa çenli setler üçin niýetlenendir. Goragyň funksional shemasy 4.3.2-nji, a çyzgyda görkezilen. K2 distansion organ hökmünde

garşylygyny ugrykdyrylan relesi ulanylan KT1-KT3 wagt taklaýyşyň organlary bilenbilelikde ol goragyň üç basgançakly häsiýetnamasyny emele getirýär. Garşylygyny ugrykdyrylan relesi 1-nji we 2-nji zonalaryň çägendäki zeper ýetmede özüni distansion organ hökmünde alyp barýar. Onuň işe goşulýş häsiýetnamasy 4.3.2-nji, a çyzgyda görkezilen. Ol 1,2,3 3 sany duga bilen emele gelen 3-nji zonadaky zeper ýetmede garşylyk relesiniň häsiýetnamasy awtomatiki ýagdaýda 4 we 5 göniler bilen çäklenen kuwwaty ugrykdyryjy releniň häsiýetnamasyna öwrilýär. Şeýlelikde 3-nji basgançak ugrykdyrylan maksimal tok goragyna öwrilýär.

Islendik ýagdaýda distansion organa Up we K,Ip eltilýär. Olaryň gatnaşygy gysga utgaşmanyň dýwininiň garşylygyna proporsional. Başlangyç ýagdaýda distansion organyň düzülişi 1-nji basgançaga laýyk gelýär. $Z=K^I U_p/k, I_p$. Gorag şeýle işleýär: Islendik zonada zeper ýetme bolanda degişli işe goşulýan organ işläp başlaýan hem-de logiki elementiň üsti bilen wagt saklaýyşyň KT1-KT3 organlary işe goşulýar. Eger gysga utgaşma 1-nji zonada bolsa onda KZ distansion organ işläp başlaýar. 1-nji basgançakdaky wagty saklaýyşyň organynyň işlemesinde logiki elementiň we çykyş elementiň üsti bilen açar açýlýar.

2-nji zonada zeper ýetmede distansion organ haçanda onuň düzülişi basgançagyň wagt saklaýyş organyň üsti bilen ýerine ýetirilende işläp biler. İşe goşulmada KT-2 organ aralyk transformatoryň transformasiýa koeffisiýenti üýtgedýän aýyryp utgaşdyryjy organa täsir edýär hem-de distansion organ bilen bilelikde logiki elementiň we çykyş logiki elementiň üsti bilen açary üşöçürilýär. Eger zeper ýetme 2-nji zonanyň çägendäki bolsa onda KT2 organ işe goşulanda distansion organ 2-nji basgançagyň düzülişine görä sazlanýlýar. Emma işe goşulmaýar. Bu ýagdaýda gorag 3-nji basgançagyň wagt saklaýyşly ugrykdyrylan maksimal tok goragy ýaly işleýär. Sebäbi 3-nji basgançagyň wagt saklaýyş organynyň KT3 işe

goşulmasyndan soň distansion organyň häsiýetnamasy kuwwaty ugrykdyryjy releniň häsiýetnamasyna öwrilýär.



4.3.2-nji çyzgy.

BÄŞINJI BAP

DIFFERENSIAL TOK GORAGLARY

§ 5.1 Diffirensial goraglaryň görnüşleri we olaryň wezipeleri

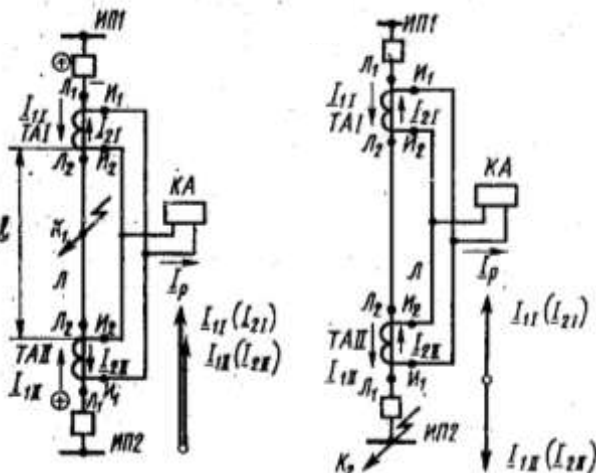
Elektrik desgalaryň elementlerini goramak üçin differensial prinsip giňden ulanylýar. Onda absalýut selektiwli kese we boý differensial goraglar ýerine ýetirilýär. Boý differensial tok goraglar esasan jemlenýän parametrli elementleri mysal üçin transformatorlary goramak üçin ulanylýar. Şeýlede olar uzyn boladyk liniýalary goramakda peýdalanylýar. Kese differensial goraglar gönikdirilen tok differensial tok we balans goraglary görnüşinde ýerine ýetirilýär. Olar 2 we ondan köp parallel liniýalary hemde parallel şinalary bolan sinhron generatordaky statoryň sarymlaryny aýlawy utgaşmadan goramak üçin ulanylýar.

Boý differensiýal tok goragynyň işleýiş prinsipi

Bu gorag goralýan elementiň başdaky we ahyryndaky toklary deňeşdirmeklige esaslanandyr. liniýany goramak üçin onuň ahyrynda birmeňzeş transformasiýa koefisýentili ölçeýji transformatorlar oturdylan. Bir atly fazalaryň tok transformatorlarynyň ikilenji sarymlary rele bilen goňmaça simler arkaly şeýle birleşdirilendir. Ýagny ölçeýji transformatorlar bilen çäklenen goralýan zonanyň daşynda gysga utgaşma bolan ýagdaýynda relede tok bolmaýar, eger zeper ýetme zonanyň içinde bolsa, onda ol gysga utgaşmanyň toguna deň bolar ýaly ýerine ýetirilýär.

Differensial goragy ýerinde ýetirilmegiň iki shemasy ulanylýar- sirkulirleýji toklar bilen we deňagramlaşýan napraženiýalar bilen sirkulirleýji toklaryň shemasy TAI , TAIİ tok transformatorlarynyň ikilenji sarymlarynyň we kA tok relesiniň parallel birleşdirilmegi bilen gurulýar. Reledäki I_p tok

goralýan II liniýanyň soňy boýunça şertli kabul edilen položitel ugurly $I_{//}$ we $I_{///}$ toklaryň hasaba almak bilen kesgitlenilýär.



5.1.1-nji çyzgy.

5.1.1-nji ,a çyzgydaky reledäki tok ikilenji toklaryň geometrik jemine deň: $I_p = I_{2/} + I_{2//}$ TAI we TAIİ tok transformatorlary bilen çäklenen goralýan I zonada gysga utgaşma bolanda $I_{1/}$ we $I_{1//}$ toklar iýmitlendiriş çeşmesinden zeper ýetme nokadyna tarap hereket edip, položitel ugry eýeleýärler. Şeýlelikde, $I_p = I_{2/} + I_{2//} = I_{2k}$. Bu taraplaýyn iýmitlendirmede toklaryň biri mysal üçin $I_{1//}$ tok 0-a deň bolup, ikilenji $I_{2//}$ tok bolmaýar. $I_{2/}$ tok TAIİ tok transformatorlaryň ikilenji sarymyndan utgaşyp bilmeýär, sebäbi tok transformatorlaryň tok çeşmesiniň režiminde işleýär. $I_{2/}$ tok tutuşlygyna releden geçýär. Şeýlelik bilen zonada gysga utgaşma bolanda reledäki tok zeper ýetme nokadyndaky I_k tok bilen kesgitlenilýär. $I_p \geq I_{c,p}$ şert ýerine ýetse, gorag işe goşulýar. Daşky gysga utgaşmalarda hemde yrgyldylarda normal iş režiminde birlenji $I_{1/}$ we $I_{1//}$ toklar deň we faza bolsa II burça

süýşürilen bolýar. Eger tok transformatorlaryň ýalňyşlyklaryny göz önünde tutmasak , onda $I_{2/} = - I_{2//}$, şol sebäpli deşlige laýyklykda reledäki tok $I_p = 0$, netijede gorag işlemeýär. Diýmek boý differensial gorag diňe zonadaky zeper ýetmede işleýär, daşky gysga utgaşmany yrgyldy toklaryny , normal işiniň toguny bolsa duýmaýan , ýagny gorag absolýut eýedir. Bu prinsipial artykmaçlyk goragy wagty saklaýyşsyz ýerini ýetirmeklige mümkinçilik berýär ,onda işe goşulyş toguny saýlanda yrgyldy toklaryny we normal režimi hasaba almak gerek däl. Hakykatdanda tok transformatorlaryň ýalňyşlyklary bardyr. Şol sebäpli görkezilen režimlerde birlenji $I_{1/}$ we $I_{1//}$ toklar deň bolup faza bolsa Π burça süýşürilendigine seretmezden $I_{2/}$ we $I_{2//}$ ikilenji toklaryň absolýut ululyklary deň däl we faza bolsa süýşme burçy Π buçdan tapawutlanýar. Şoňa baglylykda releda I_{H6} balans däl tok diýip atlandyrylýan tok ýüze çykýar. Differensial goragyň nädogry işlemezligi üçin releniň işe goşulyş bagy balans däl toguň hasaby bilen saýlanylýar.

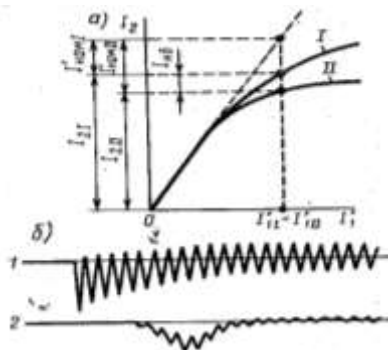
§ 5.2 Sirkulirleýji tokly differensial goragyň balans däl togy we işe goşulyş togy

Ölçeýji tok transformatorlaryň ornuny çalşyрма shemasyna laýyklykda:

$$I_{2/} = I'_{11} - I'_{HAM}, \quad I'_{2//} = I'_{1//} - I'_{HAMII}$$

Normal işde we daşky gysga utgaşmalarda differensial goragyň relesindäki tok aşakga deň:

$$I_p = I_{46} = I_{2/} - I_{2//} = I'_{HAM//} - I'_{HAMI}$$



5.2.1-nji çyzgy.

Şeýlelikde, balans däl togy magnitleme togy bilen kesgitlenilýär. Magnitleme toklary islendik 2 transformatorlary üçin hem olaryň magnitlenme häsiýetleriniň dürliligi sebäpli deň däl. Birlenji toguň artmagy bilen magnitlenme toklarynyň tapawudy deňişlilikde balans däl tok hem artýar. Goragyň işe goşulýş toguny saýlamak üçin daşky gysga utgaşmada balans däl toguň alyp biljek maksimal bahasyny bilmek hökmandyr.

Balans däl togy hasaplamalar arkaly kesgitlemek birnäçe kynçylyklary döredýär. Ony hasaplamagyň esasy usullary ilki bilen magnitleme toguny kesgitlemäge esaslanandyr. Tok transformatorlaryň ikilenji zynjyrlarynyň geçiş proseslerinde magnitleme togunyň ep-eslisi gysga utgaşma togunda erbet transformirlenýän aperiodik düzüjileriň barlygy şertlenen. Ol dolulygyna diýen ýaly magnitleme şahasından utgaşýar, şeýlelikde magnitleme toguny ulaldýar we transformatorlaryň sertdeçnigini doldurýar. Bu öz gezeginde gysga utgaşmanyň togunyň periodiki düzüjiniň transformasiýasyny erbetleşdirýär, netijede magnitleme togy has artýar. Şonuň üçin differsional goragyň shemasynda balans däl toguň ep-esli bölegi a periodik düzüjiniň in uly bahasyna zeper ýetme bolanda döreýär. A periodik düzüjiniň tizliginiň üýtgeşi birlenji zynjyryň T_1 hemişelik wagtyna bagly T_1 -in artmagy bilen a periodik toguň

ýaşaýyş dowamlylygy artýar. Bu bolsa magnitleme togunyň ulalmagyna getirýär. EÜ-niň ulgamynyň dürli nokatlaryndaky zeper ýetmede wagtyň hemişeligi üýtgap bilýär. Ony ortaça $T_1 = 0,01 \dots 0,1$ kabul edýärler.

A periodik düzüji bilen bir hatarda magnitleme toguna magnit geçirijiniň bahasy (ululygy) we induksiýasynyň galyndy belgisi täsir edýär.

Geçiş prosesinde galyndyly induksiýanyň bolmagy hemde gysga utgaşmanyň togunyň a periodik düzüjisiniň täsiri astynda şol induksiýanyň onuň belgisi bilen gabat geçmegi esasynda magnitleme togy çürt-kesik artýar. Galyndy induksiýa wagta görä örän haýal azalýan şol sebäpli balans fäl toklar kesgitlenende ony hasaba almaly.

Geçiş proseslerinde magnitleme we balans däl toklaryň maksimal bahalary gysga utgaşmanyň togunyň amplitudalaýyn ululyklaryna (bahalaryna) ýakyn bolup bilýär we gysga utgaşma bolanda birnäçe periotdan soň ýüze çykyp bilýär. Gijä galma tok transformatorlaryň ýapyk ikilenji zynjyrd a geçiş prosesiniň ýüze çykmagy bilen düşündirilýär. Geçiş proses azat aperiodik düzüjiniň ýüze çykmagy bilen bir wagtda bolýar.

Differensial goragyň nädogry işlemeginiň önüni almak üçin releniň işe goşulyş toguny geçiş prosesde balansdäl toga görä saýlamaly;

$$I_{cp} = K_{otc} I_{нбpcч max}$$

Balans däl tok kesgitlenende shemadaky toguň transformatoryny şeýle saýlaýarlar, ýagny berlen ikilenç ýüklenmede we gysga utgaşmanyň togunyň predel kratnyşynda doly ýalňyşlyk $\varepsilon = 10\%$ -den geçmelidäl. Toguň 2 transformatorynyň hem ýalňyşlygynyň birmeňzeş belgisi bardyr. Şonuň üçin balansdäl togy şol iki ýalňyşlyklaryň iň kiçisi bilen kesgitlenilýär. Hasaplamalarda bir tipliligiň koeffisiýebti göz önünde tutulýar.

$$K_{ogh}=0.5....1.0$$

Balans däl toga gysga utgaşmanyň aperiodiki düzijileriniň täsirini K_{an} koeffisiýent bilen hasaplaýarlar; wagtyň momenti üçin $t=0$ $k_{an}=2.0$ kabul edýärler. Şonuň üçin tok ;

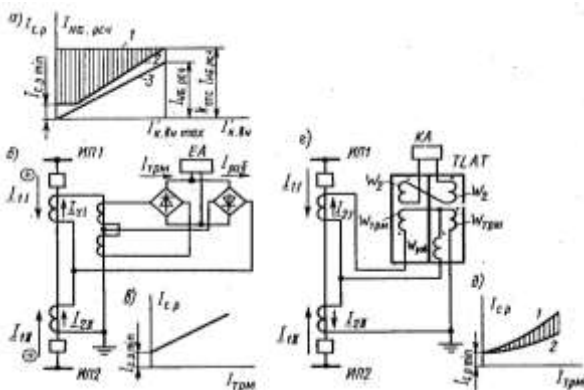
$$I_{w.pcrmax}=(\varepsilon/100)k_{an}.....$$

Goranylýan zonada gysga utgaşmada differensial goragyň duýgurlylygy k_4 duýgurlylyk koeffiýenti bilen belgilenýärler hemde ony deňleme bilen kesgitleýärler. Goralýan elemente baglylykda $k_4=1.5....2$ aralygynda bolmaklygy rugsat berilýär. Toguň adaty relelerini ulanylanda differensial goragyň duýgurlylygy ýeterlik derejede bolmaýar. Şol sebäpli duýgurlylygy artdyrmak üçin çäreler görülmeli bolýar.

§ 5.3 Differensial goragyň duýgurlylygyny artdyrmagyň usullary

Duýgurlylygy artdyrmagyň birnäçe usullary bellidir. Olar; balansdäl geçiriji toklary wagta görä sazlamak goşmaça garşylykly toguň ölçýji relesini tok zynjyryna yzygider birikdirmek balansdäl geçiş togunda aperiodiki goşulyjylary ulanmak tormazlaýjy releni ulanmak.

Balansdäl geçiji toklary wagta görä sazlamak usuly ýeterlikdäl hasaplanýar. Sebäbi ol differensial goragyň çalt işe goşulyşyny doly derejede ýerine ýetermeklige mümkinçilik bermeýär. Ölçýji tok relesiniň tok zynjyrynda goşmaça garşylyklar az ulanylýar. Mysal üçin uly bolmadyk kuwwatly generatorlartň differensial goragynda

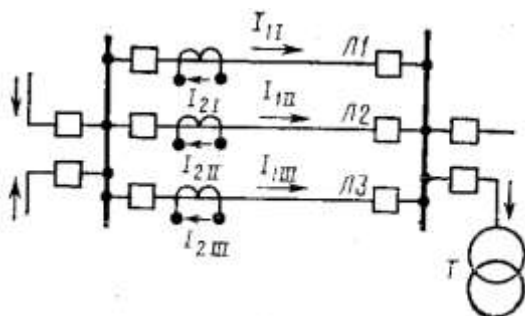


5.3.1-nji çyzgy.

Balans goragy.

Isleýiş prinsipi. Balans goragy parallel liniýalaryň toklarynyň biratlyfazalarynyň absolýut ululyklaryny deňeşdirýär. Gorag togunyň absolýut ululygy uly bolan liniýanyň gysarmasynda işleýär. Şol sebäpli ol ýerde şol bir duruşdaky zona ýok. Bitaraply iýmitlendirmeli liniýalarda ony diňe tok çüşmesi duran tarapa ýerleşdirýärler.

Iki parallel liniýanyň balans goragy. Balans tok relesiniň häsýetnamasy tormozly releň häsýetnamasyna meňzeş. Liniýalaryň biriniň togy releniň işçi togy I işçi bolup durýar. Beýleki liniýaň togy bolsa tormaz togy I_{trm} bolýar. Goragyň ýerine ýetirmegi üçin hökmany çyzgyda her faza üçin 2 rele bolmaly.



5.3.2-nji çyzgy.

Üç II liniýanyň balans goragy. Üç parallel liniýaly uçastoklar esasan 35kwt çenli napraženiýasy bolan paýlaýjy ulgamlarda duş gelýär. Şeýle liniýalarda kese diferensial goraglary, şol sanda balans tipli goraglary aşakdaky taraplary ýerine ýetirip ulanmak mümkin: deň duýujylygy we ygtybarly bolan islendik 2 ýa-da 3 parallel liniýalar bilen işlenilende gorag selektiw bolmaly. Tok zynjyryndaky liniýalarda gorag öçürilende ýa-da işe goşulanda hiç hili aýryp utgaşdyrma bolmaly däl.

Ýokary talaplaryny releniň kömegi bilen ýerine ýetirilen gorag kanagatlandyrýar. Onuň aýlanma momenti şu aşakdaky deňleme esasynda tapylýar.

$$M_{ayl} = I_{21}^2 - k_{trm}^2 I_{211} I_{2111} - \dots$$

Bu ýerde:

$I_{21}, I_{211}, I_{2111}$ – liniýalaryň biratly fazalarynyň ikilenç togy. Normal işde daşky gysga utgaşmalarda hem-de A1 goralýan liniýa zeper ýetende I_{211} we I_{2111} toklar özara deň bolup, fazalar-da bir-birine gabat gelýär. Şeýlelikde (9.11) deňlik şu görnüşe eýe bolar.

$$M_{ayl} = I_{21}^2 - k_{trm}^2 I_{211}^2 - I_{cp.min}^2$$

A2 liniya öçürlende onuñ momenti üçin hem şoña deñlik alynýar. Şeýlelikde 3 we 2 parallel liniýalar işlände releniň aýlanma momentleri birmeñzeş deñliklere eýe. Şol sebäpli üç we iki parallel liniýalar işlände deň duýujylygy we ygtybarlygy bolan releni prinsip boýunça ýerine ýetirip bolar.

$K_{trm1}=K_{trm2}$ deň ygtybarlyk alnar. Şoña laýyklykda tormazlanma kofisientini şuňa deň diýip hasap edip bolar: $K_{trm}=1.14$. Şu esasynda (1) deñlik şeýle görnüşe eýe bolýar:

$$M_{ayl} = I_{21}^2 - (I_{211}^2 - I_{2111}^2) - 0.325(I_{211}^2 + I_{2111}^2) I_{cp.min}^2$$

Eger şuny kabul etsek: $(I_{211} - I_{2111}) = I_b$, $(I_{211} + I_{2111}) = I_b$

Şeýlelikde: $M_{ayl} = I_{21}^2 - I_b^2 - 0.325 I_b^2 I_{cp.min}^2$

(4) deñlige laýyklykda relä I_{21}^2 proporsional bolan işçi moment we 2 sany garaşsyz tormoz momentini biri I_b^2 proporsional, beýlekisi – $0.325 I_b^2$ bolan tormoz momentlerini döretmeli. $I_{cp.min}^2$ proporsional momenti yzyna gaýtarma pružini bilen döredilýär. Şeýlelikde seredilýän rele 3 sany elektrik ölçegli organ bolup durýar.

ALTYNJY BAP

AWTOMATLAŞDYRMA

§ 6.1 Awtomatika barada umumy maglumatlar

Awtomatikanyň formirlenmegi, bu ylmyň we tehnikanyň özbaşdak bir bölegi bolup umumy düşünje bilen kesgitlenýär. Şu kesgitli düşünje we öňden dogry akyl ýetirmeklik A we ÖPA awtomatika we önümçilik prosesslerini awtomatlaşdyrmak predmetini özleşdirmekde talyplar üçin wajyp rol oýnaýar.

Awtomatikanyň umumy kesgitlemesi girişde berilipdir, şonuň üçin şu ýerde awtomatikanyň kesgitlemesini örän gysga we açyk getireris.

Awtomatika - bu kesgitli prosessli operasiýany ýerine ýetirmekde adamyň gatnaşygy bolmanda işlenilýän tehniki prosessleriň we metodlaryň toplumydyr.

Awtomatlaşdyrmak - bu prosess, ýagny dolandyрма funksiýasyna gözegçilik etmegi awtomatikanyň metodikalary we serişdeleri bilen amala aşyrylýar. Önümçiligi awtomatlaşdyrmak derejesi boýunça tapawutlandyrýarlar: bölekleyin, kompleks we doly awtomatlaşdyrmak.

Awtomatiki gözegçilik - bu hereketiň zerur bolan täsirini aýdynlaş-dyrmak maksady bilen, obýektiň gözegçilik edilýän parametrleriniň (informasiýasyny) maglumatyny awtomatiki kabul etmek we ony işläp bejermekdir.

Awtomatik gorag - gözegçilik edilýän parametrleriň bellenen belli bir bahasyndan üýtgän mahalynda prosessi bes edýän metodgarny we serişdelerin toplumydyr.

Awtomatiki sazlama - bu girizilen programma baglylykda dolandy-ryjy prosessiň syzma talaplaryny kesgitleýän parametrleriň berlen bahalaryny awtomatiki üpjün etmektir. Awtomatiki sazlamany awto-matiki dolandyryjyň bir bölegi hökmünde seretmek bolar. Sazlama obýektiň

toplumyny we awtomatiki sazlaýjyny - awtomatiki sazlama sistemasy (ASS (SAR)) diýip atlandyryşlar. ASS-ny göni we ters baglanyşygy bilen tapawutlandyryşlar.

Funksionirleme algoritmi - diýip haýsy hem bolsa gurluş sistema toplumynyň ýa-da gurluşyn tehniki prosessiniň dogry ýerine ýetirilmegine alyp barýan buýruklar toplumyna aýdylýar.

Dolandyryw algoritmi - diýip, funksionirleme algoritmini ýerine ýetirmek maksady bilen dolandyryjy obýektine daşky täsirleriň häsietlerini kesgitleýän buýruklar toplumyna aýdylýar.

Adaptiwli diýip, awtomatiki özüni sazlamak ýoly bilen obýektin parametreni dolandyrmagyn ýa-da üýtgäp durýan daşky täsirler esasynda, ýa-da kesgitsiz şertlerde dolandyryjynyň meselelerini çözüýän sistema aýdylýar.

Awtomatiki dolandyryjy gurluş - bu dolandyryjy algoritme bagly-lygynda dolandyryş obýektine täsir edýän gurluşdyr.

Awtomatiki cyzyk (göni) - bu bir tipli detallaryň gruppalary ýa-da detallary işläp bejermegiň doly siklini üpjün edýän, merkezi EHM -den umumy ADS (awtomatiki dolandyryjy sistema) bilen birleşen we kömekçi abzanlary bilen daşamak serşideleri bilen baglanyşkly, bolan yzygnder ýerine etirlen tehnologiýa operasiýalarynda ýerleşdirilen awtomatlaşdyrylan işçi maşynlarynyň kompleksidir.

Awtomatiki uçastok (bölüm) - bu operasiýanyň dürli yzygiderlikde bir tipli detallary işläp bejennegi üpjün edýän, merkezi EHM-den grup-paly dolandyryşyň ýeke-täk sistemasy bolan şol sanda monipul-ýatorlar transport sistemasynyň kömegi bilen baglanyşan modullardan ýa-da öýjüklerden, bir näçe awtomatlaşdyrylan stanoklardan ybarat bolan kompleksdir.

§ 6.2 Awtomatizasiýalaşdyrmagyň esaslary Awtomatik dolandyryş sistemalar

Dolandyryşyň awtomatiki sistemasy - bu adamyň gatnyşygy bolmanda, ähli elementleriň funksiýalaryny dürli gurluşlar arkaly ýerine etirilýän sistemadyr.

Dolandyryşyň awtomatlaşdyrylan sistemasy - bu topary (DAS-adam - maşyn dolandyryş sistemasy) ýa-da birdenkä kesgitlenen funk-siýa adam torapyndan ýerine etirilýän, dürli gurluşlar bilen informasi-ýany kabul etmekde işläp bejermekde we dolandyrmakdy ulanylýan sistemadyr.

Datçik - bu maglumaty aragatnaşyk kanaly boýunça bermekde has amatly parametre özgerdýän, ony ölçeýän, analizirleýän sredanyň täsirini kabul edýn gurluşdyr. Datçikler ýerine etirýän funksiýasy boýunça iki sany aýratyn gurluş (ýagny), görnüşde edilip bilner.

1. Diňe ölçegi ýerine etirýän gurluş, ýagny biriji özgerdiji ýa-da gözegçi – ölçeýji diýip atlandyrylýan abzallar.
2. Özgerdijiler – ýagny ölçmýän ululygy özgerdýän gurluş. Mysal üçin ewmoelektrik özgerdiji diňe howanyň basyşyny elektrik togunyň naprýaženiýasyna özgerdýär.

Daşary ýurt edebiýatlarynda «datçik» termine derek «sensor» (iňlis dilinden «sense» - duýmak, duýujy) termini ulanýarlar bizin edebiýatla-rymyzda «datçik» terminden başga-da öňa ekwiwolent terminler duş gelýär. Ýagny duýugy registrator, özgerdiji, ölçeýji we ş.m.

Ölçeg özgertmek - bu funksional baglylykda bir fiziki ululygyň ölçegini, beýleki fiziki ululygyň ölçegi bilen aňladylýar. Ölçegi özgertmek bu islendik ölçek gurluşlaryny praktikada ulanmakda eke-täk metod bolup durýar.

Ölçeg özgerdijisi - bu bir görnüşli ölçeg özgerdmesini ýerine etirýän, belli bir fiziki prinsipiň täsiri gurnalan tehniki gurluşdyr.

Maglumat üpjünçiligiň elektron tehnikanyň awtomatika we kibernetikanyň kämileşmegi bilen umumy terminologiýa ulanylyar, ýagny özgerjileriň umumy "Maglumat özgerdijileri" diýip aýdylýar. (Maglumat özgerdijisi "MÖ"). Umumy islendik gömüşli datçikler we ölçejiler gözlenilýän ululygy ölçemegi, maksadyny dolandyrmagy we sazlamagy, maglumaty işläp bejermegi üpjün edýär. Maglumat özgerdijilere görkezilen häzirki zaman talaplar:

1. Ýokary hil häsietleri: duýujylyk, takynlyk, gönülik, görkezilmegi ýa-da görkezmeleriň gaýtalanmasy ýa-da tizligi. Özara çalyşyklyk, gisterezisiň ýok bolmasy we uly signal ses.
2. Ýokary ygtyýarlyk: gulluk wagtynyň köp bolmasy, daşky sreda dumuklyk, işde durup galmazlygy.
3. Tehnologiki gowy taraplary: kiçi massaly we kiçi göwrümlü, gurluşynyň ýönekeýligi, özüne düşýän gymmatynyň pesligi.

Elbetde, şu ýerde sanalan talaplaryň ählisini berjaý edip MÖ ýasamak gaty kyn. Ýöne MÖ-ni mikro EHM bilen bilelikde işletsek. maşynyň hasaplamasynyň we logikasynyň hasabyna MÖ-laryň kemçilikleriniň bir bolegini kompensirmek bolýar.

Şunlukda EHM-iň kömegi bilen:

MÖ-niň egri çyzykly häsiýetnamasy göni çyzykly häsiete geçirilýär.

Datçigiň sesi peselär.

Goşmaça eksplatasiýa edelinde (ulanylanda) üýtgeýän nol nokadyň duýujylygy korrektirlenýär.

Daşky sredanyň täsir edýän temperaturasy kompensirlenýär.

MÖ awtomatiki diagnostika edilýän "MÖ" tehnikasynyň kämileşmegi bilen geljekde olary işläp düzmek üçin aşaky messeleri gözlemeli bolar:

Göni baglanşyk - bu sazlaýjynyň her bir öňdäki elementiniň soňkysyna bolan täsiridir.

Doly awtomatlaşdyrmak - bu dolandyryş we gözegçilik sistemasy bilen bilelikde önümçiligiň esasy we kömekçi uçastoklarynyň (bölümle-riniň) ählisini awtomatlaşdyrýan ýokary derejedir. Öz ýerine etirýän funksiýasyna baglylykda awtomatlaşdyrmak ýaly esasy görnüşlere bölünýär: dolandyryş, gözegçilik signal berme we sazlama.

§ 6.3 Awtomatiki sazlaýjylaryň görnüşleri

Sazlaýjynyň düzümine adaça aşadaky elementler girýärler:

1. Ölçeýji üýtgediji.
2. Belleýşi guraly.
3. Jemleýji (summator).
4. Ölçeýji blok.
5. Sazlaýjy blok.
6. Ýerine ýetiriji mehanizim.
7. Ters baglanşygy düzediji (korrektirleýji) gurluşy.

Ters baglanşygyň düzediji gurluşyny birikdirmegiň N1 çyzgyda görkezilişi ýaly birnäçe birikdirme warianty bolup biler.

Awtomatiki sazlaýjy ulgamlaryň klassifikasiýasyny (bölünşine) laýyklykda awtomatiki sazlaýjylar aşadaky görnüşlere bölünýärler:

- a) Stabilizirleýän, programmalary, yzarlaýan, öz-özünü sazlaýan (ekstremal).
- b) Sazlanylýan parametriň gyşarmasyny ýa-da daşky täsiri duýýar.
- c) Yzy üznüksiz hereketli we diskret (üznükli) hereketli (meselem: releli we impulsly).
- d) Çyzykly we çyzykly däl.

Awtomatiki sazlaýjylar işleýiş prinsipi boýunça, ulanylýan ýerleri boýunça, gurluşynyň aýratynlyklary boýunça, ulanylýan energiýanyň görnüşi boýunça sazlaýjy täsiriň üýtgeýşi häsiýeti boýunça we ş.m. boýunça biri-birinde ep-esli tapawutly häsiýetnamalary bardyr. Ýokardakylar bilen baglanşykly senagatda goýberilýän sazlaýjylaryň bölünişiniň esasy alamatlaryna seredip geçeliň:

1. Sazlanylýan parametirleriň görnüşi boýunça temperaturanyň, basyşyň, harçlanşyň, seýreklenmäniň, derejäniň, maddanyň düzüminiň sazlaýjylary;
2. Hereket ediş usuly boýunça – göni hereket edýän we göni däl hereket edýän.

Gönüden göni hereket edýän sazlaýjylar dolandyryjy täsiri döredýän energiýanyň görnüşini ulanmak boýunça öz gezeginde

- elektrik
- pnevmatiki (howa bilen işleýän)
- gidrawliki (suwluk bilen işleýän)
- kombinirlenen

görnüşlere bölünýär.

3. Gurluşynyň ýerine ýetirilişi boýunça:
 - enjam görnüşli
 - Gural görnüşli
 - agregant görnüşli
 - modul (element görnüşli)

bolýarlar.

Enjam görnüşli sazlaýjylar diňe ikilenji enjamlar bilen bilelikde işläp bilýärler we olaryň ilkinji özgerdijiler bilen gönüden-göni baglanşygy ýokdyr.

Gural görnüşli sazlaýjylar iki sany özbaşdak blok görnüşinde döredilýär: ölçeýji we täsir dörediji bloklar.

Agregat görnüşli sazlaýjylar ýönekeý operasiýany ýerine ýetirýän aýratyn böleklerden durýarlar:

1. Sazlanylýan ululyklarynyň sany boýunça sazlaýjylar ýeke we köp kanally görnüşlere bölünýärler.
2. Öz düzümini üýtgetmek ukyplylygy boýunça sazlaýjylar berkidilen we üýtgeýän strukturaly görnüşe bölünýärler.
3. Sazlaýjynyň görnüşine gelýän signallaryň sanyna baglylykda sazlaýjylar bir implsy köp implsy görnüşie bölünýärler.
4. Giriş we çykyş ululyklarynyň baglanşygynyň görnüşini boýunça sazlaýjylar üznüksiz we diskret (üznükli hereket edýän) sazlaýjylar bölünýär.

Üznüksiz hereket edýän diýip sazlaýjynyň giriş ululygynyň üznüksiz üýtgemegine, onuň çykyş ululygynyň hemişelik üznüksiz üýtgemegine getirýän sazlaýjylar aýdylýar. Diskret hereket edýän diýip giriş ululygynyň üznüksiz üýtgemegine onuň çykyş ululygyny diskret, wagtyň belli bir momentlerinde üýtgeýän sazlaýjylar aýdylýar.

Önümçilik roboty (ÖR) - bu önümçilik predmetlerini häsiýetlen-dirmekde adamyň analog funksiýalaryny çalşyryp bilýän (önümçilik prosesinde) hereketlenme we dolandyрма funksiýalaryny ýerine ýetir-mek üçin niýestlenen özünde monipulýator we dolandyryş programmir-leme gurluşyny saklaýan awtomatiki maşyndyr.

Iş operasiýalary - prosessiň geçişini kesgitleýän we kanunlar esasynda ýerine ýetirmekde zerur bolan hereketdir.

Signal bermek- nobatça ýa-da gullukdaky personala düşnükli bolan gözegçilik edilýän obýektiň (häsiýetnamasynyň parametreliniň bahalary barada) funksionirleme maglumatanyň özgermesidir.

Öz özüni ulanyma tayarlaýan sistema - bu düzüminde goşmaça awtomatiki gurluşy bolan dolandyryşyň awtomatiki sistemasydyr. Awtomatiki sistemanyň bütinleý berlip funksionirleme algoritmini amala işyrrar ýaly esasy awtomatiki dolandyryjy gurluşyň dolandyрма algorit-Tiini üýtgedýär.

Tele-dolandyrys sistemasy - dürli komandalary ýörite signallar bilen uzak aralyga ibermegi üpjün edýän gurluşlaryň toplumydyr. Şol komandalary kabul etmegiň deregine dolandyrylýan obýektleriň dürli zynjyrlaryna zerur bolan täsire özgerýär.

Tele-gözegçilik sistemasy - maglumaty kabul edýän bölüme ýörite signallary ibermek arkaly obýektiň ýagdaýy ýa-da onda bolup geçýän prosesler baradaky maglumaty aralyga bermegi ýa-da kabul etmegi üpjün edýär.

Çeýe awtomatlaşdyrylan önümçiligiň sistemasy (ÇAÖ) - täze önümleri awtomatlaşdyrylan görnüşde taslamak üçin, bir we az mukdar-ly önümçilik şertlerinde awtomatlaşdyrylan görnüşde öndürmek üçin nietlenen ÇAÖ-niň täze önüm goýbek üçin geçiş sistemasy el ýoly bilen gurluşlary üýtgedip gurmasyz, programmаланan serişdeler arkaly üpjün edilýär.

ÇAÖ sistemasy her biriniň dolandyrymy üçin merkezi EHM ulanylýan birnäçe kompleksi birleşderýär. ÇAÖ sistemasyny dolandyrmak üçin kuwwatly esasy EHM ulanylýar we dolandyrysň ähli strukturasy ierarh prinsipe esaslanan.

Telemehanika - bu tehniki ylymyň bir pudagy bolup, hereketli we hereketsiz obýektleriň ýagdaýyny gözegçilik edýän we aralykdan dolandyрма bilen baglanan kompleks soraglary derňeýär. Telemehanika-nyň esasy gözegçilik, aragatnaşyk arkaly girýär.

Telemehaniki sistema - hereketli we hereketsiz obýektleriň ýagdaýyny gözegçilik edýän we olary aralykdan dolandyrmany üpjün edýän sistemadyr.

Maglumat teoriýasy - maglumaty toplamak, özgertmek we bermek usullaryny öwrenýär. Maglumat signallaryň kömegi arkaly berilýär we aňladylýar. Bu fiziki proses bolup, berilýän maglumata baglylykda kes-gitlenen parametrleri bolýar. Şular ýaly baglylygy guramaklyga ***kodirleme*** diýilýär.

Programmirleme teoriýasy - maglumaty dolandyrys wagtynda ulanmak we gaýtadan işlemek usullaryny bejerip

taýarlamak we oly öwrenmek bilen meşgullanýar. Maglumat metody algoritmi diýip atlan-dyrylýan kesgitlenen düzgün boýunça, dolandyryşyň islendik sistemasy-nyň maglumaty gaýtadan işlemek ýoly arkaly işi programmirlenmäge mümkinçilik berýär. Islendik dolandyryş sistemasynyň işiniň program-mirlenmäge umumy ýagdaýda aşaklary öz içine alýar:

- a) Çözüwi tapmak üçin algoritmi kesgitlemek.
- b) Sistemasyň kabul edýän kodunda programmany düzmek.

ç) Algoritmeleri ulanmaklyk elektron maşynlaryň kömegi bilen kompleks prosesleri dolandyrmaga mümkinçilik berýär. 01 optimal, ýagny meseläniň iň gowy çözüwlerini saýlamaklygy üpjün edýär mysal üçin, maksimal öndüriligi almak, has gysga ýoly, herekitiň iň bir gowy bolan traektoriasyny kesgitlemek, çis malyň, ýangyjyyp elektroenergiýanyň we ş.m. öz mukdarda sary etmek.

Dolandyryş sistemalarynyň teoriýalary - beýleki dolandyryş sis-temalary bilen bagly bolup, daşky täsire mümkin bolan reaksiýaly sis-temalaryň gurluş prinsipini we strukturasyňy öwrenýär. Umuman, dolan-dyryş sistemasy diýip, maglumaty maksada laýyk işläp bejermegi amala amyrýan islendik fiziki obýekt atlandyrylyp bilner. Maglumat, özünde giň düşüňjani saklaýar we dürli hadysalardyr, prosesleriň anyk düşüň-dirilmesi üçin ulanylýar.

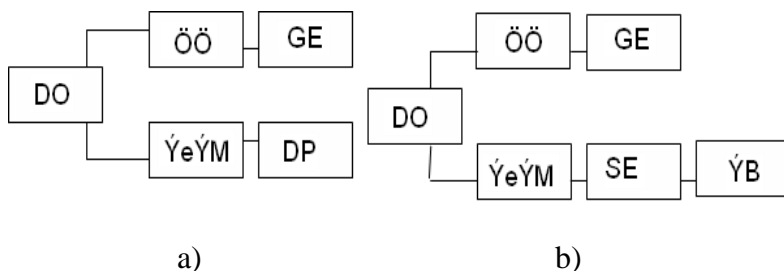
Tehnologiki modul - ADS (awtomatiki dolandyryş sistemasy) bilen baglanyşylan, awtomatiki manipulýatorly köp operasiýaly awtomatlaşdyrylan stanokdyr.

Tehnologiki öýjük - bu awtomatlaşdyrylan önümçilik kompleksi bolup, merkezi EHM-den umumy ADS bilen birleşen we detalyň kes-gitlenen tipli doly ýa-da bölekleyin işläp bejerýän SDP soň dolandyryş programmaly stanoklaryntoparyndan, awtomatiki manipullirleme, transport we ýygnaýjy gurluşlardan durýar.

§ 6.4 Awtomatiki dolandyrys we sazlaýys ulgamynyň bölünişi.

Üznüksiz, diskret, göniçyzykly, göniçyzykly däl dolandyrys ulgamlary

1. Üznüksiz dolandyrys ulgamy;
2. Diskret dolandyrys ulgamy;
3. Göniçyzykly, göniçyzykly däl dolandyrys ulgamlary;



6.4.1-nji çyzygy. Dolandyrys a) we sazlama b) ulgamlary

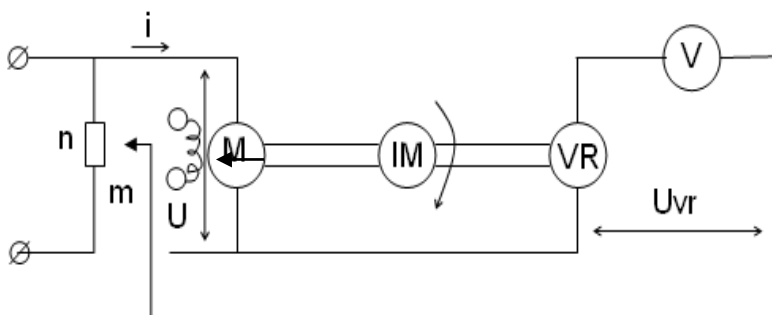
DO-dolandyrylýan obýekri
ÖÖ-ölçeg özgerdijisi (datçik)
GE-Görkezýän enjamlar
ÝeÝM- ýerine ýetiriji mehanizm
SE-sazlaýjy enjamlar
ÝB-ýumuş beriji.

Obýekti dolandyrmak üçin, datçigiň kömegi bilen bolup geçýän proses hakynda üznüksiz maglumat alynýar, ol maglumat görkezýän enjamlara geçirilýär. Operator şol maglumata görä dolandyryjy pultyň kömegi bilen obýekti dolandyrmaga buýruk berýär. Bu buýruk boýunça ýerine ýetiriji mehanizm berilýär. Bu yzygiderlik elbilen dolandyrylanda ýerine ýetirilýär. Sazlanýan proses awtomatiki bolanda, bu yzygiderlik şeýle geçýär. Sazlanýan obýektiden ölçenen

maglumatlar datçikden sazlaýjy elemente barýar. Ol element ýumuş berijiden gelen maglumat bilen deňeşdirip dolandyrylýan obýekti sazlama buýrugyny ýerine ýetiriji mehanizme berilýär. Bu prosess operatorsyz bolup geçýär.

Häzirki zaman awtomatiki ulgamlaryň çylşyrymlydygy, olary birmeňzeş häsiýetlendirmäge mümkinçilik bermeýär. Şonuň üçin käbir häsiýetleri boýunça awtomatiki dolandyryş ulgamyny birnäçe böleklere bölýärler. Awtomatiki dolandyryş ulgamy (ADU) durnuklaşan ýagdaýyndaky ýalňyşlygyň ululygyna baglylykda **statiki** we **astatiki** diýip tapawutlandyryrlar.

Statiki dolandyryş ulgamynyň durnuklaşan ýagdaýynda sazlanýan ululygyň bahasy hakyky bolmalysyndan tapawutlanýar. Bu tapawut hem statiki ýalňyşlygy görkezýär. Statiki dolandyryş ulgamy Statiki ýalňyşlyksyz bolup bilmeýär. Sebäbi statiki ýalňyşlygyň özi ters baglanyşygyň üsti bilen sazlama prosesini döredýär. Güýçlendiriş koeffisientini ulaldyp, statiki ýalňyşlygy azaldyp bolýar, emma ony bütinleý aýryp bolmaýar. Statiki dolandyryş ulgamyna mysal hökmüne 2-nji çyzgydaky ulgamy görkezip bolar.



6.4.2-nji çyzgy. Ýapyk (ters baglanyşykly) dolandyryş ulgamy

Bu ýerde bir belläp geçmeli zatlarymyziň biri hem statiki awtomatiki dolandyryş ulgamy bilen awtomatiki dolandyryş ulgamyň statikasynyň bütinleý başga manyny aňladýanlygydyr.

Astatiki dolandyryş ulgamy prosesi sazlamagy statiki ýalňyşsyz üpjün edýär. Statiki awtomatiki dolandyryş ulgamy, durnuklaşan ýagdaýynda ýüze çykýan, stasiki ýalňyşlygy aradan aýryp bilýän goşmaça elementleriň goşulmagy bilen astatiki dolandyryş ulgamyna öwürlip biler. Meselem - nji çyzgydaky statiki ulgamyň ters baglanyşygyna ýakoryň zynjyryndaky **n** potensiometriň **m** süýşgüjini hereketlendirýän hereketlendirijini (serwomotory) birikdirip, astatiki dolandyryş ulgamyny döredip bolýar. Serwomotoryň ýakoryna hem potensiometr birikdirmeli we işçi mehanizmiň aýlanma ýygylgy bolmaly bahasyndan üýtgän mahaly, serwomotoryň ýakoryna elektrik energiýasy barar ýaly ýagdaý döretmeli. Bu ýagdaýda **n** potensiometriň **m** süýşgüji işçi mehanizmiň aýlanma ýygylgy bolmaly bahasyndan üýtgän mahaly + ýa-da – alamatyna baglylykda hereketlener. Şeýlelikde sazlanýan ulgamyň durnuklaşan ýagdaýyndaky bolmaly bahasyndan gyşarmasy doly aradan aýrylýar.

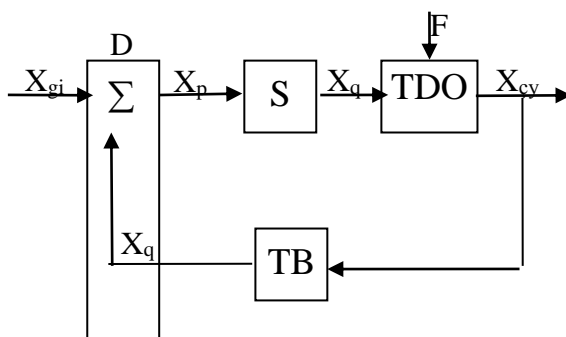
Bu mysaldan gelip çykyşy ýaly statiki dolandyryş ulgamyň astatiki dolandyryş ulgamyna öwürilmegi ulgamyň çylşyrymlaşmagy, bahasynyň ýokarlanmagy we ygtybarlygynyň peselmegi bilen bolup geçýär. Bundan başga-da astatiki sazlama prosesi sazlanýan ululygyň durnuklaşan bahasynda ýakynlanda, onuň yrgyldysynyň döremegi bilen bolup geçýär. Şonuň üçin astatiki sazlama prosesini, diňe sazlanýan ululygyň durnuklaşan bahasynda statiki ýalňyşlygynyň 0 (nol) bolmagy gerek bolan ýagdaýynda ulanmaly.

Dolandyryjy täsiriň häsiýetine baglylykda bir dolandyrylýan ululykly awtomatiki dolandyryş ulgamy üç görüşe bölünýär:

- 1) Awtomatiki kadalaşýan ulgam;
- 2) Programmaly (maksatnamaly) dolandyryş ulgamy;

3) Yzarlaýjy ulgamlar;

Awtomatiki kadalaşýan ulgamlarda dolandyryjy (giriş) ululyk wagt boýunça üýtgemeyär, ýagny $x_{gir} = \text{const.}$ (14-nji çyzgya seret). Bu ulgamda sazlanýan ululygyň berlen bahadan gyşarmasy işlenýär. Awtomatiki sazlama ulgamlarynda hem sazlamanyň şu usuly ulanylýar.



6.4.3-nji çyzgy. Ýapyk konturly awtomatiki dolandyryş ulgamy.

Programmaly (maksatnamaly) dolandyryş ulgamynda dolandyryjy (giriş) ululyk wagt boýunça berlen kanula laýyklykda üýtgeýär. Bu ulgamlar geçiş prosesi öňünden belli bolan proseslerde ulanylýar.

Yzarlaýjy ulgamlarda bolsa dolandyryjy (giriş) ululygyň üýtgemegi ulgama girmeyän daşky täsirlere bagly bolýar we öňünden belli bolmaýar. Yzarlaýjy ulgamlar belli bolmadyk daşky täsirleri işlemek üçin ulanylýar.

Awtomatiki dolandyrylýan ulgamlaryň statiki we dinamiki iş režimleriniň matematiki häsiýetnamasyna baglylykda göniçyzykly we göniçyzykly däl diýip tapawutlandyrylýar.

Göniçyzykly awtomatiki dolandyryş ulgamlaryň statikasy göniçyzykly algebraik deňlemeler bilen, dinamikasy bolsa göniçyzykly differensial deňlemeler bilen häsiýetlendirilýär. Bu ulgamyň esasy tapawutlandyryjy häsiýetleriniň biri hem superpozision prinsipidir. Superpozision prinsip göniçyzykly ulgamyň birnäçe täsire berýän jogaby, aýratynlykda alnan täsirlere berýän jogabynyň jemine deňdigini häsiýetlendirýär.

Göniçyzykly däl ulgamlar göniçyzykly däl deňlemeler bilen häsiýetlendirilýär. Dolandyryşda ulanylýan hakyky ulgamlar göniçyzykly däl ulgamlara degişlidir. Şeýle-de bolsa göniçyzykly ulgamlaryň nazary esaslary göniçyzykly däl ulgamlaryň nazary esaslaryny işlemäge mümkinçilik berýär.

Giriş we çykyş ululyklaryň arasyndaky baglanyşyga baglylykda awtomatiki dolandyryş ulgamlary üznüksiz we diskret ulgamlara bölünýärler. Üznüksiz awtomatiki dolandyryş ulgamlarynda giriş we çykyş ululyklaryň arasynda üzülmeýän funksional baglanyşyk bar. Üznüksiz awtomatiki dolandyryş ulgamlaryny dolandyrmak hem üznüksiz bolup geçýär. Diskret awtomatiki dolandyryş ulgamlarynda bolsa çykyş ululygy, amplitudasy, dowamlylygy we ýygylgy giriş ululygynyň wagtyň berlen pursatlaryndaky bahalaryna bagly bolan impulsalaryň yzygiderligi görnüşinde bolýar.

Awtomatiki dolandyryş ulgamy ilki döründe geçen asyryň 80-nji ýyllara çenli üznüksiz bolmaga galdy. Soňraky ýyllarda awtomatiki sazlaýyş we dolandyryş ulgamlary diskret görnüşe geçip ugrady. Bunuň sebäbi hem diskret ulgamlaryň birnäçe artykmaçlyklarynyň bardygy bilen düşündirilýär.

San ulgamlar mikroprocessorlaryň kömegi bilen dolandyrylan ugur. Dolandyryşda mikroprocessoryň ulanmagy optimal we adaptiw dolandyryş ulgamynyň ýerine ýetirdi.

Optimal dolandyryşda sazlaýjy bolup geçýän prosessi bir näçe görnüşde sazlaýar we alynan netijäni ýatda saklaýar. Soňra ol netijede deňleşdirip we deňledip iň gowy görkezijileri bolan görnüşini saýlanýar. Ondan soňra sazlama prosessi

saýlanan görnüş boýunça dowam edtirýär. Adaptiw ulgamyny döretmek üçin bolsa, kuwwatly dolandyryjy kompýuterleri ulanylýar. Adaptiw dolandyryş ulgamy bolup geçýän dürli özgermeleri baglylykda dowam eder.

Awtomatiki ulgamlary köplenç göniçyzykly bolýar. Eger-de ulgamda göniçyzykly däl bölek bar bolsa ol bölegi göniçyzykla öwürmäge ymtylýarlar.

§ 6.5 Dolandyryşyň awtomatiki sistemasy

Dolandyryş - berlen programma baglylykda obýektiň funksionirlenmegini goldamaga gönükdürilen, hereketler toplumydyr. O1 kesgitlenen maglumatyň dolandyryan prosessiň parametrleriniň bahalary esasynda ýerine ýetirilen ("Dolandyryş" terminiň) getirilen kesgitlemesiniň tehniki manysy bolup öwrenilýän predmetde ulanylýandyr. Awtomatlaş-dyrylan önümçiligiň dolandyryşynyň göz çaky bilen awtomatiki we yarym awtomatiki bölege bölýärler. Awtomatiki dolandyryşda dolandyrylýan obýekte berilýän komanda ýörite gurluşlardan berlen programma boýunça, ýa-da gözegçilik edilýan parametleriniň maglumaty esasynda amala aşyrylýar. Ýarym awtomatiki dolandyryşda dolandyrylýan obýektiň işleniň gözekçiligi we komanda benneklik operatoryň üsti bilen amala aşyrylýar.

Dolandyrylyan obýekt - fuksionirleme algoritmini ýerine ýetir-mek üçin ýörite guramagylykly täsire mätäç bolan tehniki prosessi amala aşyryýan gurluş (gurluşlar toplumy).

Önümçiligi dolandyrmak - bu haýsy-da bir fiziki ýa-da maglumat prosessiň geçmegini üpjün edýän we kesgitlenen maksada ýetirýän maglumat prosessidir.

Bölekleyin awtomatlaşdyrmak - bu diňe kesgitlenen tehnologiiki prosessinde özüniň çylşyrymlylygy bilen ýa-da çalt geçişi bilen adam tarapyndan ýerine ýetirip bolmajak aýratyn önümçilik operasiýalaryny awtomatiki ýagdaýda ýerine ýetir ümegidir.

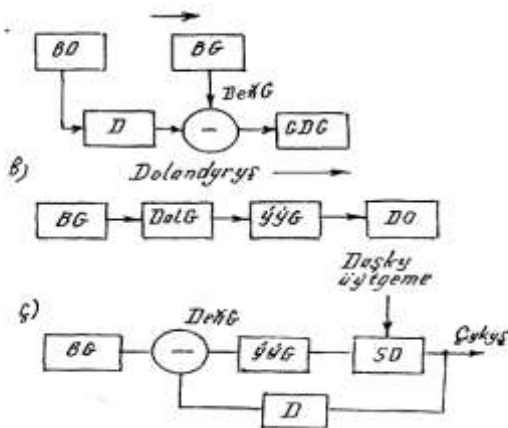
Awtomatiki dolandyrysň sifr sistemalary - soňky iş roly dolandy-ryja berilýän, (AHM) analog-hasaplaýjy maşynlaryň we (SEHM) sanly elektron-hasaplaýjy maşynlaryň bazasynda çylşyrymly algoritmleriň hataryny dolandyrmagy üpjün edýär.

Ekstremal diýip, optimal kriteriýasy diýip atlandyrylýan, haýsydyr bir sistemanyň iş mukdaryny görkezýän ekstremal bahasyny üpjün edýän sistema aýdylýar.

Ýokarda A we ÖPA predmetini öwrenmekde zerur bolan, ýygy-ýygýdan ulanylýan terminleriň kesgitlemesiniň has gysga görnüşi getirildi.

Indi bolsa awtomatiki gözegçilik, sazlamak we dolandyrmak gurluş-ly prinsip bilen baglanan materialy özlendirmäge geçeliň.

Awtomatiki gozegçilik sistemasy (AGS) (struktura shemasy 6.5.1-nji, a çyzgyda) görkezilen) gözegçilik etmek we köp wagtlap saklamak üçin amatly bolan formada. berlen bahaly (etalon) gözegçilik edilýän ululygy we netijeleri deňeşdirmäni fiksirleýän deňlemäni amala aşyrýar. Gözegçilik obyektinden GÖ gözegçilik ululygy datçige D barýar we onda ölçeg üçin amatly bolan signala özgerýär.



6.5.1-nji çyzgy. Awtomatik

sistemanyň struktura sistemasy.

a) gözegçiligiň (kontrolyň) awtoraatik sistemasy;

b) dolandyryşyň (üzük) awtomatik sistemasy;

ç) sazlamagyň awtomatik sistemasy;

BO - barlanylýan obýekt; BG - beriji gurluş; D - datçik; DeňG - deňeşdiriji gurluş; GDG - gaýtadan dörediji gurluş; DolG - dolandyryjy gurluş; ÝÝG - ýerine ýetiriji gurluş; DO - dolandyrylýan obýekt; SO - sazlanýan obýekt.

Datçikde özgerdilen signal deňeşdiriji gurluşa DG berilýär soňunda beriji gurluşa BG düýilýän gözegçilik ululygynyň özgerdilen signaly bilen etalon ululykly signalyň derňewi bolup geçýär. Beriji gurluş - gö-zegçilik bahasy berlen baha deň bolanda, datçikden alynýan bahanyň ululygyna deň bolan sistema, birnäçe etalon bahanyň ulugyny girizýän gurluşdyr. Programmalaýyn bolup biler. Şu ýagdaýda ol etalon ululygyň dürli bahalaryny yzygiderlikde berip bilýär. Alnan deňeşdirme netiiesi gözegçilik ululygynyň bahasyny signalizirlemegini ýa-da ýazmagyny görkezýän aňladyjy gurluşa AG barýar. Eger AGS gözegçilik edilýän ululygyn absolýut bahasynyň ölçegi üçin niýetlenen bolsa, onda beriji gurluşyň bolmazlygy hem mümkin.

Awtomatiki dolandyryş sistemasy (ADS birikdirilen) şol sistemanyň girişine (berlen gurluşlar arkaly) täsir edýän daşky çeşmeler üçin ulanylýar. Dolandyryş prosessiň özi soňky netijesine bagly däl [6]. Şu siste-mada islendik proses ýa-da prosesleriň toparyny dolandyrmaklyk adamyň gatnaşygy bolmadyk ýagdaýynda amala aşyrylýar. Berlen ýagdaýda, adam diňe başlangyç impulsy berip bilýär, ýöne köplenç impuls awtoma-tiki gurluş arkaly berilýär. Birikdirilen ADS-in struktura shemasy 6.5.1-nji çyzgyda getirilen.

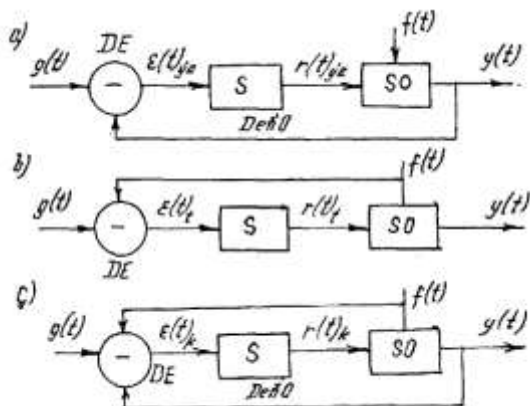
Beriji gurluş BG, ibermäge amatly bolan ululyga özgerýär we öz gezeginde bahalandyryan (ölçeýär) dolandyryjy signaly sistemanyň girişine, ýagny DG dolandyryjy gurluşyn girişine berýär. DG özgeridijileriň çykyşyndan signal ýetiriji

gurluša YG barýar we dolandyryjy obýekte täsir edýän, signaly saýlap komandany ýerine ýetirýär.

Awtomatiki sazlaýjy sistema (ASS) (6.5.1-nji çyzgy) önümçilik prosesi häsiýetlendirýän sazlaýan obýektiň bir we birnäçe ululygynyň (sazlanylýan ululyklar) berlen takyklykda bahasynyň hemişeligini ýokarlamagy awtomatiki ýagdaýda amala aşyrýar. Ondan başga-da, berlen kanun boýunça ASS görkezilen ululyklaryň bahalaryny üýtgedip bilýär.

ASS-nyň gurluş prinsipinde jikme-jik durup geçeliň. ASS-nyň gurluşy sazgamagyň umumy prinsipleriniň hatarynda bazirlenýär. Olaryň esaslary şulardyr: gyşarmasyna görä sazlamak, wozmuşeniýasyna görä sazlamak, kombinirlenen sazlama we adaptasiýa prinsip.

Awtomatiki sazlamak prinsipi näbili maglumatyň esasynda we nähili sazlanýan obýekte sazlamatäsiriniň formulirleýändigini kesgitleýär. Sazlamanyň prinsipini häsiýetlendirýän esasy alamatlarynyň biri iş maglumaty bolup durýar. 01 sazlaýjy täsiri öndürýäne şol sanda sistema täsir edýän beriş zynjyrynyň täsiriniň strukturasy üçin zerurdyr. Gyşarma boýunça sazlamak prinsipi. Polzunuw-Uattyň prinsipi diýip hem atlandyralyan prinsip 6.5.2-nji, a çyzgy shema bilen düşündirilýär. 01 täsir zyjyry bilen özara baglanyşan sazlaýjydan S we sazlanýan obýekti SO dürýän iki bölekden durýar. $Y(t)$ sazlanýanparametrg(ir)berlenbahabilendeňeşdirilýär. Bu iki ululygyň tapawudy esasynda $s(t) = g(t) - Y(t)$. $Y(t)$ saz-laýjy täsir işlenilip çykarylýar. Sazlama sistemasynyň ýalňyşlygy gyşarmasy diýip atlandyrylýan $e(t)$ ululyk, kesgitlenen bahadan ýokary bol-maly däldir. Şonda sazlanýan $Y(t)$ parametriň we oňa berlen $g(t)$ bahanyň arasynda kesgitlenen baglylyk gurnalýar we $g(t)$ ululygy üýtgedip $Y(t)$ sazlama parametri dolandyryn bolar. Berlen bahaly, sazlaýjy parametriň fakt bahasyny derňemek üçin şol parametr sazlanýan obýektiň çykylyn-dan sazlaýjynyň girişine (deňeşdirýän elemente DE) berilýär.



6.5.2-nji çyzgy. ASS gurmağyň struktura shemasy.

- a) - gyşarma boýunça sazlama;
- b) - daşyndan üýtgetme boýunça sazlama;
- ç) - kombinirlenen sazlama;

DE - deňeşdiriji element; S - sazlaýjy; SO - sazlanýlýan obýekt; Deñ O - deňeşdiriji obýekt; $g(t)$ - berilýän täsir; $\varepsilon(t)$ - gyşarma boýunça sazlamanyň ýalňyşlygy; $r(t)$ - sazlaýan täsir; $Y(t)$ - sazlanýan çykyş parametri; $y(t)$ - daşky üýtgetme; $s(t)_t$ we $r(t)_t$ - degişlilikde daşyndan üýtgetme boýunça sazlamagyň ýalňyşlygy we täsiri; $s(t)_k$ we $r(t)_t$ - kombinirleme boýunça sazlamagyň ýalňyşlygy we täsiri berýän ýaly kontur emele gelýär.

Bu ters baglanşykly kontur esasy ýa-da baş ters baglaşykly diýip atlandyrylýar. Ýagny umumy ýagdaýda sistemanyň aýratyn elementleri, şol sanda sazlaýjy hem. ASS-nyň işini gowulaşdyrmak üçin ulanylýan goşmaça içki ters baglanşygy özünde saklap bilen sazlanýlýan parametr esasy ters baglanşygyň üsti bilen, $g(t)$ giriş täsire gatnaşykly ters baha bilen, sazlaýjynyň girişine berilýär. Şonun üçin esasy ters baglanşyk otrisatel (-) diýip hasap edilýap; şolarda sistemasynyň elementiniň çykyş ululygyny onuň girişine

bermeklik girişiň çykyş ululygyna bolan täsirini gowşadýanlygyny göz önünde tutmalydyr. Eger sistemanyň elementiniň çykyş ululygy onuň girişine berlende giriş ululygynyň çykyşdaky täsirili güýçlendirýän bolsa, onda bular ýaly ters baglanyşyga položitel (+) diýip aýdylýar.

Täsiri bermek häsiýeti boýunça ters baglanyşklar gaty we maýyşgak görnüşlerine bolünýärler. Gaty baglanyşyk gumalan we geçiş režimle-rinde täsir edýär, maýyşgak baglanyşyk bolsa diňe geçiş režiminde täsir edip guralan režimda bolsa onuň täsiri bes edilýär.

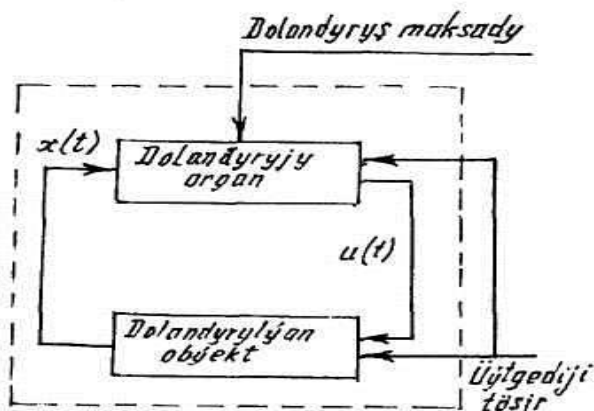
Sazlanma ýa-da dolandrylma obýekti açyk sistema bolup, daşky sredanyň dolandyrma ýa-da sazlama obýektine täsiri şertde bolşy ýaly gözegçilik etmeýän häsiýeti bardyr we onuň ýagdaýynyň tötänleýin alnyp ölçegi bilen aňlandylýar. Daşky sredanyň dolandyrma ýa-da sazlama obýektine bolan täsirine (*wozmuşeniýe*) daşky täsir diýip aýdylýar. Daşky täsiri ýok etmek üçin wozmuşenie boýunça sazlamagyň we dolandyrmagyň prinsipi hödürlenen. Bu wozmuşenie boýunça sazlamak we dolandyrmak prinsipiň ýa-da kompensasiýa prinsipiň asyl manysy sistema täsir edýän dürli wozmuşeniýalardan ASS täsir edýän esasy biri saýlanyp alynýar (6.5.2-nji, b çyzgy). Şu ýadaýda sazlanýlan parametre diňe esasy wozmuşeniýanyň täsiri kompensirleýar we obýekte täsir edýän esasy wozmuşeniýanyň ölçeg netijelerinden, bagly bolan sistemada işlenip çykarylýar.

ASS-da wozmuşenie boýunça obýektiň çykyşyndaky sazlanýlan parametr sazlaýjynyň girişi bilen bagly däl (6.5.2-nji, b çyzgy). Sazlamak täsiri obýektdäki prosessini iş halyndan hem, sazlanýlan parametrdan hem bagly däl. 01 diňe amala aşyryjy sazlaýjy arkaly, $f(t)$ wozmuşenie täsiri we dolandyrma kanuny bilen kesgitleýär. Şol ýagdada sistemada ters baglanyşyk ýokdur. Şonuň üçin hem ASS wozmuşenie boýunça dolandyrmanyň açyk sikli sistemasy bolup durýar.

Ýokarda seredilip geçilen her bir sistemanyň artykmaçlygy we kemçiligi bardyr. Mysal üçin, gyşarma

prinsipi bilen işleýäp sistemada sazlanma täsiriniň formirlenmegi üçin ýalňyşlygyň bolmagy zerurdyr. Bu hem öz-özünden kemçilik bolup durýar ýagny, şol ýalňyşlyklary hem sazlaýjy bilen ýok etmelik talap edilýär. Ujypsyz gijikme wagty çylşyrymly inersian obýektler dolandyrylan mahalyndan sazlaýjy sazlanan parametriň mgnowen üýtgemisini çagyryp bilmeýär. Sazlaýjy parametr gyşarma (ýalňyşlyk) döreýän sazlanýan parametriň mgnowen üýtgesimini çagyryp bilmeýän bolsa, onda ol çäklenmedik uly bahany alyp biler. Şonun üçin, ýokary takyklykly awtomatiki sistemalary döretmek üçin köplenç sazlamygyň iki prinsipini hem özünde saklaýan, kombinirlenip sazlama prinsipini ulanýarlar (sur.

Umuman struktura aspektinde islendik dolandyryş sistemasyny dolandyrylýan obýekt we dolandyryjy organ bilen ozara baglagyşylan topar görnüşigide agzalyp bolar (6.5.3-nji çyzgy). Dolandyрма meselisini formal ýagdaýda ýazmak üçin kesgitlemeler hataryny girizmek bolýar [8]. Dolandyrylýan obýektiň özüni alyp barşy baradaky maglumat $x(t), = 1, 2, \dots, n$ wagtdaky n funksiýada saklanylýar diýip çak edeliň. Dolandyrylýan obýektiň ýagdaýdy diýip atlandyrylýan x . üýtgeýän ululygy $x(t)$ köp ölçegli wektor funksiýasynyň komponenti görnüşinde seretmeli. Dolandyрма sistemasynda üýtgeýäp ululyklar dolandyrylýan obýektiň gözegçilik edilýän çykyş ululyklary bolup durýar we şol bir wagtda dolandyrylan organyň giriş ululygy bolup durýar (6.5.3-nji çyzgy).



6.5.3-nji çyzgy. Dolandyryş sistemasynyň umumylaşdyrylan strukturasy.

Dolandyrylýan obýektiň ýagdaýy diýip atlandyrylýan x . üýtgeýän ululygy $x(t)$ köp ölçegli wektor funksiýasynyň komponenti görnüşinde seretmeli. Dolandyрма sistemasynda üýtgeýän ululyklary dolandyrylýan obýektiň gözegçilik edilýän çykyş ululyklary bolup durýar we şol bir wagtda dolandyryýan organyň giriş ululygy bolup durýar (6.5.3-nji çyzgy). Dolandyrylýan obýektiň ýagdaýy esasy iki faktoryň täsiri bilen üýtgeýär. Birinji faktor - wozmuşenie täsiriniň obýekta täsir etmegi. Bu täsirler, şertde bolşy ýaly dolandyryş sistemasyna gatnaşykda bolan daşky sreda arkaly formirlenýär we dolandyrylýan obýekte gözegçilik edip bolmajak täsirleri görkezýär.

Wozmuşeniýe wektory diýip atlandyrylýan, wozmuşenie täsirli $f(t) = \{f_1(t), f_2(t), \dots, f_k(t)\}$ wektor funksiýasyny häsiýetlendirmegi şertleşdireliň. Ikinji faktor, $x(t)$ ýagdaýyň üýtgeýän wektory dolandyrylýan obýektine dolandyryjy organyň maksadalaýyk gönükdirilen täsiri iş aňladýar. Ony $U(t) = \{U_1(t), U_2(t), \dots, U_J(t)\}$ wektor-funksiýa bilen ýazýarys we

dolandyrma wektory ýa-da dolandyryjy täsiri diýip atlandyrarys.

Dolandyrma sistemasynda $U(t), j = 1, 2, \dots, m$ ululyklar dolandyrylýan obýektiň giriş ululyklary (dolandyryjy ululyklary) we şol bir wagtda dolandyryjy organyň çykyş ululyklary bolup durýar.

Islendik momentiň t wagtynda x^f dolandyrylýan obýektiň ýagdaýy

$$U(t), f(t)$$

wektorlaryň funksiýasy we $x(t)$ başlangyç ýagdayy bolup durýar, ýagny:

$$x(t) = x\{U(t), f(t), x(t_0)\}$$

ýagdaýyň wektory.

Deňleme dolandyrylýan obýektiň matematiki modeli bolup, onuň funksionirleme kanunyny beýan edýär dolandyrma prosesinde maksa-dalaýyk gönükdirilmegini üýtgedip bolýan eketäk faktor bardyr, ol hem $U(t)$ dolandyrma wektorydyr.

Dolandyrma obýektiniň islenilýän ýagdayy köp ýagdaýlarda başdan belli bolmaýar. Şonuň üçin dolandyrma meselesi aşaky ýagdaýda formirlenýär: dolandyrma maksadyna üpjün edýän, dolandyrma wektory we yagdaýyň wektory ýaly wektorlary tapmaly.

Dolandyryş kriteriýasynyň berlen bahasyna iň aňsat ýakynlaşmany üpjün edýän funksional gatnaşyny tapmaly we realizirlemeli bölýär (4)-r.j i aňlatmany dolandyrma algoritmi diýip atlandyryýar. Eger dolandyrmanyň maksady, islenýap $x^*(t)$ ýagdaý wektory görnüşinde berilse, dolandyrma meselesi has hem ýönekeýleşýär, dolandyryşyň plany we programmasy önünden belli bolup sistema ozalyndan habar edilip bilner.

Dolandyrma meselesiniň bu hususy wakasyna sazlama meselesi diýilýär. Has takyk sazlama meselesi aşakdaky ýaly formulirlenýär:

$x^*(t)$ berlen hasaplap (5) ekstremumyny üpjün edýän şeýle sazlama kanunyny tapmaly

$$U^*(t)=U\{e(t)\}$$

Şeýlelik bilen, sazlama meselesine dolandyrma meselesiniň hususy wakasy hökmünde garasa bolar.

Dolandyrma prosesini şertleýin aşakdaky funksiýalaryň jemine dar-gatsa bolar: dolandyrma programmalaryny planlaşdyrmak ýa-da kesgit-lemek; gözegçilik (kontrol); dolandyrjy täsiri ýa-da çözgüt kabul etmegi formirlemek; dolandyrjy täsiri ýa-da çözgüdi amala aşyrmak.

Dolandyrmagyň programmalaryny kesgitlemek

(planlaşdyrmak)

$x^*(t)$ sistemanyň onuň ýagdaýynyň parametrleriniň giňişliginde traýektoriasyny işläp düzmekden ybaratdyr.

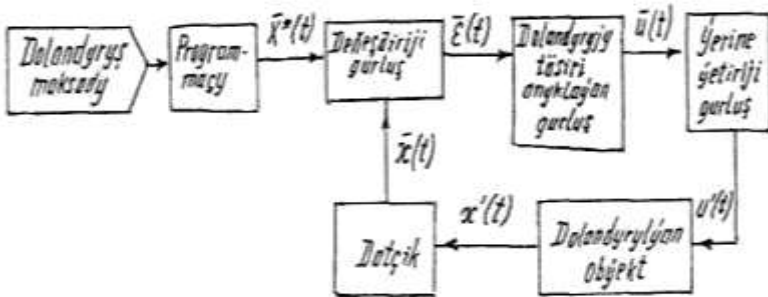
Gözegçilik $x(t)$ ýagdaý wektorynyň komponentleriniň bahalarynyň üýtgedilmeginden we ýalňyşlyk wektoryny $s(t)$ kesgitlemekden durýar.

Dolandyrjy täsiri formirlemek (çözgüt kabul etmek)

- dolandyrylýan obýekti gerekli ýagdaýyna getirýän, dolandyrylýan üýtgeýän ululyklaryň bahalaryny kesgitlemekdir.

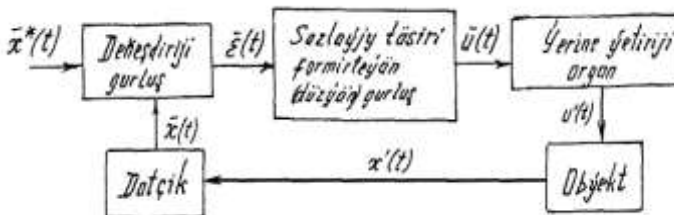
Dolandyryş täsirini amala aşyrmak — munuň özi dolandyryş obýektine göniden-göni fiziki täsir etmekdir. Dolandyryş sistemasynyň funksional shemasynyň warianty 6.5.4-nji çyzyda getirilendir. Onuň programmany ýa-da plany kessgitleýän programmatory; gözegçilik operasiýasyny amala aşyran deňeşdiriji gurluşy; dolandyrjy täsiri

formirleyjisi; dolandyryjy täsiri amala aşyrýan ýerine ýetiriji organy; dolandyrylýan obýekti, ýagdaý wektory hakda maglumaty fiziki görterijä geçirýän datçigi ýa-da birlenji öwrülişdirijisi bardyr.



6.5.4-nji çyzgy. Dolandyryş sistemasynyň funksional shemasy

Sazlama sistemasynyň funksional shemasy (6.5.5-nji çyzgy) dolandyryş sistemasynyň shemasyndan programmatorynyň ýoklugy bilen tapawutlanýar. Obýektiň gerekli ýagdaýy daşyndan berilýär we oňa adatça **beriji täsir** diýilýär.



6.5.5-nji çyzgy. Sazlama sistemasynyň funksional shemasy.

§ 6.6 Awtomatiki sazlamak teoriýasynyň elementleri

Umumy maglumatlar. Awtomatiki sazlamagyň teotiýasy - bu ýörite ylym bolup ähli ýapyk awtomatiki sistemalar üçin (fiziki esasynda bagly bolmak) gurluş prinsipini we olaryň statiki we dinamiki düzümlerini gözlemegini metodlaryny öwrenýär.

Awtomatiki sazlamak teoriýasynyň esasy problemasy: işiň takyklygy, awtomatiki sazlama sistemasynyň çydamlylygy we hili bolup durýar. Şu faktoryň ählisi hem häzirkî wagtda kämmileşen matematiki apparatyň kömegi bilen teoretiki çözülýär. Sistemasyň aýratyn elementleriň ara-synda mukdar we logiki gatnaşyklary guralan, şol sanda hem sistema we dolandyrylýan obýektiň arasynda differensial deňlemesi esasynda awtomatiki sazlamak sistemasyna zerur bolan shemasyny gurar. Ýöne, awtomatiki sazlamak sistemasynyň okuw prosessiniň programmasynda seredilip geçilmeyän has çylşyrymly matematiki apparat ulanylýar. Şonuň üçinem awtomatiki sazlamak teoriýasynyň (AST) diňe element berler.

Işläp düzülen sistema kesgitlenen tehnologiýa we energetiki talaplaryny kanagatlandyrmalydyr (prosessiň maksimal we minimal tizligi, sazlama diapazony, kuwwaty, statiki takyklyga bagly bolan güýçlenme koeffisiýenti). Saýlap alnan sistemasyny iki režimde işletmek zerurdyr: anyklanap ýada kesgitlenen (haçan-da, sistemasynyň işini häsiýetlendirýän ululyklaryň wagta bagly bolmadyk ýagdaýynda seredilýap) we dinamiki (haçan-da, ululyklar wagtda bagly bolup, Şoňa baglylykda hem bir ýagdaýdan beýleki ýagdaýa geçende stasionar däl prosessiniň ornuny tutýar).

Kesgitlenen režimi işleýän etapynda sistema goýlan we sistemanyň ters baglanşygy bilen baglanyşylan utgaşmanyň içki çäklerini köplenç hasaba alyp bolmaýar. Bu çäkleri diňe sistemasynyň işiniň dinamiki režimde analizlenende hasaba alyp bolýar. Dinamiki režimi analiz etmek ýapyk sistemasynyň durnuklylygy we çalt täsirliligi barada maglumaty almaga

mümkinçilik berýär. Durnuklylyk onuň işi ýarowlygyny, çalt täsirlilik bolsa dinamiki takylygyny we tehnologiki abzallaşdyrma önümçiligine täsir edýär. Dinamiki režim ýokary önümçiligi almak üçin zerur bolan maşynlary dolandyryan sistema üçin kesgitleýji bolup durýar.

Kesgitlenen rejimde durnukly bolan sistema köplenç dinamiki režimde dumuksyz bolar. Eger girişden dolandyryjy signaly aýyrsak, onda çykyşda kesilmeýän yrgyldylar döreýär we bu sistema dumuksyz diýip hasap edilýär. Bular ýaly sistema işe ýarawsyzdyr, sebäbi onda döreýän işçi güýjenme kinematiki baglanyşyklaryň bozulmagyna getirýär.

Şunun bilen, ters baglanyşyk bilen işleýän, awtomatiki sazlamak sistemasyny döretmekde çözülmesi zerur bolan merkezi soragyň biri olaryň durnuklylygyny üpjün etmek bolun durýar. Durnuklylyk, çalt täsirlilik we güýçlenme koeffisiýenti, bular sistemasynyň işiniň himiki kesgitlemek üçin esasy bahalandyryş kriteriýasy bolup durýar. Olar öz aralarynda galma - garmylyklydyrlar, bu bolsa ylalaşykly çözüwi gözlemekligiň zerurdygyny görkezýär.

Awtomatiki sazlamak sistemasynda ýazyp beýan edýän differensial deňlemeler anyk işde onuň matematiki modeldigi belläp geçmeli. Ony işlendik berlen takyklygy we önümçilik, şol sanda hem daşky täsirleri hasaba almak bilen bahalandyryş kriteriýasynyň bahalaryny almaga mümkinçilik berýär.

Awtomatiki sazlamak sistemasy, ozal belleýşimiz ýaly, her haýsy kesgitlenen fiinksiýany ýerine ýetirýän elemenlerden düzülendir. Bu ele-mentler matimatiki modelini işläp taýýarlamakda zwenon diýip atlandyrylýan we olara differensial deňlemeler, zerur bolan häsiýetnamalar belli bolan ýönekeý element bilen çalşyrylýar. Özara degişli görnüşde ýerleşdirilen dinamiki zwenolar görnüşinde sistemany aňlatmakçy matematiki modeli gurmaýyň wagty gysgaldýar. Ýöne has kämilleşen ASS-lar ýokary derejeli çylşyrymly differensial denlemesi görnüşdäki matematiki modeldedir. Olary çözmeklik köplenç ýakyn bolýar, kä mahallar bolsa çäk şertleriniň

formulirowkasynyň belli bolmadygy sebäpli çözuwi hem bolmaýar.

§ 6.7 Awtomatik sazlanýş sistemalaryň elementleriniň statiki we dinamiki häsiýetnamalary

ASS häsiýetleri sistema girýän elementleriň häsiýetlerine, şeýle hem olaryň özara birleşdirilme usullaryna baglydyr. Öz gezeginde elementleriň häsiýetleri olaryň statiki we dinamiki häsiýetnemelary arkaly kesgitlenýär.

Elementiň statiki häsiýetnamasy diýip, onuň konstruksiýasyny, adyny we işleýip prinsipini hasaba almazdan, elementiň dürli hili durnuklaşan ýagdaýyndaçykýan Y we girýän ululyklaryň arasyndaky baglylyga aýdylýar, ýagny ol durnuklaşan režimde alynýar. Bu baglylygy aşakdaky ýaly görkezse bolar

$$Y=f(X);$$

f -çykýan ululyk, X - girýän ululyk.

Adatça grafiki ýagdaýda tekizligiň X we f koordinatlarynda ýerine ýetirilýänstatik häsiýetnemeny eksperimental (tejribe) ýa-da analitik ýol bilen alyp bolýar. 01 elementiň bir deňagramlylykly ýagdaýdan beýleki-sine geçende giriş signalynyň haýsy-da bolsa bir bahasynyň üýtgame-giniň netijesinde elementiň çykyş signalynyň üýtgemegini kesgitlemäge mümkinçilik berýär.

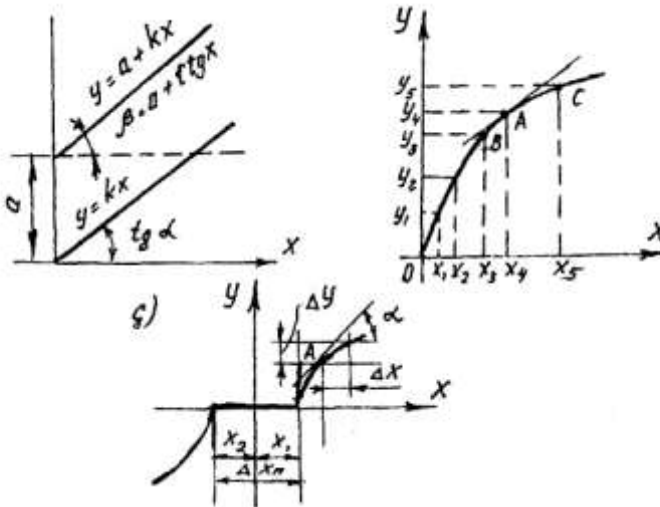
Statiki häsiýetnamalarynyň işçi uçastogynyň görnüşi boýunça ähli elementler göni çyzykly we göni çyzykly bolmadyklara bölünýärler.

Göni çyzykly diýip statiki häsiýetnamalary göni çyzykly deňlemeler arkaly teswirlenýän elementlere aýdylýar.

$$Y = KX \text{ we } Y = A + KX$$

Bu ýerde A - Y ölçegliligi bolan hemişelik ululyk;
 K - Y ölçegliligi bolan geçiş koeffisienti.

K -nyň bahasy göni çyzykly elementiniň statik häsiýetnamasynyň gy-şarmagyny kesgitleýär. Bu häsiýetnama üçin K hemişelik ululykdyr. Göni çyzykly elementiň statiki häsiýetnamasy 6.7.1-nji ,a çyzgy getirilendir. Ha-çanda bu elementiň statiki häsiýetnamasy koordinatalaryň başyndangeçse, onda (7) deňlemedäki A -nyň bahasy nola deňdir. Göni çyzykly elementiň mysaly potesiometrdir ($R = \infty$ bolanda). Potensiometriň giriş ululygy bolup potensiometriň hereket edijisiniň mehaniki ýerini üýtgetme hereketi hyzmat edýär, çykyş ululygy bolsa - elektrik güýjenme bolup durýar.



6.7.1-nji çyzgy. ASS elementleriniň statiki häsiýetnamalary

- a) göni çyzykly elementiň statiki häsiýetnamasy;
- b) göni çyzykly bolmadyk elementiň statiki häsiýetnamasy;
- c) ASS elementleriň başga dürli görnüşdäki statiki häsiýetnamalary.

Göni çyzykly däl diýip statiki häsiýetnamalary göni çyzykly bolmadyk deňleme $Y = \varphi(x)$ arkaly teswirlenýän elementlere aýdylýar. Göni çyzykly bolmadyk elementiň statiki häsiýetnamasy 6.7.1-nji ,b görkezilendir. Göni çyzykly bolmadyk elementiň mysaly hemişelik toguň generatory bolup biler. Generatorýň giriş ululygy bolup oýandyryjy tok, çykyş bolsa generatorýň zajimlerinden alnan güýjenme bolup durýar.

Real elementleriň köpüsiniň göni çyzykly bolmadyk häsiýetlidigini belläliň. Şonuň üçin ASS hasaplamasy has köp bolup durýar, ýagny köp real elementler göni çyzyksyz deňlemeler arkaly aňladylýar elementleriň çykyş ululyklarynyň berlen bahasyndan uly bolmadygyna üns berin. elementleriň göni çyzykly bolmadyk statiki häsiýet namasyny, naýsy bolsada bir nokadyň daşyndan göni çyzykly etsek, onda olary göni çyzykly diýip hasap etse bolýar, mysal üçin gurnalalan režime baglylykda 6.7.1-nji b çyzygydaky A nokat. Şonuň üçin A nokadyň daş-töwereginde sistemasynyň statiki häsiýetnamasy bolan A nokatly egriniň üstüne gallaşmany geçireliň. Şular ýaly edip B we S nokatlar üçin hem gurup bolýar, 6.7.1-nji-nji ç çyzygyda ASS elementleriň başga dürli görnüşdäki statiki häsiýetnamalary berläp. Statiki häsiýetnama bilen bahalandyrylýan, elementleriň statiki düzüminden başga-da dinamiki häsiýetnama bilen bahalandyrylýan elementleriň dinamiki düzümini hem bilmek zerurdyr. Dinamiki düzümini göz önünde tutup seredilýän elemente zwenon diýip atlandyryýarlar. Zwenonyň dinamiki häsiýetnamasyny aşaky deňleme bilen kesgitlep bolýar: $Y = f(x, t)$. Zwenonyň dinamiki häsiýetnamasy diýip differensial deňleme bilen anladylýan, giriş we çykyş ululyklaryň wagta görä gatnaşyk funksiýasyna

aýdylýar. Zwenolaryň analitiki dinamiki düzümi differensial deňlemeler arkaly, grafiki düzümi bolsa geçiş pro-sesiň egrisi bilen aňladylýar.

Zwenolaryň dinamiki häsiýetnamasy esasy iki görnüşlidir. Birinji görnüşi bolup wagt (geçiş) häsiýetnamasy, ikinji görnüşi bolsa ýygylyk häsiýetnamasy bolup durýar.

Zwenonyň wagt (geçiş) häsiýetnamasy onuň girişine birlik böküşiniň täsiri netijesinde, zwenonyň çykyş ululygynyň wagta görä üýtgemek grafigini aňladýar (2-nji surada seret). Geçiş prosesiniň häsiýetnamasynyň görnüşleri kändir[9-II].

Zwenonyň girişine sinusoidan kanuny başga üýtgeýän garmoniki täsiri bereliň

$$x = a \sin \omega t.$$

Bu ýerde a - amplituda; ω - şol täsiriň burç ýylylygy.

Geçiş prosessi gutaran mahalynda zwenonyň çykyşynda giriş yrgyldysynyň ýygylygy bilen deň garmoniki yrgyldy emele geler ýöne olar biribirinden amplitudasy we fazasy boýunça tapawutlanýar.

Zwenonyň guralan režimdäki çykyş ululygy:

$$Y = A \sin(\omega t + \varphi)$$

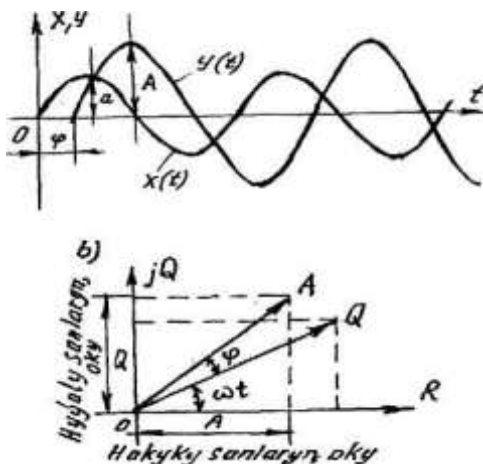
Bu ýerde A - gykyşda alnan yrgyldylaryň amplitudasy; φ - giriş we gykyş yrgyldylaryň arasyndaky faza süýşmesi (2-nji a çyzgy).

Giriş yrgyldylaryň bel- a) lenen amplitudasynda, zwenonyň çykyşyndaky alnan yrgyldynyň ýygylygy-na baglydyr.

Kompleks tekizliginde (sur.8, b) $x(t)$ giriş we $Y(t)$ çykyş ululyklary wagtyň her bir bahasy üçin $aweA$ wektorlara degişlilikde kesgitleýän, ýagny koordinata başlangyjyndan - biri

$\angle x > t$ burç astynda beý-lekisi bolsa $a > t + \varphi$ burç astynda geçirilen.

Garmoniki giriş we çy-kyş ululyklary bilen kompleks formada aňladylan hakyky bölegi $a \cdot \cos \omega t$ we $A \cdot \cos(\omega t + \varphi)$ baglylykda deňdir, hyýaly bölegi bolsa



6.7.2-nji çyzgy. Giriş we çykyş signallaryň grafigi.

a) deňagramlaşan garmoniki yrgyldylar;

b) kompleks tekizlikde giriş we çykyş wektorlarynyň görkezilmesi

§ 6.8 Awtomatiki sazlaýjy sistemalaryň tipli bölekleri

ASS-ň analizinde elementler funksional ýa-da konstitiw alamatlary dälde dinamiki häsiýetleri boýunça bölünýärler. Bu-da dürli görnüşli we biri birinden üýgeşik iş prinsipli elementleri bir meňzeş differensial bilen teswirlemäge mümkinçilik berýär. Dinamiki häsiýetleri boýunça seredilýän elementleri, elementar (tipi) dinamiki bölekleri diýip

atlandyryrlar. Her bir ASS geçiş prosesy ikinji göni çyzýan differensial deňleme uly bolmadyk deňleme bilen tiwirlenen elementar böleklere bölünip biler. ASS-ıň hemme real elementleini esasy şular ýaly elementar dinamiki bölekleriň toparyna bolup biler: proporsional bölek, differensial bölek, integral bölek, I tertipli aperiodik bölegi, II tertipli aperiodik bölegi, yrgyldy bölegi hemde yzy çylyş bölegi. Hemme agzylap bölekleriň esasy häsiýetnamasy 6.8.1-nji tablisada görkezilen.

6.8.1-nji tablisa

Zuwajyp garmuş deňlemesi	Görüş	Ýygjak häsiýetnamalary			Görüş häsiýetnamasy
		Logarifmik ampl. fazalaşyş	Fazalaşyş	Amplifadalaşyş fazalaşyş	
Proporsional $y(t) = kx(t)$	K				
Differensialleşyş $y(t) = k \frac{dx(t)}{dt}$ Ideal	KP				
Differensialleşyş $T \frac{dy}{dt} + y = Kx$ Reel	$\frac{KTP}{T\omega + 1}$				
Aperiodik $T \frac{dy(t)}{dt} + y(t) = kx(t)$	$\frac{K}{1+PT}$				

Proporsional bölekleri (inersiýasyz bölekler)

çykyş ululygy X girin ululyk proporsional bölekleri proporsional bölekler diýip atlandyryrlar. Çykyş ululygy birhemsiz üýtgetmägi hem-de yza galman giriş ululygy täzeden döretýär:

$$Y(t) = KX(t),$$

bu ýerde K - özgerme koeffisiýenty ýa-da bölegiň geçiriş koeffisiýenti.

Onda operator görnüşli geçiriş funksiýa üçin $W(P) = K$, ýylylyk geçiriş funksiýasy üçin

$$Wf_{ico} = Y(jco)/X(jco) = K.$$

Bular ýaly bölekde geçiş prosessi ýokdur. Bu bölekde giriş ululygynyň bölüm üýtgemeleri şol baza bölegiň çykyşyna geçirilýär. Şunlukda inersiýasyz bölegiň geçiriş funksiýasy hemişelik ululyk bolup bölegiň geçirişiniň statiki koeffisiýentine san taýdan deňdir. Bu, bölegiň çykyş täsiriniň amplitudasy giriş täsiriniň ýygylýgyna garamazdan K gezek üýtgemeginiň hem-de fazada gozganma bolmajagyny aňladýar. Çykyş täsiriň görnüşi gös göni giriş görnüşi bilen dogry gerýär. Bölegiň ýygylýk häsiýet-namasynyň aňlatmalaryny ýazalyň:

$$K(a>) \sim K; \quad (p(co) = 0.$$

Inersiýasyz bölegiň amplituda-faza häsiýetnamasy (KJO) koordinatly C nokada emele gelýär (inersiýasynyň bölegiň ähli häsiýetnamalary PI -nji tablisada görkezelen). Inersiýasyz bölegi şular ýaly enjamlar bilen görkezip bolar: mehaniki reduktor, potensiometr, mehaniki pružin, elektron güýçlendiriji, ýarym geçiriji triod, selsinler, transformator we ş.m. Her ýagdaýda bölegiň giriş we çykyş täsirini haýsy ululygyn bilen seredilýändigini bildirmek zerurdyr. Mysal üçin, mehaniki reduktory diňe giriş we çykyş täsir hökmüne berlen ululyklar alynsa (aýlaw burçy ýa-da ýygylýgy) inersiýa bölek diýip almak bolar. Inersiýasyzlyk we proporsionalynyň şertleri awtomatika elementlerinde giriş täsirleriniň ýygylýk we amplituda diapozonyndan has dogry ýerine ýetirliýär. Şeýlenikde ýokary ýygylýkly elektron güýçlendirijylerde geçiriş koeffisiýenti peselýär, mehaniki sazlaýjyda aýlawyň burçlarynda lüuft ýüze çykýar. Ýöne haýal üýtgeýän dolandyryjy güýjenmede ýerine ýetirijy dwigatel inersiýasyz

bölek hökmünde seredilip bilner (eger çykyş täsiri - tow ýygylgy)

Differensial bölek diýp çykyş ululygy giriş ululygyň tizliginiň üýtgemegine proporsional bölegi atlandyryrlar. Çykyş ululygy giriş ululygyň önümine proporsionaldyr. Ideal we real differensial bölekleri tapawutlandyryrlar. Ideal differensial bölek üçin differensial deňleme şu görnünde ýazylýar:

$$Y(t) = K \cdot \frac{dx(t)}{dt},$$

bu ýerde- $dx(t)$ giriş ululygyň üýtgeме tizligi.

Başlangyç şertleri nola deň bolanda (12) deňlemäni operator görnüşde ýazalyň:

$$Y(P) = KPX(P).$$

Şu deňlemeden (13) ideal differensial bölegiň geçiriş funksiýasyny tapýarys:

§ 6.9 Awtomatik sazlanýş sistemasynyň durnuklylygy

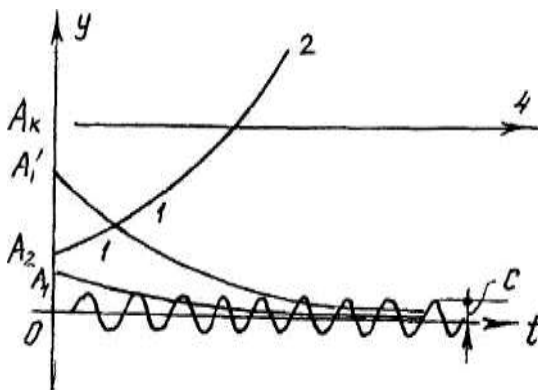
ASS-da daşardan täsir ýüze çykanda ol berlen sazlaýyş ululykdan. awtomatik sazlaýjy bolsa ASS-ny berlen baha getirjek bolup galýar. Şeýle täsiriň netijesinde geçiş prosesi ýüze çykýar.

Wagtyň geçmegi bilen sazlaýjynyň täsiri astynda ASS haýsy hem ?olsa bir takyklyk derejesinde berlen baha gaýdyp gelse,onda geçiş prosesine baryşýan, ASS-a bolsa — durnukly diýilýär. Eger-de agtyň geçmegi bilen sazlaýjynyň täsiri astynda ASSsazlanýan ululygyň berlen **bahasyna** gaýdyp barmasa, gaýta ondan daşlaşsa, ondaşeýle geçiş prosese ciaslaşvan, ASS-a bolsa — durnuksyz diýilýär.

ASS Öz wezipesini ýerine ýetirer ýaly, ol ilki bilen durnukly bolmalydyr. Şonuň üçin hem ASS-nyň durnuklylygynyň analizi **awtomatik** sazlamagyň teoriýasynyň iň esasy meseleleriniň biri bolup **durýar** [12, 13].

Geçiş prosesinde ASS-yň özünü alyp barşynyň tebigaty onuň häsiyetlendirijidenlemelerine baglydyr we olaryň kökleriniň görnüşi bilen kesgitlenýär. Sistema dumukly bolar ýaly kökleriň nähili häsiyetleri zerur we ýeterlikdigini anyklalýň. Kökler maddy, kompleks we hyýaly bolup bilerler.

Şeylelikde, häsiyetlendiriji deňlemäniň aşakdaky görnüşleri bolup



6.9.1-nji çyzgy. ASS-ny häsýetlendiriji deňlemäniň kökleriň dürli görnüşlerindäki geçiş prosesi.

1. hakyky, dürli, otrisatel kökler;
2. položitek hakyky kök;
3. hyýaly utgaşan (bir-birine bagly) goşa kök;
4. nol kök.

Harakteristik deňlemäniň bir köki nol galanlary bolsa maddy, dürli we otrisatel. Bu jagdaýda nol köki A hemişelik düzüjini berer, deňlemäniň çözülişi bolsa şu görşüne geler:

$$Y = A_1 e^{P_1 t} + A_2 e^{P_2 t} + \dots + A_k + \dots + A_n e^{P_n t}$$

Uzak wagtyň gelmegi bilen eksponenta düzüjiler nol tarapa ugrukdyrylýar. Y bolsa A_k hemişelik ululuga gönükdiriler (6.9.1-nji çyzgy) we ASS durnuklylygyň çäginde bolar (sistema kwazidurnukly).

Häsiýetlendiriji deňlemede hyýaly kökleň bir goşasy bar: $P_1 = +j\beta$ we $P_2 = -j\beta$. Şu kökler bilen kesgitleýän goşujy çözüwinde öçmeýän yrgyldylar ýa-da hemişelik amplitudadaly yrgyldylar bilen görkezüer:

$$C_1 e^{j\beta t} + C_2 e^{-j\beta t} = C \sin(\beta t + \varphi).$$

Beýleri kökler bolsa maddy, dürli we otrisatel .Bu ýagdaýda umumy deňlemede hyýaly kökler muny berer: $C \sin(\beta t + \varphi)$ $\beta = \varphi$ bolýandy-gyny unutmasaň deňleme şu görnüşe geler:

$$Y = A_1 c^{P_1 t} + A_2 c^{P_2 t} + c \sin(\omega)t + (\varphi) + \dots + A_n c^{P_n t};$$

Uzak wagtyň gelmegi bilen eksponenta düzüjileriň hemmesi nola gönükdirler, hyýaly kökleriň düzüjisi bolsa ölçeýän asinusoidal yrgyl-dyny berer we ASS durnuksyz bolar. Häsiýetlendiriji deňlemede kompleks kökleriň bir goşasy bar, **alary** maddy, dürli we otrisatel kökler. Iki kök maddy otrisatel mia (P_1 we P_2) olar şu görnüşe geler: $P_{1,2} = -\alpha \pm j\beta$. Bu ýagdaýda şu kökler bilen kesgitlenýän goşujylar deňlemede şu görnüşde görkeziler:

$$C_1 e^{-(\alpha + j\beta)t} + C_2 e^{-(\alpha - j\beta)t} = C e^{-\alpha t} \sin(\omega t + \varphi)$$

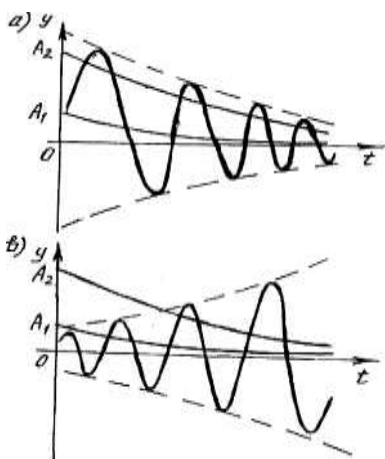
Bu ýerde C we φ täze integrirleme hemişelikleri.

Ölçenýän yrgyldylaryň emele gelýänligine göz ýetirmeler kän däl, ýetesinede kökün β hyýaly iümi ölçeýän

yrgyldylaryň tegelegiň ýygylgyny görkezýär. α - ölçeg görkezijisi. Bu ýagdaýda kompleks kökler umumy çözlüşde:

$$Y = A_1 e^{P_1 t} + A_2 e^{P_2 t} + C e^{dt} \sin(\omega t + \varphi) + \dots + A_n e^{P_n t}$$

$C e^{-\alpha t} \sin(\omega t + \varphi)$ düzüjini bererler. Kompleks kökleň düzüjisi üýtgeýän amplitudaly $C e^{dl}$ sinusoiddir. Ezer-de kompleks kökleriň maddy bölegi α otrisatel bolsa, döreýän yrgyldylar öçýän položitel bolsa, yrgyldylar öçmeýän ASS bolsa durnuksyz (6.9-2-nji çyzgy).



6.9.2-nji çyzgy. ASS-ny häsiýetlendiriji deňlemäniň kompleks kökleri bolandaky geçiş prosesi.

Häsiýetlendiriji deňlemäniň K galyndysyz kökleri bar, galanlary **maddy**, dürli we otrisatel .Deňlemäniň umumy çözüdini taparys:

$$Y = A_1 e^{P_1 t} + A_2 e^{P_2 t} + \dots + (A_k + A_{k+1} t + A_{k+1} t^2 + A_{k+(s-1)} t^{s-1}) * e^{P_k t} + \dots + A_n * e^{P_n t}$$

- a) kökün otrisatel hakyky bölegi bolanda ($\alpha < 0$)
- b) kökün položitel hakyky bölegi bolanda ($\alpha > 0$)

Eger gyldysyz kökler otrisatel bolsa, wagtyň geçmegi bilen geçşi prosessi öçýän bolýar ASS bolsa durnukly.

ASS-iň durnuklylyň analizi algebraik meselä gelýär häsiýetlendiriji deňlemäniň köküniň alamatyny kesgitlemek.

Geçirilen analizdan, karakteristike deňleme diňe otrisatel maddy bölümden ybarat bolsa awtomatika sazlaýjy sistema durnuklydygyny we çesmi prosessiň öçýändigini subut edip bolar. Bu netije diňe çyzykly sistemalar çyzyksyzdyr. Hakykatda awtomatiki sazlaýjy sistemalar çyzynsyzdyr. Ýöne aznem çyzyksyzlykda we sazlanýan ululygyň kiçen artalaşmagynda ony çyzykly sistema bilen çalyşmak we onuň bilen real sistemanyň durnuklylygyny çözmekmüýindir. Onuň üçin sistemanyň deňlemelerini Teýlor hatarynda ýaýradyp birinji tertipden uly bolan agzalaryny aýyrýarys. Şular ýaly ideňleme linearrizirlenen diýip atlan-dyrylýar.

Naýkwist-Mihaýlowyň durnuklylyk kriteriýasy

Naýkwistiň kriteriýasy ýapyk bolmadyk sazlanýan optimallaryň iumuklygyna ýa-da durnuksyzlyga baglylykda ýapyk ASS-nyň durnuklylyga analizi geçirmä mümkinçilik berýär.

Şu meselere laýyklykda kriteriý şeýle aýyk kesgitlenýär:

1. Eger ýapyk bolmadyn sistema durnukly bolsa, ýapyk sistemaň iumuklylygy üçin ýapyk bolmadyk sistemaň

- amplituda-faza häsiýetna-
~asy $(-I, y'O)$ koordinataly nokatlara ýetmelidäldir
2. Eger öäpyk bolmadyk sistema durnuksyz bolsa, ýäpyk bolmadyk
5: ?temañ amplituda-faza häsiýetnamasy $(-I_j/0)$
koordinataly nokatlara
etmelidir we 0-dan oo çenli ýygylgyň üýtgemeginde
onuň daşyndan
 m gezek aýralanmalydyr $\{m$ - ýäpyk bolmadyk
sistemanyň
hä-siýetlendiriji diñlemesiniň položitel maddy bölegi).

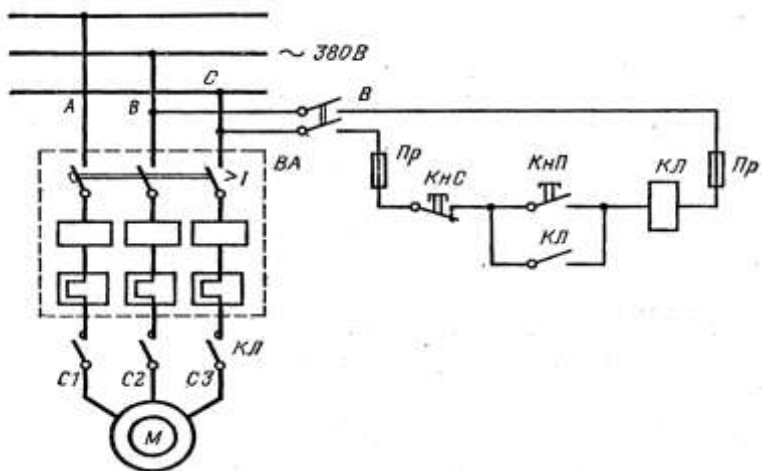
§ 6.10. Awtomayiki dolandyryşyň arasy açyk ulgamlary Awtomatiki dolandyryş çatgylarynyň elementleriň şkillendirlişi we bellenişi

Elektroýöredijileri awtomatiki dolandyrmaklyk üçin dürli apparatlar ulanylyar: kontaktorlar, awtomatlar, sazlaýjylar, rele, basmaly stansiýalar, ýol ugra öçürijiler kontaktsyz oýlanşykly elementler. Şeýle-de dürli görnüşdäki kömekçi elektriki maşynlar we apparatlar. Bu aparatlaryň her birisi elementleriň giden hatarynda durýar: gerek bolan çekijilik güýçlenmäni döredýän elektromagnitli ulgamlar esasy we kömekçi kontaktlar we ş.m. Simlary kömegi bilen, aýran aparatlar we olaryň elementleri, berilen operasiýalary kesgitli yzygiderlikde amala aşyrmaklyga ündelen, umumy ulgama elektriki birleşýärler.

Awtomatiki dolandyryşyň döwrebap ulgamlary onlarça, kähalatda bolsa hat-da ýüzlerçe aýry elementleri saklaýar. Şonuň netijesinde bolsa diñe bir çatgylary taslamak prosesinde däl-de, eýsem çatgylary okamakda hem mälüm bolan kynçylyklar ýüze çykýar. Şonuň üçinem çatgylaryň çyzylmasy olaryň okalmasyny ýeñilleşdiriji, kesgitli ulgam boýunça geçirmelidir. [1]

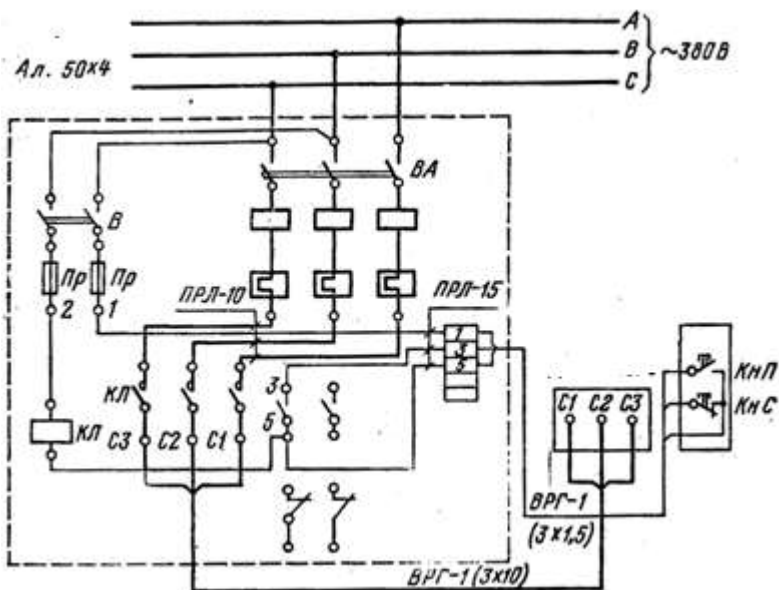
Ilkinji nobatda çatgyda zynjyrlaryň iki derejä bölünşine seredeliň: esasy toguň zynjyrlaryna hereketlendirijileriň we generatorlaryň güýç zynjyrlary degişlidir. Çatgylaryň okalşyny ýeňilleşdirmeklik üçin esasy toguň zynjyrlaryny galyň edilen liniýalar bilen çyzmaklyk mümkin. Kömekçi zynjyrlar özlerine dolandyryş zynjyrlaryny goşýarlar, bu ýerde rele we kontaktoryň tegekleri, rele kontaktlary, kontaktlaryň kömekçi kontaktlary we aparatlaryň beýleki elementleri birleşýärler. Mundan başga-da, kömekçi zynjyrlara goraw signalizasiýa zynjyrlary, aýry elektroýöredijileriň arasynda ýörite gabalma bilen baglanşykly, zynjyrlar degişlidir. Kömekçi zynjyrlar inçe liniýalar bilen şekillendirilýär.

Gurnalyş we bejergi işlerini ýerine ýetirmekde, şeýle-de ýöredijileriň ulanylýan wagtynda sazlamakda çatgylary okamaklygy ýeňilleşdirmek maksadyna çatgylaryň iki sany dürli görnüşleri ulanylýar:

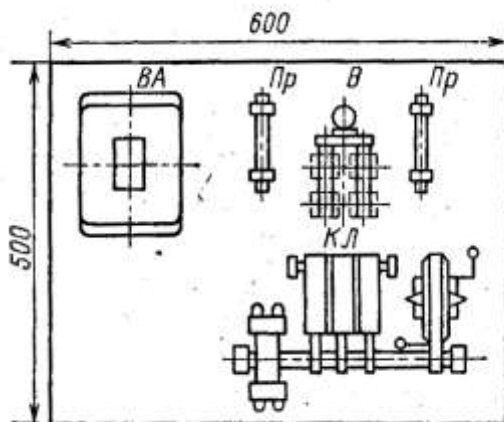


6.10.1-nji çyzgy. Gysga utgaşma rotorly asinhronly hereketlendirijini dolandyrmaklygyň esasy çatgysy.

1. Esasy çatgy ähli aparatlaryň we maşynlaryň elementleriň şekillendirilmesini saklaýar. Çatgyda elementleriň ýerleşdirilmesi olaryň hakyky giňişlikli ýerleşdirilmesi boýunça däl-de, çatgylary okamaklyk amatly bolar ýaly edilip berilýär, ýagny aparatlaryň we maşynlaryň aýry tok geçiriji elementleri bu elementleriň klimatiki ýa-da gurluşly aragatnaşyklarynda garaşsyzlykda elektriki zynjyrdaky olaryň ýagdaýy bilen deňişlilikde görkezilýär. Her bir element esasy çatgyda özüniň şertli çyzgy şekillendirilşine eýedir. Mundan başga-da çatgyda her aparata bu aparatyň funksiýasyna görkeziji we onuň ähli elementleri üçin birmeňzeş saklanylýar, harply belleniş dakylýar. 6.10.1-nji çyzgyda getirilen çatgyda liniýaly kontaktlaryň komтакты K II harplar bilen bellenen. Şeýle bellenişlere beýleki elementler hem eýe bolmalydyrlar, meselem bu kontaktorlaryň tegegi:
2. Birleşdirme çatgysy (gurnamak) – bu güýç symalaryň we kömekçi zynjyrlaryň symalarynyň arasyndaky açylmasy olaryň kesiminiň markalarynyň we olaryň ýatyrylyş usullarynyň görkezilmegi bilen şekillendirilýän, çatgydyr. Birleşdirme çatgylarynda aýry aparatlaryň ölçeýji abzallaryň, şeýle-de şol bir aparatyň elementleriniň ýerleşiş adaty olaryň hakyky ýerleşiş bilen deňişlilikde berilýär. 6.10.2-nji çyzgyda, 6.10.1-nji çyzgyda şekillendirilen, esasy çatgy boýunça hereketlendiriji bilen dolandyrmak paneliniň birleşdirilýän çatgysy getirilendir. Çyzgyň sag bölegi gurnamaň esasy böleklerini we olaryň öz aralarynda birleşdirilişini kesgitleýji, umumy çatgy deňişlidir, bu ýagdaýda paneliň hereketlendiriji we basmaly stansiýa bilen birleşdirilmesi.



6.10.2-nji çyzgy. Asinhronly hereketlendiriji bilen dolandyrmak paneliniň birleşdiriliş çatgysy we unumy çatgy.



6.10.3-nji çyzgy. Asinhronly hereketlendiriji bilen dolandyrmak paneliniň ön tarapy (ýerleşdiriliş çatgysy).

6.10.3-nji çyzgyda bu dolandyryş paneliniň oň tarapy görkezilendir. Bu şekillendiriliş gurnaman düzüji bölekleriniň degişli ýerleşişini we olary birleşdiriji symlary, zgutlary, kabelleri we ş.m kesgitleýji ýerleşdiriş çatgysyna degişli bolup bilen degişlilikde düzelmelidigi düşnuklidir

Çatgylary taslamakda we okamakda elektrik aparatlaryň utgaşdyryjy we arasyny bölüji kontaktlary bu aparatlaryň, tegeklerinden güýjenmäni aýyrmakda ýa-da kontaktly ulgama mehaniki täsirlenmän ýoklugynda, meselem kontaktorlaryň we rele tegeklerinde toguň bolamzlygynda, komanda aparatyň nolly ýagdaýynda, olaryň eýeleýän ýagdaýlarynda şekillenýärler.

§ 6.11 Arasy açyk releli–kontaktly ulgamlarynda elektrohereket-lendirijiniň işe goýberilişini awtomatiki dolandyrmaklygyň esaslary

Işe goýberiş prosessiniň awtomatlaşdyrylmasy elektrohereketlendiriji bilen dolandyrmaklygy ujyply ýeňilleşdirilýär, işe goýberişdäki mümkin bolan ýalňyşlyklary düzedýär we mehanizmleriň öndürililiginiň ýokarlanmagyna alyp barýar.

Gysga utgaşma rotorly asinhronly hereketlendiriji üçin awtomatlaşdyrma has ýeňil amala aşyrylýar. Sebäbi bu ýerde işe goýberiş bilen dolandyrmaklyk, ýagdaýlaryň aglabasynda setiň doly güýjenmesine hereketlendirijiniň göni işledilmesine getirilýär.

Beýleki hereketlendirijiler barada aýdylanda bolsa, onda bu ýerde sazlaýjy işe goýberiş togy ýol berilşän çäklerde bolan, işe goýberiş rezistorlary haýallykdan has ýygy-ýygydan öçürmeli bolýar. Gysga utgaşma rotorly kuwwatly sinhronly we asinhronly hereketlendirijiler üçin işe goýberiliş kähalatda statoryň, sargysyny ulaşdyrmaklyk bilen amala aşyrylýar.

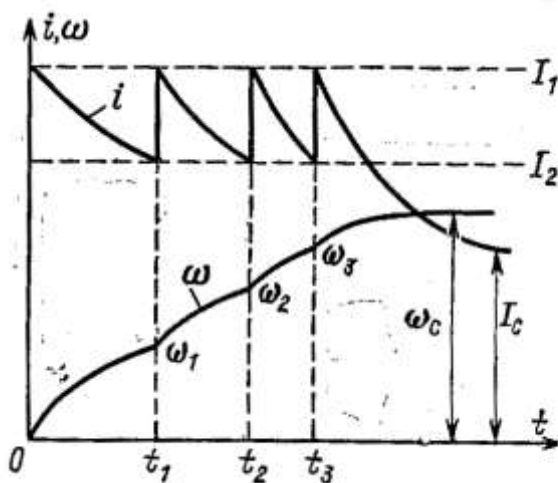
Dolandyrys çatgysyny taslamakda hemişelik tokly hereketlendirijiler we fazaly rotorly asinhronly hereketlendirijiler üçin işe goýberilşiň berilen şertlerinden salgylanýar.

6.11.1 çyzgyda T_1 – den T_2 – ä çenli kesgitli berilen çäklerde toguň üýtgemegi şertinden guralan işe goýberiş rezistorynyň üç basgançagy bilen hereketlendirijiniň işe goýberiş diagrammasy görkezilendir. Bu diagramma laýyklykda elektrohereketlendirijiniň işe goýberilşi elden ýa-da awtomatiki geçirilip bilner. Eger işe goýberiliş el bilen amala aşyrylýan bolsa onda rezistorlar ýokaryň zynjyrynda ampermetriň görkezmesine takmynlaşma bilen gaýtdan utgaşýarlar.

Awtomatiki dolandyrylyş işe goýberilişiň berilen şertini has takyk saklanmagyna mümkinçilik berýär we adamy ýadadyjy işleri ýerine ýetirmekden başladýar.

Ilkinji nobatda haýsy ululuklaryň funksiýasynda hereketlendirijiniň işe goýberilişini awtomatiki dolandyrmaklygy amala aşyryp bolýanlygyny anyklalyň.

6.11.1-nji çyzgyda görkezilen diagrammalara seretmekden görnüşi ýaly rezistorlaryň basgançaklarynyň öçürilmesi hereketlendirijiniň kesgitli tizliginde (w_1 , w_2 we w_3), kesgitli tokda I_2 we wagtyň kesgitli döwrüniň üsti (t_1 , t_2 we t_3) bilen bolup geçmelidir. İşe goýberilşi dolandyrmaklygyň tizligiň, toguň, wagtyň funksiýalarynda amala aşyrylyp bolandygy ähtimaldyr. Kähalatda hereketlendiriji bilen dolandyrmaklyk ýol funksiýalarynda tamamlanylýar.



6.11.1-nji çyzgy. Işe goýberiş rezistoryň üç basgançagy bilen hereketlendirijiniň işe goýberiş diagrammasy.

6.11.1-nji çyzgyda getirilen, diagrammalar dolandyrylşyň arasy açylan ulgamlarynda releli–kontaktly aparatlaryň kömeginde amala aşyrylýan, basgançakly dolandyryşda işe goýberiş prosessini beýan edýär.

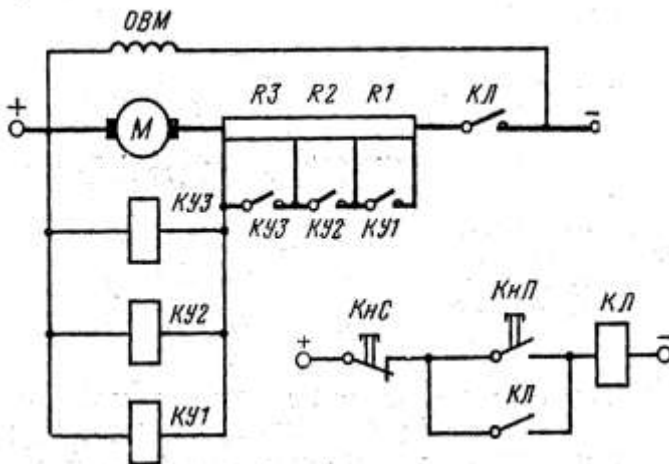
ÝEDINJI BAP

HEMIŞELIK TOGYŇ AWTOMATIKASY

§ 7.1 Hemişelik tokly hereketlendirijileriň çeşmeden ýymitlenende işe goýbermesini releli-kontaktly dolandyryşynyň tipli düwüni

a). Burç tizligi funksiýasynda dolandyryş (EHG).

Burç tizligi funksiýasynda dolandyryş degişli apparata yzygider täsir etme bilen burç tizlige gözegçiligi talap edýär. Burç tizligi funksiýasynda işleýän rele, meselem merkezleşdirilenler, hereketlendirijileriň işe goýberilişiniň dolandyrylyşynyň çatgysynda deňeşdirme seýrek ulanylýar. Bu olaryň konstruksiýalarynyň otnositel çalşyrymlylygy we işde uly bolmadyk ygtybarlylygy bilen düşündirilýär. Burç tizligini elektrik ýoly bilen, hereketlendirijiniň ýoly bilen birikdirilen tahogeneratornyň kömegi bilen ölçemek mümkin. Emma goşmaça şeýle tahogenerator edinmek hokmanlylygy hem çatgynyň çalşyrylmagyna getirilýär. Şonuň üçin hereketlendirijiniň burç tizligi başga ýol bilen fiksirlenýär – burç tizligi bilen göni baglanşykly başga ululuklary ölçemek ýoly bilen hemişelik tokly hereketlendirijiler üçin şeýle ululuk hereketlenmäniň EHG-si fazarotorly sinhronly we asinhronly hereketlendirijiler üçin bolsa onda başga rotordaky toguň ýygyllygy we rotoryň EHG-niň bahasy bolup durýar.



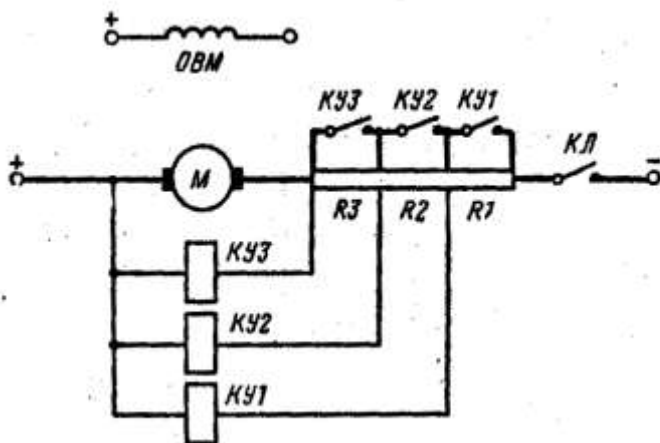
7.1.1-nji çyzgy. Hereketlendirijiniň ýakorynyň aýlanma EHG funksiýasynda hereketlendirijiniň awtomatiki goýberilişiniň çatgysynyň düwüni.

EHG-e bagly naprýaženiýe kontaktorlaryň we releniň katuşkalaryna ýerleşdirilýär, we olar EHG-iň belli bir bahasynda işleýär we goýberiji rezistorlary aýryp ulaşdyrmasyň talap edilýän yzygiderlikde amalaaşyryýarlar.

7.1.1-nji çyzgyda EHG funksiýasynda garaşsyz oýandyryjyly hemişelik tokly hereketlendirijiniň awtomatiki işe goýberijisiniň çatgysynyň düwüni görkezilen.

Çatga goşulan burç tizlenmesiniň kontaktorlarynyň (KY1, KY2, KY3) her haýsy çekmegiň naprýaženiýasynyň belli bir bahasyna düzülen. Işe goýberilişiniň başky pursatynda burç tizlenmäniň kontaktorlarynyň katuşkasyndaky naprýaženiýe diňe ýakoryň zynjyryndaky naprýaženiýanyň aşak gaçmasyna deň, sebäbi $e = k\omega\phi = 0$. Elektrik hereketlendirijiniň burç tizliginiň ýokarlanmagy bilen onuň EHG-i ösýär. W1, belli bir burç tizliginde KY1 kontaktoryň katuşkasyndaky naprýaženiýe kontakt işläp öz kontaktyny ýapar ýaly derejede ýokary baha galýar. Şeýdip rezistoryň birinji basgançagy şuntirlenen bolup

galýar. Beýle ýagdaýda KY2 we KY3 kontaktorlar häli işlänok, sebäbi olar özüne çekmegiň has uly naprýaženiýesine düzülen. Hereketlendirijiniň burç tizligi W2 baha ýetende öz kontaktyny ýapyp KY2 kontaktor işleýär, we şunuň ýaly tä goýberiji rezistoryň ähli basgançaklary şuntirlenýänçä, rezistorlaryň ahyrky basgançagy çykarylan soň hereketlendirijiniň işe goýberilmesi gutarýar, we ol öz boluşly esasy häsiýetnamada işleýär.



7.1.2-nji çyzgy. Aýlanma EHG funksiýada hereketlendirijiniň awtomatiki goýberilşini görnüşi üýtgedilen çatgysynyň düwüni.

Seredilip geçilen çatgynyň ýetmezçiligine işlemegiň dürli naprýaženiýasyny getirmek bolar, onuň ýerine burç tizlenmesiniň kontaktory saýlanyp alynmaly. Bu ýetmezçiligi düzedip bolýar, eger-de 7.1.2-nji çyzgyda görkezilen çatgy boýunça kontaktorlaryň ýakylşyny amala aşyrsaň. Bu çatgyda ýakoryň sarymyna kontaktorlaryň katuskalarynyň diňe bir uýy birleşdirilen beýleki uçlary bolsa goýberiji rezistorlaryň dürli nokatlaryna birikdirilýär.

Şular ýaly birikdirmede ähli üç katuşka üçin çekmegiň naprýaženiýasyny deňlemek başardýar. Kontaktorlar öňküsi ýaly hereketlendirijiniň W1, W2, we w3 berlen burç tekizliklerinde deň bolarlar:

$$U_{KY1}=C\omega_1+I(R_1+R_2+R_3);$$

$$U_{KY2}=C\omega_2+I(R_1+R_3);$$

$$U_{KY3}=C\omega_3+IR_1;$$

Bu naprýaženiýalar biri-birinden az tapawutlanýar.

$$C\omega_1+I(R_1+R_2+R_3)\neq C\omega_2+I(R_1+R_3)$$

Şonuň üçin kontaktorlaryň katuşkalary çekmegiň meňzeş neprýaženiýasyna saýlanyp bilner. Işe goýberilenden soň deň ýagdaýda kontaktorlar çeşmäniň meňzeş naprýaženiýasynda ýakylgy bolarlar. Diýmek, ähli basgançaklar üçin bir tipli kontaktorlar ulanylyp biliner. Emma goýberiji rezistoryň ýakmagynyň mümkinçiligi, katuşkalaryň sowuk we ýyly ýagdaýynda kontaktorlaryň nädogry işlemegi hem-de işe goýberiş wagtynda çeşmedäki naprýaženiýanyň birden ýokarlanmagy ýakordaky toguň ýokarlanmagyna getirmegi ýaly ýetmezçilikleriň netijesinde EHG funksiýasyndaky işe goýberiş çatgysy häzirki zaman tejribesinde uly kuwwatly hereketlendirijiler üçin ulnylýar. Şular ýaly çatgylar diňe uly bolmadyk kuwwatly hereketlendirijiler, esasan hem metaly gaýtadan işleýän stanoklarda duş gelýärler.

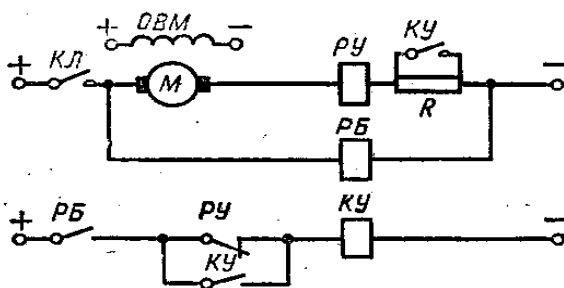
Kontaktoryň esasan kontaktorlaryň kebşirleýän takyk we ygtybarly ýanmagy kontaktorlaryň katuşkalarynyň çeşmegiň napriženiýasyna garaňda çeşmedäki naprýaženiýa belli bir derejede ýokary bolmagyny talap edýär. Şonuň üçin kontaktoryň ýerine hemişelik naprýaženiýaly çeşmeden iýmittenýän, EHG funksiýada hereket edýän we kontaktorlary ýakýan naprýaženiýanyň aralyk releli goýulýar.

§ 7.2 Tok funksiýasynda dolandyryş

Çyzgyda görkezilişi ýaly tok hereketlendirijiniň işe goýberiliş wagtynda käbir berlen araçäkde yrgyldaýar. Toguň başky bady talap edilýän goýberiji momentiniň we berlen hereketlendiriji üçin goýberilýän toguň bahalary bilen anyklanylýar. Hereketlendirijiniň burç tizliginiň ýokarlanmagy bilen onuň togy peselýär. Toguň belli bir derejä çenli peselen pursatynda goýberiji rezistoryň bir bölegi şuntirlenýär, ol hem toguň I2 derejä çenli täzeden ýokarlanmagyna getirýär.

Aýrylyp-ulaşdyrmagyň 12 toguň hereketlendirijisiniň berlen ýüklenmede işe goýberilmesinde talap edilýän in kiçi (minimal) burç tizlenmesini üpjün etmek hökmanlygy göz önünde tutulyp saýlanylýar, şonuň üçin aýryp-ulaşdyrmagyň togy garşylyk momenti tarapyndan anyklanylýan taýdan hemişe ýokary bolmaly. Tok funksiýasynda dolandyryş prinsipi esasynda gurnalan awtomatiki goýberilişiniň çatgysy hereketlendirijiniň ýakorynyň zynjyryna göni goşulan bir ýa-da birnäçe releni göz önünde tutmaly bolýar. Releleriň sany rezistoryň goýberiji basgançaklarynyň sanyna bagly. Tok funksiýasynda dolandyryş çatgysynyň

(2-nji çyzgy) düzlişi açyjy kontakty PY tokly releniň katushkasy iýmit alýar we onuň burç tizlenmesiniň kontaktorynyň zynjyryndaky açylan kontakt işe goýberilişin başynda açylýar. Şonuň üçin hereketlendirijiniň işe göýberilişi ýakoryň zynjyrynda rezistoryň doly goşulmagy bilen başlaýar: PБ blokirléji releniň kontakty KJI kontaktyň ýanan badyna KY kontaktora ýanmaga mümkinçilik bermeýär, sebäbi PБ releniň ýakylmagynyň öz hususy wagty PY releniň ýakylmagynyň uly ýa-da öz hususy bahasy bilen saýlanylýar. KY kontaktoryň işlemegine we goýberiji rezistoryň şuntirlenmegine getirýän tizlenme releniň goýbermee togy I2 aýryp – ulaşdyrmagyň togyna deň. Toguň ikinji goýberilmesinde PY releniň kontakty indi KY kontakt bilen şuntirlenen bolansoň KY kontaktor açmeýär.



7.2.1-nji çyzgy. Tok funksiýasynda hereketlendirijiniň dolandyryş çatgysy.

Seredilip geçilen dolandyryş prinsipiniň özüne mynasyplygy aýryp- ulaşdyrma ýakoryň zynjyrynda toguň berlen bahalarynda ýerine ýetirilýändiginde onuň çeşmedäki naprýaženiýanyň yrgyldysyna bagly däldeginde jemlenýär.

Emma tok funksiýasynda dolandyryş prinsipine esaslanan çatgylar ýetmezçiliklerinden azat däl. Eger-de hereketlendirijiniň işe goýberilmesinde onuň walyndaky ýüklenme momenti käbir sebäplere görä hasaplanmalardan ýokary bolup çyksa, onda releniň ýakorynyň goýberilmesine bolup geçer ýaly ýagdaýynda tok uzak wagtylap I2-niň bahasynda ýokary galar. Şonuň üçin goýberiji rezistor özüniň ýanmagyna getirmegi mümkin ýagdaýynda ýakylgy galar, sebäbi ol uzak işlemegä niýetlenen däl.

Wagt funksiýasynda dolandyryş

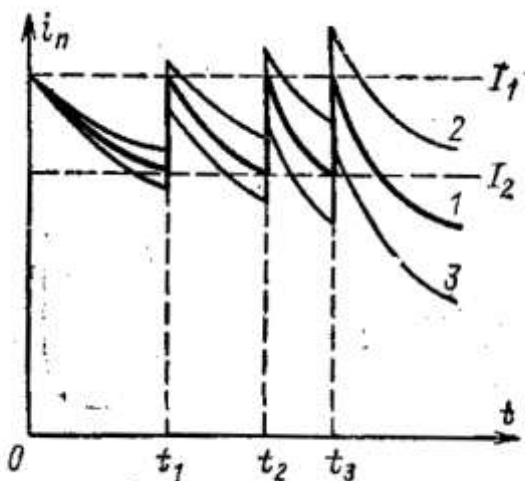
Çyzgyda getirilen $W=f(t)$ we $i = f_1(t)$ işe goýberiliş diagrammalary goýberiji rezistoryň basgançaklarynyň şuntirlenmesi belli bir wagt aralygynda bolup geçer. Rezistoryň birinji basgançagy işe goýberiliş basgançagyndan soň t_1 wagt dan soň çykarylmalı, ikinji $-t_2$ wagtdan soň we ş.m.Şunuň

bilen hem wagt funksiýasynda işleýän dolandyryş çatgylarynyň düzüliş mümkinçiligi anyklanylýar.

Işe goýberilişi awtomatlaşdyrmak üçin gabat gelyän wagt saklanyşyna düzülen dürli wagt releleri ulanylýar. Täsir ediş prinsipi boýunça wagt releleri mehaniki, elektromagnitli, elektronly ýarymgeçirijili, pneumatiki we ş.m. görnüşlere bölünýär. Hemişelik we ütgýän tokly hereketlendirijileri dolandyrlanda adatça elektromagnit releler ulanylýar, sinhron hereketlendiriji ýöretmelerde uşe goýberiş wagtynda napryženiýany aýryp ulanmak üçin hem elektromagnit ýa-da ýarymgeçirijili releler ulanylyp biliner. Her releniň hökmany wagtyna saklanmasy işe goýberilş diogrammasyna esaslanyp anyklanylýar. Releniň wagt saklanmasyny anyklamak üçin hereketlendirijiniň hasap boýunça alnan işe goýberiliş wagtyndan kontaktorlaryň ýakylyşynyň hususy wagtyň aýyrmaly. Ululygyna saglylykda hemişelik tokly kontaktorlar üçin olaryň hususy wagty 0,1-0,4 s araçäkde, ütgýän tokly kontaktorlar üçin bolsa 0,05-0,07 s araçäkde ýatýar. Hereketlendirijiniň üstünden nähili tok geçýänligine we onuň haýsy tizligine ýetenligine garamaazdan saklanma wagtyň dowamynda releni burç tizlenmesiniň kontaktorlary bilen dolandyrylýar. Şonuň üçin ütgýän ýüklenmede käbir orta ýüklenmede işe goýberilişiniň ortaça şertlerine gabat gelyän saklama wagty saýlamaly bolýar. 7.2.1-nji çyzgydaky egri 1 haçanda hakyky ýüklenme hasaplananda ýüklenme bilen gabat gelen ýagdaýynda hereketlendirijiniň işe goýberilişinde toguň baglylygyny berýär. Eger işe goýberiliş reziatoryň ütgewsiz garşylygynda we releniň wagt saklanmasynda uly ýüklenmeli bolup geçýän bolsa, onda hereketlendiriji ω 1 hasap burç tizlenmesine çenli bat alyp ýetişmeýär, tok bolsa 12 baha çenli aşak gaçmaz. Şonuň üçin rezistoryň birinji basgançagy şuntirlenen soň togyň böküş (brosok) hasapdakydan uly bolar. Rezistoryň indiki işe goýberiş basgançaklarynda hem şonuň ýaly bolar. Şonuň netijesinde $i_n=f(t)$ toguň baglylygy işe goýberilişiniň dowamynda 7.2.1-nji çyzgyda görkezilen 2 egri

görnýşi alar Bu ýagdaýda işe goýberilişini wagty öňkýsi ýaly galar, orta işe goýberiş momenti ulalýar.

Hasaplamadaky bilen deňeşdireniňde ýüklenmäniň azaldylmagy ters ýagdaýa, ýagny işe goýberilişin üýgewsiz wagtynda orta işe goýberilişiniň momentiniň azalmagyna getirýär. İşe goýberilişini diagrammasy bu ýagdaýda 3 egr görnüşinde görkezilen.



7.2.2-nji çyzgy. Wagıt funksiýasynda hereketlendirijiniň işe goýberilişinde toguň egrileriniň ýutgemesi

Wagıt funksiýasynda işleýän dolandyryş çatgylarynyň gowulylygy tok ýa-da burç tizlenme funksiýasynda dolandyryş prinsipini ulanýan çatgylara garanyňda doly däl burç tizlenmeli hereketlendirijiniň bir näçe dowamly işinde howpyň ýoklugydyr. Ýüklenmäniň örän çalt ýokarlanmagyndan döreýän howp maksimal goragynyň barlygy bilen aradan aýrylýar we onuň bilen hereketlendiriji çeşmeden öçürülýär. İşde ýönekeýligi we ygtybarlygy şonuň bilen bir hatarda bir tipli wagıt releleriniň ulunmak mümkinçiligi wagıt funksiýasynda dolandyrylan elektrik hereketlendirijiniň giňden ulanmagyna getirdi.

Wagt funksiýasynda hemişelik tokly hereketlendirijiniň işe goýberişini awtomatlaşdyrmak üçin elektromagnit wagt releleri ulanylýar. Releniň käbir tiplerinde wagt saklanmasyna napriženiýany aýraňdan soň gysga ulaşdyrylan katuşkadaky magnit akymy ýuwaş-ýuwaşdan aşaklananda ýetilýär, sebäbi katuşkanyň elektromagnit wagt hemişeligi ýakor ýapyk wagty deňeşdirme ýokary releniň katuşkasyndaky tok bolsa şu deňlemä görä üýtgeýär:

$$i = I_H e^{-t/T}$$

nirede I_H – toguň başdaky bahasy; $T=L/R$ – releniň katuşkasyň elektromagnit wagt hemişeligi; L, R – releniň katuşkasyndaky induktiwlik we aktiw garşylyk.

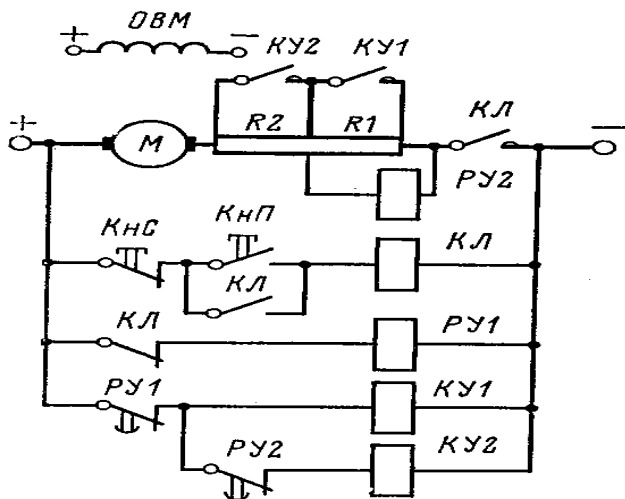
Bular ýaly releniň diňe rele öçük ýagdaýynda wagt saklanmaly işleýän kontaktlary bolup biler. Releniň ýakylyşy birden bolup geçýär, sebäbi ýakor aýrylan ýagdaýynda katuşkanyň induktiwligi örän pes we katuşkadaky toguň ösüşi (ýokarlanmasy) çalt bolup geçýär.

Napryženiýe aýrylandan soň sarymynyň gysga ulaşdyrmak gerekmeýän elektromagnit releler hem bar. Şuňa meňzeş relelerde wagt saklanmasy releniň serdeçnigine geýdirilýän misli gilžany ulanmagyň hasdabyna ýetilýär. Releniň katuşkasyň öçürilen ýagdaýynda mis gilža ýapyk konturyň rolyna ýerine ýetirýär, ol ýere magnit akymynyň çalt aşak gaçmagyna päsgel berýän tok goýberilýär, onuň netijesinde releniň ýakory belli bir wagtyň dowamynda dartylan ýagdaýynda bolýar.

Elektromagnit releleriň kiçi ölçeglerinde 1s uly ölçeglerinde 5-6 s çenli wagt saklanmasy alyp bolar. Elektromagnit wagt releleriniň konstruksiýasy işde ýönekeý we ygtybarly şonuň üçin ol hemişelik tokly elektrik hereketlendirijiniň dolandyryş çatgylarynda giňden ulanylýar.

7.2.3-nji çyzygyda elektromagnit wagt releleriň ýakylyşynyň iki warianty bar. Burç tizlenmesiniň birinji

basgançagy bu ýerde gilžaly PY1 releniň kömegi bilen, ikinji basgançak bolsa gilžasyz PY2 elektromagnit rele arkaly dolandyrylýar.



7.2.3 -nji çyzgy. Wagt funksiýasyndaky hereketlendirijiniň awtomatiki işe goýberlişiniň çatgysynyň düwüni.

Wagt saklanmasyny almak üçin ahyrky relede ýokarda gökezilişi ýaly hökmany çyzgyda onuň katuşkasyny gysga ulaşdyrmaly. Şu maksat bilen PY2 releniň katuşkasy KY1 kontakt bilen şuntirlenýän goýberiji rezistoryň birinji basgançagyna parallel ýakylan. Hereketlendiriji ýakylandan soň bu rele birden çekilýär, sebäbi oňa goýberiji tok sebäpli bolýan rezistoryň birinji basgançagyndaky naprýaženiýanyň aşak gaçmasyna deň bolan ýeterlik naprýaženiýa işlemek üçin goýulýar.

Hereketlendirijiniň işe goýberlişinde KЛ kömekçi açyjy kontakt işläp PY1 releni öçürýär, onuň kontakty käbir wagtyndan soň gabat gelýän wagt saklanmasyna esaslanyp ýapylýar we naprýaženiýany KY1 kontaktoryň katuşkasyna

berýär. KV1 kontakt ýapylýar we rezistoryň birinji basgançagyňy şuntirleýär. Şonuň bilen bir wagtda PY2 releniň katuşkasy gysga ulaýar, şonuň netijesinde bolsa ol iýmitlenmesini ýitirýär we PY2 açyk duran açyjy kontakt wagt saklanmaly ýapylýar. Ondan soň burç tizlenmesiniň kontaktory ýapylýar we rezistoryň ikinji basgançagy çykarylýar. Wagt funksiýasynda awtomatlaşdyrylan hereketlendirijileri dolandyrmak üçin elejtronly we ýarymgeçirijili releler hem ulanylýar.

§ 7.3 Çeşmeden iýmitlenen ýagdaýynda hemişlik tokly hereketlen-dirijileri duruzmagyň dolandyryş çatgysynyň tipli düwünleri

a) burç tizlik (EHG)funsiýasynda dolandyryş.

Adatça awtomatlaşdyrylan guramalarda işleýän hereketlendirijileri elektriki duruzmak üçin dinamiki duruizmak we ýakylma garşy režimler ulanylýar. Energiýany yzyna çeşmä gaýtarmakly duruzma seýrek ulanylýar, esasan hem aýratyn generatorly ýa-da teristorly rewersli göneldiji gurnamalarda, magnit akymyny güýçlendirmegiň hasabyna burç tizliginiň peselen ýagdaýynda özbaşdak oýandyryjyly hereketlendirijilerde hem-de polýuslaryň sanynyň üýtgame ýagdaýynda köp tizlikli asinhronly hereketlendirijilerde, ýygylgy özgerdijili üýtgeýän tokly hereketlendirijilerde, ikilendilen iýmitlenmeli maşinlerde we käbir kaskadly hereketlendirijilerde.

Hereketlendirijileriň dinamiki, duruzmasy wagt funksiýasynda ýa-da burç tizlik funksiýasynda işleýän çatgylyar boýunça amala aşyrylyp biliner. 10.10 çyzgyda burç tizlik funksiýasynda (EHG) duruizmanyň dolandyrylyşyny amala aşyran çatgynyň düwüni getirilen. KJI çyzykly kontaktoryň öçen ýagdaýynda onuň hereketlendirijiniň ýakoryna çatylan PT releniň katuşkasyňy zynjyryndaky KJI açyjy kömekçi kontakty ýapylýar. PT rele KT kontaktoryň katuşkasyňy zynjyryndaky

Duruzmada has uly momenti döretmek üçin hereketlendirijiniň magnit akymy doly bolmaly. Oýandyrmanyň üýtgeşsiz, togunda duruzmanyň intensiwligi ýakoryň sarymynyň çykyşlaryna çatylýar R2 rezistoryň garşylygyna bagly bolan ýakoryň zynjyryndaky tok bilen anyklanylýar.

$$E=I(R_1+R_2)$$

130

Dinamiki duruzmanyň rezistorynyň garşylygy:

$$R_2 = E/I - R_1$$

Bu ýerde hasaplamalarda E – niň ornuna duruzmanyň başky pursatynda alynýan E_{\max} mumkiň bolan iň ýokary (maksimum) bahany I – niň ýerine duruzmanyň başyndaky goýberilýän I_{gon} togy goýmaly.

Onda (10.2) formula şeýle görnüşe eýe bolýar:

$$R_2 = E_{\max}/I_{\text{gon}} - R_1$$

Eger duruzmanyň başyna çenli hereketlendiriji doly akym bilen işleýän bolsa, onda $E_{\max} = U$ we $I_{\text{gon}} = 2I_{\text{gon}}$ diýip kabul edýärler. Peseldilen meýdanly garaşsyz oýandyryjyly hereketlendiriji duran ýagdaýynda edil yzygider oýandyryjyly hereketlendiriji üçin bolsy ýaly hökmany çyzgyda goýberilýän toga we EHГ-ä täsir edýän duruzmanyň başyndaky burç tizligi göz önünde tutmaly. Eger-de duruzma nominal akymda amala aşyrylýan bolsa, oňda E_{\max} ululugy şu formula boýunça anyklap bolýar:

$$E_{\max} = E_{\text{HOM}} \omega_{\max}/\omega_{\text{HOM}},$$

ω_{\max} – duruzmanyň başundaky mümkin bolan iň uly burç tizligi;

ω_{HOM} – hereketlendirijiniň nominal (orta) burç tizligi; E_{HOM} – hereketlendirijiniň orta (nominal) burç tizliginde we orta togunda ýakoryň EHГ-si;

$$E_{\text{HOM}} = U - I_{\text{HOM}} R_1$$

Ýokarlandyrylan burç tizliklerinde kommutasiýa şertleriniň erbetleşmegi goýberilýän togun peselmegine getirýär, şonuň üçin I_{gon} -yň ýerine:

$$I_{\text{gon}} = I_{\text{gon.HOM}} \omega_{\text{HOM}} / \omega_{\text{max}},$$

Formula boýunça hasaplamak bahasyny goýmaly. I_{gon} HOM hereketlendirijiniň orta (nominal) burç tizliginde goýberilýän tok.

Dinamiki duruzmada hereketlendirijiniň momenti burç tizligine göni proporsionalygy sebäpli hereketlendirijiniň burç tizliginiň peselmegine laýyklykda duruzmanyň effektiwliligi birden azalýar, şonuň üçin duruzma prosesini uzaga çekýär. Duruzmanyň umumy wagtyny azaltmak üçin burç tizliginiň peselmegine laýyklykda duruzma rezistoryň basgançaklaryny şuntirleme ýoly bilen duruzma togy ulaldyp, käwagtlar iki gezek bolsa üç basgançakly duruzmany ulanýarlar.

Ýakylmany saklaýjy duruzma-hemişelik tokly hereketlendirijiler üçin aýratyn hem duruzmanyň yz ýany hereketlendirijini ters ugra işe goýberýän ýagdaýynda rewersi hereketlendirijilerde giňden ulanylýar.

Hereketlendirijiniň ýakylmasyn garşylygynda onuň EHG-si görkezilşi ýaly çeşmäniň naprýaženiýasy bilen bilelikde hereket edýär, oňa baglylykda hereketlendirijidäki tok:

$$I = (U + E) / R,$$

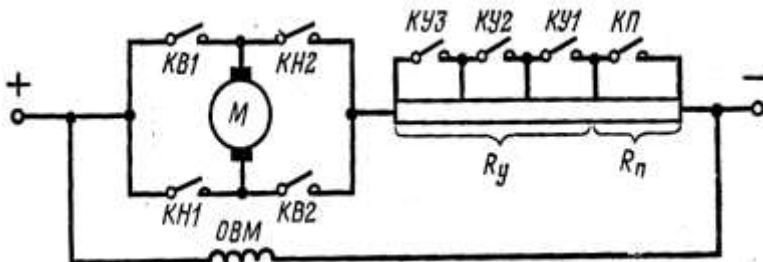
deňlama laýyk güýçli ösýär.

Ýakylmaga garşylyk ýagdaýynda togy çäklendirmek üçin güýjenmeli zynjyra goýberiji rezistorlardan başga hem ýene goşmaça resistor goşmaly bolýar. Bu goşmaça rezistora ýakylmany saklaýjynyň basgançagy diýilýär. Bu basgançagy şuntirleýän kontaktora ýakylmany saklaýjynyň kontaktor diýilýär, görkezilen kontaktoryň katuskasyny dolandyryan relä bolsa ýakylmany saklaýjynyň relesi diýilýär.

Garaşsyz we yzygider oýandyryjyly hereketlendirijiler üçin ýakylmany saklamanyň basgançagynyň hasaby şu aşakdaky deňleme esasynda ýerine ýetirilýär:

$$U + E = I(R_{\text{ya}} + R_{\text{y}} + R_{\text{n}})$$

Nirede $R_{\gamma a}$ – ýakoryň, goşmaça polýuslaryň we şýotkalaryň garşylygyny ýakýan hereketlendirijiniň garşylygy (yzygider oýandyryjyly hereketlendirijiler üçin oýandyryjynyň sarymynyň garşylygy göz önünde tutulýar).



7.3.2-nji çyzgy. Ýakylmany saklamak arkaly duruzmada rezistorlaryň ýakylyşynyň prinsipial çatgysy.

Soňky deňlemä girýän beýleki garşylyklaryň aňladylyşy ýakylmany saklamanyň basgançagynyň hem ýakylyşy prinsipial çatgyda getirilen 7.3.2-nji çyzgyda görkezilen.

I – niň ýerine onuň I_{gon} rugsat berilýän ulugyny, E – niň ornuna bolsa mümkin bolan iň uly E_{max} bahalary goýup ýakylmany saklamanyň garşylygynyň basgançagyny hasaplamagyň formulasyny alýarys:

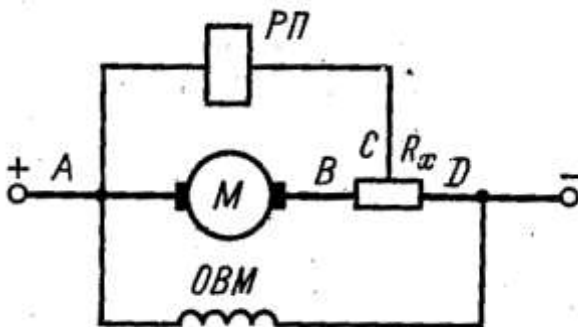
$$R_{\Pi} = \frac{U + E_{max}}{I_{gon}} - (R_{\gamma a} + R_{\gamma})$$

Garaşsyz oýandyryjyly hereketlendirijiler üçin $\Phi = \text{const}$ bolanda ýakynladyp $E_{max} = U$ diýip hasap etse bolar. Başga ýagdaýlarda E_{max} we I_{gon} – yň hasaplamasy (4) we (6) boýunça geçirilýär.

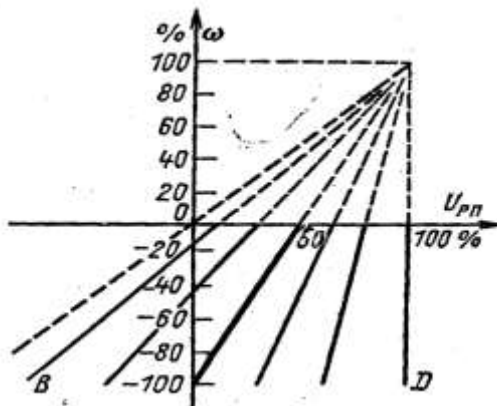
Ýakylma garşylygyň basgançagyny dolandýrmak ýakylma garşylygyň relesi PΠ bilen amala aşyrylýar. Reläniň

katuşkasy çyzgyda görkezilişi ýaly rezistoryň bölegine we hereketlendirijiniň ýakorynyň sarymyna parallel ýanýar. ПП rele hereketlendirijiniň burç tizliginiň $O - a$ ýakyn bolýança duruzma ýagdaýynda R_{Π} garşylygyň basgançagyň şuntirlenmesiniň önüni alýar.

Ýakylma garşylygy relesiniň birleşme nokadynyň hasabyny geçirip, burç tizlik funksiýasynda ПП reledäki naprýaženiýanyň üýtgemesiniň baglylygyny taparys. $A - D$ güýjenmeli zynjyryň ähli garşylygyny R arkaly, $C - D$ releniň baglaşma nokadyna çenli garşylygy bolsa R_x arkaly aňladalyň.



7.3.3-nji çyzgy. Tersbirektirme relesiniň goşulmasynyň prinsipial çatgysy.



7.3.4-nji çyzgy. Releniň goşulmasynyň dürli nokatlary üçin ýakylma garşylygyň relesindäki naprýaženiýanyň häsiýetnamalary (garaşsyz oýandyryjyly hemişelik toguň hereketlendirijisi)

PII reledäki naprýaženiýe.

$$U_{PII} = U - R_x;$$

hereketlendirijiniň togunyň bahasy umumy ýagdaýda

$$I = (U - E) / R = (U - k\phi\omega) / R$$

baglanşykdan anyklanylýar.

(9) we (10)-nyň bellikdäki çözülmesi, $U_{p.n} = f(\omega)$ -nyň gözlenilýän baglylygyny berýar:

$$U_{p.n} = U - (U - K\phi\omega) \frac{R_x}{R}.$$

Garaşsyz oýandyryjyly hemişelik toguň hereketlendirijisi üçin U, R we ϕ ululyklar hemişelik; şonuň üçin releniň

goşulmasynyň berlen nokady üçin, haçan-da R_x hem hemişelik bolanda $U_{pn} = f(w)$ –nyň baglylygy göni çyzykly bolýar.

Releniň goşulmasynyň nokatlary üçin ýagny dürli R_x üçin häsiýetnamalar toplumy 7.3.4-nji çyzgy getirilen. Ähli häsiýetnamalar örän gowy boş ideal hereketine edýän bir nokatda gabat gelýärler, sebäbi bu burç tizliginde güýjelmeli zynjyrdaky tok O -a deň we rezistoryň garşylygyndaky naprizeniýanyň aşak geçmasy ýok. Bu 7.3.4-nji çyzgydan görünýär.

R_x -iň dürli bahalary üçin ähli häsiýetnamalar iki çetki, gyrakylaryň arasynda ýatýar; sagdan $R_x=0$ bahaly häsiýetnama dik (wertikal) (goşulma nokady D , çepden bolsa $R_x=R-R_y$ bahaly häsiýetnama (goşulma nokady B) geçýär. Ahyrky (soňky) 7.3.4-nji çyzgyda ştrihli çyzyk bilen görkezilen ýokaryň EHG-niň häsiýetnamasyndan diňe şýotkalardaky we ýakor sarymyndaky naprýazeniýanyň aşak gaçýanlygy bilen tapawutlanýar:

Releniň D nokatda goşulmagy onuň katuşkasynda burç tizligine garaşsyz hemişe toruň (çeşmäniň) doly naprýazeniýasynyň bolmagyna getirerdi. Releni B nokatda ýakmak hem ulanarlykly däl. Bu ýagdaýda ondaky naprýazeniýe B häsiýetnama boýunça üýtgär we ol hem ýokary burç tizliginde we otrisatel (ters) naprýazeniýada relin çekilmegine getirer.

Releniň ygtybarly işlemegi üçin mümkin boldygyça has dogry hasaplanylýan häsiýetnamany ýagny haçan-da polozitel naprýazeniýada rele çekilýän häsiýetnamany saýlamaly, şonuň üçin ýakylma garşylygynyň relesiniň goşulma nokadynyň, ýagny R_x garşylygyň anyklanylyşynyň hasaby, iň ýokary burç tizligi

$$U_{pn} = U - I R_x = 0,$$

bolan şertinde geçirilýär.

Ol ýerden

$$R_x = U / I.$$

Ýöne duruzmanyň başynda tok bolýar

$$(U + E_{\max}) / R$$

onda garşylygyň gözlenýän bahasy

$$R_x = RU / (U + E_{\max})$$

Garaşsyz oýandyryjyly hemişelik toguň hereketlendirijisi üçin $E_{\max} \approx U$, şonuň üçin

$$R_x = 0,5 R$$

PII releniň katuşkasyndaky $U_{\text{БТ}}$ пп çekilmäniň naprýazeniýasyny işe goýberiliş ýagdaýynda işiniň ygtybarlygynyň şertine esaslanyp hereketlendirijiniň ýakorynyň gozganmaýan ýagdaýynda reledäki naprýazeniýadan 20% pes diýip kabul edýärler, ýagny

$$U_{\text{эм, пп}} = 0,8 U_{\text{пн0}};$$

$$U_{\text{пн0}} = U - I R_x = U - U R_x / R.$$

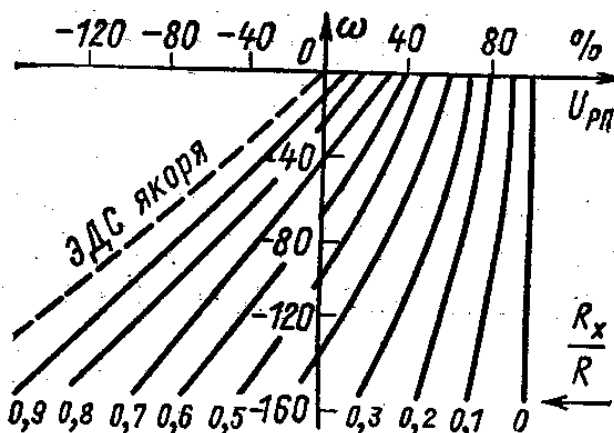
nirede,

$$U_{\text{эм}} = 0,8 U (1 - R_x / R)$$

Garaşsyz oýandyryjyly hemişelik toguň hereketlendirijisi üçin göz önünde tutup :

$$U_{\text{эм}} = 0,4 U$$

Yzygider oýandyryjyly hemişelik toguň hereketlendirijileri üçin ýakyлма garşylygyň relesiniň goşulma nokadynyň hasaby belli bir anyk seriýaly hereketlendirijiler üçin düzüp bolýan köp toparly (uniwersal) häsiýetnamalary esasynda alnyp barylýar. Beýle häsiýetnamalar R_x / R –iň dürli bahalary üçin 7.3.5-nji çyzgy getirilen.



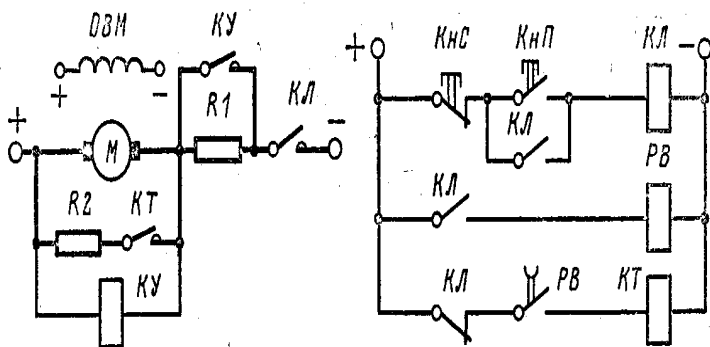
7.3.5-nji çyzgy. Yzygider oýandyryjyly hemişelik toguň hereketlendirijileri üçin tersbirikdirme relesindäki naprýazeniýanyň häsiýetnamalary.

R_x garşylyk, E_{\max} bolsa (boýunca hem tapylyp biliner. Yzygider oýandyryjyly hereketlendirijiler üçin ýakylma garşylygynyň relesiniň çekilmesiniň naprýazeniýasynyň ustawkasy hem hereketlendirijiniň ýakorynyň bytkawsyz ýagdaýynda reledäki naprýazeniýadan 20% aşak diýilip kabul edilýär. Bu ýagdaýda hem çekilmäniň naprizeniýasynyň anyklanylyşy boýunça ýerine ýetirilýär.

b) Wagт funksiýasynda dolandyryş.

Hemişelik toguň hereketlendirijisiniň dinamiki duruzulmasy wagт funksiýasynda amala aşyrylyp biliner (sur. 10.15). Goý hereketlendiriji togtamanyň başlanmagyndan öň berlen burç tizlikli, öz boluşly häsiýetnamada işleýär diýeliň, KJI we KY kontaktorlar ýakylgy. Bu ýagdaýda KT kontaktoryň katuşkasyndan tok geçmez, sebäbi onuň zynjyry KJI kontaktoryň açygy-kömekçi kontakty arkaly açyk bolýar. Bu ýagdaýda hereketlendirijiniň ýakory R2 duruzma rezistoryna ýapyk däl. Sebäbi KJI kömekçi-ýapyjy kontakt ýapyk, PB wagт relesiniň katuşkasyndan iýmit bar, we onuň KT katuşkanyň

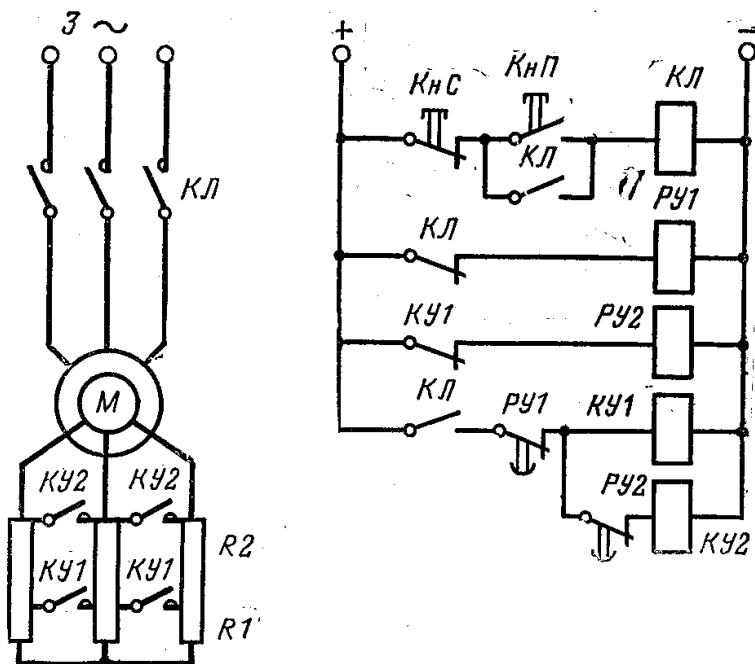
zynjyryndaky kontakty ýapyk (dinamiki duruzmany dolandyrmagyň zynjyrynyň işe taýýarlanmagy) KHC (togtатmak) düwmäni basanyňda KJI kontaktoryň katuskasyňyň iýmiti ýitýär, hereketlendirijiniň ýakory çeşmeden öçürilýär (aýrylýar). KJI kömekçi kontakt bilen PB releniň katuskasyňyň zynjyry üzülýär (ol wagtyň hasabyny ýöredip başlaýar), şonuň bilen bir wagtda ýapylgy duran KJI açyjy kömekçi kontakt arkaly KT kontaktoryň katuskasy iýmitlenýär, onuň güýjenme kontakty ýanyp hereketlendirijiniň ýakoryny R2 duruzuý rezistora goşýar-dinamiki duruzma bolup geçýär. Wagт saklanmasynyň ahyrynda PB rele özüniň ýapyjy kontakty bilen KT kontaktory öçürýär, şonuň bilen hereketlendirijiniň elektriki duruzylmasy gutarýar. Wagт funksiýasyndaky duruzmany ýüklenmäniň reaktiw statiki momentinde ulanyp bolýandygyny bellemek gerek, bu ýagdaýda PB wagт relesiniň ustawkasy duruzma wagtyna deň ýa-da ondan birazyrak ýokary bolmaly. Eger-de ýüklenme momenti aktiw, hem-de PB releniň ustawkasy duruzma wagtyndan uly bolsa, onda hereketlendiriji öçmeginden öň rewersirlenip başlar, bu bolsa göwne laýyk bolmazlygy mümkin. Şonuň üçin aktiw ýüklenmede duruzmanyň ahyryndan we hereketlendiriji çeşmeden öçürilen ýagdaýynda onuň waly mehaniki duruzma bilen duruzylmaly.



7.3.6-njy çyzgy Hemişelik toguň hereketlendirijisiniň dinamiki duruzulmasy wagт funksiýasynda dolandyryş çatgysy

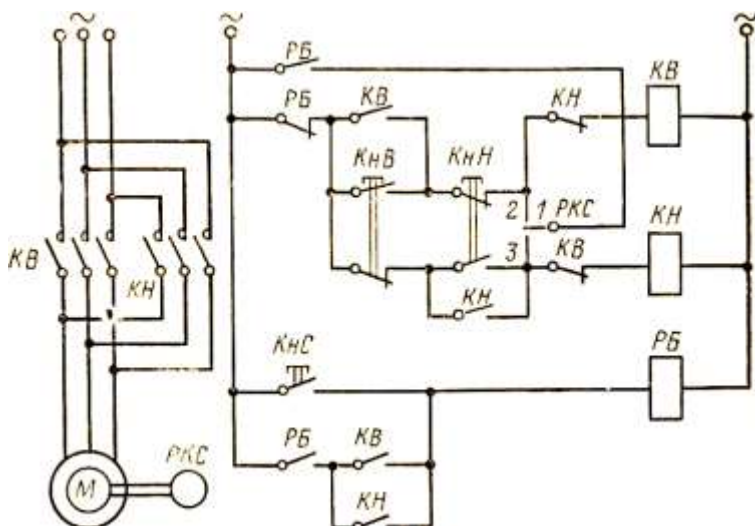
§ 7.4 Çeşmeden iýmitlerinde asinhron hereketlendirijileriň duruzylmasyň we işe goýberilişi awtomatiki dolandyryjy çatgylaryň tipli düwünleri

Wagt funksiýasynda fazaly rotorly asinhron hereketlendirijileriň işe goýberilişiniň ýönekeýleşdirilen prinsipial çatgysy 7.4.1-nji çyzgyda getirilen. Bu ýerde releli kontaktly apparaturanyň kömegi bilen hereketlendirijiniň işe goýberilişi iki işe goýberiliş basgançagynda amala aşyrylýar, bu ýagdaýda ýokary hemişelik togyň çesmesine çatylyr.



7.4.1-nji çyzgy Wagt funksiýasynda fazaly rotorly asinhron hereketlendirijileriň işe goýberilişiniň ýönekeýleşdirilen prinsipial çatgysy.

Napryáženiya berilende dolandyryş zynjyrynda KJI we KY1 kömekçi-açyjy kontaktlaryň üsti bilen KY1 we KY2 kontaktorlaryň katuskalaryny wagt saklanmasyz öçürüp PY1we PY2 releleriň katuskalarynyň zynjyrlary ýanýarlar. KHII düwme basylandan we KJI kontaktor ýakylandan soň hereketlendirijiniň statory çeşmä çatylýar, onuň rotorly zynjyry bolsa doly ýakylgy goşmaça rezistorlara ýapyk we bellenilşi ýaly KY1 we KY2 kontaktorlaryň güýçlenmeli kontaktorlary işe goýberilişiniň başynda açyk. Hereketlendiriji doly ýakylgy rezistor bilen işe goýberilýär, ol hem hökmany çyzgyda işe goýberiş toguny çäklendirýär we hereketlendirijini gerek bolan burç tuzligi bilen üpjün edýär. KJI ýakylanda onuň PY1 wagt relesiniň katuskasynyň zynjyryndaky açyjy- kömekçi kontakty açylýar, şonuň üçin hen ol wagt saklanmasynyň wagtyny ýöredip başlaýar, wagt saklanmany sanap bolandan soň PY1 rele özüniň kontakty bilen KY1kontaktorynyň katuskasyny ýakýar we göýberiji rezistoryň bir bölegini şuntirleýär. PY2 releniň zynjyryndaky KY1 açyjy kömekçi kontakt açylar we PY2 rele wagt saklanmasynyň wagtyny ýöredip başlar, ýagny onuň ahyrynda PY2 açyjy kontakt KY2 katuskany ýimitleniş çeşmesine çatyp ýapylýar, netijede hem göýberiji rezistoryň ikinji basgauçagy şuntirlenýär we hereketlendirijiniň öz boluşly häsiýetnamasyna çykarýar.

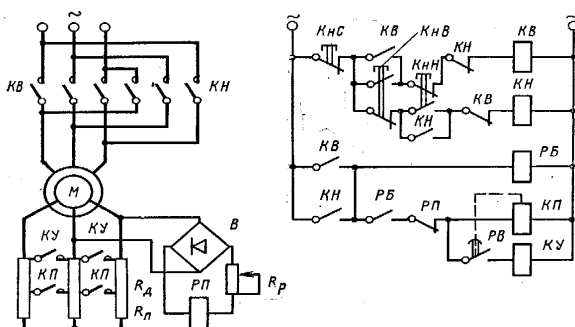


7.4.2-nji çyzgy Gysga ulaşdyrylan rotorly asinhron hereketlendirijini tersbirik dirme arkaly duruzmanyň çatgysy.

Gysga ulaşdyrylan rotorly asinhron hereketlendirijini tersbirikdirme kylma garşylyk arkaly duruzmanyň çatgysy çyzgyda getirilen. Bu ýerde duruzmany dolandyrmak asinhron hereketlendirijiniň waly bilen baglanşykly PKC burç tizligine gözegçiligiň induksion relesiniň kömegi bilen burç tizlik funksiýasynda amala aşyrylýar. Hereketlendiriji «öňe» aýlananda PKC –iň 1-3 kontaktlary ýapyk. Eger hereketlkendiriji KB kontaktor ýapylýan wagty «öňe» ugur boýunça işläp bolsa, onda KHHI düwmäniň boşandan soň PБ blokirlýji rele ýanar we özünüň açyjy kontakty bilen KB kontaktory ýakar. PБ ýapyjy kontakt PKC releniň 1-3 kontaktlarynyň üsti bilen KH kontaktory ýakýar. Soňlugyça KHC düwmäni basmak talap edilmeyär, sebäbi PБ blokirlýji rele PБ we KH kontaktlar arkaly ýakylgy galýar . Hereketlendirijiniň burç tizligi O-a deň bolýança we PKC releniň 1-3 kontaktlary ýapylýança ýakylma garşylyk arkaly

duruzma bolup geçýär; hereketlendiriji çeşmeden awtomatiki öçürilýar (KH we PБ öçýär).

Eger hereketlendiriji KH kontaktor ýapyk wagty garşylykly tarapa aýlanýan bolsa, onda KHC düwmäni basmak bilen PБ açyjy kontakt arkaly KH kontaktoryň katuşkasynyň zynjyry açýar, PБ ýapyk kontakt we PKC relesiniň 1-2 ýapyk kontaktlary arkaly KB kontaktor iýmetlenýär, we hereketlendirijiniň dogry tarapa aýlanmasyndaky meňzeş ýakylmany saklamak arkaly duruzma başlanýar.



7.4.3-nji çyzgy. Fazaly rotorly asinhron hereketlendirijiniň tersbirikdirme duruzmanyň çatgysy.

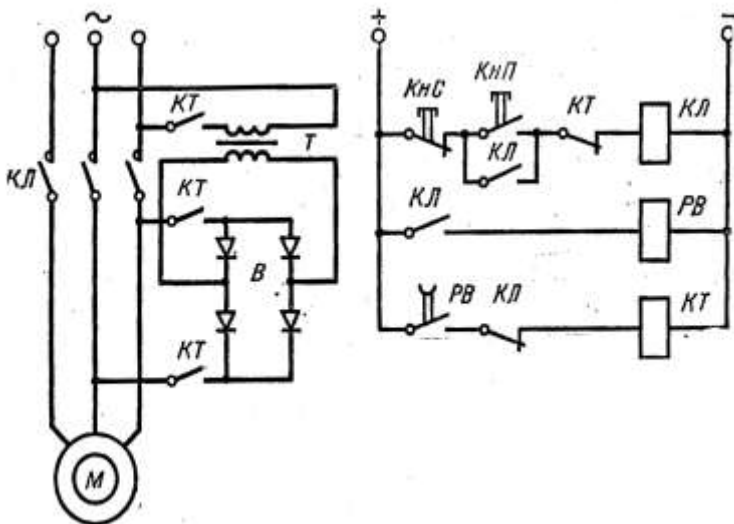
Eger hereketlendirijini rewersirlemek talap edilýän bolsa, onda KHC düwmä täsir etmän hökmany çyzgyda aýlanmanyň garşylykly tarapynyň düwmesini basmaly. Bu ýagdaýda hereketlendiriji ýakylma garşylyk režiminde (PKC relesiz) durýar, ondan soň garşylykly tarapa bat alyp başlaýar.

Çyzgyda burç tizlik funksiýasynda dolandyryş amala aşyrylýan fazaly rotorly asinhron hereketlendirijiniň tersbirikdurme arkaly duruzmanyň çatgysy görkezilen. PП naprýaženiýanyň relesi B göneldiji arkaly rotoryň sarymynyň çykyşyna çatylýar, duruzmanyň başynda (S=2) ýakyn bolup onuň katuşkasyndaky naprýaženiýe birden aşak düşende (iki

essä ýakyn) rele öz ýakoryny goýberýär. Ters ugra işe goýberilende PII rele işlenmeýär, sebäbi rotoryň EHG- si $S=0$ bolanda nol baha ýetip ondan hem peselýär. Hereketlendirijiniň işe goýberlişi $R_{д}$ goşmaça rezistor bilen bir basgançakda amala aşyrylýar. R basgançak duruzmada togy çäklendirmek üçin hyzmat edýär. KHB (ýada KHH) basanyňda KB(ýada KH) kontaktoryň katuskasyna iýmitberilýär, we hereketlendirijiniň statory çeşmä birikdirýar, PB blokirlýji rele ýakylýar. Soňra PB blokirlýji releniň ýapyk kontakty bilen özüniň kontaktorynyň ýapylmagy bilen $R_{п}$ basgançagy şuntirlenýän KII kontaktoryň katuskasynyň zynjyry ýapylýar. KII kontaktora goýlan PB mehaniki maýatnikli wagt releniň kömegi bilen hereketlendirijiniň işe goýberilmegi üçin gerek bolan wagt saklamasy amala aşyrylýar, ondan soň $R_{д}$ göýberiji basgançagy şuntirlenýän KV kontaktor ýkýar, we hereketlendiriji esasy häsiýetnamasyna çykarylýar.

Eger hereketlendiriji «öňe»ugur boýunça işleýän we ony hökman duruzmaly (rewersirlemeli) bolsa, onda KHP düwini esasy KB we KII kontaktorlary öçürýärler, ondan soň KH kontaktor ýanýar we hereketlendiriji ýakylmany saklamak arkaly duruzma režimine geçirilýär. Bu ýagdaýda PII rele özüniň ýapyjy kontaktor bilen KII kontaktoryň katuskasynyň zynjyryny üzýär, ol hem duruzmanyň dowamynda ($R_{д}$ we $R_{п}$) rotoryň zynjyryna ähli goşmaça rezistorlary goşmagy üpjün edýär PB blokirlýji rele KII kontaktoryň katuskasynyň zynjyryndaky wagytlaýyn üzülmäni döretmek üçin hyzmat edýär. Ol KB kontaktor bilen bir wagta öçýär we diňe KH kontaktoryň kontaktlary ýapylandan soň ýanýar. Haçan-da PB kontakt ýapylsa eýýäm PII rele işläp ýetişýär. Duruzma prosessiň ahyrynda saklanmanyň basgançagyna şuntirleýär. Ondan soň garşylykly topara işe goýberme bolup geçýär. Ýakylmany saklamak arkaly duruzma bolup KHB düwmäni basandaky ýagdaýa meňzeş bolup geçýär. Eger-de KHC düwmä bassaň hereketlendiriji çeşmeden öçürilýär, we

elektriki duruzma bolup geçmeýär, hereketlendiriji waldaky statiki momentiniň täsiri astynda durýar.



7.4.4-nji çyzgy Wagт funksiýasynda gysga ulaşdyrylan asinhron hereketlendirijiniň dinamiki duruzmasynyň çagysy.

Çyzgyda wagт funksiýasynda gysga ulaşdyrylan rotorly asinhron hereketlendirijiniň dinamiki duruzmasynyň çatgysy getirilen. Duruzmanyň başlamagyndan öň, haçan-da hereketlendiriji üýtgeýän togyň çesmesine birikdirilen wagty PB wagт relisiniň katuskalarynyň ýimitleniş zynjyry KЛ kontaktory ýapyjy kontaktorlary arkaly ýapyk. PB ýapyjy kontakt ýapyk, ýöne KT kontaktoryň katuskasy açylgy duran KЛ göni çyzykly kontaktor öçürilende hereketlendirijiniň statorynyň zynjyry we ПП releniň katuskasyň zynjyry ýapylýar. KЛ açyjy kontaktor ýapylan, KT dinamiki duruzmanyň kontaktoryny ýakýar. Bu ýagdaýda T peseldiji transformatorynyň B göneldiji ýarym geçiriji köpriniň we KT ýapyk kontaktlaryň üsti bilen asinhron hereketlendirijiniň

statorynyň sarymyna hemişelik tok berilýär, onuň netijesinde hem dinamiki duruzma amala aşyrylýar. Hereketlendirijiniň duruzylmasy doly saklanma çenli dowam edýär. Duruzmanyň ahýrynda PB wagt releniň ýokary aşak düşýän we KT kontaktor öçýär. Şeýlelikde

$$t_{PB} \geq \int_0^{\omega_{gu}} \frac{dw}{M_T + M_c}$$

şert bilen anyklanýan PB releniň wagt saklanmasy tarapyndan berilen wagt funksiýasynda amala aşyrylýar. M_t we M_c deňişlilikde hereketlendirijiniň walyndaky ýüklenme bilen şertlendirilýän dinamiki duruzmanyň momenti we statiki moment. Duruzmanyň intensiwligi statoryň sarymlaryndan geçýän hemişelik tok arkaly anyklanýlýar. Statoryň togyny çäklendirmek üçin rugsat berilen baha bolup T peseldiji transformator hyzmat edýär.

§ 7.5 Sinhronly hereketlendirijilerin awtomatiki dolandyryş çatgylaryň tipli düwünleri

Sinhron dwigatelleri hemişelik tizlikde işläp mehanizimleriniň orta we ýokary kuwwatly hereketlendirijilerinde senagatda giňden ulanylýar. Bu ýagdaýda asinhron hereketlendirijiler bilen deňeşdireniňde sinhron hereketlendirijileriň birnäçe artykmaçlygy bar. Olar ýokary kuwwatda öňürtileýji $\cos\phi$ -li işlände ýokary kuwwatlylyk koeffisiýentine eýe. Kuwwatly sinhron hereketlendirijileriň peýdaly täsir koeffisiýenti 0,96-0,98 deň. Haçanda asinhron hereketlendirijilerde howa deşiginiň bozulmasy olaryň häsiýetnamasynyň bozulmagyna getirýän bolsa, onda asinhron hereketlendirijilere seredeniňde uly howa deşigi podşipnikleriň haýallanmagynda hem sinhron hereketlendirijileriň häsiýetini üýtgetmeýär. Sinhron hereketlendirijiler iýmitlendiriji çeşmäniň napriženiýasynda göni

çyzykly-baglylykda ýokary ýüklenme göterijili ukyby bilen tapawutlanýar: asinhron hereketlendirijileriň ýüklenme göterijiler ukyby naprýaženiýasynyň kwadratyna deň.

Sinhron hereketlendirijileri işe göýberijiligiň rezimleriniň talapyna we oýandyrmagy awtomatiki sazlamagyň şertlerine laýyklykda üç topara bölmek bolar:

- 1) az üýtgeýän ýüklenmeli hereketlendirijiler;
- 2) pulsirleýji ýüklenmeli;
- 3) birden üýtgeýän ýüklenmeli.

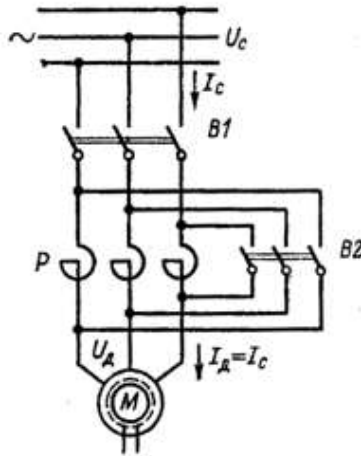
Birinji toparyň tipli mehanizimlerine nasoslar, wentilýatorlar, kompressotrly trobomaşynalar we başgalar degiçli. Bu hereketlendirijileriň kuwwatlylygy birnäçe onlukdan birnäçe müňe çenli kilowat aralykda bolýar. Bu hereketlendirijiler: Işe goýberiş momentine $k_{II} = M_{II} / M_{hom} = 0,4 \div 0,6$: giriş momentini $k_B = M_B / M_{hom} = 0,8 \div 1,2$ we ýüklenmäni göterijilik ukuklylygyny $\lambda = M_{max} / M_{hom} = 1,5 \div 2,0$ üpjün etmeli Pulsirleýji ýüklenmeli birnäçe ýüzden, birnäçe kilowat kuwwatly, ikinji topar hereketlendirijileri (yza gaýtaryjy postupatel hereketli dürli hilli mehanizimler, porşunly kompressorlar nasoslar) $K_{II} = 0,4 \div 1,0$. $K_B = 0,4 \div 0,6$. we $\lambda = 1,5 \div 2,5$ talap edýär. Birden üýtgeýän ýüklenmeli üçünji topar hereketlendirijiler üçin birnäçe ýüzden onlarça müňe çenli kilowat kuwwatly sinhron hereketlendirijiler ulanylýar (dag magdan kärhanalardaky şarly degirmenleri, nebit senagatyň burawlaýjy lebyodkalary, üznüksiz prokat ýasaýan stanlary, domna peçleriniň eredilip tagalanan lebyodkalary we başgalar) Bu göýberilişi baş amala aşyrylýan şu topar mehanizimleri üçin şular häsiýeti:) $K_{II} = 0,5 \div 1,0$. $K_B = 0,4 \div 0,5$. we $\lambda = 2,5 \div 3,5$: ýüklenmeli işe goýberilişde) $K_{II} = 1,2 \div 2,0$. $K_B = 1 \div 1,5$. we $\lambda = 2,5 \div 3,5$.

Bu topar hereketlendirijiler üçin umumy talap elektrik hereketlendirijileriň energetiki görkezijilerini gowulandyrmak

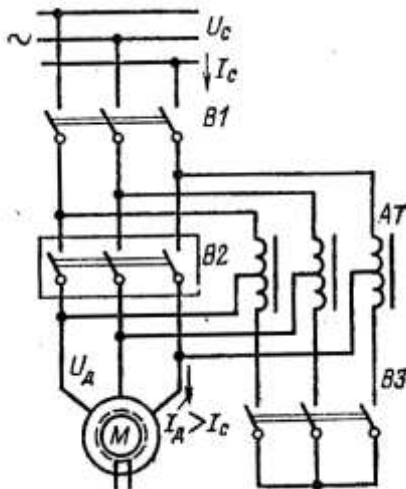
we durnuklylygyny ýokarlandyrmak üçin togy awtomatiki sazlamada oýandyrmak hokmanylygy bolup durýar.

Häzikri zaman sinhron hereketlendirijileri rotorynda hemiýelik tokdan iýmitlenýän oýandyryjy sarymdan başga-da ýörite işe goýberiji gysga ulaşdyrylan sarymy bar, onuň kömegi bilen sinhron hereketlendirijileriň işe goýberilişini asinhron goýberiliş çatgysynda amala aşyrylýar.

Sinhron hereketlendirijileri awtomatik dolandyrmak işe goýberiş sinhronlaşdyrma, sinhronsyzlaşdyrma duruzma we oýandyрма togyny awtomatiki sazlama prosesslerini göz önünde tutýar. Häzirki wagyt sinhron hereketlendirijileri işe doly ýa-da peseldilen naprýaženiýada goýberilýär. Doly naprýaženiýe ýakynlanda statory sarym öçüriji arkaly göni çeşmä goşulýar. Eger işe goýberiji togy äklendirmek hokmanlygy ýüze çyksa, onda starorly zynjyra çatylan reaktorlaryň ýa-da awtotransformatorlaryň kömegi bilen peseldilen naprýaženiýada işe goýberiliş ulanylýar. 10.20 çyzgyda getirilen çatgyda işe goýberilişiniň başynda stator P reaktor arkaly goşulýar-B1 öçüriji ýakyk, B2 bolsa – öçürilen. Hereketlendiriji işe goýberilende we onuň senhron astynda burç tizligini ýetmeginde reatorly şuntirleýär B2 öçürijiniň ýakylmagy arkaly stator doly naprýaženiýa goşulýar. İşe goýberilişniň awtomatlaşdyrylyşy wagt funksiýasynda amala aşyrylýar.



7.5.1-nji çyzgy sinhron hereketlendirijini reaktorly işe goýbermegiň çatgysy (statorly zynjyr).



7.5.2-nji çyzgy. Sinhron hereketlendirijini awtotransformatorly işe goýbermegiň çatgysy (statorly zynjyr).

Çyzgyda sinhron hereketlendirijiniň statorynyň zynjyryna awtotransformatory goşmagyn kömegi bilen işe goýberiji toguň zyňylmasyny çaklendirmeginiň çatgysy getirilen. Kommütasion gurluşlaryň ýakylş yzygiderligi şeýle. Ilki bilen B3 we B1 öçürijiler ýakylýar, ondan soň wagt saklamasy bilen B3 öçüriji öçürilýär we B2 ýakylýar. Awtotransformatoryň üsti bilen işe goşberilişi seýrek ulanmak gerek, sebäbi bu çatgy reaktorly işe goýbereliň çatgysynyň artykmaçlygy bar ýagny reaktorly işe goýberilişine seredeniňde çeşmeden ulanylýan tok az bolar, sebäbi tok naprýaženipýa ters proporsional ýagy

$$I_c / I_d = U_d / U_c$$

haçanda reaktorly işe goýberilişde $I_d = I_c$ bolanda. Çesmeden ulanylan şol bir işe goýberiliş togunda awtotransformatory çatgynyň iki ýagdaýynda hem göýberiliş togunyň peselmeginiň birinji basgançagynda proporsional bolan hereketlendirijiniň uly işe goýberiş momentni bilen üpjün ediler. Şonuň üçin işe goýberilişniň awtotransformatorylar usulyny ýokary işe goýberiliş momenti talap edilýän ýagdaýlarynda hödürlemel bolar. Togy çaklendiriji gurluşlaryň kemegi bilen hereketlendiriji işe goýberilen ýagdaýynda oýandyryjy togun işe göýberilişi sinhron astyndaky tizligiň çäginde işe goýberiş häsiýetnamasynyň berkligine we hereketlendirijini doly naprýaženiýa çatylmagyndan öň –ýeňil işe göýberiliş, ýa-da doly naprýaženiýada – agyr işe goýberiliş ýüklenme momentiniň bahasyna baglylykda amala aşyrylýar.

Ýeňil işe göýberiliş ýüklenmäniň kiçi momentlerinde boş we hereketlendirijiniň uly däl inersiýa momentlerinde ýerine ýetirilýär; ol sinhronizasiýa toguň zyňylmasynda degişlilikde has gowy bolup durýar.

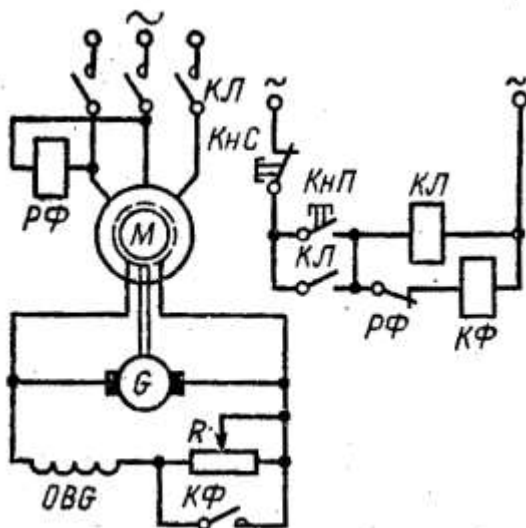
Agyr işe göýberiliş waldaky otnasitel uly ýüklenmesinde we hereketlendirijileriň inersiýasynyň az momentlerinde sinhronizasiýa wagty uly giriş momenti talap

ediljek ýerlerde (meselem, kuwwatly mahowikli kompressor gurnamalaryň, ýersnaryadlaryň işe goýberilmegi) ulanylýar.

Oýandyryjy saryma hemişelik tok parallel oýandyryjly hemişelik toguň generatoryndan ýa-da oýandyryjy hökmünde ulanylýan tiristorly özgerdijiden berilýär. Çalt aýlaýan hereketlendirijide oýandyryjy (generator) sinhron hereketlendirijiniň walynda oturdylýar, haýal aýlanýan hereketlendirijilerde gysga ulaşdyrylan rotorly aýratyn asinhron hereketlendirijilerden herekede getirilýän oýandyryjy ulanylýar.

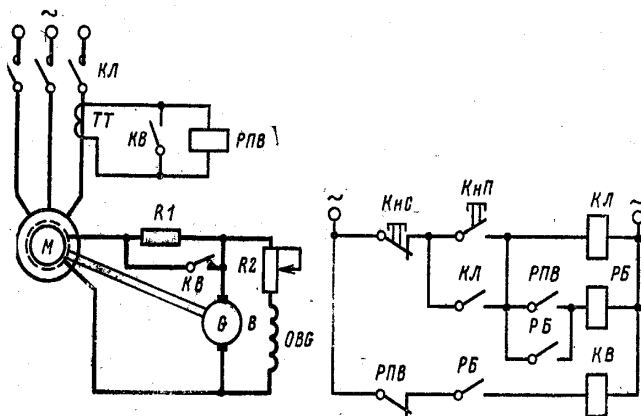
Haçanda iýmitlendiriji çeşme we hereketlendiriji rugsat berilen ýagdaýlarda göni işe goýberilişi ulanylýar- oýandyryjy hemişelik ýakylgy ýagdaýynda ($M_c < 0,4 M_{hom}$) statorly sarymy çeşmä çatylmagy ýa-da sinhron täsiri astynda burç tizligi ýagdaýynda oýandyryjyny çatmak bilen ýa-da sinhron täsiri astyndaky burç tizliginde ($M_c > 0,4 M_{hom}$ bolanda) şuntirlenýän razrýady rezistoryň üsti arkaly çatylan oýandyryjy bilen.

Sinhron hereketlendirijiniň walyna oturdylan elmydam çatylan oýandyryjly pes napriženiýaly sinhron hereketlendirijiniň göni işe goýberilişiniň ýönekeýleşdirilen prinsipial çatgysy 10.22 sur görkezilen hereketlendirijiniň işe goýberilmegi KJI göniçyzykly kontaktoryň ýakylmagyna getirýär. Oýandyryjynyň oýandyrylmagy belli bolsy ýaly käbir kritiki burç tizliginde bolup biler ondan soň oýandyryjy toguň ýakylmagynda burç tiliginiň ösmegi bilen awtomatiki bolup geçýär. Köp ýagdaýlarda kritiki burç tizligi sinhronlýnyň 0,75 töweregine deň bolýar.



7.5.3-nji çyzgy. Elmydam çatylgy oýandyryjly sinhron hereketlendirijiniň göni işi göýberilşiniň ýönekeýleşdirilen prinsipial çatgysy.

Şonuň üçin oýandyryjynyň oýandyrma zynjyryndaky rezistoryň R garşylygy oýandyrma sinhronla ýakyn burç tizliginde başlanar ýaly edilip alynýar, ol hem sinhronizasiýada statordaky toguň batly azalmagyna getirýär.



7.5.4-nji çyzgy. Razrýadly rezistoryň üsti bilen oýandyryjy çatylan ýagdaýyndaky statoryň togunyň funksiýasynda sinhron hereketlendirijiniň işe goýberilşini dolandyrmagyň çatgysy.

Çeşmäniň naprýaženiýasy aşak gaçanda hereketlendirijiniň oýandyrylmasyny güýçlendirmek üçin kontaktyny R rezistor şuntirleýän КФ kontaktor we РФ minimal naprýaženiýasynyň relisi ulanylýar. Çeşmäniň naprýaženiýasy gaýtadan dikeldilende КФ kontaktor РФ releniň ýapyjy kontakty tarapyndan öçürilýär. Işe goýberilşiniň has agyr şertlerinde oýandyrylyşy bermegi dolandyrmak statoryň tok funksiýasynda amala aşyrylýar R1 razrýadly rezistor bolsa hereketlendirijiniň oýandyryjy sarmy we oýandyryjy bilen yzygiderlikde çatylýar. Işe goýberiliş КНП düwinä basmak bilen amala aşyrylýar, КЛI kontaktor ýanýar, we hereketlendirijiniň statory çeşmä goşulýar; şol bir wagtda ППВ tokly rele ТТ toguň transformatoryndan iýmit alýar we özüniň КВ kontaktoryň katuskasynyň zynjyryndaky açyjy kontaktny açýar ýapyjy kontakty bilen bolsa РБ releni ýakýar. Bu rele özüniň kontaktlaryny ýapýar we öz-özi iýmitlenmä durýar. РБ rele ППВ rele häli ýanyp ýetişmäňkä hereketlendiriji çeşmä çatylanda КВ kontaktoryň ýakylmasynyň önümi almak (РБ – niň işläp ýetişme wagtynyň hasabyn) üçin niýetlenen. Asinhron

işe goýberide sinhron astyndaky burç tizlikde statoryň togy birden kemelýär, we kontaklary PPIB releniň katuşkasyny we razrýadly rezistory şuntirleýän KB kontaktoryň katuşkasyny ýakyp PPIB rele öz kontaktoryny ýapýar. Hereketlendiriji sinhronizme girende statoryň togunyň zyňylmasynda PPIB releniň işlemeginiň öňüni almak üçin ahyrky ýagdaý hökmandyr.

Edebiýat

1. Türkmenistanyň Konstitusiyasy. Aşgabat, 2008.
2. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşin täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. I tom. Aşgabat, 2008.
3. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşin täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. II tom. Aşgabat, 2009.
4. Gurbanguly Berdimuhamedow. Garaşsyzlyga guwanmak, Watany, Halky söýmek bagtdyr. Aşgabat, 2007.
5. Gurbanguly Berdimuhamedow. Türkmenistan – sagdynlygyň we ruhubelentligiň ýurdy. Aşgabat, 2007.
6. Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň Ministrler Kabinetiniň göçme mejlisinde sözlän sözi. (2009-njy ýylyň 12-nji iýuny). Aşgabat, 2009.
7. Türkmenistanyň Prezidentiniň «Obalaryň, şäherleriň, etrapdaky şäherçeleriň we etrap merkezleriniň ilatynyň durmuş-ýaşaýyş şertlerini özgertmek boýunça 2020-nji ýyla çenli döwür üçin» Milli maksatnamasy. Aşgabat, 2007.
8. «Türkmenistany ykdysady, syýasy we medeni taýdan ösdürmegiň 2020-nji ýyla çenli döwür üçin Baş ugry» Milli maksatnamasy. «Türkmenistan» gazetiniň, 2003-nji ýylyň, 27-nji awgusty.
9. «Türkmenistanyň nebitgaz senagatyny ösdürmegiň 2030-njy ýyla çenli döwür üçin Maksatnamasy». Aşgabat, 2006.
10. Nazarow P.A. Elektrik üpjünçilik sistemalarynda rele goragy, awtomatika we telemehanika. Aşgabat, TPI, 2001.
11. Александров А.М. Обзор руководящих материалов по релейной защите. РАО, ЕЭС России за 1990-1999.

12. Андреев В.А. Релейная защита, автоматика и телемеханика в системах электроснабжения. Энергия, 1991.
13. Оборудование для реконструкции и модернизации РЗА распределительных сетей. Компании Энергомашивин. Каталог продукции, Киев, 2002.
14. Забегалов В.А. и др. Автоматизированные системы диспетчерского управления в энергосистемах. М., Энергоатомиздат, 1984.
15. Назаров П.А., Союнов К. Расчет дифференциальных защит силовых трансформаторов и автотрансформаторов. Ашгабат, 1979.
16. Релейная защита и автоматика. Краткий номенклатурный каталог продукции выпускаемой и поставляемой компанией Энергомашивин, 2004.
17. Цифровые устройства релейной защиты автоматики и управления для станции и подстанции от дилера ALSTOM & G. Номенклатурный каталог. Киев, 2002.

Mazmuny

	Sözbaşy	7
	Giriş	9
	BIRINJI BAP TOKLY GORAGLAR	11
§ 1.1	Tok goragynyň esasy serişdeleri	11
§ 1.2	Tok goragynyň 1-nji basgançagy-wagt saklaýyşsyz tok goragy	14
§ 1.3	Tok goragynyň 2-nji basgançagy wagt saklaýyşly tok goragy	19
	IKINJI BAP GÖNÜKDIRILEN TOK GORAGLAR	28
§ 2.1	Ugrykdyrylan tok goragyň we ugrykdyrylan tok goragyň nul yzygiderliginiň esasy organlary, işleýiş prinsipi we olaryň parametrlerini saýlamak	28
§ 2.2.	Kuwwatyugrykdyjy releniň işe goşulýş shemasy	35
	ÜÇÜNJI BAP ÝER BILEN GYSGA UTGAŞMA GORAGLARY	40
§3.1	Izorilneden ýa-da dugalaýyn öçüriji reaktorlary bilen ýere utgaşma garşy goraglar. Izorilneden neýtrally şertlerde ýere birfazaly utgaşmanyň ornaşdyrylan režimi.	40
§ 3.2	Ornaşdyrylan režimiň nul režim yzygiderlikli toklara we napraženiýalara reagirleýän ýere utgaşma garşy goraglar	45
§ 3.3	Ornaşdyrylan toklara we naprýażeniýelere reagirleýän, nul yzygiderligiň ugrukdyrylan goragy	48
	DÖRDÜNJI BAP ARALYKDAN GORAGLAR	52
§ 4.1	Distansion (belli bir aralykdan) gorag	52

§ 4.2	Distansion organlaryň giriş täsir ediji ululyklaryň giriş täsir ediji ululyklaryny saýlamak	55
§ 4.3	Distansion goragyň shemalary	58
	BÄŞINJI BAP DIFFERENSIAL TOK GORAGLARY	62
§ 5.1	Diffirensial goraglaryň görnüşleri we olaryň wezipeleri	62
§ 5.2	Sirkulirleýji tokly differensial goragyň balans däl togy we işe goşylyş togy	64
§ 5.3	Differensial goragyň duýgurlylygyny artdyrmagyň usullary	67
	ALTYNJY BAP AWTOMATLAŞDYRMA	71
§ 6.1	Awtomatika barada umumy maglumatlar	71
§ 6.2	Awtomatizasiýalaşdyrmagyň esaslary. Awtomatik dolandyryş sistemalar	73
§ 6.3	Awtomatiki sazlaýjylaryň görnüşleri	75
§ 6.4	Awtomatiki dolandyryş we sazlaýyş ulgamynyň bölünişi. Üznüksiz, diskret, göniçyzykly, göniçyzykly däl dolandyryş ulgamlary	80
§ 6.5	Dolandyryşyň awtomatiki sistemasy	85
§ 6.6	Awtomatiki sazlamak teoriýasynyň elementleri	96
§ 6.7	Awtomatik sazlanýş sistemalaryň elementleriniň statiki we dinamiki häsiýetnamalary	98
§ 6.8	Awtomatiki sazlaýjy sistemalaryň tipli bölekleri	102
§ 6.9	Awtomatik sazlanýş sistemasynyň durnuklylygy	105
§ 6.10.	Awtomayiki dolandyryşyň arasy açyk ulgamlary Awtomatiki dolandyryş çatgylarynyň elementleriň şekillendirlişi we	

	bellenişi	110
§ 6.11	Arasy açyk releli–kontaktly ulgamlarynda elektroherket-lendirijiniň işe goýberilişini awtomatiki dolandyrmaklygyň esaslary	114
	ÝEDINJI BAP HEMIŞELIK TOGYŇ AWATOMATIKASY	117
§ 7.1	Hemişelik tokly hereketlendirijileriň çeşmeden iýmitlenende işe goýbermesini releli-kontaktly dolandyryşynyň tipli düwüni	117
§ 7.2	Tok funksiýasynda dolandyryş	121
§ 7.3	Çeşmeden iýmitlenen ýagdaýynda hemişlik tokly hereketlendirijileri duruzmagyň dolandyryş çatgysynyň tipli düwünleri	127
§ 7.4	Çeşmeden iýmitlerinde asinhron hereketlendirijileriň duruzylmasynyň we işe goýberilişi awtomatiki dolandyryjy çatgylaryň tipli düwünleri	138
§ 7.5	Sinhronly hereketlendirijilerin awtomatiki dolandyryş çatgylaryň tipli düwünleri	144
	Edebiýat	153