

(19)



(10) **LT 5419 B**

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

(11) Patento numeris: **5419**

(51) Int. Cl. (2006): **G01F 1/00**

(21) Paraiškos numeris: **2005 056**

(22) Paraiškos padavimo data: **2005 06 02**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **2006 12 27**

(45) Patento paskelbimo data: **2007 05 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:

Juozapas Arvydas VIRBALIS, LT
Rimantas ŠIMELIŪNAS, LT
Robertas KATUTIS, LT

(73) Patento savininkas:

KAUNO TECNOLOGIJOS UNIVERSITETAS, K. Donelaičio g. 73, 44249 Kaunas, LT

(74) Patentinis patikėtinis:

Aurelija ŠIDLAUSKIENĖ, Patentinės patikėtinės Aurelijos Šidlauskienės firma, K. Būgos g. 29, LT-44326 Kaunas, LT

(54) Pavadinimas:

Elektromagnetinis srauto matuoklis

(57) Referatas:

Išradimas skirtas tekančių skysčių srauto kiekybinių charakteristikų (srauto dydžio, tūrio, masės ir panašiai) matavimui elektromagnetiniu būdu. Elektromagnetinis srauto matuoklis, kuriame yra matavimo kanalas, sudarytas iš nemagnetinės medžiagos vamzdžio su vidine izoliacija ir sienelėse įrengtais diametraliai priešingai vienas kitam dviem elektrodais, srovės šaltinis, pirmoji ir antroji ritės, formuojančios magnetinį lauką, statmeną vamzdžio ašiai ir tiesei, jungiančiai elektrodų centrus, atraminis varžas, pirmasis ir antrasis diferencialiniai stiprintuvai, pirmasis, antrasis, trečiasis, ketvirtasis ir penktasis tripoliai jungikliai procesorius, indikacijos ir atminties įrenginiai, pirmasis analoginis skaitmeninis keitiklis ir valdymo impulsų formuotuvai, papildomai įjungti stabilios įtampos šaltinis, komparatorius, antrasis analoginis skaitmeninis keitiklis, skaitmeninis analoginis keitiklis, stabilus dažnio impulsų generatorius, impulsų skaitiklis, pirmasis dvipolis jungiklis, o taip pat integratorius ir antrasis dvipolis jungiklis, kurie kartu su trečiuoju ir ketvirtuoju tripoliais jungikliais ir antruoju diferencialiniu stiprintuvu sudaro valdymo impulsų formuotuvą.

Išradimas skirtas tekančio uždaruose vamzdžiuose skysčio srauto kiekybinių charakteristikų (srauto dydžio, pratekėjusio tūrio arba masės ir pan.) matavimui elektromagnetiniu būdu.

Žinomas elektromagnetinis srauto matuoklis, kuriame yra matavimo kanalas, sudarytas iš nemagnetinės medžiagos vamzdžio su vidine izoliacija, valdymo schema, faktiškai esanti žadinimo srovės šaltiniu, tarp kurio išėjimo ir bendrojo matuoklio taško nuosekliai įjungtos pirmoji ir antroji ritės, formuojančios statmeną vamzdžio ašiai magnetinį lauką, bei atraminis varžas. Matavimo kanalo sienelėse įrengti du elektrodai taip, kad juos jungianti linija būtų statmena vamzdžio ašiai ir magnetinio lauko kryptiai. Elektrodai prijungti prie diferencialinio stiprintuvo įėjimo., sujungto su integruojančiuoju analoginiu skaitmeniniu keitikliu. Pastarojo išėjimas prijungtas prie procesoriaus įėjimo, savo išėjimais sujungto su žadinimo srovės šaltinio įėjimu, analoginio skaitmeninio keitiklio valdymo įėjimų grupe ir indikacijos įrenginio įėjimais [Europos patentas EP Nr.0521169, G01F 1/60, 1993].

Toks srauto matuoklis turi trūkumų, nes jo funkcinės galimybės nepakankamos. Jeigu srauto matuokliui dirbant jame atsiranda magnetinių priemaišų arba ant jo vidinių sienelių susidaro magnetinių nuosėdų, atsiranda matavimo paklaida, kuri gali būti didelė.

Siūlomo išradimo prototipas yra elektromagnetinis srauto matuoklis, kuriame yra matavimo kanalas, sudarytas iš nemagnetinės medžiagos vamzdžio su vidine izoliacija ir sienelėse įrengtais diametraliai priešingai vienas kitam dviems elektrodais, srovės šaltinis, pirmoji ir antroji ritės, formuojančios magnetinį lauką, atraminis varžas, pirmasis diferencialinis stiprintuvas, procesorius, indikacijos įrenginys ir integruojantysis analoginis skaitmeninis keitiklis, kurio atraminis įėjimas prijungtas prie atraminio varžo pirmojo išvado, informaciniai išėjimai - prie procesoriaus pirmosios informacinių išvadų grupės, valdymo įėjimų grupė sujungta su procesoriaus pirmąja valdymo išvadų grupe, antroji procesoriaus informacinių išvadų grupė - su indikacijos įrenginio informaciniais išvadais, be to, antrasis pirmosios žadinimo ritės išvadas sujungtas su pirmuoju antrosios ritės išvadu, antrasis antrosios ritės išvadas su pirmuoju atraminio varžo išvadu, o atraminio varžo antrasis išvadas sujungtas su bendruoju

matavimo grandinės tašku, papildomai įjungti pirmasis, antrasis, trečiasis, ketvirtasis ir penktasis tripoliai jungikliai, antrasis diferencialinis stiprintuvas, atminties įrenginys, trapecinės formos impulsų formuotuvai ir matavimo ritė, kurios ašis yra lygiagreti kanalo ašiai, o išvadai sujungti su antrojo diferencialinio stiprintuvo įėjimais, pirmojo tripolio jungiklio pirmasis polius prijungtas prie srovės šaltinio išėjimo, antrasis polius – prie pirmosios žadinimo ritės pirmojo išvado, trečiasis polius – prie antrojo tripolio jungiklio trečiojo poliaus, kurio pirmasis polius prijungtas prie pirmojo elektrodo, o antrasis polius – prie pirmojo diferencialinio stiprintuvo pirmojo įėjimo, antrasis elektrodas prijungtas prie trečiojo tripolio jungiklio pirmojo poliaus, kurio antrasis polius sujungtas su pirmojo diferencialinio stiprintuvo antruoju įėjimu, o trečiasis polius – su pirmuoju atraminio varžo išvadu, ketvirtasis tripolis jungiklis pirmuoju poliumi sujungtas su integruojančiojo analoginio skaitmeninio keitiklio matavimo įėjimu, antruoju poliumi – su pirmojo diferencialinio stiprintuvo išėjimu, trečiuoju poliumi – su antrojo diferencialinio stiprintuvo išėjimu, o penktasis tripolis jungiklis pirmuoju poliumi prijungtas srovės šaltinio valdymo įėjimo, antruoju poliumi – prie procesoriaus antrosios valdymo išvadų grupės šeštojo išėjimo, o trečiuoju poliumi – prie trapecinės formos impulsų formuotuvo išėjimo, kurio įėjimas prijungtas prie septintojo procesoriaus antrosios valdymo išvadų grupės išėjimo, be to, pirmojo – penktojo tripolių jungiklių valdymo įėjimai sujungti su, atitinkamai, pirmuoju – penktuoju procesoriaus antrosios valdymo išvadų grupės išėjimais, o atminties įrenginio informaciniai išvadai – su procesoriaus trečiąja informacinių išvadų grupe.

Prototipu pasirinktame srauto matuoklyje nėra jokių galimybių nenutraukus matavimo ir neišmontavus matavimo kanalo įsitikinti, ar sraute yra magnetinių nuosėdų ir ar nesusidarė magnetinių nuosėdų sluoksnis. Dėl to jis neužtikrina matavimo rezultatų patikimumo ir pakankamo matavimo tikslumo atliekant ilgalaikį nenutrūkstamą matavimą.

Siūlomo išradimo tikslas yra elektromagnetinio srauto matuoklio funkcinių galimybių praplėtimas, įgalinantis padidinti matavimo rezultatų patikimumą ir matavimo tikslumą atliekant nenutrūkstamą ilgalaikį matavimą.

Šis tikslas siūlomame išradime pasiekiamas taip. Elektromagnetiniame srauto matuoklyje, kuriame yra matavimo kanalas, sudarytas iš nemagnetinės medžiagos vamzdžio su vidine izoliacija ir sienelėse įrengtais diametraliai priešingai vienas kitam

dviems elektrodais, srovės šaltinis, pirmoji ir antroji ritės, atraminis varžas, pirmasis ir antrasis diferencialiniai stiprintuvai, procesorius, indikacijos įrenginys, atminties įrenginys, pirmasis, antrasis trečiasis ketvirtasis ir penktasis tripoliai jungikliai, valdymo impulsų formuotuvai ir pirmasis analoginis skaitmeninis keitiklis, kurio informaciniai išėjimai prijungti prie procesoriaus pirmosios informacinių išvadų grupės, valdymo įėjimų grupė sujungta su procesoriaus pirmąja valdymo išvadų grupe, antroji ir trečioji procesoriaus informacinių išvadų grupės – su, atitinkamai, indikacijos įrenginio ir atminties įrenginio informaciniais išvadais, be to, pirmasis pirmosios žadinimo ritės išvadas sujungtas su srovės šaltinio išėjimu, antrasis - su pirmuoju antrosios ritės išvadu, antrasis antrosios ritės išvadas su pirmuoju atraminio varžo išvadu, kurio antrasis išvadas sujungtas su bendruoju matavimo grandinės tašku, pirmojo, antrojo trečiojo, ketvirtojo ir penktojo tripolių jungiklių valdymo įėjimai sujungti su atitinkamai, pirmuoju, antruoju, trečiuoju, ketvirtuoju ir penktuoju procesoriaus antrosios valdymo išvadų grupės išėjimais, papildomai įjungti stabilios įtampos šaltinis, komparatorius, antrasis analoginis skaitmeninis keitiklis, skaitmeninis analoginis keitiklis, stabilaus dažnio impulsų generatorius, impulsų skaitiklis, pirmasis dvipolis jungiklis, o taip pat integratorius ir antrasis dvipolis jungiklis, kurie kartu su ketvirtuoju ir penktuoju tripoliais jungikliais ir antruoju diferencialiniu stiprintuvu įjungti į valdymo impulsų formuotuvo schemą, be to, pirmasis ir antrasis elektrodai sujungti su pirmuoju ir antruoju pirmojo diferencialinio stiprintuvo įėjimu, kurio išėjimas sujungtas su pirmojo analoginio skaitmeninio keitiklio informaciniu įėjimu, o su bendruoju antrosios žadinimo ritės ir atraminio varžo tašku sujungtas antrojo diferencialinio stiprintuvo pirmasis įėjimas, kurio išėjimas sujungtas su srovės šaltinio įėjimu, o antrasis įėjimas su ketvirtojo tripolio jungiklio trečiuoju poliumi, kurio antrasis polius su trečiuoju penktojo tripolio jungiklio poliumi, antruoju poliumi sujungto su bendruoju grandinės tašku, o pirmuoju poliumi su stabilios įtampos šaltinio išėjimu kartu su pirmojo tripolio jungiklio pirmuoju poliumi, kurio antrasis polius sujungtas su bendruoju grandinės tašku, o trečiasis polius – su integratoriaus įėjimu, kurio išėjimas prijungtas prie ketvirtojo tripolio jungiklio pirmojo poliaus kartu su pirmuoju antrojo tripolio jungiklio poliumi, kurio antrasis polius prijungtas prie srovės šaltinio, o trečiasis polius - prie komparatoriaus pirmojo įėjimo, išėjimu sujungto su procesoriaus valdymo įėjimu, antrojo analoginio skaitmeninio keitiklio įėjimas prijungtas prie srovės šaltinio išėjimo,

o informacinių išėjimų grupė - prie procesoriaus ketvirtosios informacinių išvadų grupės, procesoriaus antrosios valdymo išvadų grupės šeštasis ir septintasis išėjimai sujungti su pirmojo ir antrojo dvipolių jungiklių valdymo įėjimais, penktoji informacinių išvadų grupė sujungta su skaitmeninio analoginio keitiklio informacinių įėjimų grupe, kurio išėjimas sujungtas su trečiojo tripolio jungiklio pirmuoju poliumi, antruoju poliumi sujungto su stabilios įtampos šaltinio išėjimu, o trečiuoju poliumi – su komparatoriaus antruoju įėjimu, integratoriaus grįžtamojo ryšio grandinė sujungta su antrojo dvipolio jungiklio pirmuoju ir antruoju poliumi, be to šeštoji procesoriaus informacinių išvadų grupė sujungta su impulsų skaitiklio informaciniais išvadais, kurio įėjimas per pirmąjį dvipolį jungiklį prijungtas prie stabilaus dažnio impulsų generatoriaus išėjimo, o įnulinimo išvadas – prie procesoriaus antrosios valdymo išvadų grupės aštuntojo išėjimo.

Siūlomas išradimas esmingai praplečia prietaiso funkcines galimybes. Atsiradus magnetinėms dalelėms matuojamojo skysčio sraute arba nors dalinėms magnetinėms nuosėdoms ant matavimo kanalo vidinių sienelių išauga abipusis induktyvumas tarp žadinimo ričių ir ekvivalentinis abiejų žadinimo ričių induktyvumas. Apie tai nedelsiant pateikiama informacija prietaiso indikacijos įrenginyje ir aptarnaujantysis personalas gali imtis reikalingų priemonių. Taip galima išvengti dėl galima išvengti dėl magnetinių priemaišų arba nuosėdų atsirandančios matavimo paklaidos. Matavimo rezultatų patikimumas ir matavimo tikslumas išauga.

Elektromagnetinio srauto matuoklio blokinė schema parodyta brėžinyje.

Elektromagnetinis srauto matuoklis turi matavimo kanalą 1, sudarytą iš nemagnetinės medžiagos vamzdžio su vidine izoliacija ir sienelėse įrengtais diametraliai priešingai vienas kitam dviem elektrodais, srovės šaltinį 2, pirmąją 3 ir antrąją 4 rites, formuojančias magnetinį lauką, atraminę varžą 5, pirmąjį diferencialinį stiprintuvą 6, pirmąjį analoginį skaitmeninį keitiklį 7, procesorių 8, indikacijos įrenginį 9, atminties įrenginį 10, pirmąjį 11, antrąjį 12 ir trečiąjį 13 tripolius jungiklius, stabilios įtampos šaltinį 14, komparatorių 15, antrąjį analoginį skaitmeninį keitiklį 16, skaitmeninį analoginį keitiklį 17, stabilaus dažnio impulsų generatorių 18, impulsų skaitiklį 19, pirmąjį dvipolį jungiklį 20 ir valdymo impulsų formuotuvą 21, sudarytą iš antrojo diferencialinio stiprintuvo 22, ketvirtojo 23 ir penktojo 24 tripolių jungiklių, integratoriaus 25 ir antrojo dvipolio jungiklio 26. Pirmojo analoginio skaitmeninio

keitiklio 7 informaciniai išėjimai prijungti prie procesoriaus 8 pirmosios informacinių išvadų grupės, o valdymo išvadų grupė – prie procesoriaus pirmosios valdymo išvadų grupės, procesoriaus 8 antroji informacinių išvadų grupė sujungta su indikacijos įrenginio 9 informaciniais išvadais, atminties įrenginio 10 informaciniai išvadai – su procesoriaus 8 trečiaja informacinių išvadų grupe, be to, su srovės šaltinio 2 išėjimu sujungtas pirmosios ritės 3 pirmasis išvadas, o antrasis išvadas sujungtas su pirmuoju antrosios ritės 4 išvadu, antrasis antrosios ritės 4 išvadas su pirmuoju atraminio varžo 5 išvadu, o atraminio varžo 5 antrasis išvadas sujungtas su bendruoju matavimo grandinės tašku, matavimo kanalo 1 pirmasis ir antrasis elektrodai sujungti su pirmuoju ir antruoju pirmojo diferencialinio stiprintuvo 6 įėjimu, kurio išėjimas sujungtas su pirmojo analoginio skaitmeninio keitiklio 7 informaciniu įėjimu, antrojo diferencialinio stiprintuvo 22 pirmasis įėjimas sujungtas su bendruoju antrosios žadinimo ritės 4 ir atraminio varžo 5 tašku, išėjimas sujungtas su srovės šaltinio 2 įėjimu, o antrasis įėjimas su ketvirtojo tripolio jungiklio 23 trečiuoju poliumi, kurio pirmasis polius sujungtas su integratoriaus 25 išėjimu, o antrasis polius su penktojo tripolio jungiklio 24 trečiuoju poliumi, kurio antrasis polius sujungtas su bendruoju grandinės tašku, o pirmasis polius su stabilios įtampos šaltinio 14 išėjimu kartu su pirmojo tripolio jungiklio 11 pirmuoju poliumi, antruoju poliumi sujungto su bendruoju grandinės tašku, o trečiuoju poliumi – su integratoriaus 25 įėjimu, kurio grįžtamojo ryšio grandinė sujungta su antrojo dvipolio jungiklio 26 pirmuoju ir antruoju poliais. Antrojo tripolio jungiklio 12 pirmasis polius prijungtas prie integratoriaus 25 išėjimo, antrasis polius – prie srovės šaltinio 2 išėjimo, o trečiasis polius – prie komparatoriaus 15 pirmojo įėjimo, kurio išėjimas prijungtas prie procesoriaus 8 valdymo įėjimo, o antrasis įėjimas – prie su trečiojo tripolio jungiklio 13 trečiojo poliaus, kurio antrasis polius prijungtas prie stabilios įtampos šaltinio 14 išėjimo, o pirmasis polius – prie skaitmeninio analoginio keitiklio 17 išėjimo. Srovės šaltinio 2 išėjimas prijungtas prie antrojo analoginio skaitmeninio keitiklio 16 įėjimo, kurio informacinių išėjimų grupė sujungta su procesoriaus 8 ketvirtąja informacinių išvadų grupe. Procesoriaus 8 antrosios valdymo išvadų grupės pirmasis, antrasis, trečiasis, ketvirtasis ir penktasis išėjimai sujungti su atitinkamai pirmojo 11, antrojo 12, trečiojo 13, ketvirtojo 23 ir penktojo 24 tripolių jungiklių valdymo įėjimais, o šeštasis ir septintasis išėjimai – su pirmojo 20 ir antrojo dvipolio jungiklio 26 valdymo įėjimais, penktoji informacinių išvadų grupė sujungta su skaitmeninio analoginio keitiklio 17

informacinių įėjimų grupę. Šeštoji procesoriaus 8 informacinių išvadų grupė sujungta su impulsų skaitiklio 19 informaciniais išvadais, kurio įėjimas per pirmąjį dvipolį jungiklį 20 prijungtas prie stabilaus dažnio impulsų generatoriaus 18 išėjimo, o įnulinimo išvadas – prie procesoriaus 8 antrosios valdymo išvadų grupės aštuntojo išėjimo.

Elektromagnetinis srauto matuoklio darbą valdo procesorius 8. Vienas matuoklio darbo periodas susideda iš dviejų ciklų: pirmojo ir antrojo. Pirmasis ciklas susideda iš keturių intervalų: pirmojo, antrojo, trečiojo ir ketvirtąjo. Pirmasis intervalas prasideda, pirmąjį dvipolį jungiklį 20 sujungus, antrąjį dvipolį jungiklį 26 atjungus, o pirmajame 11, antrajame 12, trečiajame 13, ketvirtajame 23 ir penktajame 24 tripoliuose jungikliuose sujungus pirmąjį ir trečiąjį polius. Srovė magnetinio lauko žadinimo ritėse pradeda augti nuo nulinės vertės. Integratoriaus 25 įėjime veikia stabilios įtampos šaltinio 14 įtampa U_0 , o išėjime įtampa tiesiškai auga $U_I = (U_0 \cdot t) / \tau$, čia τ - integratoriaus laiko pastovioji. Įtampa U_0 veikia ir antrojo diferencialinio stiprintuvo 22 antrajame įėjime. Šis diferencialinis stiprintuvas kartu su srovės šaltiniu 2, ritėmis 3 ir 4 bei atraminiu varžu 5, kurio bendras su 4 rite taškas prijungtas prie stiprintuvo 22 pirmojo įėjimo, sudaro neigiamojo grįžtamojo ryšio pagal srovę grandinę. Todėl įtampa U_{R0} varže 5, kurio varža lygi R_0 , bus palaikoma tokia pat, kaip U_I . Magnetinio lauko žadinimo srovė I_z taip pat keisis teisiškai: $I_z = U_I / R_0 = (U_0 \cdot t) / (R_0 \cdot \tau)$. Įtampą srovės šaltinio išėjime galima išreikšti taip: $U_s = U_{R0} + U_{Rr} + U_L$ čia $U_{R0} = I_z R_0$ - įtampa, krintanti varže R_0 , $U_{Rr} = I_z R_r$ - įtampa, krintanti žadinimo ričių suminėje aktyviojoje varžoje R_r , ir $U_L = L_e (dI_z / dt)$ - įtampa, veikianti suminiame abiejų žadinimo ričių induktyvume. Taip tęsis tol, kol įtampa U_s srovės šaltinio išėjime pasieks vertę U_v , esančią skaitmeninio analoginio keitiklio 17 išėjime. Pasiekus šią įtampą paveiks komparatorius 15. Pirmasis ciklo intervalas baigiasi, o antrasis - prasideda. Komparatoriaus 15 išėjimo signalui patekus į procesoriaus 8 valdymo įėjimą, pastarasis perjungia pirmąjį 11 ir ketvirtąjį 23 tripolius jungiklius, sujungdamas jų antruosius ir trečiuosius polius, o taip pat sujungia antrojo dvipolio jungiklio 26 polius bei atjungia pirmojo dvipolio jungiklio 20 polius. Procesorius nuskaityto impulsų skaitiklio 19 turinį N_1 ir palygina jį su skaičiumi N_{10} , gautuoju tame pat skaitiklyje pasibaigus pirmajam intervalui srauto matuoklio kalibravimo metu. Antrajame ciklo intervale integratorius 25 iškraunamas, o į antrojo diferencialinio stiprintuvo 22 antrąjį išėjimą paduodama stabili įtampa U_0 . Srovės

šaltinio išėjimo srovė auga tol, kol įtampa atraminiam varžei pasiekia tą pačią vertę U_0 . Šiuo metu per ritę teka srovė $I_0 = U_0/R_0$. Nusistovėjus žadinimo srovės vertei I_0 , pirmojo diferencialinio stiprintuvo 6 išėjime veikianti įtampa U_Q , proporcinga elektrodų signalui, taigi ir skysčio srautui Q , tekančiam kanale 1, keitiklyje 7 integruojama intervale τ_0 . Srovei I_0 nekintant įtampos kritimo induktyvinėje ritės varžoje nelieka, ir įtampa srovės šaltinio 2 išėjime tampa lygi: $U_v = I_0(R_0 + R_r)$. Antrojo laiko intervalo pabaigoje šios įtampos U_v skaitinę vertę N_v procesorius 8 nuskaito iš antrojo analoginio skaitmeninio keitiklio 16 informacinių išėjimų, persiunčia šį skaičių N_v į atminties įrenginį 10. Tuo antrasis ciklo intervalas baigiasi ir prasideda trečiasis intervalas. Prasidedant šiam intervalui procesorius įnulina skaitiklio 19 turinį, pirmajame tripoliame jungiklyje 11 sujungia pirmąjį ir trečiąjį polius, o antrajame 12, trečiajame 13 ir penktajame 24 tripoliuose jungikliuose sujungia antrąjį ir trečiąjį polių, pirmasis dvipolis jungiklis 20 sujungiamas, o antrasis dvipolis jungiklis 26 – atjungiamas. Prie antrojo diferencialinio stiprintuvo 22 pirmojo įėjimo prijungiamas nulinis potencialas, srovė magnetinio lauko žadinimo ritėse palaipsniui krenta iki nulio. Naudojant dvigubą integravimo metodą pirmajame analoginiame skaitmeniniame keitiklyje 7 suformuojama skaitmeninė elektrodų informacinio signalo vertė N_Q , kurią procesorius 8 nuskaito ir persiunčia į atminties įrenginį 10. Integratoriaus 25 išėjime įtampa $U_I = (U_0 \cdot t)/\tau$ teisiškai auga tol, kol pasiekia vertę U_0 . Šiuo metu paveikia komparatorius 15. Tuo baigiasi trečiasis intervalas ir prasideda ketvirtasis intervalas. Komparatoriaus 15 išėjimo signalui patekus į procesoriaus 8 valdymo įėjimą, pastarasis perjungia pirmąjį 11 tripolį jungiklį, sujungdamas jo antruosius ir trečiuosius polius, o taip pat sujungia antrojo dvipolio jungiklio 26 polius bei atjungia pirmojo dvipolio jungiklio 20 polius. Procesorius nuskaito impulsų skaitiklio 19 turinį N_{13} ir palygina jį su skaičiumi N_{130} gautuoju tame pat skaitiklyje pasibaigus pirmojo ciklo trečiajam laiko intervalui srauto matuoklio kalibravimo metu. Ketvirtasis periodas, o kartu ir visas matavimo ciklas baigiasi, kai integratoriaus 25 talpa pilnai iškraunama. Iš karto pasibaigus ketvirtajam intervalui prasideda kito antrojo ciklo pirmasis intervalas. Antrajame cikle visi blokai veikia taip pat, kaip ir pirmajame cikle, išskyrus trečiąjį tripolį jungiklį, kuris antrojo ciklo trečiajame intervale neperjungiamas. Jame lieka sujungti pirmasis ir trečiasis poliai. Todėl antrojo ciklo trečiajame intervale integratoriaus išėjime tiesiškai

auga tol, kol pasiekia vertę U_v . Tada paveikia komparatorius 15 ir toliau viskas vyksta taip, kaip ir pirmajame cikle. Procesorius nuskaity impulsų skaitiklio 19 turinį N_{23} ir palygina jį su skaičiumi N_{230} , gautu antrojo ciklo trečiajame intervale matuoklio kalibravimo metu.

Taigi kiekviename matavimo periode suformuojamas ne tik skaitinis skysčio srauto signalas N_Q . Pagal impulsų skaitiklio 19 turinio N_1, N_{13}, N_{23} ir pokyčius lyginant su N_{10}, N_{130} ir N_{230} galime spręsti apie suminio matavimo ričių induktyvumo L_e pokyčius. Tam šie rezultatai procesoriuje turi būti tinkamai apdorojami. Pirmame ciklo intervale komparatorius 14 paveikia, kai pasiekama lygybė $U_s = U_v$. Įvertinę U_s ir U_v vertes gauname: $U_0[(R_0 + R_r)/R_0](t_1/\tau) + (U_0 L_e)/(R_0 \tau) = U_0[(R_0 + R_r)/R_0]$. Suprastinę ir pertvarę gauname: $L_e/(R_0 + R_r) = \tau - t_1$. Pirmojo intervalo trukmė abiejuose cikluose yra t_1 . Jeigu generatoriaus 18 impulsų dažnis yra f_0 , tai impulsų skaitiklyje per šį laiką sukaupiamas turinys $N_1 = f_0 t_1$. Pirmojo ciklo trečiasis intervalas pasibaigia, kai integratoriaus išėjimas pasiekia U_0 : $U_0(t_{13}/\tau) = U_0$, taigi šis intervalas užtrunka o jo skaitinė vertė gaunama $N_{13} = f_0 t_{13}$. Todėl teisinga yra lygybė $L_e/(R_0 + R_r) = (N_{13} - N_1)/f_0$. Antrojo ciklo trečiojo intervalo trukmė apskaičiuojama iš lygybės $U_0(t_{23}/\tau) = [(R_0 + R_r)/R_0]U_0$. Taigi $t_{23}/t_{13} = N_{23}/N_{13} = [(R_0 + R_r)/R_0]$. Srauto matuoklio kalibravimo metu gauname $L_{e0}/(R_0 + R_{r0}) = (N_{130} - N_{10})/f_0$. Čia L_{e0} ir R_{r0} – žadinimo ričių suminio induktyvumo vertė ir jų laidų varžos vertės, o N_{130} ir N_{10} – τ ir t_1 skaitinės vertės kalibravimo metu. Srauto matuokliui veikiant ilgą laiką gali šiek tiek keistis τ , R_r ir L_e . Pažymėkime šiuos pokyčius $\Delta\tau = \tau - \tau_0$, $\Delta R_r = R_r - R_{r0}$ ir $\Delta L_e = L_e - L_{e0}$. Dėl šių pokyčių atsiras pokyčiai $\Delta N_1 = N_1 - N_{10}$, $\Delta N_{13} = N_{13} - N_{130}$ ir $\Delta N_{23} = N_{23} - N_{230}$. Įvertinę šiuos pokyčius, gausime tokią lygybę:

$$\frac{L_{e0}}{R_0 + R_{r0}} \cdot \frac{1 + (\Delta L_e/L_{e0})}{1 + [\Delta R_r/(R_0 + R_{r0})]} = \frac{N_{130} - N_{10}}{f_0} \left(1 + \frac{\Delta N_{13}}{N_{130} - N_{10}} - \frac{\Delta N_1}{N_{130} - N_{10}} \right) \quad \text{Jei}$$

pokyčiai neviršija 5%, galime naudotis tokia lygybe:

$$\frac{1 + (\Delta L_e/L_{e0})}{1 + [\Delta R_r/(R_0 + R_{r0})]} = \left(1 + \frac{\Delta L_e}{L_{e0}} \right) \left(1 - \frac{\Delta R_r}{R_0 + R_{r0}} \right) \cong 1 + \frac{\Delta L_e}{L_{e0}} - \frac{\Delta R_r}{R_0 + R_{r0}} \quad \text{Įvertinę kalibravi-$$

mo metu gautą lygybę turėsime: $\frac{\Delta L_e}{L_{e0}} - \frac{\Delta R_r}{R_0 + R_{r0}} = \frac{\Delta N_{13}}{N_{130} - N_{10}} - \frac{\Delta N_1}{N_{130} - N_{10}}$. Iš

pirmojo ir antrojo ciklo trečiųjų intervalų galime išreikšti $\frac{\Delta R_r}{R_0 + R_{r0}} = \frac{\Delta N_{23}}{N_{23}} \cdot \frac{N_{130}}{N_{230}}$. Tai

įvertinę galime nustatyti santykinį suminio žadinimo ričių induktyvumo L_e pokytį

lyginant su gautu kalibravimo metu:
$$\frac{\Delta L_e}{L_{e0}} = \frac{\Delta N_{13}}{N_{130} - N_{10}} + \frac{\Delta N_{23}}{N_{23}} \frac{\Delta N_{130}}{N_{230}} - \frac{\Delta N_1}{N_{130} - N_{10}}$$

Atlikus tokius skaičiavimus galima labai tiksliai nustatyti suminio ričių induktyvumo pokyčius. Suminio žadinimo ričių induktyvumą galima išreikšti taip: $L_e = \Psi_e / I_z$. Čia Ψ_e – pilnas magnetinis srautas, sukuriamas žadinimo ritėse. Žadinimo srovės dydis apspręstas stabilios įtampos U_0 ir stabilios varžos R_0 . Tuo tarpu magnetinis srautas gali išaugti atsiradus sraute magnetinėms dalelėms arba magnetinėms nuosėdoms ant kanalo sienelių. Šio srauto santykinis pokytis lygus tūrinei magnetinių dalelių koncentracijai. Ir vienu ir kitu atveju atsiranda matavimo paklaida, kuri gali būti žymiai didesnė už magnetinių dalelių koncentraciją. Užfiksavęs L_e pokytį, procesorius išveda į indikacijos įrenginį perspėjantį signalą apie galimą magnetinių dalelių atsiradimą sraute.

Siūlomas išradimas leidžia nenutraukiant matavimo labai operatyviai nustatyti tą momentą, kada matavimo kanalo viduje arba ant jo sienelių atsiranda magnetinių dalelių. Tai labai naudingai išplečia prietaiso funkcines galimybes, nes laiku perspėja aptarnaujantį personalą apie gresiantį matavimo tikslumo sumažėjimą. Visa tai padidina matavimo tikslumą ir matavimo rezultatų patikimumą. Kadangi tokie matuokliai dažniausia naudojami komerciniam atsiskaitymui, tai yra labai aktualu.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

Elektromagnetinis srauto matuoklis, kuriame yra matavimo kanalas, sudarytas iš nemagnetinės medžiagos vamzdžio su vidine izoliacija ir sienelėse įrengtais diametraliai priešingai vienas kitam dviems elektrodais, srovės šaltinis, pirmoji ir antroji ritės, atraminis varžas, pirmasis ir antrasis diferencialiniai stiprintuvai, procesorius, indikacijos įrenginys, atminties įrenginys, pirmasis, antrasis, trečiasis, ketvirtasis ir penktasis tripoliai jungikliai, valdymo impulsų formuotuvai ir pirmasis analoginis skaitmeninis keitiklis, kurio informaciniai išėjimai prijungti prie procesoriaus pirmosios informacinių išvadų grupės, valdymo įėjimų grupė sujungta su procesoriaus pirmąja valdymo išvadų grupe, antroji ir trečioji procesoriaus informacinių išvadų grupės – su, atitinkamai, indikacijos įrenginio ir atminties įrenginio informaciniais išvadais, be to, pirmasis pirmosios žadinimo ritės išvadas sujungtas su srovės šaltinio išėjimu, antrasis – su pirmuoju antrosios ritės išvadu, antrasis antrosios ritės išvadas su pirmuoju atraminio varžo išvadu, kurio antrasis išvadas sujungtas su bendruoju matavimo grandinės tašku, pirmojo, antrojo trečiojo, ketvirtojo ir penktojo tripolių jungiklių valdymo įėjimai sujungti su atitinkamai, pirmuoju, antruoju, trečiuoju, ketvirtuoju ir penktuoju procesoriaus antrosios valdymo išvadų grupės išėjimais, b e s i s k i r a n t i s tuo, kad į jį papildomai įjungti stabilios įtampos šaltinis, komparatorius, antrasis analoginis skaitmeninis keitiklis, skaitmeninis analoginis keitiklis, stabilaus dažnio impulsų generatorius, impulsų skaitiklis, pirmasis dvipolis jungiklis, o taip pat integratorius ir antrasis dvipolis jungiklis, kurie kartu su ketvirtuoju ir penktuoju tripoliais jungikliais ir antruoju diferencialiniu stiprintuvu įjungti į valdymo impulsų formuotuvo schemą, be to, pirmasis ir antrasis elektrodai sujungti su pirmuoju ir antruoju pirmojo diferencialinio stiprintuvo įėjimu, kurio išėjimas sujungtas su pirmojo analoginio skaitmeninio keitiklio informaciniu įėjimu, o su bendruoju antrosios žadinimo ritės ir atraminio varžo tašku sujungtas antrojo diferencialinio stiprintuvo pirmasis įėjimas, kurio išėjimas sujungtas su srovės šaltinio įėjimu, o antrasis įėjimas su ketvirtojo tripolio jungiklio trečiuoju poliumi, kurio antrasis polius sujungtas su trečiuoju penktojo tripolio jungiklio poliumi, antruoju poliumi sujungto su bendruoju grandinės tašku, o pirmuoju poliumi su stabilios įtampos šaltinio išėjimu kartu su pirmojo tripolio jungiklio pirmuoju poliumi, kurio antrasis polius sujungtas su bendruoju grandinės

tašku, o trečiasis polius – su integratoriaus įėjimu, kurio išėjimas prijungtas prie ketvirtąjo tripolio jungiklio pirmojo poliaus kartu su pirmuoju antrojo tripolio jungiklio poliumi, kurio antrasis polius prijungtas prie srovės šaltinio išėjimo, o trečiasis polius - prie komparatoriaus pirmojo įėjimo, išėjimu sujungto su procesoriaus valdymo įėjimu, antrojo analoginio skaitmeninio keitiklio įėjimas prijungtas prie srovės šaltinio išėjimo, o informacinių išėjimų grupė - prie procesoriaus ketvirtosios informacinių išvadų grupės, procesoriaus antrosios valdymo išvadų grupės šeštasis ir septintasis išėjimai sujungti su pirmojo ir antrojo dvipolių jungiklių valdymo įėjimais, penktoji informacinių išvadų grupė sujungta su skaitmeninio analoginio keitiklio informacinių įėjimų grupe, kurio išėjimas sujungtas su trečiojo tripolio jungiklio pirmuoju poliumi, antruoju poliumi sujungto su stabilios įtampos šaltinio išėjimu, o trečiuoju poliumi – su komparatoriaus antruoju įėjimu, integratoriaus grįžtamojo ryšio grandinė sujungta su antrojo dvipolio jungiklio pirmuoju ir antruoju poliumi, be to šeštoji procesoriaus informacinių išvadų grupė sujungta su impulsų skaitiklio informaciniais išvadais, kurio įėjimas per pirmąjį dvipolį jungiklį prijungtas prie stabilaus dažnio impulsų generatoriaus išėjimo, o įnulinimo išvadas – prie procesoriaus antrosios valdymo išvadų grupės aštuntojo išėjimo.

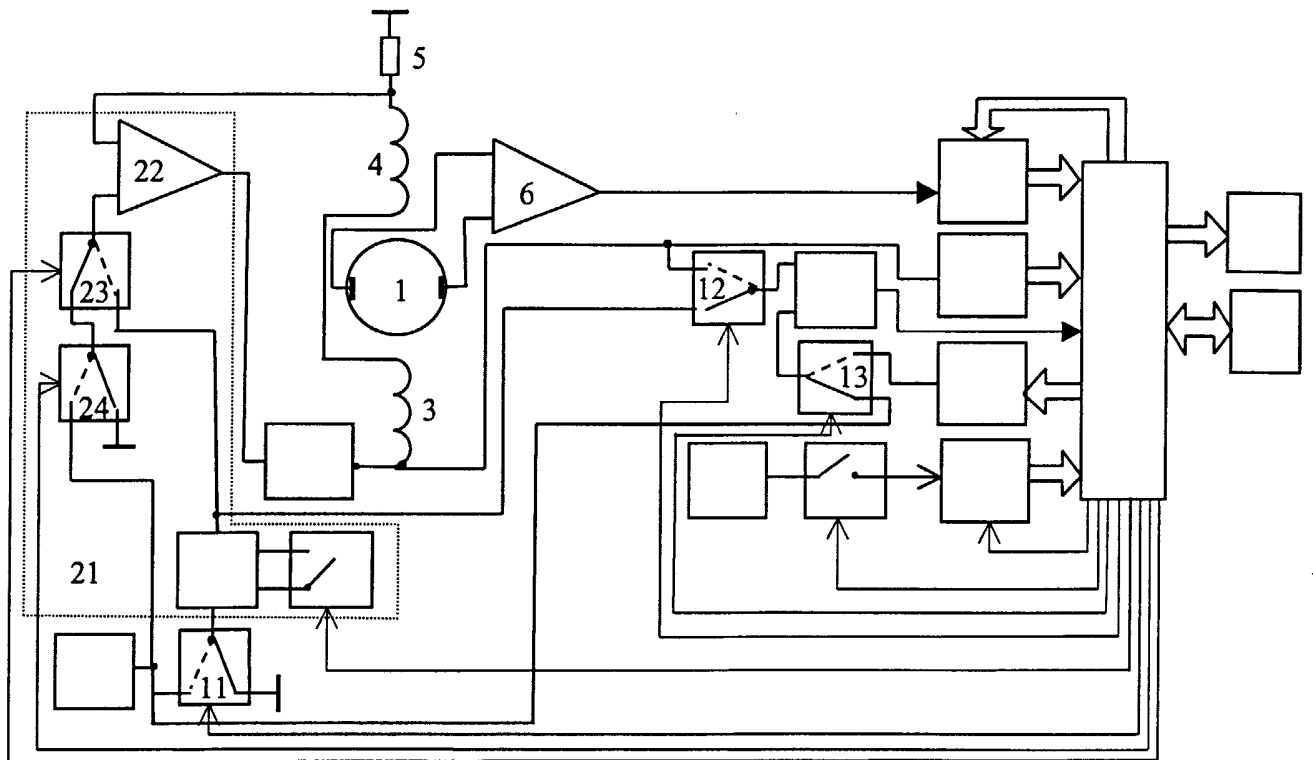


FIG.1