

(19)



(10) **LT 6079 B**

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

- (11) Patent numeris: **6079** (51) Int. Cl. (2014.01): **G01R 9/00**
- (21) Paraiškos numeris: **2012 119**
- (22) Paraiškos padavimo data: **2012 12 12**
- (41) Paraiškos paskelbimo data: **2014 06 25**
- (45) Patent paskelbimo data: **2014 10 27**
- (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:
Česlovas PAVASARIS, LT
Jonas MATUKAS, LT
- (73) Patent savininkas:
Vilniaus Universitetas, Universiteto g. 3, LT-01513 Vilnius, LT
Česlovas PAVASARIS, Kryžių sodų 8-oji g. 94, Vilnius, LT
Jonas MATUKAS, Kalvarijų g. 280-1, Vilnius, LT
- (74) Patentinis patikėtinis/atstovas:
Jurga PETNIŪNAITĖ, AAA Law, J.Jasinskio g. 16A, LT-03163 Vilnius, LT

- (54) Pavadinimas:

Nekontaktinis elektros srovės matavimo būdas ir įrenginys

- (57) Referatas:

Pasiūlymas yra iš elektronikos srities, o būtent elektros srovės stiprio bei tekėjimo krypties matavimo prietaisai, ir gali būti vartojamas pastoviosios srovės stiprio ir kintamosios srovės stiprio modulio, bei pastoviosios srovės tekėjimo krypties matuoti, nenutraukiant matuojamosios grandinės. Pasiūlytame būde matuojamosios srovės I_x kuriamas magnetinis laukas B yra matuojamas dviem magnetinio lauko jutikliais, o pasiūlytame matavimo įrenginyje yra papildomai sumontuotas antras magnetinio lauko B jutiklis ir prietaiso konstrukcija yra padaryta su ant laido ir jo izoliacijos uždedamu matavimo antgaliu, sudarytu iš dviejų simetrinių dalių, sudarančių besiplečiančio pleišto formos matavimo kontaktą, ir matavimo antgalis yra sujungtas su prietaiso dėžute taip, kad viena jo simetrinė dalis su joje įmontuotais magnetinio lauko jutikliais yra įtvirtinta pastoviai, o kita simetrinė dalis gali būti nuimama. Palyginus su analogu pasiūlymas neturi apribojimų laidų erdviniam išdėstymui ir leidžia matuoti kintamąją bei nuolatinę srovę, parodydamas ir jos tekėjimo kryptį.

Pasiūlymas yra iš elektronikos srities, o būtent – kintamosios elektros srovės stiprio I modulio I_0 bei pastoviosios srovės stiprio I_+ ir tekėjimo krypties matavimo prietaisai, ir gali būti vartojamas pastoviosios elektros srovės stiprio I_+ bei kintamosios srovės stiprio I modulio I_0 ir pastoviosios srovės I_+ tekėjimo krypties matavimui, nenutraukiant matuojamosios elektros srovės grandinės.

Atliekant elektros grandinių patikrą, pavyzdžiui, elektros energijos vartotojų sunaudojamos energijos apskaitą, yra vartojami elektros srovės stiprio I matavimo prietaisai. Analogas veikia indukcinio principu, kai antriniame indukciniam kontūre yra indukuojama proporcinga matuojamajai kintamajai srovei I_x įtampa U_x , o matuojamoji srovė I_x teka laidu, patalpintu antriniame indukciniam kontūre. Žinomą būdą realizuojančiame įrenginyje antrinis indukcinis kontūras yra sudarytas iš žiedinio – toroidinio magnetolaidžio, ant kurio yra suvyniota indukcinė ritė, kurios išvadai yra sujungti su įtampos U_x matavimo elektronine grandine ir tai sudaro srovės I matavimo replės – Diko replės (V. Popovas, S. Nikolajevs. Elektrotechnika.- „Mintis“, Vilnius, 1969, 516 p.).

Analogo trukumas yra tai, kad jis ne visais atvejais gali būti panaudotas, nes matavimo metu antrinis indukcinis kontūras turi apglėbti matuojamąjį laidą, o tam turi būti pakankamai vietos aplink matuojamąjį laidą. Kiti analogo trukumai yra tai, kad juo negalima matuoti nuolatinės srovės stiprio I_+ ir srovės tekėjimo krypties.

Analogo trūkumams pašalinti nekontaktiniame srovės stiprio I matavimo būde, matuojamosios srovės I_x kuriamas magnetinis laukas B_x yra matuojamas dviem magnetinio lauko jutikliais, kurių atitinkamuose išėjimuose $U_{iš 1}$ ir $U_{iš 2}$ gautos signalų $U_{iš 1}$ ir $U_{iš 2}$ amplitudinės vertės $U_{0 iš 1}$ ir $U_{0 iš 2}$ yra sudauginamos: $U_{0 iš 1} \cdot U_{0 iš 2} = \Pi_0$, ir atimamos: $|U_{0 iš 1} - U_{0 iš 2}| = \Delta_0$, o gautas daugybos rezultatas Π_0 yra padalinamas iš gauto skirtumo Δ_0 : $\Pi_0 / \Delta_0 = D_0$, ir iš čia matuojamosios srovės stiprio I_x modulio vertė $|I_x| = I_{0 x}$ yra nustatoma proporcingai gautam dalybos dydžiui D_0 iš sąlygos: $I_{0 x} = k \cdot D_0$, čia proporcingumo koeficientas k yra nustatomas eksperimentiškai, kai tuo tarpu pastovios matuojamosios srovės $I_x =$ atveju, šios srovės tekėjimo kryptis yra nustatoma iš įtampų $U_{0 iš 1}$ ir $U_{0 iš 2}$ ženkle.

Analogo trūkumams pašalinti, nekontaktiniame srovės stiprio I matavimo įrenginyje, sudarytame iš magnetinio lauko B jutiklio ir jo išėjime $U_{iš}$

prijungtos matavimo elektrinės grandinės išėjimo įtampai $U_{o\text{ iš}}$ matuoti, papildomai yra sumontuotas antras magnetinio lauko B jutiklis, kurio atstumas d_2 nuo laido, kuriuo teka matuojamoji srovė I_x , yra padarytas skirtingas atstumui d_1 tarp laido ir pirmojo magnetinio lauko B jutiklio: $d_1 \neq d_2$ ir $\Delta d = |d_1 - d_2| > 0$, o pirmojo ir antrojo magnetinio lauko B jutiklių atitinkami išėjimai $U_{\text{iš } 1}$ ir $U_{\text{iš } 2}$ yra sujungti su atitinkamomis mikroprocesoriaus duomenų įvedimo šinomis – įėjimais $D_{\text{in } 1}$ ir $D_{\text{in } 2}$, kai mikroprocesoriaus duomenų išvedimo šina – išėjimas $D_{\text{iš}}$ yra sujungta su skaitmeninio rodytuvo įėjimu U_{in} , gauto rezultato $I_{o\text{ x}}$ rodmenims skaityti.

Principinė-struktūrinė nekontaktinio srovės I matavimo įrenginio schema yra parodyta Fig. 1, o nekontaktinio srovės I matavimo įrenginio konstrukcija yra parodyta Fig. 2, čia skaičiais pažymėta: 1 – laidas, kuriuo teka matuojamoji srovė I_x ; 2 ir 3 – atitinkamai pirmasis ir antrasis magnetinio lauko B jutikliai; 4 – mikroprocesorius; 5 – skaitmeninis rodytuvas; 6 – laido 1, kuriuo teka matuojamoji srovė I_x , izoliacija; 7 ir 8 – antgalio dvi simetrinės pleišto pavidalo dalys; 9 – dėžutė; 10 – skaitmeninio rodytuvo 5 ekrano langelis; 11 – jungiklis.

Nekontaktinio srovės I matavimo įrenginio (Fig. 1) pirmojo 2 ir antrojo 3 magnetinio lauko B jutiklių išėjimai atitinkamai $U_{\text{iš } 1}$ ir $U_{\text{iš } 2}$ yra sujungti su mikroprocesoriaus 4 atitinkamais duomenų įvedimo įėjimais $D_{\text{in } 1}$ ir $D_{\text{in } 2}$, o mikroprocesoriaus 4 išėjimas $D_{\text{iš}}$ yra sujungtas su skaitmeninio rodytuvo 5 įėjimu U_{in} . Jutikliai 2 ir 3 yra sumontuoti atstumu Δd vienas nuo kito ir patalpinti virš laido 1, kurio teka matuojamoji srovė I_x , taip, kad atstumo Δd kryptis yra statmena laidui 1. Laidu 1 tekanti matuojamoji srovė I_x sukuria magnetinį lauką B_x , kurio stipris $H_x = B_x / (\mu_0 \cdot \mu)$ ir jo vertė jutiklių 2 ir 3 patalpinimo vietose atitinkamai yra H_1 ir H_2 , čia koeficientas μ išreiškia aplinkos magnetinės savybės – aplinkos magnetinė skvarba, o konstanta μ_0 yra matavimo sistemos SI konstanta – vakuomo magnetinė skvarba. Remiantis pateiktomis išraiškomis matuojamosios srovės stiprio I_x modulis $I_{o\text{ x}}$ yra apskaičiuojamas pagal šią formulę:

$$I_{o\text{ x}} = 2 \cdot \pi \cdot \Delta d \cdot \frac{H_1 \cdot H_2}{|H_1 - H_2|}, \quad (1)$$

čia apskaičiuotas srovės I_x modulio stipris $I_{o\text{ x}}$ nepriklauso nuo jutiklių 2 ir 3 atitinkamų atstumų d_1 ir d_2 iki laido 1, o $\Delta d = |d_1 - d_2| > 0$.

Jutiklių 2 ir 3 atitinkamuose išėjimuose $U_{\text{iš } 1}$ ir $U_{\text{iš } 2}$ atsiranda

proporcingos matuojamajai srovei I_{ox} išėjimo įtampos atitinkamai $U_{o\ iš\ 1}$ ir $U_{o\ iš\ 2}$, ir todėl mikroprocesoriumi 4 iš šių verčių matuojamoji srovė I_{ox} yra apskaičiuojama pagal šią formulę:

$$I_{ox} = k \cdot \frac{U_{o\ iš\ 1} \cdot U_{o\ iš\ 2}}{|U_{o\ iš\ 1} - U_{o\ iš\ 2}|}, \quad (2)$$

čia k – eksperimentiškai nustatoma kalibravimo konstanta.

Mikroprocesoriumi 4 apskaičiuota matuojamosios srovės stiprio I_x modulio vertė I_{ox} yra nuskaitoma išėjime D_{is} ir yra parodoma skaitmeninio rodytuvo 5 ekrane 10.

Nekontaktinio srovės matavimo įrenginio (Fig. 2) konstrukcija yra padaryta su ant laido 1 ir jo izoliacijos 6 uždedamu matavimo antgaliu, kuris yra sudarytas iš dviejų simetrinių dalių 7 ir 8, sudarančių besiplečiančio pleišto formos matavimo kontaktą. Matavimo antgalis 7-8 yra sujungtas su prietaiso dėžute 9 taip, kad viena jo simetrinė dalis 7 su joje įmontuotais jutikliais 2 ir 3 yra įtvirtinta pastoviai, o kita simetrinė dalis gali būti nuimama. Prietaiso dėžutės 9 vienoje iš plokštumų yra padarytas langelis 10 skaitmeninio rodytuvo 5 rodmenims skaityti, bei sumontuotas jungiklis 11 prietaisui įjungti ir išjungti. Magnetinio lauko B_x jutikliai 2 ir 3 yra sumontuoti matavimo antgalio dalyje 7, pastoviai sujungtoje su prietaiso dėžute 9, o kitos prietaiso elektroninės grandinės ir maitinimo baterija (akumulatorius) yra sumontuoti dėžutės 9 viduje.

Nekontaktinis srovės I_x matavimo įrenginys veikia tokiu būdu.

Prietaiso matavimo antgalis 7-8 yra prispaudžiamas prie laido 1, kuriuo teka matuojamoji srovė I_x , taip, kad laidas 1 kartu su jį gaubiančią izoliacija 6 patenka į besiplečiančio pleišto formos išpjovos plyšį. Kitu atveju, kai laidas 1 guli ant plokštumos, matavimo antgalio nuimama dalis 8 yra pašalinama ir likusi dalis 7 savo nuožulniaja plokštuma yra prispaudžiama prie laido 1 ir jo izoliacijos 6. Jungikliu 11 yra įjungiamas maitinimas ir prietaiso elektroninės grandinės pradeda veikti. Anksčiau aprašytu būdu skaitmeninio rodytuvo 5 ekrane 10 atsiranda matuojamosios srovės stiprio I_x modulio vertė I_{ox} , kuri, patogumo dėlei, gali būti įsimenama prietaiso elektroninės schemos atmintyje ir vizualiai nuskaitoma prietaisą atitraukus nuo laido 1. Kai yra matuojama pastovioji srovė $I_x =$, skaitmeninio rodytuvo 5 ekrane 10 atsiranda ženklas, pavyzdžiui, rodyklė $\rightarrow$ arba $\leftarrow$, parodanti srovės $I_x =$ tekėjimo

kryptį.

Palyginus su analogu, šis nekontaktinis srovės stiprio ir tekėjimo krypties matavimo įrenginys neturi apribojimų matuojamųjų laidų erdviniam išdėstymui ir leidžia matuoti kintamąją srovę / bei nuolatinę srovę $I_{\text{=}}$, parodydamas ir jos tekėjimo kryptį.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Nekontaktinis srovės matavimo būdas, kuriame matuojamosios srovės kuriamo magnetinio lauko stiprį matuoja magnetinio lauko jutiklius, kurio išėjime signalas yra proporcingas srovės stiprio moduliu, **b e s i s k i r i a n t i s** tuo, kad srovės kuriamo magnetinio lauko stiprį matuoja dviem magnetinio lauko jutikliais, kurių išėjimuose atsiradusius signalų modulius sudaugina ir atima, daugybos rezultatą padalina iš skirtumo rezultato, o matuojamosios srovės stiprio modulio vertę nustato proporcingai gautam dalybos rezultatui.

2. Nekontaktinis srovės matavimo įrenginys, susidedantis iš magnetinio lauko jutiklio ir prie jo išėjimo prijungtos įtampos matavimo elektroninės grandinės, kuri yra sumontuota prietaiso dėžutėje kartu su elektroniniu rodytuvu rodmenims skaityti, **b e s i s k i r i a n t i s** tuo, kad yra papildomai sumontuotas antras magnetinio lauko jutiklis, prie kurio išėjimo yra prijungta antra išėjimo įtampos matavimo elektroninė grandinė, antrojo magnetinio lauko jutiklio atstumas nuo laido, kuriuo teka matuojamoji srovė, yra padarytas skirtingas atstumui tarp laido ir pirmojo magnetinio lauko jutiklio, o pirmojo ir antrojo magnetinio lauko jutiklių išėjimai yra sujungti su atitinkamais mikroprocesoriaus duomenų įvedimo įėjimais, kurio apskaičiuotų duomenų išvedimo išėjimas yra sujungtas su elektroninio skaitmenų rodytuvo įėjimu.

3. Nekontaktinis srovės matavimo įrenginys pagal 2 punktą, **b e s i s k i r i a n t i s** tuo, kad prietaiso konstrukcija yra padaryta su ant laido ir jo izoliacijos uždedamu matavimo antgaliu, sudarytu iš dviejų simetrinių dalių, sudarančių besiplečiančio pleišto formos matavimo kontaktą, ir matavimo antgalis yra sujungtas su prietaiso dėžute taip, kad viena jo simetrinė dalis su joje įmontuotais magnetinio lauko jutikliais yra įtvirtinta pastoviai, o kita simetrinė dalis gali būti nuimama.

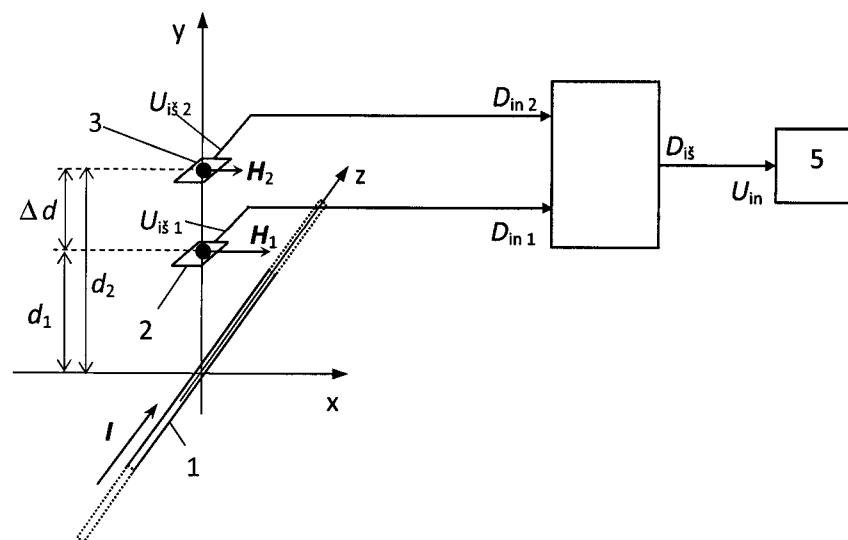


Fig. 1

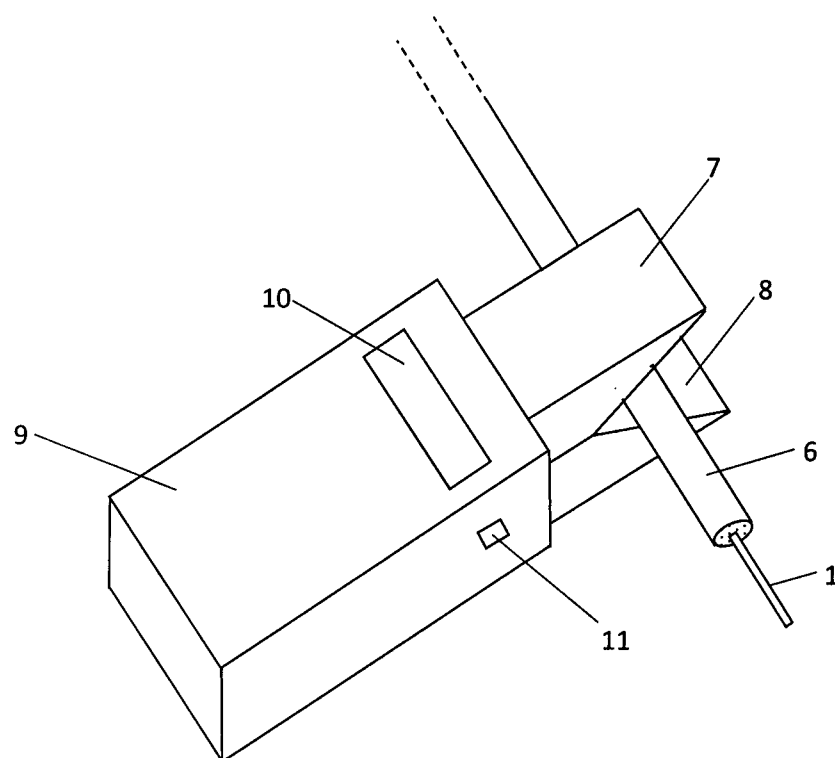


Fig. 2