

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

გიორგი ჭყონია

ძალური ტრანსფორმატორების დიაგნოსტიკის თანამედროვე
მეთოდები და საშუალებები

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად
წარდგენილი დისერტაციის

ავტორეფერატი

თბილისი

2012 წელი

დანართი 2.

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტის
ელექტროენერგეტიკის, ელექტრონიკისა და ელექტრომექანიკის
დეპარტამენტის
ელექტროენერჯის წარმოებისა და გადაცემის მიმართულებაზე

სამეცნიერო ხელმძღვანელი: სრული პროფესორი თ.მუსელიანი

რეცენზენტები: -----

დაცვა შედგება ----- წლის ”-----” -----, ----- საათზე
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ენერგეტიკისა და
ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოს
სხდომაზე, კორპუსი -----, აუდიტორია -----
მისამართი: 0175, თბილისი, კოსტავას 77.

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ს
ბიბლიოთეკაში, ხოლო ავტორეფერატის - ფაკულტეტის ვებ-გვერდზე

სადისერტაციო საბჭოს მდივანი -----

სამუშაოს ზოგადი დავალიანება

სამუშაოს აქტუალ ობიექტი. უკანასკნელი ათწლეულები ხასიათდება ელექტროენერჯის და ელექტროტექნიკის ტექნიკური განვითარების ინვესტიციების დაბალი დონით. ამდროინდელი წარმოების ვარდნა მოგვიყვანა გაცვითი ელექტროენერჯის რაოდენობის მკვეთრ ზრდასთან. ელექტრომობილების მუშაობისას ხანგრძლივობაში გადააწარმოდა 40 წელს და მათმა 80% -მა გამოიმუშავეს ფიზიკური რესურსი. შეინახა ტექნოლოგიური დარღვევისა და ავარიების რაოდენობის ზრდის მყარი ტენდენცია, რომელთა უმეტესობა მოდიფიციციის ახლებული მობილების, პირველ რიგში ზაღვან ტრანსფორმირების ავტოტრანსფორმირებისა და რეაქტორების.

ზაღვი ტრანსფორმირების წარმოადგენს ნებისმიერი ელექტროენერჯის უფრო ზირადრების ელემენტის განახლებას საერთო და სპეციალური დანიშნულების ზაღვი ტრანსფორმირების. საერთო დანიშნულების ზაღვი ტრანსფორმირების გამოყენება ისეთი ელექტროენერჯის და მომხმარებლების კვებისათვის, რომლებიც არ ხასიათდებიან მუშაობის განსაკუთრებული პირობებით, დავირთვით ხასიათითა და მუშაობის რეჟიმებით. სპეციალური დანიშნულების ზაღვი ტრანსფორმირების გამოყენება ისეთი ელექტროენერჯის და მომხმარებლების კვებისათვის რომლებიც ხასიათდებიან მუშაობის განსაკუთრებული პირობებით, დავირთვით ხასიათითა და მუშაობის რეჟიმებით. ასეთი ელექტროენერჯის და მომხმარებლების რიცხვს მიეკუთვნებიან მიწისქვეშა მარარო და სახლის ელექტროენერჯის და დანადგარები, გამართული მობილების. ელექტროენერჯის რუმელები და სხვა.

ტრანსფორმირების უმეტესობა მრავალი წლის განმავლობაში მუშაობს სხვადასხვა კლიმატურ პირობებში და განიცდის ელექტრომაგნიტური და მექანიკური ბუნების სინაგად და გარეგან ზემოქმედებას. ამიტომ ტრანსფორმირების ექსპლუატაციის დროს გამოიხსნება არ არის არიზრას სხვადასხვა სახის დეფექტები, რომლებიც სხვადასხვა ხარისხით აისახება მათ მუშაობაზე. ერთი სახის დეფექტებით ტრანსფორმირების

SeiZl eba xangrZl ivad darĉes muSaobaSi, xol o sxva saxis defeqtebiT saWiroa maTi dauyonebl iv muSaobidan gamoyvana. TiToeul SemTxvevaSi muSaobis Semdgomi gagrZel ebis SesaZl ebl oba ganisazRvreba dazianeblis xasiaTiT. Ppersonal is araoperatiul obisa da umniSvnel o defeqteblis gamosworeblisaTvis zomeblis udroo miRebas miyvararT transformatoreblis avariul gamorTvamde.

dReisaTvis saqarTvel os el momarageblis sistemaSi Zal uri transformatoreblis mniSvnel ovanma nawil ma amowura Tavisi muSaobis resursi. Qqveynis ekonomiuri situacia, agreTve transformatoreblis saerto raodenobis didi ricxvi ar iZl eva uaxl oes xanSi maTi Sevl is saSual ebas. Amitom transformatoreblis eqspl uataciis saimedobis SesanarCunebl ad mniSvnel ovan rol i ekisreba maT diagnostikur kontrol s.

msofli o gamocdil eba gviCvenebs, rom mZl avri transformatoreblis SemTxveviTi avariit miyenebul i ekonomiuri zarali, romelic dakavSirebul ia mxol od Zabvis Sewyvetis gamo samrewvel o sawarmoebis gaCerebasTan milionobiT dol arebiT. ukve ar vl aparakobT im udides danaxarj ebze, romelic saWiroa am ZviradRirebul i mowyobil obis muSaunarianobis aRsadgenad. amitom transformatoreblis drouli diagnostika metad aqtual uri Tema.

sazRvargareT Catarebul ma statistikurma gamokvl ebebma aCvena, rom Zal uri transformatoris mtyuneblis albaToba wel iwadSi Seadgens 0,0062. sxva sityvebiT rom vTqvaT, es niSnavs, rom 160 zetiani transformatoris mqone energosistemaSi ukidures SemTxvevaSi SesaZl ebel ia erTi avaria wel iwadSi. meore mxriv, Tanamedrove el eqtroenergetikis damaxasiaTebel i tendenciaa Ziritadi Zal uri mowyobil obebis cveTis xarixis zrda da arasakmarisi ganaxl ebis tempeblis dazianeblis mizezeblis dakavSirebul ia eqspl uataciis cud pirobebTan, uxarixo remontsa da montaJTan. mniSvnel ovan rol s TamaSobs transformatoris

konstrukciis cal keul i el ementebis farul i defeqtebi da arasakmarisi xarisxis saizol acio masal ebi.

Eenergetikul bazasa da el eqtroenergiis uwyvet moTxovnas Soris mdgomareobis obieqturi winaaRmdegoba Tavis asaxvas poul obs am probl emis gadasawyvetad samecniero-teqnikuri gzebis Ziebis intensifikaciaSi. ganviTarebis adreul stadiaSi el eqtromowyobil obebis muSaobaSi defeqtebis gamovl ena, avariul i situaciebis aRZvramde maTi likvidaciisaTvis droul i gadawyvetil ebis miReba, Seamcirebs da ara marto Tavidan agvacil ebs mniSvnel ovan zaral s, aramed Seamcirebs gacdenebsa da remontis xarj ebs, gaaxangrZl ivebs misi muSaobis vadas. el eqtromowyobil obis racional uri, usafrTxo da efeqturi eqspl uataciisaTvis da remontze gadayvanisaTvis diagnostikis arsebul i sistemebi unda Seivsos mTel i rigi special uri meTodebiTa da teqnologiiebiT, romel Tac gaaCniaT unari muSa reJimSi awarmoon konkretul i el eqtromowyobil obis mimdinare mdgomareobis statistika.

amJamad Zal uri transformatorebisa da avtotransformatorebis saeqspl uatacio maxasiaTebli ebis gansazRvrisa da sistemebis defeqtebis ganviTarebis donis mdgomareobis SefasebisaTvis, sul ufro farTod mimarTaven kompl eqsur diagnostikur gamokvl evas. aseTi gamokvl evebi saSual ebas gvaZl even ara marto gamovavl inoT ganviTarebadi defeqtebi, SevafasoT maTi saSiSroebis done, aramed davasabuToT kapital uri remontis saWiroeba, mocul oba da vadebi. teqnikuri mdgomareobis arsebul i meTodebi da saSual ebebi mowyobil obis kompl eqsuri gamokvl evebis dros iZl evian defeqtebis umravl esobis SemCnevis saSual ebas. magram kompl eqsuri gamokvl evebi maTi didi Sromatevadobisa da Rirebul ebis gamo srul deba mxol od strategiul el eqtromowyobil obebze remontze gadayvanis dros da bunebrivia ver uzrunvel yofs ganviTarebadi defeqtebis droul SemCnevas.

principul probl emas waroadgens koncepciis Teoriul i uzrunvel yofis arsebiTi CamorCena diagnostikis Tanamedrove saSual ebebi da informaciul i teqno logiebis miRwevebis real uri SesaZl ebl obebisagan.

ukanasknel i ori aTwl eul is ganmavl obaSi msofli o masStabiT ganuwvetl iv muSavdeba da praqtikaSi inergeba qvesadgurebisa da transformatorebis diagnostikuri meTodebi da xel sawyoebi, roml ebic damzadebul ia Tanamedrove mikroel eqtro- nikis bazaze. maT safuZvel ze gamoCnda Tanamedrove vibrodia- gnostikis, Tbovistorul i kontrol is, zeTis qromatografiul i anal izis, oscil ografebisa da registratorebis mraval i saxesxvaobebi, roml ebic advil ad uRI debian personal ur kompi uterebTan.

amasTanave diagnostikis Tanamedrove meTodebi da teqnikiuri saSual ebebi energosistemebSi saSual ebas ar izl evian ZviradRire- bul i el eqtromomowyobil obis gaxsnis gareSe gamovl enil i iqnas cal keul i el ementebis muSaobis rejimebi. amastan dakavSirebiT iwel eba el etromowyobil obis remontSi gadayvanis dro, ixarj eba operatiul oba da izrdeba avariul i rejimebis gazrdis al baToba.

teqnikiurad dasabuTebul i diagnozis dasma SesaZl ebel ia mxol od srul yofil i informaciis pirobemis statistikuri monacemebis Sekrebis, gare daTval ierebisa da special uri xel sawyoebis saSual ebiT Catarebul i eqsperimentul i gamokvl evebis Sedegad.

amitom udaod aqtual uri xdeba kontrol is iseTi axal i meTodebis damuSaveba, roml ebiTac transformatoris gaxsnis gareSe moxdeba misTvis damaxasiaTebel i sxvadasxva parametrisa da monacemis gazomva, defeqtebis aRmoCena da SesaZl o avariebis prognozi rebis mizni T damuSavdeba miRebul i Sedegebi,

სამუშაოს მიზანია ზღვი ტრანსფორმირის ისეტი მონიტორინგისა და დიაგნოსტიკური საშუალებების დამუშავება, რომელიც მუშაობის უწყვეტ უზრუნველყოფის განვითარებაში დეფექტების აღმოჩენას.

ზირითადი ამოცანები:

1. საკარტულ და სახელმწიფო ელექტროსისტემების 110-500 კვ მუშაობის უწყვეტობის, რისა და დაცვის უზრუნველყოფის მიზნების განხორციელების მიზნების, უწყვეტობისა და დეფექტების მდგომარეობის დადგენა;

2. ზღვი ტრანსფორმირის დიაგნოსტიკის სტრუქტურული სემიონების დამუშავება;

3. ზღვი ტრანსფორმირების მიმდინარე ფიზიკური პროცესების შესაბამისი მათემატიკური მოდელების დამუშავება.

4. კონტროლის ისეტი ახალი მეთოდების დამუშავება, რომლებიც ტრანსფორმირის გახსნის გარეშე უწყვეტად მოხდება მისთვის დამახასიათებელი ინდიკატორების პარამეტრების მონიტორინგის და მისი ცვლილების საფუძველზე სწრაფ მოქმედებასთან კავშირით დაზიანების ტრანსფორმირის აღმოჩენა.

5. ზღვი ტრანსფორმირების მონიტორინგის დაცვის ტექნოლოგიების მიკროპროცესორული ტექნიკის გამოყენების შესახებ რეკომენდაციის გაცემა.

კვლევის ობიექტებს უზრუნველყოფის ენერგო-პროექტების განხორციელების უწყვეტობისა და უწყვეტობის ტრანსფორმირების სარემონტო გარეშე.

კვლევის მეთოდები. სადისერტაციო სამუშაოს შესრულების გამოყენების იკნა ტეორიული და ემპირიული სემეცნიერული მეთოდები. ტეორიული დონეზე ეს მეთოდები ელექტრული უწყვეტობისა და გაზომვის ტეორია. ემპირიული დონეზე გამოყენების იკნა ფიზიკური და მათემატიკური მოდელების მეთოდები.

სამეცნიერო სიახლე.

1. Sedgenil i iqna Zal uri transformatorebis diagnostikis struqturul i sqema, romel ic Sedgeba: parametrebis gardaqmnisa da anal izis, teqnikuri mdgomareobis, dinamiuri maxasiaTebl ebisa da ganviTarebadi defeqtebisa da narCeni resursebis model ebis bl okebisagan;

2.damuSavebul i iqna Zal ur transformatorebSi mimdinare fizikuri procesebis Sesabamisi maTematikuri model i uqmi svl isa da datvirTvis reJimSi;

3. Zal uri transformatorebis parametrebis kontrol is sainformacio - sazomi sistemis safuZvel ze damuSavebul i iqna kompiuterul i programa transformatoris gragnil ebis induqciuri winaRobis kontrol iT dazianebis gansazRvrisaTvis, romel sac SeuZl ia imuSaos swrafmoqmed dacvasTan kavSirSi.

praqtikul i Rirebul eba.

1. warmodgenil i meTodika saSual ebas iZl eva operatiul ad gansazRvroT muSa Zabvis qveS Zal uri transformatorebis mimdinare mdgomareoba, rac Tavidan agvacil ebs avariul situaciებსა Sesabamisad, did ekonomur zaral s.

2. Zal ur transformatorebSi mimdinare fizikuri procesebis Sesabamis, daxvevil maTematikuri model s didi mniSvel oba aqvs transformatoris optimal uri el eqtrul i da magnituri parametrebis dadgenis saqmeSi, rac saSual ebas mogvcems damzaddes Semcirebul i masal atevadobis Zal uri transformorebi.

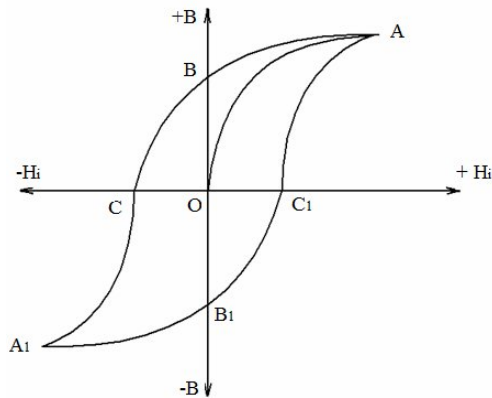
samuSaos aprobacia sadisertacio samuSaoebis Sedegebi gamoqveynebul i iqna sam samecniero statiaSi. ZiriTadi Sedegebi moxsenebul i iqna stu-s studentTa Ria 79-e saerTaSoriso samecniero konferencias (2011 wel i);

Ddisertaciis struqtura da mocul oba. Ddisertacia Sedgeba Sesaval isa da oTxi Tavisagan, roml ebic gadmocemul ia 115 gverdze. Seicavs 9 naxazs, 23 cxril ss da 96DAdasaxel ebis l iteraturas.

simZI avreze gaangariSebiT Semcir da daaxl oebiT 10-j er, xol o margi qmedebis koeficientma gadaaWarba 99 %-s.

ideal uri transformatoris parametrebi mniSvnel ovnad damokidebul ia gul aras Tvisеbebeze, saxel dobr, am dargSi iqna miRweul i yvel aze didi progresi. Ggul aras dasamzadebel i masal is mniSvnel ovani Tvisеbaa magnituri SeRwevadoba, magnituri gaJRenTva, el eqtrul i winaRoba da danakargebi histerezisze. Mmagnituri SeRwevadoba SeiZI eba warmovidginoT rogorc magnitur vel Si moTavsebul i masal aSi warmoqmnil i magnituri Zal xazebis raodenoba. Mmagnituri gaJRenTva es aris magnituri masal is mdgomareoba, roml is drosac misi damagniteba aRwevs zRvrul mniSvnel obas. Ees ori Tvisеba gansazRvravs gul aras Zal ur maxasiaTebI ebs. Ggul aras masal as el eqtrul i winaRoba mniSvnel ovania imdenad, ramdenadac is saSual ebas iZI eva Semcir des grigal uri denebiT gamowveul i danakargebi.

transformatorebis gul arebis srul yofis mTel i istoriis manZil ze Catarebul i sainJinro kvI evebis ZiriTadi miznebi iyo magnituri SeRwevadobis, gaJRenTvis wertil isa da el eqtrul i winaRobis amaRI eba da histerezisze danakargebis Semcireba. Aam gamokvl evebSi mniSvnel ovan rol s TamaSobs mrudi (nax.1), romel ic grafikul ad aRwers damokidebul ebas dasamagnitebel i masal is iseT Tvisеbebs Soris rogoricaa magnituri SeRwevadoba, magnituri gaJRenTva da histerezisi.



nax.1.

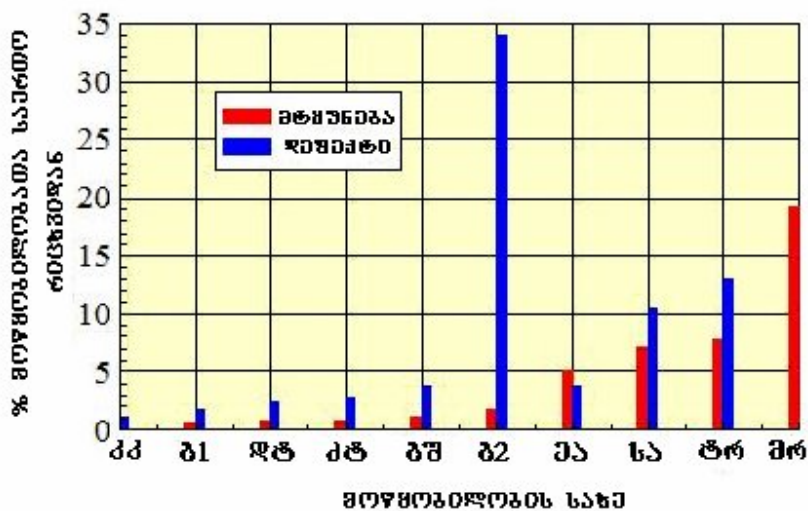
ეს მრუდი წარმოადგენს მაგნიტური ველის ინდუქციასა და დაზაბულ ობას სორის დამოკიდებულების გრაფიკს. ცვლადი დენის ტიტოეული ციკლის დამახასიათებელ მრუდს აკვს S ასოს ფორმა სევიწროებადი ბოლოები T . მისი დახრის კუთხე სეესაბამება მაგნიტური სეწვეადობის სიდიდეს; ის უმაღლესი ვერტიკალი (A) რომელიც მრუდი სწორდება სეესაბამება გაქრენთვის ვერტიკალს, ხოლო $ABCA_1B_1C_1A$ მრუდით სემოზარწრული წარმოები სეესაბამება ხოსტერეზისს.

ტრანსფორმირის ტიპური დაზიანებები ითვლება იზოლაციის, მაგნეტოგამტარების, გადამრთვლის მოწყობის ობების, განსტობების, ზეწვებების და წაფურის სემყვანების დაზიანებები.

უმეტეს შემთხვევებში დაზიანება უეცრად არ ხდება, არამედ რაიმე არახელსაყრელი ფაქტორის ხანგრძლივი ზემოქმედებით. წარმოქმნილი დეფექტის დროული გამოვლენა სასუალეობს იქნება მიწვეული იქნეს ზომები მისი სემდგომი განვითარების აარსაკვეთად და ტრანსფორმირის მუსაუნარიანობის სესანარწუნებლად.

ნაწრომის მეორე ტავი ეწვეწვება მმარალი დაზიანების ელექტრომოწყობის ობების დიაგნოსტიკის სისტემის მეთოდოლოგიას. ელექტრომოწყობის ობების ტექნიკური მდგომარეობის კონტროლი, მათი უსესიწვობების გამოვლენა, არმოწმება და საექსპლუატაციო რესურსების უზრუნველყოფა მიწვევს მოწყობის დიაგნოსტიკის ეფექტური მეთოდებისა და სასუალეობების გამოყენებას.

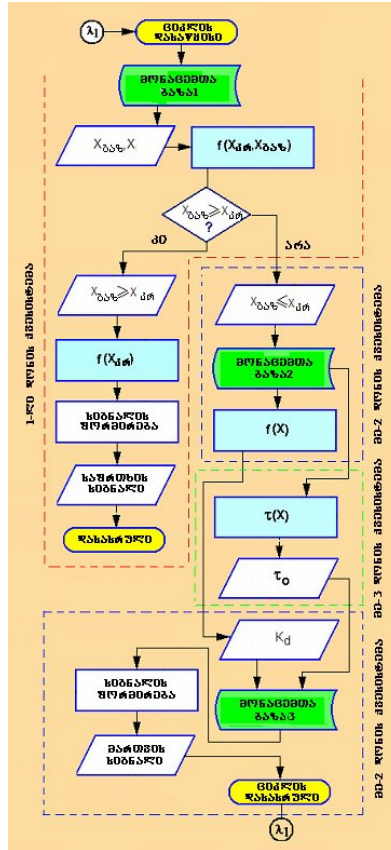
nax.2-ze mocemul ia saqarTvel os saxel mwifo el eqtrosis-temaSi 110-500 kv mowyobil obebis saxeobebis mixedviT mtyunebebis, uwesivrobisa da defeqtebis gamovl enis jamuri ganawil eba qvesadgurebSi, Ria da daxurul gamanawil ebel mowyobil obebSi. aq warmodgenil ia sami wl is ganmavl obaSi daaxl oebiT 1500 erTeul i mowyobil obis eqspl uataciis Sedegebi. rogorc aq warmodgenil i diagrazebidan Cans, gamovl enil i defeqtebis raodenoba ZiriTadad aRemateba mtyunebaTa ricxvs. gamoyenebul i rom ar yofil iyo mowyobil obis diagnostireba, maSin mosal odnel i iyo mtyunebaTa ricxvis kidev 10-20 % -iT gazrda.



nax.2.1. mtyunebaTa da gamovl enil i defeqtebis ganawil eba mowyobil obaTa saxeobebis mixedviT: kk- kavSiris kondensatori; g1 – gamTiSebi; dt, Zt – denisa da Zabvis transformatorebi; gS- gadaZabvebis SemzRudvel i; g2- ganmuxtvel ebi; ea, sa – el gazuri da sahaero amomrTvel ebi; tr- Zal ovani transformatorebi; mr - maSuntirebel i reaqtorebi.

warmodgenil i ganawil ebis anal izidan gamomdinare Sesazl ebel ia avRniSnoT, rom mowyobil obis izol aciis kl asis zrdasTan erTad arsebobs mtyunebaTa zrdis tendencia.

გამოვლილი უფრო მეტი და დეტალური დიდი ნაწილი პირველი რიგში მიეკუთვნება ექსპლუატაციის სეზონის ახალი ტიპის მოწყობისთვის, რაც გამოწვეულია მათი დამზადების ხარისხით.



ნახ.3

დიაგნოსტიკის სისტემის სტრუქტურული სქემა მრავალ დონიანი და ურთოდგენდებამის დონის კვების სისტემების [ნახ.3]:

პირველი დონის კვების სისტემა უზრუნველყოფს:

- ინფორმაციის პარამეტრების სენსორების;
- დიაგნოსტიკური პარამეტრების გაზომვას;
- გაზომვით დიაგნოსტიკური პარამეტრების დამუშავებას, მათი ნორმალიზაციას და დამუშავების შედეგების მონაცემთა ბაზაში შენახვას.
- გაზომვით პარამეტრების მნიშვნელობების ნორმირებას მნიშვნელობების შესაბამისობის გასაზრვრებას და ობიექტის ტექნიკური

mdgomareobis normatiul - teqnikuri dokumentaciis moTxovnebTan Sesabamisobaze daskvnis Fformirebas;

- gazomil i parametrebis mniSvnel obebis normirebul mniSvnel obebze gadaWarbebis SemTxvevaSi obieqtis eqpl uataciis safrTxis Sesaxeb signal is formireba;
- gadamwodebis mgrZnobiarobis cvl il ebis, gazomvisa da sinqronizaciis xangrZl ivobisa da periodul obis Sesaxeb brZanebis signal is miReba.

meore donis qvesistema uzrunvel yofs:

- ganviTarebadi defeqtebis saxeobisa da adgil is gansazRvras;
- warmoebul i da dinamiuri diagnostikuri maxasiaTebel ebis gaangariSebas;
- retrospeqtul i diagnostikuri parametrebis gansazRvras;
- ganviTarebadi defeqtebis safrTxis xarisxis gansaRvras;
- pirvel i donis qvesistemidan miRebul i brZanebis mixedvit muSao-bis al goriTmis cvl il ebas;
- gaangariSebisa da anal izis Sedegebis monacemTa bazaSi gadacemas;
- obieqtis gacivebis sistemis muSao-bis reJimis cvl il ebis Sesaxeb signal is formireba.

mesame donis qvesistema uzrunvel yofs obieqtis narCeni resursis Sefasebas.

teqnikuri diagnostikis ZiriTadi amocanebidan gamomdinare, pirvel adi aqtiT gansazRvrul i unda iyos teqnikuri mdgomareobis saxe. uwesivrobisa da defeqtis faqtis dadgenis Semdeg moZiebul i unda iyos daziane-bis adgil i, saxe, misgan gamowveul i safrTxe da gansazRvrul i unda iqnes uwesivrobis mizezi.

gasazomi diagnostikuri parametrebis raodenoba damoki-debul ia mowyobil obis saxeobaze da diagnostirebis meTodebis ganviTarebis xarisxze. ase magal iTad, gasazomi diagnostikuri parametrebis ricxvi Zal ovan transformatorebsa da maSuntirebel reaqtorebSi aRwevs 38; zeTian amomrTvel ebSi - 29; el gazur

amomrTvel ebSi – 25; gadaZabvebis SemzRudvel ebsa da gamTiSebSi – 10; ganmamxol oebI ebSi (amZraviT) – 14; zeTiT Sevsebul sazom transformatorebsa da kavSiris kondensatorebSi – 9.

mowyobil obis diagnostirebis dros defeqtis warmoqmni sas mimdinare movl enaTa urTierTqmedebis codna mniSvnel ovani pirobaa sistemisa da mTI ianad obieqtis teqniki mdgomareobis model ebis Sesaqmnel ad movl enaTa I ogikuri jaWvis gansazRvrisaTvis. maSasadame, sakontrol o obieqtis parametrebis gazomvis Sedegebis anal izisas movl enaTa sqemis ageba warmoadgens diagnostikis meTodikis Semadgenel nawil s.

diagnostirebis al goriTmis ZiriTad nawil s warmoadgens model i. model i Sedgeba mTel i rigi nawil ebisagan (bl okebisagan), romel Tac erTmaneTTan gaaCniaT funqcional uri kavSirebi. rogorc wesi aseTi nawil ebi erTmaneTisagan izol irebul ad ar ganixil ebian. maTi jamuri wvl ili mTI ianad model is funqcionirebaSi ganpirobebul ia nawil ebs Soris urTierTqmedebiT. mowyobil obis diagnostirebisas mniSvnel vania vicodeT movl enaTa Tanmimdevroba, romel Tac SeuZliaT migviyvanon detal ebisa da kvanZebis mtyunebamde. am dros mxedvel obaSi miReba is fizikuri procesebi, roml ebic gansazRvaven masal ebisa da konstruqciis degradacias. mizanSewonilia Taviseburi e.w. `mtyunebaTa xis` an `movl enaTa xis` ageba, romel ic warmoadgens im pirobaTa aRZvris Tanmimdevrobas, romel sac mihyavs mTI ianad obieqti an misi sistema mtyunebamde. maSasadame, model ebSi maTematikurad aRiwereba obieqtSi mimdinare fizikuri procesebi.

teqniki mdgomareobis model i warmoadgens diagnostikis sistemis pirveli donis qvesistemis ZiriTad el ements. es aris mTI ianad obieqtis, obieqtis sistemis an kvanZebis teqniki mdgomareobis model i da pasuxobs kiTxvaze: aris Tui ara defeqti?, anugvaqvs Tu ara gazomili diagnostikuri parametrebis iseTi mniSvnerI obebi, roml ebic aRematebian normirebul mniSvnel obebs.

teqnikuri mdgomareobis model Si aris ramdenime model i, roml ebic miekuTvnebian obieqtis sistemebis, magal iTad, el eqtrosaizol acio da gacivebis sistemebi da sxva.

diagnostikis sistemis mniSvnel ovani el ementia defeqtebis ganviTarebis xasiaTis gansazRvra dawyebul i maTi warmoqmnis stadiidan am defeqtebis aRmweri diagnostikuri parametrebis normirebul i mniSvnel obebis miRwevamde. ganviTarebadi defeqtebis model i anu defeqtebis safrTxis xarixis defeqti $f(X, \tau)$ warmoadgens defeqtebis safrTxis donis K_d funqcias, romel ic Tavix mxriv gansazRvrebata statikuri $X_{cr} = X_i / X_{kr.i}$ da dinamiuri $X_{dini} = dX_i / dt$ an $X_{dini} = (X_{i2} - X_{i1}) / \Delta t$. safrTxis done K_d gansazRvrebata X_{st} da X_{dini} parametrebis maqsimal uri mniSvnel obebiT.

narCeni resursis Sefasebisatvis gamoiyeneba maTematikur - statistikuri metodebi. maRal i Zabvis mowyobil obis mtyunebata simkvrivis ganawil ebis eqsperimentuli monacemebis ganxilvam givcensa, rom maRal i Zabvis mowyobil obebis mtyunebata droiTi ganawil ebis funqciebs ar gaaCniaT statistikuri mdgradoba da erTgvarovneba. mtyunebata funqciebi ar warmoadgenen movl enata erTobl iobis anarekl s da maT gamoyenebas miyvavart narCeni resursis gansazRvris dabal saimedobamde. am SemTxvvaSi iyeneben albaTur - statistikur model ebs

naSromis mesame Tavi eZRVneba Zaluri transformatorebis maTematikur model ebs. maTematikuri model ireba warmoadgens adamiანis mier gare samyaros movl enebis Secnobis erT-erT ZiriTad instruments. igi aris realuri obieqtis, procesis an sistemis Seswavis saSual eba maTi maTematikuri model iT Secvl is gziT, romel ic ufro mosaxerxebelia gamomTvl eli manqanis gamoyenebiT eqsperimentuli kvl ebebis Catarebisas. maTematikuri model irebis qveS igul isxmeba Sesaswavi movl enis ZiriTadi kanonzomierebani

da kavSirebi. es SeiZl eba iyos formul ebi an gantol ebebi, wesebis an SeTanxmebebis krebul i gamosaxul i maTematikuri formiT.

maTematikuri model irebis farTo gamoyeneba saSual ebas iZl eva aiwios Teoriul i gamokvl evebis saerTo done, Catardes isini eqsperimental ur gamokvl evebTan mWidro kavSirSi. maTematikuri model ireba SeiZl eba ganixil ebodes rogorc Semecnebis, konstruirebis, proeqti-rebis axal i meTodi, romel ic Tavis TavSi Seicavs, rogorc Teoriis aseve eqsperimentis dadebiT mxareebs.

el eqtrodanadgarebis maTematikuri model ebis Seqmna da Seswavl a iZl eva el eqtrodanadgarebis kvl evis did perspeqtivebs. el eqtroteqnikur sferoSi mimdinare samecniero-kvl eviT samuSaoebSi kompiuteris farTod gamoyenebam aucil ebel i gaxada maTematikur model irebasTan erTad el eqtrul i wredebis Teoriis sferoSi axal i Teoriul i midgomebis damuSaveba da miRebul i Sedegebis WeSmaritebis Sefaseba.

induqciurad dakavSirebul i wredebis model irebis amocana DdReisaTvis aqtual urad iTvl eba. adekvaturi model irebis amocana didi xania aRel vebs swavl ul el eqtroteqnikosebs, razec metyvel ebs el eqtroteqnikosTa saerTaSoriso komisiis kongresze gamarTul i diskusiebi.

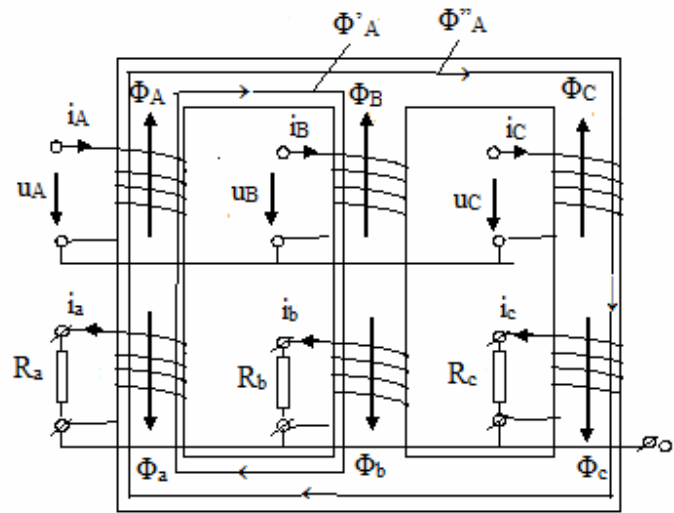
Zal uri transformatoris swori maTematikuri model is Sedgenas da gamoyenebas udidesi mniSvnel oba eniWeba transformatoris optimal uri parametrebis dasadgenad. dRemde ar arsebobs transformatorebis srul yofil i maTematikuri model i, miuxedavad imisa, rom evropis masStabiT transformatorebis parki Seadgens 4 milionze mets da transformatorebi xasiaTdebian sakmaod maRal i margi qmedebis koeficientiT, daaxl oebiT 99%. miuxedavad amisa danakargebi gvaqvs el eqtroenergiis moZraobis TiToeul ubanze, rac dakavSirebul ia Zabvebis gardaqnasTan. Tanamedrove qsel ebSic ki transformatorul i gardamqmnel ebiT danakargebi Seadgens mTI ianad warmoebul i energiis 2%-s anu mTI iani danakargebis 1/3-s.

gasul i saukunis 60-70 wl ebi gansakuTrebiT nayofieri gamodga el eqtroteqnikis Teoriul i probl emebis ganviTarebis Tval sazrisiT. egm-is ganviTarebam, maTi gamoyenebis efeqturobis aucil ebel ma amaRl ebam gansazRvra el eqtrul i wredebis Teoriis sferoSi axal i Teoriul i midgomebis damuSaveba. egm-is unarma daimaxsovros ricxvTa didi masivebi, Seasrul os l ogikuri operaciebi, aiZul a mecnierebi gadaxedaT el eqtrul i wredis gaangariSebis meTodebisaTvis. warmoiqmna im meTodebis ganviTarebis moTxovna, roml ebi c yvel aze metad gamoiyeneben egm-is specifikur Taviseburebebs. aseT meTodebs miekuTvneba el eqtrul i wredebis gantol ebebis formirebisa da amoxsnis matricul i meTodebi. Catarebul i didi mocul obis samuSaos miuxedavad, el eqtroteqnikis Teoriul i probl emebis ganviTarebis Tval sazrisiT ufro da ufro aucil ebel i xdeba mimdinare procesis fizikuri mxaris gageba da amis safuZvel ze miRebul i Sedegebis WeSmaritebis Sefaseba.

zusti informaciis gadacemisa da gardaqmnis sakiTxTan dakavSirebiT, mizanSewonilia el eqtrul i wredebis Teoriis zogierTi sakiTxis gadmocemis meTodikaSi garkveul i cvl il ebebis Setana. magal iTad, aseT sakiTxs miekuTvneba induqciurad dakavSirebul i wredebis maTematikuri model ebi, roml is tipiuri magal iTia el eqtroenergiis gadacemis umniSvnel ovanesi el ementi - Zal uri transformatori.

naSromis am TavSi ganxil ul ia rogorc erTfaza, aseve samfaza transformatoris maTematikuri model ebi, rogorc uqmi svl is, aseve datvirTvis reJimebSi.

nax.4-ze naCvenebia datvirTul i samfaza transformatoris magnituri nakadebis mimarTul ebani, romel ic Sesabamis denTad dakavSirebul ia burRis wesiT.



nax.4

rogorc cnobil ia magnituri nakadebis wirebi Sekrul i wirebia. TiToeul i fazis gragnil Si gamaval i denis mier Seqmnil i nakadi iyofa or nawil ad da ganWol avs danarCeni ori fazis gragnil ebs xviebs da aRZravs maTSi urTierTinduqciis emZ-ebs. magal iTad, A fazaSi gamaval i i_A denis mier Seqmnil i nakadi Φ_A Sedgeba ori nawil isagan da tol ia:

$$\Phi_A = \Phi'_A + \Phi''_A,$$

am nakadis nawil i Φ'_A ganWol avs B fazis rogorc maRal i, ise dabal i Zabvis gragnil ebs da orive maTganSi aRZravs urTierTinduqciis emZ-ebs, xol o Φ''_A ganWol avs C fazis rogorc maRal i ise dabal i Zabvis gragnil ebs da aseve maTSic aRZravs urTierTinduqciis emZ-ebs. anal ogiurad gveqneba danarCen fazeSi gamaval i i_B da i_C denebis mier Seqmnil i Φ_B da Φ_C magnituri nakadebisatvisac, roml ebic Sesabamisad ganWol aven A,C da A,B fazebis maRal i da Ddabal i Zabvis gragnil ebs (naxazis gadatvirTvis gamo $\Phi'_B, \Phi''_B, \Phi'_C$ da Φ''_C nakadebi naCvenebi ar aris).

warmodgenil i sqemisaTvis kirxhofis II kanoniT Sedgenil i gantol ebaTa sistema kompl eqsur saxesi SEmdegnairad gamoisaxeba:

$$\begin{aligned}
\dot{U}_A &= (r_A + j\omega L_A)\dot{I}_A - j\omega M_{Aa}\dot{I}_a - j\omega M_{AB}\dot{I}_B + j\omega M_{Ab}\dot{I}_b - j\omega M_{AC}\dot{I}_C + j\omega M_{Ac}\dot{I}_c \\
0 &= -j\omega M_{aA}\dot{I}_A + (r_a + R_a + j\omega L_a)\dot{I}_a + j\omega M_{aB}\dot{I}_B - j\omega M_{ab}\dot{I}_b + j\omega M_{aC}\dot{I}_C - j\omega M_{ac}\dot{I}_c \\
\dot{U}_B &= -j\omega M_{BA}\dot{I}_A + j\omega M_{Ba}\dot{I}_a + (r_B + j\omega L_B)\dot{I}_B - j\omega M_{Bb}\dot{I}_b - j\omega M_{BC}\dot{I}_C - j\omega M_{Bc}\dot{I}_c \\
0 &= j\omega M_{bA}\dot{I}_A - j\omega M_{ba}\dot{I}_a - j\omega M_{bB}\dot{I}_B + j\omega(r_b + R_b + j\omega L_b)\dot{I}_b + j\omega M_{bC}\dot{I}_C - j\omega M_{bc}\dot{I}_c \\
\dot{U}_C &= -j\omega M_{CA}\dot{I}_A + j\omega M_{Ca}\dot{I}_a - j\omega M_{CB}\dot{I}_B + j\omega M_{Cb}\dot{I}_b + (r_c + j\omega L_c)\dot{I}_c - j\omega M_{Cc}\dot{I}_c \\
0 &= j\omega M_{cA}\dot{I}_A - j\omega M_{ca}\dot{I}_a + j\omega M_{cB}\dot{I}_B - j\omega M_{cb}\dot{I}_b - j\omega M_{cC}\dot{I}_c + (r_c + R_c + j\omega L_c)\dot{I}_c
\end{aligned} \tag{1}$$

am gantol ebaTa sistemis mTavari ganmsazRvrel i winaRobaTa matrica meoreul i gragnil ebis aqtiuri winaRobebis simciris gamo ugul vebel yofis Semdeg warmodgondeba Semdegi saxiT:

$$\begin{vmatrix}
j\omega L_A & -j\omega M_{Aa} & -j\omega M_{AB} & j\omega M_{Ab} & -j\omega M_{AC} & j\omega M_{Ac} \\
-j\omega M_{aA} & (R_a + j\omega L_a) & j\omega M_{aB} & -j\omega M_{ab} & j\omega M_{aC} & -j\omega M_{ac} \\
-j\omega M_{BA} & j\omega M_{Ba} & j\omega L_B & -j\omega M_{Bb} & -j\omega M_{BC} & j\omega M_{Bc} \\
j\omega M_{bA} & -j\omega M_{ba} & -j\omega M_{bB} & (R_b + j\omega L_b) & j\omega M_{bC} & -j\omega M_{bc} \\
-j\omega M_{CA} & j\omega M_{Ca} & -j\omega M_{CB} & j\omega M_{Cb} & j\omega L_c & -j\omega M_{Cc} \\
j\omega M_{cA} & -j\omega M_{ca} & j\omega M_{cB} & -j\omega M_{cb} & -j\omega M_{cC} & (R_c + j\omega L_c)
\end{vmatrix} \tag{2}$$

xol o tol i koeficientebis dadgenis Semdeg mi iRebs saxes:

$$\Delta = \begin{vmatrix}
\dot{I}_A & \dot{I}_a & \dot{I}_B & \dot{I}_b & \dot{I}_C & \dot{I}_c \\
Z_A & -j\omega M_5 & -j\omega M_1 & j\omega M_6 & -j\omega M_2 & j\omega M_5 \\
-j\omega M_5 & Z_a & j\omega M_8 & -j\omega M_3 & j\omega M_5 & -j\omega M_4 \\
-j\omega M_1 & j\omega M_6 & Z_B & -j\omega M_7 & -j\omega M_1 & j\omega M_8 \\
j\omega M_6 & -j\omega M_3 & -j\omega M_7 & Z_b & j\omega M_6 & -j\omega M_3 \\
-j\omega M_2 & j\omega M_5 & -j\omega M_1 & j\omega M_6 & Z_c & -j\omega M_5 \\
j\omega M_5 & -j\omega M_4 & j\omega M_8 & -j\omega M_3 & j\omega M_6 & Z_c
\end{vmatrix} \tag{3}$$

am sistemaSi TiToeul i saZiebel i denis qveS moTavsebul ia maTi koeficientebi. garda mTavari determinantisa (Δ) denebis gansazRvrisaTvis saWiroa damatebiTi ganmsazRvrel ebi. damatebiTi ganmsazRvrel is misaRebad denebis qveS moTavsebul i koeficientebi unda Seicval os (1) sistemis marcxena nawil Si arsebul i Tavisufal i wevrebiT. magal iTad \dot{I}_A denis damatebiTi ganmsazRvrel i ganisazRvreba (4) matriciT.

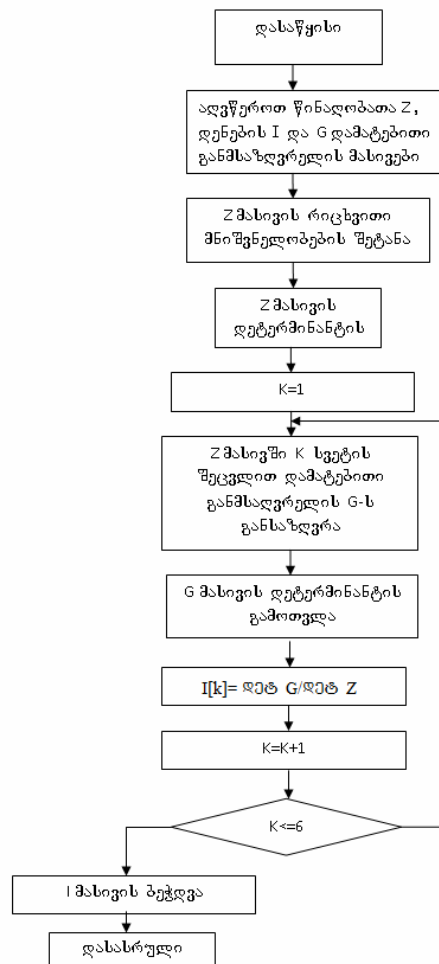
$$\Delta \dot{I}_A = \begin{vmatrix} \dot{U}_A & -j\omega M_5 & -j\omega M_1 & j\omega M_6 & -j\omega M_2 & j\omega M_5 \\ 0 & Z_a & j\omega M_8 & -j\omega M_3 & j\omega M_5 & -j\omega M_4 \\ \dot{U}_B & j\omega M_6 & Z_B & -j\omega M_7 & -j\omega M_1 & j\omega M_8 \\ 0 & -j\omega M_3 & -j\omega M_7 & Z_b & j\omega M_6 & -j\omega M_3 \\ \dot{U}_C & j\omega M_5 & -j\omega M_1 & j\omega M_6 & Z_C & -j\omega M_5 \\ 0 & -j\omega M_4 & j\omega M_8 & -j\omega M_3 & j\omega M_6 & Z_c \end{vmatrix} \quad (4)$$

საიხებელ ი \dot{I}_A დენი განისაზრვება ფორმულით:

$$\dot{I}_A = \Delta \dot{I}_A / \Delta \quad (5)$$

ანალოგიურად განისაზრვება დანარჩენი დენებიც:

$$\dot{I}_a = \Delta \dot{I}_a / \Delta; \quad \dot{I}_B = \Delta \dot{I}_B / \Delta; \quad \dot{I}_b = \Delta \dot{I}_b / \Delta; \quad \dot{I}_c = \Delta \dot{I}_c / \Delta; \quad \dot{I}_e = \Delta \dot{I}_e / \Delta \quad (6)$$



ნახ.5.

denebis gansazRvrisaTvis nax.5-ze warmodgenil ia transformatoris gantol ebaTa sistemis amoxsnis bl ok-sqema, roml is mixedviTac SesaZl ebel ia programis Sedgena.

naSromis meoTxe TavSi warmodgenil ia Zal uri zeTiani transformatorebis diagnostikis Tanamedrove meTodebi. kerZod, warmodgenil ia Zal ur transformatorSi ganviTarebadi defeqtebis gansazRvris al goriTmi, el eqtromowyobil obis Tbovizorul i kontrol i da transformatoris gragnil ebis dazianebis gansazRvra induqciuri winaRobis kontrol iT.

Zal uri transformatoris daZvel ebis procesSi misi izol acia ganicdis mTel rig fiziko - qimiur cvl il ebebs. am dros gamoiyofa daSl is produqtebi - myari, Txevadi da airisebri nivTierebebi. cel ul ozisagan damzadebul i myari saizol acio masal ebi (qaRal di da muyao) nel i daZvel ebis dros gamoyofen airebs; maT ricxvSia wyal badi da dabal mol ekul uri naxSirwyal badebi, aseve naxSirbadis Jangi da orJangi, roml ebic warmoiqmnebian cel ul ozis daJangvisas. airebi warmoiSveba aseve zeTis daZvel ebisas. amastanave airis gamoyofis intensivoba damokidebul ia el eqtrul i vel is daZabul obasa da zeTis qimiur Semadgenl obaze; obieqtis muSaobis reJimze; eqspl uataciis xangrZl ivobaze; gamoyenebul masal ebze da mTel rig faqtorebze, romel Ta gaTval iswinebac yovel Tvis advil i ar aris gamoyofil i airebis ricxvSi garda naxSiris Jangisa CO da orJangisa CO₂, gvaqvs aseve wyal badi HO₂, meTani CH₄, eTani C₂H₆, eTil eni C₂H₄ da acetil eni C₂H₂ .

airebis zeTSi xsnadoba proporciul ia gareSe wnevisa da 20-100⁰C temperaturis diapazonSi temperaturis wrfivi funqciaa. magal iTad, wyal badisaTvis zeTSi xsnadoba mocul obaSi 7 %-ia, azotisa -8,6%, haerisa- 10,3 %, meTania -30 %,acetil inisa - 400 % da a.S.

izolაციის დარღვევის დროს, რომელიც დაკავშირებულია ძაბვების არსებობასთან აირების გამოყოფის ინტენსივობის პროცესის მკვეთრად იზრდება; ასევე შეიძლება შეიქცაოს აირების შემადგენლობა და მათი თანაფარდობა.

დადგენილია, რომ ტრანსფორმირების დეფექტის ტიპის შესაბამისად აირების გასაზრვრული ნაკრები და მათი თანაფარდობა.

დამუშავებული ალგორითმი იძლევა სასაუბროს მინიმალური დიაგნოზის შემთხვევაში, როცა ერთი აირის მაინც ნამდვილად არის დაფიქსირებული, ხოლო დანარჩენების მიმართ არ გვაქვს მკაფიო ინფორმაცია. ბუნებრივია, რომ ამ შემთხვევებში ფაქტური და პროგნოზირებადი დეფექტების ტანხედრის აღბატობა მცირდება.

დეფექტის პროგნოზირებასთან ერთად ფორმირდება ტრანსფორმირების ტექნიკური მომსახურების შემდგომი რონის შედეგები. ამ დროს დაწვრილები ტანალიზდება დეფექტის განვითარების ტექნოლოგია.

მაგალითის სახით მოყვანილია ТРДН-40000/110 ზაღვანი ტრანსფორმირების დიაგნოზის ანალიზის შედეგები, რომლებიც მოცულია აირების კონცენტრაციის მნიშვნელობების წინა და უკანასკნელი გაზომვების შედეგების მიხედვით.

პირველი რიგის გასაზრვრა აირების ზრუბლური, ზრუბლი, ფარდობითი კონცენტრაცია და კონცენტრაციის ცვლილების აბსოლუტური და ფარდობითი სიკვარეები. ყველა ეს პარამეტრი გასაზრვრულია ნორმებითა და ფორმულით. ნისანთა ნაკრებსა და რეკომენდაციების ნაკრებს სონის კავსირის ცხრილიდან დადგინდა განვითარებადი დეფექტის არსებობა, რომლის შემდეგ შემუშავებულია უნდა იქნეს რეკომენდაციათა კრებული. ტიპის აირის კონცენტრაციის ზრდის სიკვარის შესაბამისად გასაზრვრა დროის საუბრის, რომლის გასვლის შემდეგ უნდა ვაუარმოოთ შემდგომი გაზომვა.

ამავე ტანის მოყვანილია ტრანსფორმირების დიაგნოზის კატარება ტვიზორული მეთოდით. ინფრარედი ტერმოგრაფია უარმოადგენს კონტროლის დამხმარე სასაუბროს, გვეხმარება ტრანსფორმირების აირთა უარმოყმნის არსებობის შესაფასოთ მაგნიტო-

gamtarSi defeqtis warmoqmnis zona, xol o saqarxno dokumentaciis arsebobisas SevaviwrovoT defeqtis moZebnis adgil i.

transformatoris avzSi siTbos gamoyofis wyaroebia Semdegi kvanZebi:

- magni togamtari;

- gragnil ebi;

- transformatoris masiuri metal is nawil ebi, roml ebSiC siTbo gamoiyofa fantvis nakadebis mier aRZrul i grigal uri denebiT gamowveul i damatebiTi danakargebis gamo;

- Semyvanebis dengamtari nawil ebi da maTi kontaktebi;

- ganStoebebi da maTi SeerTebebi gragnil Tan da SemyvanTan;

- Zabvis qveS regul irebis gadamrTvel is kontaktebi.

amitom transformatoris avzis zedapiris Termogramebi gadaiReba:

- gragnil ebis ganStoebebis ganl agebis adgil ebSi;

- transformatoris avzis simaRI eze;

- kidura fazebis mimarT;

- avzis zarxufis damagrebis adgil ebSi.

avzis zedapiris temperaturis gradientis mniSvnel obebisa da maTi adgil mdebareobis mixedviT, transformatoris teqno logiuri dokumentaciis daxmarebiT fasdeba masSi SesaZI o defeqtebi.

250 mva da meti simZI avris transformatorebisa da avtotransfor-matorebisaTvis rekomendirebul ia eqspl uataciaSi Seyvanis dros gadaviRoT avzis Tburi vel is suraTi.

daTval ierebis" reJimi saSual ebas iZI eva ganvsazRvroT temperatura transformatoris zedapiris nebismier wertil Si. unda gaviTval iswinoT, rom transformatoris mTel simaRI eze maqsimal ur da minimal ur temperaturaTa Soris sxvaobam SeiZI eba miaRwios 20-35⁰C-s.

infrawiTel i diagnostikis saSual ebebis daxmarebiT Tbovi-zorul i kontrol is meTods Zal uri transformatorebis gare

el ementebis (maRal vol tiani Semyvanebis, ganmmuxtvel ebis, gadamr-
Tvel ebis, gacivebis sistemebisa da sxvaTa) mdgomareobis Sesaxeb
SeuZl ia moitanos mraVal i sasargebl o informacia, magram igi
iTvl eba irib meTodaT, romel ic ar iZl eva transformatoris avzis
kedl ebisa da didi mocul obis satransformatoro zeTis
qveSMdafarul i aqtiuri nawils mdgomareobis Sesaxeb srul
informacias. Ggarda amisa zemoTCamoTvl ili meTodebi yovel Tvis
ar aris efeqturi mokl ed SerTvis dros Zal ovani transfor-
matorebis gragnil ebSi narCeni deformaciis aRZvris SeTxvevaSi,
roml ebic xdeba myisierad da ar toveben dros diagnostikuri
gazomvebis Sedegebis anal izisaTvis da transformatoris
dazianebis Tavidan acil ebis an momaval i remontis masStabebis
Semcirebis mizniT ver uzrunvel yofen rac SeiZl eba swrafad
moxdes misi gamorTva.

Zal uri transformatoris gragnil ebSi xvიაTasorisi mokl ed
SerTvis Sedegad gamowveul i gragnil ebis deformaciis mimarT
yvel aze ufro mgrZnobiarea induqciurobis parametri. aseTi
transformatorebis gragnil ebSi sawyisi deformaciebis aRZvris
da xvიაTasorisi mokl ed SerTvis SemTxvevaSi periodidan
periodamde xdeba induqciurobis ganviTarebadi gazrda an
Semcireba, romel sac Tan axl avs sakontrol o transformatoris
gragnil ebis Seuqcevadi rRveva. Mam Mmetodis bazaze Seqmnil ia
Zal uri transformatorebis parametrebis kontrol is sainformacio
- sazomi sistema, romel ic SeiZl eba gamoyenebul i iqnes mokl ed
SerTvis cdebisa da eqspl uataciis dros qsel idan gamourTvel ad
Zal uri transformatorebis gragnil ebis mdgomareobis operatiul i
kontrol isaTvis.

induciuobis Sevl is SemTxvevaSi kontrol is bl okidan
marTvis bl okze miwodeba signal i, romel ic formirdeba damcvel i
amorTvis signal ad. sainformacio-sazomi sistema saWiroa gamoye-
nebul i iqnes im reJimebisagan swrafmoqmed dacvasTan kavSirSi,

romel nic aRiZvrebian Zal ovan transformatorebis gragnil ebSi mokl ed SerTvis gamo maTSi el eqtrodinamiuri Zal vebisagan dazianebebisa da narCeni deformaciis Sedegad parametrebis cvl il ebiT.

d a s k v n e b i

Catarebul i gamokvl evebis safuZvel ze miRebul ia Semdegi Sedegebi:

1. dadgenil ia, rom dReisaTvis saqarTvel os el momaragebis sistemaSi Zal uri transformatorebis mniSvnel ovanma nawil ma amowura Tavisi muSaobis resursi. Qqveynis ekonomiuri situacia, agreTve transformatorebis saerto raodenobis didi ricxvi ar izl eva uaxl oes xanSi maTi Secvl is saSual ebas. Aamitom transformatorebis droul i diagnostika metad aqtual uri Temaa.
2. saqarTvel os saxel mwifo el eqtrosistemaSi 110-500 kv Zabvis qvesadgurebis, Ria da daxurul i gamanawil ebel i mowyobil obebis saxeobebis mixedvit warmodgenil i mtyunebebis, uwesivrobisa da defeqtebis gamovl enis jamuri ganawil ebis anal izidan gamomdinare dadgenil ia, rom mowyobil obis izol aciis kl asis zrdasTan erTad arsebobs mtyunebaTa zrdis tendencia. gamovl enil i uwesivrobebisa da defeqtebis didi nawil i pirvel rigSi miekuTvneba eqspl uataciaSi Seyvanil axal i tipis mowyobil obebs, rac gamowveul ia maTi damzadebis xarixiT
3. dadgenil ia, rom principul probl emas warmoadgens koncefciis Teoriul i uzrunvel yofis arsebiTi CamorCena diagnostikis Tanamedrove saSual ebebisa da informaciul i teqnologi ebis miRwevebis real uri SesaZl ebl obebisagan.
4. dadgenil ia, rom teqnukurad dasabuTebul i diagnozis dasma SesaZl ebel ia mxol od srul yofil i informaciis pirobebis statistikuri monacemebis Sekrebis, gare daTval ierebisa da special uri xel sawyoebis saSual ebiT Catarebul i eqsperimentul i gamokvl evebis Sedegad;

5. dadgenil ia, rom diagnostikis Tanamedrove meTodebi da teqniki saSual ebebi energosistemebSi saSual ebas ar iZl evian Zvirad-Rirebul i el eqtromowobil obis qsel idan gamorTvisa da gaxsnis gareSe gamovl enil i iqnas cal keul i el ementebis MmuSaobis reJimebi. amasTan dakavSirebiT iwel eba el etromowobil obis remontSi gadayvanis dro, ixarj eba operatiul oba da izrdeba avariul i reJimebis gazrdis al baToba.
6. dadgenil ia, rom udaod aqtual uri xdeba kontrol is iseTi axal i meTodebis damuSaveba, roml ebiTac transformatoris gaxsnis gareSe moxdeba misTvis damaxasiaTebel i sxvadasxva parametrisa da monacemis gazomva, defeqtebis aRmoCena da aRmofxvra.
7. Ddadgenil ia, rom el eqtromowobil obaTa diagnostikis sferoSi mimdinare samecniero-kvl eviT samuSaoebSi kompiuteris farTod gamoyenebam aucil ebel i gaxada maTematikur model irebasTan erTad el eqtrul i wredebis Teoriis sferoSi axal i Teoriul i midgomebis damuSaveba da miRebul i Sedegebis WeSmaritebis Sefaseba.
8. damtkicebul ia Tanamedrove pirobebSi energoefturi RonisZi- ebebis gatarebisaTvis samfaza transformatoris maTematikuri model is saWiroeba.
9. datvirTvis reJimSi samfaza transformatoris Sesabamisi gantol ebaTa sistemis amosaxsnel ad Sedgenil i iqna bl ok-sqema, roml is safuZvel zgc SesaZl ebel ia Sedges kompiuterul i programa optimal uri el eqtrul i da magnituri parametrebis SesarCevad.
10. Zal uri transformatorSi ganviTarebadi defeqtis dadgenis mizniT SemuSavebul i iqna special uri al goriTmi, romel ic saSual ebas iZl eva sakmao sizustiT ganvsazRvroT ganviTarebadi defeqtis saxe, misi gamomwvevi mizezi da mosal odnel i Sedegi.

დისერტაციის თემაზე გამოქვეყნებული ლიტერატურა

1. g.Wyonia. maRali Zabvis mowyobil obis diagnostikis sistemis meTodologia. studentTa Ria 79-e samecniero konferenciis Tezisebis krebuli.Tbilisi 2011 w.
2. T.museliani, apotapovi, g.Wyonia. j. distinctis Teoria da erTfaza transformatori. Jur. `intel eqti~, #10, - 2009 w. gv. 240-245.
3. T.museliani, g.Wyonia, i.Mmegrelaze. datvirTuli samfaza transformatoris maTematikuri modeli.GEN,# 4,2011 w.
4. T. museliani, g. Wyonia, i. megrelaze. Zaluri transformatorebis ganvitarebadi defeqtebis gansazRvris al goriTmi.

Abstract

In the result of industrial production fall during last decades the number of worn-out electrical facilities have abruptly increased. Average duration of working capacity of electrical facilities exceeded 40 years and 80% of them generated their physical resources. A strong tendency of technologic disturbances and accidents is noticed, mostly on facilities filled with oil, first of all in power transformers, autotransformers and reactors.

A power transformer represents the most expensive part of any substation most of which work the year round in various climate conditions and undergo internal and external influence of electromagnetic and mechanic nature. That is why, during exploitation of transformers various defects can emerge which are expressed at work in different ways.

Nowadays in the system of electric supply a significant part of power transformers exhausted their resources. Economical condition of the country and great number of transformers' total quantity do not allow to change them. Thus, timely diagnostics of transformers is quite urgent.

Statistical studies, carried out abroad, showed that probability of transformers abort is 0.0062 in a year. Saying in other words this means that in energetic system with 160 oil transformers one accident in a year is possible in extreme case.

At present for estimation of the state of system defects development and determination of exploitation properties of power transformers and autotransformers, complex diagnostic study is widely used. This kind of studies allow to reveal either developing defects, estimate a level of danger, or necessity of major repair, capacity and terms.

Basic problem is a fundamental lagging of theoretical provision of conception of modern facilities and real possibilities of information technology progress.

During last two decades diagnostic methods of transformers, substations and devices are implanted in practice and continually processed worldwide. They are made on the base of modern microelectronics easily interrelated with personal computers.

Making technically confirmed diagnosis is possible only after gathering statistical data of complete informational terms, external inspection and experimental studies carried out by means of special devices.

Thus working out new methods of control is becoming very urgent. By these methods measuring various parameters and data of transformer, revealing defects and their correction will be possible without opening facility.

The first chapter of the work is devoted to the literature review where a short history of transformers, dedication of power transformers and an operation concept, nominal data and technical properties of transformers, main types of their damage, basic methods of power transformer control, main and additional lists of chemical and electrical tests, ways of transformer diagnosis are given.

In the second chapter of the work methodology of diagnostic system of high potential electrical equipment is discussed. It is commonly known that high potential electrical equipment is under the high risk of forming defects and malfunctions and they have too much accidents. Currently, methods used for prophylaxis and revealing malfunctions allow to decrease aborts somehow.

According 1500 units of devices of 110-500 kW voltage in the state electrical system of Georgia, total distribution of revealing aborts, malfunctions and defects through substations, open and closed allocating arrangements, subsequent to the results of three year exploitation, are given in this chapter.

Three-level structural scheme of diagnostic system with numbers and types of diagnostic parameters is given. In specification of diagnostic parameters periodicity of their registration is important. It depends on defect formation in parts or any control knot of the object and development speed.

In the same chapter diagnostic algorithm is given, the main part of which is a model. The model consists of various parts (blocks) which are related to each other functionally. As a rule such parts are not reviewed separately. Their total bit in the model functioning is conditioned by interaction between the parts. When making diagnosis knowing sequence of events is important. These events may cause an abort of details and knots.

In the third chapter of the work mathematical models of power transformers are discussed.

Mathematical modeling is one of the main instruments for getting to know events of external world by human. It represents a mean for learning a real object, process or system via replacing them with mathematical model. It is more convenient when experimental studies are carried out using calculation machines. Mathematical modeling means basic connections and relationships of learnt event. This can be formulas or equations, collection of rules and coordination in mathematical representation.

Mathematical modeling is an integral part of scientific-technical progress. This methodology does not change scientific disciplines, does not compete them but participates in all fields of current creative studies.

Wide use of mathematical modeling allows rising general level of theoretical studies and to carry out them in close relation with experimental researches.

Making and learning mathematical model of electrical facilities give great perspective for studying electrical facilities. Wide use of computers in scientific works passing in the field of electrical facility diagnostics made it necessary to process new theoretical approaches in the field of electrical circuit theory and estimate validity of the results.

Nowadays modeling problem of inductively connected circuits is quite urgent. To make mathematical model corresponding physical processes in such circuits it is necessary to introduce a new counting system. Electric technologists have been conscious about adequate modeling problem for a long time. This is seen in discussions at the congress of international commission of electric technologists. Power transformer is a classical sample of inductively connected circuit. That is why, in the work there is a mathematical model of single-phase and three-phase transformers which completely expresses physical processes taking place in them.

At download mode for solution of equation systems corresponding to three-phase transformers, block chart was made and basing on it – program calculating primary and secondary currents.

For solving equation system corresponding to three-phase transformer in the mode of load, a block diagram was made and basing on it – a program for calculation of primary and secondary currents was created.

In the fourth chapter an algorithm (worked out by me) for specification of developing defects in power transformers is represented. This allows to determine development of defects using special diagnostic tables, according data of chromatographic analysis.

In the same chapter the list of factors to be considered for estimation of condition during infrared diagnostics and characterization of these factors are given. They influence infrared control.

Induction parameters are the most sensitive to windings deformation caused by turn-to-turn faults of power transformers windings. In the windings of such transformers, at forming initial deformities and in case of turn-to-turn faults, developing increase or decrease of inductivity from period to period accompanied by irreversible destruction of controlling transformer windings. Basing on this method informational-measuring control system of power transformer parameters are made. It can be used at short circuit tests and exploitation without switching off from the system for operating control of power transformers' winding conditions. Informational-measuring system have to be used in conjunction with fast-acting protection from the modes arising in windings of the power transformers due to short circuits with changing parameters in the result of damages due to electrodynamic forces and residual deformations.