

(19)



(10) **LT 5337 B**

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

(11) Patent numeris: **5337** (51) Int. Cl. (2006): **G01R 31/08**

(21) Paraiškos numeris: **2005 067**

(22) Paraiškos padavimo data: **2005 07 20**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **2006 02 27**

(45) Patent paskelbimo data: **2006 04 25**

(62) Paraiškos, iš kurios dokumentas išskirtas, numeris: —

(86) Tarptautinės paraiškos numeris: —

(86) Tarptautinės paraiškos padavimo data: —

(85) Nacionalinio PCT lygio procedūros pradžios data: —

(30) Prioritetas: —

(72) Išradėjas:

Andronis Linas MARKEVIČIUS, LT
Saulius GUDŽIUS, LT
Alfonsas MORKVĖNAS, LT
Linas MARKEVIČIUS, LT

(73) Patent savininkas:

UAB „ENERGIJOS SRAUTAS“, Savanorių pr. 65A, 03149 Vilnius, LT

(74) Patentinis patikėtinis:

Reda ŽABOLIENĖ, Advokatės Redos Žabolienės kontora METIDA, Gedimino pr. 45-6, LT-01109 Vilnius, LT

(54) Pavadinimas:

Įžemėjimo trifaziame elektros tinkle identifikavimo ir vietos nustatymo būdas

(57) Referatas:

Išradimas skirtas elektros energetikos sričiai ir gali būti pritaikytas permanentinio ar trumpalaikio gedimo trifaziame elektros skirstomajame tinkle identifikavimo ir atstumo iki gedimo vietos nustatymo būdai. Geresnis įžemėjimo vietos nustatymo tikslumas pasiekiamas tuo, kad registracijos atliekamos ne ilgiau kaip 100 μs ir mažesniais nei 100 ns laiko intervalais, tuo sumažinant triukšmų, kurių dažniai mažesni nei 10kHz, įtaką. Atstumas nuo maitinimo linijos atkarpos pradžios iki įžemėjimo vietos nustatomas, minimizuojant tikslo funkciją f2, kuri yra skirtumo tarp užregistruotojo ir imituojamojo procesų funkcija.

Išradimas skirtas elektros energetikos sričiai ir gali būti pritaikytas įžemėjimo trifaziame elektros skirstomajame tinkle identifikavimo ir vietos nustatymo būdui.

Pagrindiniai elektros skirstomųjų tinklų gedimai yra laidų nutrūkimai ir/arba įžemėjimai. Yra žinomi gedimų elektros skirstomuose tinkluose nustatymo būdai, aprašyti SU 1762279 ir SU 1698849 patentuose. SU 1762279 patente gedimo vietos nustatymas pagrįstas naudingo atspindžio iš gedimo vietos signalo atpažinimu ir jo panaudojimu gedimo vietos nustatymui. SU 1698848 patente aprašytas fazės įžemėjimo vietos nustatymo būdas, kuriame fiksuoja iškrovos srovės trumpojo jungimo vietoje pirmąją pusbangę, išmatuoja iškrovos srovės pusbangės spektro dviejų sudedamųjų amplitudes ir pagal atitinkamą formulę suranda atstumą iki įžemėjimo vietos.

Abiejų išradimų trūkumas – palyginti sudėtingas ir nelabai tikslus įžemėjimo vietos nustatymas. Be to, nei vienas iš išradimų nefiksuoja trumpalaikių pranykstančių įžemėjimų.

Šiame išradime pateiktas naujas įžemėjimo trifaziame elektros tinkle vietos nustatymo būdas. Nuo žinomų jis skiriasi tuo, kad užregistruoja ne tik permanentinius, bet ir trumpalaikius savaime pranykstančius įžemėjimus ir tiksliau nustato buvusio ar esamo įžemėjimo tarp fazės ir įžeminto objekto vietą vienoje trifazės maitinimo linijos atkarpoje, prijungtoje prie maitinimo pastotės šynų sekcijos. Tai leidžia elektros tinklų priežiūros tarnyboms efektyviai pašalinti įvykusį įžemėjimą ir/arba užkirsti kelią galimam gedimui, kur dėl kažkokių priežasčių (žaibo išlydžio, medžio šakų prisilietimo ar pan.) atsiranda trumpalaikiai įžemėjimai.

Būdas pasižymi tuo, kad registruoja pradinius po įžemėjimo nulinės sekos srovės ir įtampos kitimo procesus, registruojamus prie šynų sekcijos prijungtame įtampos transformatoriuje ir maitinimo linijos nulinės sekos srovės transformatoriuje. Geresnis įžemėjimo vietos nustatymo tikslumas pasiekiamas tuo, kad registracijos atliekamos ne ilgiau kaip 100 μ s ir mažesniais nei 100 ns laiko intervalais, tuo sumažinant triukšmą, kurių dažniai žemesni nei 10 kHz, įtaką,

specialia algebra išskiriant kitose maitinimo linijose vykstančius procesus ir juos įkeliant į modelį, kuriame imituojamas procesas yra lyginamas su užregistruotu. Įžemėjimo vieta ir modelio elementų parametrai surandami, minimizuojant tikslo funkciją, kuri yra skirtumo tarp užregistruotojo ir imituojamojo procesų funkcija.

Toliau išradimas bus aprašytas išsamiau su nuoroda į pridedamus brėžinius, kuriuose:

Fig.1 pateikta šio būdo realizavimui naudojamo prietaiso blokinė schema;

Fig.2 pateikta aukšto dažnio srovės proceso masteliavimo filtro schema.

Šio išradimo įžemėjimo vietos nustatymui naudojamas prietaisas, schematiškai pavaizduotas 1 pav., susidedantis iš nulinės sekos srovės proceso identifikavimo ir atskyrimo analoginės grandies bloko 1, nulinės sekos įtampos proceso identifikavimo ir atskyrimo analoginės grandies bloko 2, analogo kodo keitiklių ir atminties bloko 3, keičiančio matuojamus įžemėjimo metu analoginius nulinės sekos srovės ir įtampos procesus į skaitmeninius ir užrašiančio užregistruotus procesus į buferinę atmintį, valdiklių bloko 4, koordinuojančio registruoto proceso atpažinimą, atliekančio jo analizę, modeliavimą, parametrų optimizavimą, gedimo vietos identifikavimą ir palaikančio ryšį su išorinėmis sistemomis, ir sąsajų bei indikacijos bloko 5, parodančio apskaičiuotą atstumą iki įžemėjimo vietos.

Pagal šį išradimą įžemėjimo tarp fazės ir įžeminto objekto vienoje trifazės maitinimo linijoje, prijungtoje prie maitinančios pastotės šynų sekcijos, vieta nustatoma, registruojant analoginiu būdu pradinius po įžemėjimo nulinės sekos srovės I_0 ir įtampos U_0 kitimo procesus atitinkamose blokuose 1 ir 2, gaunamus iš prie šynų sekcijos prijungto įtampos transformatoriaus ir iš maitinimo linijos nulinės sekos aukšto dažnio srovės masteliavimo filtro 6 (fig.2), įrengto bloke 1. Aukšto dažnio srovės proceso masteliavimo filtro 6 parametrai priklauso nuo maitinimo linijos atkarpos ir konfigūracijos. Masteliavimo filtro 6 panaudojimas leidžia tiksliau registruoti pradinius po įžemėjimo nulinės sekos aukšto dažnio srovės procesus ir tiksliau nustatyti gedimo vietą. Taip pat geresnis įžemėjimo vietos nustatymo tikslumas pagal šį išradimą pasiekiamas tuo, kad gedimus registruoja ne ilgiau kaip 100 μ s ir mažesniais nei 100 ns laiko intervalais, tuo sumažinant triukšmų, kurių dažniai mažesni nei 10 kHz, įtaką. Užregistruotąjį analoginį signalą blokas 3 konvertuoja į skaitmeninį. Bloke 4 specialia algebra išskiriami kitose maitinimo

linijų atkarpose vykstantys procesai ir įkeliami į modelį, kuriame imituojamas procesas yra lyginamas su užregistruotu. Įžemėjimo vieta ir modelio elementų parametrai, t.y. modelyje imituojamų įtampos ir srovės transformatoriaus pereinamosios charakteristikos bei maitinimo linijų banginiai parametrai ir mazginiai talpiai, surandami, minimizuojant tikslo funkciją, kuri yra skirtumo tarp užregistruotojo ir imituojamojo procesų funkcija.

Šio išradimo būdą sudaro algoritmas, kuriuo procesorius, esantis valdiklių bloke 4, nustato įžemėjimo vietą maitinimo linijų atkarpose šiais etapais:

1) Pirmajame etape patikrina, ar prietaiso maitinimo linijoje įvyko įžemėjimas. Įžemėjimas laikomas įvykusi prietaiso maitinimo linijoje, jeigu teigiamą ženklą turi skaičius (I):

$$p = \sum_{j=1}^{n_1} i_j u_j \quad (I)$$

čia i_j – srovės j -oji registracija; u_j – įtampos vertės j -oji registracija; n_1 – srovės verčių dalies iš visų N registracijų skaičius: $n_1 < N$.

2) Jeigu pirmasis etapas patvirtina įžemėjimo maitinimo linijoje atsiradimą, t.y. jei skaičius (I) yra teigiamas, - vykdo antrąjį etapą, kurio metu nustato srovės ir įtampos matavimo transformatorių pereinamųjų charakteristikų parametrus, minimizuojant tikslo funkciją f_1 :

$$f_1 = \sum_{j=1}^{n_2} |rem(F_1, derem(1 - derem(I_1, U_1), 1 + derem(I_1, U_1)))| = \min \quad (II)$$

čia I_1 – vektorius: $I_1 = [i_1, i_2, \dots, i_{n_2}]$, U_1 – vektorius: $U_1 = [u_1, u_2, \dots, u_{n_2}]$, F_1 – apibrėžtos formos impulsinės funkcijos n_2 verčių ($n_2 < N$) vektorius, $1 = [1, 1, \dots, 1]_{n_2}$; rem ir $derem$ – algebros veiksmai vienodo gabarito vektoriams, apibrėžiami formulėmis:

$$(z_k)_n = rem((x_k)_n, (y_k)_n) \quad (III)$$

$$z_k = \sum_{j=1}^n x_j (y_{k+1-j} - dy_{k+1-j}); (dy_k)_n = [0, y_1, y_2, \dots, y_{n-1}]; \quad (IV)$$

$$(x_k)_n = derem((z_k)_n, (y_k)_n) \quad (V)$$

3) Trečiajame etape nustato maitinimo linijos atkarpą, kurioje įvyko įžemėjimas, ir atstumą iki įžemėjimo vietos metrais nuo atkarpos pradžios, minimizuojant tikslo funkciją f_2 :

$$f_2 = \sum_{k=1}^L \left| \text{rem}(\mathbf{F}_2, \tilde{\mathbf{S}}_k) - \text{rem}(\mathbf{F}_2, \mathbf{S}_k) \right| = \min \quad (\text{VI})$$

čia $\mathbf{F}_2$ – apibrėžtos formos impulsinės funkcijos M verčių ($N = LM$, $L \geq 1$) vektorius, L – sveikas natūrinis skaičius, $\mathbf{S}$ ir $\tilde{\mathbf{S}}$ – vektoriai, gauti iš registracijų ir rasti modelyje, yra apskaičiuojami, naudojant tokias formules:

$$\hat{\mathbf{S}}_k = \frac{(\hat{s}_{M(k-1)+j})_M}{a_k}; \quad a_k \in \left\{ \left| \hat{s}_{M(k-1)+1} \right|, \left| \hat{s}_{M(k-1)+2} \right|, \dots, \left| \hat{s}_{M(k-1)+M} \right| \right\} \quad (\text{VII})$$

$$\hat{s}_{M(k-1)+j} = \hat{u}_{M(k-1)+j} - w \hat{i}_{M(k-1)+j} \quad (\text{VIII})$$

čia $\hat{u}$ ir $\hat{i}$ – įtampos ir srovės vertės gautos registracijose arba apskaičiuotos modelyje; w – neneigiamas racionalus skaičius. Išvestiniai rezultatai atvaizduojami indikacijų bloke 5, kuriame be atstumo nuo atkarpos pradžios iki įžemėjimo vietos dar nurodomas atkarpos, kurioje įvyko įžemėjimas, numeris ir atpažinimo patikimumas.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Įžemėjimo tarp fazės ir įžeminto objekto vietos izoliuotoje nuo žemės vienoje trifazės linijos maitinimo linijos atkarpoje nustatymo būdas prietaisu, susidedančiu iš nulinės sekos srovės proceso identifikavimo ir atskyrimo analoginės grandies bloko (1), nulinės sekos įtampos proceso identifikavimo ir atskyrimo analoginės grandies bloko (2), analogo kodo keitiklių bloko (3), valdiklių bloko (4) ir sąsajų bei indikacijos bloko (5), besiskiriantis tuo, kad:

- registruoja pradinius po įžemėjimo nulinės sekos srovės I_0 ir įtampos U_0 kitimo procesus blokuose (1) ir (2), gaunamus iš prie šynų sekcijos prijungto įtampos transformatoriaus ir maitinimo linijos nulinės sekos aukšto dažnio srovės masteliavimo filtro (6), įrengto bloke (1);
- patikrina, ar maitinimo linijoje įvyko įžemėjimas, kurio buvimą parodo teigiamas skaičiaus (I) ženklas:

$$p = \sum_{j=1}^{n1} i_j u_j \quad (I),$$

čia i_j – srovės j -oji registracija, u_j – įtampos vertės j -oji registracija, $n1$ – srovės verčių dalies iš visų N registracijų skaičius: $n1 < N$;

- jei skaičius (I) yra teigiamas, - nustato srovės ir įtampos matavimo transformatorių pereinamųjų charakteristikų parametrus, minimizuojant tikslo funkciją f_1 :

$$f_1 = \sum_{j=1}^{n2} |rem(F_1, derem(1 - derem(I_1, U_1), 1 + derem(I_1, U_1)))| = \min \quad (II)$$

čia I_1 – vektorius: $I_1 = [i_1, i_2, \dots, i_{n2}]$, U_1 – vektorius: $U_1 = [u_1, u_2, \dots, u_{n2}]$,

F_1 – apibrėžtos formos impulsinės funkcijos $n2$ verčių ($n2 < N$) vektorius,

$1 = [1, 1, \dots, 1]_{n2}$; rem ir $derem$ – algebros veiksmai vienodo gabarito vektoriams, apibrėžiami formulėmis:

$$(z_k)_n = rem((x_k)_n, (y_k)_n) \quad (III)$$

$$z_k = \sum_{j=1}^n x_j (y_{k+1-j} - dy_{k+1-j}); \quad (dy_k)_n = [0, y_1, y_2, \dots, y_{n-1}]; \quad (IV)$$

$$(x_k)_n = derem((z_k)_n, (y_k)_n); \quad (V);$$

- nustato maitinimo linijos atkarpą, kurioje įvyko įžemėjimas, ir apskaičiuoja atstumą metrais nuo maitinimo linijos atkarpos pradžios iki įžemėjimo vietos, minimizuojant tikslo funkciją f_2 :

$$f_2 = \sum_{k=1}^L \left| \text{rem}(\mathbf{F}_2, \tilde{\mathbf{S}}_k) - \text{rem}(\mathbf{F}_2, \mathbf{S}_k) \right| = \min \quad (\text{VI})$$

čia $\mathbf{F}_2$ – apibrėžtos formos impulsinės funkcijos M verčių ($N = LM$, $L \geq 1$) vektorius, L – sveikas natūrinis skaičius, $\mathbf{S}$ ir $\tilde{\mathbf{S}}$ – vektoriai, gauti iš registracijų ir rasti modelyje, yra apskaičiuojami, naudojant tokias formules:

$$\hat{\mathbf{S}}_k = \frac{(\hat{s}_{M(k-1)+j})_M}{a_k}; \quad a_k \in \left\{ |\hat{s}_{M(k-1)+1}|, |\hat{s}_{M(k-1)+2}|, \dots, |\hat{s}_{M(k-1)+M}| \right\} \quad (\text{VII})$$

$$\hat{s}_{M(k-1)+j} = \hat{u}_{M(k-1)+j} - w \hat{i}_{M(k-1)+j} \quad (\text{VIII})$$

čia $\hat{u}$ ir $\hat{i}$ – įtampos ir srovės vertės, gautos registracijose arba apskaičiuotos modelyje; w – neneigiamas racionalus skaičius.

2. Būdas pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad registruoja pradinis įžemėjimo nulinės sekos srovės ir įtampos kitimo procesus ne ilgiau kaip 100 μs ir mažesniais nei 100 ns laiko intervalais, tuo sumažinant triukšmų, kurių dažniai žemesni nei 10 kHz, įtaką.
3. Būdas pagal bet kurį ankstesnį punktą, besiskiriantis tuo, kad registruoja trumpalaikius pranykstančius įžemėjimus.
4. Būdas pagal bet kurį ankstesnį punktą, besiskiriantis tuo, kad užregistruoja vieno pramoninio dažnio pusperiodžio ir ilgesnės trukmės įžemėjimus.

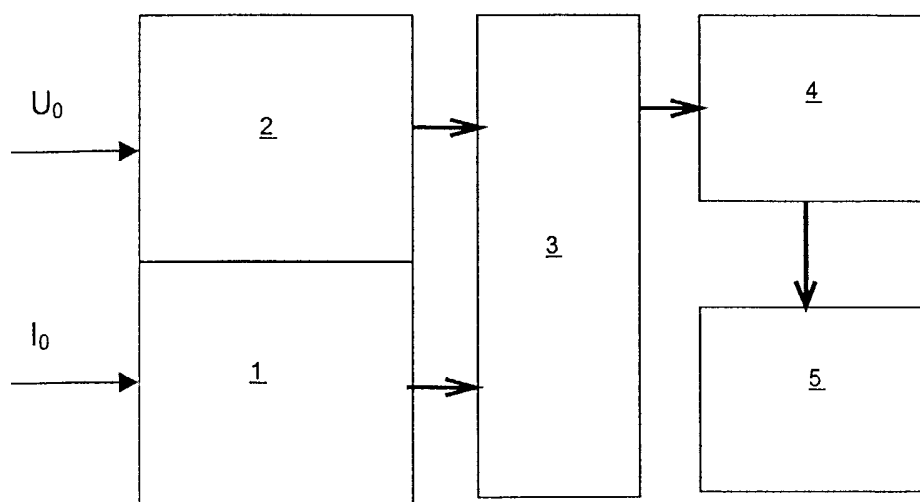


Fig.1

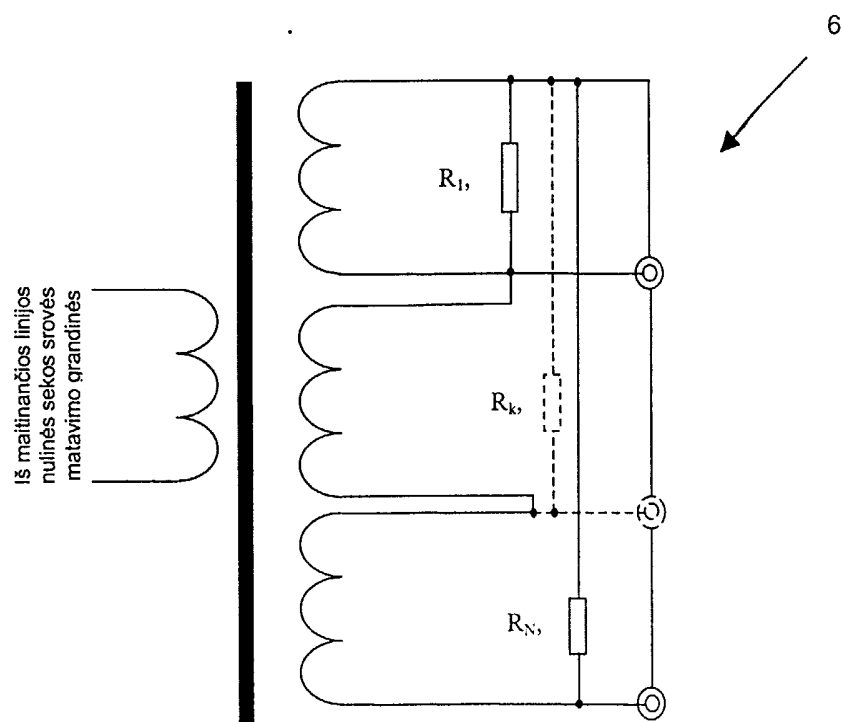


Fig.2