

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

მარინე გიუაშვილი

**piezoel eqtrul i gardamsaxis diagnostireba magnitur-  
impul suri danadgarit**

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად  
წარდგენილი დისერტაციის

ავტორეფერატი

თბილისი

2012 წელი

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტის  
ელექტროენერგეტიკის, ელექტრონიკისა და ელექტრომექანიკის  
დეპარტამენტის  
ელექტროტექნიკისა და ელმოწყობილობათა დიაგნოსტიკის მიმართულებაზე

სამეცნიერო ხელმძღვანელი: სრული პროფესორი შ. ნემსაძე

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 -----

## **samuSaos zogadi daxasiaTeba**

**samuSaos aqtual oba.** mecnierebisa da teqnkis farTod ganviTa-rebam ganapiroba axal i mecnierebatevadi teqnoI ogiebis damuSaveba da danergva el eqtroteqnkur mrewvel obaSi, manqanaTmSenebl obaSi, aviaciaSi, kosmosur teqnkasa da sxva dargebSi. moxda manqanamowyobil obaTa muSaobis reJimebis intensifikacia, gaizar da siCqareebi da aCqarebebi, Sedegad dinamikuri datvirTvebi manqanamowyobil oba-Ta cal keul detal ebsa da kvanZebze. zogj er dinamikur datvirTv-ebis aqvs impul suri, dartymiti xasiaTi, rac amcirebs manqanamowyobil obaTa resurss, SeiZl eba iyos maTi dazianebis, droze adre mwy-obridan gamosvl isa da seriozul i avariis mizezi. amis gamo, saWi-ro xdeba axal i progresul i masal ebi winaswar gansazRvrul i Tvi-sebebiT, teqnoI ogiebi, roml ebic saSual ebas iZl eva damzaddes manqanamowyobil obaTa cal keul i detal ebi da kvanZebi, romel Ta war-moeba tradiciul i teqnoI ogiebiT garTul ebul ia an SeuZl ebel i.

cnobil ia, rom safreni saSual ebebis katastrofis dros bortze arsebul i marTvisa da sainformacio-sazomi sistemebis el e-mentebi - el eqtronul i, naxevradgamtariani, mikrosqemebi, gamzomi gardamsaxebi ganagrZobs funqcionirebas da maTgan miRebul i infor-macia registrirdeba Savi yuTis meSveobiT. e.i. aRniSnul i el emen-tebi unda iyos gamocdil i katastroful i situaciis Sesabamis im-pul sur datvirTvebze.

intensiuri datvirTvebisTvis gankuTvnil i teqnoI ogiuri, diag-nostikuri Tu energetikul i daniSnul ebis danadgarebis gamocdis dros, imis gamo, rom meqanikur Zabvebs, deformaciebs, aCqarebebs xSirad aqvT tal Ruri xasiaTi, gamoiyeneba miniaturul i gamzomi gardamsaxebi, raTa Tavidan avicil oT gamzomi gardamsaxis bazis gaswvri gasazomi signal is integrirebiT gamowveul i cdomil ebebi. amave dros, danadgarebis dinamikuri gamocdebisas miRebul i infor-maciis srul fasovani damuSavebisaTvis aucil ebel ia gamoviyeoT gamzomi gardamsaxebis dinamikuri maxasiaTebl ebis srul i paketi.

rogorc wesi, miniaturul i gamzomi gardamsaxebe warmoadgens maRa-  
l sixSirul rxeviT sistemebis da maTi dinamikuri maxasiaTebi ebis  
gansazRvra warmoadgens rTul teqnikur probl emas. misi gadawyveta  
standartul i dartyimiTi meqanikuri stendebiT (urnal ebi) SeuZl ebe-  
l ia, vinaidan am dros ganviTarebul i impul suri datvirTvis xangr-  
Zl ivoba mil iwamebis diapazonSia da gamzomi gardamsaxis xanmokl e,  
mikrowamebis xangrZl ivobis impul sebiT datvirTva SesaZl ebel ia  
mxol od uinercio (masis armqone) damrtymel i instrumentis gamoye-  
nebiT.

mil idan mikroteqno logiebbe gadasvl a SesaZl ebel i gaxda afe-  
Tqebis tal Ris an impul suri magnituri vel is gamoyenebiT. maT So-  
ris didi upiratesoba aqvs magnitur-impul sur teqno logias, rom-  
l is danergvas xel i Seuwyo Zl ieri impul suri magnituri vel is ge-  
neratorebis, didi sididis impul suri denebisa da Zabvebis teqnikis  
ganviTarebam, mrewvel obis mier maRal i Zabvis impul suri kondensa-  
torebisa da ganmuxtvel ebis aTvissebam.

dinamikuri, gamosacdel i, teqno logiuri Tu diagnostikuri da-  
niSnul ebis nebismieri magnitur-impul suri sistemis moqmedeba damya-  
rebul ia el eqtromagnituri vel is el eqtrogamtar garemoSi gavrce-  
l ebisa da masze Zal uri zemoqmedebis movl enebze. impul suri magni-  
turi vel i saSual ebas iZl eva ganviTardes Zal ze xanmokl e mikrowa-  
mebis diapazonis Zal uri zemoqmedeba gamosacdel obieqtze.

teqno logiuri an diagnostikuri daniSnul ebis magnitur-impul -  
suri sistemebis Teoriul i da eqsperimentul i kvl evebi, ZiriTadi  
parametrebis angariSis safuZvl ebis Seqmna da impul sur sidideTa  
gazomvis meTodebis damuSaveba, magnitur-impul suri sistemis cal-  
keul i Semadgenel i el ementebis konstruqciebis damuSaveba warmoad-  
gens aqtual ur samecniero-teqnikur probl emas da Seesabameba teqni-  
kuri diagnostikis ganviTarebis Tanamedrove tendenciebs.

aseve aqtual uria magnitur-impul suri sistemebis Teoriul i da eqsperimentul i kvl evebi, maTi Semdgomi konstruqciul i damuSaveba da srul yofa.

### **samuSaos mizania**

1. damuSavdes sxvadasxva diagnostikuri daniSnul ebis mZI avri magnitur-impul suri sistemebi. SemuSavebul iqnas ZiriTadi parametrebis gaangariSebis meTodebi, roml ebic arsebul isgan gansxvavebiT, xasiaTdeba nakl ebi sirTul iT, Sedegebis Tval sawierobiT da saSual ebas iZI eva davadginoT sistemis zogadi kanonzomierebani. es meTodebi nakl ebad Sromatevadia da misaRebi kompiuterul i teqniki gamosayenebl ad, saSual ebas iZI eva ganisazRvros momaval i sistemis Tvisebebi da, saWiroebis SemTxvevaSi, daisvas da gadawydes sistemis optimizaciis amocanebi.

2. magnitur-impul suri sistemebis muSaobis reJimis Teoriul i da eqsperimentul i gamokvl evebis Sedegebis I ogikuri anal izis safuZvel ze damuSavdes axal i, ufro efeqturi, mZI avri magnitur-impul suri sistemebi, induqtorebisa da sistemis muSa organoebis original uri, efeqturi konstruqciebi.

3. Seiqmnas piezoel eqtrul i dartaTi aCqarebis gamzomi gardamsaxis dinamikuri maxasiaTebis gamosakvl evi mZI avri magnitur-impul suri sistema, romel ic SeiZI eba gamoyenebul i iqnes agreTve sxvadasxva saxis namzadis dartyamedegobisa da dartyamaze mdgradobis gamosakvl evad.

### **ZiriTadi amocanebi:**

1. Sesabamisad, intensiuri datvirTvebisTvis gankuTvnil i diagnostikuri daniSnul ebis danadgarebi eqspl uataciaSi Seyvanamde saWiroa gamoicados dinamikur datvirTvebze, romel Ta ZiriTad nawil s Seadgens didi siddis impul suri denis generatorobi.

2. aRsaniSnavia, rom magnitur-impul suri diagnostikuri danadgarebis moqmedeba emyareba impul suri magnituri vel is el eqtrogam-

tar sxeul ze Zal ovan zemoqmedebas, rodesac vl indeba zedapirisa da siaxl ovis efeqtebi.

3. damuSavebul ia aCqarebis gamzomi gardamsaxebis Tavisufal i rxevebis oscil ogramirebis meTodika da gardamsaxis ampl itudur-sixSirul i maxasiaTebli is speqtrul i meTodiT gansazRvra, rac iZl eva srul informacias gardamsaxis struqturis da sakuTari sixSireebis Sesaxeb.

**kvI evis meTodebi.** aRniSnul i miznebis misaRwevad sadisertacio naSromSi gamoyenebul ia el eqtromagnituri vel is Teoria, el eqtrul i wredebis anal izis meTodebi, speqtral uri meTodi, impul suri magnituri vel evis, denebisa da deformaciebis gazomvis special uri meTodebi da saSual ebebi.

**samecniero siaxl e.** didi simZl avris magnitur-impul suri mowyobil obebi zemoqmedebis obieqtTan erTad ganxil ul ia, rogorc erTiani el eqtromeqanikuri sistema, ris safuZvel zec damuSavebul ia impul suri magnituri vel is el eqtrogamtar garemoze zemoqmedebis matematikuri modeli.

1. damuSavebul ia I iTonis (al uminis Senadnobi) cil indrul i Reros gverdidan aRgzneba impul suri magnituri vel is saSual ebiT, Sedegad, impul suri deformaciis aRgznebis adgil i ReroSi maqsimal urad iqna miaxl ovebul i tal Ragamtaris muSatoecTan, ris gamoc minimumamde daiyvaneba dispersiul i movl eniT gamowveul i damaxinj ebebi. am ideis realizeba SesaZl ebel ia magnitur-impul suri diagnostikuri daniSnul evis danadgarSi, roml is pirdapiri daniSnul ebaa piezoel eqtrul i dartyimiTi aCqarebis gamzomi gardamsaxis sakuTari sixSireebis gansazRvra.

2. damuSavda aCqarebis gamzomi gardamsaxebis Tavisufal i rxevebis oscil ogramirebis damuSavebis meTodika da gardamsaxis ampl itudur-sixSirul i maxasiaTebli is ageba, rac iZl eva srul informacias gardamsaxis struqturis da sakuTari sixSireebis Sesaxeb.

3. diagnostikuri daniSnul ebis magnitur-impul suri danadgari, sadac komutatoris rol s asrul ebs reversiul ad CarTvadi dinistori, romelic gamoirCeva xanmedegobiT, muSaobis stabil urobiT da iZl eva unipolarul i impul suri denis miRebis saSual ebas.

**praqtikul i Rirebul eba.** teqnologiuri daniSnul ebis magnitur-impul suri danadgaris modernizaciis safuZvel ze damuSavda diagnostikuri magnitur-impul suri danadgari, sadac komutatoris rol s asrul ebs reversiul ad CarTvadi dinistori, romelic gamoirCeva xanmedegobiT, muSaobis stabil urobiT da iZl eva unipolarul i impul suri denis miRebis saSual ebas, rac gansakuTrebiT mniSvnelovania piezoelqtruli gamzomi gardamsaxebis diagnostirebis dros, rodesac gazomvebis sizuste didad aris damokidebuli sakvl ev obieqtsi Semaval i Zalovani zemoqmedebis xangrZl ivobaze. danadgarSi rCd-s kondensatoris ganmuxtavad gamoyeneba komutirebuli simZl avris zrdasTan erTad saSual ebas iZl eva gaumj obesdes sadiagnostiko danadgaris metrol ogiuri maxasiaTebi.

agretve damuSavebulia Zl ieri impul suri denebis gazomvis meTodika.

**samuSaos aprobacia.** sadisertacio samuSaoebis Sedegebi gamoqveynbulia oTx samecniero statiaSi. Ziritadi Sedegebi moxsenebulia stus studentTa Ria saerTasoris samecniero konferenciebze (2010-2011 wel ebi).

**disertaciis struqtura da moculoba.** Ddisertacia Sedgeba Sesavaliisa da sami Tavisagan, romlebic gadmocemulia 101 gverdze. Seicavs 35 naxazs, 3 cxril ss da 73Adasaxel ebis literaturas.

## **samuSaos ZiriTadi Sinaarsi**

**Sesaval Si** dasabuTebul ia probl emis aqtual oba, Camoyal ibebu-  
l i da gansazRvrul ia gamosakvl evi sakiTxebis wre, aseve kvl evis  
mizani da amocanebi. formul irebul ia naSromis mecniერul siaxl e-  
Ta da praqtikul i mniSvnel obis ZiriTadi aspeqtobi.

xazgasmul ia, rom mecnierebisa da teqniki ganvitarebis Taname-  
drove etapzeffarTod inergeba mecnierebatevadi progresul i teqno-  
logiebi, maT Soris, magnitur-impul suri teqnologi, rac ganapiro-  
ba didma miRwevebma teqniki fizikis dargSi, Zl ieri impul suri  
denebisa da maRal i Zabvis teqniki ganvitarebam, mrewel obis mier  
maRal i Zabvis mcire induqciurobis mqone impul suri kondensatore-  
bisa da ganmuxtvel ebis warmoebis atvisebam. gansakuTrebit efeqtu-  
ria iseTi impul suri teqnologi gamoyeneba, rogoricaa:

- I iTonebis magnitur-impul suri meTodebit damuSaveba; konst-  
ruqciul i masal ebisa da nakeTobebis dinamiki gamocda;

- meqaniki dartyms parametrebis gamzomi piezoel eqtrul i  
gardamsaxis diagnostireba;

aRniSnul teqnologi Soris gansakuTrebit unda aRiniSnos  
I iTonebis damuSaveba Zl ieri impul suri magnituri vel iT, rodesac  
xorciel deba teqnologi operaciebi: moWera, gaSl a, datvifrva,  
SeduReba, diagnostireba da sxva.

el eqtromowyobil obis teqniki diagnostika Sedarebit axal i  
mecnierebaa. teqniki diagnostika momdinareobs terminidan diagno-  
zi rac niSnavs Secnobas, gansazRvras. el eqtrul i mowyobil obis  
diagnostikis amocanaa obieqtis parametrebisa da struqturis dad-  
gena, mowyobil obis gamarTva, muSaobis unarisa da swori funqcion-  
rebis Semowmeba, defeqtebis moZieba. diagnostika, rogorc procesi,  
xorciel deba diagnostirebis raime saSual ebebit, roml ebic SeigrZ-  
noben da anal izs ukeTeben obieqtis reaqcias SesaZl o zemoqmedeba-  
ze da diagnostirebis Sedegs \_ diagnozs.



teqnikiuri sistemis diagnostikiuri uzrunvel yofa iwyeba sistemis proeqtirebisas, grZel deba misi damzadebisas da Semdgom eqspl uataciisas, masal ebisa da teqnol ogiebis SerCeviT, saeqspl uatacio pirobebis SemuSavebiT da maTi dacviT.

obieqtis mdgomareobis Semowmeba xdeba testuri da funkcionaliuri diagnostikiT. testuri diagnostika moicavs Sesaval i zemoqmedebebis erTobl iobas da Tanmimdevrobas, roml is drosac obieqtis reaquiis anal izi saSual ebas izl eva dadgindes obieqtis teqnikiuri mdgomareoba. obieqtis funkcionaliuri diagnostika xorciel deba rogorc uwyvetad, aseve periodul ad, an epizodurad special uri al goriTmis mixedviT, ristvisac saWiroa obieqtis da misi gaumarTaobebis maTematikuri model ebi.

saSual ebebs, roml ebiTac dadgindeba obieqtis teqnikiuri mdgomareoba ewodeba diagnostirebis teqnikiuri saSual ebebi. eseni SeiZleba iyos aparaturul i an programul i, Sinagani an garegani, avtomatizirebul i, special izirebul i an universal uri da sxva. operatori an gamwyobi aseve SeiZleba ganxil ul iqnes, rogorc diagnostirebis saSual eba.

diagnostirebis dros, operatori gamoavl ens ra obieqtis gaumarTaobis niSnebs, adgens misi funcioniirebis siswores da gansazRvravs gaumarTavi kvanZis Ziebis meTodikas.

magnitur-impul suri teqnol ogia, rig SemTxvevebSi, warmatebiT cvl is detonaciur teqnol ogiebs da saSual ebas izl eva Seiqmnas sxvadasxva saxis namzadis dartyms saSual ebiT diagnostirebis danadgarebi.

diagnostikiuri Tu teqnol ogiuri daniSnul ebis nebismieri magnitur-impul suri sistemis moqmedeba damyarebul ia el eqtromagnituri vel is el eqtrogamtar garemoSi gavrcel ebisa da masze zemoqmedebis movl enebze. am zemoqmedebis xangrZl ivoba mikrowamebis diapazonisaa, gamosacdel teqnikaSi gavrcel ebul i standartul i qanqari-sebri urnal ebisgan gansxvavebiT, roml ebiC aviTareben mil iwamebis

diapazonis xangrZl ivobis dartyiT zemoqmedebas sakvl ev obieqtze. Sedegad, magnitur-impul suri sistema saSual ebas iZl eva ganisazRvros sakvl evi obieqtis, rogorc maRal sixSirul i rxeviTi sistemis, dinamiuri maxasiaTebi ebi.

aRniSnul ia, rom magnitur-impul suri danadgarebi zemoqmedebis obieqtTan erTad warmoadgens rTul el eqtromeqanikur sistemas, roml is el eqtrul nawil Si adgil i aqvs gardamaval el eqtromagnitur procesebs, xol o meqanikur nawil Si-dartyiT xasiaTis Zal urTierTqmedebas myar sxeul ebSi.

**pirvel Tavi** miZRvnil ia l iTonebze impul suri magnituri vel is zemoqmedebisa da Zl ieri impul suri magnituri vel is generirebis Sesaxeb arsebul i l iteraturis mimoxil visadmi, aseve diagnostikuri Tu teqnologiuri daniSnul ebis mZl avri magnitur-impul suri sistemebis gamokvl ebebisa da damuSavebisadmi. aRniSnul ia, rom impul suri magnituri vel iT xorciel deba teqnologiuri operaciebi: moWera, gaSl a, datvifrva, SeduReba, diagnostireba da sxva. am dros myari dengantari masal ebisgan damzadebul myar sxeul ebSi aRiZvrebaxanmokle impul suri deformaciebi da meqanikuri Zabvebi maTi datvirTvisas afeTqebis tal RiT gamowveul i asafeTqebel i nivTierebis saTanado ganl agebiTa da inicirebiT an „umaso“ damkvrel is \_ impul suri magnituri vel is saSual ebiT. aseve myar sxeul Si-meqanikur tal Ragantarsi mikrowamebis diapazonis impul suri deformaciis warmoSobisas tal Ragantaris torcebi asrul eben moZraobas maRal i donis impul suri aCqarebebiT, rac saSual ebas iZl eva torcze damagrebul i namzadi (gamzomi gardamsaxi, naxevargantariani diodi, tranzistori, mikroqema da sxva) diagnostirebul i da gamokvl eul i iqnes dartyamedegobasa da dartyamgradobaze.

rogorc avRniSneT, mil idan mikroteqnologi ebze gadasvl a SesaZl ebel ia uinercio damkvrel is gamoyenebiT, roml is roli SeiZleba Seasrul os detonaciurma tal Ram an impul surma magniturma vel ma. dReisaTvis, impul suri magnituri vel i gamoiyeneba rogorc

puansonis an matricis rol s. el eqtrogamtarobis mgone masal isagan damzadebul i detal ebis tvifvris, mownexvis, gaSI is da sxva teqno logiuri operaciebis Sesasrul el ad. igi warmatebiT cvl is detonaciur teqno logias, rodesac afeTqebis tal Ra asru- l ebs puansonis an matricis rol s.

disertaciaSi ganxil ul ia Sromez, miZRvnil i magnitur-impul - suri sistemebis Semadgenel i el ementebis kvl evasa da damuSavebas- Tan dakavSirebul i sakiTxebisadmi, kerZod, ZI ieri impul suri denis generatorebis muSaobis reJimebis, induqtorebis, kondensatorebis da ganmuxtavebis ZiriTadi parametrebis gansazRvrisadmi.

ZI ieri impul suri denis generatorebis eqsperimentul i gamokv- l evisas saWiroa didi sididis impul suri denebis gazomva, impul - sis xangrZI ivobis gansazRvra. disertaciaSi damuSavebul ia impul - suri denis gazomvis meTodebi da saSual ebebi uinducio Suntis gamoyenebiT K16-05 danadgarSi denis pikuri mniSvnel obiT 5ka-mde da sahaero transformatoris-rogovskis qamris gamoyenebiT 100-500ka denebisTvis K16-06 da K16-07 danadgarebSi.

**naSromis meore TavSi** damuSavebul ia aCqarebis sazomi gardam- saxebis sixSirul i maxasiaTebel ebis gansazRvris speqtrul i meTodi, roml is arsi imaSi mdgomareobs, rom ganisazRvrebis gardamsaxis amp- l itudur-sixSirul i maxasiaTebel i, rogorc modul i Semdegi komp- l eqsuri sixSirul i maxasiaTebel isa:

$$S(j\omega) = \frac{S_{\xi}(j\omega)}{S_a(j\omega)},$$

sadac  $S_a(j\omega)$  da  $S_{\xi}(j\omega)$  gardamsaxis aRmgznebi dartyimiTi aCqarebis sa da Sesabamisi reaqciis speqtrul i simkvrivebia.

Tu cnobil ia dartyimiTi aCqarebis impul sis xangrZI ivoba  $\tau_0$ , gardamsaxis reaqcias SeiZI eba movacil oT Sesabamisi sawyisi ubani da reaqciis darCenil i nawil is speqtrul i simkvrive dagvianebis Teoremis Tanaxmad

$$S(j\omega)_1 = \exp(-j\omega\tau_0) S(j\omega).$$

rogorc am formul idan cans,  $S(j\omega)$  da  $S_1(j\omega)$  speqtrul simkvriveebis aqvT erTnairi modul ebi, ase rom reaqciis darCeni li nawil is speqtrul i simkvrivis modul i wadmoadgens gamosakvl evi gardamsaxis amplitudur-sixSirul maxasiaTebel s.

meTodikis Tanaxmad reaqciis darCeni li nawil i gadayvanil i unda iqnes diskretul formaSi  $\Delta t = (\tau - \tau_0)/2n$  bij iT, sadac aris gardamsaxis reaqciis xangrZl ivoba da  $2n$  - amonakrebTa ricxvi.

gardamsaxis amplitudur-sixSirul i maxasiaTebel i gamoiTvl eba Semdegi formul iT:

$$S(2\pi f_k) = \sqrt{I_{1k}^2 + I_{2k}^2},$$

sadac

$$I_{1k} = \int_{\tau_0}^{\tau} \xi(t) \cos(2\pi f_k t) dt, \quad I_{2k} = \int_{\tau_0}^{\tau} \xi(t) \sin(2\pi f_k t) dt.$$

aq  $f_k$  sixSire Rebul obs diskretul mniSvnel obebs  $\Delta f$  bij iT  $f_{\min}$  -  $f_{\max}$  sixSirul interval Si, sadac  $f_{\min} = 1/\tau$  da  $f_{\max} = 1/2\Delta t$ .

amgvarad,  $S(2\pi f_k)$  saWiroa ganisazRvros mocemul i formul idan, sadac

$$f_1 = f_{\min},$$

$$f_2 = \Delta f + f_{\min},$$

$$f_3 = 2\Delta f + f_{\min},$$

$$f_i = (i-1)\Delta f + f_{\min} = f_{\max}.$$

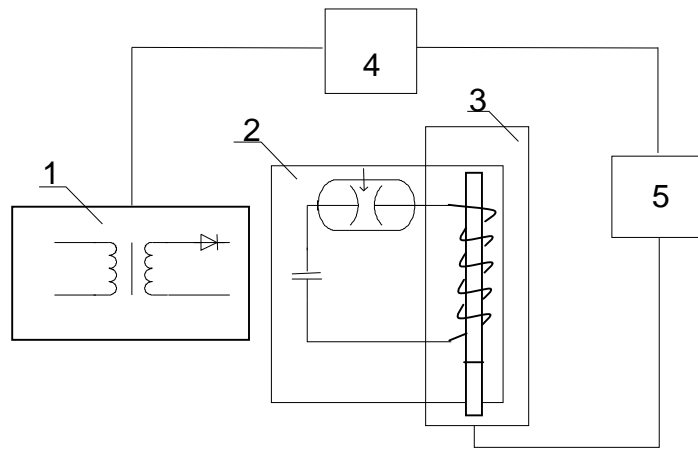
cxadia, (39) formul aSi k icvl eba  $1 < k < i$  diapazonSi da

$$i = 1 + \frac{f_{\max} - f_{\min}}{\Delta f}.$$

integral ebi  $I_{1k}$  da  $I_{2k}$  ganisazRvrebba simpsonis cnobil i formul ebiT, rac advil ad eqvemdebareba kompiuterul gamoTvl ebs.

damuSavebul i da gamokvl eul ia dinamikuri gamocdebisaTvis gankuTvnil i mZl avri magnitur-impul suri sistemebi. arsebul i stan-

dardul i meqanikuri qanqarisebri an sxva tipis urnal ebi gamosac-  
 del obieqtze axdens mil iwamebis diapazonis meqanikur impul sur  
 zemoqmedebas. ufro xanmokl e-mikrowamebis xangrZl ivobis impul su-  
 ri zemoqmedebisaTvis, rac aucil ebel ia, magal iTad, dartyiTl aCqa-  
 rebis gamzom gardamsaxSi maRal i rigis sixSireebis sakuTari rxeve-  
 bis aRsaZvrel ad maTi dinamikuri gamocdebis dros, saWiroa uiner-  
 cio damrtyel i instrumenti, romel sac warmoadgens impul suri  
 magnituri vel i l iTonebze zemoqmedebisas. aseTi magnitur-impul su-  
 ri sistemebis bl ok-sqema naCvenebia naxazze.



nax. 1

sistema Sedgeba dammuxtvel i mowyobil obisagan 1, romel ic wa-  
 rmoadgens cvl adi denis gammarTvel s asamaRl ebel i transformato-  
 riTa da ventil iT, impul suri denis generatorisagan 2 maRal i Zab-  
 vis mcire induqciurobis mqone impul suri kondensatorebis batare-  
 iT da ganmuxtvel iT, da teqnol ogiuri kvanZisagan 3, romel ic Sei-  
 cavs induqtorsa da impul suri magnituri vel is zemoqmedebis obi-  
 eqts. agreTve, sqemaze naCvenebia sistemis marTvis, signal izaciis,  
 dacvisa da bl okirebis kvanZi 4, xol o 5 aris sainformacio-sazomi  
 kompl eqsi, romel ic Seicavs sazom gardamsaxebs, el eqtronul osci-  
 l ografis, anal ogur-cifrul an el eqtronul -optikur gardamsaxebs  
 da gamoTvl iTi teqnikis saSual ebebs.

disertaciaSi moyvani l ia zemoT aRniSnul i K16-05 magnitur-impul suri sistemis damuSavebisa da gamokvl evis Sedegebi, romelic gamoiyeneba piezoel eqtrul i dartymiti aCqarebis sazomi gardamsaxis sakuTari sixSireebis gansazRvrisaTvis. sistemaSi ganmuxtveli is rols asrul ebs impul suri tiristorebis wyobil i, amitom, misi ventil uri Tvisebebis gamo, induqtorSi gamavali deni da, Sesabamisad, magnituri induqcia sinusoidis naxevar tal Ris anu unipolarul i impulsis formisaa. induqtorSi generirebul i impul suri magnituri vel i axdens Zal ovan zemoqmedebas sistemis muSa organoze - erT metramde sigrZis l iTonis cil indrul Reroze, romelic amavedros meqanikuri tal Ragamtaris rols asrul ebs. tal Ragamtaris erT-erT torcze magrdeba gamosakvl evi gardamsaxi, eqspl uataciis dros damagrebis pirobebis srul i imitaciiT. danadgarSi pirvel adaa ganxorciel ebul i tal Ragamtaris ara meore torcidan, aramed gverdiTi zedapiridan impul suri datvirTva, risTvisac is moTavsebul ia induqtoris muSa zonaSi ise, rom tal Ragamtarze zemoqmedebis adgil i maqsimal uradaa miaxl oebul i sakvl ev obieqtTan. amiT Tavidan aris acil ebul i ReroSi kumSva-gaWimvis deformaciis tal Ris gavr cel ebasTan dakavSirebul i dispersiul i movl enebi da gardamsaxis impul suri agzneba xdeba impul suri aCqarebiT, romelic ar aris damaxinj ebul i dispersiit gamowveul i maRal -sixSirul i rxvebiT. impul suri denis generatoris marTvis wredSi formirdeba el eqtrul i Zabvis impul si moml odine reJimSi momuSave el eqtronul i oscil ografis gasaSvebad. sistemis sainformacio-sazomi kompl eqsi Seicavs uinducio koaqsi al ur Sunts, CarTul s ganmuxtvis konturSi 5ka-mde sididis impul suri denis gasazomad da naxevradgamtarian tenzorezistors, damagrebul s tal Ragamtarze induqtorsa da muSa torecs Soris impul suri deformaciis gasazomad. denis impulsis xangrZl ivobis regul ireba 10-50mkwm diapazonSi xdeba induqtoris xviaTa ricxvisa da kondensatorebis tevadobis cvl il ebiT. danadgarSi ganvitarebul i impul suri aCqarebis maqsima-

I uri mniSvnel oba  $10^3\text{m/wm}^2$  Seadgens da SesaZl ebel ia gamzomi gardamsaxebis sakuTari sixSireebis gansazRvra.

disertaciaSi moyvanil ia ufro maRal i impul suri aCqarebis aRZvrivTvis gankuTvnil i stu-Si Cvens mier SemoTavazebul i K16-06 magnitur-impul suri sistemis damuSavebisa da gamokvl evis Sedegebi, romel ic aseve gankuTvnil ia piezoel eqtrul i dartyimiTi aCqarebis sazomi gardamsaxis dinamikuri maxasiaTebel ebis gansazRvrivTvis. damuSavda Zl ieri impul suri denis generatori, romel ic Seicavs maRal i Zabvis БГКЦ tipis impul suri kondensatorebis batareas 18mkf tevadobiT da ИРТ-2 ignitronul ganmuxtvel s 10kv ZabviT da 100ka impul suri deniT. vinaidan am ganmuxtvel s ar aqvs ventil uri Tvissebebi unipolarul i impul suri denis formirebivTvis gamoyenebul ia damatebiTi ignitronul i ganmuxtvel i ИРТ-2, romel ic aSuntebs kondensatorebis batareas mas Semdeg, rodesac ZiriTadi ganmuxtvis konturis deni miaRwevs maqsimal ur mniSvnel obas. ZiriTadi ganmuxtvis konturSi CarTul ia disertaciaSi damuSavebul i konstruqciis induqtori, romel sac aqvs gaZl ierebul i meqanikuri Tvissebebi da special uri konstruqciis gamomyvanebi. induqtorSi Sedgmul ia D14 markis diural uminisagan damzadebul i erTi metri sigrZis meqanikuri tal Ragamtari 15mm diametris mqone Reros saxiT, ise rom tal Ragamtaris induqtorqveSa nawil i gverdiT impul sur zemoqmedebas ganicdis induqtorSi generirebul i impul suri magnituri vel iT. sistema aviTarebs impul sur aCqarebebs  $10^6\text{m/wm}^2$  pikuri mniSvnel obiT. disertaciaSi moyvanil ia sistemis eqsperimentul i kvl evis Sedegebi, roml ebic adastureben mis efeqturobas da disertaciaSi damuSavebul i gaangariSebis sainJinro meTodebis saimedoobas. kerZod, ganisazRvra sakuTari sixSireebi ПИ93-1, КД-1, Д-14 da sxva tipis piezoel eqtrul i aCqarebis sazomi gardamsaxebis dinamiuri maxasiaTebel ebi.

**naSromis mesame Tavi** miZRvnil ia tradiciul komutaciur procesebs naxevargamtarul xel sawyoebSi.

didi simZI avreebis komutacia nebismieri tipis naxevaradgamtariani xel sawyoTi xdeba am xel sawyos garkveul i nawil is gamtarobis mkveTri zrdiT, romel sac aqvs sawyis stadiaze Zal zed didi winaRoba da abl okirebs naxevargamtarul xel sawyoze modebul Zavas. es nawil i warmoadgens ZI ieri el eqtrul i vel iT muxtis matarebl ebisagan mTI ianad dacl il mocul obiTi muxtis ubans (ukuwanacvl ebul i p-n gadasasvl el is mocul obiTi muxtis ubani). am raiomis gamtarobis mkveTri zrda SeiZI eba moxdes misi el eqtronul - xvrel uri pl azmiT Sevsebis gziT. magram, naxevaradgamtarul i xel - sawyos xvedriTi (erTeul zedapirze mosul i) komutirebul i simZI avre SezRudul ia pl azmaSi muxtis matarebl ebis dabal i Zvradobisa da koncentraciis, agreTve arc Tu maRal i muSa temperaturis gamo. Sedegad, mniSvnel ovani simZI avreebis komutirebisatvis saWiroa xel sawyoSi Seiqmnas didi muSa mocul obis gamtari ubani. pl azmaSi muxtis matarebl ebis difuziuri sigRzis SedarebiT mcire mniSvnel obebi ar izi eva saSual ebas gavzardoT mocul oba el eqtrodebs Soris manZil is zrdiT, rogorc es xdeba airganmuxtvis xel sawyoebSi. rCeba erTaderTi gza - dengamtari arxis ganivkvetis gazrda. amgvarad, naxevargamtarul i xel sawyos zRvrul i komutaciuri maxasiaTebul ebi damokidebul ia imaze, Tu ramdenad swrafad formirdeba didi winaRobis mqone ubnis adgil as didi diametris mqone mokl e mdgradi pl azmuri arxebi.

Tanamedrove mZI avr naxevargamtarul xel sawyoebSi (bipol arul tranzistorebsa da tiristorebSi) dengamtari arxebi formirdeba emiterul i fenebidan inJeqcirebul i muxtis matarebl ebiT. tiristoris SemTxvevaSi, sadac oTx i fena sami p-n gadasasvl vl iT ori kiduri (emiterul i) gadasasvl vl ebi CarTul ia gamtari mimar-



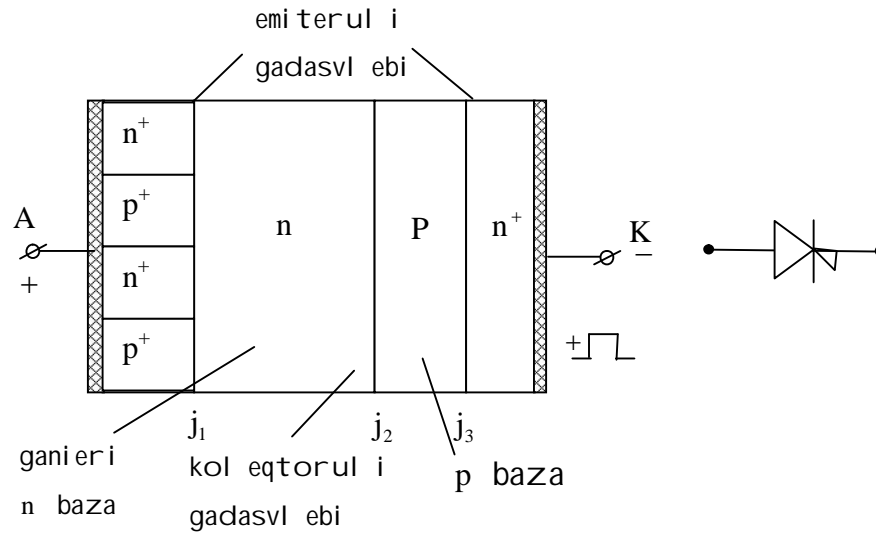
Tul ebiT, xol o central uri (kol eqtorul i) axdens xel sawyoze modebul i Zabvis bl okirebas.

Tanamedrove mZI avri magnitur-impul suri sistemebi saWiroeben naxevargamtarul komutatorebs, roml ebic SesZI eben aRniSnul diapazonSi funzionirebas da amave dros eqnebaT naxevargamtarul i xel sawyobis tradiciul i upiratesobebi: didi sagarantio vada, maRal i saimedoba, mdgradoba gareSe zemoqmedebebisadmi da myisieri mzaoba muSa reJimSi Sesasvl el ad.

reversiul ad CarTvadi dinistorul i komutatori msgavsad Cveul ebrivi dinistorul i komutatorisa konstruqciul i zomebis garda, xasiaTdeba mTel i rigi parametrebiT: nominal uri Zabva, mimdevrobiT SeerTebul i dinistorebis raodenoba, denis maqsimal uri mniSvnel oba, denis cvl il ebis maqsimal uri dasaSvebi siCqare, Zabvis cvl il ebis siCqare, gamSvi denis impul sis pikuri mniSvnel oba, impul sis forma da xangrZI ivoba, komutatoris induqciuroba, tevadoba da tal Ruri winaRoba.

naxevargamtarul i komutatoris simZI avris mniSvnel ovani zrda SesaZI ebel ia reversiul ad CarTvadi dinistoris (rCd) saSual ebiT, romel sac ara aqvs marTvis el eqtrodi. es ukanasknel i Canacvl ebul ia mmarTavi el eqtronul -xvrel uri pl azmuri feniT, romel ic iqmneba kol eqtorul i p-ngadasvl is sibrtyeSi. es fena qmnis pl azmur dengamtar arxs farTiT, romel ic tol ia xel sawyos sil iciumis firfitis farTis.

rCd damzadebis procesSi xdeba ramodenime aTeul i aTasi paral el urad CarTul i erTimeores monacvl e tiristorul i da tranzistorul i el ementebis Camoyal ibeba. maTi damaxasiaTebel i zoma nakl ebia, vidre xel sawyos ganieri n-bazis sisqe. central uri (kol eqtorul i) gadasvl a am el ementebisTvis saerToa, maT saerTo aqvT marj vena  $n^+ - p$  emiterul i gadasvl ac.

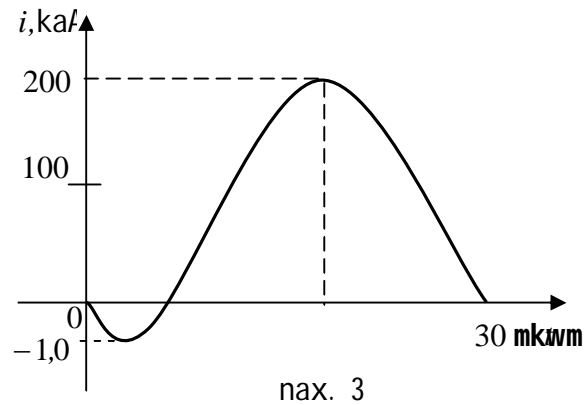


ნახ. 2

ხელსაწყოში  $n$  და  $p$  ზონების, უელა  $p$  და  $n$  სტრუქტურა ზღვრულად არის აღებული და არის შენა  $p^+$  და  $n^+$ -ით.

ხელსაწოზე მოდელია მუშა ზაბვა ნაცვები პოლობით. მასზე მუშა ზაბვის საინარმდებო პოლობის უფრო ნაკლები მნიშვნელობის ზაბვის მოდელი (რევერსი) ელემენტების გადის მართვის დენის იმპულსი და მასთან სდევს პლავმის ინექცია  $n$ -ზონაში, რომელიც საერთოა ტრანზისტორული და ტირისტორული ელემენტებისათვის. კოლექტორული გადის ასეთ ტრანზისტორებისა და ტირისტორების პლავმური სვეტი ერთმანეთს გადარავენ და უმოკლესიან საკმაოდ ერთგვაროვანი პლავმური ფენის მართვის დენის იმპულსის დამტარებისას ხდება რკინის მომუშაობის ნომინალური მიმართულების მუშა ზაბვის მოდელი. ამ დროს კოლექტორული გადის ის პლავმური ფენის ელექტრონი და ხვრელი ები უინაცვლებენ  $n$  და  $p$  ბაზებში შესაბამისად და ხდება ხელსაწოვს ცართვა მთელ სიბრტყეში ერთდროულად. ვინაიდან ხელსაწოვს მართვა და მუშაობა ხორციელდება ერთი და იგივე მომუშაობის უწყველით, საუროა ზღვრული და მართვის ურეების გაცალკეება, რაც შესაძლებელია გაქრთვადი დროის გამოყენებით. დანადგარი სასაუბროს ები იგივე მოვადინოტ პიეზოელექტრული აცვების გამომიგადამსახების ტესტირება. დისერტაციაში მოყვანილი დიაგნოსტიკური დანიშნულების მაგნიტურ-იმპულ-

I sur sistemebSi KPD-25-170 tipis dinistoris gamoyeneba saSual ebas izl eva danadgaris teqno logiur kvanZSi - induqtorSi 200kA denis gatarebas.



max. 3-ze naCveneblia dinistorSi gamaval i impul suri denis oscilogram, romel ic saSual ebas izl eva dadgindes dinistoris datvirTvis denis parametrebi.

rogorc zemoT avRniSne, reversiul ad CarTvadi dinistorul i komutatori msgavsad Cveul ebrivi dinistorul i komutatorisa, konstruqciul i zomebis garda, xasiaTdeba mTel i rigi parametrebiT: nominal uri Zabva, mimdevrobiT SeerTebul i dinistorebis raodenoba, denis maqsimal uri mniSvnel oba, denis cvl il ebis maqsimal uri dasaSvebi siCqare, Zabvis cvl il ebis siCqare, gamSvi denis impulsis pikuri mniSvnel oba, impul sis forma da xangrZl ivoba, komutatoris induqciuroba, tevadoba da tal Ruri winaRoba.

gamovTvl il ia aRniSnul i parametrebi, komutatorisTvis, sadac  $n=5$ ,  $d_1=50\text{mm}$ ,  $d_2=60\text{mm}$ ,  $b=15\text{mm}$ .

gaangariSebul i si di deebi:

$$L = \frac{\mu_0}{2\pi} \ln \frac{d_2}{d_1} nb = \frac{4\pi \cdot 10^{-7}}{2\pi} \ln \frac{60 \cdot 10^{-3}}{50 \cdot 10^{-3}} \cdot 5 \cdot 15 \cdot 10^{-3} = 30 \cdot 10^{-10} \text{ hn.}$$

$$C_1 = \frac{\epsilon_0 2\pi b}{\ln \frac{d_2}{d_1}} = \frac{8.85 \cdot 10^{-12}}{\ln \frac{60 \cdot 10^{-3}}{50 \cdot 10^{-3}}} \cdot 2\pi \cdot 15 \cdot 10^{-3} = 416.8 \cdot 10^{-14} \text{ f.}$$

$$C = \frac{C_1}{n} = \frac{\varepsilon_0 2\pi b}{n \ln \frac{d_2}{d_1}} = \frac{416.8 \cdot 10^{-14}}{5} = 83.4 \cdot 10^{-14} \text{ f.}$$

$$Z = \sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{n \ln \frac{d_2}{d_1}}{2\pi} \sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0}} = \sqrt{\frac{30 \cdot 10^{-10}}{83.4 \cdot 10^{-14}}} = 0.4 \cdot 10^2 = 40 \text{ omi.}$$

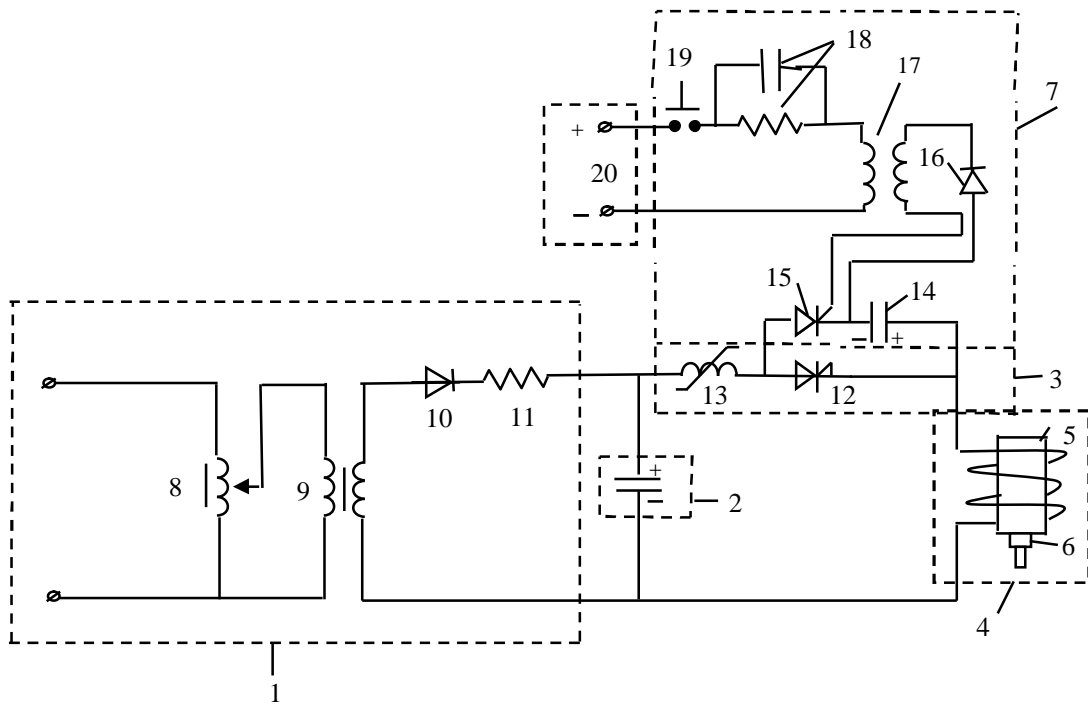
რკდ-ის გამოყენება მსგავსად იმპულსური ტრისტორების ავარიის კომუტაციისას სასურველია იქონიებდეს ინდუქტორის გავართვით პრაქტიკულად უნიპოლარული იმპულსური დენი, რაც განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია პიეზოელექტრული გამომის გარდამსახების დიაგნოსტიკის დროს, როდესაც გაზომვების სიზუსტე დიდად არის დამოკიდებული საკვლევი ობიექტის სივრცით და ოვანი ზემოქმედების ხანგრძლივობაზე. გამოსაცდელი ობიექტის მეტროლოგიური მახასიათებლები – სტრუქტურა, საკუთარი რეჟიმის სიხშირე, დემფირების კოეფიციენტი, მგრძობიარობა, არარეზონანსული განისაზრვება მოწყობილი ობიექტის რეაქციისა და იმპულსური ზემოქმედების სპექტრალური სიწკრივეთა ფარდობით. ეს ფარდობა მართვდება, როდესაც იმპულსური ზემოქმედება ზალზე ხანმოკლეა და უახლოვდება დელტა ფუნქციას, რაც ნიშნავს, რომ გამოსაცდელი ობიექტის გადამცემი ფუნქციისა და რეაქციის სპექტრალური სიწკრივეები პრაქტიკულად ტანხვდენილი ფუნქციებია. ამ დროს ობიექტის რეაქციის სპექტრალური სიწკრივე პრაქტიკულად იგივეა, რაც ობიექტის კომპლექსური სიხშირის მახასიათებელი და ობიექტის დიაგნოსტიკური კვლევი ევა მიდის მის იმპულსური ზემოქმედებზე რეაქციის ანალიზთან.

სადიაგნოსტიკო ობიექტის, პიეზოელექტრული გამომის გარდამსახის ზალზედ ხანმოკლე იმპულსური არგზნებზე რეაქციის სპექტრალური სიწკრივის ანალიზის შესაძლებელია გარდამსახის სტრუქტურის დადგენა, ამპლიტუდა – სიხშირის, საკუთარი სიხშირების, დემფირების, არარეზონანსული და სხვა მეტროლოგიური მახასიათებლების მართვით სიზუსტით განსაზრვება.

სემოტავაზებული დიაგნოსტიკური მანტიურ-იმპულსური დანადგარის ტექნიკური სედგია გამოთვლილი დარტყმითი იმპულსის სტაბილიზაციის

ამარი ება, მისი ხანგრძლივობის შემცირება და ამპლიტუდის გაზრდა, რა-  
 ზედამიწის რეზონანსის გავრცელების საკარტელის პატენტი GE P 2012 5374 B. AP 2009  
 11420.

ტექნიკური სადები მიწვევა იმით, რომ უაღრესად მნიშვნელოვანი  
 იმპულსური დანადგარი შეიქმნას დამუხტავ მოწყობილობას, მართლაც  
 კონდენსატორების ბატარეასთან, ინდუქტორს, კომუტატორს და მართვის  
 მოწყობილობას; კონდენსატორის ბატარეა კომუტატორის გავლით მართლ-  
 ბულისა მართვის ბლოკთან და ინდუქტორთან; ინდუქტორი არაუარსებია  
 ტალღისათვის, რომელიც შესრულებულია ლითონის რეზონანსით; კო-  
 მუტატორის საკომუტაციო ელემენტად გამოყენებულია რევერსიული ადარ-  
 ტული დინისტი.



ნახ. 4. მნიშვნელოვანი იმპულსური დანადგარის პრინციპული ელემენტების სქემა  
 მნიშვნელოვანი იმპულსური დანადგარი მოსაზრებით შემდგენილია:

ავტოტრანსფორმირი 8 ირთვება ცვლადი დენის კვლევით, ხოლო  
 კომუტატორის მართვის მოწყობილობა 7-მუდმივი დენის კვლევით. ავტო-  
 ტრანსფორმირის 8 და ამგვარი ტრანსფორმირის 9 მეშვეობით გამოარ-  
 ტული დენის დიოდის 10 და ბალასტიური რეზისტორის 11 გავლით უნდა კონდენ-  
 სატორების ბატარეის 2 დამუხტვა შესრულდეს. გამოყენებულია რევერსიული ადარ-  
 ტული დინისტი.

19 დავერისა იმპულსური ტრანსფორმირების პირველად გრანილი სიგაილის რკ-რედის 18 კონდენსირების დამუშავების დენის ამ ტრანსფორმირების მეორეულ გრანილი სიარქივრება იმპულსური დენი, რომელიც სადიოდის 16 მესვეობით ექვსი უნიპოლარული ფორმის დენი არებს მართვად ტირისტორს 15. ხდება კონდენსირების 14 განმუშავება რევერსიულიად მართვად დინისტორზე 12 და ამ უკანასკნელის გაღება.

კომუტირების 3 გაღების შემდეგ ხდება კონდენსირების ბატარეის 2 განმუშავება ინდუქტორზე 4, რომელიც სიგაილის მქვით ავრთქვით რადიუნიპოლარული ხანმოკლე დენის იმპულსის. ეს იმპულსი შესაბამისი იმპულსური მანტიური ველის სასუალეობით იტონის ტალღისათვის 5 არზრავს დარტყმით აცხარება, რომელიც ვრცელდება რა ტალღისათვის 5, არაგზნებს მასზე დამაგრებულ სავლევობიექტს 6 (აცხარების პიეზოელექტრული გადამცემის). დროს 13 ზრდას კონდენსირების ბატარეიდან 2 კონდენსირებისაკენ 14 გამავალი დენი რევერსიულიად მართვად დინისტორის 12 გაღებამდე [19].

შემოთავაზებული მანტიურ-იმპულსური დანადგარი ექვსი ინდუქტორის ხანმოკლე, მქვით ავრთქვით რადიუნიპოლარული იმპულსური დენის მიღების სასუალეობას, რომლის ხანგრძლივობა და ამპლიტუდა სტაბილურია და არ არის დამოკიდებული გარე ფაქტორებზე.

ამგვარად, შემოთავაზებული დანადგარის რკ-ს კომუტირად გამოყენება კომუტირებული სიმქვით ავრთქვით რადიოსასუალეობას გვაქვით იქვსი გავაუმჯობესოთ დანადგარის მეტროლოგიური მაქვითაქვითები.

### **დასკვნები**

კატარებულის გამოქვითი ექვსი საფუქვითი ზემოთხსენებული შემდეგი სდეგები:

1. ზღირი იმპულსური მანტიური ველი უარმოდგენს ტექნიკური დიაგნოსტიკის ზღი ზედ ეფექტურ სასუალეობას.
2. მანტიურ-იმპულსური დანადგარის, როგორც იმპულსური ენერჯიკული მოქვითობის უმნიშვნელ ოვანეს კვანძის უარმოდგენს კომუტირი, რომელიც საუენება საკმაოდ მკაცრი და უინარმდეგობრივი

მოქოვნები. ერთის მხრივ, ის უნდა იყოს საიმედო, ხანმედეგი და ეკონომიურად ეფექტური, ანუ არც ისე ზვირი და მეორეს მხრივ, საშროა რომ მან უზრუნველყოს დიდი იმპულსური სიმკვრივეების კომუტირება დიდი დენებისა და მარალი ზაბების დროს.

3. აირგანმუქვის ხელსაყობებს აკვტ პრინციპული ნაკლი ოვანები, რომლებიც განპირობებულა აირსი განმუქვის პროცესის მიმდინარეობის თავისებურებებით და ზრუდავენ ხელსაყობს გამოყენებას ზემარალი იმპულსური სიმკვრივეების კომუტირებისას. ეს უპირველეს ყოვლისა, არის ამუშავების არასტაბილური ობიექტი, რაც აზნელებს რტული სისტემების სინქრონიზაციას და დაბალი ხანმედეგობა, რაც განპირობებულა განმუქვის პროცესის რკალიური სტადიით გამოწვეული ელექტროდების ერიქციით, რომელიც ზრუდავს სიმკვრივეს ავის შემდგომ ზრდას.
4. ნახევარგამტარული კომუტატორები უარმატები ცვლიან აირგანმუქვით კომუტატორებს, ვინაიდან მათ აუარბებენ ხანმედეგობით და მუშაობის სტაბილურობით. ის, რომ სესაკვრი ებელია მათი მიმდევრობით და პარალელი ურად სერტება, იკვრი ევა მათი გამოყენების საშუალებების დენებისა და ზაბების ფართო დიაპაზონსი, რათა უარმატები გადაწყვიტოს იმპულსური ენერგეტიკის აკვალური პრობლემები.
5. რიგმა კატარებულმა გამოკვლიევმა (ისეთი როგორცაა ოპტიმალური მასალების სერცევა რკდ-ს კარგი კონტაქტების უზრუნველყოფად), საშუალება მოგვცა უზრუნველყოფა დაბალი და სტაბილური გარდამავალი ელექტრული და სიტბური უინარობები რკდ-ს სორის, რაც იკვრი ევა ხანგრძლივი გარანტიას და კომუტატორის მუშაობის საიმედოობას.
6. ახალი ტაობის რევესიული კარტვადი დინისტორების საშუალებით მიირვევა კუტრი კომუტირებადი სიმკვრივეს ავის რეკორდული მაკვენებელი კომუტატორის ერთეული ოვან ფართობზე. კომუტატორები მუშაობენ როგორც მონოიმპულსური, ასევე სიქსირული რეჟიმსი და გამოყენებანიან ფართო დიაპაზონის იმპულსური ენერგეტიკისი.

7. რკდ-ის გამოყენება მსგავსად იმპულსური ტრიგერების ავტომატური კომუტაციის საშუალებას იძლევა ინდუქტორის გადართვა პრაქტიკულად უნიპოლარული იმპულსური დენი, რაც განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია პიეზოელექტრული აწყობების გამომწვევების დიაგნოსტიკის დროს, როდესაც გაზომვების სიზუსტე დიდად არის დამოკიდებული სივრცითი ელემენტების სიზუსტეზე. მათგან უმთავრესია ზომების ზემოქმედების ხანგრძლივობა.
8. დანადგარის რკდ-ს კომუტატორად გამოყენება კომუტირების სიჩქარის აწევას უზრუნველყოფს საშუალებას გვაძლევს გავაუმჯობესოთ დანადგარის მეტროლოგიური მახასიათებლები. გამოსაძლევს ობიექტის მეტროლოგიური მახასიათებლები – სტრუქტურა, საკუთარი რეჟიმის სიჩქარე, დენის კოეფიციენტი, მგრძობიარობა, არარეზონანსობა, განისაზღვრება მოწყობის რეაქცია და იმპულსური ზემოქმედების სპექტრალური სიჩქარე. ეს ყველაფერი მართლაც, როდესაც იმპულსური ზემოქმედება ზალზე ხანმოკლე და უახლოვდება დელტა ფუნქციას, რაც ნიშნავს, რომ გამოსაძლევს ობიექტის გადამცემი ფუნქცია და რეაქციის სპექტრალური სიჩქარეები პრაქტიკულად ტანხვდენილი ფუნქციებია.
9. რევერსიული კარტვალი დინამური იმპულსური ენერჯეტიკის უზრუნველყოფის მართლაც ეფექტური კომუტატორი, რომელიც ხასიათდება დიდი სიზუსტით და ხანმოკლეობით, საშუალებას იძლევა პრაქტიკულად უნიპოლარული ზალური იმპულსური დენების გენერირება, როდესაც ხელსაყრელ მუშაობის მაქსიმალური უზრუნველყოფა.
10. რევერსიული კარტვალი დინამური გამოყენება მაგნიტური-იმპულსური დიაგნოსტიკის ან ტექნოლოგიური დანადგარების საშუალებას იძლევა დიდი სიზუსტის დენების კომუტირების მოხდეს ზალური და ხანმოკლე იმპულსური მაგნიტური ველების გენერირება და შესაბამისად მართლაც ეფექტური ტექნოლოგიური პროცესების განხორციელება.
11. რევერსიული კარტვალი დინამური კომუტატორად გამოყენება საშუალებას იძლევა შეიქმნას ზალური უნიპოლარული იმპულსური



denis generatori, romel ic wadmoadgens magnitur-impul suri sa-  
diagnostiko danadgaris ZiriTad nawil s.

12. kabel is bunikis mosawnexi magnitur-impul suri danadgaris mode-  
rnizacia, masSi ignitronul i ganmmuxtavis reversiul ad CarTva-  
di dinistorul i komutatoriT Canacvl eba iZl eva piezoel eqt-  
rul i aCqarebis gamzomi gardamsaxis diagnostirebis efeqtur sa-  
Sual ebas.

### დისერტაციის თემაზე გამოქვეყნებული ლიტერატურა

1. nemsaze S. a., giuaSvil i m. a. piezoel eqtrul i sazomi gardamsaxe-  
bis magnitur-impul suri danadgariT diagnostikis sakiTxebi. saer-  
TaSoriso samecniero konferenciis moxsenebebis krebul i. quTai-  
si, 2010 wel i.
2. nemsaze S., naWyebia S., merabiSvil i p., gel enize m., toronj aze a., ge-  
l enize g., toronj aze d., giuaSvil i m. pl azmuri Wavl is aCqarebis  
meTodi. saqarTvel os patenti GE P 2008 4350 B. AP 2006 009213.
3. nemsaze S., toronj aze a., toronj aze g., giuaSvil i m. magnitur-  
impul suri danadgari. saqarTvel os patenti GE P 2012 5374 B. AP  
2009 11420.
4. nemsaze S. a., giuaSvil i m. a. magnitur-impul suri, teqnoლიგიური  
და გამოსაცდელი სისტემები reversiul ad-CarTvadi dinistorebiT.  
saqarTvel os teqnიკური universitetის Sრომები. #1(475). Tbilisi,  
2010 wel i.
5. Nemsadze Sh., Giuashvili M. ON DIAGNOSTICS OF PIEZOCERAMIC  
MEASURING TRANSDUCER. First International Conference for Students and  
Young Scientists on Materials Processing Science. Programme and Book of  
Manuscripts. Tbilisi, 10-13 October 2010.

## Abstract

At studying diagnostic or technological facilities intended for intensive modes, various high frequency tiny measuring transformers, including piezoelectric measuring ones, are used to avoid errors caused by integration of signals to be measured lengthwise to measuring transformer base. In the same time, at facilities dynamic testing, for complete processing of received information, it is necessary to use complete package of dynamic patterns of measuring transformers. As a rule, tiny measuring transformers represent high frequency oscillatory systems. Determination of their dynamic patterns is a heavy technical problem. It is impossible to solve this problem with standard impact mechanical beds because the duration of impulse load developed at that moment is in the range of milliseconds and transformer loading with short impulses of msec. duration is possible only by using impact instrument (un-weighed) without inertia.

Transition to microfabrication technologies by using impulsive magnetic field became possible. The most preferable among them is magnetic-impulsive technology, its implementation was supported by the development of strong impulsive field generators, techniques of high make-and-break currents and voltages, adoption of high voltage impulsive condensers and dischargers in manufacturing industry.

Activity of any magnetic-impulsive system of diagnostic and technological intention is based on the spreading of electromagnetic field through conductivity environment and the events of power influence on it. Impulsive magnetic field allows to develop power influence (of the shortest msec. range) on subject of research. In STU there is an experience of researching impact acceleration transformers of PI-93 series made by using mentioned materials by St. Petersburg metrology institute. Its structural scheme is shown in the thesis work. It consists of body 1, detector 3 and round or quadrangular load 4 with the mass  $m$ , the transformer is fixed on subject of research with two adhesives or screws. Object acceleration  $a(t)$  [excitation for transformer] and transformer reaction  $v(t)$  oscillograms in various cases are shown as well. Object movement parameters are determined by working out corresponding oscillograms.

For complete processing of the information received after dynamic tests full spectrum of dynamic data of used measuring transformers, including piezoelectric transformers, which can be received by comprehensive testing of measuring transformers by means of short impact influence similar to the study of frequency data by impulsive method.

Transformers measuring impact piezoelectric acceleration represent oscillation systems with high oscillation frequencies. A facility can be modeled by two or multi-mass oscillation systems with redistributed parameters. When using them in practice, during the processing of measurement results, for provision of high accuracy it is necessary to have information on amplitude-frequency data of transformers. This information can be found by influence of acceleration short impulse on transformers, in its sensitivity direction, by registration of transformers excitation impulse and corresponding reactions and subsequent processing of them. It is obvious that for effective excitation of high frequency transformers, duration of excitation impulse has to be less than or uniform to natural oscillation period of transformer.

At researching dynamic data of transformers measuring impact acceleration, especially when studying their nonlinearity, it is necessary to excite them with impulsive acceleration peak value of which is  $10^3$ - $10^5$  m/sec<sup>2</sup> with duration of 10 msec.

In this purpose it is urgent to make facility for studying dynamic data of measuring transformers which allows preparing complete diagnostic of research object.

Suggested facility of magnetic-impulsive diagnostic intention contains a charging arrangement, a battery of impulsive condensers having low induction, an inductor in which there is a metal wave conductor with fixed piezoelectric transformer on it, circuit changer with diode-thyristor scheme being switched reversibly. The facility works as follows: when passing impulse to the circuit changer the diode-thyristor opens and condenser battery is discharged on inductor. After passing current first half-wave diode-thyristor is closed and it does not conduct current back wave. Wave-conductor inside inductor is affected by impulsive mechanic influence and research object fixed on it is excited by single-stage unipolar impulse. Impulse duration is stable and does not depend on external factors. Magnitude and duration of impulsive influence depend only on the value of charging voltage and parameters of discharging circuit.

STU has positive experience of power commutation by semiconductor facilities. We have made magnetic-impulsive diagnostic arrangement in STU. It contains TI-3000 type 3 impulsive series connected diode-thyristors which makes possible 9 MW commutation.

As it is known, voltage blocking in entire diode-thyristor is done by the zone of volumetric charge of set-back p-n transition, which is discharged of charge bearers by the activity of strong electric field and has high resistance. Abrupt increase in conductivity of this zone and diode-thyristor corresponding switching is done by filling it with electronic-orifice plasma of high conductivity.

During commutation of diode-thyristor, steady current conductive plasma channels are formed instead of high resistance zone. Switching diode-thyristor is initiated alongside thin base layer in emitter-base circuit by conducting impulsive current. Due to high resistance of this layer injection by  $n^+$ -p transition is localized in the narrow channel of several hundred microns width alongside emitter-base border. The width of this diode-thyristor increases but the speed of this process is too low and consists  $0.1 \div 0.05$  mm/msec. Due to this phenomenon in traditional commutation diode-thyristors making large area current-carrying channels and commutation of high powers are impossible.

Significant increase in the power of semiconductor current changer is possible by means of reversibly switching diode-thyristor which does not have operating electrode. The last one is replaced by operating electronic-orifice plasma layer made in the plane of collector p-n transition. This layer makes plasma current-carrying channel with the area equal to facility silicon plate area.

During the process of making dinistor, several thousands in-parallel alternate thyristor and transitory parts are united. Their characterizing size is less than the thickness of facility wide n-base. Central (collector) transition for these parts is common, they have common right  $n^+$ -p emitter transition. Operating voltage is spread on the facility with shown polarity. By spreading (reversion) less voltage than polarity resistant to operating voltage, operating current impulse is passing in parts and it is accompanied with plasma injection in n-zone common for transistor and thyristor parts. At collector transition plasma columns of transistors and thyristors will overlap each other and make quite homogeneous plasma layer. At finishing operating current impulse, spreading of nominal direction operating voltage is done. At that moment electrons and orifices of collector transition plasma layer will move to n and p bases respectively and the facility is switched in entire plane simultaneously. Due to the fact that regulation and operation of the facility

is done by the same pair of binders, separation of power and operating circuits is needed. It is possible by means of using permeable orifice choke. The facility makes possible testing of transformers measuring piezoelectric acceleration. Using KPD-25-170 type diodes in magnetic-impulsive systems lets conduct 200 kA current through facility technological node. Using diode-thyristor, similar to circuit changers constructed by impulsive tests, lets conduct practically unipolar impulsive current through inductor. This is especially important when diagnosing piezoelectric measuring transformers when accuracy of measurements greatly depends on research object, duration of introductory power influence. Metrologic properties of research object—structure, damping coefficient, frequency of natural oscillation, sensitivity, nonlinearity are determined by the ratio of spectral densities of impulsive influence and facility reaction. This ratio becomes simple when impulse influence is quite short and comes up to delta value i.e. spectral densities of research object transition function and reaction are practically coincided functions. At this moment spectral density of object reaction is practically equal to its complex frequency pattern and its diagnostic research to impulse influence of reaction analysis.

By spectral analysis of density of the reaction to quite short impulsive excitation of piezoelectric measuring transformer, determination of transformer structure, amplitude-frequency, natural frequencies, damping, nonlinearity and determination of other metrologic properties are possible.

Thus, use of diode-thyristor in the suggested facility as a current changer together with increasing commutated power lets develop metrologic properties of the facility.