

(11) Patent numeris: **4189**

(51) Int. Cl.⁶: **G01F 1/58**

(21) Paraiškos numeris: **95-089**

(22) Paraiškos padavimo data: **1995 07 27**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **1997 02 25**

(45) Patent paskelbimo data: **1997 07 25**

(72) Išradėjas:

Juozapas Arvydas Virbalis, LT
Romualdas Vaikasas, LT

(73) Patent savininkas:

Uždaroji akcinė bendrovė "KATRA", Taikos pr. 113, 3000 Kaunas, LT

(74) Patentinis patikėtinis:

Aldona Orlienė, 20, Savanorių pr. 417-7, 3042 Kaunas, LT

(54) Pavadinimas:

Elektromagnetinis debitomatis

(57) Referatas:

Išradimas skirtas tekančių skysčių debito ir kiekio matavimui elektromagnetiniu būdu, naudojant žemojo dažnio impulsinį magnetinį lauką.

Siekiant supaprastinti elektromagnetinio debitomačio konstrukciją ir padidinti matavimo tikslumą, į elektromagnetinį debitomatį, kuriame yra daviklis (1), sudarytas iš nemagnetinės medžiagos vamzdžio (2), kurio viduje įtaisyti du izoliuoti nuo vamzdžio sienelių elektrodai, bei elektromagneto, turinčio pirmąją (3) ir antrąją (4) žadinimo apvijas, prie daviklio (1) elektrodų pirmuoju ir antruoju jėjimu prijungtas stiprintuvas (5), žadinimo srovės generatorius (9), demodulatorius (6), valdančiųjų impulsų generatorius (8), integratorius (10), iš analogo-skaitmeninio keitiklio (17) ir dalijimo bloko (18) sudarytas normavimo blokas (7) ir indikacinis blokas (16), papildomai įjungiant dvipusį diodinį stabilizatorą (15) bei pirmąjį (11), antrąjį (13) ir trečiąjį (12) raktus.

Išradimas skirtas tekančių skysčių debito ir kiekio matavimui elektromagnetiniu būdu, naudojant žemojo dažnio impulsinį magnetinį lauką.

Žinomas elektromagnetinis debitomatis, turintis daviklį, žadinimo srovės generatorių ir daviklio signalo matavimo keitiklį. Daviklis sudarytas iš nemagnetinės medžiagos vamzdžio atkarpos su vidiniu izoliuojančiu paviršiumi, kuriame įrengti elektrodai bei ant viršaus įtaisytų magnetinio lauko žadinimo ir indukcijos matavimo ričių. Žadinimo srovės dydis jame reguliuojamas priklausomai nuo indukcijos matavimo ritėje gauto signalo dydžio taip, kad magnetinio lauko indukcijos reikšmė būtų pastovi. Tokiame debitomatyje labai sumažinta daviklio magnetinės grandinės parametų įtaka debitomačio matavimo tikslumui [Europos patentas EP Nr.0521169, G01F 1/60, 1993].

Siūlomo išradimo prototipas yra elektromagnetinis debitomatis sudarytas iš daviklio, žadinimo srovės generatoriaus, stiprintuvo, indikacijos bloko, demodulatoriaus, atraminio signalo detektoriaus, integratoriaus, analogo - skaitmeninio keitiklio, skaitmeninio - analoginio keitiklio ir dalijimo bloko. Daviklis sudarytas iš vamzdžio atkarpos, kurio priešingose sienelėse įtaisyti izoliuoti elektrodai, elektromagneto su dviem žadinimo ritėmis, tarp kurio polių įdėtas daviklio vamzdis ir atraminio signalo apvijų, įtaisytų tarp elektromagneto polių ir vamzdžio. Prie stiprintuvo įėjimų prijungti daviklio elektrodai, o išėjimas sujungtas per demoduliatorių su dalijimo bloko pirmuoju įėjimu. Žadinimo srovės generatoriaus išėjimas prijungtas prie nuosekliai sujungtų žadinimo ričių, o nuosekliai sujungtos atraminio signalo apvijos prijungtos prie integratoriaus įėjimo, kurio išėjimas sujungtas su analogo - skaitmeninio keitiklio įėjimu. Pastarojo išėjimas prijungtas prie antrojo dalijimo bloko įėjimo, kurio išėjimas sujungtas su indikacijos bloku. Analogo - skaitmeninis keitiklis su dalijimo bloku sudaro normavimo bloką, palaikantį vienodą debitomačio perdavimo koeficientą keičiantis magnetinėms elektromagneto savybėms. Lyginant su aukščiau aprašytu analogu šis debitoma-

tis paprastesnis ir sunaudoja mažiau elektros energijos, nes žadinimo srovės dydis nereguliuojamas [TSRS patentas Nr.1830135, G01F 1/58, 1991].

Tačiau toks debitomatis turi esminių trūkumų. Jis sudėtingas, nes reikalingos dvi papildomos ritės, o tai - netechnologiški elektrinių schemų elementai. Šios ritės turi būti įmontuotos tarp žadinimo ričių ir daviklio vamzdžio, kas papildomai didina daviklio konstrukcijos sudėtingumą ir apsunkina jo surinkimą. Be to, jis praktiškai nesumažina galimos paklaidos dėl susidariusių feromagnetinių medžiagų nuosėdų ant vidinės daviklio vamzdžio sienelės, o jeigu vamzdynas, kuriame įmontuotas debitomatis - plieninis, tai tokios nuosėdos per laiką neišvengiamai susidaro. Jos iškraipo aktyviojoje daviklio zonoje veikiančią magnetinį lauką ir atsiranda papildoma paklaida.

Siūlomo išradimo tikslas - elektromagnetinio debitomačio konstrukcijos supaprastinimas ir matavimo tikslumo padidinimas.

Šis tikslas siūlomame išradime pasiekiamas taip. Elektromagnetiniame debitomatyje, kuriame yra daviklis, sudarytas iš nemagnetinės medžiagos vamzdžio, kurio viduje įtaisyti du izoliuoti nuo vamzdžio sienelių elektrodai bei elektromagnetoturinio pirmąją ir antrąją žadinimo apvijas, prie daviklio elektrodų pirmuoju ir antruoju įėjimu prijungtas stiprintuvas, žadinimo srovės generatorius, demodulatorius, valdančiųjų impulsų generatorius, integratorius, iš analogo - skaitmeninio keitiklio ir dalijimo bloko sudarytas normavimo blokas ir indikacinis blokas, be to, pirmosios žadinimo ritės pirmasis įėjimas prijungtas prie žadinimo srovės generatoriaus pirmojo išvado, integratoriaus išėjimas sujungtas su normavimo bloko antruoju signaliniu įėjimu, kurio pirmasis signalinis įėjimas sujungtas su demodulatoriaus išėjimu, o valdymo įėjimas - su septintuoju valdančiųjų impulsų generatoriaus išėjimu, kurio pirmasis išėjimas sujungtas su žadinimo srovės generatoriumi, antrasis, trečiasis ir ketvirtasis išėjimai - su integratoriaus atitinkamai pirmuoju, antruoju ir trečiuoju valdymo įėjimais, o penktasis ir šeštasis išėjimai - su, atitinkamai, pirmuoju ir antruoju demodulatoriaus valdymo įėjimais,

- 3 -

kurio signalinis įėjimas sujungtas su stiprintuvo išėjimu, o dalijimo bloko analoginis įėjimas yra kartu normavimo bloko pirmasis įėjimas, jo antrasis įėjimas yra kartu analoginio - skaitmeninio keitiklio įėjimas, o pastarojo išėjimas sujungtas su dalijimo bloko skaitmeniniu įėjimu, kurio išėjimas yra kartu normavimo bloko išėjimas, papildomai įjungti dvipusis įtampos ribotuvas, sudarytas iš rezistoriaus ir dvipusio diodinio stabilitrono, bei pirmasis, antrasis ir trečiasis raktai, pirmojo ir antrojo raktų signaliniai įėjimai sujungti su žadinimo srovės generatoriaus antruoju išėjimu, pirmojo rakto signalinis išėjimas - su antrosios žadinimo ritės antruoju išvadu ir - per rezistorių - su integratoriaus antruoju įėjimu, o pirmosios žadinimo ritės antrasis išvadas ir antrosios žadinimo ritės pirmasis išvadas sujungti su antrojo rakto signaliniu išėjimu ir integratoriaus pirmuoju įėjimu, be to, dvipusis diodinis stabilitronas įjungtas tarp pirmojo ir antrojo integratoriaus įėjimų, trečiojo rakto signalinis įėjimas sujungtas su normavimo bloko išėjimu, signalinis išėjimas - su indikacijos bloko įėjimu, pirmojo ir trečiojo raktų valdymo įėjimai sujungti su aštuntuoju, o antrojo - su devintuoju valdančiųjų impulsų generatoriaus išėjimais.

Autorių pasiūlytas elektromagnetinis debitomatis paprastesnis, nes jame nėra papildomų ričių, kurias sudėtinga pagaminti ir sudėtinga sumontuoti. Išmatuoti magnetinio lauko pokytį daviklio aktyviojoje zonoje galima ir matuojant abipusį induktyvumą tarp abiejų žadinimo ričių, kas ir atliekama siūlomajame debitomatyje. Kadangi žadinimo ritės yra skirtingose daviklio vamzdžio pusėse, tai abipusio induktyvumo tarp abiejų žadinimo ričių matavimas tiksliau atspindi magnetinio lauko pokytį vamzdžio viduje negu abipusis induktyvumas tarp žadinimo ritės ir atraminės įtampos ritės, esančių vienoje vamzdžio pusėje, o taip yra matuojama prototipe. Be to, abipusis induktyvumas tarp žadinimo ričių ir atraminės įtampos ričių, taigi ir šio abipusio induktyvumo EVJ praktiškai nejautrūs magnetinio lau-

- 4 -

ko iškraipymui atsirandančiam dėl feromagnetinių nuosėdų ant vamzdžio sienelių. Pasiūlytame išradime savitarpio induktyvumo tarp abiejų žadinimo ričių EVJ jautriai reaguoja į tokias nuosėdas, o tai įgalina išvengti matavimo paklaidos dėl šios priežasties. Matavimo tikslumas išauga. Siūlomo išradimo elementų visuma autoriams nežinoma, taigi galima teigti, kad techninis sprendimas yra naujas ir atitinka išradimui keliamus reikalavimus.

Siūlomo elektromagnetinio debitomačio blokinė schema parodyta 1 brėž.

Elektromagnetinis debitomatis turi daviklį 1, sudarytą iš vamzdžio 2 su elektrodais, bei pirmosios 3 ir antrosios 4 žadinimo ričių. Stiprintuvo 5 pirmasis ir antrasis įėjimai sujungti su daviklio elektrodais, o išėjimas - su demoduliatoriaus 6 įėjimu, kurio išėjimas sujungtas su normavimo bloko 7 pirmuoju signaliniu įėjimu, o pirmasis ir antrasis valdymo įėjimai - su valdančiųjų impulsų generatoriaus 8, atitinkamai, penktuoju ir šeštuoju išėjimais, kurio pirmasis išėjimas sujungtas su žadinimo srovės generatoriaus 9 įėjimu, antrasis, trečiasis ir ketvirtasis išėjimai - su integratoriaus 10, atitinkamai, pirmuoju, antruoju ir trečiuoju valdymo įėjimais, septintasis išėjimas - su normavimo bloko 7 valdančiuoju įėjimu, aštuntasis išėjimas - su pirmojo 11 ir trečiojo 12 raktų valdymo įėjimais, o devintasis išėjimas - su antrojo 13 rakto valdymo įėjimu. Pirmosios žadinimo ritės 3 pirmasis išvadas sujungtas su pirmuoju žadinimo srovės generatoriaus 9 išėjimu, antrasis išvadas - su pirmuoju antrosios žadinimo ritės 4 išvadu, pirmuoju integratoriaus 10 įėjimu ir - per antrąjį raktą 13 - su antruoju generatoriaus 9 išėjimu, kuris - per pirmąjį raktą 11 - sujungtas su antruoju antrosios žadinimo ritės 4 išvadu ir - per rezistorių 14 - su integratoriaus 10 antruoju įėjimu, kurio išėjimas sujungtas su antruoju normavimo bloko 7 signaliniu įėjimu, be to, tarp pirmojo ir antrojo integratoriaus įėjimų įjungtas dvipusis diodinis stabilizatorius 15. Normavimo blokas 7, kuris išėjimu per trečiąjį raktą 12 sujungtas su indikacinio bloko 16 įėjimu.

mu, yra sudarytas iš analoginio skaitmeninio keitiklio 17 ir dalijimo bloko 18. Keitiklio 17 įėjimas yra kartu antrasis normavimo bloko 7 signalinis įėjimas, o dalijimo bloko 18 analoginis įėjimas - normavimo bloko 7 pirmasis signalinis įėjimas. Keitiklio 17 išėjimas sujungtas su dalijimo bloko 18 skaitmeniniu įėjimu, kurio išėjimas yra kartu normavimo bloko 7 išėjimas. Rezistorius 14 ir dvipusis diodinis stabilitronas 15 sudaro dvipusį įtampos ribotuvą 19.

Debitomatis turi du darbo režimus: kalibravimo ir matavimo. Kalibravimo režime 8 generatoriaus aštuntajame išėjime suformuojamas impulsas, atjungiantis pirmąjį 11 ir trečiąjį 12 raktus, o devintajame 8 generatoriaus išėjime - impulsas, sujungiantis antrąjį raktą 13. Šio režimo pradžioje iš antrojo 8 generatoriaus išėjimo paduodamas impulsas į pirmąjį 10 integratoriaus valdymo įėjimą, iškraunantis integratoriaus kondensatorių, po to paduodamas impulsas iš trečiojo 8 generatoriaus išėjimo į antrąjį 10 integratoriaus įėjimą užfiksuojuantis įtampos reikšmę integratoriaus išėjime prieš integravimo pradžią U_{i0} . Po to suformuojamas impulsas pirmajame 8 generatoriaus išėjime, pradedantis 9 žadinimo srovės generatoriuje žinomos amplitudės I_0 žadinimo srovės impulso generavimą. Dėl ritės induktyvumo srovė ne iš karto pasiekia nusistojusią reikšmę I_0 . Kintant srovei pirmojoje žadinimo ritėje 3, antrojoje žadinimo ritėje 4 indukuojama EVJ E_M , proporcinga magnetinio lauko indukcijos B_2 antrojoje ritėje kitimo greičiui, o indukcijos B_2 reikšmė proporcinga indukcijos B aktyviojoje daviklio zonoje reikšmei.

Taigi $E_M = KN_2 S \frac{dB}{dt}$, čia N_2 - antrosios žadinimo ritės vijų skaičius, S - jos vijų

vidutinis plotas, $K = \frac{B}{B_2}$ - proporcingumo koeficientas. Integratoriuje 10 integruojame šią įtampą tol, kol žadinimo srovė nusistoja (ir nustoja kisti B). Jo išėjime gauname įtampą $U_i = K_0 B + U_{i0}$, čia $K_0 = KN_2 S$, U_{i0} - įtampa, buvusi integra-

- 6 -

toriaus išėjime prieš prasidedant įtampos E_M integravimui. Integratorius čia naudojamas toks pat, kaip [2], jame yra atėmimo įrenginys, kuriame gaunama atraminė įtampa $U_0 = U_i - U_{i0} = K_0 B_0$. Kai integratoriaus išėjime atsiranda ši įtampa, iš generatoriaus 8 septintojo išėjimo į analoginio -skaitmeninio keitiklio 15 valdymo įėjimą paduodamas jo paleidimo impulsas ir keitiklio 15 išėjime atsiranda skaičius N_0 , proporcingas įtampai U_0 , o tuo pačiu ir indukcijai B aktyviojoje daviklio zonoje.

Suformavus skaičių N_0 , pirmasis 11 ir trečiasis 12 raktai sujungiami, o antrasis raktas 13 atjungiamas ir prasideda debitomačio darbo režimas. Darbo režime debitomatis veikia taip pat kaip ir [2] aprašytas debitomatis. Veikiant impulsui 8 generatoriaus pirmajame išėjime, 6 generatoriaus išėjime atsiranda T_0 trukmės stačiakampis srovės impulsas. Jam veikiant daviklio elektroduose atsiranda naujingas signalas, proporcingas tekančio daviklio vamzdžiu skysčio debitui. 5 stiprintuvo išėjime veikia signalas proporcingas tarp daviklio elektrodų esančiai įtampai. 6 demoduliatoriuje veikiant impulsui penktajame 8 generatoriaus išėjime atsimenama 5 stiprintuvo išėjime įtampa U_0 , kai daviklyje nėra magnetinio lauko, o veikiant impulsui šeštajame 8 generatoriaus išėjime atsimenama 5 stiprintuvo išėjimo įtampa U_m , kai daviklyje veikia magnetinis laukas, o žadinimo srovės pereinamasis procesas jau pasibaigęs. Demoduliatoriaus išėjimo įtampa U_6 lygi šių dviejų įtampų skirtumui. Ji proporcinga skysčio debitui: $U_6 = U_m - U_0 = K_6 BQ$. Čia $K_6 = \text{const}$. 18 dalijimo bloke ši įtampa padalijama iš skaičiaus N_0 , atsiradusio 17 keitiklio išėjime kalibravimo režimo metu. 18 bloko išėjime gaunama įtampą U_{18} , nepriklausančią nuo magnetinio lauko indukcijos aktyviojoje daviklio zonoje: $U_{18} = K_{18} \frac{K_6}{K_1} Q = K_0 Q$. Čia $K_{18} = \text{const}$, $K_0 = K_{18} K_6 / K_1 = \text{const}$. Ši įtampa paduodama į indikacijos bloką 16. 14 rezistorius ir 15 dvipusis diodinis stabilitronas apriboja įtampą, veikiančią 10 integratoriaus išėjime darbo režimu.

- 7 -

Priklausomai nuo daviklio darbo sąlygų kalibravimo režimas gali būti kartojamas kiekvieną kartą išmatavus įtampą arba praėjus tam tikram laikui.

Proporcingo debitui signalo 18 bloko išėjime invariantiškumas magnetinio lauko indukcijos dydžio atžvilgiu gaunamas paprastesnėmis priemonėmis negu protipe. Be to, šis invariantiškumas išlieka ir tuo atveju, jeigu ant daviklio vidinių sienelių atsiranda feromagnetinių nuosėdų. Taigi šiuo atveju išauga matavimo tikslumas. Ypač tai aktualu, jeigu magnetinio lauko žadinimo ritės neturi šerdies, nes tada feromagnetinės nuosėdos labiau iškraipo magnetinį lauką aktyviojoje daviklio zonoje.

Išradimo apibrėžtis

Elektromagnetinis debitomatis, kuriame yra daviklis, sudarytas iš nemagnetinės medžiagos vamzdžio, kurio viduje įtaisyti du izoliuoti nuo vamzdžio sienelių elektrodai bei elektromagneto, turinčio pirmąją ir antrąją žadinimo apvijas, prie daviklio elektrodų pirmuoju ir antruoju įėjimu prijungtas stiprintuvas, žadinimo srovės generatorius, demoduliatorius, valdančiųjų impulsų generatorius, integratorius, iš analogo - skaitmeninio keitiklio ir dalijimo bloko sudarytas normavimo blokas ir indikacinis blokas, be to, pirmosios žadinimo ritės pirmasis įėjimas prijungtas prie žadinimo srovės generatoriaus pirmojo išvado, integratoriaus išėjimas sujungtas su normavimo bloko antruoju signaliniu įėjimu, kurio pirmasis signalinis įėjimas sujungtas su demoduliatoriaus išėjimu, o valdymo įėjimas - su septintuoju valdančiųjų impulsų generatoriaus išėjimu, kurio pirmasis išėjimas sujungtas su žadinimo srovės generatoriaus įėjimu, antrasis, trečiasis ir ketvirtasis išėjimai - su integratoriaus atitinkamai pirmuoju, antruoju ir trečiuoju valdymo įėjimais, o penktasis ir šeštasis išėjimai - su atitinkamai pirmuoju ir antruoju demoduliatoriaus valdymo įėjimais, kurio signalinis įėjimas sujungtas su stiprintuvo išėjimu, o dalijimo bloko analoginis įėjimas yra kartu normavimo bloko pirmasis įėjimas, jo antrasis įėjimas yra kartu analoginio - skaitmeninio keitiklio įėjimas, o pastarojo išėjimas sujungtas su dalijimo bloko skaitmeniniu įėjimu, kurio išėjimas yra kartu normavimo bloko išėjimas, besiskiriantis tuo, kad į jį papildomai įjungti dvipusis įtampos ribotuvas, sudarytas iš rezistoriaus ir dvipusio diodinio stabilitrono, bei pirmasis, antrasis ir trečiasis raktai, pirmojo ir antrojo raktų signaliniai įėjimai sujungti su žadinimo srovės generatoriaus antruoju išėjimu, pirmojo rakto signalinis išėjimas - su antrosios žadinimo ritės antruoju išvadu ir - per rezistorių - su integratoriaus antruoju įėjimu, o pirmosios žadinimo ritės ant-

- 9 -

rašis išvadas ir antrosios žadinimo ritės pirmasis išvadas sujungti su antrojo rakto signaliniu išėjimu ir integratoriaus pirmuoju įėjimu, be to, dvipusis diodinis stabilitronas įjungtas tarp pirmojo ir antrojo integratoriaus įėjimų, trečiojo rakto signalinis įėjimas sujungtas su normavimo bloko išėjimu, signalinis išėjimas - su indikacijos bloko įėjimu, pirmojo ir trečiojo raktų valdymo įėjimai sujungti su aštuntuoju, o antrojo - su devintuoju valdančiųjų impulsų generatoriaus išėjimais.

