

Viršįtampių ribotuvų darbo sąlygų tyrimas izoliuotos neutralės tinkle

Saulius Gudžius,
Linas Andronis Markevičius,
Alfonsas Morkvėnas

Kauno technologijos universitetas,
Elektros sistemų katedra,
Studentų g. 48, LT-3031 Kaunas

Šiame straipsnyje pateikta sudaryta skaitmeninė viršįtampių apskaičiavimo, kai elektros tinkle yra netiesinis elementas (viršįtampių ribotuvas) elektros įrenginių izoliacijai apsaugoti nuo viršįtampių, metodika. Ištirtas viršįtampių lygis izoliuotos neutralės tinkle. Sudarytos viršįtampių ribotuvų išspinduliuojamos energijos kiekio priklausomybės nuo viršįtampių lygio.

Raktažodžiai: viršįtampiai, viršįtampių ribotuvai, viršįtampių apskaičiavimo metodai

1. ĮVADAS

Įžemėjusiam elektros tinkle vykdant paieškos ar planines komutacijas gali labai padidėti viršįtampių lygis. Viršįtampių lygiui sumažinti naudojami iškrovikliai arba viršįtampių ribotuvai. Izoliuotos neutralės 6–10 kV tinkle buvo atlikti komutacinių viršįtampių pereinamųjų procesų skaičiavimai, siekiant nustatyti viršįtampių ribotuvų darbo sąlygas įžemėjusiam tinkle.

Izoliuotos neutralės 6–10 kV elektros tinkle didžiausias avarinių situacijų skaičius tenka vienfaziam įžemėjimui. Vienfazis įžemėjimas gali tęstis kelias valandas. Per šį laiką, kai nėra įrengta priemonių, tiksliai nustatančių įžemėjusį fiderį, ieškant jo ar dėl technologinių poreikių, atliekama daug komutacijų.

Viršįtampių ribotuvų darbo sąlygoms nustatyti turi būti apskaičiuojamas viršįtampių pereinamasis procesas.

Šio darbo tikslas – sudaryti skaitmeninę viršįtampių pereinamųjų procesų apskaičiavimo metodiką, kai elektros tinkle yra elementų su netiesine voltamperine charakteristika; ištirti viršįtampių lygį izoliuotos neutralės tinkle, kai yra įžemėjusi viena fazė; nustatyti viršįtampių ribotuvų išspinduliuojamos energijos kiekį, esant įvairiems viršįtampių lygiams, bei įvertinti jų darbo sąlygas.

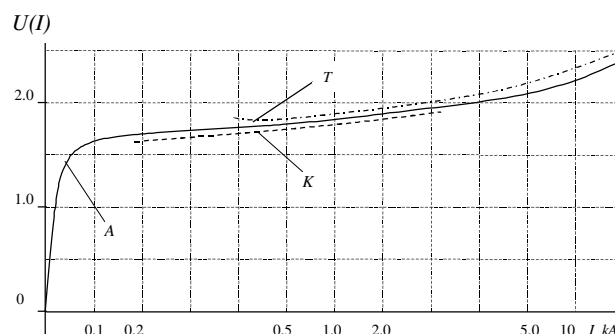
2. VIRŠĮTAMPIŲ RIBOTUVŲ CHARAKTERISTIKA

Šiuo metu visų įtampų tinkluose apsaugai nuo viršįtampių labai plačiai pradėti naudoti viršįtampių ribotuvai. Netiesinių ribotuvų voltamperinė charakteristika yra ryškiai netiesinė. Tokių apsauginių įrenginių

(be kibirkštinių tarpelių) darbo režimas yra paprastas. Normalaus darbo režimo metu per ribotuvą srovė praktiškai neteka. Atsiradus tinkle viršįtampiams, srovė per ribotuvą didėja tolygiai be staigių šuolių, kaip iškroviklyje, todėl viršįtampių pereinamasis procesas yra švelnesnis, o apsauginė zona didesnė.

Netiesiniai ribotuvai gali būti naudojami įrenginių izoliacijai apsaugoti nuo komutacinių ir atmosferinių viršįtampių izoliuotos ar kompensuotos neutralės tinkle. Tipinė voltamperinė ribotuvo charakteristika parodyta 1 pav.

Viršįtampių ribotuvo voltamperinė charakteristika priklauso nuo viršįtampių proceso pobūdžio: A – lygis, kai izoliaciją veikia atmosferinių viršįtampių pilnoji banga, K – lygis, kai vyksta komutacinių viršįtampių pereinamasis procesas, ir T – lygis, kai dėl kibirkštinio iškroviklio prisijungimo susidaro trumpas staus fronto impulsas ($1/4 \mu\text{s}$).



1 pav. Netiesinio viršįtampių ribotuvo voltamperinė charakteristika. A – 8/20 impulso charakteristika; K – 30/60 komutacinių viršįtampių bandomajam impulsui; T – 1/4 impulso charakteristika

3. VIRŠĖTAMPIŲ APSKAIČIAVIMO METODIKA

Viršėtampių apskaičiavimams buvo sudarytos elektros tinklo su izoliuota neutrале skaičiuojamosios schemos, apskaičiuoti jų elementų parametrai ir pasirinktas rekurentinis skaičiavimo metodas elektromagnetinių procesų lygtims spręsti [1–3] ir sudaryta metodika įrenginių su netiesinėmis voltamperinėmis charakteristikomis lygtims spręsti.

Viršėtampių parametrų statistiniams skaičiavimams tikslinga taikyti greitesnius skaitmeninius diferencialinių lygčių sprendimo metodus. Prieauglių ekvivalentiškumo diferencialinių lygčių integravimo žingsniuose savybė leidžia efektyviai šiam tikslui taikyti rekurentinių pereinamųjų procesų skaičiavimo metodą.

Sistemos mazgo atstojamąją schemą, tiriant viršėtampių pereinamuosius procesus, sudaro grupė tiesinių (induktyvumai, varžos, talpiai) bei netiesinių (iškrovikliai, ribotuvai) elementų. Trifazėje sistemoje atstojamoji schema sudėtingesnė dėl nesimetrinių komutacijų (fazijų išsibarstymas jungtuvo įjungimo ar atjungimo momentu, iškroviklių nevienalaikis prisijungimas ir pan.). Sprendžiant mazgo elementų lygtis trifazėje (a, b, c) simetrinių parametrų sistemoje, uždavinys gali būti supaprastintas transformavus jas į fazinių koordinatų ($\alpha, \beta, 0$) sistemą. Transformavimui iš $\gamma (a, b, c)$ į $v (\alpha, \beta, 0)$ naudojama transformacijų matrica:

$$\|A\|_v = \begin{pmatrix} 2 & -1 & -1 \\ 3 & 3 & 3 \\ 0 & 1 & -1 \\ \sqrt{3} & \sqrt{3} & \sqrt{3} \\ 1 & 1 & 1 \\ 3 & 3 & 3 \end{pmatrix}. \quad (1)$$

Atvirkštinei transformacijai iš v į γ naudojama matrica

$$\|A\|_\gamma = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 \\ -1 & \sqrt{3} & 1 \\ 2 & 2 & 1 \\ -1 & \sqrt{3} & 1 \\ 2 & 2 & 1 \end{pmatrix}. \quad (2)$$

Elektros sistemos mazgo induktyvinių ir talpinių elementų tiesinės dalies schemai gali būti sudaryta matricinė diferencialinė lygtis [2]

$$\frac{d}{dt} \|Y\| + \|B\| \|Y\| = \|F(t)\|; \quad (3)$$

$$\text{čia } \|F(t)\| = \begin{pmatrix} S_1 / a_1 \\ S_2 / a_2 \\ \dots \\ S_n / a_n \end{pmatrix} - \text{laiko funkcijų}$$

matrica stulpelis:

a_i – mazgo elementų struktūrą nusakantis koeficientas;

$$\|Y\| = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_n \end{pmatrix} - \text{matrica stulpelis momentinių sro-$$

vių (induktyvumo) ar įtampų (talpos) elementuose;

$$\|B\| = \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{n1} & b_{n2} & \dots & b_{nn} \end{pmatrix} - \text{mazgo elementų}$$

parametrų kvadratinė matrica.

Tiesinei mazgo dalies matricinei lygčiai spręsti, kai $F(t)$ elementai integravimo žingsnyje nekinta, rekurentinė formulė sudaroma šitaip:

$$\|Y[(k+1)h]\| = \|A\|_0 \|Y[kh]\| + \|A\|_1 \|F[(k+1)h]\|; \quad (4)$$

čia $\|Y[(k+1)h]\|, \|Y[kh]\|$ – srovių (įtampų) mazgo elementuose matricos stulpeliai atitinkamai laiko momentams $t_1 = (k+1)h$ ir $t_0 = kh$, h – integravimo (skaičiavimo) žingsnis;

$\|A\|_0 \|A\|_1$ – rekurentinės formulės ekvivalentinių koeficientų kvadratinės matricos;

$\|F[(k+1)h]\|$ – atbėgusių į mazgą elektromagnetinių bangų charakteristikų ir kitų priverstinių funkcijų dedamųjų matrica stulpelis laiko momentui $t_1 = (k+1)h$.

Matricinės lygties sprendimo tikslumas priklauso nuo funkcijos $\|F[(k+1)h]\|$ aproksimavimo integravimo žingsnyje h . Praktinis tikslumas gali būti gautas integravimo žingsnyje tiesiškai interpoliuojant priverstines funkcijas, t. y.

$$f(t) = f(t_0) + [f(t_1) - f(t_0)] \frac{t}{h}. \quad (5)$$

Tuo atveju matricinės lygties sprendimo rekurentinė formulė būtų užrašoma šitaip:

$$\begin{aligned} \| Y[(k+1)h] \| &= \| A \|_0 \| Y[kh] \| + \\ &+ \| A \|_1 \| F[(k+1)h] \| + \| A \|_2 \| F[kh] \|. \end{aligned} \quad (6)$$

Transformavus sistemos mazgo parametrus ir diferencialinę matricinę lygtį iš γ koordinačių sistemos į v fazines koordinates (kai mazgo elementų parametrai simetriniai), matricos $\| A \|_0$, $\| A \|_1$ ir $\| A \|_2$ rekurentinėje formulėje (6) diagonalinės. Paprasčiausioms simetrinėms mazgų schemoms matricių elementų skaitinės reikšmės gali būti apskaičiuotos analitinėmis formulėmis.

Trifazei simetrinei mazgo schemai, sudarytai iš induktyvumo, varžos ir EVJ, atitinkantiai ekvivalentinės sistemos mazgą, matricinė diferencialinė lygtis v fazinėse koordinatėse užrašoma šitaip:

$$\frac{d}{dt} \| i_v(t) \| + \| B \| \| i_v(t) \| = \| A \| \| S_{ev}(t) \|; \quad (7)$$

$$\text{čia } \| i_v(t) \| = \begin{Bmatrix} i_\alpha(t) \\ i_\beta(t) \\ i_0(t) \end{Bmatrix},$$

$$\| S_{en}(t) \| = \begin{Bmatrix} S_{e\alpha}(t) \\ S_{e\beta}(t) \\ S_{e0}(t) \end{Bmatrix} - \text{srovių ir ekvivalentinių,}$$

atbėgančių į mazgą, elektromagnetinių bangų matricos stulpeliai;

$$\| B \| = \begin{Bmatrix} \frac{(W_{e1}+R_1)w}{X_1} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{(W_{e2}+R_2)w}{X_2} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{(W_{e0}+R_0)w}{X_0} \end{Bmatrix}, \quad (8)$$

$$\| A \| = \begin{Bmatrix} W_{e1} & 0 & 0 \\ 0 & W_{e2} & 0 \\ 0 & 0 & W_{e0} \end{Bmatrix} - \text{diagonalinės ek-}$$

vivalentinių mazgo parametrų matricos; W_{ek} , R_k ir X_k – ekvivalentinė banginė, aktyvinė ir induktyvinė varžos simetrinių sekų ($k = 1, 2, 0$) sistemoje.

Matricinės diferencialinės lygties (7) sprendimo rekurentinė formulė, tiesiškai interpoliuojant atbėgu-

sios į mazgą elektromagnetinės bangos charakteristiką, laiko momentui $t = (k+1)h$ užrašoma šitaip:

$$\begin{aligned} \| i_v[(k+1)h] \| &= \| A \|_0 \| i_v[kh] \| + \\ &+ \| A \|_1 \| S_{ev}[(k+1)h] \| + \| A \|_2 \| S_{ev}[kh] \|; \end{aligned} \quad (9)$$

čia

$$\| A \|_0 = \begin{Bmatrix} a_{0\alpha} & 0 & 0 \\ 0 & a_{0\beta} & 0 \\ 0 & 0 & a_{00} \end{Bmatrix},$$

$$\| A \|_1 = \begin{Bmatrix} a_{1\alpha} & 0 & 0 \\ 0 & a_{1\beta} & 0 \\ 0 & 0 & a_{10} \end{Bmatrix},$$

$$\| A \|_2 = \begin{Bmatrix} a_{2\alpha} & 0 & 0 \\ 0 & a_{2\beta} & 0 \\ 0 & 0 & a_{20} \end{Bmatrix} - \text{diagonalinės ek-}$$

vivalentinės matricos, kurių elementai apskaičiuojami formulėmis:

$$a_{0v} = e^{-\frac{h}{\tau_v}};$$

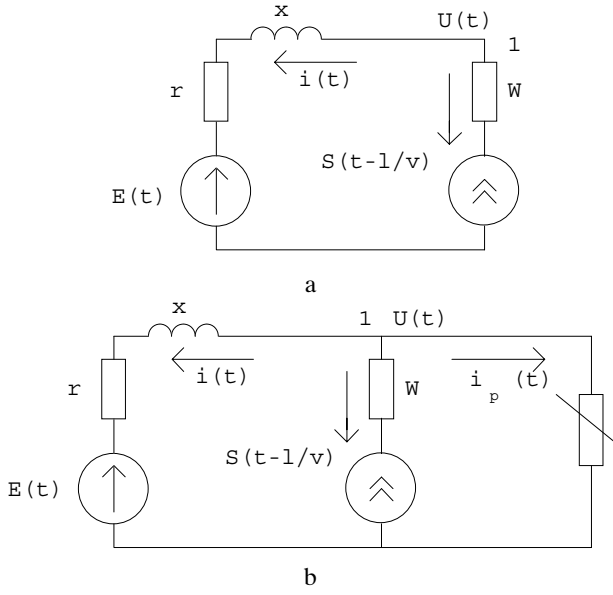
$$a_{1v} = 1 - (1 - a_{0v}) \frac{\tau_v}{h};$$

$$a_{2v} = 1 - a_{0v} - a_{1v}; \quad (10)$$

$$\tau_v = \frac{X_k}{(W_{ek} + R_k)\omega}$$

$$\begin{aligned} v &= \alpha, \beta, 0; \\ k &= 1, 2, 0. \end{aligned}$$

Prieaugių ekvivalentiškumo diferencialinių lygčių integravimo žingsniuose savybė leidžia efektyviai taikyti rekurentinį metodą ir tada, kai mazge yra elementų, turinčių netiesinę voltamperinę charakteristiką (iškroviklių, ribotuvų ir pan.). Tiesinei mazgo schemas daliai (2 pav.) sudaroma rekurentinė formulė ((6), (9)) matricinės diferencialinės lygties (3) sprendiniui rasti, o netiesinių elementų lygtys sprendžiamos atskirai. Abi procesų dalys sujungiamos iteraciniu procesu.



2 pav. Schemos mazgo ekvivalentinė skaičiuojamoji schema. a – tiesinės mazgo dalies schema; b – ekvivalentinė schema

Įtampa tiesinio ir netiesinio procesų susijungimo taške gali būti apskaičiuota šitaip:

$$\|U_v(t)\| = \|W_{ek}\| [\|S_{ev}(t)\| - \sum_{j=1}^n \|i_{jv}(t)\| - \|i_{pv}(t)\|]; \quad (11)$$

čia $\|U_v(t)\|$ – įtampų procesų susijungimo taške matrica stulpelis;

$\|i_{jv}(t)\|$ – srovių mazgo tiesinės dalies elementų matricos stulpeliai;

n – tiesinių elementų mazge skaičius;

$\|i_{pv}(t)\|$ – srovių netiesiniame elemente matrica stulpelis.

Pasižymėję tiesinę (11) lygties dalį per

$$\|U_v(t)\| = \|W_{ek}\| [\|S_{ev}(t)\| - \sum_{j=1}^n \|i_{jv}(t)\|], \quad (12)$$

kurioje srovės elementuose apskaičiuojamos pagal (9) ir (11), perrašome šitaip:

$$\|U_v(t)\| = \|V_v(t)\| - \|W_{ek}\| \|i_{pv}(t)\|; \quad (13)$$

$$\text{čia } \|i_{pv}(t)\| = f\{\|U_v(t)\|\}. \quad (14)$$

Transformavę (13) ir (14) iš v į γ sistemą per (1) ir (2), gauname tiesinio ir netiesinio procesų ryšio sistemą

$$\begin{cases} \|U_\gamma(t)\| + \|W_{ek}\| \|i_{p\gamma}(t)\| = \|V_\gamma(t)\| - (W_{e0} - W_{e1})i_{p0}(t), \\ i_{p\gamma}(t) = f\{U_\gamma(t)\}; \end{cases} \quad (15)$$

čia $i_{p0}(t)$ – nulinės sekos srovė netiesiniame elemente (iškroviklyje),

$$i_{p0}(t) = \frac{1}{3} [i_{pa}(t) + i_{pb}(t) + i_{pc}(t)];$$

$$\|T_p\| = \begin{vmatrix} k_{pa} & 0 & 0 \\ 0 & k_{pb} & 0 \\ 0 & 0 & k_{pc} \end{vmatrix} - \text{komutacinės logikos}$$

(iškroviklio prisijungimo) diagonalinė matrica, kurios diagonaliniai elementai gali būti „1“ arba „0“ pagal sąlygą

$$k_{p\gamma} = \begin{cases} 1, & \text{kai } U_\gamma \geq U_p, \\ 0, & \text{kai } i_{p\gamma} = 0; \end{cases}$$

U_p – elemento prisijungimo įtampa;

$\gamma = a, b, c$.

Iškrovikliui netiesinio ryšio lygtis (antroji (15) sistemoje) gali būti aproksimuota laipsnine lygtimi

$$U_\gamma(t) = C_p i_{p\gamma}^\alpha(t); \quad (16)$$

čia C_p – elemento netiesiškumą apibūdinanti konstantė;

α – netiesiškumo laipsnis.

Netiesinės lygčių sistemos (15) bendrajam sprendiniui gauti turi būti sudarytas iteracinis procesas.

Jeigu vieno integravimo žingsnyje tiesiškai kinta ne ekvivalentinė atsklidusios į mazgą bangos charakteristika $S_{ev}(t)$, o

$$S_{ev}^*(t) = S_{ev}(t) - i_{pv}(t), \quad (17)$$

tai iteracinis procesas sudaromas taip:

– apskaičiuojamos tiesinės mazgo dalies srovės elementuose pagal (9) rekurentinę formulę;

– skaičiuojant įtampa mazge pirmoje iteracijoje $i_{pv}(t) = 0$;

– tolesnėse iteracijose srovė netiesiniame elemente keičiama rekursyviai, korekcija sprendiniui apskaičiuojama nuo srovių gretimuose iteracijos žingsniuose skirtumo šitaip:

$$\|\Delta i_v^{[j+1]}(t)\| = \|A^*\|_1 \|\Delta i_v^{[j]}(t)\|; \quad (18)$$

čia $\|A^*\|_1$ – kvadratinė matrica, sudaryta iš pirmųjų trijų matricos $\|A\|_1$ stulpelių;
 j – iteracijos numeris;

$$\|\Delta i_v^{[j]}(t)\| = \left\| \begin{matrix} i_{p\alpha}^{[j]}(t) - i_{p\alpha}^{[j-1]} \\ i_{p\beta}^{[j]}(t) - i_{p\beta}^{[j-1]} \\ i_{p0}^{[j]}(t) - i_{p0}^{[j-1]} \end{matrix} \right\| - \text{iteracijos srovės po-}$$

kyčio matrica stulpelis;

– įtampa iteracijose tikslinama šitaip:

$$\|U_v^{[j+1]}(t)\| = \|U_v^{[j]} - \|W_e\| \|\Delta i_v^{[j+1]}(t)\|;$$

– iteracinis procesas baigiamas, kai tenkinama sąlyga

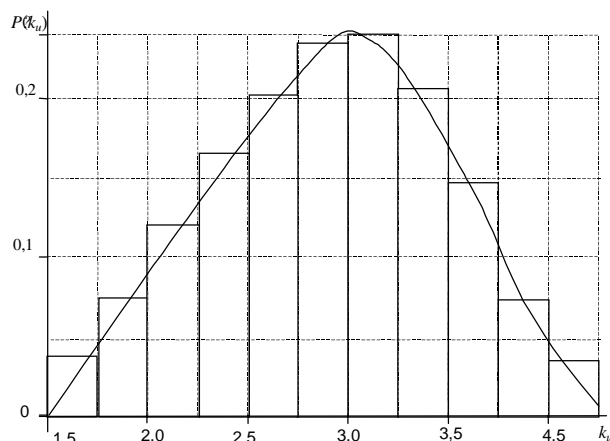
$$\sum_{\gamma} \left| \frac{\Delta i_{p\gamma}^{[j]}(t)}{i_{p\gamma}(t)} \right| \leq \varepsilon. \quad (19)$$

Eksperimentu nustatyta, kad 1% tikslumui pasiekti pakanka trijų–penkių iteracijų. Kai mazge prijungtas netiesinis ribotuvas, iteracinis procesas yra to paties pobūdžio, tačiau algoritmas paprastesnis, nes nereikalinga komutacinės logikos matrica.

4. VIRŠĮTAMPIŲ TYRIMAS IZOLIUOTOS NEUTRALĖS TINKLE

Komutacijų metu įžemėjusiame elektros tinkle įžemėjimo vietoje lankas gali užsidegti daug kartų, tai sukelia pavojingus viršįtampius. Be to, įžemėjusiame tinkle komutuojant linijas susidaro palankios sąlygos ferorezonansiniams (įtampos transformatoriuose) viršįtampiams. Įžemėjusiame tinkle komutacinių ir ferorezonansinių viršįtampių lygis yra registruojamas didžiausias [6]. Vienfazio įžemėjimo metu, vykdant komutacijas, viršįtampių ribotuvo darbo sąlygos yra pakankamai sudėtingos dėl didelės amplitudės (daugiau kaip $4U_{mf}$) [6] bei trukmės, kur kas ilgesnės už žaibo impulsą.

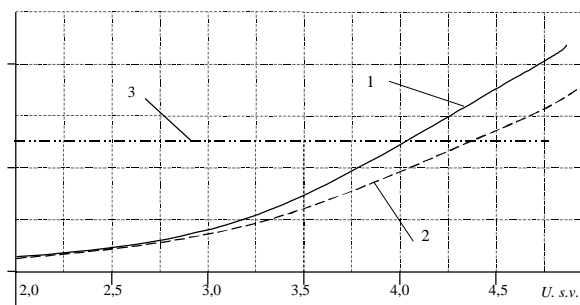
Įžemėjusiame 6–10 kV elektros tinkle su izoliuota neutrالية ir viršįtampių ribotuvais, prijungtais maitinančios pastotės šynose, buvo atlikti komutacinių viršįtampių tyrimai, keičiant tinklo parametrus (sistemos galią, komutuojamos linijos ilgį, laidų skerspjūvį, įjungimo fazę, liekamąjį krūvį bei elektrovarą). Be viršįtampių ribotuvų, elektros tinkle maksimalių viršįtampių lygis buvo iki $4,7 U_{mf}$. Viršįtampių pasiskirstymo histograma parodyta 3 pav.



3 pav. Komutacinių viršįtampių pasiskirstymo įžemėjusiame tinkle įjungiant liniją histograma

Buvo apskaičiuotas ribotuvui tenkantis išspinduliuojamos energijos kiekis esant komutavimo viršįtampiams izoliuotos neutralės tinkle. Ribotuvo išspinduliuojamos energijos kiekio priklausomybė nuo viršįtampių lygio parodyta 4 pav.

E kJ



4 pav. Ribotuvo išspinduliuojamos energijos kiekis.

1 – ribotuvui 10 kV tinkle; 2 – ribotuvui 6 kV tinkle; 3 – leistinasis išspinduliuojamos energijos kiekis

Parenkant ribotuvus kabelių tinkle turi būti įvertinti realūs viršįtampių parametrai, apskaičiuojant ar nustatant jų lygį registratoriais. Esant viršįtampių lygiui 10 kV elektros tinkle aukštesniam kaip $4U_{mf}$ ribotuvo darbo sąlygos gali būti sunkesnės už bandomąsias. Tokiame tinkle turi būti galingesni ribotuvai arba keli jų komplektai. Izoliuotos neutralės tinkle esant įžemėjusiai fazei rekomenduojama vengti trumpalaikių pauzių tarp pakartotinių komutacijų.

5. IŠVADOS

1. Sudarytas rekurentinis matricinis metodas ir pritaikytas spręsti mazgo lygtims, kai yra elementų (iškroviklių, viršįtampių ribotuvų ir pan.), turinčių netiesinę voltamperinę charakteristiką.

2. Esant mazge elementams, turintiems netiesinę voltamperinę charakteristiką, sprendinio 1% tikslumui pasiekti pakanka trijų–penkių iteracijų. Kai mazge prijungtas netiesinis ribotuvas, iteracinis procesas yra to paties pobūdžio, tačiau algoritmas paprastesnis, nes nereikalinga komutacinės logikos matrica.

3. Iširtos viršįtampių ribotuvių darbo sąlygos maksimalių komutacinių viršįtampių įžemėjusiame izoliuotos neutralės tinkle, kai komutuojamos įvairaus ilgio kabelinės linijos, turinčios pradinį krūvį ir be jo bei įvairiems elektros tinklo darbo režimams.

4. Nustatyta viršįtampių ribotuvuose išskaidomos energijos kiekio priklausomybė nuo viršįtampių lygio izoliuotos neutralės tinkle.

Gauta
2000 12 06

Literatūra

1. Gerulaitis K., Markevičius L., Morkvėnas A. Rekurentinio metodo taikymas viršįtampiams tirti // Elektrotechnika. Kaunas, 1976. T. 2 (XI) (rusų k.).
2. Щербачев О. В., Зелдер А. Н., Кадомская К. П. и др. Применение цифровых вычислительных машин в электроэнергетике. Ленинград, 1980. С. 240.
3. Герулайтис К. А., Морквенас А. Ю. Численный метод эквивалентирования частей электрической системы в расчетах внутренних и грозовых перенапряжений // Тезисы докладов Всесоюзного семинара. Каунас, 1985. Т. 1. С. 17–19.
4. Gudžius S., Markevičius L., Morkvėnas A. Maksimalių viršįtampių lygio izoliuotos neutralės tinkle tyrimas // Energetikos ir elektrotechnikos technologijos (konf. pranešimų medžiaga). Kaunas, 1999. P. 66–67.
5. Gudžius S., Markevičius L., Morkvėnas A. Recursive method to examine electromagnetic transient processes in cable network / IV Sympozjum, „Metody matematyczne w elektroenergetyce MMwEE'98“. Zakopane, 1998. P. 235–244.

6. Половой И. Ф., Михайлов Ю. А., Халилов Ф. Х. Внутренние перенапряжения на электрооборудовании высокого и сверхвысокого напряжения. Ленинград, 1990. С. 152.

Saulius Gudžius, Linas Andronis Markevičius,
Alfonsas Morkvėnas

INVESTIGATION OF OVERVOLTAGE ARRESTER WORKING CONDITIONS IN AN ISOLATED NEUTRAL ELECTRIC NETWORK

S u m m a r y

This work describes the digital calculation methods of overvoltages when there is non-linear element (overvoltage arrester) for the protection of the isolation of electric devices from overvoltages in the electric net. The overvoltage level in the isolated neutral electric network has been investigated. The dependence of energy amount emanated by the overvoltage arresters upon the overvoltage level has been evaluated.

Key words: overvoltages, the overvoltage arresters, overvoltage calculation methods

Саулюс Гуджюс, Линас-Андронис Маркевичюс,
Альфонсас Морквенас

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ РАБОТЫ ОГРАНИЧИТЕЛЕЙ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ В СЕТЯХ С ИЗОЛИРОВАННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ

Р е з ю м е

Разработана рекуррентная методика определения процесса перенапряжений с учетом устройств ограничения перенапряжений с нелинейной вольтамперной характеристикой. Исследованы условия работы ограничителей перенапряжений в сетях с изолированной нейтралью при выполнении коммутаций с наличием в сети однофазного замыкания на землю. Определены характеристики зависимостей рассеиваемой энергии в нелинейном ограничителе перенапряжений в зависимости от уровня перенапряжений.

Ключевые слова: перенапряжения, ограничители перенапряжений, методы расчета перенапряжений