

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИНИНГ ДАВЛАТ СТАНДАРТИ

Куч трансформаторлари

4-Қисм. Чакмоқ ва коммутацион импульс билан синаш қўлланмаси - куч трансформаторлари ва реакторлар

(IEC 60076-4:2002, IDT)

Расмий нашр

**Ўзбекистон стандартлаштириш, метрология ва
сертификатлаштириш агентлиги**

Тошкент

Сўз боши

1 «Triple Point Engineering» маъсуляти чекланган жамияти томонидан стандарт асл нусхасига мос таржима асосида ТАЙЁРЛАНГАН.

2. «O'ZELEKTROAPPARAT-ELECTROSHIELD» акциядорлик жамияти томонидан ТАСДИҚЛАШГА ТАҚДИМ ЭТИЛДИ.

3. Ўзбекистон стандартлаштириш, метрология ва сертификатлаштириш агентлиги («Ўзстандарт» агентлиги) нинг 2018 йил 05-10-80 -сонли қарори билан ТАСДИҚЛАНДИ.

4. Ушбу стандарт IEC 60076-4:2002 “Power transformers – Part 4: Guide to the lightning impulse and switching impulse testing- Power transformers and reactors” стандарти матнига айнан ўхшаш.

5. ДАСТЛАБКИ ЖОРИЙ ЭТИЛИШИ

Ушбу стандартни ва унинг ўзгартиришларини Ўзбекистон ҳудудида амалда жорий этиш (амалини бекор қилиш) ҳақидаги ахборот «Ўзстандарт» агентлиги томонидан нашр этиладиган кўрсаткичда чоп этилади. Ушбу стандартни қайта кўриб чиқиш ёки бекор қилиш ҳақидаги мувофиқ ахборот «Ўзстандарт» агентлиги томонидан нашр этиладиган ахборот кўрсаткичида чоп этилади.

O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH VA
DAVLAT KAZORATINI
MUVOFIQLASHTIRISH
BOSHQARMASI

Ушбу стандартни Ўзбекистон ҳудудида расмий чоп этиш мутлақ ҳуқуқи “Ўзстандарт” агентлигига тегишли

Мундарижа

	Кириш.....	III
1	Қўллаш доираси.....	1
2	Меъёрий ҳаволалар.....	1
3	Умумий.....	1
4	Белгиланган тўлқин шакли.....	2
5	Синов занжирлари.....	2
6	Калибрлаш.....	4
7	Чакмоқ импульс синовлари.....	4
8	Коммутацион импульс синовлари.....	12
9	Осцилограммалар ёки рақамли қайдлар талқини.....	17
10	Рақамли ишлов бериш жумладан узатувчи функциялар таҳлили.....	21
11	Импульс синов баённомаси.....	23
	А илова.....	29
	В илова.....	37
	Ўзгартиришларни қайд этиш варағи.....	39

O'ZSTANDART AGENTLIGI
 STANDARTLASHTIRISH VA
 DAVLAT NAZORATINI
 MUVOFIQLASHTIRISH
 BOSHQARMASI

Кириш

1) IEC (Халқаро электротехника комиссияси) барча миллий электротехника қўмиталаридан (IEC Миллий электротехника қўмиталари) ташкил топган стандартлаштириш бўйича халқаро ташкилотдир. IECнинг мақсади электроника ва электр соҳасидадаги барча масалаларда стандартлаштиришнинг халқаро ҳамкорлигини қўллаб – қувватлашдан иборат. Шу муносабат билан ва бошқа фаолиятларга қўшимча равишда, IEC халқаро стандартлар, техникавий спецификациялар, техникавий баённомалар, оммавий спецификациялар (PAS) ва йўриқномаларни (бундан кейин “IEC нашрлари” деб юритилади) нашр этади. Уларни ишлаб чиқиш техникавий қўмиталар зиммасига юкланган бўлиб, тегишли соҳага нисбатан қизиқиши уйғонган IECнинг ҳар қандай Миллий электротехника қўмитаси, ушбу ишлаб чиқиш жараёнида иштирок этиши мумкин. Шунингдек ишлаб чиқиш жараёнида IEC билан ҳамкорликда бўлган халқаро, давлат ва нодавлат ташкилотлар қатнашишлари мумкин. IEC Халқаро стандартлаштириш ташкилоти (ISO) билан, икки ташкилот ўртасида тузилган Битим доирасида белгиланган шартлар асосида яқин ҳамкорликда ишлайди.

2) IEC нашрлари халқаро миқёсда қўллашда тавсиявий хусусиятга эга ва шу жиҳатдан улар Миллий электротехника қўмиталари томонидан қабул қилинган. Зотан, IEC нашрларининг техник таркиби имкон доирасида аниқ бўлиши учун барча ҳатти ҳаракатлар бажарган бўлсада, уларни қандай услубда қўлланиши ёки фойдаланувчи томонида содир этилган ҳар қандай нотўғри талқин қилишлар учун IEC жавобгарликни олмайди.

3) Халқаро миқёсда бир – хилликни илгари суриш мақсадида, IEC Миллий электротехника қўмиталари ўзларининг миллий ва минтакавий нашрларида максимал даражада шаффофликда IEC нашрларини қўллашни ўз зиммаларига олишган. IEC нашрлари ҳамда мос келувчи миллий ва минтакавий даражада қабул қилинган нашрлар ўртасидаги ҳар қандай тафовутлар, миллий ва минтакавий даражада қабул қилинган нашрларда аниқ кўрсатиб ўтилиши шарт.

4) IECнинг ўзи мувофиқликни баҳолаш тадбирларини ўтказмайди. Мустақил сертификатлаштириш идоралари мувофиқликни баҳолаш хизматларини кўрсатадилар ва айрим соҳаларда, IEC мувофиқлик белгисини қўллашга имкон берадилар. IEC мустақил сертификатлаштириш идоралари томонидан кўрсатиладиган ҳеч бир хизмат учун маъсул эмас.

5) IEC ёки унинг раҳбарияти, ходимлари, хизматчилари ёки вакиллари шунингдек унинг экспертлари ва унинг техник қўмиталари аъзолари ва IEC Миллий электротехника қўмиталарига нисбатан мазкур нашрни ёки ҳар қандай бошқа IEC нашрларини қўллаш ёки унга асосланиш натижасида бевосита ёки билвосита юзга келган шахсий жароҳат, мулкӣ зарар шунингдек юзага келган харжатлар (хуқуқий тўловлар ҳам) ва сарфлар учун ҳеч қандай мажбуриятлар юкланмайди.

6) Мазкур IEC нашрининг айрим элементлар патент ҳуқуқи билан ҳимояланган бўлиши эҳтимоли мавжуд. IEC шу каби патент билан ҳимояланган объектларнинг айримларини ёки барчасини аниқлаб бериш мажбуриятини олмаган.

IEC 60076 – 4 халқаро стандарт 14 -IEC Техник қўмитаси - “Куч трансформаторлари” томонидан ишлаб чиқилган.

Ушбу халқаро стандарт 1982 йилда чоп этилган IEC 60722 стандартини бекор қилади ва унинг ўрнига кучга қиради. Бу техник жиҳатдан қайта кўрилган нашр.

Ушбу стандартнинг матни қуйидаги ҳужжатларга асосланган:

FDIS	Report on voting
14/413/FDIS	14/446/RVD O'ZSTANDART AGENTLIGI

Ушбу стандартни қабул қилишдаги овоз бериш туғрисидаги тулиқ маълумотни юқоридаги жадвалда кўрсатилган овоз бериш баённомасидан олиш мумкин.

STANDARTLASHTIRISH VA
BYUMIY KONTROLATINI
MUVOFIQLASHTIRISH
BOSKQARMASI

Ушбу наshr ISO / IEC Директиваларининг 3 қисмида келтирилган қоидалар асосида ишлаб чиқилган.

А ва В иловалар фақатгина маълумот учун.

Power transformers умумий номли IEC 60076, қуйидаги қисмлардан иборат:

- 1 Қисм: Умумий қоидалар
- 2-Қисм: Ҳарорат кўтарилиши
- 3-Қисм: Изоляция даражаси, изоляция синовии ва ташқи ҳаво тирқишлари.
- 4-Қисм: Чақмоқ ва коммутацион импульс билан синаш қўлланмаси. Куч трансформаторлари ва реакторлар.
- 5-Қисм: Қисқа туташувга бардошлик
- 8-Қисм: Қўлланма
- 10-Қисм: Шовқин даражасини аниқлаш

2007 йилга қадар қўмита ушбу стандартнинг таркибини ўзгартирмасликка қарор қилган.
Ушбу санадан наshr:

- қайта қабул қилинади,
- бекор қилинади,
- қайта кўриб чиқилган наshr билан алмаштирилади, ёки
- тузатиш киритилади.

O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH VA
DAVLAT NAZORATINI
MUVOFIQLASHTIRISH
BOSQARMASI

**КУЧ ТРАНСФОРМАТОРЛАРИ. 4-ҚИСМ. ЧАҚМОҚ ВА КОММУТАЦИОН ИМПУЛЬС
БИЛАН СИНАШ ҚЎЛЛАНМАСИ - КУЧ ТРАНСФОРМАТОРЛАРИ ВА РЕАКТОРЛАР****ТРАНСФОРМАТОРЫ СИЛОВЫЕ. ЧАСТЬ 4. РУКОВОДСТВО К ИСПЫТАНИЯМ
ГРОВОЫМ ИМПУЛЬСОМ И КОММУТАЦИОННЫМ ИМПУЛЬСОМ. СИЛОВЫЕ
ТРАНСФОРМАТОРЫ И РЕАКТОРЫ****POWER TRANSFORMERS – PART 4: GUIDE TO THE LIGHTNING IMPULSE AND
SWITCHING IMPULSE TESTING- POWER TRANSFORMERS AND REACTORS**Жорий этиш санаси 01.03.2020**1 Қўллаш доираси**

IEC 60076 нинг ушбу қисми, O'z DSt IEC 60076-3 талабларига қўшимча бўлиб, куч трансформаторлар чакмоқ ва импульс синовларининг мавжуд процедуралари бўйича йўриқнома ва изоҳ беради. Булар ҳамда реакторлар синовини учун қўлланилиши мумкин (IEC 60289 қаралсин), талаб қилинганида, куч трансформатор процедураларига модификациялар белгиланиши керак.

Тўлкинлар шакли, синов схемалари, жумладан синов уланишлари, ерга улаш усуллари, носозликларни аниқлаш усуллари, синовлар процедураси, ўлчаш усуллари ва натижаларни шарҳлаш бўйича маълумот тақдим этилади.

Қўллаш мумкин бўлганда, синов усуллари IEC 60060-1 ва IEC 60060-2 даги тавсияларга мувофиқ бўлади.

2 Меъёрий ҳаволалар

Қуйидаги ҳаволада келтирилган меъёрий ҳужжатлар ушбу стандартни амал қўллашда муҳим аҳамиятга эга. Нашр санаси кўрсатиб ўтилган ҳаволалар учун фақат қайд қилинган нашрдан фойдаланилади. Нашр санаси кўрсатилмаган меъёрий ҳавола бўлса, уларнинг фақат энг сўнгги нашридан (киритилган ўзгартиришлари билан бирга) фойдаланиш талаб қилинади.

O'z DSt IEC 60076-3: 2019, Куч трансформаторлари 3-Қисм. Изоляция даражалари, диэлектрик синовини ва ҳаводаги ташқи ораликлар;

IEC 60060 – 1, High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements;

IEC 60060 – 2, High-voltage test techniques – Part 2: Measuring systems

IEC 60289, Reactors;

IEC 61083-1, Instruments and software used for measurement in high-voltage impulse tests – Part 1: Requirements for instruments;

IEC 61083-2, Digital recorders for measurements in high-voltage impulse tests – Part 2:

Evaluation of software used for the determination of the parameters of impulse waveforms.

3 Умумий

Ушбу стандарт асосан трансформаторлар ва реакторларни чакмоқ ва коммутацион импульсларини синашда оддий импульс генераторларни қўллашга асосланган. Алоҳида конденсаторларни ўртача ёки паст кучланишли чулғамга электрсизлантириш билан коммутацион импульсни генерация қилиш амалиётини қўллаб бўлади. Бироқ, юқори кучланишли чулғамга

юбориладиган катта бўлмаган тебранишни таъминлаш учун конденсатор билан кетма-кет қўшимча индуктивлик қўлланиладиган усулдан фойдаланиб бўлмайди.

Коммутацион импульсларни генерацияси ёки симуляциясида, ўртача ва паст кучланишли чулғамларда ўзгармас токни узиб қўйиш ёки қисман давр қувват частотаси кучланиши каби алтернатив усуллардан фойдаланиш умумий қўлланилмаслиги сабаб бундай усуллар муҳокама қилинмайди.

Трансформатор ва реакторларда қўлланиладиган чакмоқ ва коммутацион импульс синовлари учун синов занжирлари турли мулоҳазаларга кўра танланади. Трансформаторларда барча клеммалар ва чулғамлар муайян ва мустақил даражада чакмоқ импульсида синалиши мумкин. Бироқ коммутацион импульс синовиди, магнит остида ўтувчи кучланиш туфайли, муайян синов даражаси фақатгина битта чулғамда ўтказилиши мумкин (O'z DSt IEC 60076-3 қаралсин). Реакторларда чакмоқ импульси синовиди трансформатордаги билан ўхшаш бўлса, яъни барча клеммалар алоҳида синалиши мумкин бўлса, коммутацион импульс синовларида эса турли мулоҳазалар қўлланилади ва турли муаммолар юзага келади. Шу сабаб, ушбу стандартда чакмоқ импульс синовиди трансформатор ва реактор учун умумий матн билан камраб олинган, ва коммутацион импульс синовиди икки турдаги ускуна учун алоҳида тавсифланган.

4 Белгиланган тўлқин шакли

Трансформатор ва реакторларни чакмоқ импульс ёки коммутацион импульс синовларида нормал тартибда қўлланилиши керак бўлган кучланишнинг тўлқин шакллари O'z DSt IEC 60076-3 берилган ва уларни аниқлаш усули IEC 60060-1 келтирилган.

5 Синов занжирлари

Синов ускунасини, синов объектининг ва ўлчаш занжирларининг физикавий жойлашуви 3 та асосий занжирга бўлиниши мумкин:

- асосий занжир, жумладан импульс генератори, тўлқин шаклини шакллантирувчи қўшимча таркибий қисмлар ва синов объекти;
- кучланишни ўлчаш занжири;
- узиш занжири, қўллаш мумкин бўлганида.

Асосий жойлашув 1-расмда тасвирланган.

Қуйидаги параметрлар импульс тўлқин шаклига таъсир кўрсатади;

а) Самарали сиғим C_L ва синов объектининг индуктивлиги L_L ; C_L ҳар қандай берилган конструкция ва ҳар қандай тўлқин шакли учун ўзгармас катталиқ, L_L ҳам ҳар қандай берилган конструкция учун ўзгармас катталиқ. Бироқ, L_L самаралигига клеммалар таъсир кўрсатиши мумкин. Бу L_s нинг қисқа туташган клеммаларга ва L_o нинг очик туташган клеммаларга тарқалиш индуктивлиги ўртасида ўзгаради. Бу борада батафсил маълумот 7.1 ва 7.3 ҳамда А иловада келтирилган;

б) генератор сиғими C_g ;

в) генераторга нисбатан ташқи ва ички, тўлқин шаклини шакллантирувчи таркибий қисм R_{si} , R_{se} , R_p , C_L (қўшимча тарзда, қўлланиш мумкин бўлганда, кучланиш бўлувчининг импеданси Z_1);

д) тасодикий индуктивлик ва генератор сиғими ҳамда умумий синов занжири;

е) қўллаш мумкин бўлганида, узиш ускунаси.

Олдинги вақт T_1 асосан, C_L ни ўз ичига олган ҳолда, синов объектининг самарали импульсли сиғими ҳамда ички ва ташқи кетма-кет қаршилик генератори комбинацияси бўйича аниқланади.

O'ZSTANDART AGENTLIGI

STANDARTLASHTIRISH VA

DAVLAT NABORATVA

MUVOFIQLASHTIRISH

DOSSALMASI

Чакмоқ импульс синови учун ярим-қийматли T_2 вақт асосан, генератор сигими, синов объектининг индуктивлиги ва генераторнинг электрсизланиш қаршилиги ёки бошқа параллел бўлган қаршиликлар бўйича аниқланади. Бироқ, шундай ҳолатлар борки, масалан, жуда паст индуктивликка эга чулғамларда, кетма-кет қаршилиқ тўлқин думига жиддий таъсир кўрсатади. Коммутацион импульслар учун бошқа параметрлар қўлланилади, улар 8-бўлимда келтирилган.

Чакмоқ импульс ва коммутацион импульс синовларида қўлланилувчи синов ускунаси асосан бир хил бўлади. Фарқлар фақатгина резистор ва конденсатор қийматлари (ҳамда синов объектининг клеммалар улашиши) каби тафсилотларда бўлади.

Чакмоқ ва коммутацион импульс учун тўлқин шаклининг турли талабларини кондиритиш учун, сигим қаршилиги ва кетма-кет ҳамда электрсизланиш (параллел) қаршилиги каби импульс генератор талабларига кераклича эътибор қаратилиши керак. Коммутацион импульслар учун, самарадорлик тушиб кетишига олиб келувчи кетма-кет резистор ва ёки юкланиш конденсатори қийматлари талаб этилиши мумкин.

Импульс генератор чиқишидаги кучланиш, синов объекти учун U_m ускунанинг юқори кучланишига нисбатан чулғамларнинг синов даражаси билан аниқланса, талаб этилган энергияни тўплаш қобилияти асосан синов объектининг импедансига боғлиқ бўлади.

Тўлқин шаклини назорат қилиш принциплари бўйича батафсил маълумот А иловада келтирилган.

Синов қурилмаси, синов объекти ва улаш кабеллари, ерга уланувчи планка ва бошқа ускуналар жойлашуви, синов хонасининг кенглиги ва айниқса ҳар қандай конструкцияларнинг яқинлик таъсири туфайли чекланган. Импульс синови вақтида, импульс тоқлари ва кучланишининг юқори қийматлари ва тез-тез ўзгариши ҳамда сўнгги импеданслар туфайли, нолли потенциал ерга улаиш тизимларининг барчасида қабул қилиб бўлмайди. Шу сабаб, тўғри ерга улаш эталонини танлаш муҳим ҳисобланади.

Синов объекти ва импульс генератор ўртасидаги тоқнинг қайтиш йўли паст импедансли бўлиши керак. Ушбу тоқнинг қайтиш йўлини синов хонасининг асосий ерга улаиш тизимида улаш ва синов объектига яқинроқ бўлиши яхши амалиёт ҳисобланади. Ушбу улаиш нуқтаси эталон ерга улаиш сифатида қўлланилиши керак ва синов объектининг ерга яхши улаишига эришиш учун у, паст импедансли битта ёки бир нечта ўтказгич ёрдамида эталон ерга улаишга уланган бўлиши керак (IEC 60060-2 қаралсин).

Синов остидаги чулғамлардан ўтадиган, ва импульс тоқининг асосий қисмини эмас балки ўлчаш тоқи ўтувчи, синов объектининг алоҳида контурини қасб этувчи кучланишни ўлчаш занжири ҳам ўша эталон ерга улаишга уланган бўлиши керак.

Коммутацион импульс синовида, импульс кучланиши ва тоқининг тез-тез ўзгариши, чакмоқ импульс синовидагилар билан солиштирилганида анча камайтирилган бўлганида ва узиш занжири қўлланилмаганида, синов занжири атрофидаги потенциал градиентлар муаммолари, эталон ерга улаишга нисбатан камроқ аҳамиятга эга. Шунга қарамай, эҳтиёткорлик нуқтаи назаридан, чакмоқ импульс синовларида қўлланиладиган ерга улаиш усулларида фойдаланиш тавсия этилади.

STANDARTLASHTIRISH VA
DAVLAT NAZORATINI
MUVOFIQLASHTIRISH
BOSHQARMASI

6 Калибрлаш

Ўлчаши тизимлари бўйича ёки уларни калибрлаш бўйича тавсиялар бериш ушбу стандарт мақсадларига кирмайди, бироқ қўлланиладиган ускуна албатта IEC 60060 га мувофиқ бўлиши керак. Синов олдидан, пасайтирилган кучланиш даражасидан паст бўлган кучланиш остида синов занжири ва ўлчаши тизимининг умумий текшируви амалга оширилиши мумкин. Ушбу текширувда, кучланиш, доираи узиш йўли билан ёки бошқа тасдиқланган ускуналар ўлчашиларига нисбатан аниқланади. Доира узилишидан фойдаланганида, бу фақатгина текширувлиги тан олиниши керак ва тасдиқланган ўлчаши тизимининг даврий калибрлаш ўрнига қўлланилмайди. Текширув ўтказилганидан сўнг, бирор-бир текширув ускунасини олиб ташлашдан ташқари, ўлчаши ва синов занжири ўзгармаслига катта аҳамиятга эга.

Кучланишни бўлувчи ускуналар тури, уларнинг қўлланиши, аниқлик, калибрлаш ва текшириш бўйича маълумот IEC 60060-2 келтирилган.

7 Чақмоқ импульс синовлари

7.1 Тулқин шакллари

Тулқин шаклининг белгиланган қийматларини ҳар доим ҳам олиб бўлмайди. Паст чулғам индуктивлигига эга ва/ёки юқори импульс сизимли катта куч трансформаторлари ва реакторларнинг импульс синовларида кенгроқ жоизликлар қабул қилиниши мумкин.

Синов остидаги трансформаторнинг импульс сизими ўзгармас бўлиб, тўғри олдинги вақт T_1 ёки ошиш тезлигини олиш мақсадида кетма-кет қаршилиқ камайтирилиши керак, аммо кучланиш тўлқинидаги тебранишлар ортиқ даражада бўлиб кетгунча камайтирилиши керак эмас. Агар қисқа олдинги вақтга эга бўлиш керак бўлса (белгиланган меъёрларда бўлиши афзал), шундагина IEC 60060-1 рухсат этилган энг юқори кучланишдан $\pm 5\%$ га катта бўлган тебранишлар ва/ёки қайта ростлашлар қабул қилиниши мумкин. Бундай ҳолатларда, тебранишларнинг йўл қўйилган даражаси ва олинадиган олдинги вақт ўртасида муроса бўлиши керак. Умуман олганда, $\pm 10\%$ дан катта бўлмаган тебранишлар ҳам, олдинги вақтни кераклича узайтириш билан ёки харидор ва ишлаб чиқарувчи ўртасидаги келишувга асосан ҳисобга олиниши керак. Синов кучланишининг қиймати IEC 60060-1 нинг принциплари асосида аниқланади.

Катта куч трансформаторлари, жумладан ўртача ва паст кучланишли чулғамлари учун ярим-қийматли T_2 вақт гача бўлган виртуал вақт, жоизлик билан ўрнатилган чекловлар доирасида эришиб бўлмайдиган бўлиши мумкин. Бундай чулғамларнинг индуктивлиги шунчалик паст бўлиши мумкинки, тебранувчан тулқин шакли келиб чиқади. Ушбу муаммо, параллел ишлаш босқичи, кетма-кет резисторни сошлаш ёки синов остида бўлмаган чулғамлар клеммаларидаги ёки қўшимча тарзда, синов остидаги чулғамларнинг синалмаган клеммаларидаги муайян синов уланишлари ёрдамида генераторда катта сизимни қўллаш йўли билан бартараф этилиши мумкин.

Синалмаган чулғам клеммаларининг туғридан туғри эмас балки импеданс орқали ерга уланиши самарали индуктивликнинг жиддий ошиб кетишига олиб келади. Туғридан туғри ерга уланган клеммалар учун тарқалиш индуктивлиги қўлланилади (қисқа туташув импеданси билан аниқланади). Импеданс орқали ерга уланган клеммалар учун асосий индуктивлик устунликка эга бўлиб қолади. Бу самарали индуктивликни туғридан туғри ерга уланишдан кўра 100-200 барабар катта қилиши мумкин.

Исталган синалмаган клеммаларда импеданс оркали ерга уланиш қўлланилганида, ҳар қандай синалмаган клеммада юзага келадиган ерга уланиш кучланиши қуйидагилардан ошмаслиги керак:

- юлдузча уланган чулғамлар учун ушбу клеммадаги номинал чакмоққа дош бериш кучланишининг 75 % дан;

учбурчак уланган чулғамлар учун ушбу клеммадаги номинал чакмоққа дош бериш кучланишининг 50 % дан (учбурчак чулғамлардаги ерга уланишдаги қарама қарши кутб кучланиши туфайли);

Ҳаддан ташқари паст индуктивликка ва/ёки катта бўлмаган импульс генератор сифими туфайли тўлқин шакли тебралувчан бўлса, қарама қарши кутб амплитудаси, биринчи амплитуданинг энг юқори қийматининг 50 % дан ошмаслиги керак. Ушбу чеклов билан, импульс генераторининг сифимини танлаш ва тўлқин шакллари сошлаш бўйича йўриқнома А иловада келтирилган.

7.2 Орқа қисмдаги узилган импульс

7.2.1 Узиш вақти

Турли узиш вақти T_c (IEC 60060-2 да келтирилганидек), қўлланилган чулғам конструкцияси ва жойлашувига боғлиқ ҳолда чулғамларнинг турли қисмларида турли босимларни келтириб чиқаради.

Шу сабаб, умуман олганда ва ҳар қандай муайян трансформаторлар ва реакторлар учун ўта кийин бўлгани туфайли, узилиш вақтини ўрнатиб бўлмайди. Шунинг учун, O'z DSt IEC 60076 3 талабига кўра 2 μs ва 6 μs доирасида бўлиши шарти билан, узиш вақти, синов параметри сифатида олинмайди.

Бироқ, узилган тўлқинлар осциллограммаси ва рақамли ёзувлари фақатгина бир хил узиш вақти билан қиёсланиши мумкин.

7.2.2 Узилиш тезлиги ва узук-узук импульснинг қарама-қарши кутб амплитудаси

Узилиш вақтидаги бундай ҳолатлар кўпинча узилиш тезлиги ва қарама-қарши кутб юқори амплитудасини белгиловчи, қўлланилган узилиш схемасининг геометрик жойлашуви ва синов объектининг узилиш схемасининг импедансига боғлиқ.

O'z DSt IEC 60076-3 да, қарама-қарши кутб амплитудасининг ошиб кетиши, узук-узук импульс амплитудасининг 30 % чегараланган. Бу ўз навбатида узиш занжири жойлашуви бўйича йўриқнома бўлади ва ушбу занжирда жоиз бўлган чегарага етиш учун қўшимча Z_c импедансни келтириб чиқариши мумкин (1-Расм қаралсин).

Бироқ узук-узук контур, энг катта узилиш тезлигини олиш учун иложи борида кичкина бўлиши керак, аммо қарама-қарши кутбдаги тебраниш 30% гача ёки ундан кам бўлиб чегараланиши керак. Кўп қатламли чулғамларда қатлам импеданси узилишни шунчалик сусайтирадики у нол атрофида тебранмайди. (В.20-расм қаралсин).

O'z DSt IEC 60076-3 da ilgak turdagi uzilish ёриғини қўллаш бўйича тавсия, узиш вақтининг барқарорлигини олишда фойдалилиги учун, шу билан бир қаторда, осцилографик ёки рақамли маълумотларни узишдан олдин ва кейин солиштиришни осонлаштириши туфайли келтирилади. Охирги қисми, фақатгина бир хил узиш вақти учун қиёсланадиган бўлади.

7.3 Клеммалар уланиши ва қўлланадиган, носозликни аниқлаш усуллари

7.3.1 Клеммалар уланиши

Синов объектининг клеммалар уланишлари ва қўлланиладиган ерга улаш усуллари қабул қилинган носозликларни аниқлаш усули билан боғлиқ бўлиши керак.

Импульс синов уланишлари, трансформаторлар учун O'z DSt IEC 60076-3 да ва реакторлар учун IEC 60289 да батафсил келтирилган. Одатда синов остидаги фаза чулғамининг синалмаган клеммалари ерга уланган ва синалмаган фаза чулғамлари қискартирилган ва ерга уланган бўлади. Бироқ, сўнувчи T_2 тўлқинни яхшилаш учун, синалмаган чулғамлар қаршилигини ерга улаш афзалроқ бўлади (5 ва 7.1 бўлим қаралсин) ва бундан ташқари, синов остидаги чулғамларнинг синалмаган линия клеммалари қаршилиги ерга уланган бўлиши мумкин.

7.1 даги тўлқин шаклини созлаш усуллариға қўшимча тарзда қуйидаги факторлар инобатға олиниши керак:

а) агар клемма ерга уланиши ёки ишлаётган паст импедансли кабелға уланиши кўрсатилган бўлса, ушбу клемма синов вақтида тўғридан тўғри ерга уланган бўлиши керак ёки кабелнинг импульс импедансидан ошмаган Ohm қийматдаги резистор орқали ерга уланган бўлиши керак;

б) импульс жавоб қайтарувчи токни ўлчаш мақсадида паст импедансли шунт орқали ерга улаш, тўғридан тўғри ерга улаш билан эквивалент ҳисобланади.

Агар ўтувчи транзит ортиқча кучланишни чеклаш учун трансформатор ичига ёки ташқарисига чизикли бўлмаган элементлар ёки импульс қайтаргич ўрнатилган бўлса, импульс синов процедураси ҳар бир муайян ҳолат учун олдиндан келишилган бўлиши керак. O'z DSt IEC 60076-3 га қаралсин.

7.3.2 Қўлланадиган носозликни аниқлаш усуллари

Носозликларни аниқлаш одатда, қўлланилган синов кучланиши ёки импульс жавоб қайтарувчи ток ҳақидаги осцилографик ёки ишланмаган маълумотларнинг рақамли ёзувларни текшириш билан амалға оширилади.

Турли хил транзитлар қайд этилиши ва 2-Расмда келтирилганидек алоҳида ёки биргаликда қўлланиши мумкин. Улар, а) дан е) гача қуйида келтирилган. Қабул қилиш синовларида қўлланилган синов кучланишиға қўшимча равишда ушбу транзитлардан камида биттаси ёзилиши керак:

а) нейтрал ток (нейтрал синов вақтида ерга уланган бўлиши мумкин бўлган юлдузча ва зигзаг уланган чулғамлар учун);

STANDARTLASHTIRISH VA
DAVLAT NAZORATINI
MUVOFIQLASHTIRISH
BOSHOARMAS!

b) чулғам токи (синов вақтида нейтрал ерга уланмаган юлдузча ва зигзаг уланган ҳамда бошқа чулғамлар учун);

c) қисқартирилган ва синалмаган чулғамга узатиладиган ток, баъзида, сигим токи деб аталади;

d) бакдаги ток

e) синалмаган чулғамга ўтувчи кучланиш

a), c) ва d) пунктларнинг ёки b), c) ва d) пунктларнинг йиғиндиси баъзида линия токи деб номланади.

Реакторларни синовдан ўтказишда, шунтларнинг иккалови ҳам ва кетма-кет турдаги c) ва e) пунктлар қўлланилмайди; d) пунктини қўлласа бўлади бироқ, трансформатор синовиди қўлланигидан кўра кам таъсирчан бўлиши мумкинлиги туфайли қўшимча транзит қайд қилиш воситаси сифатида қўлланилади

7.4 Синов процедуралари

Тўлиқ тўлқин синовлари ёки тўлиқ ва ўзлук тўлқин синовлари учун мувофиқ синов кетма-кетлиги O'z DSt IEC 60076-3 да келтирилган.

Афзалроқ деб топилган синов усули деб тўғридан тўғри қўллаш усули ҳисобланади, шунга карамай алоҳида ҳолатларда, ўртача ва паст кучланишли чулғамларни, ишлаш вақтида унга уланган тизимдаги ортиқча чакмоқ кучланишига йўликтириб бўлмаса, унинг ўрнига “ўтиш импульси” усули қўлланилиши мумкин. Паст кучланишли чулғамнинг импульс синови мувофиқ юқори кучланишли чулғамники билан бир вақтда ўтказилади. Бундай ҳолатларда, ўтувчи кучланишнинг тўлқин шакли O'z DSt IEC 60076-3 да белгилангани билан тўғри келмайди., Кераклича юқори қийматли ўчирувчи резисторлар ёрдамида талаб этилган кучланиш даражасини олиш муҳимроқ. Бироқ, бу ҳар доим ҳам қўлдан келавермайди, энг юқори резистор қийматларида ҳам. Ушбу синовда, учбурчак уланган чулғамларда юқори фазалараро кучланиш юзага келиши мумкин ва фазалараро изоляциянинг ташқи ва ички томондан ортиқча кучланиш хавфи, паст кучланишли чулғамга бериладиган кучланишни чегаралаб қўйиши мумкин. Паст кучланишли такрорланувчи импульс генератори ёрдамида транзитни таҳлил қилиш йўли билан тегишли чекловлар ўрнатилиши мумкин.

Ўз табиатига кўра чизикли бўлмаган чулғам орқали уланган ҳимоя қилиш воситалари, камайтирилган тўлиқ тўлқин ва тўлиқ тўлқин осцилограммалари ёки рақамли қайдлари ўртасида фарқларни келтириб чиқариши мумкин. Фарқлар ушбу воситалар ишлаши туфайли юзага келганини, иккита ёки ундан ортиқ турли кучланиш даражаларида камайтирилган тўлиқ тўлқин импульс синовларини улар ишлаши йўналишини кўрсатиш учун ўтказиш йўли билан исботланиши керак. Ҳар қандай чизикли бўлмаган таъсирларнинг қайтувчанлигини кўрсатиб бериш учун бир хил камайтирилган тўлиқ тўлқин импульслари синови кучланиши кетидан тескари йўналишда амалга оширилади.

Мисол: 60 %, 80 %, 100 %, 80 %, 60 %.

O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH VA
DAVLAT KAZORATINI
MUVOFIQLASHTIRISH
BOSQARMAS!

Трансформатор нейтраллари учун синов усуллари O'z DSt IEC 60076-3 келтирилган. Агар кўшимча усул қўлланилса, масалан битта ёки бир нечта клеммалардан нейтралга узатиладиган импульс ёрдамида, тўлқин шаклини белгилаб бўлмайди чунки у асосан трансформатор параметрлари билан бошқарилади. Тўғри усул, барча ерга уланган линия клеммалари билан нейтралга импульс кучланишини қўллаш ўсиш тўлқинининг давомийлигини 13 μ s гача узайтириши мумкин. Бундай ҳолатларда, генераторнинг индуктив юкланиши, жуда ошиб кетади, ва жоизликлар билан ўрнатилган ярим-қиймат вақтга етиш қийин бўлади. Сўнг, синов остидаги чулғамнинг синалмаган клеммаларининг импеданс орқали ерга уланиши қўлланилиши мумкин.

7.5 Синов қайдлари

7.5.1 Умумий

Тўлқин шаклига жавобан чақмоқ импульс кучланиши ва токини қайд қилиш учун аналог ёки рақамли қайд қилиш тизимлари қўлланилиши мумкин.

7.5.2 Аналог ва рақамли қайд қилиш тизимлари

Аналог осциллограф ва рақамли қайд қилиш ускунасига талаблар IEC 61083-1 да келтирилган.

Рақамли қайд қилувчи ускуна натижаларни математик шарҳлашга ва кўшимча математик ишловлардан фойдаланишга имкон беради, масалан, қайдлардаги носозликларни таҳлил қилиш. Ушбу техникалар кўрсатади аммо натижаларнинг шарҳланиши исботланмаган.

Тасдиқлаш мақсадида, тасвирларни қиёслаш йўли билан натижаларни кўрсатишда, рақамли ўлчаш билан олинган тўлқин шакллари математик ишлов берилмаган, филтрланмаган, тўғирланмаган ишлов берилмаган маълумотлардан олинган бўлиши керак.

Тўлқин шакллари ностандарт баҳолашларда ишлов берилмаган маълумотлардан фойдаланиш бир хил муҳим аҳамиятга эга.

(В.18, В.19 ва В.21 расмларда, амплитуда ва олдинги вақт T_1 ҳамда ярим қиймат вақт T_2 баҳолашларининг жиддий фарқлари кўрсатилган.)

Агар рақамли қайд қилиш ускуналари, қайд қилинган маълумотларга математик ишлов беришсиз (10-бўлим қаралсин), ток ва кучланишнинг тўлқин шакллари тўғридан тўғри ўлчаш ускунаси сифатида қўлланилса, улар техник такомиллаштирилган аналог ускуна сифатида олиниши керак.

O'z DSt IEC 60076-3 бир вақтнинг ўзида қуйидагиларни ўлчашни талаб қилади:

а) қўлланилган кучланиш;

б) 7.3.2 да келтирилган транзитлардан камида биттасини;

шунинг учун камида 2 та алоҳида қайд қилиш каналлари керак бўлади.

STANDARTLASHTIRISH VA
DAVLAT KAZORATINI
MUVOFIQLASHTIRISH
BOSHQARMASI

Қўлланилган кучланишни аниқлаш муқаррар бўлса, қайд қилиниши керак бўлган бошқа хусусиятни танлаш, носозликни аниқлаш усулини танлашга боғлиқ бўлади.

7.5.3 Тўлқин шакллари анолог қайд қилиш тури

Асосан камайтирилган ва тўлиқ даражаларда олинган қайдларни қиёслашга асосланган синов натижаларини баҳолашни енгиллаштириш учун, осцилографларда тегишли аттенюаторлардан фойдаланган ҳолда тенг бўлган амплитудаларни қайд қилишни таъминлаш керак.

7.5.3.1 Импульс кучланиш тўлқин шакллари анолог қайдлари

а) Импульс кучланиш тўлқин шакллари аниқлаш

Синов занжир параметрларининг бирламчи созланишидаги тўлқин шакллари аниқлаш учун маъқул бўлган қайд қилиш учун развертка вақти, ўсиш тўлқини учун $\leq 10 \mu s$ (трансформатор нейтралларини синовдан ўтказишда узокрок развертка вақти керак бўлиши мумкин). Тўлқин думи қайдлари ярим қиймат вақтини баҳолашга етарли бўлиши керак ва баъзи ҳолатларда карама-қарши кутбни ҳам.

б) Қўлланилган импульс синов кучланиши тўлқинлари қайдлари

Синов тўлқини амплитудасини аниқлаш учун ва ҳар қандай носозликларни аниқлаш ҳал қилиш учун:

- тўлиқ тўлқинлар учун развертка вақти $100 \mu s$ дан кам бўлмаслиги керак;
- узлук тўлқинлар учун развертка вақти $10 \mu s$ дан $25 \mu s$ гача бўлиши кифоя;

Қабул қилиш синовлари учун, битта мувофик қайд синов баённомаси (11 бўлим қаралсин) учун етарли; бироқ диагностика синови учун, турли развертка вақти билан бир нечта қайдлар талаб этилиши мумкин.

7.5.3.2 Импульс акс этувчи токнинг анолог қайдлари

Импульс токи, носозликни аниқлашда, одатда энг сезувчан параметр бўлади. Шунинг учун, ток тўлқинлари қайдлари синов натижасининг асосий критерияси ҳисобланади.

Ток тасвири формаси ва фойдаланилаётган чизиқли ёки экспоненциал разверткага боғлиқ ҳолда, турли развертка вақтига эга биттадан ортиқ қайдлардан фойдаланиш талаб этилиши мумкин. Эришилган қарор қуйидагиларни таъминлаши керак.

а) осцилограммалардан иложи борица аниқ тасвир олиниши керак, жумладан тўлқин олди яқинидаги юқори частотали компонентлар;

б) кейинроқ юзага келадиган ҳар қандай номувофикликларни аниқлашга имкон бериш учун ток қайдлари етарли давомийликка эга. Ҳар бир трансформаторнинг акс этиши турлича бўлгани ва тезлик, қўлланилаётган чулғам турига боғлиқ бўлгани сабабли, развертка тезлиги учун коидаларни ва вақтда кечикиш нимани аниқлаш осон эмас. Нейтрал ёки чулғам токини қайд қилишда, қайдлар индуктив чўккига эришилмагунча давом этиши керак, шундай

килиб, изоляция шикастланиши натижасидаги қисқа туташув келтириб чиқарган индуктивликдаги ҳар қандай ўзгаришларни аниқлаш учун тўлқинни кўриб чиқиш имконини беради.

7.5.4 Тўлқин шакллари рақамли қайд қилиш тури

Рақамли қайд қилиш принципи, синов вақтида даврий вақт оралиғида намуналар олиб, кучланиш ёки ток тўлқин шакллари ўлчашдан иборат. Ушбу намуналар, тўлқин шакллари параметрларини баҳолаш (7.5.3.1 қаралсин) ҳамда камайтирилган ва тўлиқ импульс кучланиш даражасида олинган қайдларни қиёслаш асосидаги синов натижаларини баҳолаш (7.5.3.2 қаралсин) учун бевосита ишлов берилмаган маълумотлар кўринишида тақдим этилиши керак. Бундан ташқари, қайд қилинган маълумотларга, тўлқинни таҳлил қилиш алгоритмлари ёрдамида ишлов берилиши мумкин, масалан, қайдлардаги носозликларни таҳлил қилиш учун (10 бўлим қаралсин).

Импульс синовлари давомида синов қурилмаси атрофида юқори электромагнит майдон ҳосил қилинади. Рақамли қайд қилиш тизимидаги таъсирчан электрон ускуналарни, барча технологик ускуналарни ва уларнинг қувват манбааларини ушбу майдондан сақлаш керак.

Рақамлаштиргичнинг дисплейлари $\geq 768 \times 1\,024$ пикселлар сонига эга бўлиши керак ва принтерлар ҳар бир дюйм учун ≥ 300 нуқтали бўлиши керак.

7.5.4.1 Импульс кучланиш тўлқин шаклининг рақамли қайд қилиниши

а) Импульс кучланиш тўлқин шаклини аниқлаш

Синов занжир параметрларининг бирламчи созланишидаги тўлқин шакллари аниқлаш учун маъқул бўлган маълумотларни кўрсатиш даври, ўсиш тўлқини учун $\leq 10 \mu\text{s}$ (трансформатор нейтралларини синовдан ўтказишда узокрок кўрсатиш вақти керак бўлиши мумкин). Тўлқин думи қайдлари ярим қиймат вақтини баҳолашга етарли бўлиши керак ва баъзи ҳолатларда қарама-қарши кутбни ҳам. Импульс кучланиш тўлқин шаклини регистрация қилиш учун IEC 61083-1, 9-bit, 60 MHz рақамлаштиргични минимал рухсат этилган рақамлаштиргич сифатида белгилайди. Ўсиш тўлқинини ёки узлук импульсларни баҳолаш учун $10 \mu\text{s}$ ёки ундан кам бўлган вақт даврида катталаштиришда 10-bit рақамлаштиргични ва 100 MHz бўлган намуна олиш частотасидан фойдаланиш инобатга олиниши керак.

Тарихдан, тўлқин шаклини баҳолаш, осцилографик қайдларга, техникавий қоидаларга ва тўлқин шаклини кўзда баҳолашга асосланган. Куч трансформаторларини юқори кучланишли синовларида рақамли қайд қилиш ускуналаридан фойдаланганда, ностандарт тўлқин шакллари баҳолашга нисбатан амплитуда ва вақт параметрлари бўйича оғохлантирилиши керак. Хусусан, 0,5 MHz дан кам бўлган частотали бир кутбли қайта ростлашларга олиб келувчи юқори номинал қувватли паст кучланишли чулғамларни синашда, бундай ностандарт тўлқин шакллари баҳолаш амплитудаси учун, IEC 61083-2 дан фойдаланиб бўлмайди. 10 % дан ортиқ бўлган хатолар, рақамлаштиргичлардаги ўрнатилган эгриларни тўғирловчи алгоритмлар туфайди аниқланган (В.18, В.19 ва В.21 расмлар қаралсин).

Бундай ҳолатларда, инженерлик ечимлардан фойдаланган ҳолда ишлов берилмаган графикларни синчиклаб баҳолаш талаб этилади. Юқори вольтметр ёрдамида юқори кучланишни IEC 61083-1 га мувофиқ параллел ўлчаш катъиян-тавсия этилади.

O'ZSTANDART AGENTLIGI

STANDARTLASHTIRISH

RAQAMLASHTIRISH

BOSHQAQILASHTIRISH

BOSHQAQILASHTIRISH

b) Қўлланилган импульс синов кучланиши тўлқинлари қайдлари

Синов тўлқини амплитудасини аниқлаш учун ва ҳар қандай носозликларни аниқлаш ҳал қилиш учун:

- тўлиқ тўлқинлар учун намуналанган маълумотни кўрсатиш даври 100 μ s дан кам бўлмаслиги керак;
- узлук тўлқинлар учун намуналанган маълумотни кўрсатиш даври 10 μ s дан 25 μ s гача бўлиши кифоя.

Рақамлаштиргичнинг ҳар бир каналига 10 MHz дан 20 MHz гача бўлган намуна олиш частотаси одатда етарли бўлади, чунки чулғам резонансининг максимал частотаси одатда 1 MHz - 2 MHz дан ошмайди. Агар кучланиш ёки ток тасвирларида юқори частота топилса, бу ҳолат ўлчаш занжиридаги паразит резонанс ёки ерга уланиш тизимидаги шовқин туфайли юзага келган бўлади. Шу сабаб, ўлчаш занжиридаги шовқинни, синов объектининг ўзини тутишидан фарқлай олиш учун юқори намуна олиш частотасидан (юқорида келтирилганидек) фойдаланиш тавсия этилади.

Тўлқинларни таҳлил қилиш учун, рақамлаштиргичнинг максимал мумкин бўлган хотирасидан фойдаланган ҳолда бутун тўлқин шаклидан, тўлқин сўнгунига қадар намуна олиш жуда муҳим. Рақамлаштиргич шундай программалаштирилган бўлиши керакки, тўлқиннинг виртуал бошланғич нуктасини аниқлаш учун намуналар сони етарли бўлиши керак.

Бундан ташқари, рақамлаштиргичнинг максимал мумкин бўлган, киришдаги кучайтириб берувчиларини қўллаш керак. Шу сабаб, кучланиш тўлқини амплитудаси ва/ёки ҳар бир канал учун силжишнинг оптимал энг макбул диапазонини аниқлаш учун 50 % бирламчи планга олиш керак бўлиши мумкин.

Чакмоқ импульсининг қарама қарши қутби сакрашига алоҳида этибор қаратилиши керак. Бундай сакрашларни ўлчашда, қайд қилинган тўлқин шаклининг кесилиши, танланган диапазонда, рақамлаштиргичдаги кириш кучайтиргичларининг тўйингани туфайли юзага келиши мумкин.

Қабул қилиш синовлари учун битта мувофиқ қайд одатда етарли бўлади (11 бўлим қаралсин). Бироқ, диагностика учун, барча маълумотлар компьютер хотирасида сақлангани сабабли тизим дастури, тўлқинни ёки тўлқин қисмини бутун намуна олиш вақти бўйича кўриб чиқишни таклиф қилади. Дастур, тўлиқ тўлқинни камайитирилган тўлқиндан ажратиб беради ва соزلанувчан магнитланган шкалада фарқини кўрсатиб беради. Бироқ муаммо, икки эгри чизикларнинг мувофиқ вақт созланишини амалга ошириш қийин бўлган, тўлқин шаклининг кескин кўтариш қисмида юзага келиши мумкин.

7.5.4.2 Импульс акс этувчи токни рақамли қайд қилиниши

Одатда носозликни аниқлашда, импульс токи энг таъсирчан параметр ҳисобланади. Шу сабаб, қайд қилинган ток тўлқинлари, синов натижасининг асосий критерийси ҳисобланади. Қабил қилиш синовлари учун қайдларни кўрсатиш, 7.5.2.2 даги осциллограммаларни кўрсатиш билан бир хил. Рақамлаштиргичнинг хотирасидаги сақланиб қолган маълумотлар, турли вақтдаги бир хил қайдларнинг катталаштириш, кичкиналаштириш билан бошқа ҳар қандай кўрсатишлар имконини беради. Намуна олиш частотаси ва рақамлаштиргичдаги кириш каналларининг ажралишларига нисбатан талаблар 7.5.3.1 да келтирилгани билан бир хил.

Синов натижаларини текшириш учун узатиш функциялари таҳлили каби қўшимча математик текшириш воситаларидан фойдаланиш учун (10 бўлим қаралсин), импульс ток ва кучланишни қайд қилиш учун бир хил қайд қилиш вақти қўлланилиши муҳим аҳамиятга эга.

8 Коммутацион импульс синовлари

8.1 Махсус талаблар

Трансформаторлар ва реакторларнинг коммутацион импульсларга реакцияси жуда ҳар хил, чунки трансформаторлар тўлиқ магнит занжирга ва нисбатан узунроқ коммутацион импульс давомийлигига эга, шунинг учун, ўзакдаги оқимнинг катта миқдорини ўрнатишга имкон беради (O'z DSt IEC 60076-3 қаралсин). Бундан ташқари тўлқин шакли муаммоларига ва турли синов процедураларига эга реакторларга тегишли эмас. Шу сабаб, икки ускуна алоҳида қўрилади.

8.2 Трансформаторлар

8.2.1 Тўлқин шакллари

O'z DSt IEC 60076-3 да келтирилганидек, коммутацион импульс тўлқинларининг виртуал олдинги вақтига белгиланган муайян талаб мавжуд эмас. Бироқ, бир хил кучланиш тарқалиши учун етарлича узок давом этиши керак. Бу одатда олдинги вақт $\geq 100 \mu s$ бўлишини талаб қилади. Бу самарали чулғам сиғими ҳар қандай юкланиш сиғими ва кетма-кет қаршилик бўйича аниқланган.

Тўлқин думи нафақат одатий тўлқин шакллантирувчи таркибий қисмлар таъсирида, балки мумкин бўлган ўзак тўйиниши таъсирида ҳам бўлиши мумкин.

Тўлиқ синов даражасидаги кўп трансформаторларда тўлқин думининг экспоненциал сўниши, ўзгарувчан вақтда ўзак тўйингани туфайли чўккига етгандан сўнг кескин нолга тушиб кетиш билан узилади. Шунинг учун, қўлланилган коммутацион импульсига сўниш тўлқинини белгилаш учун ярим қиймат виртуал вақт қўлланилмайди. Бунинг ўрнига, тўлқин шакли унинг вақти билан T_d 90% юқори аниқланади ва биринчи нолли ўтиш учун вақт талаби бўйича $T_z \cdot T_d \geq 200 \mu s$ ва $T_z \geq 500 \mu s$ билан аниқланади, аммо O'z DSt IEC 60076-3 да $1000 \mu s$ мақбул деб топилган. Ушбу миқдорлар 3а расмда кўрсатилган.

Ўзак тўйиниши учун керакли бўлган вақт, ўзак катталиги, унинг бошланғич магнитланганлиги ва қўлланилган кучланишнинг даражаси ва тўлқин шаклига боғлиқ. Белгиланган кучланиш даражасида, ҳар бир қўлланилаётган коммутацион импульс олдида ўзакнинг магнитланиши бир хил бўлмагунча, кейинги қўллашларда бир хил бўлган тўлқин шаклини олиб бўлмайди. Бундан ташқари, камайтирилган ва тўлиқ синов даражаларида бир хил бўлган тўлқин шакллари олиб бўлмайди. Ўзак тўйиниши таъсирини камайтирувчи синов процедураси бўйича 8.2.3 қаралсин.

Ўзак тўйиниши одатда камайтирилган даражали кучланишни қўллашда юзага келмайди, ва хаттоки тўлиқ даражадаги қўллашларда ҳам юзага келмайди. Бу содир бўлганида, унинг кучланиш тўлқинининг шаклига бўлган таъсири тўйиниш миқдорига боғлиқ ҳолда катта ёки бўлиши мумкин. Шу сабаб, коммутацион импульслар трансформаторнинг юқори кучланиш томонидан қўлланилса, камайтирилган кучланишни қўллашдан T_1 ва T_d ни ўрнатиш мумкин. Биринчи тўлиқ даражадаги кучланиш қўлланмагунча, T_z ни ўрнатиб бўлмайди. Коммутацион

импульс трансформаторнинг паст кучланиш томонидан қўлланилса, камайтирилган кучланишни қўллаш билан фақат T_1 ни ўрнатиб бўлади. Бундай ҳолатларда, T_d ва T_z фақатгина тўлиқ синов даражасини қўллаш билан аниқланиши мумкин.

Таъкидлаш зарурки, магнит занжирининг турли қаршиликлари туфайли трансформаторнинг турли тармоқларида, тўлқин думи шаклида жиддий фарқлар бўлиши мумкин.

8.2.2 Клеммалар уланиши ва қўлланиладиган носозликни аниқлаш усуллари

8.2.2.1 Клеммалар уланишлари

O'z DSt IEC 60076-3 талабларига мувофиқ бўлиши учун, уч фазали трансформаторлар учун фақатгина битта йўл қўйилган синов уланиши мавжуд. Ушбу уланиш 4 расмда келтирилган, нейтрал доимо ерга уланган бўлиши керак, синалмаган фазалар клеммалари ўзаро уланган бўлиши макбўллиги кўрсатилган. (Синалмаган клеммаларнинг ўзаро уланиши, учбурчак уланган чулғамли трансформаторлар учун талаб этилмайди.) Ушбу занжир уч ва беш тармоқли ўзақли уч фазали трансформаторлар учун олинган бўлиб, бир вақтнинг ўзида 1.0 p.u (ҳар бири учун) ва 1.5 p.u (ҳар бири учун) фазадан ерга ва фазалараро изоляция синовини амалга ошириш учун танланган.

Синов кучланиши тўғридан тўғри қўлланиши керак бўлган ва ушбу синов кучланишининг даражаси ишлаб чиқарувчи ихтиёрига қолдирилиши мумкин бўлган чулғамни танлаш, коммутацион импульсининг номинал дош бериш даражасига юқори номинал кучланишли чулғамда эришиш талабига мувофиқ.

Синов остида бўлмаган чулғамларнинг қисқа туташуш имконияти мавжуд эмас, чунки коммутацион синов вақтидаги бундай қисқа туташувлар тасири кўпинча индуктив кучланиш синовидеги билан бир хил.

Асосий коммутацион импульс тўлкини индуктив ўтганда, фазалараро сиғимлар тармоғи ва ажралмас фаза сиғимлари ва индуктивликлар, ўтувчи кучланишга тушувчи қўшимча тебранишларни келтириб чиқариши мумкин. В.14 расм ушбу ҳолатга аниқ мисол келтиради. Шу боис, O'z DSt IEC 60076-3 талабига кўра, $1,5 U$ фазалараро кучланиш, U кучланиш битта клеммага қўлланилганда, асосийсида мавжуд бўлади. Шу сабаб, синов вақтида, агар тебранувчи кучланишларни юқори Ohm қаршилик билан ерга улаш йўли билан тушириш бўйича чоралар кўрилмаса, фазалараро кучланиш $1,5 U$ дан юқори бўлади. Синалмаган клеммалардаги фазадан ерга бўлган кучланишлар $0,5 U$ сезиларли даражада юқори бўлиши мумкин.

Синов остидаги чулғамлар тизимининг синалмаган фаза клеммаларининг ва/ёки синалмаган чулғамлар фаза клеммаларининг юқори Ohm юкланиши, тегишли сўнишга эришиш учун қулай восита ҳисобланади. Бироқ, резистив юкланиш фазалараро кучланишни $1,5 U$ дан паст бўлишига олиб келувчи, синалмаган клеммалардаги ўсиш тўлқинининг жиддий узайишига сабаб бўлади. Бу, қўлланилган (U) ва индуктив ($0,5 U$) кучланишининг максималлари юзага келадиган вақтлардаги катта бўлмаган фарқлардан келиб чиқади. Агар юкланиш ҳаддан ташқари кучли бўлса (қаршилик жуда паст бўлса), қўлланилган коммутацион импульснинг тугаш вақти шу даражада сезиларли қисқарадики, тўйиниш ҳодисаси юзага келмайди.

Фаза ва найтрал ўртасидаги кучланиш, фазалар ўртасида $1,5$ бараварга оширилиши керак бўлган талабни, оқимни чулғамлар орқали синалмаган тармоқларга йўналтирилиши иложи

бўлмагани учун, учбурчак уланган чулғамларсиз, кобиқ турдаги ва 5 тармоқли ўзак турдаги трансформаторда амалга ошириб бўлмайди. Агар учбурчак чулғам мавжуд бўлмаса, синалмаган фазаларнинг чулғам клеммаларини қисқа туташтириш ва ерга улаш йўли билан фақатгина 1.0 р.у. бўлган фазадан-ерга синови ўтказилиши мумкин.

берилган тебранишларга нисбатан ўхшаш мулоҳазалар бир фазали автотрансформаторлар учун ҳам қўлланилади.

8.2.2.2 Носозликларни аниқлаш усуллари

Носозликни аниқлаш учун қўлланилган кучланишни ўлчаш кифоя, бироқ синов импулсни ўртача ёки паст кучланишли клеммага узатиш йўли билан амалга оширилса, кучланиш U_m ускуна учун энг юқори кучланишли клеммада ўлчаниши керак. Синалган чулғам орқали ерга ўтувчи ток, қўшимча равишда қўлланилиши мумкин.

8.2.3 Синов процедураси

Синов процедураси O'z DSt IEC 60076-3 да келтирилган. Ушбу процедура, ўзак тўйинишининг бошланишини тўхтатиб туриш йўли билан импулс ни давомийлигини узайтириш учун қабул қилиниши мумкин бўлган чораларга ҳаволаларни ўз ичига олади.

Ушбу қўлланмада келтирилган, юқори кучланишли чулғамга тўғридан тўғри қўлланиладиган усул учун процедура ҳар бир фаза учун қуйидагиларни қўллашни ўз ичига олади:

- битта салбий кутб, камайтирилган синов импулс даражаси (коммутацион импулс дош бериш даражасининг 50 % ва 75 % оралиғида);
- тахминан 50 % амплитудали ижобий кутб импулси ёки ўзгармас токни қўллаш йўли билан қарама қарши кутб қолдиғини киритиш;
- коммутацион импулс дош бериш даражасида урта қарама қарши кутб импулслари билан ҳар бир кутб олдида қарама қарши кутб қолдиғини киритиш.

Қолдиқ киритишнинг мақбул усули, синов даражасининг тахминан 50 % қарама қарши (ижобий) кутб импулсини қўллаш бўлади. Ҳар қандай синов даражасида етарлича бир хил бўлган осцилограммалар ёки рақамли кайдларга эришиш учун ҳар доим бир хил қолдиқ нуқтаси ўрнатилиши керак, тўйинишнинг қолдиқ кўрсаткичи мақбул ҳисобланади. Ушбу нуқтага, биринчи нолдан ўтишдан олдинги вақт, кейинги импулс қўлланишларида ўзгармаганда эришилади. Керакли бирламчи магнитлаш импулслар сони ва уларнинг даражаси мўлжалланган синов кучланиши даражасига боғлиқ. Ушбу процедура вақтида, ташқи чараклаш билан боғлиқ муаммолар олдини олиш учун, ушбу ижобий кутб бирламчи магнитланиш импулси синов даражасидан 50 % - 60 % дан ошибкетмаслиги керак.

8.2.4 Синов кайдлари

8.2.4.1 Умумий

Коммутацион импулс синовида юқори кучланиш клеммалари кучланишини кайд қилиш талаб этилади. Бироқ, 8.2.2 да келтирилганидек, синалмаган клеммалардаги ёки фазалар ўртасидаги бўлиши мумкин бўлган ортиқча ерга уланган кучланишлар туфайли, камида ушбу кучланишларни текшириб кўриш тавсия этилади.

O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDANTLASHTIRISH VA
DAVLAT KAZORATINI

MUVOFIQLASHTIRISH
BOSMAKMASI

Кучланиш кайдлари, тўғридан тўғри коммутацион синовга йўлқитрилмаган магнитланган чулғамлардаги ҳар қандай носозликни аниқлайди. Импульс тоқлар қайд қилиниши мумкин ва кўп ҳолатларда қўшимча маълумот тақдим этиши мумкин.

Кучланиш коммутацион импульсларини қайд қилиш учун, сиғимли кучланиш бўлувчилардан фойдаланиш мақбул, чунки резистив кучланиш бўлувчилари тўлқин шаклига таъсир кўрсатишлари ва ортиқча термал юкланишлар остида бўлиши мумкин. Агар резистив кучланиш бўлувчилар синалмаган клеммаларнинг кучланишини текшириш учун қўлланилса, занжирда жиддий ортиқча юкланишни келтириб чиқариши сабаблиулар занжирда қолишлари керак. Мувофик калибрланган сиғим шаҳобланишлари кучланиш бўлувчилари сифатида қўлланилиши мумкин.

8.2.4.2 Импульс кучланиш тўлқин шакллариининг аналог қайдлари

а) Импульс кучланиш тўлқин шакллариини аниқлаш

Синов занжирини бирламчи параметр солашлари вақтида тўлқин шаклини аниқлашда қабул қилинган ўсиш тўлқинини қайд қилиш учун тўлқиннинг энг юқорисини қамраб олувчи, одатда 100 μ s дан 300 μ s гача бўладиган развертка керак бўлади. 90 % T_d дан юқори бўлган вақтни аниқлаш учун қўлланиладиган тўлқин думи қайдларида развертка вақти 500 μ s дан 1,000 гача бўлгани тавсия қилинади.

б) Қўлланилган импульс синов кучланиши тўлқинлари қайдлари

Синов тўлқини амплитудасини аниқлаш ва ҳар қандай носозликни аниқлашга имкон бериш учун, биринчи нолли ўтишни қамраб олиш учун развертка вақти етарлича узоқ бўлиши керак. Ушбу вақт кутилаётган T_z вақтдан кўпроқ ва одатда 1 000 μ s дан 2 000 μ s гача бўлади. Истисно ҳолатларда, бунданам ўзоқроқ развертка вақти, масалан 2 000 μ s дан 3 000 μ s гача бўлган вақт талаб қилинади.

8.2.4.3 Импульс кучланиш тўлқин шакллариининг рақамли қайдлари

а) Импульс кучланиш тўлқин шакллариини аниқлаш

Рақамлаштиргич хотирасидан максимал фойдаланган ҳолда, бошланишидан токи тўлқин бутунлай сўнгунига қадар, бутун тўлқин шакли бўйлаб намуналар олиш зарур. Тўлқиннинг виртуал бошланиш нуқтасини аниқлаш учун намуналар сони етарли бўлиши учун рақамлаштиргични дастурлаш зарур. Коммутацион импульсни қайд қилиш учун 10 MHz бўлган намуна олиш частотаси етарли бўлади. 7.5.3 да келтирилган чакмоқ импульсни қайд қилиш учун рақамлаштиргич талаблари коммутацион импульсларни қайд қилиш учун мувофик.

Рақамлаштиргичнинг кириш кучайтириб берувчиларидан максимал фойдаланиш зарур. Ҳар бир канал учун кучланиш ва/ёки силжишнинг мақбул диапазонини аниқлаш учун 50 % камайитрилган импульс даражаси керак бўлади.

Рақамлаштиргичнинг кириш кучайтириб берувчиларининг тўйиниши сабабли, ўзакнинг магнит тўйиниш таъсири ва кучланиш ва ток қайдлари чекланиши эҳтимолига алоҳида эътибор қаратилиши керак.

O'ZSTANDART
STANDARTLASHTIRISH VA
DAVLAT NAZORATINI
MUVOFIQLASHTIRISH
BOSHQARMASI

b) Қўлланилган импульс синов кучланиши тўлқинлари қайдлари

Синов тўлқини амплитудасини аниқлаш ва ҳар қандай носозликни аниқлашга имкон бериш учун, биринчи нолли ўтишни камраб олиш учун қайд қилиш етарлича узоқ бўлиши керак, ушбу вақт кутилаётган T_z вақтдан узоқроқ бўлиши керак. Бу одатда 1 000 μs дан 2 000 μs гача ёки истисно ҳолатларда 2 000 μs дан 3 000 μs гача бўлган қайд қилиш вақтини талаб қилади.

8.2.4.4 Импульс акс этувчи токнинг аналог ва рақамли қайдлари

8.2.2 да келтирилганидек ток импульслари, қисман электрсизланишларни кузатиш учун қайд қилинади. Агар ушбу ток, белгиланган кучланиш даражаси эришилиши керак бўлган чулғамлигидан қатъий назар, кучланиш импульслари тўғридан тўғри қўлланилган чулғамларда ўлчанса, ушбу ток ўч қисимдан иборат бўлади:

- бошланғич сиғимли ток импульси;
- қўлланилган кучланишнинг сўниши билан тўғри келган паст ва тобора кўтарилиб бораётган индуктив ток қисмлари;
- ҳар қандай тўйинишга тўғри келган ток чўққиси. Агар бу тўйиниш тасирида бўлса, ушбу ток чўққиси кучланиш пасайиши ёки кескин тушиб кетиши билан тўғри келиши мумкин.

Чулғамнинг ҳар қандай ўрамлар ёки қисман носозлиги токни кескин кўтарилишига олиб келади аммо оқим узилишига олиб келувчи, бунданда тезроқ кучланиш тушиб кетиши юзага келади.

импульс акс этувчи ток осциллограммалари ёки рақамли қайдларини олишда, кучланишни ўлчаш учун фойдаланилган развертка вақтини ёки намуна олиш вақтини қўллаш мумкин.

8.3 Реакторлар

8.3.1 Тўлқин шакллари

Реакторларда олинадиган тўлқин шакллари, чулғамлар орқали ҳеч қандай ферромагнит занжир бўлмаганлиги сабабли, сўнишда ҳеч қандай таъсирсиз косинус шаклида бўлади. Ушбу тўлқин шакли асосан, реактор индуктивлиги ва генератор сиғими ҳамда тушиб кетиш коэффиценти билан аниқланадиган частота билан таърифланиши керак. Бироқ, амалиётда реактор тўлқин шакллари трансформаторники каби аниқлаш бўлган, яъни, T_1 , T_d ва T_z билан (3b ва В.16 расмлар каралсин).

Виртуал олдинги вақт трансформаторники каби аниқланади, биринчи ўринда чулғамнинг самарали сиғими, қўшимча юкланиш сиғими ва кетма-кет қаршилиқ билан. Синалган чулғам бўйлаб тахминан бир хил тарқалишни таъминлаш учун етарлича узоқ бўлиши керак. T_1 нинг катта қийматлари учун, тушиб кетиш коэффиценти катта бўлади, натижада нисбатан қисқа T_z келиб чиқади. T_1 нинг кичкина қийматлари учун T_d қисқа бўлади ва қарама қарши кутб чўққиси, келгусида фзадан ерга ва фазалараро чақнаш хавфи билан синов кучланишининг 75 % га яқинлашиб қолиши мумкин. Ушбу оқибатлар туфайли, трансформаторлардаги каби максимал юқори қарама қарши кутбни хавфсиз даражагача чеклаш керак, яъни 50% ошмаслиги керак ва тегишли T_1 , T_d ва T_z қийматларини қабул қилиш керак.

Одатда, $T_d \geq 200 \mu s$ бўлган трансформатор хусусияти катта бўлмаган реакторлар учун муаммо эмас (уч фазали нисбатан юкори импедансли реакторлар учун $<100 \text{ Mvar}$). Катта реакторлар учун трансформаторга кўрсатилган каби T_d ва T_z импульс генераторнинг хаддан ташқари кенгайишини талаб қилади. Бундай ҳолатлар учун, тегишли кучланиш вақти босимини таъминлаш учун T_d ва T_z қийматлари $120 \mu s$ ва $500 \mu s$ бўлиши керак.

8.3.2 Клеммалар уланиши ва қўлланадиган носозликни аниқлиш усуллари

8.3.2.1 Клеммалар уланиши

Ҳар бир фазада фақатгина битта чулғам бўлгани учун, синов кучланишини қўллаш нуқтаси деб, текширилиши керак бўлган фаза чулғамининг линия клеммалари ҳисобланади. Ушбу фаза чулғамининг бошқа клеммаси ерга уланган бўлиши керак.

Уч фазали реакторлар учун, фазалар ўртасидаги кучланиш фаза ва нейтрал орасидаги кучланишнинг 1.5 баравари бўлиши кераклиги ҳақидаги 4-расм қўлланилмайди. Ушбу реакторлардаги оқимни, синалмаган тармоқларга чулғамлар орқали йўналтириб бўлмайди. Шу боис, чакмоқ импульс синовидида қўлланиладиган каби оддий синов процедураси талаб қилинади.

8.3.2.2 Носозликни аниқлаш усуллари

Носозликларни аниқлаш учун, трансформаторларники каби, одатда қўлланилган кучланишни ўлчаш етарли бўлади, бироқ, синалган чулғам орқали ерга уланган ток қўшимча равишда қўлланилиши керак.

8.3.3 Синов процедуралари

Ўзақ тўйиниш таъсири бўлмагани учун, реакторлар учун синов процедуралари чакмоқ импульс синовиники билан бир хил. Улар қуйидагиларни ўз ичига олади:

- импульс кучланиш тўлқин шаклини аниқлаш;
- битта сальбий кутблик камайтирилган синов даражаси импульсини қўллаш;
- олдиндан магнитланишни ўлчашларсиз, коммутацион импульс дош бериш даражасидаги учта сальбий кутблик импульсини қўллаш.

8.3.4 Импульс кучланиш тўлқин шаклини ва импульс акс этувчи токни аналог ва рақамли қайд қилиш

8.3.1 да келтирилган тўлқин шакли фарқларини инобатга олган ҳолда, кучланиш ва токни қайд қилиш учун трансформаторларда қўлланилган каби реакторларда бир хил умумий принциплар қўлланилади. Бироқ кучланиш ва ток учун, қўлланилган кучланишнинг иккинчи ярим даврини камраб олувчи развертка вақтини қўллаш тавсия этилади.

Ток қайдлари учун, биринчи сигимли токни тафсилий равишда назорат қилиб туриш учун қисқароқ развертка вақти талаб этилиши мумкин. Кучланишнинг косинус тўлқинига мувофиқ бўлган токнинг асосий тўлқини синусоид ҳисобланади (3b ва В.16 расмлар қаралсин).

9 Осциллограммалар ёки рақамли қайдлар талқини

O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH VA
DAVLAT KAZORATINI
MUVOFIQLASHTIRISH
BOSHQARMASI

Синов натижаларини талқин қилишнинг асосий усули, ушбу синов кетма-кетлигида олинган синов тўлқин шакллари қиёслашдан иборат. Умуман олганда, бир хил синов шароити остидаги ҳамда бир хил синов занжири константасидан фойдаланганда ва бир хил каналдан қайд қилинган тасвирлар айнан ўхшаш бўлишлари керак, чизиқли бўлмаган ускуналар ҳолатлари бундан истисно. Бир хил қайдлар даражасини олиш учун, турли синов кучланиш даражалари мувофиқ сўнишлар билан тўлдирилиши керак. В илова, соз ва носоз ҳолатларни кўрсатувчи, трансформатор ва реакторларнинг актуал синов вақтида олинган осциллограммаларни ва рақамли қайдларни ўз ичига олади. Бирок, бошқа ускунадаги бир хил тўлқин шакллари фарқи айнан бир хил сабабдан келиб чиқмаслиги мумкин, чунки носозликлар, конструкцияга боғлиқ ҳолда турлича юзага келиши мумкин.

9.1 Чакмоқ импульс

9.1.1 Умумий

Осциллограммалар ёки рақамли қайдлар талқини, камайтирилган ва номинал синов кучланишлари ўртасидаги ёки номинал синов кучланишидаги келгуси қайдлар ўртасидаги кучланиш тўлқин шакллари ва ток қайдларини қиёслашга асосланган. Бу усталик билан амалга ошириладиган вазифа ва фарқлар манбалари сони кўп бўлгани туфайли катта тажрибага эга бўлиб ҳам, кўпинча помехаларнинг сабабини аниқлаш қийин бўлади. Ҳар қандай фарқлар ташвиш келтиради ва улар ўрганиб чиқиши керак.

Фарқларнинг бундай тадқиқотида, биринчи ўринда синов занжири, ўлчаш занжири ва ерга уланиш усуллари помехаларни келтириб чиқармаётганини текшириш тавсия этилади. Агар помехалар синов занжирида юзага келган бўлса, уларни камайтириш ёки ҳеч бўлмаганида таъсирини камайтириш бўйича ишлар амалга оширилиши керак. Таъкидлаш лозим, кўп босқичли генераторларда, ҳар бир босқичдаги ишлаб кетиш вақтидаги фарқ, бирламчи тебранишлардаги юқори частотали ток қайдлари амплитудасида катта бўлмаган ўзгаришга сабаб бўлиши мумкин (асосий частотани ўзгартирмаган ҳолда). В.13 расм қаралсин. Бирок, кўп ҳолатларда, ушбу ўзгаришлар, қўлланилган импульсдаги ўсиш тўлқинининг 50 % тенг бўлган вақтга чекланган. Баъзи ҳолатларда, агар занжирнинг электрсизланиши вақт билан тўғри келмаса, бир нечта параллел босқичлар билан ишлайдиган генератордан келиб чиқиши мумкин бўлган фарқлар энг юқори ҳолатлардан кейин ҳам юзага келади. Бу кетма-кет ва параллел оралиқларга эга генераторларда электрсизлантириш оралиғининг янгича ўрнатилишини талаб қилиши мумкин.

Иккинчидан, ўзакнинг ерга уланиши ёки чизиқли бўлмаган қисмлар, помехалар манбаси эмаслигини текшириб кўриш керак. Ораликсиз, чизиқли бўлмаган резисторлар ўсувчи кучланиш даражаси билан бирга мантикий ва тобора ўсишни ёки ўзгаришни келтириб чиқаради (В.12 расм қаралсин).

Синов занжирида ёки синов объекти доирасидаги чизиқли бўлмаган резисторларда юзага келганлигини исботлаб бўлмайдиган, номинал синов кучланишининг кейинги қайдлари ўртасида ёки камайтирилган ва номинал синов кучланиши ўртасидаги кучланиш тўлқин шакллариининг ёки ток қайдларининг юқорида келтирилган фарқлар, ўзгаришлар манбасини бартараф этиш ёки чуңтиришлар, синов натижасидаги изоляция носозлигини кўрсатади.

9.1.2 Кучланиш қайдлари – тўлиқ тўлқин синовлари

O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH VA
DAVLAT NAZORATINI
MUVOFIQLASHTIRISH
BOSHQARMASI

Қўлланилган кучланишнинг осциллограммалари ёки рақамли кучланишлари, носозликларни аниқлашда нисбатан яхши сезмайдиган бўлади. Шундай қилиб, аниқланаётган фарқлар изоляциядаги ёки синов занжиридаги жиддий носозликларини аниқлайди.

Агар вақт ўлчами етарлича юқори бўлса, фарқларни бунданда чуқурроқ таҳлил қилиш имкони бўлади.

- синов остидаги клемма олдида ерга тўғридан тўғри тутатиш, кучланишнинг кескин ва тўлиқ тўшибкетишига олиб келади. Синов остидаги чулғамнинг аста секин, бироқ тўлиқ чакнаши, кучланишнинг секин тушишига, одатда босқичма-босқич юз беришига олиб келади (В.1 расм қаралсин).

- чулғам қисмида чакнаш чулғам импеданси тушиб кетишига олиб келади, натижада ярим-қиймат вақт камаёди. Ўхшаш тебранишлар, чакнаш вақтида кучланиш тўлқинида ҳам юз беради (В.1 дан В.5 гача қаралсин).

- ғалтаклар ёки ўрамлар изоляцияси шикастлари каби майда носозликларни одатда кучланиш қайдларида аниқлаб бўлмайди, бироқ баъзида юқори частотали тебраниш сифатида аниқланиши мумкин; ток қайдлари бундай носозликларни аниқлаши мумкин. В.6 қаралсин. Худди шу каби, синов остидаги клеммаларда ёки улар олдида юзага келувчи носозликлар ҳам, осциллограммалар ёки рақамли қайдларда фақатгина катта бўлмаган ишораларни беради.

Ўтувчи кучланиш қайдлари ҳам юқорида келтирилган носозликларни аниқлайди. Ушбу ўлчаш сезувчанлиги қўлланилган кучланишниқидан юқорирок.

9.1.3 Ток қайдлари – тўлиқ тўлқин синовлари

Импульс акс этувчи ток осциллограммалари ёки рақамли қайдлари носозликни аниқлашда энг сезувчан восита ҳисобланади. Бироқ, ушбу сезувчанлик, носозлик билан тўғридан тўғри алоқаси бўлмаган таъсирлар сонини кўрсатувчи қайдлар билан бирга бўлади. 9.1 да барқарор бўлмаган тебраниш сакрашлари ёки ток тасвиларидаги ўсиш тўлқини ўзгаришлар сабаби бўлиши мумкин бўлган эҳтимоллар келтирилган, ва улар ўрганиб чиқилиши керак.

Ток қайдларидаги амплитуда ва частота ўзгаришлари каби муҳим ўзгаришлар одатда, синалган чулғамда, чулғамлар ўртасида, ёки ер билан орасидаги қисман носозликларни кўрсатади (В.1 расм қаралсин). Ўзгариш формаси, қўлланилаётган носозликни аниқлаш усулига боғлиқ ҳолда фарқ қилади. Тўқлар ортиши ёки камайиши мумкин, ва ўзгариш йўналиши, носозликни аниқлаш усули билан бирга носозлик моҳияти ва ўрни бўйича йўриқнома беради (В.3 қаралсин).

нейтрал токдаги қўлланилган частота билан бирга жиддий ортиш синалган чулғамдаги носозликка ишора қилади, тушиб кетиши эса, синалган чулғамдан битишган чулғамгача ёки ергача бўлган носозликка ишора қилади.

Сигим бўйича ўтувчи ток, синалган чулғам ёки ерга уланишдаги носозликларни кутбикнинг кескин ўзгариши билан кўрсатади. Ҳамда асосий частотанинг ўзгариши ва амплитуданинг тушиши юзага келиши мумкин. Синалган чулғамдан битишган чулғамгача бўлган носозлик, бир хил кутбдаги кескин амплитуда кўтарилишни ва асосий частота ўзгаришини кўрсатади.

U'ZBEKISTAN
STANDARTLASHTIRISH VA
DAVLAT NABORATINI
MUVOFIQLASHTIRISH
BO'YICHA KAS

Катта бўлмаган маълум жойдаги текис бўлмаган, 2 μ s ёки 3 μ s га тарқалган помехалар ўрамлар ёки ғалтаклар ёки ғалтак уланишларидаги изоляциядаги электрсизланиш ёки қисман бўзилишига ишора бўлиши мумкин. Югурувчи тўлқин ҳосиятини намоён қилувчи кичик кетма-кет сиғимли чулғамлар учун помехалар манбасини, сиғим нейтралли ва югурувчи тўлқин помехалари келиши жойидаги вақт фарқини баҳолаш йўли билан аниқлаш мумкин.

9.1.4 Кучланиш ва ток қайдлари узук-узук тўлқин синовлари

Агар узилиш моменти деярли бир хил бўлмаса, узук-узук тўлқин қайдларини узилиш моментидан сўнг қиёслашни одатда амалга ошириб бўлмайди. Ўхшаш аммо тегишлича бир хил бўлмаган узилиш моментлари илгак турдаги узилиш ёриғини қўллаш билан эришилади (В.10 расм қаралсин). Узилиш моментидagi ҳар бир кичик фарқлар, баъзи трансформаторлар учун, узилишдан сўнг тебраниш схемасида сезиларли ўзгаришларига олиб келиши мумкин (ушбу схема бошланғич импульс ва узилиш туфайли ўзидан ўтиш ҳодисасининг суперпозициясини намоён қилади) ва ушбу фарқлар, мувафақиятли ва носозлик мавжуд бўлган қўллашлар орасидаги қиёслашни чалкаштириб юбориши мумкин (В.11 расм қаралсин).

Рақамли қайд қилиш усулларида фойдаланилаётган бўлса, ушбу чалкашларни бартараф этиш учун 10-бўлимда келтирилган ўтиш функцияси таҳлиллари фойдали бўлиши мумкин (В.17 расм қаралсин).

Узулишдан кейинги кучланиш ва ток қайдлари частотасидаги ҳар қандай ўзгаришлар ўрганиб чиқиши керак. Ушбу ўзгаришлар, қайтиш контурининг лаборатория ерга уланишига чакнаши туфайли ёки синов объектининг ички носозлигидан келиб чиққан бўлиши мумкин.

Узук-узук тўлқин синовини амалга оширишда, кучланиш қайди узук-узук тўлқинни намоён қилишига қарамай узилиш ёриғининг кейинги узилишгача бўлган носозлиги, ёки ҳар қандай ташқи қисм чакнаши, синов объекти ёки синов занжиридаги носозликка аниқ ишора қилади.

Бир кучланиш қўлланилишидан кейингисига қадар бир хил узилиш вақти таъминланганида, ушбу синов вақтидаги носозликларни, кучланишда ҳам ток қайдларида ҳам, узилишлардан кейинги тебранишлардаги фарқ билан аниқлаш имкони бўлади. В.8 ва В.9 қаралсин. Бирок бу ерда, носозликлар узилиш моменти олдида юз бериш ҳолатлари ҳам бўлиб туради, бундай ҳолатларда тўлиқ тўлқин синовига нисбатан қўлланилган каби мулоҳазалар қўлланилади (В.2 ва В.7 қаралсин).

9.2 Коммутацион импульслар

9.2.1 Кучланиш қайдлари

Коммутацион импульс синовларида, кучланиш чулғам бўйлаб бир текис тарқалиши туфайли, носозлик, чулғам қисмлари, бўлимлари орасидаги ёки чулғамлар ўртасидаги ёки ерга уланишдаги қисқа туташув кўринишидаги жиддий ейилиш билан боғлиқ бўлади. Бундай носозлик турлари, тўлқиннинг бутунлай тушиб кетиши, сўнишининг қисқариши ёки баъзида тасвирда вақтинчалик тушиб кетиш билан ифодаланган кучланиш тўлқинидаги жиддий ўзгаришларга сабаб бўлади. Шу боис, коммутацион импульс синовларида кучланиш қайдлари, кўп носозликларни аниқлашда етарлича сезувчан ҳисобланади (В.15 расм қаралсин).

O'ZSTANDART AGENTLIGI

STANDARTLASHTIRISH VA

DAVLAT HAZORATINI

MUVOFIQLASHTIRISH

COCHA ASI

Трансформаторлар учун, ҳар қандай чулғамларнинг қисман носозликлари (ўрамлардаги носозлик, спираллардаги носозлик, ёки шаҳобчали чулғамлардаги носозликлар), магнит оқим тўхтаб қолишига олиб келади, ва кучланиш ва ток қайдлари бўйича осонгина аниқланади.

Ҳар бир фаза учун битта чулғамга эга ва қискармаган магнит контурсиз ёрик ўзакли реакторлар учун, ўрамлардаги носозликларни аниқлаш жуда қийин ёки аниқланмай қолиб кетиши ҳам мумкин. Бу ерда, ерга оқувчи сигим токининг кўпроқ миқдори ёки иккинчи ток (баклардаги ток) қайдлари ёрдам бериши мумкин. Бундай ҳолатларда, чўққигача бўлган вақтни, ва косинус тўлқинга қўлланилган қарама қарши қутбга бўлган вақтни қамраб олиш учун юқори рухсатли қайд қилиш тавсия этилади.

Трансформатор синовларидаги тўлқин сўнишининг ҳар қандай қисқариши, келгуси қўллашлардаги ўзакнинг бирламчи магнитланишининг ўзгариши туфайли юзага келадиган тўлқин сўнишининг узунлиги ўзгаришидан фарқ қилади; шунга қарамай, бирламчи ҳолатлар қанчалик яқин солиштирилса, соз ва носоз ҳолатларни ажратиш шунчалик осон кечади.

9.2.2 Импульс акс этувчи ток қайдлари

Ток қайдларининг тўлқин шакли трансформаторлар учун 8.2.4.4 ва реакторлар учун 8.3.4 да тавсифланган. Тўлқин бошланишидан ташқари, трансформаторларда ўзак тўйиниши яқинидаги кучланиш тўлқинининг ҳар қандай ўзгариши билан бирга кескин ток ўзгаришлари, носозлик борлигига далолат беради. Носозлик турини инобатга олган ҳолда, тўлқин қайдлари кучланиш қадлари каби сезувчан бўлади.

10 Рақамли ишлов бериш жумладан узатувчи функциялар таҳлили

LI ва SI импульс синовларида рақамли қайдлар усули жорий қилинганидан буён, носозликларни таҳлил қилиш бўйича қўшимча воситалар мавжуд. Узатувчи функциялар таҳлилларида, трансформатор нейтралдаги ёки қискартирилган синалмаган ерга уланган чулғамдаги (сигимли ўтувчи ток) қўлланилган кучланиш $U(t)$ ва натижадаги импульс акс этувчи токнинг $I(t)$ айна вақтдаги қайдлари, Фуръенинг тез трансформация алгоритми (FFT) ёрдамида мувофиқ частота интервалларига ўтиши мумкин $U(\omega)$ ва $I(\omega)$.

Сўнг кучланиш ва ток спектрларига ($U(\omega)$ ва $I(\omega)$), қуйидаги йўллар билан математик ишлов берилади:

а) $I(\omega)/U(\omega)$ бўлиш билан, узатишга жоизлик функциясини ҳосил қилиш учун, ёки

б) $U(\omega)/I(\omega)$ бўлиш билан, узатиш импеданси функциясини ҳосил қилиш учун.

Трансформаторнинг пасив тармоғи учун, жоизлик функцияси ва импеданс функцияси частота интервалидаги хусусий функциялар ҳисобланади ва тўлқин шаклидан мустақил бўлиши керак. Бироқ, кучланиш спектри $U(\omega)$ нол нуктага эга бўлмагани сабаб, кўпинча, узатувчи функция таҳлилида узатишга жоизлик функцияси $I(\omega)/U(\omega)$ қўлланилган. Бундай узатиш функцияси намуналари В.17 расмда келтирилган.

Квадрупол назарариясига асосан, жоизлик функцияси носозликлар кўрсаткичи қуйидагича олинади.

U ZSTANDARD AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH VA
DAVLAT KAZORATINI
MUVOFIQLASHTIRISH
BOSQIQLASHTIRISH

1) узатиш функцияси кутбадаги ҳар қандай жиддий силжиш қисман чулғам носозлигидан далолат беради.

2) Кутбларнинг ҳар қандай қалинлашиши, қисман электрсизланишни англатади.

Бироқ, узатишга жоизлик функцияси ўзгаришига олиб келмайдиган импульс ток ва/ёки қўлланилган кучланиш, синов объекти эмас балки синов занжиридаги носозликни билдиради. шу боис, ички ва ташқи носозликларни ажратиш воситаси ҳисобланади.

Ушбу усул барча ҳолатлар учун исботланмаган, ва айти пайтда фақатгина қўшимча натижаларни ўрганиб чиқиш воситаси сифатида тавсия этилади. Синов натижаларини якуний қабул қилиниши 7.5 да келтирилганидек, тўлқин формаларини қиёслашга асосланган.

Ракамлаштиргичлар импульс синовларида 1980 йилдан бери қўлланиб келинади. Бироқ, узатувчи функциялар таҳлили бўйича амалиёт ва адабиёт кўп йиллар давомида зиддиятли бўлган. Бундай зиддиятларга бир нечта сабаблар мавжуд, хусусан,

а) трансформаторлар ва хусусан чакмоқ импульс синов занжирларини, квадропись назариясини тўлиқ қўллаш мумкин бўлган, тўпланган чизиқли занжир элементи билан тақдим этиб бўлмайди;

б) ракамлаштиргичлар ностандарт, ичига ўрнатилган сигнални шовқиндан ажратувчи филтёрларга эга бўлиши мумкин, ва улар қуйидагиларга сабаб бўлиши мумкин:

- бошланғич носозлик белгиларини тозалаб юбориши ва аниқланмасдан қолиб кетишига;
- тўлқин шаклининг жоизлик функциясидан мустақиллигига таъсир кўрсатиш;

с) турли носозлик ҳолатларидаги оғишларнинг яхши/ёмон танқидлари керакли даражада ўрнатилмаганлиги.

Ушбу янги технология келгусида жуда кучли восита бўлади, чунки жиддий қиска туташувдан сўнг, диэлектрик носозликлари учун ҳамда механик носозликлар учун ҳолатни онлайн назорат қилиб туриш учун қўлланилиши мумкин. Қуйидаги мисолларда айти вақтдаги ва узатувчи функциялар таҳлили учун бир нечта қайдлар келтирилган.

1-Ҳолат: ракамли баҳоланган ностандарт тўлқин шакллариининг қайдлари мисоли

- Ностандар тўлқин шакли учун $1,44/46 \mu s$ 19 % қайта созлаш билан, IEC 60060-1 га мувофиқ сўнувчи тўлқин думи орқали урим бўйича аниқланган, В.18 расм қаралсин. Бу ерда, ракамлаштиргич эгрисининг, номаълум ичига ўрнатилган текислаш алгоритмлари туфайли амплитудани баҳолашдаги ҳатолик 10 % дан баланд бўлиши мумкин.

- Ностандар тўлқин шакли учун $2,48/50 \mu s$, амплитудаси $>50 \%$ ва частота 0,5 MHz дан кам кўрсатилган тебранишлар эга, В.19 қаралсин. Бу ерда, IEC 60060-1 га мувофиқ баҳоланиш 50 μs га тенг бўлганида, ракамлаштиргич, кўрсатилган тебранишнинг биринчи ўтишига асосланган ҳолда ярим қиймат вақтни 5 μs деб баҳолади.

- қатламли чулғамдаги ностандарт узук-узук тўлқинлар учун, В.20 расм қаралсин. Бу ерда қатлам импеданси узук-узук ерга уланган чулғамни, кескин тушиб кетиш ва пол атрофидаги

STANDARTLASHTIRISH VA

DAVLAT KAZORATINI

MUVOFIQLASHTIRISH

BO'YALMAS!

тебранишлардан олиб қочади. (В.8 дан В.11 гача бўлган расмлардаги осцилограммалар ёки рақамли қайдларни В.20 расм билан солиштирилсин.)

- Бир хил қайдларда турлича ишланган рақамлаштиргичдан олинган ностандарт тўлқин шакллари қиёслаш учун: В.21 расмдаги мисолда амплитудадаги 7 % фарқ (109.9 kV га нисбатан 102.3 kV) ва Т 1 параметрдаги 9 % фарқ (2.55 μ s га нисбатан 2.34 μ s) аниқланган. Т 2 параметрдаги фарқни тушунтириб бўлмайди. Калибрланган параллел юқори вольтметр кўрсаткичи 110 kV ни ташкил этган.

2- Ҳолат: Синов занжири носозликлари реакциялари

- Ўлчаш кабелидан ерга учкунли электрсизланиш билан юзага келган синов занжири муаммолари учун В.22а расм қаралсин. LV чулғамдан узатилувчи сиғим токи бак ва генератор ерга уланишларидан бошқа ерга уланишига учкунланса, камайтирилган тўлиқ тулқин синови билан қиёслангандан сўнг қуйидагиларга олиб келади:

а) кучланишда индикация йўқлиги;

б) токда аниқ индикация бўлиши;

с) узатувчи функциялар таҳлилида аниқ индикация бўлиши;

- Узатувчи функцияда қутблар текисланиши мавжуд аммо частотада ўзгариш йўқ. Бу электрсизланишни кўрсатади.

- Ўлчаш кабелидаги носозликни бартараф этгандан сўнг, импульс синови такрорланди. В.22 расм камайтирилган ва тўлиқ тўлқин импульс синовларидаги узатиш функциялар орасидаги юксак мувофиқликни кўрсатади.

3-Ҳолат: Синов объекти носозликлари реакциялари

- шахобчалар ўртасида чакнашга олиб келувчи шахобланишни ўзгартирувчи ускунанинг рақамли қайдларидаги носозликлар В.23а расмда келтирилган. Тўлиқ импульс ва узатувчи функциядаги кучланиш ва токнинг айна вақтдаги қайдлари, камайтирилган тўлиқ тўлқин импульс синови билан қиёслаганда жиддий ўзгаришларни кўрсатади.

- Қўпол ва майда тартибга солиш чулғамларининг рақамли қайдлари учун В.23b расм қаралсин. Айна вақтдаги ва узатувчи функция қайдларида жиддий фарқлар юзага келади.

Илгари келтирилган мисоллардаги қайдлардан, барча носозликлар, айна вақтдаги қайдлар бўйича аниқланганини кўрса бўлади.

11 Импульс синов баённомаси

Синов объектида ўтказилган импульс синов ҳисоботи камда қуйидагиларни ўз ичига олиши керак.

а) Умумий маълумотлар, жумладан

- синалаётган ускунанинг тури, номинали, ва кучланиши;
- серия рақами;
- синов амалга оширилаётган шахобланиш позицияси;

U'Z STANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH VA
DAVLAT NAZORATINI
MUVOFIQLASHTIRISH
BOSHQARMASI

- синов санаси ва ўтказилиш жойи;
- ишлаб чиқарувчининг синов муҳандиси;
- харидорнинг гувоҳ муҳандиси;
- ускунани қайси стандартга асосан синалаётган;
- белгиланган синов даражалари ва тўлқин шакллари.

б) ҳар бир чулғамда ўтказилган импульс синовини кўрсатувчи жадвал, жумладан

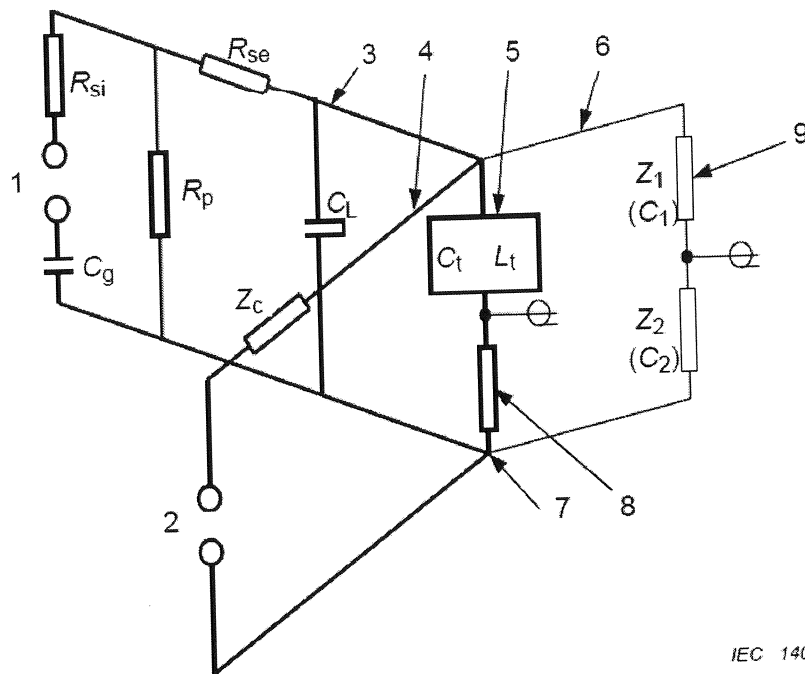
- синов тўлқинларининг тури ва магнитудаси;
- идентификациялаш ва осон ҳавола қилиш учун қайдларни рақамлаш;
- LI, тўлиқ ёки узук-узук ва SI учун асл синов кучланиши;
- импульс генератор учун асл ўрнатилган параметрлар (ички ва ташқи);
- асл тўлқин шакллари параметрлари LI учун (T_1 , T_2 , T_c) ва SI учун (T_1 , T_d , T_z);
- ҳар бир синов учун улаш схемалари, жумладан
- клеммалар белгиланиши;
- қайси клеммага импульс қўлланган;

- синалган ва синалмаган фазаларнинг синалмаган клеммаларининг ерга уланишининг жойлашувлари, жумладан ҳар қандай ерга уланиш қаршилиқлар ёки импедансларининг қийматлари;

- синов занжири элементлари;
- кучланиш ва ток ўлчаш позицияси ва жойлашувлари.

с) синов вақтида олинган тегишли қайдларнинг такрорланиши синов баённомасининг асосий қисми. Агар белгиланган бўлса, ушбу қайдлар тегишлича идентификацияланган бўлиши керак ва тўлиқ тўлқин ва узук-узук тўлқинларни қиёслаш зарур бўлганда осон амалга ошириш учун тегишлича жойлаштирилган бўлиши керак. Ўқ чизикнинг масштабланиши (магнитуда ва вақт) ҳар бир осцилограмма ёки рақамли қайдларда кўрсатилган бўлиши керак.

O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH VA
DAVLAT NAZORATINI
MUVOFIQLASHTIRISH
BO'SHQA QILMAS!



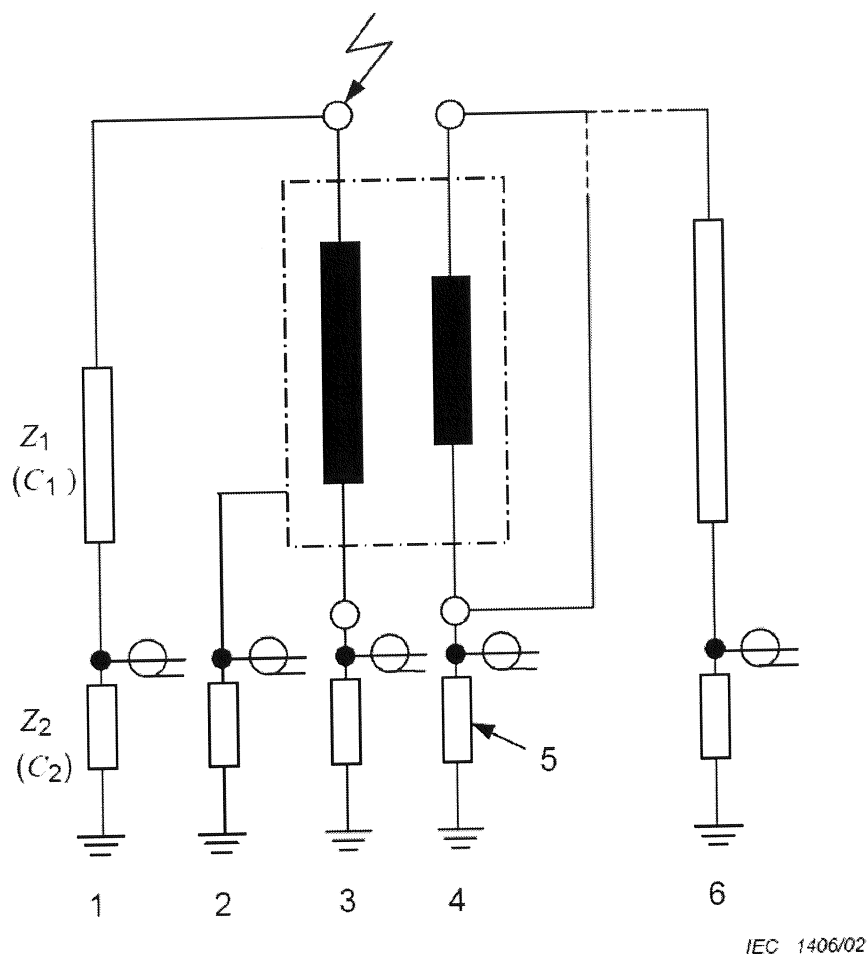
IEC 1405/02

- 1 импульс генератор
- 2 узилиш ёриғи
- 3 асосий занжир
- 4 узиш занжири
- 5 синов объекти
- 6 кучланишни ўлчаш занжири
- 7 эталон ерга уланиш
- 8 тоқ шунти
- 9 кучланиш бўлувчи

- C_g генератор сиғими
 C_L юкланиш сиғими
 C синов объектининг самарали сиғими
 L_t синов объектининг самарали импеданси
 R_{si} ички кетма-кет қаршилик
 R_{se} ташқи кетма-кет қаршилик
 R_p параллел қаршилик
 Z_c узлук занжирдаги қўшимча импеданс
 $Z_1 (C_1)$ кучланиш бўлувчининг юқори кучланишли елкасининг импеданси (сиғим)
 $Z_2 (C_2)$ кучланиш бўлувчининг паст кучланишли елкасининг импеданси (сиғим)

1 Расм – Одатий импульс синов занжири

O'ZSTANDART AGENTLIGI
 STANDARTLASHTIRISH VA
 DAVLAT KAZORATINI
 MUVOFIQLASHTIRISH
 BOSHQARMASI



1 кучланишни ўлчаш занжири

2 бакдаги ток

3 нейтрал ёки чулғам токи

Z_1 (C_1), Z_2 (C_2) кучланиш бўлувчидаги кучланиш импеданслар (сигимлар) (1 расм қаралсин)

4 сифимли ўтувчи ток

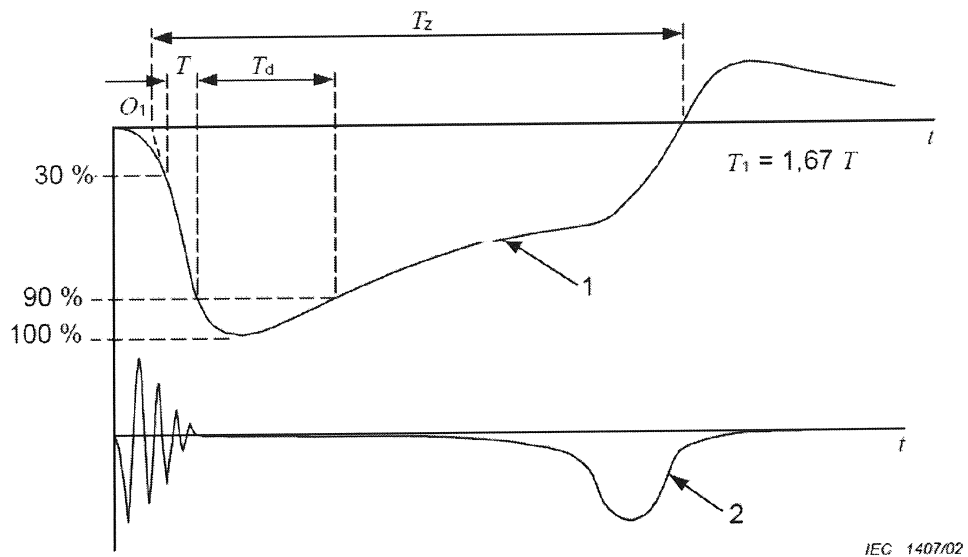
5 ток шунтлари

6 кучланишни ўлчаш занжири ва ўтувчи

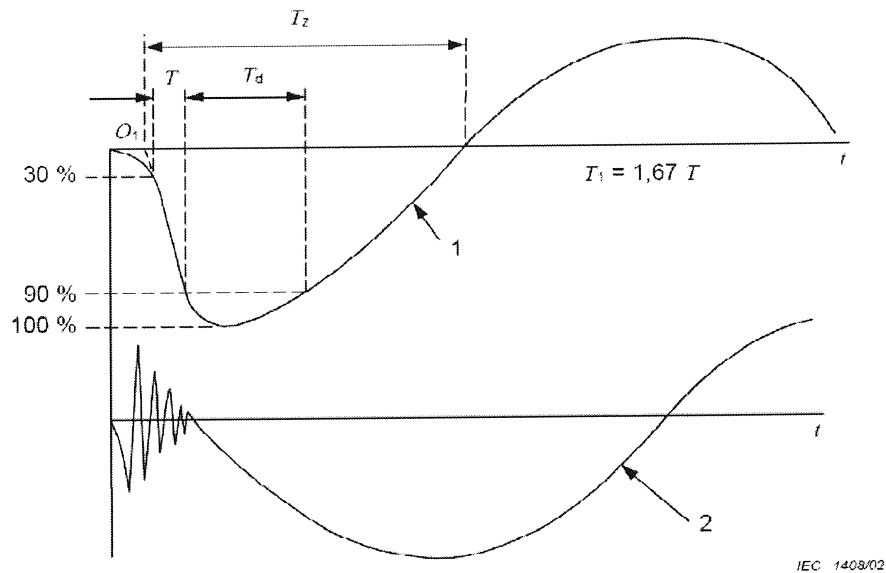
кучланиш

2 Расм – Чакмок импулс синовиидаги клеммалар уланиши ва қўлланиладиган носозликни аниқлаш усуллари

O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH VA
DAVLAT NAZORATINI
MUVOFIQLASHTIRISH
BOSQARMASI



3a Расм – Трансформаторнинг коммутацион импульс тўлқин шакли



3b Расм – Реакторнинг коммутацион импульс тўлқин шакли

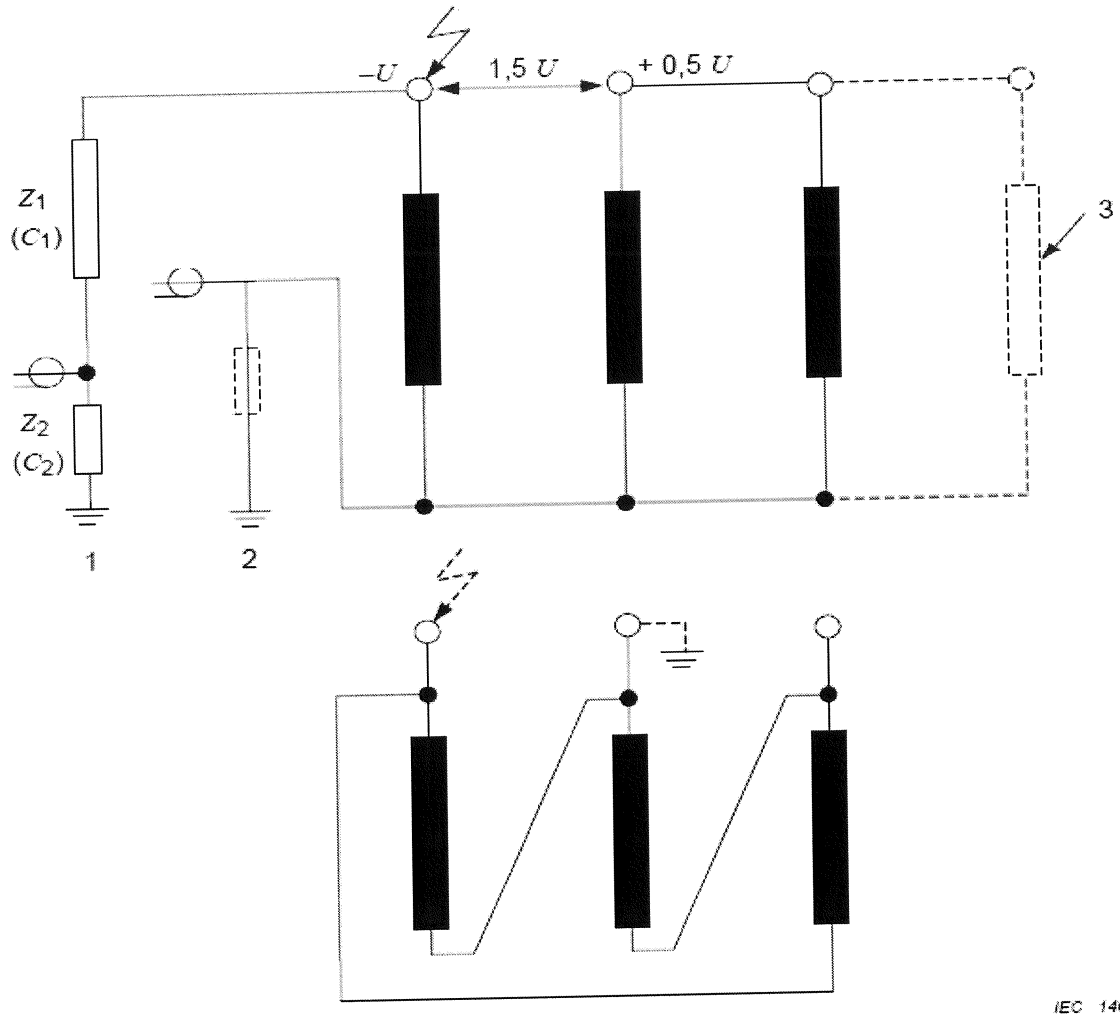
1 кучланиш тўлқин шакли

2 ток тўлқин шакли

T импульс энг юкори кийматдан 30 % ва 90 %
бўлганида момент ўртасидаги вақт
 T_1 виртуал олдинги вақт
 T_z биринчи нолгача бўлган вақт
 T_d белгиланган амплитудадан 90% юкори
бўлган вақт

3 Расм – Трансформаторлар ва реакторлар коммутацион импульс тўлқин шакллари

O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH VA
DAVLAT NAZORATINI
MUVOFIQLASHTIRISH
BOSQARMASI



IEC 1409/02

- 1 кучланишни ўлчаш занжири
- 2 токни ўлчаш занжири
- 3 юкланиш резистори, 8.2.2.1 қаралсин

Z_1 (C_1), Z_2 (C_2) кучланиш бўлувчидаги импеданслар (сиғимлар) (1 расм қаралсин)

ИЗОХ. Импульсни учбурчак уланган чулғамга альтернатив қўлланилиши нукталаб кўрсатилган

4 Расм – Коммутацион импульс синовдаги клеммалар уланиши ва қўлланиладиган носозликни аниқлаш усуллари

O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH VA
DAVLAT NAZORATINI
MUVOFIQLASHTIRISH
BOSHQARMASI

А илова
(маълумот учун)

Тўлқин шакллари нозрат қилиш принциплари

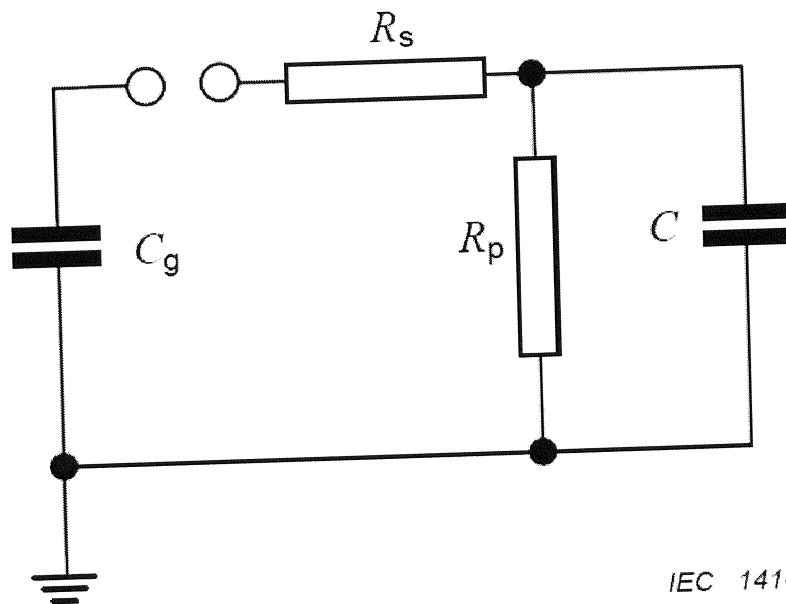
А.1 Умумий

Импульс тўлқинлар, конденсаторлар тўпламини параллел ҳолатда зарядлайди, сўнг кетма-кет равишда уларни электрсизлантиради. Кучланиш магнитудаси бирламчи кучланиш зарядланиши, электрсизланишдаги кетма-кет конденсаторлар сони ва занжирни регулировка қилиш билан аниқланади. Тўлқин шакли кўпинча, генератор сиғимлари ва қаршилиги ҳамда юкланиш импеданси билан аниқланади.

Трансформаторларнинг чакмоқ импульс синовидagi тўлқин шакллари нозрат қилиш принциплари А.1 ва А.2 да берилган соддалаштирилган чизмалар сифатида белгиланган. Уларни иккига ажратса бўлади:

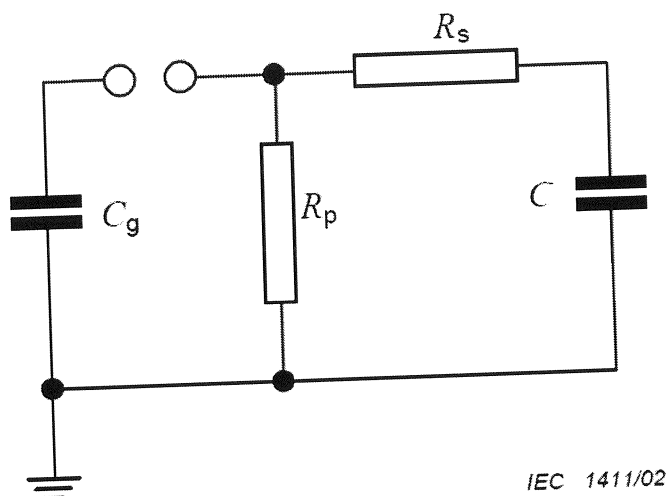
- юқори импедансли чулғамлар;
- паст импедансли чулғамлар.

А.2 Юқори импедансли чулғамлар ($L_t > 100 \text{ mH}$)



А.1а Расм

O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH VA
DAVLAT NAZORATINI
MUVOFIQLASHTIRISH
BOSQARMASI



A.1b Расм

C_g генератор сиғими

$R_s = R_{si} + R_{se}$, умумий кетма кет қаршилик (1 Расм қаралсин)

$C = C_l + C_L + C_1$ (1 Расм қаралсин)

R_p параллел қаршилик (1 Расм қаралсин)

A.1 Расм - Юқори импедансли чулғамлар учун тўлқин шакли назорати

Олдинги вақт куйидагича бўлади

$$T_1 = 3 \times \frac{R_s R_p}{R_s + R_p} \times \frac{C_g C}{C_g + C} \quad (\text{A. 1a Расм}) \quad (\text{A.1})$$

ёки

$$T_1 = 3 R_s \times \frac{C_g C}{C_g + C} \quad (\text{A. 1b Расм}) \quad (\text{A.2})$$

ва ярим қиймат вақт

$$T_2 \approx 0,7(R_s + R_p)(C_g + C) \quad (\text{A. 1a Расм}) \quad (\text{A.3})$$

ёки

$$T_2 \approx 0,7 R_p (C_g + C) \quad (\text{A. 1b Расм}) \quad (\text{A.4})$$

$R_p \gg R_s$ ва $C_g \gg C$ учун:

$$T_1 \approx 3 R_s \times C \quad \text{ва} \quad T_2 \approx 0,7 R_p \times C_g \quad (\text{A.5})$$

Умуман олганда, олдинги ва дум параметрлари, тоза сиғимли бкланишларга қўлланиладиган принципларга мувофик регулировка қилинади. Бирок, таъкидлаш зарурки, C

O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH VA
DAVLAT NAZORATINI
MUVOFIQLASHTIRISH
BOSQARMASI

кийматларга қўшилган трансформаторнинг самарали C_1 сиғими, олдинги ва дум нуктаи назаридан турли физикавий кийматлар.

Олдинги вақт учун, C_1 , $C_1 \approx C_B + \sqrt{(C_S C_e)}$ каби ҳисобланиши мумкин, бу ерда C_B изоляция втулкаси сиғими, C_S чулғамнинг кетма-кет сиғими ва C_e чулғамнинг ерга уланиш сиғими.

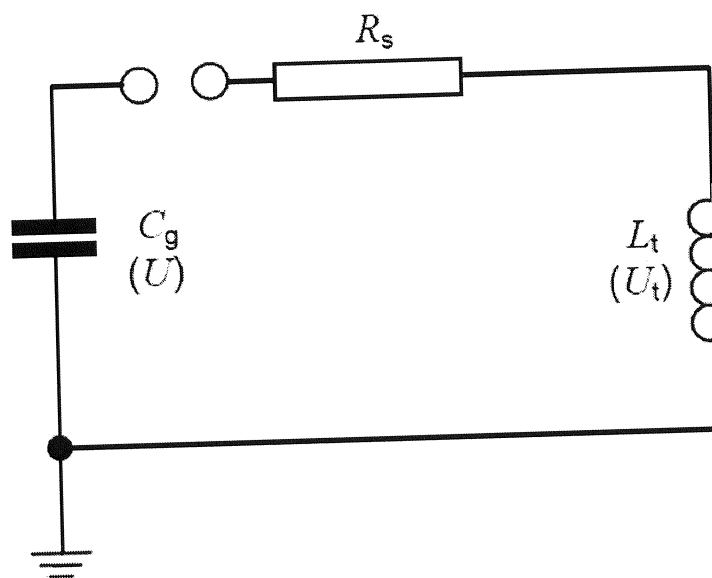
Тўлқин думи учун C_1 , C_B плюс C_e нинг қисми каби ҳисобланиши мумкин, бирламчи кучланиш тарқалишига боғлиқ ҳолда. Кўриниб турибдики, кўп амалий ҳолатларда, дум нуктаи назаридан C_1 , катта аҳамиятга эга эмас ((А.5) тенгламаси қаралсин).

L_1 20 мН дан 100 мН гача диапазон оралиғида бўлган самарали индуктивликка эга чулғамларда, чулғам импеданси электрсизланиш вақти ўзгармас катталигини сезиларли даражада камайтириб юборади ($\tau = R_p C_g$). Бундай ҳолатларда, T_2 кийматлар тўғридан тўғри (А.5) тенгламасига асосан сошлаб бўлмайди. Ушбу таъсирни ҳисобга олиш учун, тажрибага кўра, R_p , (А.5) тенгламасидан олинган кийматдан иккига ўн баравар кўп бўлган кийматга ошиши керак.

А.3 Паст импедансли чулғамлар ($L_1 < 20$ мН)

Олдинги сошлашлар учун, юкори импедансли чулғамларники каби қўлланилади.

Тўлқин думини сошлаш учун, синов объекти унинг самарали индуктивлиги каби А.2 расмда кўрсатилганидек намоиш этилиши мумкин.



IEC 1412/02

А.2 Расм – Паст импедансли чулғамлар учун тўлқин думи назорати

U_t синов кучланиши, занжирнинг тушиб кетиш коэффициенти k кийматига боғлиқ ҳолда тебранувчан ёки экспоненциал бўлади. Танқидий равишда ($k = 1$) ёки ўта танқидий ($k > 1$) туши кетувчи занжирлар экспоненциал эгриларга олиб келади. Бирок, улар одатда яроксиз бўлади, чунки мувофиқ қаршилик кийматлари йўл қўйиб бўлмайдиган олдинги вақт давомийлигини беради.

$k < 1$ бўлганида, синов кучланиши қуйидагича бўлади

$$U_t = U e^{-\alpha t} \left(\cos \omega t - \frac{\alpha}{\omega} \sin \omega t \right) = \frac{U}{\cos \varphi} e^{-\alpha t} \cos(\omega t + \varphi) \quad (A.6)$$

O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH VA
DAVLAT NAZORATINI
MUVOFIQLASHTIRISH
BOSQARMASI

$$\omega^2 = \omega_0^2 - \alpha^2$$

$$\omega_0^2 = \frac{1}{L_t C_g}$$

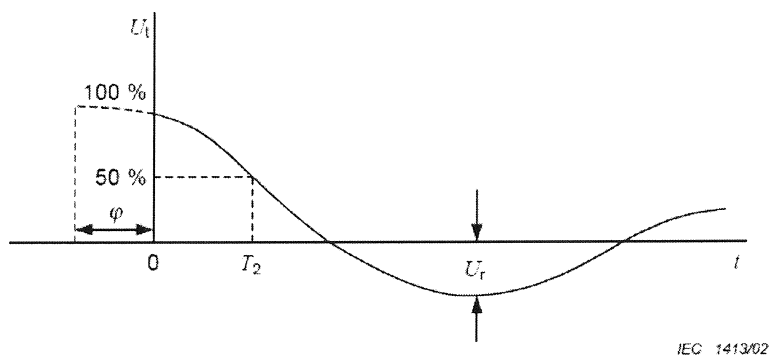
$$\alpha = \frac{1R_s}{2L_t}$$

$$\tan \varphi = \frac{\alpha}{\omega} = \frac{k}{\sqrt{1-k^2}}$$

ва тушиб кетиш коэффиценти

$$k = \frac{\alpha}{\omega_0} = \frac{R_s}{2\sqrt{\frac{L_t}{C_g}}}$$

Ушбу кучланиш тушиб кетган тебраниш тўлқинини ташкил этади (А.3 расмда кўрсатилган).



А.3 Расм – Тушиб кетган тебраниш

T_2 нинг биринчи ҳисобланишида R_s нолга тенг бўлади. Шунда (А.6) тенгламаси қуйидагича бўлади: $U_t = U \cos \omega_0 t$ ва ярим қиймат вақт қуйидагича

$$T_2 = \frac{1}{6} \times \frac{2\pi}{\omega_0} = \frac{\pi}{3} \sqrt{L_t C_g}$$

O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH VA
DAVLAT NAZORATINI (A.7)
MUVOFIQLASHTIRISH
BOSQARMASI

бирок ушбу назарий шарт, чўққиси 100 % бўлган қарама қарши кутблик тушибкетмаган тебранишни келтирада.

Қарама қарши кутбликнинг бундай юқори тебраниши, фақатгина синов чекловлари туфайли қисман электрсизланиш ва кучли электрод механизмларига олиб келувчи юқори тебраниш босимлари туфайли ўрамлараро ва чулғамлараро изоляция ортикча босим остида бўлиши мумкин. Шу сабаб, қарама қарши кутб U_T чўққиси, бирламчи чўққи қийматининг 50 % га чекланган бўлиши керак.

50 % га чекланган қарама қарши кутб U_T чўққиси билан, жиддий тушиб кетиш даражаси намоёйиш этилиши керак, бунинг таъсири ярим қиймат вақт шунда (А.7) тенгламадан олинган қийматдан қисқароқ бўлади. Бу ҳолат учун тушиб кетиш коэффиценти $k = 0,25$ ва ярим қиймат вақт қуйидагича

$$T_2 = \sqrt{0.5} L_t C_g \quad (\text{А.8})$$

(А.7) ва (А.8) тенгламалари синов объекти L_t ёки сигим генератори C_g индуктивлиги созлаш йўли билан тўлқин думини назорат қилиш учун йўриқнома беради.

L_t синалмаган чулғам уланишлари таъсири остида бўлади. қисқа туташган, ерга уланган (одатий уланишлар) синалмаган чулғамлар билан бирга, L_t трансформаторнинг тарқалиш индуктивлиги бўлади. Бундай конфигурациядаги синовлар, қисқароқ дум натижасини берсада, чулғамлар ёки чулғамлар қисмлари ўртасидаги изоляцияларга жиддий босим тушишига сабаб бўлади. Бирок, қисқа дум, бошқа мавжуд бўлган конфигурациялардан фарқли, ерга уланишли чулғамнинг ўртасига босим бермайди, чунки қисқа тўлқин думи, кучланишни узоқ вақт ушлаб урмайди.

Самарали индуктивлик, синалмаган чулғамларнинг қаршилиқ юкланиши ва синалмаган чулғамлар клеммаларидаги кучланиш, уларнинг тегишли чакмоқ импульсига дош бериш даражасидан, юлдузча уланган чулғамлар учун 75 % ёки учбурчак уланган чулғамлар учун 50 % дан ошиб кетмаслик чекловлари билан бирга оширилиши мумкин.

C_g , импульс генератор даражаларининг кетма-кет ёки параллел уланишлари билан ўзгартирилиши мумкин. (А.9) тенгламага мувофиқ, талаб этилган минимал генератор сигими қуйидагича

$$C_g = 2 \frac{T_2^2}{L_t} \quad (\text{А.9})$$

Бирок, жуда паст L_t қиймат бўлган ёки юқорида келтирилган кучланиш чекловлари туфайли L_t , синалмаган чулғамлар клеммаларининг ерга уланиш қаршилиғи билан ошириб бўлмайдиган ҳолатларда (А.9) тенгламасининг шартларини бажариб бўлмайдиган ҳолатлар ҳам мавжуд. Бундай ҳолатларда занжирнинг электрсизланиш вақтининг ўзгармас катталиғи қуйидагича

$$\tau = \frac{L_t}{R_s} \quad (\text{А.10})$$

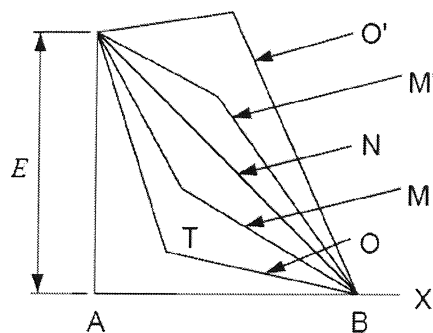
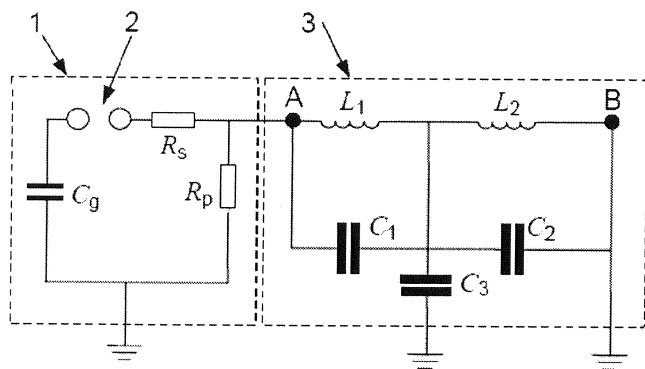
Ушбу тенглама, тўлқин думини созлашнинг бошқа йўлини кўрсатади. Бирок, R_s нинг жиддий камайиб кетиши, импульс тўлқинининг чўққисида кўрсатилган тебранишларга ва ҳаддан ташқари ошиб кетишга ҳамда олдин таъкидланганидек ҳаддан ташқари қарама қарши кутб чўққисига олиб

келади. Бундай ҳолатларда, тўлқин бошини назорат қилиш учун C_L қўшимча юкланиш сиғимини қўллаш тавсия этилади. Шунда, юкланиш сиғими, кичкина кетма-кет резистор R_s нинг салбий таъсирини камайтиради.

Агар юқорида келтирилган тўлқин думини назорат қилиш усуллари мувофиқ ярим қиймат вақтни олишга етарли бўлмаса, қисқарок ярим қиймат вақтни ёки А.6 расмга мувофиқ синов остидаги чулғамларнинг синалмаган клеммаларида ерга уланган қаршиликнинг қўллаш ўртасида муросага келиш керак. Бу ерда яна чулғамлар клеммаларидаги кучланиш, уларнинг тегишли чакмок импулсига дош бериш даражасидан, юлдузча уланган чулғамлар учун 75 % ёки учбурчак уланган чулғамлар учун 50 % дан ошиб кетмаслик чекловлари қўлланилади. Бироқ қисқарок ярим қиймат вақт афзалроқ бўлади.

А.4 расмдаги 3-пунктда, чулғамнинг бир учи тўлиқ ерга уланган эквивалент трансформатор кўрсатилган. Агар ўтиб турувчи C_1 ва C_2 сиғимлар, ерга уланган C_3 сиғимдан катта бўлса, бунда графикдаги М эгриси билан бир хил кучланиш тарқалиши келиб чиқади. Сўнгги тарқалиш N чизиги билан кўрсатилган ва тебраниш эгувчиси М ва М' эгриси ўртасида бўлишини англатади. Агар ўтиб турувчи сиғимлар ерга уланган сиғимлардан анча кичкина бўлса, О эгриси билан бир хил кучланиш тарқалиши келиб чиқади ва тебраниш эгувчиси О ва О' эгриси ўртасида бўлишини англатади. Бундай конфигурация билан, бу ерда линия клеммаларига қўлланилган кучланишдан ошиб кетувчи чулғам қисмлари мавжуд, аммо, ушбу чулғамлар асосан узок вақт ўзгармас катталигига эга, ва Т нуқта учун максимал қийматгача тебраниш вақти клеммаларда қўлланилган кучланиш чўкки қийматнинг 50 % тушиб кетиши учун асосан кераклича узок бўлади.

Ушбу синов конфигурацияси, занжир қаршилиги ошмаслиги ва занжир юқори частотали помехаларга яхши жавоб қайтариши сабаб, токни ўлчаш учун жуда мос келади.



IEC 1414/02

1 импулс генератор

2 электрсилагич

3 трансформатор

X ер

А чулғам клеммаси

В чулғам нейтрал учини

Е чулғам клеммасидаги кучланиш амплитудаси

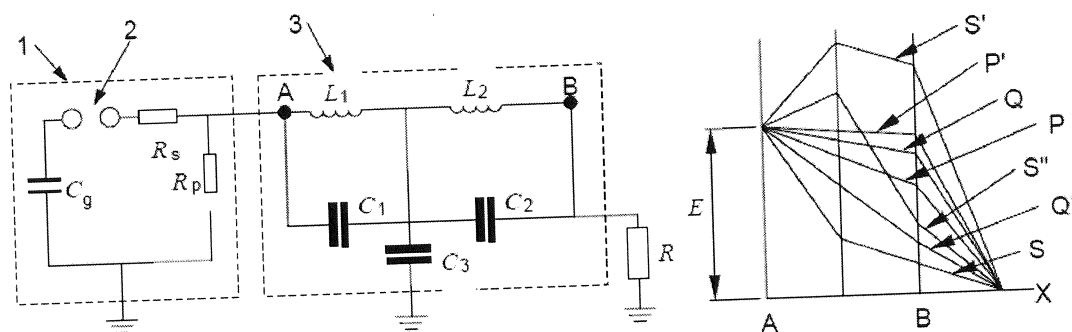
 C_1, C_2 ўтиб турувчи сиғимлар C_3 ерга уланган сиғим C_g, R_s, R_p (1 расм қаралсин) L_1, L_2 индуктивликлар

O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH VA
DAVLAT NAZORATINI
MUVOFIQLASHTIRISH
BOSHDARMASI

4 Расм – Тўлқин думи калта узунлиги таъсири

Бошқа мавжуд бўлган конфигурация бу, синов остидаги чулғамнинг ерга уланган учига қаршилигини кўшиш. Ушбу конфигурация босимни ўрамдан ўрамга ва ғалтакдан ғалтакка ўзгартириши мумкин, ўзгариш миқдори чулғамнинг вақт ўзгармас катталигига боғлиқ. А.5 расмдаги 3-пункти, синалмаган чулғам учи резистор орқали ерга уланган, одатий эквивалент трансформатор тармоғини кўрсатади. Агар ўтиб турувчи C_1 , C_2 снгимлар, ерга уланган C_3 снгим билан солиштирганда жуда катта бўлса, графикдаги P эгриси билан бир хил тарқалиши келиб чиқади. Якуний тақсимлаш, барча ёки деярли барча кучланиш резистор атрофида юзага келган Q эгриси билан бир хил бўлади. Тебраниш эгувчиси сўнг P ва P' эгриси ўртасида бўлади. Агар ерга уланган снгим ўтиб турувчи снгим билан солиштирилганида катта бўлса, графикдаги S эгриси билан бир хил бирламчи тарқалиш келиб чиқади ва қайтадан Q эгриси сифатида олиниши мумкин. Тебраниш эгувчиси ҳозир S ва S' ўртасида. Шунга қарамай, чулғамлар қисмларида ерга уланишда ҳаддан ташқари юқори кучланишлар юзага келиши мумкин. Керакли узунликдаги тўлқин думини олиш учун кераклича қаршилиқ келтириб чиқариш умумий қабул қилинган амалиёт ҳисобланади ва резисторда юзага келадиган кучланиш тегишли чакмоқ импульсига дош бериш даражасининг 75 % га чекланган. Агар охири мисолда тегишли тўлқин думини олиш учун талаб этилган қаршилиқ кичикроқ бўлганида, якуний тарқалиш чизиғи Q' гача тушган бўларди ва Тебраниш эгувчиси ҳозир S ва S' ўртасида бўлар эди. Тўлқин думи узунлиги ва қаршилиқ атрофидаги кучланиш, қўлланилган қаршилиқ қийматини аниқлаш учун ҳисобланиши керак.

Ушбу синов конфигурацияси, линия охири изоляциясига мувофиқ тўлқин шаклини қўллайди, қаршилиқ носозликни аниқлаш сезувчанлигини озгина туширсада, ерга уланиш токини ҳисоблаш учун тўғри келади. Дастлаб, тўлиқ импульс кучланиш чулғам атрофида ва қаршилиқ кетма-кет қўлланилади; шунинг учун, чулғам атрофидаги босим камаяди.



IEC 1415/02

- 1 импульс генератори
- 2 электрсилагич
- 3 трансформатор
- X ер

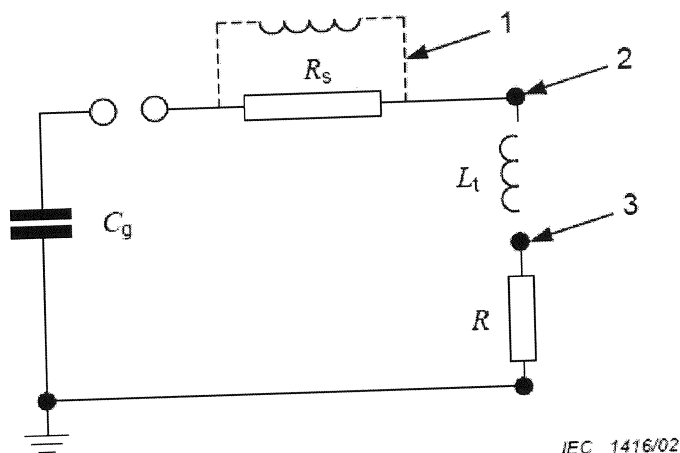
O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH VA
DAVLAT KAZORATINI
MUVOFIQLASHTIRISH
BOSQARMASI

А.5 Расм – Резистор орқали ерга уланган чулғам

Импульс генератор ва синалаётган чулғам ўртасига индуктивликни кўшиш, баъзи ҳолларда R_s билан параллел ҳолда умумий индуктивликни оширади (А.6 расм қаралсин) ва фақат импульс генераторда мавжуд бўлганидан кўра кўпинча тўлқин думи вақтини ошириши мумкин. Ушбу конфигурация, тўлқиннинг олдинги пайтида энергияни импульс генератордан индукторга узатишга

асосланган ва тўлқиннинг дум қисмида энергияни индуктордан чулғамга узатишга асосланган. Ушбу конфигурация билан дум вақтидаги яхшиланиш миқдори чулғам хусусиятлари ва мумкин бўлган индуктивлик қийматларига боғлиқ.

Коммутацион импульс олдинги вақтида деярли бир хил мулоҳазалар қўлланилади. Бирок, бу ҳолатда самарали трансформатор сиғими C_t узунроқ олдинги вақт учун, самарали чулғам ерга уланиш сиғими C_e билан бир хил бўлади.



1 Умумий занжир индуктивлигини яхшилаш учун R_s билан параллел ҳолда қўшимча индуктор қўлланадиган ярим қиймат вақтни янада яхшилаш усули ишлаб чиқилмоқда.

2 Синалган клемма

3 Синалмаган клемма

А.6 Расм – паст импедансли чулғамларни ерга уланиш қаршилиги

В илова
(маълумот учун)

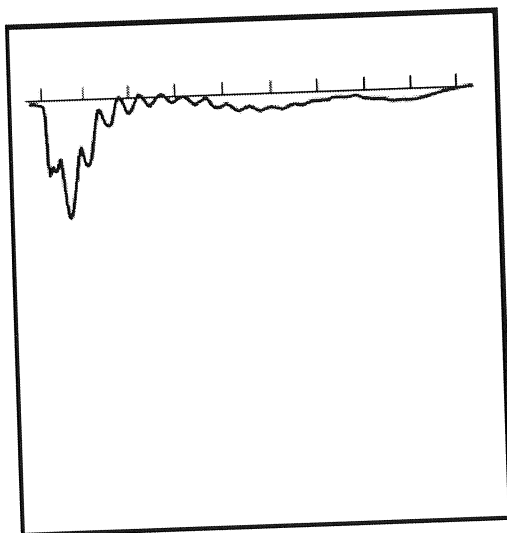
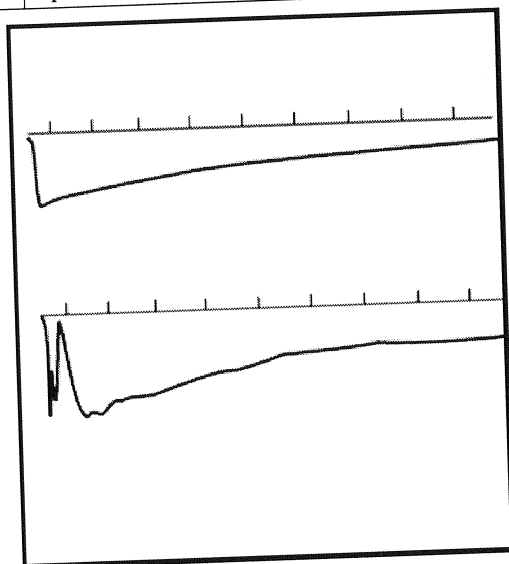
(Одатий осциллограммалар ва рақамли қайдлар)

Қуйидаги келтирилган соз ва носозлик ҳолатлари осциллограммалари ва рақамли қайдлари, концентрик айлана чулғамли ўзак турдаги трансформатор ва шунт реакторларда ўтказилган асл синов қайдларидан олинган. Яна келтириб ўтиладики, ушбу осциллограммалар асл бўлгани билан, турли кучланиш, конструкция ва ишлаб чиқаришдаги бошқа трансформаторда аниқланган фарқлар бу ердаги билан бир хил бўлгани билан, бир хил сабабдан келиб чиққан деб ҳисобланмаслиги керак. Муайян носозликни кўрсатиб ўтишдан мақсад, умумий йўриқнома бериш.

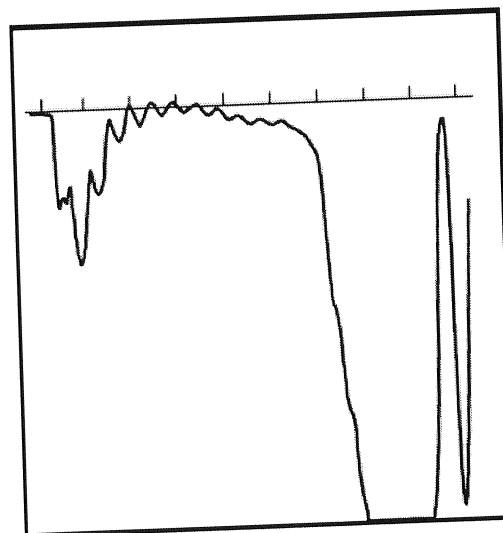
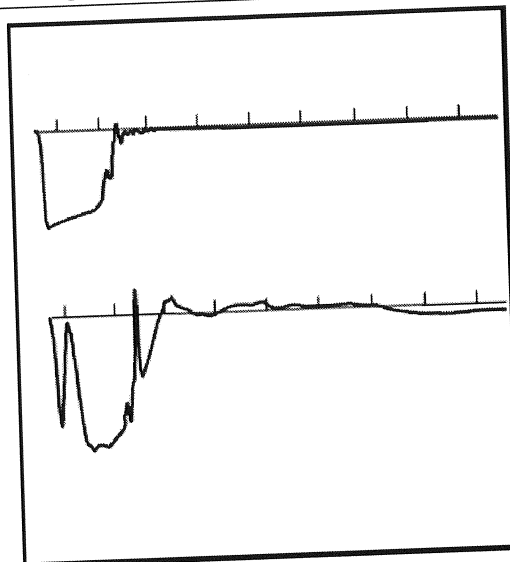
В.1 Жадвал – Осциллограммалар ва рақамли қайдларда кўрсатилган мисолларнинг қисқача баёни

Расм	Мисоллар	Бўлим
Чакмоқ импульс синови		
Тўлиқ тўлқиндаги носозликлар		
В.1	Линиядан нейтралгача бўлган, синалган юқори кучланишли чулғам атрофидаги носозлик	9.1.2; 9.1.3
В.2	Спираллар орасидаги, синалган юқори кучланишли чулғам киришидаги носозлик	9.1.2; 9.1.4
В.3	Қатламлар ўртасидаги, қўпол қадамли шахобланиш чулғамидаги носозлик	9.1.2; 9.1.3;
В.4	Ташқи шахобланиш чулғамидаги шахобланиш ўтказувчилари орасидаги носозлик	9.1.2
В.5	Майда қадамли шахобланиш чулғамидаги битта қатлам орасидаги носозлик	9.1.2
В.6	Асосий юқори кучланишли чулғамнинг параллел ўтказгичлари ўртасидаги носозлик	9.1.2
В.7	Изоляцияловчи втулкалар ўртасидаги носозлик	9.1.4
Узук-узук тўлқиндаги носозликлар		
В.8	Синалган асосий юқори кучланишли чулғамдаги ўрамлар орасидаги носозлик	9.1.4; 10
В.9	Майда қадамли шахобланиш чулғамидаги ўрамлар орасидаги носозлик	9.1.4; 10
Узук-узук тўлқинлар – ўзгаришларнинг узулишга бўлган таъсири		
В.10	Бир хил узилиш вақтига эга синовлар	9.1.4; 10
В.11	Катта ва кичик узилиш вақтига эга фарқли синовлар	9.1.4; 10
Фарқларни келтириб чиқарувчи носоз бўлмаган ҳолатлар		
В.12	Шахобланишни ўзгартирувчи ускунадаги чизиқли бўлмаган резисторлар таъсири	9.1.1
В.13	Генератор ишлашидаги фарқлар таъсири	9.1.1
Коммутацион импульс синовлари		
В.14	Трансформатордаги коникарли синов	8.2.2.1
В.15	Трансформаторнинг асосий юқори кучланишли чулғам носозлиги	9.2.1
В.16	Реактордаги коникарли синов	8.3.1; 8.3.4
Узатиш функцияси таҳлиллари		
В.17	Тўлиқ тўлқин ва узук-узук тўлқиннинг узатувчи функциясини текислаш	9.1.4; 10
Ностандарт тўлқин шакллари баҳолаш		
В.18	Рақамлаштиригичнинг текислаш эгриси алгоритмларининг таъсири	7.5.2; 7.5.4.1; 10

B.19	Олинган тебранишлар ёрдамида баҳолаш	7.5.2; 7.5.4.1; 10
B.20	Қатламли чулғамдаги ностандарт узук-узук тўлқин	7.2.2; 10
B.21	Ностандарт тўлқин шакллари турли ракамлаштиргичларда солиштириш	7.5.2; 10; 7.5.4.1
Синов занжири носозликлари		
B.22	Ўлчаш кабелидан ерга бўлган чакнашдан келиб чиққан синов занжир носозлиги	10
Синов объекти носозликлари		
B.23	Тўлик чакмок импульси, шахобланишни ўзгартирувчи ускунадаги шахобчалар орасидаги ва қўпол ҳамда майда шахобланиш чулғамларидаги носозлик	10



IEC 1417/02



IEC 1418/02

B.1a Расм – Камайтирилган тўлик тўлқин (75 %) носозликларсиз

(Амплитудалар тенглаштирилмаган)

1 қўлланилган импульс, развертка 100 μ s

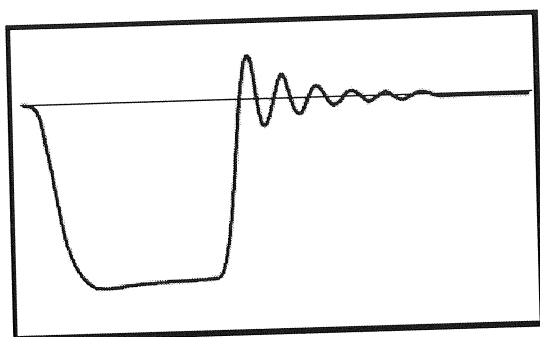
2 паст кучланишли чулғамга ўтган кучланиш, развертка 100 μ s

3 нейтрал ток, развертка 25 μ s

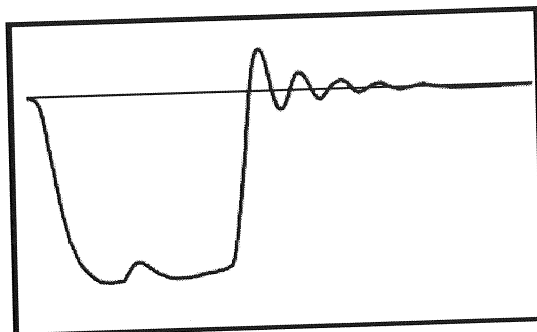
B.1b Расм – Тўлик тўлқин (100 %) носозлик билан

B.1 Расм – Чакмок импульс, тўлик тўлқин носозлиги - 400 kV генератор трансформаторнинг юқори кучланишли чулғами атрофидаги линиядан клеммага бўлган носозлик

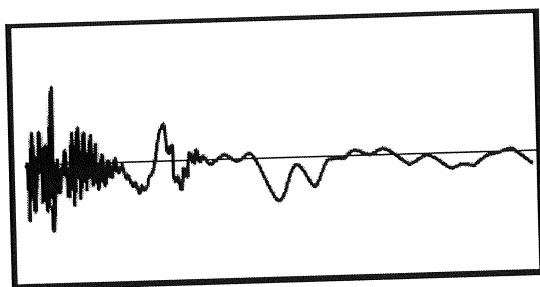
O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH VA
QAYLAT NAZORATINING
MUVOFIQLASHTIRISH
BOSHQARMASI



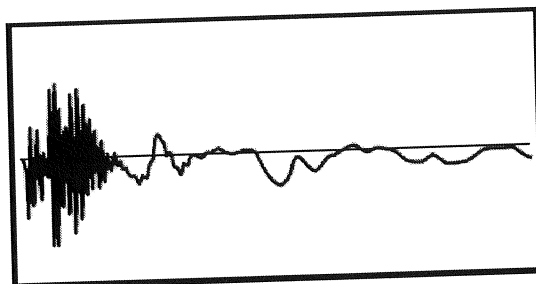
(1)



(2)



IEC 1419/02



IEC 1420/02

В.2а Расм – Узук-Узук тўлқин (100 %) носозликларси

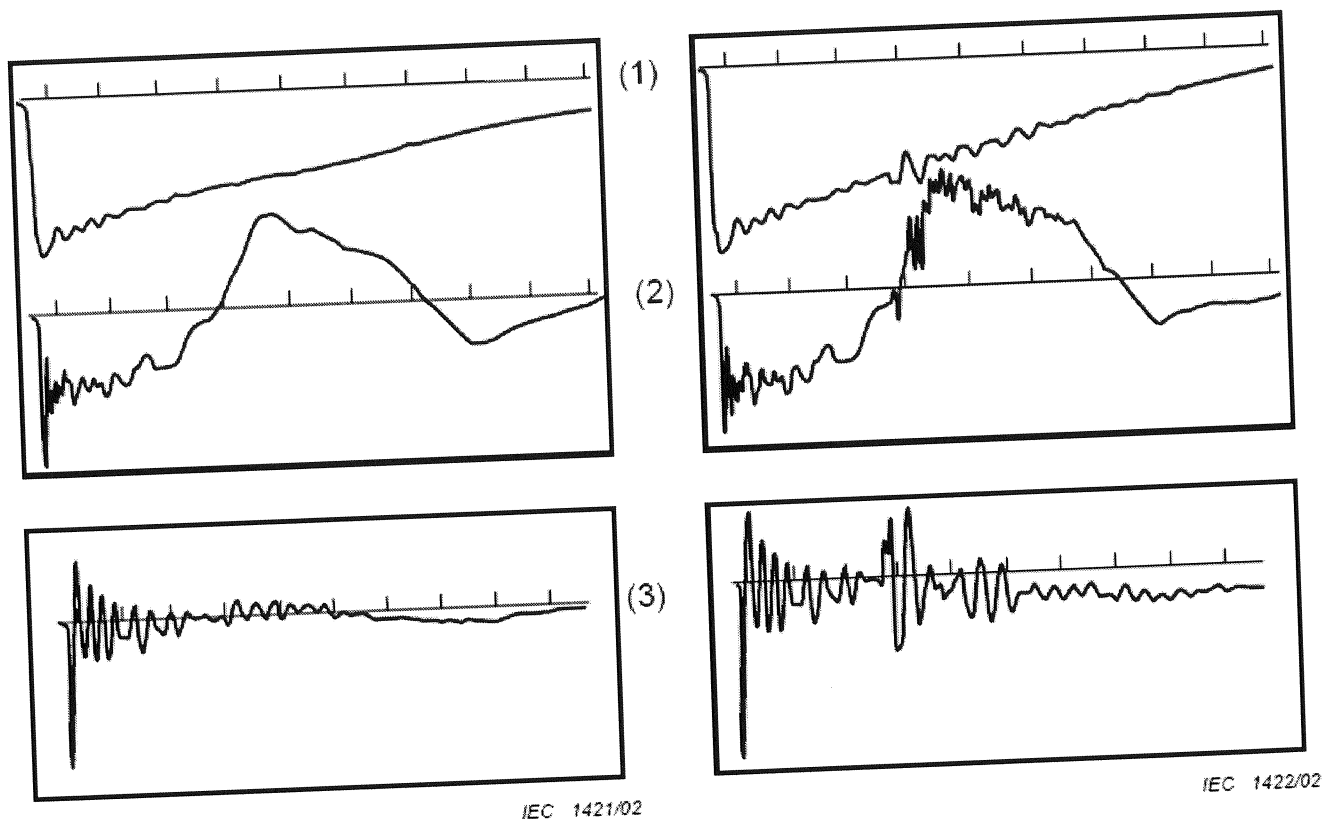
В.2б Расм - Узук-Узук тўлқин (100 %) носозлик билан (1 ва 2 изоҳлар)

1 қўлланилган импульс, развертка 10 μ s
2 нейтрал ток, развертка 100 μ s

ИЗОХ 1. Носозлик узилиш моментида олдин содир бўлгани учун, тўлиқ тўлқин носозлиги деб кўрилади.
ИЗОХ 2. 2 μ s дан кейинги носозлик кучланиш ва нейтрал токи осциллограммасида аниқ қилиб кўрсатилган

В.2 Расм – Чакмоқ импульс, тўлиқ тўлқин носозлиги - 115 kV трансформаторнинг юқори кучланишли чулғами киришидаги спираллар орасидаги носозлик

O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH VA
DAVLAT NAZORATINI
MUVOFIQLASHTIRISH
BOSQARMASI



**В.3а Расм – Камайтирилган тўлиқ тўлқин
(62.5 %) носозликсиз**

**В.3б Расм – Камайтирилган тўлиқ тўлқин
(75 %) носозлик билан**

(Амплитудалар тенглаштирилмаган)

1 қўлланилган импульс, развертка 100 μ s

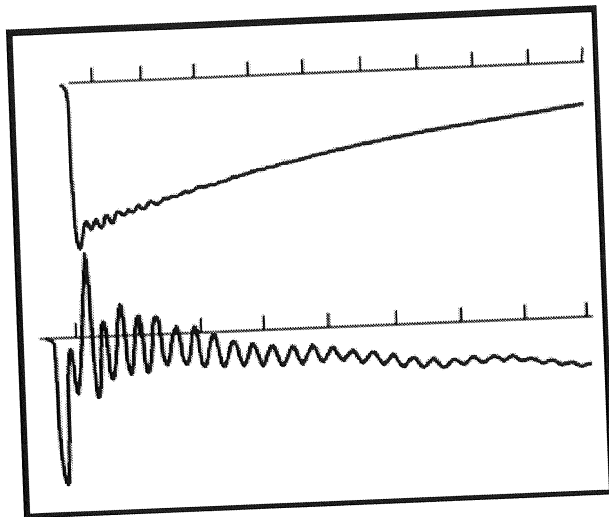
2 қискартирилган, битишган ерга уланган чулғамдан узатилувчи сиғимли ток, развертка 100 μ s

3 нейтрал ток, развертка 100 μ s

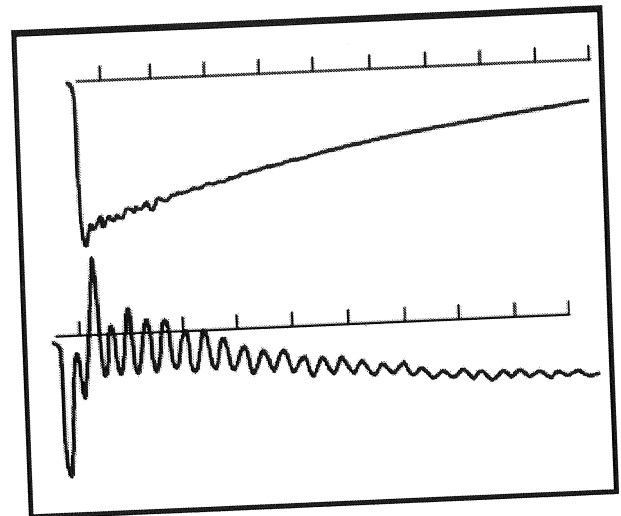
ИЗОХ. 30 μ s дан сўнг кучланишда аниқ кўрсатилган, ўтувчи сиғимли ток ва нейтрал ток осциллограммалари

**В.3 Расм – Чакмоқ импульс, 400/220 kV трансформаторнинг қўпол қадамли
шахобланиш чулғамидаги қатламлараро носозлик**

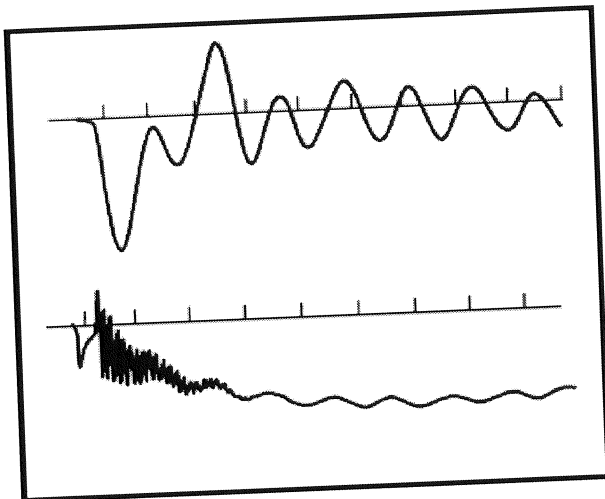
O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH VA
DAVLAT NAZORATINI
MUVOFIQLASHTIRISH
BOSHQARMASI



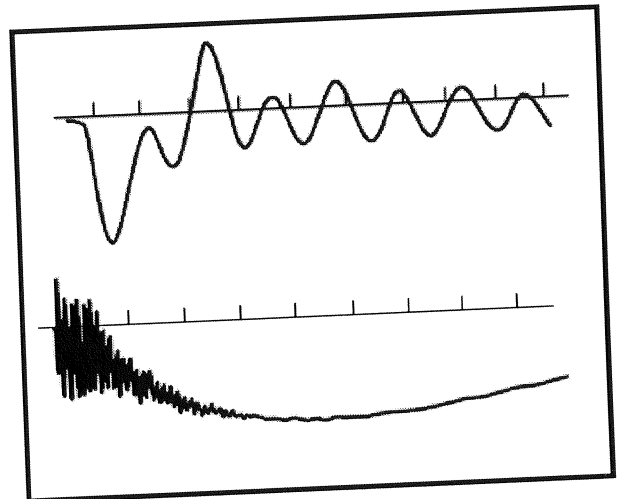
(1)



(2)



(3)



(4)

IEC 1423/02

IEC 1424/02

В.4а Расм – Тўлик тўлқин (100 %) носозликсиз

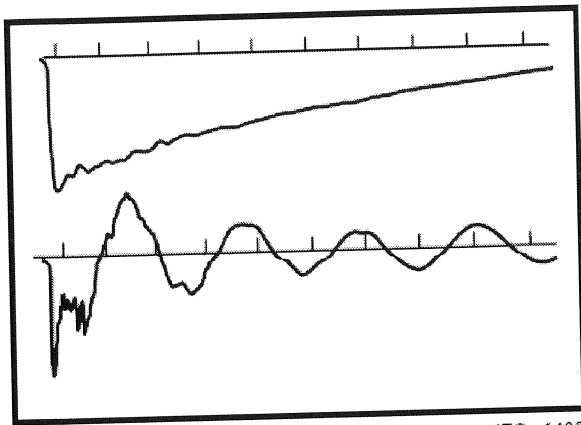
В.4б Расм - Тўлик тўлқин (100 %) носозлик билан

- 1 қўлланилган импульс, развертка 100 μ s
- 2 нейтрал ток, развертка 100 μ s
- 3 нейтрал ток, развертка 25 μ s
- 4 нейтрал ток, развертка 250 μ s

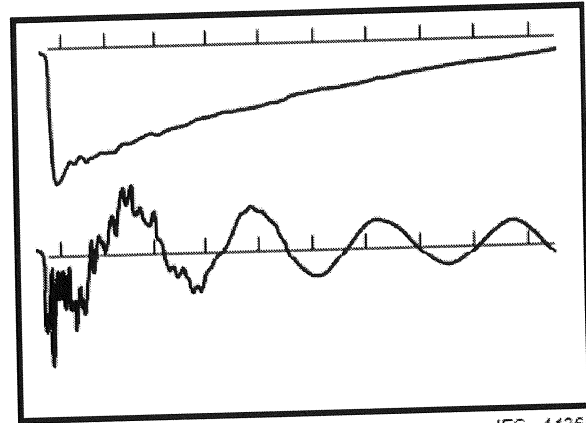
ИЗОХ. Қўлланилган иккинчи тўлик тўлқиннинг барча қайдларидаги кичик ўзгаришлар билан кўрсатилган носозлик.

В.4 Расм – Чақмоқ импульс, тўлик тўлқин носозлиги - 400 kV генератор трансформатор ташқи шахобланиш чулғамидаги иккита 1.1 % қатламидаги чиқишлар орасидаги носозлик

O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH VA
DAVLAT NAZORATINI
MUVOFIQLASHTIRISH
BOSHQARMASI



IEC 1425/02



IEC 1426/02

**В.5а Расм – Камайтирилган тўлиқ тўлқин
(62.5 %) носозликсиз**

**В.5b Расм – Тўлиқ тўлқин (100 %) носозлик
билан**

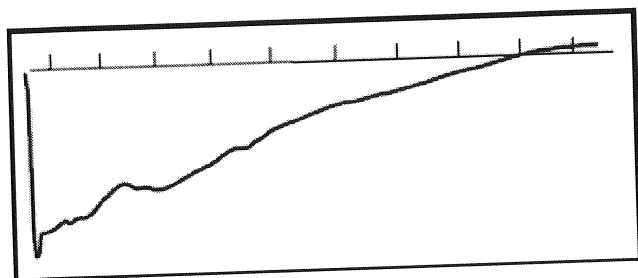
1 қўлланилган импульс, тўлиқ тўлқин, развертка 100 μ s

2 қискартирилган, битишган ерга уланган чулғамдан узатиловчи сифимли ток, развертка 100 μ s

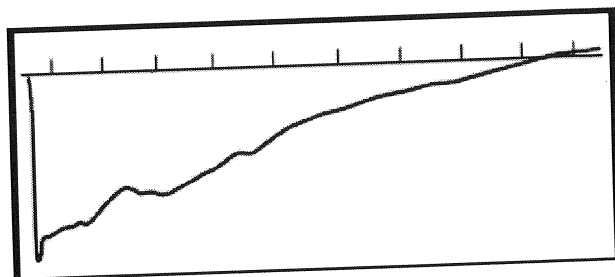
ИЗОХ. Кучланиш ва сифимли ўтувчи ток осцилограммаларида кўрсатилган носозлик.

**В.5 Расм – Чакмоқ импульс, тўлиқ тўлқин носозлиги - 220 kV трансформатордаги майда
қадамли шахобланиш чулғамнинг битта қатламидаги қисқа туташув носозлиги**

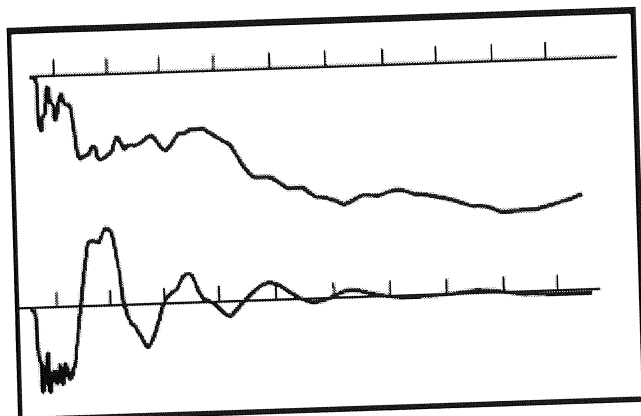
O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH VA
DAVLAT KAZORATINI
MUVOFIQLASHTIRISH
BOSQARMASI



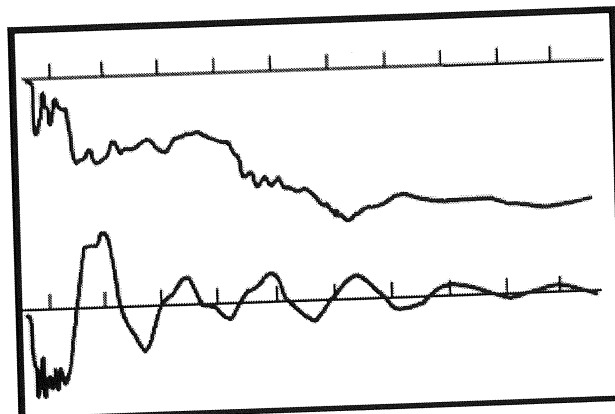
(1)



(2)



IEC 1427/02



(3)

IEC 1428/02

В.6а Расм – Камайтирилган тўлик тўлқин (62.5 %) носозликсиз

В.6б Расм – Тўлик тўлқин (100 %) носозлик билан

1 қўлланилган импульс, развертка 100 μ s

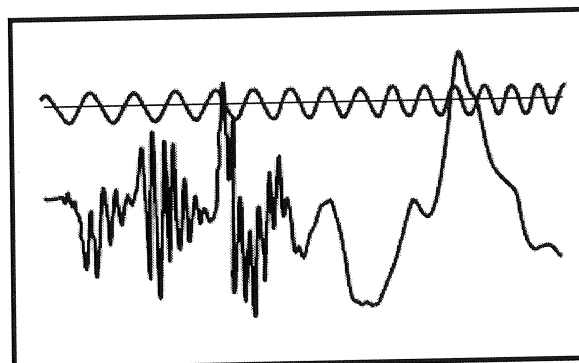
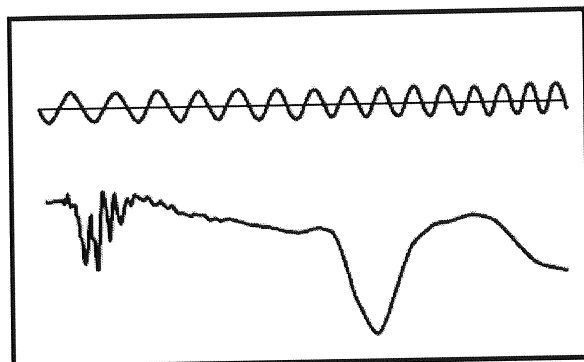
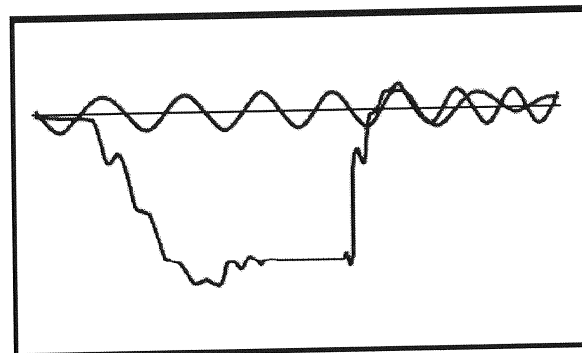
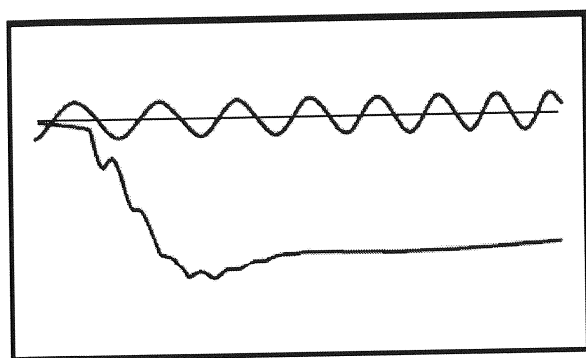
2 нейтрал ток, развертка 100 μ s

3 қисқартирилган, битишган ерга уланган чулғамдан узатиловчи сиғимли ток, развертка 100 μ s

ИЗОХ. 30 μ s - 35 μ s дан сўнг нейтрал ва сиғимли ўтувчи ток осцилограммалари билан аниқ кўрсатилган носозлик, қўлланилган кучланиш осцилограммасида эса кўрсатилмаган.

В.6 Расм – Чамок импульс, тўлик тўлқин носозлиги - 220/110 kV трансформаторнинг асосий юқори кучланишли чулғамидаги параллел ўтказгичлар орасидаги носозлик

O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH VA
DAVLAT KAZORATINI
MUVOFIQLASHTIRISH
BOSHDARMASI



IEC 1429/02

IEC 1430/02

**В.7а Расм - Тўлик тўлқин (100 %)
носозликсиз**

**В.7б Расм – Узук-узук тўлқин (115 %)
носозлик билан (изох 1)**

(Амплитудалар тенглаштирилмаган)

1 қўлланилган импульс, развертка 10 μ s

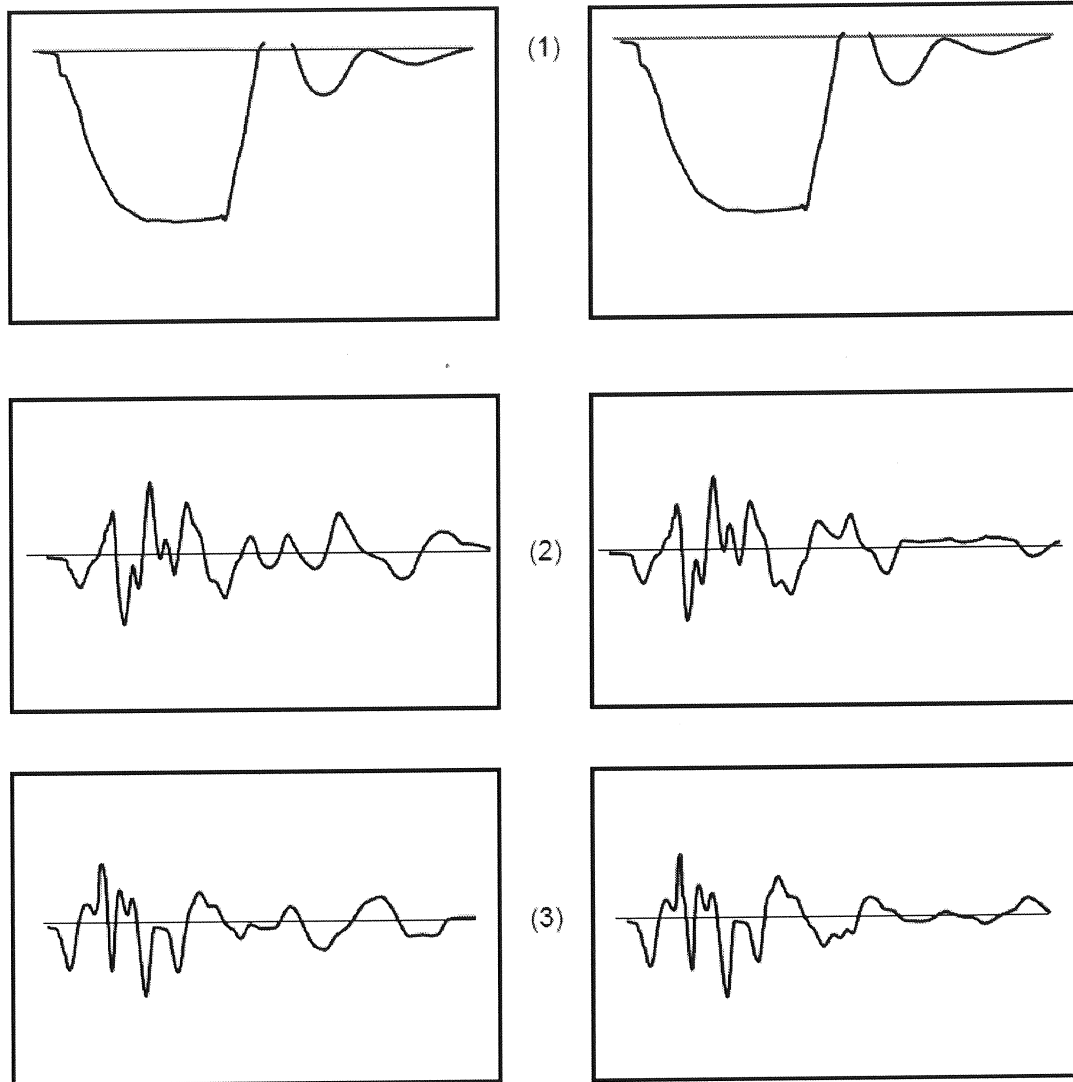
2 Нейтрал ток, развертка 15 μ s

ИЗОХ 1. Носозлик узилиш моментидан олдин содир бўлгани учун, тўлик тўлқин носозлиги деб кўрилади.

ИЗОХ 2. Энг юкори кўтарилиш дан сўнг ва узилиш моментидан олдин кучланиш тўлкинида 10% тушиб кетиш ва нейтрал ток осциллограммаси билан кўрсатилган носозлик.

**В.7 Расм – Чакмоқ импульс, тўлик тўлқин носозлиги – синалган чулғамнинг 66 kV
втулкасининг изоляциялари орасидаги носозлик**

O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH VA
DAVLAT NAZORATINI
MUVOFIQLASHTIRISH
BOSQARMAS!



В.8а Расм – Камайтирилган узук-узк тўлқин (60 %) носозликси

В.8b Расм – Узук-узук тўлқин (100 %) носозлик билан

1 қўлланилган импульс, развертка 10μs

2 қисқартирилган, битишган ерга уланган чулғамдан узатилувчи сиғимли ток, развертка

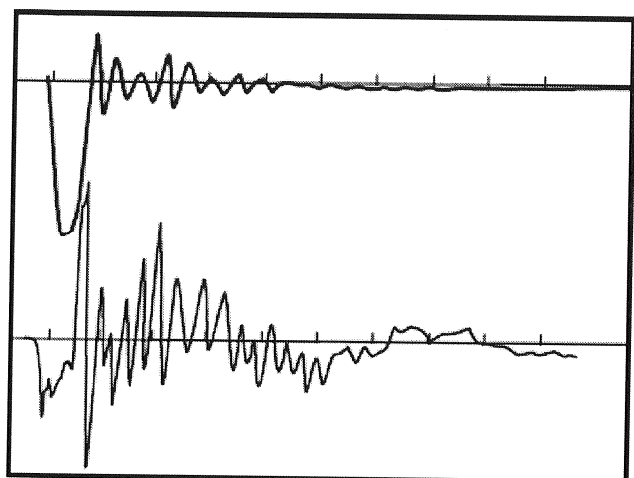
50 μs

3 нейтрал ток, развертка 50 μs

ИЗОХ. 10 μs - 15 μs дан сўнг ўтувчи ва нейтрал ток осцилограммалари билан аниқ кўрсатилган носозлик

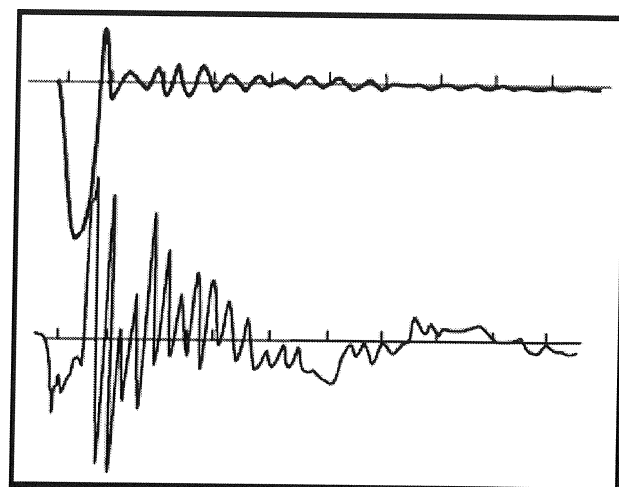
В.8 Расм – Чакмоқ импульс, узук-узук тўлқин носозлиги - 115 kV трансформаторнинг асосий юқори кучланишли чулғамидаги ўрамлар орасидаги носозлик

O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH VA
DAVLAT NAZORATINI
MUVOFIQLASHTIRISH
BOSQARMASI



IEC 1433/02

(1)



IEC 1434/02

(2)

**В.9а Расм - Камайтирилган узук-узук
тўлқин (70 %) носозликси**

**В.9b Расм - Узук-узук тўлқин (115 %)
носозлик билан**

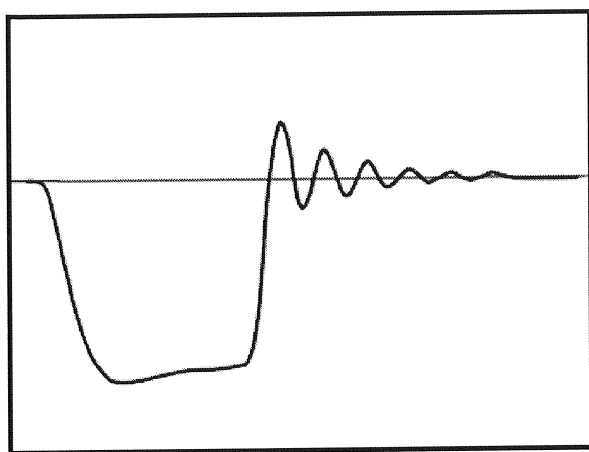
1 қўлланилган импульс, узук-узук тўлқин, развертка 50 μ s

2 қисқартирилган, битишган ерга уланган чулғамдан узатилувчи сиғимли ток, развертка 50 μ s

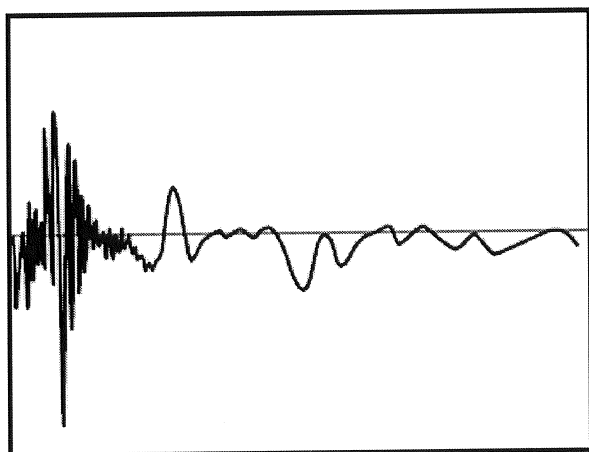
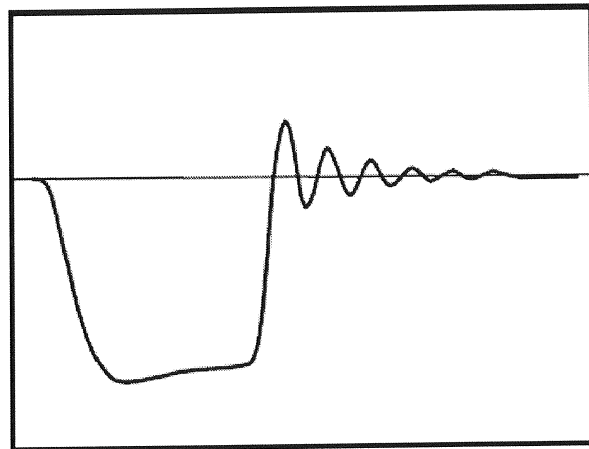
ИЗОҲ. Узилишдан сўнг, кучланиш ва сиғимли ўтувчи ток осциллограммаларида кўрсатилган носозлик.

**В.9 Расм – Чакмоқ импульс, узук-узук тўлқин носозлиги - 220 kV трансформатордаги майда
қадамли шахобланиш чулғамининг ўрамлари орасидаги носозлик**

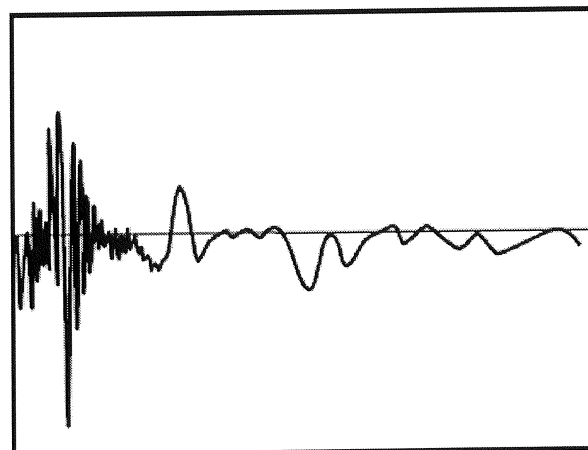
O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH VA
DAVLAT NAZORATINI
MUVOFIQLASHTIRISH
BOSHDQARMAS!



(1)



(2)



IEC 1435/02

IEC 1435/02

В.10а Расм - Камайтирилган узук-узк тўлқин (75 %)

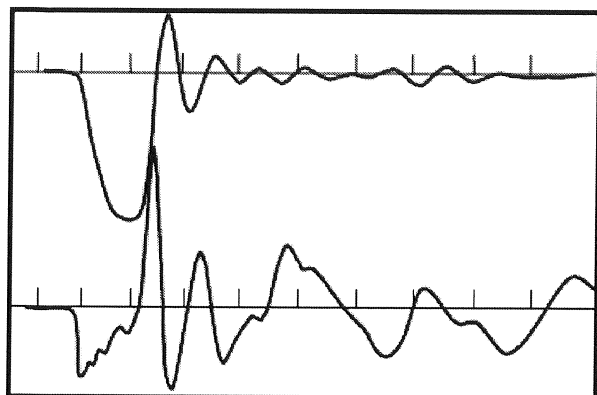
В.10b Расм - Узук-узк тўлқин (100 %)

1 қўлланилган импульс, развертка 10 μ s
2 нейтрал ток, развертка 100 μ s

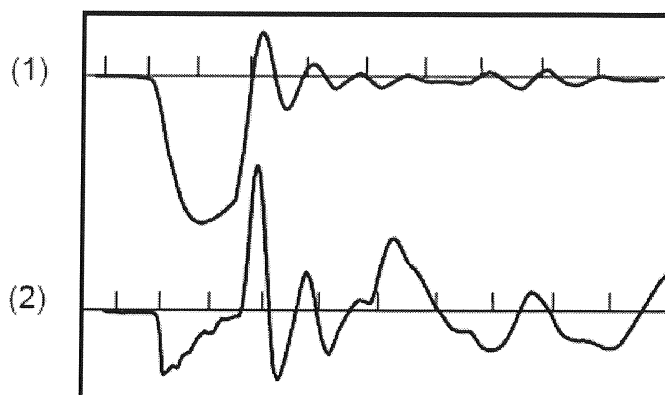
ИЗОХ. Узилиш вақтларида фарқ бўлмаса, бир хил кучланиш ва нейтрал токи қайдлари олинади.

В.10 Расм – Узук-узук чакмоқ импульс - 115 kV трансформатор синалаётганидаги бир хил узилиш вақтли турли кучланиш даражасидаги импульслар

O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH VA
DAVLAT NAZORATINI
MUVOFIQLASHTIRISH
BOSQARMASI

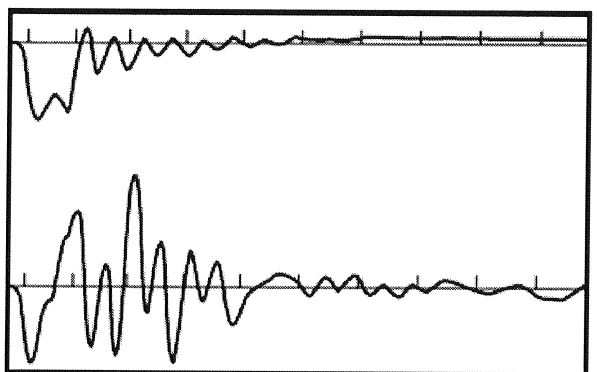


В.11а Расм - Камайтирилган узук-узк тўлқин (62.5 %)

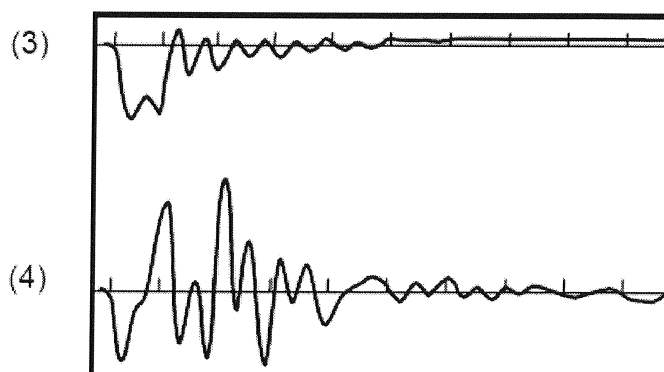


В.11b Расм - Узук-узк тўлқин (100 %)

ИЗОХ. Узилиш вақтида фарқлари (юқори кулчанишли чулғам) катта бўлган синов. Сигимли ўтувчи токнинг юқори частотали осциллограммаларидаги ўзгаришларига ва узишдан кейн кучланиш тўлқини ўзгаришларига эътибор берилсин



В.11с Расм - Камайтирилган узук-узк тўлқин (62.5 %)



В.11d Расм - Узук-узк тўлқин (100 %)

ИЗОХ. Узилиш вақтида фарқлари (паст кулчанишли чулғам) кичик бўлган синов. Сигимли ўтувчи токнинг юқори частотали осциллограммаларидаги ўзгаришларига лекин кучланиш тўлқинларида деярли фарқ йўқлигига эътибор берилсин.

1 қўлланилган импульс, развертка 25 μ s

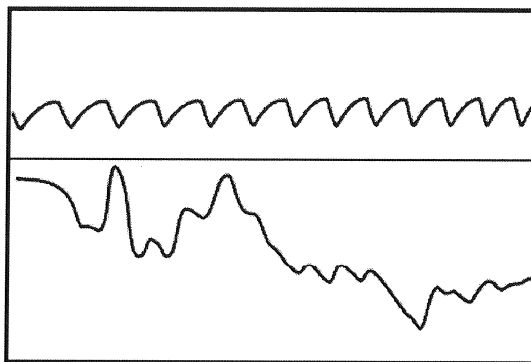
2 сигимли ўтувчи ток, развертка 25 μ s

3 қўлланилган импульс, развертка 50 μ s

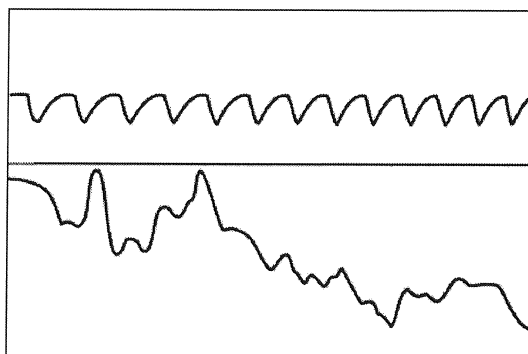
4 сигимли ўтувчи ток, развертка 50 μ s

В.11 Расм - Узук-узук чакмоқ импульс - 220 kV трансформатор синаётгандаги узилиш вақтларидаги фарқлар тавсири

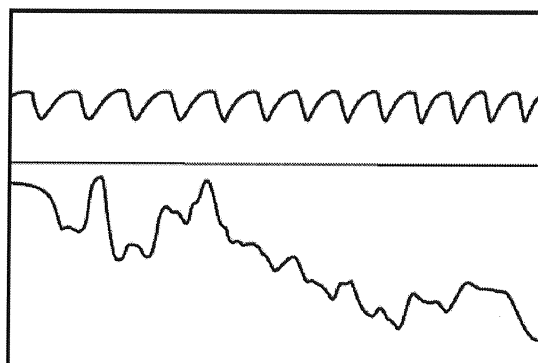
O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH VA
DAVLAT NAZORATINI
MUVOFIQLASHTIRISH
BOSHOQMASI



В.12а Расм – Камайтирилган тўлик тўлқин (50%)



В.12b Расм – Камайтирилган тўлик тўлқин (75%)



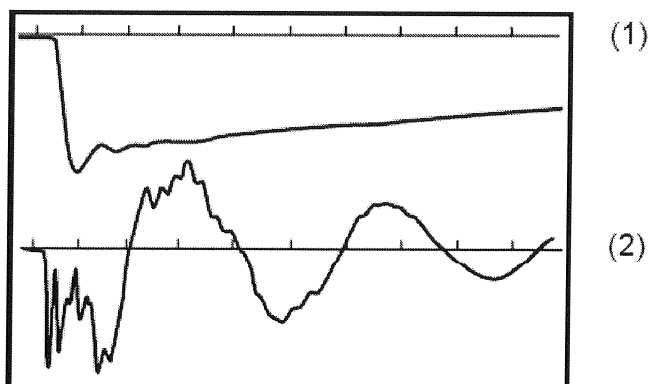
В.12с Расм – Тўлиқ тўлқин (100 %)

ИЗОҲ 1. Барча учта осциллограммалар ҳам нейтрал токни кўрсатада, развертка 75 μ s.

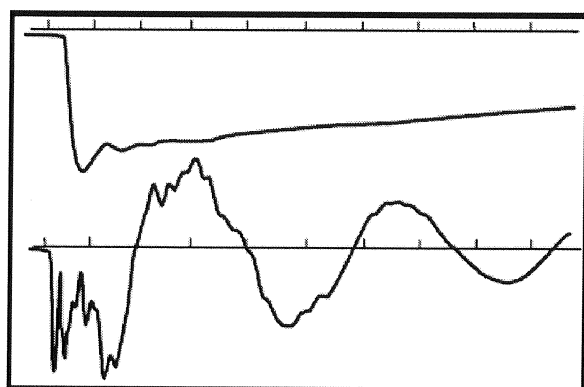
ИЗОҲ 2. Юқорида кўрсатиб ўтилган тўлқин шаклидаги фарқлар, чизикли бўлмаган резисторлар мавжудлиги натижасида келиб чиққанларидан кўра қалинроқ қилиб белгиланган.

В.12 Расм – Тўлиқ чакмоқ импулс – алоҳида чулғамли трансформатор шахобланишни ўзгартирувчи ускунасининг юкланиш нейтрал учига қўшилган чизикли бўлмаган резисторлар таъсири

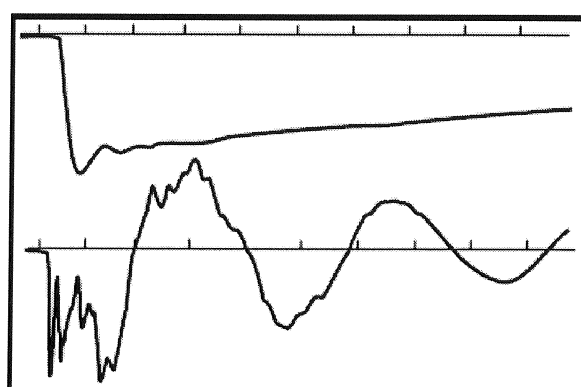
O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH VA
DAVLAT NAZORATINI
MUVOFIQLASHTIRISH
BOSQARMASI



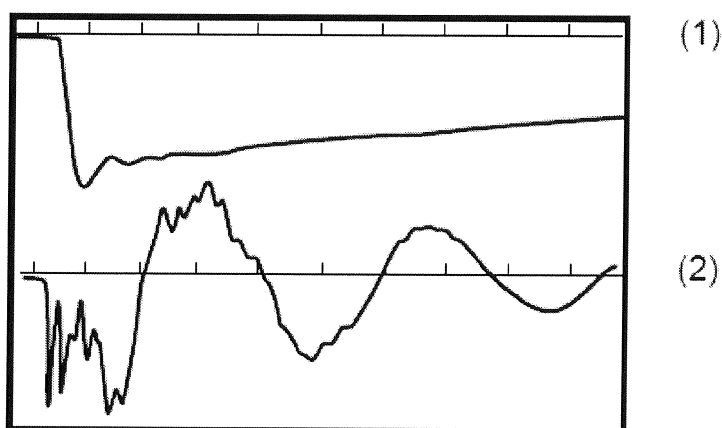
В.13а Расм – Камайтирилган тўлик тўлқин (62.5 %)



В.13b Расм – Биринчи тўлик тўлқин (100 %)



В.13c Расм – Иккинчи тўлик тўлқин (100 %)



В.13d Расм – Якуний камайтирилган тўлик тўлқин (62.5 %)

1 қўлланилган импульс, развертка 50 μ s

2 сиғимли ўтувчи ток, развертка 50 μ s

ИЗОХ. Кучланиш даражаси 100% ва кучланиш даражаси 62.5 % учун бўлган сиғимли ўтувчи токни киёслаш, бирламчи юкори частотали ўзгаришларни кўрсатади.

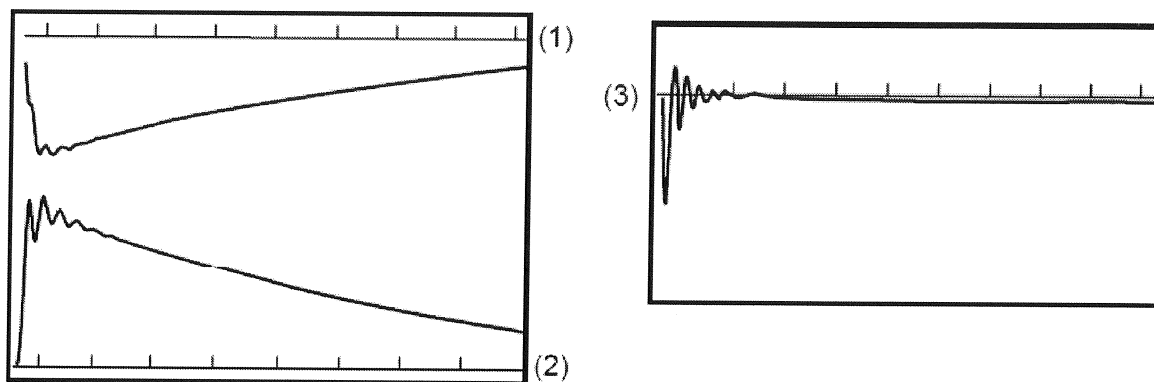
O'ZSTANDART AGENTLIGI

STANDARTLASHTIRISH VA

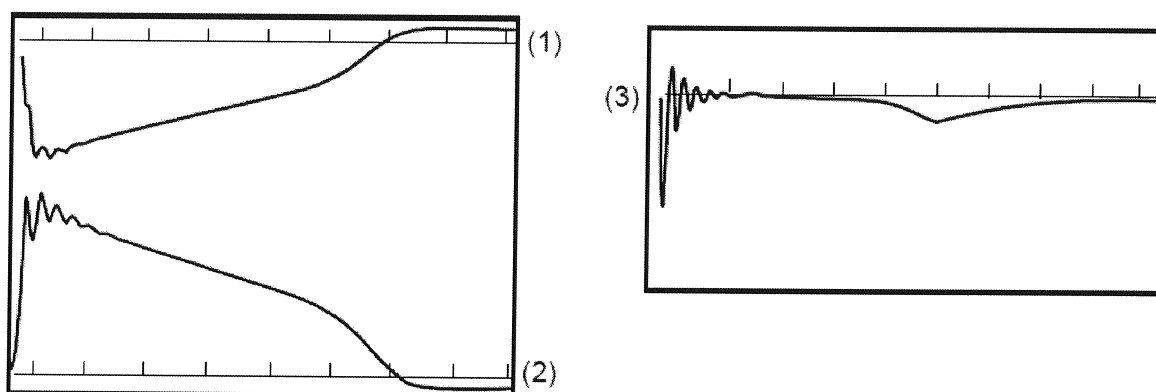
DAVLAT NAZORATINI

MUVOFIQLASHTIRISH

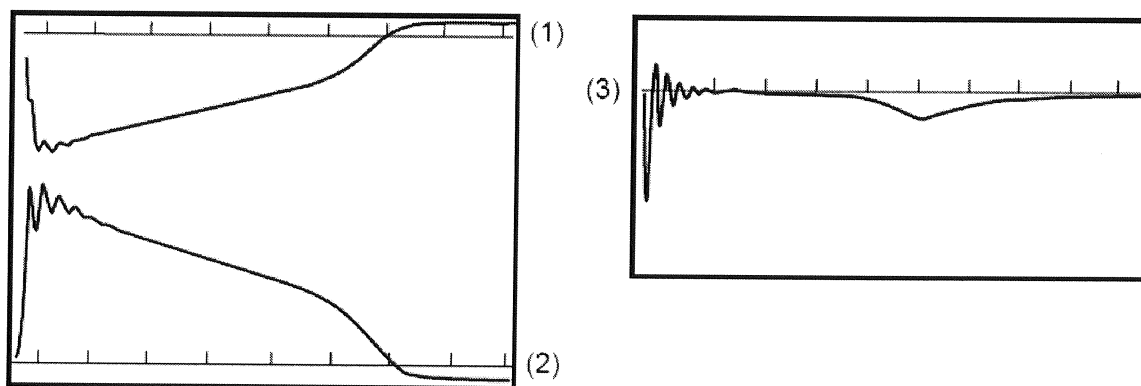
В.13 Расм – Тўлиқ чакмоқ импульс – 400 kV трансформатор синовидagi турли кучланиш даражасида генератор ишлашидаги фарқлар таъсири



В.14а Расм – Синов даражаси 62.5 %



В.14b Расм – Биринчи 100 % синов даражаси



В.14с Расм – Иккинчи 100 % синов даражаси

1 қўлланилган коммутацион импульс, развертка 5 000 μ s

2 синалмаган фаза чулғамининг ерга улашнинг ўзаро уланган клеммалар ўртасида ҳосил килинган коммутацион импульс кучланиши (қўлланган кучланишнинг 52 % ижобий кутблик), развертка 5 000 μ s

3 нейтрал ток, развертка 5 000 μ s

В.14 Расм - Коммутацион импульс - 400 кV булган уч фазали генератор трансформаторнинг қоникардисинови

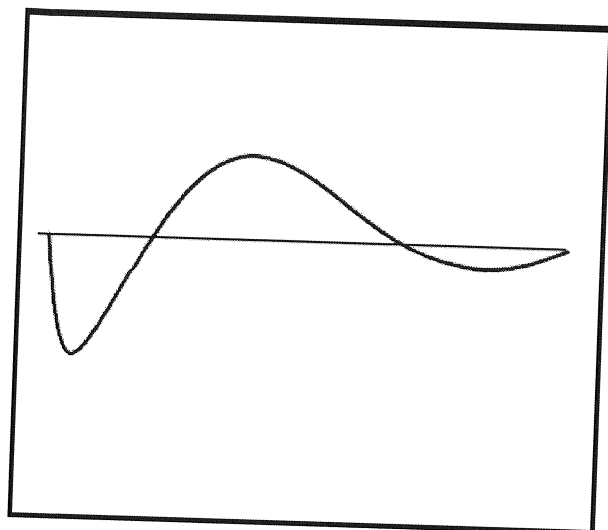
O'ZSTANDART AGENTLIGI

STANDARTLASHTIRISH VA

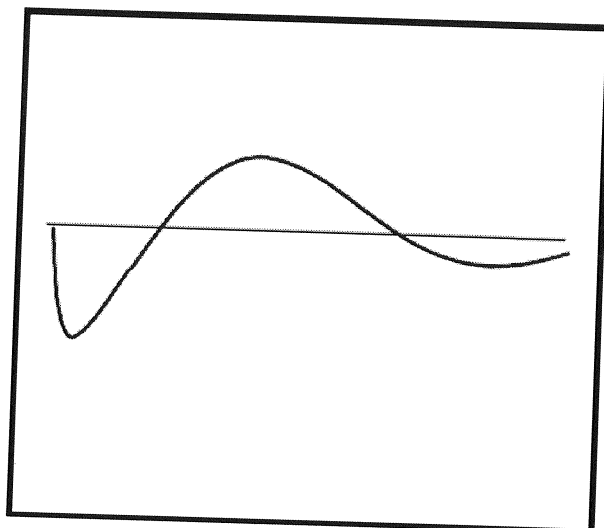
HAZORATINI

MUVOFIQLASHTIRISH

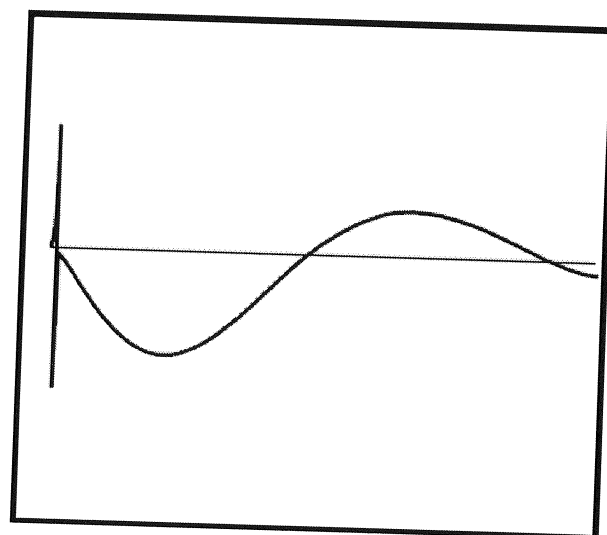
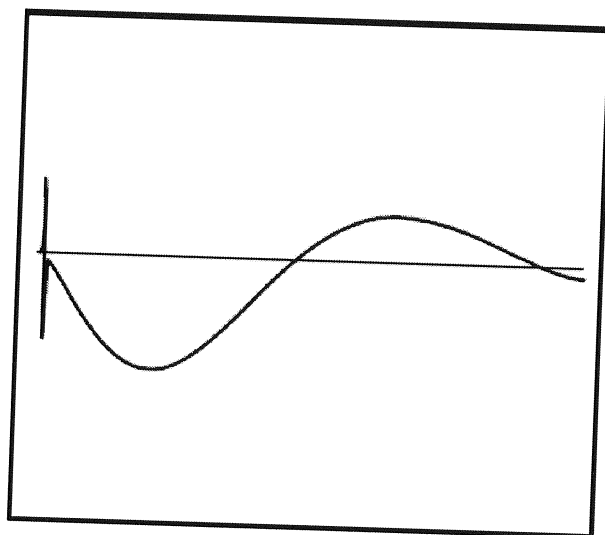
BOSHDATMASI



(1)



(2)



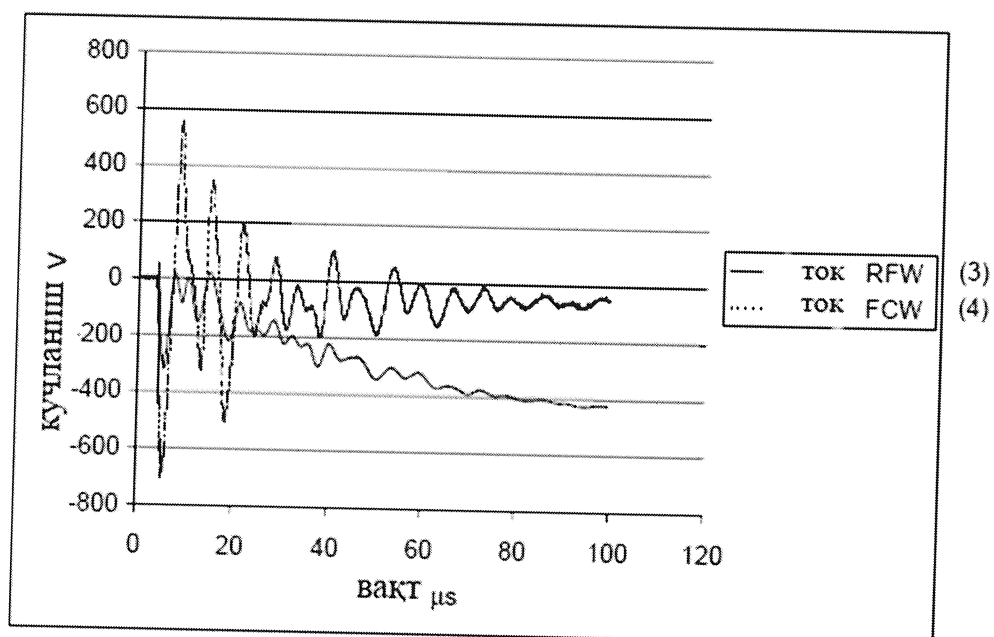
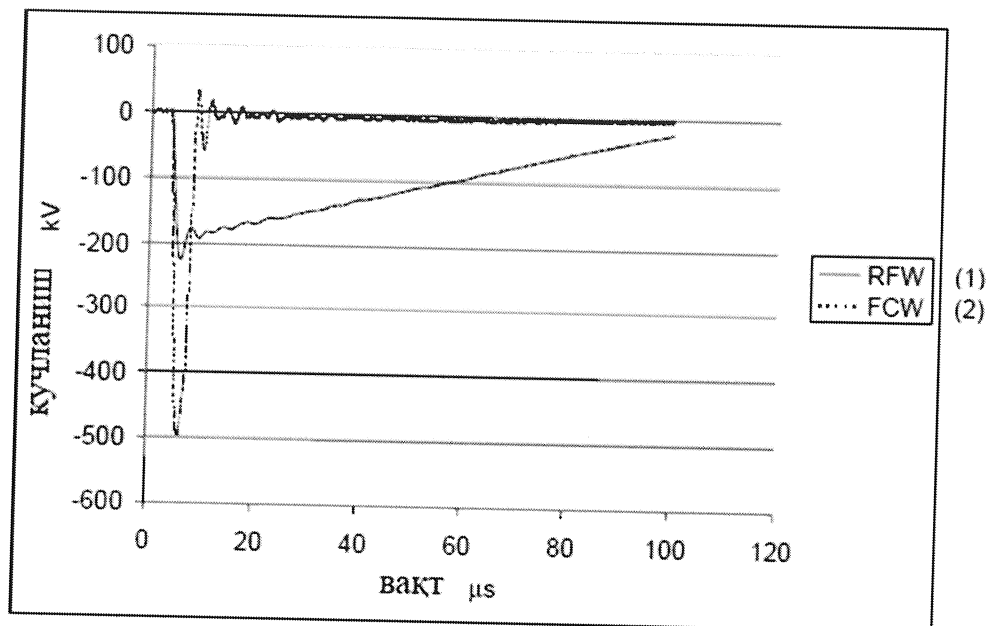
В.16а Расм – Камайтирилган синов даражаси (60 %)

В.16b Расм – Синов даражаси (100 %)

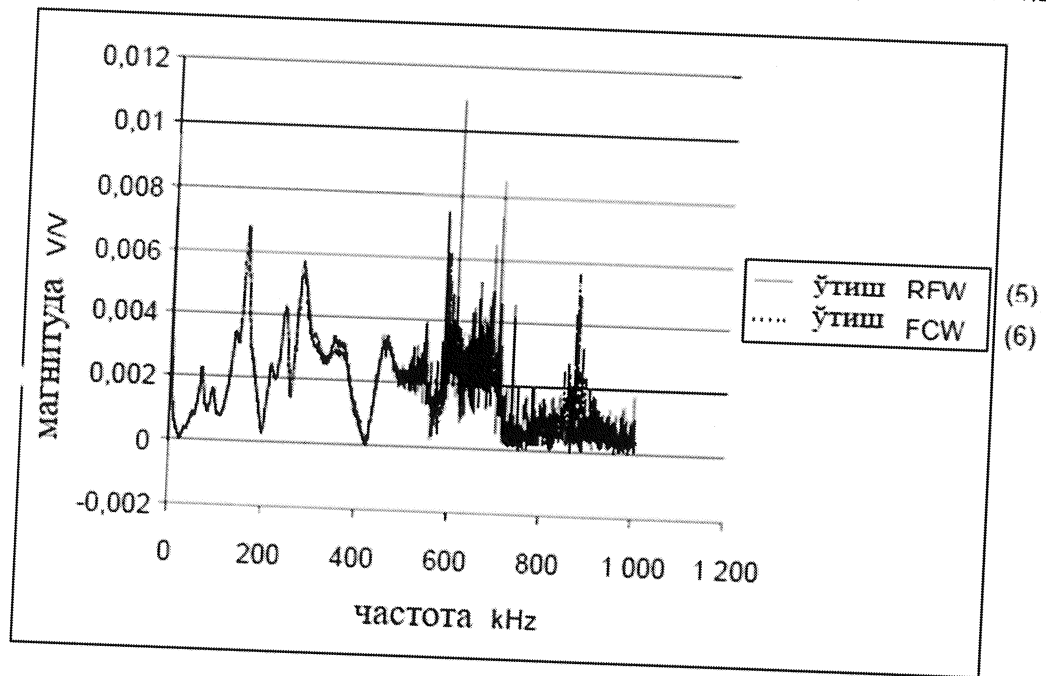
1 қўлланилган импульс, развертка 5 000 μ s (T_1 200 μ s, T_d 225 μ s, T_z 1 000 μ s)
2 нейтрал ток, развертка 5 000 μ s

В.16 Расм – Коммутацион импульс - 33 Mvar, 525 kV бўлган бир фазали шунт реакторлардаги қоникарли синов

STANDART AGENTLIG!
STANDARTLASHTIRISH VA
DAVLAT NAZORATINI
MUVOFIQLASHTIRISH
BOSHQARMASI



O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH VA
DAVLAT NAZORATINI
MUVOFIQLASHTIRISH
BOSHQARMASI



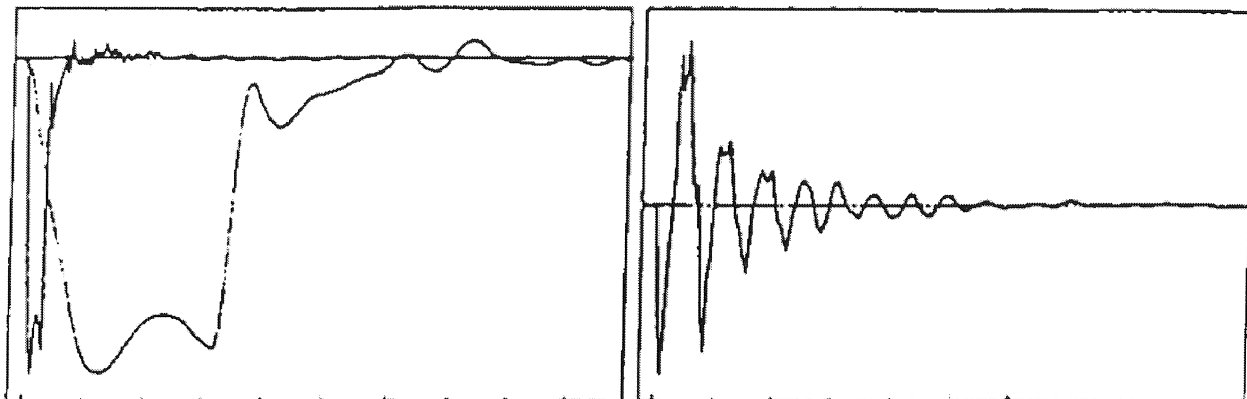
ИЗОХ. Камайтирилган тўлиқ чакмоқ импульс тўлкини (RFW) ва тўлиқ узук-узук тўлқинни (FCW) бир хил трансформаторнинг бир хил клеммасида солиштириш. Узук-узук тўлқин, жоизлик ўтказувчи функцияси учун кўпроқ кириш юқори частотага эга бўлгани учун, RFW ва FCW ўтиш функциялари ўртасидаги оғишлар фақатгина юқори частотада юз беради.

- 1 камайтирилган тўлиқ тўлқин RFW
- 2 тўлиқ узук-узук тўлқин FCW
- 3 RFW даги нейтрал ток

- 4 FCW даги нейтрал ток
- 5 RFW даги ўтиш (жоизлик) функцияси
- 6 FCW даги ўтиш (жоизлик) функцияси

В.17 Расм – Чакмоқ импульс – тўлиқ тўлқин ва узук-узук тўлқин ўтиш функцияларини қиёслаш

O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH VA
DAVLAT NAZORATINI
MUVOFIQLASHTIRISH
BOSHOARMASI



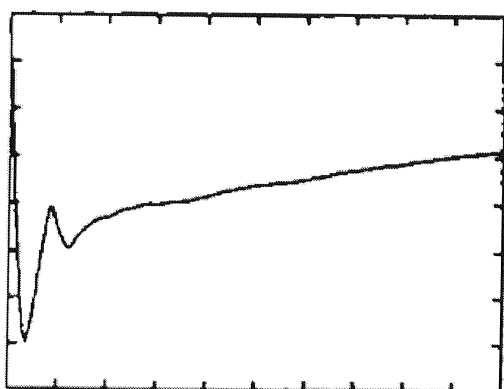
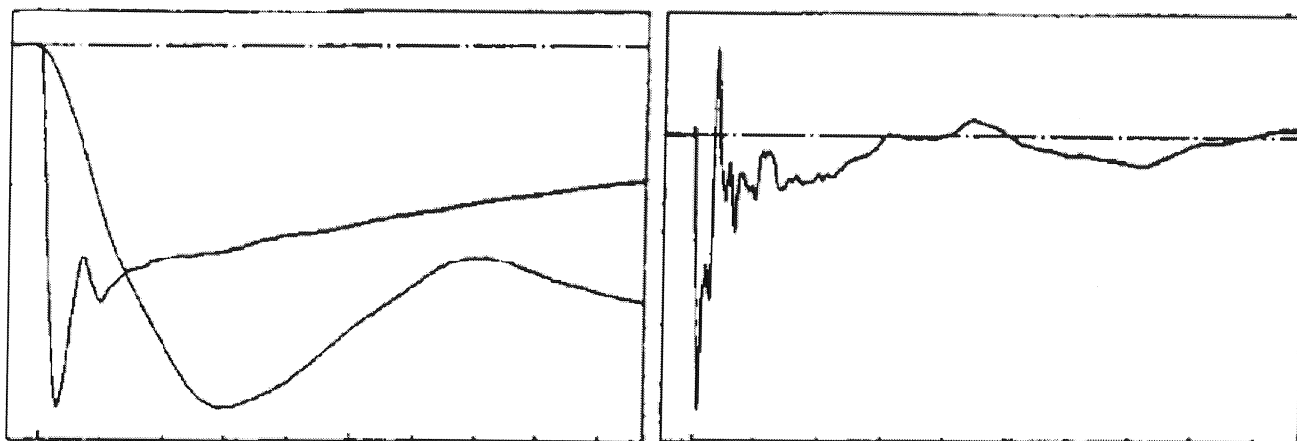
20a Расм – Қўлланилган кучланиш

20b Расм – Нейтрал ток

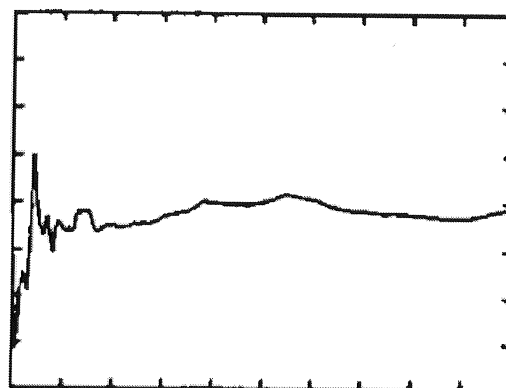
ИЗОХ. Қатламли чулғамдаги ностандарт узук-узук тўлқин. Қатлам импеданси кескин тушб кетиш ва ерга уланган узук-узк тўлқиннинг ноли атрофида тебранишлардан қочади.

В.20 Расм – Узук-узук чакмоқ импульс – қатламли трансформатордаги ностандарт узук-узук тўлқин

O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH VA
DAVLAT NAZORATINI
MUVOFIQLASHTIRISH
BOSHQARMASI



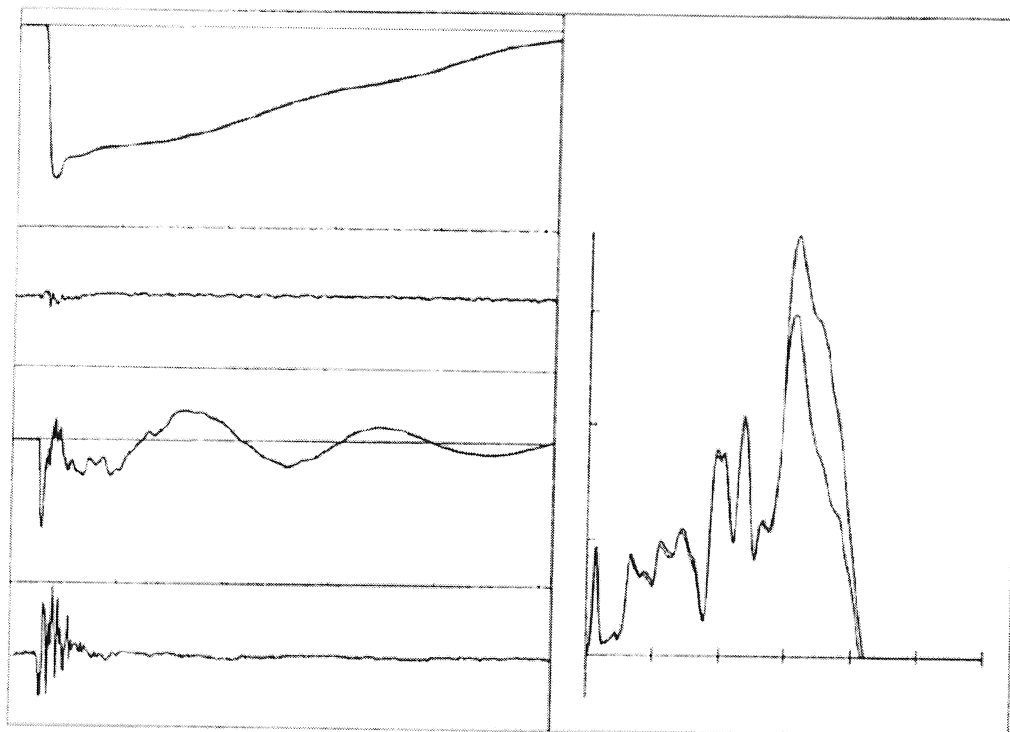
21a Расм – Қўлланилган кучланиш



21b Расм – Нейтрал ток

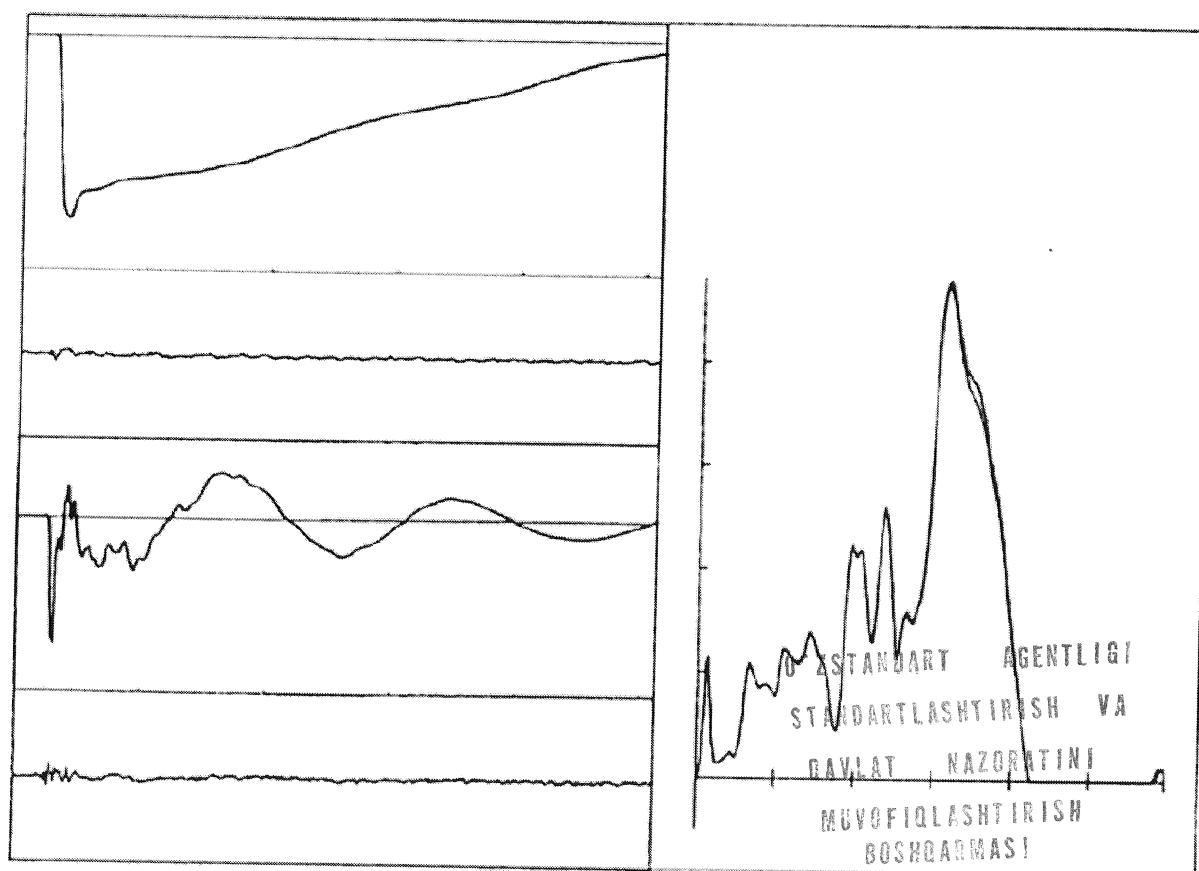
В.21 Расм - Тўлиқ чакмоқ импульс – ностандарт тўлқин шакллари, бир хил қайдлардан турлича ишланган рақамлаштиргичлар ёрдамида ностандарт тўлқин шаклларини қиёслаш

O'ZSANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH VA
DAVLAT NAZORATINI
MUVOFIQLASHTIRISH
BOSHOQMASI



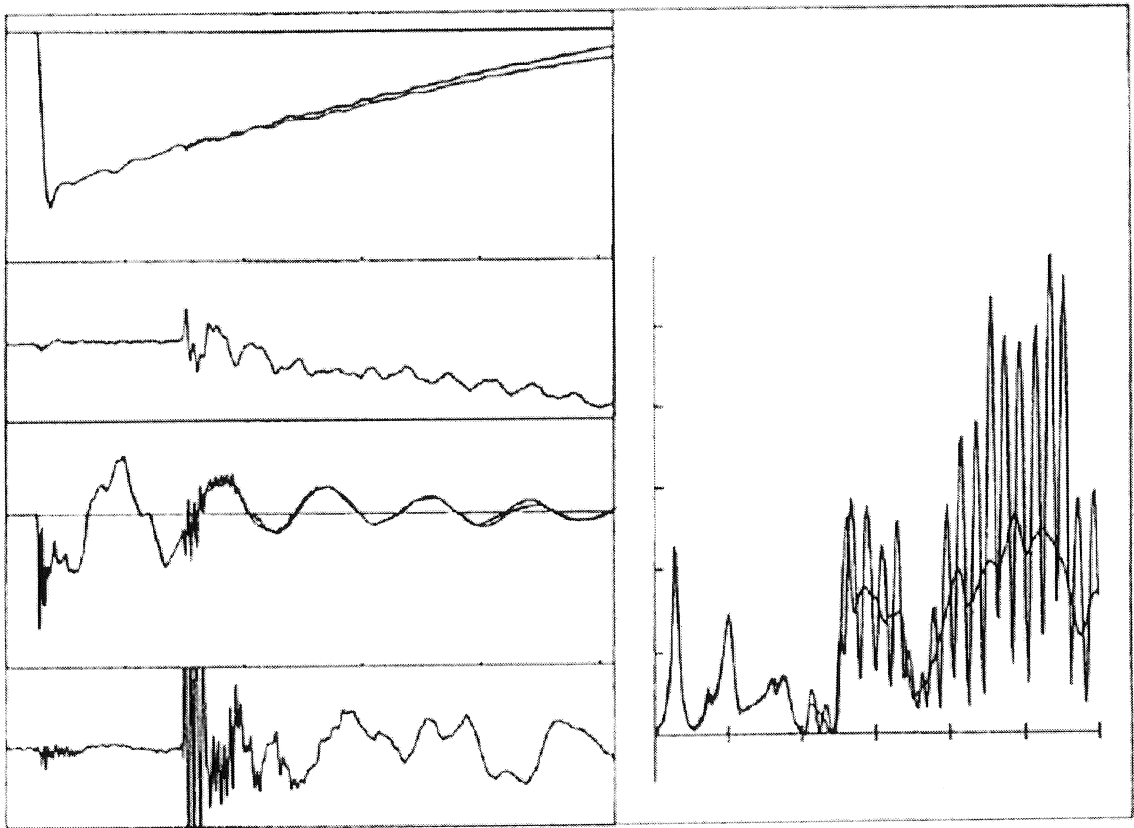
ИЗОХ. Улчаш кабелининг LV чулғамдан бак ва генератор ерга уланишларидан ташқари турли ерга уланишларга чакниши. HV синовларда 400 MVA G.S.U. 220/21 kV.

В.22а Расм – Кучланишда белги йўқ; токда аниқ белги бор; ўтиш функциясида аниқ белги бор



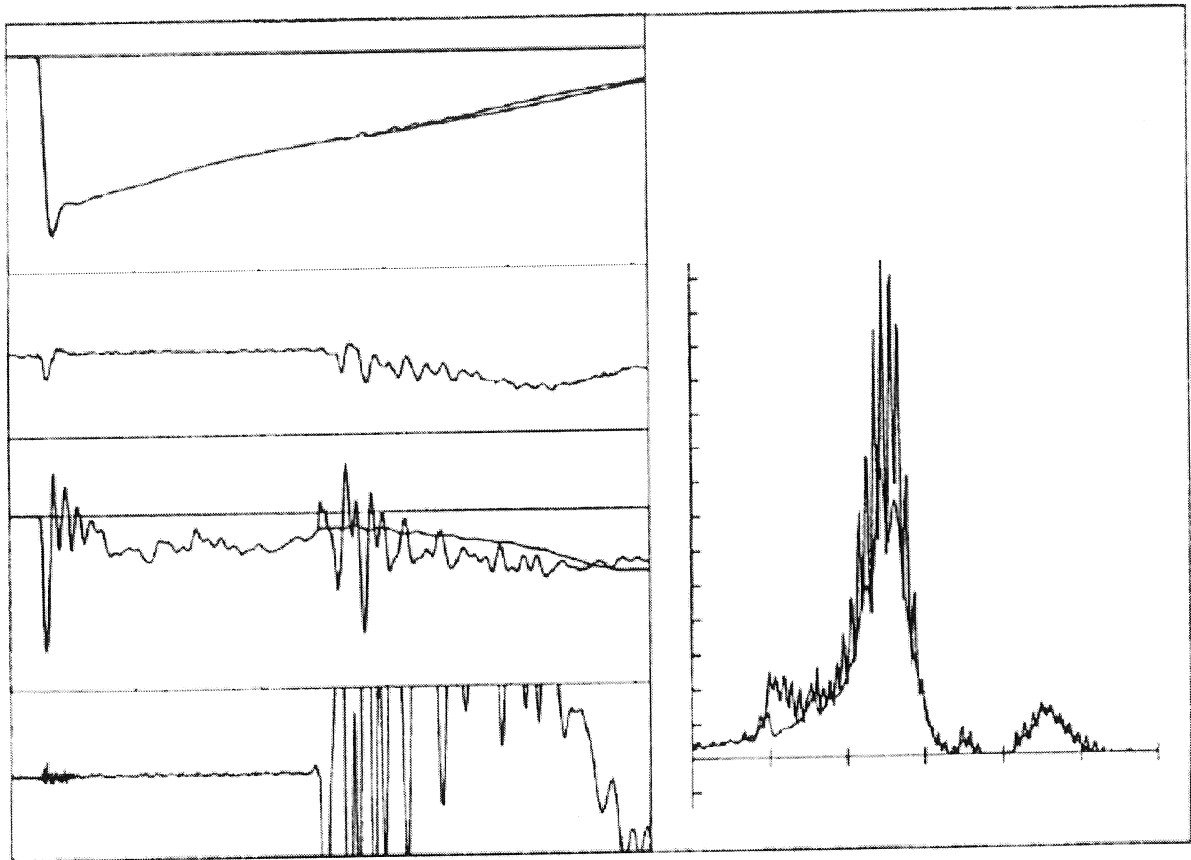
В.22б Расм – Тўғирлашдан сўнг, айна вақт ва ўтиш функциясининг барча тасвирларини идеал даражада мос келиши

В.22 Тўлиқ чакмоқ импульс – Ўлчаш кабелини ерга уланишга чакнаши сабаб бўлган синов занжири носозлиги



23а Расм- 300 MVA, 400/110/30 kV бўлган трансформатор шахобланишлари орасидаги шахобланишни ўзгартирувчи ускуна чиқишларидаги чакнаш

O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH VA
DAVLAT NAZORATINI
MUVOFIQLASHTIRISH
BOSHQARMASI



23b Расм – Қўпол ва майин шахобланиш чулғамлари орасидаги чакнаш

ИЗОҲ. Айни вақт жавоби ва ўтиш функциясидаги жиддий ўзгаришлар.

В.23 Расм - Тўлиқ чакмоқ импульс – шахобланишни ўзгартирувчи ускунанинг шахобланиш чиқишлари орасидаги чакнаш ва қўпол ва майда шахобланиш чулғамлари орасидаги чакнаш носозликларининг рақамли қайдлари


O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH VA
DAVLAT NAZORATINI
MUVOFIQLASHTIRISH
BOSHQARMASI

Мухим сўзлар: чулғам, ғалтак, қиска туташув, ўзак, шахобланиш, блок, тармоқ, тиргак, босим, қобик турдаги трансформатор.

O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH VA
DAVLAT NAZORATINI
MUVOFIQLASHTIRISH
BOSHQARMASI


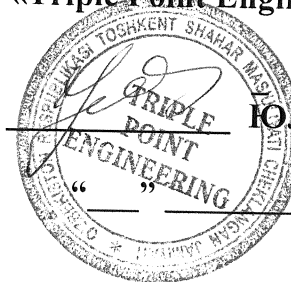
ТАСДИҚЛАЙМАН:

«O'ZELEKTROAPPARAT-
ELECTROSHIELD» АЖ


Курбанов Н.А.
“ ” 2019 й.


КЕЛИШИЛДИ:

«Triple Point Engineering» МЧЖ


Юлдашова Ш.А.
“ ” 2019 й.


КЕЛИШИЛДИ:

«ЎЗЭЛТЕХСАНОАТ» АЖ

Юнусов М.М.
05/803 сонлихат
“15” 08. 2019 й.

O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH VA
DAVLAT NAZORATINI
MUVOFIQLASHTIRISH
BOSHQARMASI