



[B] (11) **KUULUTUSJULKAISU**  
**UTLÄGGNINGSSKRIFT** 60937

C (45) Patentti myönnetty 13 04 1982  
Patent meddelat

(51) Kv.lk.<sup>3</sup>/Int.Cl.<sup>3</sup> G 01 P 5/12

**SUOMI—FINLAND**

**(FI)**

**Patentti- ja rekisterihallitus**  
**Patent- och registerstyrelsen**

|                                                                                              |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| (21) Patentihakemus — Patentansöknin                                                         | 1746/74  |
| (22) Hakemispäivä — Ansökningsdag                                                            | 06.06.74 |
| (23) Alkuperäisyys — Giltighetsdag                                                           | 06.06.74 |
| (41) Tullut julkiseksi — Blivit offentlig                                                    | 07.12.75 |
| (44) Nähtäväksiapanon ja kuul.julkaisun pvm. —<br>Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad | 31.12.81 |
| (32)(33)(31) Pyydetty etuoikeus — Begärd prioritet                                           |          |

(71) Environmental Instruments, Inc., 7 Erie Drive, Natick, Massachusetts, USA(US)

(72) Robert Sonny Djourup, Wellesley, Massachusetts, USA(US)

(74) Berggren Oy Ab

(54) Laite nestevirtauksen suuruuden ja suunnan mittaamiseksi lämpötilasta riippumattomasti - Anordning för temperaturoberoende uppmätning av storlek och riktning hos fluidströmning

Esillä oleva keksintö kohdistuu patenttivaatimuksen johdannon mukaiseen laitteeseen nestevirtauksen mittaamiseksi.

Tällainen laite tunnetaan ennestään US-patenttijulkaisusta 3 603 147 samoin kuin US-patenttijulkaisusta 3 604 261. Tunnetussa laitteessa on kahdella vastuselementillä varustetun virtaustunnistimen tarkoituksena se, että voidaan määrätä virran suuruuden ohella myös sen suunta. Kahden vastuselementin osoittaman lämpö määrän summasta saadaan virtauksen suuruus, kun taas lämpö määrien suhde osoittaa suunnan. Mittauksen suorittamiseksi on tunnetussa laitteessa kaksi siltakytkentää, joiden toimintavastuksen kulloinkin muodostaa yksi mainituista vastuselementeistä. Molemmat vastuselementit sijaitsevat hyvin lähellä toisiaan poikkileikkaukseltaan ympyrämäisen runkokappaleen sisällä. Tämän kautta syntyy vastuksien välillä keskinäisiä lämpötilavaikutuksia, jotka on kompensoitava tavoitellun suunnan määrityksen aikaansaamiseksi. Kompensointi suoritetaan suhteellisen monimutkaisella siltakytkentöjen pulssiohjauksella.

US-patentista 3 677 085 tunnetaan virtaustunnistin, joka käsittää kaksi vastuselementtiä, jotka on sovitettu kannatuskappaleeseen kauas toisistaan, jolloin kannatuskappale on varustettu elementtien välisellä kannaksella, joka estää elementtien välisen virtauksen. Tätä virtaustunnistinta ei kuitenkaan käytetä sellaisessa kytkennässä, jossa myös määriteltäisiin virtauksen suunta.

Esillä olevan keksinnön tarkoituksena on aikaansaada johdannossa mainittua tyyppiä oleva laite, jossa yksinkertaisella rakenteella voidaan välittömästi määrätä nestevirtauksen sekä suuruus että suunta. Tämän tehtävän täyttämiseksi on keksinnölle tunnusomaista se, mikä on esitetty oheisessa patenttivaatimuksessa.

Keksinnön mukaisen laitteen kahden vastuselementin sinänsä tunnettu terminen erotus on edellytyksenä tarkan mittauksen aikaansaamiseksi. Sen kautta, että sarjaan kytketyt vastuselementit muodostavat yhden ainoan, yhdellä säätäjällä varustetun siltakytkennän toimintavastuksen, saadaan aikaan yksinkertainen ja erityisen toimintavarma laite. Samalla voidaan tunnistimen virta määrätä suoraan siltakytkennän toimintavastuksen jännitehävion perusteella, ilman signaalin edelleen muokkausta. Virtaussuunnan etumerkki määräytyy välittömästi komparaattorin ulostulosignaalin perusteella, joka osoittaa sen, kumpi vastuselementti omaa suuremman vastuksen ja siten sijaitsee virtaussuunnassa ensimmäisenä tai viimeisenä. Tarkan mittauksen suorittamiseksi, siis ei ainoastaan virtaussuunnan etumerkin osoittamiseksi, voidaan asettaa keksinnön mukaisia tunnistimia kaksi tai kolme kappaletta kohtisuoraan toisiaan vastaan virtauksen määrittämiseksi kaksi- tai kolmiulotteisen vektorin avulla.

Keksinnön mukaisella laitteella on lisäksi mahdollista yksinkertaisella tavalla mitata nestevirtaus, jonka lämpötila saattaa vaihdella.

Keksintöä selostetaan seuraavassa lähemmin esimerkin muodossa ja viitaten oheiseen piirustukseen, jossa

kuvio 1 esittää perspektiivinäkymää virtausmittarin virtaustunnistimesta,  
kuvio 2 esittää leikkausta kuvion 1 viivaa 13-13 pitkin,  
kuviot 3 ja 4 esittävät yhdessä virtausmittauslaitteen sähköistä kytkentää, ja  
kuvio 5 esittää graafisesti kuvioiden 1-4 mukaisen virtausmittauslaitteen toimintaperiaatetta.

Kuvioissa 1 ja 2 on esitetty virtausmittauslaitteen virtaustunnistinta. Virtaustunnistin käsittää kaksi vastuselementtiä 10a ja 10b, jotka muodostuvat vastukseltaan suuren lämpötilariippuvuuden omaavaa sähkönjohtavaa ainetta olevista putkimaisista kappaleista. Molemmat vastuselementit on kytketty toistensa suhteen rinnan välimatkan päähän toisistaan, ja niiden välissä on sähköisesti ja termisesti eristävää ainetta oleva kannatuskappale 25, joka on esimerkiksi posliinia, silikonikumia tai muovia ja joka muodostaa kannaksen vastuselementtien väliin. Kannatinkappaleen 25 avulla tulevat vastuselementit termisesti selvästi toisistaan erotetuiksi. Kannas estää virtauksen vastuselementtien välistä ja aikaansaa pakotetusti erilaisen jäähdytymisen molemmille vastuselementeille, koska toinen vastuselementti "varjostaa" toista. Kannas 25 ulottuu, kuten ilmenee kuvioista 1, koko virtaustunnistimen pituudelta. Tämä pituus on olennaisesti suurempi kuin virtaustunnistimen poikittaismitta. Vastuselementtien päissä on sähköiset liitännät 14a ja 15a sekä 14b ja 15b.

Eräässä vaihtoehtoisessa suoritusmuodossa, jota ei ole esitetty, käsittää kannatinkappale keskimmäisen kannaksen ohella myös kaksi putkenmuotoista osaa molemmin puolin, joiden päälle vastuselementit on järjestetty kalvoina, sopivimmin platinasta tai tämän seoksista. Nämä kalvot voivat edelleen olla suojatut eristävällä päällysteellä.

Kuvioissa 1 ja 2 esitettyä virtaustunnistinta käytetään sähkökytkennässä, jota on esitetty kuvioissa 3 ja 4. Kytkenä käsittää olennaisesti Wheatstone-sillan, jossa on neljä haaraa siltaeli erojännitteen liitäntäpisteiden 31 ja 32 ja syöttöjännitteen

liitäntäpisteiden 33 ja 34 välillä. Siltakytkennän kaksi haaraa, jotka sijaitsevat liitäntäpisteen 34 sekä pisteiden 31 ja 32 välissä, muodostuu kiinteistä vastuksista 26 ja 28. Liitäntäpisteen 31 ja toisen, rungossa olevan liitäntäpisteen 33 välissä on siltakytkennän toimintavastus, jonka muodostaa kahden vastuselementin 10 ja 10b sarjakytkentä. Toisen liitäntäpisteen 32 ja liitäntäpisteen 33 välissä on vastuselementtinä 27 lämpötilantunnistin, joka samoin kuin virtaustunnistin on altis virtaavalle nesteelle. Tämän vastuselementin vastus on lämpötilasta riippuvainen ja sillä on sama lämpötilakerroin kuin virtaustunnistimen vastuselementeillä.

Liitäntäkohtiin 31 ja 32 on kytketty siltajännitteen sähköinen vahvistin 29, joka vaikuttaa virranvahvistimeen 30, jonka ulostulo on edelleen takaisinkytketty siltakytkennän liitäntäpisteeseen 34. Vahvistimet 29 ja 30 muodostavat yhdessä säätäjän, joka siltakytkennän syöttövirtaa muuttamalla pitää sillan tasapainossa myös sen toimintavastuksen, toisin sanoen vastuselementtien 10a ja 10b muuttuessa. Tällöin on vastuksen 28 arvo valittu niin, että silta saavuttaa tasapainon toimintavastuksen virralla, joka johtaa vastuselementtien 10a ja 10b lämpenemiseen yli ympäristön lämpötilan.

Jotta takaisinkytkentä säätäjän 29, 30 kautta vaikuttaisi tehokkaasti, synnyttää säätäjä pienen erojännitteen kun silta on tarkasti tasapainossa.

Toimintavastuksen yli pisteiden 31 ja 33 välillä vaikuttava jännite vastaa virtaustunnistimen tunnustelemaa virtaa. Sitä voidaan käyttää suureen  $\rho V$  tai massavirtauksen osoittamiseksi. Kun  $\rho$  on vakio, on signaali nopeussignaali. Signaali ei ole lineaarinen ja se sisältää vakiokomponentin, joka on kuumennus-signaali nollavirtauksella, eksponentiaalisen komponentin, joka on virtauksen funktio eksponentilla  $1/4$ , sekä turbulenssikomponentin, joka johtuu virtauskomponentin vaihteluista.

Virtaussuunnan etumerkin määrittämiseksi toimii kuviossa 4 havainnollisuuden vuoksi erikseen esitetty kytkennän osa. Siltakytken-

nän toimintavastuksen kanssa rinnan on pisteisiin 31 ja 33 yhdistetty kahdesta sarjavastuksesta 36a ja 36b muodostuva jännitteenjakaja. Jännitteenjakajan keskipiste on yhdistetty komparaattorin 37 sisäänmenoon, kun taas toinen sisäänmeno on etuvastuksen 36c kautta liitetty molempien vastuselementtien 10a ja 10b yhdyspisteeseen 35. Ulostuloon 39 johtaa komparaattori 37 jännitteen, joka on esitetyillä polariteeteilla positiivinen, kun vastuselementin 10a vastuksen arvo on vastuselementtiin 10b päin suunnatun virtauksen vuoksi korkeampi, kun taas jännite tulee negatiiviseksi kun virtaus on suunnattu vastukseen 10a päin. Komparaattorin 37 pisteessä 35 tuntema potentiaali muuttuu esiintyvällä virtauksella niin kauan kun virtaus esiintyy tasossa, joka on yhdensuuntainen vastuselementtien 10a ja 10b akselien kanssa ja kohtisuora toisen akselin sisältävää tasoa vastaan. Kaikissa muissa virtaustapauksissa liikkuu pisteen 35 potentiaali suhteessa jännitteenjakajan 36a, 36b keskipisteen potentiaaliin vastaten vastuselementtien 10a ja 10b eri vastusarvojen vaihteluja vastuselementtien eri lämpöhäviöiden johdosta.

Kuvio 5 esittää kuvioiden 1-4 mukaisen virtausmittauslaitteen aikaansaamaa ulostulosignaalia, kun komparaattorin 37 ulostulo 39 toimii pisteiden 31 ja 33 välillä esiintyvän määrä-signaalin vahvistimen etumerkin muuttamiseksi. Kuten havaitaan, on diagramman silmukoilla eri sähköiset etumerkit ja signaali muistuttaa karteesta koordinaattijärjestelmää käyttäen kosinifunktiota. Yleisesti ilmaistuna noudattaa mittaussignaali riippuvuutta

$$\frac{\rho}{\rho_0} V_w \cos \Theta$$

jossa  $\rho$  on ympäristön tiheys,  $\rho_0$  on vertailutiheys normaaliolosuhteissa,  $V_w$  on virtausnopeus ja  $\Theta$  on virtausnopeuden vektorin atsimuuttikulma.

Patenttivaatimus

Laite nestevirtauksen suuruuden ja suunnan mittaamiseksi lämpötilasta riippumattomasti, joka laite käsittää kahdella lämpötilasta riippuvalla tunnistuselementillä varustetun tunnistuseliimen, jolloin kummankin elementin sähkövastus vaihtelee lämpötilan mukaan ja jolloin elementit ovat pitkänomaisia sekä järjestetyt etäisyyden päähän toisistaan vierekkäin ja yhdensuuntaisesti tunnistuseliimen pituusakselin kanssa sekä ovat varustetut termisesti eristävällä rungolla, joka muodostaa esteen elementtien väliin niiden välisen nestevirtauksen estämiseksi, jolloin on järjestetty laite sähkövirran syöttämiseksi elementtien läpi niiden lämmittämiseksi yli ympäristön lämpötilan, t u n n e t t u siitä, että molemmat tunnistuselementit (10a, 10b) ovat sähköisesti keskenään sarjaan kytketyt sekä yhdistetyt siltakytkennän (31-34) yhteen ja samaan haaraan; siltakytkentään liitetystä säätölaitteesta (29, 30), joka on sovitettu säätämään virtaa elementtien (10a, 10b) läpi siten, että sarjaankytkettyjen elementtien kokonaisvastus pysyy muuttumattomana ympäristön lämpötilan ollessa muuttumaton; laitteesta sähkövirran suuruuden mittaamiseksi; toisesta tunnistuselimestä ympäristön lämpötilan tunnustelemiseksi, jolloin tämä toinen tunnistuselin on varustettu elementillä (27), jonka vastus vaihtelee lämpötilan mukaan, elementin (27) ollessa kytketty silta-piirin haaraan, joka on eri kuin molemmat ensimmäiset tunnistuselementit sisältävä haara, jolloin mainittu toinen tunnistuselin on sovitettu saattamaan säätölaitte (29-30) muuttamaan säädettyä virtaa niin, että siinä kompensoidaan ympäristön lämpötilan vaihtelut; sekä tunnistuseliimen molempiin elementteihin liitetystä sähkölaitteesta, joka on sovitettu tunnustelemaan molempien tunnistuselementtien vastuksien eroa nesteen virtaussuunnan siten osoittamiseksi.

Patentkrav

Anordning för temperaturoberoende uppmätning av storlek och riktning hos fluidströmning, innefattande ett avkänningsorgan med två temperaturberoende avkänningselement, varvid det elektriska motståndet hos vardera elementet varierar med temperaturen och varvid elementen är långsträckta och är anordnade på

något avstånd från varandra sida vid sida parallellt med avkänningsorganets längdaxel samt är försedda med en termiskt isolerande kropp, vilken bildar en barriär mellan elementen till förhindrande av fluidströmning mellan dem, varvid en anordning förefinns för att sända en elektrisk ström genom elementen för att bringa dem att uppvärmas högre än omgivningens temperatur, k ä n n e t e c k n a d av att de båda avkänningselementen (10a, 10b) är elektriskt seriekopplade inbördes samt anslutna i en och samma gren hos en bryggkrets (31-34); en till bryggkretsen ansluten regleranordning (29, 30), inrättad att reglera strömmen genom elementen (10a, 10b) på sådant sätt att den totala resistansen hos de seriekopplade elementen hålls konstant vid oförändrad omgivningstemperatur; en anordning för uppmätning av den elektriska strömmens storlek; ytterligare ett avkänningsorgan för avkänning av omgivningens temperatur, varvid detta ytterligare avkänningsorgan är försett med ett element (27), vars resistans varierar med temperaturen, varvid elementet (27) är inkopplat i en gren hos bryggkretsen vilken är skild från den gren som innehåller de båda första avkänningselementen (10a, 10b), varvid det ytterligare avkänningsorganet är inrättat att bringa regleranordningen (29, 30) att ändra den reglerade strömmen på sådant sätt att denna blir kompenserad för variationer i omgivningstemperaturen; samt en till avkänningsorganets båda element ansluten elektrisk anordning, vilken är inrättad att avkänna skillnad i resistans hos de båda avkänningselementen för att därigenom åstadkomma en indikering av fluidströmningsriktningen.

Viitejulkaisuja-Anförda publikationer

Patenttijulkaisuja:-Patentskrifter: USA(US) 3 105 136 (219-300), 3 677 085 (G 01 F 1/00).

