FI000109236B

(12) **PATENTTIJULKAISU**
PATENTSKRIFT

(10) **FI 109236 B**

(45) Patentti myönnetty - Patent beviljats **14.06.2002**

(51) Kv.lk.7 - Int.kl.7

G01F 1/86, G01N 9/36

(21) Patenttihakemus - Patentansökning **944703**

(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag **07.10.1994**

(24) Alkupäivä - Löpdag **08.04.1993**

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig **27.10.1994**

(86) Kv. hakemus - Int. ansökan **PCT/US93/03298**

(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet

10.04.1992 US 866387 P

SUOMI – FINLAND
(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

(73) Haltija - Innehavare

1 •Den norske stats oljeselskap a.s., Postpoks 300, 4001 Stavanger, NORJA, (NO)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1 •Gaisford,Scott, 425 Forest Street, Denver, CO 80220, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(74) Asiamies - Ombud: Berggren Oy Ab
Jaakonkatu 3 A, 00100 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

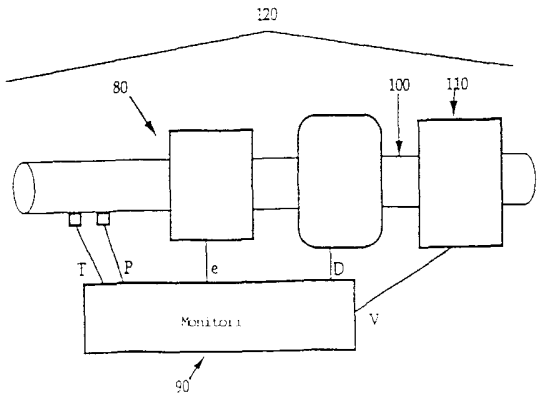
Hiilivetyjen massavirtausmittari
Massaflödesmätare för kolväten

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

FR A 2543687 (G01N 33/00), US A 4441362 (E21B 47/00)

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Hiilivetyseosten tiheyden ja eristysvakion suoraa suhdetta hyväksikäyttävä mittauslaitteisto parantamaan merkittävästi joidenkin öljyteollisuudessa käytettyjen laitteiden mittauskykyä. Laitteen sovellutuksiin on sisällytetty 1) monivaiheinen hiilivetyjen massavirtausmittari (120) käytettäväksi öljyn, veden ja kaasun monijakeisten seosten kanssa, ja 2) jatkuvasti itsekalibroiva veden erottelumittari määrittämään nestemäisten raakaöljyvirtojen vesipitoisuutta.



En mätningsapparatur som utnyttjar den direkta relationen mellan densiteten och den dielektriska konstanten av kolväteblandningar för att väsentligt förbättra mätningsförmågan hos några existerande anordningar som används inom oljeindustrin. I apparatens tillämpningar är inkluderat 1) en multifasig massaflödesmätare (120) för kolväten att användas för flerfasiga blandningar av olja, vatten och gas, samt 2) en kontinuerligt självkalibrerande fördelningsmätare för vatten för bestämning av vattenhalten i vätskeformiga råoljeströmmar.

Hiilivetyjen massavirtausmittari - Massaflödesmätare för kolväten

Tämä keksintö liittyy mittareihin ja erityisesti mittareihin hiilivetyjä sisältävien seosten koostumuksen ja massavirtausmäärien mittaamiseksi jatkuvasti. Monen tyyppisiä mittalaitteita on ehdotettu ja käytetään hiilivetyjen tai hiilivetyjen ja veden seosten vesipitoisuuden, tiheyden tai koostumuksen jatkuvaan mittaamiseen. Mutta useimmat niistä kärsivät lukuisista rajoituksista, joita aiheuttavat vaikeudet mitata nestettä ja kaasua sisältäviä seoksia tai vaikeuksista, jotka liittyvät mitattavan hiilivetyjen tiheyden vaihteluihin. Yhtenä esimerkkinä on öljyä, vettä ja kaasuseoksia sisältävän koostumuksen mittaaminen. Tätä tarkoitusta varten olevia mittareita kutsutaan tavallisesti monivaiheisiksi koostumusmittareiksi. Katso US-patentteja 4 458 524 ja 4 760 742 sekä UK-patenttia 2 760 742.

Nykyinen käytäntö öljyteollisuudessa tietystä öljylähteestä tai öljylähderyhmästä tuotetun öljyn, veden ja kaasun määrän mittaamiseksi on erottaa aineosat separaattorissa ja mitata aineosat yksittäin. Separaattorit ovat suuria, kalliita, intensiivistä huoltoa tarvitsevia, ja antavat tuotantotietoa vain pitkin väliajoin. Jatkuvatoimisilla separaattorit korvaavilla monivaiheisilla koostumusmittareilla voivat öljyntuottajat parantaa erityisesti mereltä saatavassa tuotannossa merkittävästi raakaöljyn ja maakaasun tuotantomenetelmiä.

Useimmat ehdotetut monivaiheiset koostumusmittarit on suunniteltu mittaamaan jatkuvasti tuotetun öljyn, veden ja kaasun jakeiden tilavuuksia. Koostumusmittari voidaan yhdistää virtausmittariin siten, että voidaan laskea näiden kolmen tuotetun aineosan tuotantomäärät. Eräs ehdotetun monivaiheisen koostumusmittarin muunnos yhdistää eristevakion mittausvälineen tiheyden mittausvälineisiin. Katso esimerkiksi US-patenttia 4 458 524. Nämä laitteet käyttävät vastaavasti

hyväksi öljyn, veden ja kaasun erilaisia eristevakioita ja tiheyksiä määrittämään niiden tilavuusjakeita. Mittaripakettiin on sisällytetty lämpötila- ja paineanturit helpottamaan näitä laskelmia.

Niiden toimimiseksi moitteettomasti on niiden kyettävä laskemaan mittausolosuhteissa näiden kolmen yksilöllisen aineosan eristevakiot ja/tai tiheydet. Se on mahdotonta. Useat pienempitiheyksisistä hiilivetyaineosista (etaani, propaani, butaani ja pentaani) voivat 20 ja 250 baarin välisessä paineessa esiintyä joko nestemäisessä tai kaasumaisessa tilassa. Tämän vuoksi käyvät näiden mittareiden käyttämät perusmenetelmät ja yhtälöt pätemättömiksi määrittämään monijakeisten tuotantovirtojen koostumusta. Käytännössä ei ole mahdollista määrittää tarkasti öljyn, veden ja kaasun tilavuusjakeita tietämättä kuinka paljon kutakin hiilivetyjen aineosaa nesteessä on nestemäisessä tai kaasumaisessa tilassa jonain tiettynä hetkenä. Tällaista jatkuvapohjaista tietoa ei ole saatavissa.

Toinen öljyteollisuuden tärkeä mittausongelma on nestemäisen raakaöljyvirran vesipitoisuuden tarkka mittaus. Vesipitoisuus vaikuttaa suoraan raakaöljystä maksettuun hintaan. Vesipitoisuuden mittaamiseksi on kehitetty monia laitteita. Katso esimerkiksi US-patentit 3 498 112 ja 4 862 060. Tähän tarkoitukseen tavallisimmin käytetty mittauslaite on kapasitanssimittari, joka seoksen vesipitoisuuden määrittämiseksi mittaa sen eristysvakiota. Useat mittarit, mukaanluettuna erilaiset mikroaaltomittarit, käyttävät kapasitanssimittareiden ohella raakaöljyn vesipitoisuuden mittaukseen dielektrisyysmittauksia. Kaikkien näiden laitteiden yhteinen ongelma on, että raakaöljyn tiheys ja eristevakio vaihtelee ajan mittaan. Nämä vaihtelut johtavat suoraan merkittäviin mittausvirheisiin.

Mittaukseen liittyvien vaikeuksien välttämiseksi mitattaessa monijakeisia virtoja, joissa nesteen ja kaasumaisen hiilivetyjen fysikaalisia ominaisuuksia ei voida määrittää, on

tarkoituksemukaista pitää hiilivetyjen nesteitä ja kaasuja yhtenä ainoana tiheydeltään tuntemattomana aineosana. Sopiva monivaiheinen koostumusmittari voisi silloin määrittää hiilivetyjen tilavuusjakeen ja tiheyden, s.o. hiilivetyaineen massan monijaeseoksessa ja seoksen vesipitoisuuden. Tällä ja virtausmäärätiedolla varustettuna voi käyttäjä määrittää tarkemmin, kuinka paljon öljyä ja kaasua vakioolosuhteissa tuotetaan.

Tämän vuoksi pidetään toivottavana raakaöljyn tai luonnonkaasun tuotantolinjoissa käytettävää monijakeisten hiilivetyjen massamittaria. Tämän keksinnön eräs suoritusmuoto yhdistää eristysvakion mittausvälineen, tiheyden mittausvälineen ja lämpötilan mittausvälineen määrittämään mittarin läpi virtaavien hiilivetyjen välitön massa. Esillä oleva keksintö käyttää hyväksi tähän mennessä tuntematonta hiilivetyjen tiheyksien, olkoon ne sitten nesteenä, kaasuna tai niiden yhdistelmänä, ja niiden eristysvakioiden välistä suhdetta.

Kuten hiilivetyjen monivaiheinen massamittari, parannettu mittari vesipitoisuuden mittaamiseksi (s.o. veden erottelumittari), joka koostuu eristysvakion mittausvälineiden yhdistelmästä, tiheyden mittausvälineistä ja lämpötilan mittausvälineistä, tekee mahdolliseksi korjata jatkuvasti veden erottelumittaria öljyn eristysominaisuuksien vaihteluilla. Tämän parannetun veden erottelumittarin yhdistäminen virtausmittariin antaa lisämahdollisuuden laskea jatkuvasti öljyn ja veden tuotantomäärät tilavuutena tai massana aikayksikköä kohti ja mitata jatkuvasti raakaöljyn laatua, mikä riippuu suoraan sen tiheydestä. Tämä parannettu veden erottelumittari on käyttökelpoinen raakaöljyille, kaasukondensaateille ja nestemäisille maakaasuille. Keksinnön mukaiselle mittauslaitteelle on tunnusomaista se, mitä sanotaan patenttivaatimusten tunnusmerkkinosissa.

Keksinnön eräs tarkoitus on kehittää parannettu monivaihemittauslaite mittaamaan pääasiassa öljyä, vettä ja kaasua

sisältävän raakaöljyn tai luonnonkaasun tuotantolinjan hetkellistä hiilivetymassaa ja massavirtauksen määrää.

Keksinnön eräs tarkoitus on kehittää laite, joka sisältää välineen mittaamaan seoksen eristysvakio, tiheys ja lämpötila.

Eräs keksinnön tarkoitus on kehittää laite laitteen hetkellisesti sisältämän hiilivetymassan määrittämiseksi yhdenmukaisesti mitatun eristysvakion, tiheyden ja lämpötilan kanssa.

Keksinnön eräs tarkoitus on kehittää laite, johon kuuluu hetkellisen hiilivetymassan mittari ja virtausmäärän mittari.
Eräs keksinnön tarkoitus on kehittää laite hiilivetyjen massavirtausmäärän määrittämiseksi mitatun hiilivetymassan ja sen virtausmäärän mukaisesti.

Keksinnön tarkoitus on kehittää parannettu veden erottelumittari mittaamaan jatkuvasti pääasiassa nestemäistä hiilivetyä ja vettä sisältävän raakaöljyn tai nestemäisen maakaasun tuotantolinjan vesipitoisuutta ja hiilivetyjen tiheyttä.

Keksinnön eräs tarkoitus on kehittää laite hiilivetyjen tiheyden ja vesipitoisuuden määrittämiseksi hetkellisesti laitteen sisällöstä yhtäpitävästi mitatun eristysvakion, tiheyden ja lämpötilan kanssa.

Keksinnön eräs tarkoitus on kehittää laite, joka kalibroi jatkuvasti itsensä nestemäisen hiilivetyjen eristysvakion muutoksille nestemäisen hiilivetyjen vesipitoisuuden mittaamiseksi siten tarkemmin.

Keksinnön eräs tarkoitus on kehittää laite, joka yhdistää itsekalibroivan veden erottelumittarin virtausmittariin.

Keksinnön eräs tarkoitus on kehittää laite nestemäisten hiilivetyjen ja veden tilavuudellisten tuotantomäärien määrittämiseksi yhdenmukaisesti mitatun vesipitoisuuden, nestemäisten hiilivetyjen tiheyden ja virtausmäärien kanssa.

Lyhyt kuvaus piirroksista:
Kuviot 1 ja 2 ovat käyriä eristysvastuksen neliöjuuren funktion riippuvuudesta vastaavasti nestemäisen hiilivetyjen ja hiilivetyjen/kaasujen seosten tiheydestä.
Kuvio 3 on esillä olevan keksinnön mukaisesti rakennetun hiilivetyjen monivaiheisen massamittarin lohkokaavio.
Kuvio 4 on esillä olevan keksinnön mukaisesti rakennetun hiilivetyjen massavirtausmittarin lohkokaavio.
Kuvio 5 on esillä olevan keksinnön mukaisesti rakennetun parannetun veden erottelumittarin lohkokaavio.
Kuvio 6 on esillä olevan keksinnön mukaisesti rakennetun öljyn ja veden massavirtausmittarin lohkokaavio.

Teoriaa - Tunnetun tavan mukaiset monivaiheiset jaemittarit, jotka käsittävät laitteen eristysvakion ja seoksen tiheyden mittaamiseksi, käyttävät seuraavia suhteita öljyn, veden ja kaasun jakeiden määrittämiseksi:

$$1 = V_w + V_o + V_g \qquad \text{Yhtälö 1}$$

$$_{mix} = {}_w V_w + {}_o V_o + {}_g V_g \qquad \text{Yhtälö 2}$$

$$e_{mix} = f(e_w, e_o, e_g, V_w, V_o) \qquad \text{Yhtälö 3}$$

jossa 'w' on veden alaindeksi,
'o' on öljyn alaindeksi,
'g' on kaasun alaindeksi,
'mix' on monivaiheseoksen alaindeksi,
V on tilavuusjae,
on tiheys,
e on eristysvakio.

Yhtälö 3 on eräs lukuisista yhtälöistä, joka kuvaa seoksen eristysvakion ja aineosien tilavuusjakeiden välistä suhdet-

ta. Voitaisiin käyttää esimerkiksi Looyengan sekoitussuhdetta:

$$e_{mix} = (V_w e_w^{1/3} + V_o e_o^{1/3} + V_g e_g^{1/3})^3$$

Näissä yhtälöissä on tilavuusjakeet V_w, V_o ja V_g laskettava seoksen mitatusta tiheydestä $_{mix}$ ja eristysvakiosta e_{mix}. Tämän vuoksi on sopivat arvot menettelyn toimimiseksi laskettava mittauslämpötilassa ja -paineessa. Tämä voidaan tehdä ellei erikseen otetut öljyn, veden ja kaasun fysikaaliset ominaisuudet muutu lämpötilan ja paineen suhteen ei ennustettavissa olevalla tavalla. Mutta näin ei ole asianlaita. Useat hiilivetyaineosista voivat korkeammissa paineissa olla joko nestemäisessä tai kaasumaisessa tilassa; siksi ovat öljyn ja kaasun tiheydet korkeissa paineissa tuntemattomia.

Tämän keksinnön menetelmä ja laitteisto eroaa standardin mukaisesta lähestymistavasta pitämällä öljyä ja kaasua yhtenä ainoana tiheydeltään ja eristysvakioltaan tuntemattomana hiilivetyaineena. Keksintö hyödyntaa periaatetta, että öljylähteistä tuotettujen hiilivetyjen eristysvakiota ja tiheyttä voidaan suoraan suhteuttaa toisiinsa. Tämä pitää paikkansa jos hiilivety on neste, kaasu tai niiden seos.

Tämä periaate on kuvattu kuvioissa 1 ja 2. Kuvio 1 kuvaa mitatun eristysvakion neliöjuurta useiden hiilivetynesteiden tiheyttä vastaan 15 C:ssa. Kuviossa on myös kuvattu käyrä lineaariseksi sovitettuna. Tiheydeltään alhaisin hiilivety on pentaani, jonka tiheys on suunnilleen 0,67 g/ml. Suurintiheyksinen hiilivety on raskas raakaöljy, jonka tiheys on suunnilleen 0,92 g/ml. Kuviossa 1 kuvattuhin hiilivetyihin sisältyy raakaöljyjä, kaasukondensaatteja ja yksittäisten hiilivetyjen jakeita. Kuten kuvio 1 esittää, on eristysvakion neliöjuuri ja hiilivetynesteiden tiheys lineaarisesti suhteessa arvon 1 omaavaan nollatiheyteen. Toisin sanoen, kun tiheys lähestyy nollaa, eristysvakio lähestyy

arvoa 1, mikä on tiheyden nolla omaavan tyhjiön eristysvakio.

Kuvio 2 kuvaa eristysvakion neliöjuurta raakaöljyn tiheyden funktiona, johon on sekoitettu erilaisia määriä kaasua. Kaasun tilavuudellinen jae ulottuu 0:sta 55 %:iin.

Myös tässä eristysvakion neliöjuuren ja tiheyden välinen suhde on lineaarinen ja nollatiheyden arvo on 1. Tässä tapauksessa kaasun eristysvakio on suunnilleen yhtäsuuri kuin 1,0005.

Kuvioiden 1 ja 2 lineaariset käyrät ovat näennäisesti identtiset. Käytännössä näiden käyrien kaltevuus vaihtelee hieman lämpötilan mukaan. Se selittää sitä tärkeää periaatetta, että hiilivedyn tiheys, olkoonkin se sitten neste, kaasu tai niiden seos, voidaan tarkasti suhteuttaa sen eristysvakioon. Tämä periaate on tämän keksinnön perusta. Periaatetta ei (tietojemme mukaan) ole tähän mennessä tieteellisessä kirjallisuudessa tunnettu tai käytetty hyväksi monivaihemittareissa tai veden eristysvastusmittareissa. Hiilivetyjen eristysvakion ja tiheyden välistä suhdetta voidaan käyttää välttämään nestemäisten ja kaasumaisten hiilivetyjakeiden mittaukseen korkeassa paineessa liittyviä vaikeuksia. Öljy-, vesi- ja kaasujakeiden mittaamisen asemesta monivaihemittari voi sen sijaan mitata hiilivetyjen ja veden jakeita ja hiilivetyjen tiheyttä; s.o. hiilivetymassan monivaihemittari mittaa jatkuvasti tuotettujen hiilivetyjen massaa. Yhtälöiden 1 - 3 käyttämisen asemesta voisi hiilivetyjen monivaihemittari käyttää seuraavien suhteiden kuvaamaa mittausmenettelyä:

$$1 = V_w + V_{hyd} \qquad \text{Yhtälö 4}$$

$$= {}_w V_w + {}_{hyd} V_{hyd} \qquad \text{Yhtälö 5}$$

$$e_{mix} = f(e_w, e_{hyd}, V_w, V_{hyd}) \qquad \text{Yhtälö 6}$$

jossa 'hyd' on hiilivedyn alaindeksi.

Yhtälö 4 voi olla mikä tahansa lukuisista yhtälöistä, jotka kuvaavat seoksen eristysvakion ja eristysvakion ja aineosien tilavuusjakeiden välistä suhdetta. Voitaisiin käyttää esimerkiksi seuraavaa suhdetta:

$$e_{mix} = (V_w e_w^{1/3} + V_{hyd} e_{hyd}^{1/3})^3.$$

Yhtälöissä 4-6 on kolme tuntematonta: V_{hyd}, $_{hyd}$ ja e_{hyd}. Mutta eristysvakio ja hiilivetyjen tiheys voidaan suhteuttaa käyttämällä kuvioissa 1 ja 2 kuvattua periaatetta, nimittäin:

$$e_{hyd} = (A*28, _{hyd}) + 1 \qquad \text{Yhtälö 7}$$

jossa 'A' on vakio, joka on lämpötilan funktio. Kuvissa 1 ja 2 on kuvattu käyrien kallistus yhdelle tiettylle lämpötilalle 'A'.

Käyttämällä tätä suhdetta supistuvat aineosien suhteet seuraaviksi kolmeksi yhtälöksi:

$$1 = V_w + V_{hyd} \qquad \text{Yhtälö 8}$$

$$_{mix} = {}_w V_w + {}_{hyd} V_{hyd} \qquad \text{Yhtälö 9}$$

$$e_{mix} = f(e_w, _{hyd}, V_w, V_{hyd}) \qquad \text{Yhtälö 10}$$

Täten, mittaamalla mittauslämpötilassa seoksen eristysvakio (e_{mix}) ja seoksen tiheys ($_{mix}$) ja laskemalla veden eristysvakio (e_w) ja tiheys ($_w$), on mahdollista määrittää seoksen hiilivetyjae (V_{hyd}) ja hiilivedyn tiheys ($_{hyd}$). Tämä on perusta hiilivetymassan monivaihemittarille, joka mittaa sekä monijakeisen seoksen sisältämän hetkellisen hiilivetymassan ja seoksen vesipitoisuuden. Hetkellinen massa on sama kuin V_{hyd} x $_{hyd}$. Virtausmittariin yhdistettynä tekee tämä mittari vastaavsti mahdolliseksi hiilivetyjen ja veden massavirtaus- määrän mittauksen.

Itsekalibroivan veden erottelumittarin periaate on pitkälti sama. Veden erottelumittarit perustuvat vesipitoisuuden mittaamiseksi nestemäisten hiilivetyjen ja veden seosten

eristysvastusominaisuuksien mittaukseen ja ne perustuvat dielektriseen sekoituslakiin, kuten yhtälöön 3, mutta kahdelle ai- neosalle yksinkertaistettuna. Täten on:

$$e_{mix} = f(e_w, e_o, V_w, V_o) \qquad \text{Yhtälö 11}$$

jossa 'w' on veden alaindeksi,
'o' on öljyn alaindeksi,
'mix' on monijakeisen seoksen alaindeksi
V = tilavuusjae,
e = eristysvakio.

Yhtälö 11 voi olla mikä tahansa lukuisista dielektrisistä sekoituslaeista, kuten:

$$e_{mix} = (V_w e_w^{1/3} + V_o e_o^{1/3})^3.$$

Periaatteen soveltamiseksi tarkasti on nestemäisen hiilivedyn eristysvakion pysyttävä koko ajan samana. Valitettavasti näin ei tavallisesti ole laita. Yksittäisistä lähteistä tuotettujen nestemäisten hiilivetyjen eristysvakio vaihtelee. Tilanne on vieläkin monimutkaisempi kun mitattava neste on usean eri lähteen sekoitettu virta. Sekoitetussa virrassa voi hiilivetyjen eristysvakio vaihdella merkittävästi kun eri syöttölinjojen tuotantomäärät vaihtelevat. Tämä ongelma tarkoittaa (muun muassa) sitä, että olemassa olevat veden erottelumittarit eivät anna riittävää tarkuutta öljyteollisuuden moniin vielä kriittisempiin sovellutuksiin.

Tämän ongelman helpottamiseksi voidaan hyödyntää kuviossa 2 kuvattua hiilivetyjen tiheyden ja eristysvakion välistä läheistä suhdetta. Yhdistämällä tiheyden mittausvälineisiin eristysvakion mittausväline ja lämpötilan mittausväline voidaan korjata vaihtelut hiilivetyjen eristysvakiossa määrittämällä jatkuvasti sen tiheys . Saadaan seuraavat suhteet:

$$1 = V_w + V_o \qquad \text{Yhtälö 12}$$

$$mix = \ _wV_w + \ _oV_o \qquad \text{Yhtälö 13}$$

$$e_{mix} = f(e_w, e_o, V_w, V_o) \qquad \text{Yhtälö 14}$$

$$e_o = (A^* \ ) + 1 \qquad \text{Yhtälö 15}$$

jossa A on lämpötilan funktiona oleva vakio.

Yhdistämällä tiheyden mittausväline ja eristysvastuksen mittausväline ja käyttämällä näitä suhteita voi parannettu veden eristysvastusmittaus käyttää tiheystietoa säätämään raakaöljyn eristysvastusvakiota sen ajan mittaan muutuessa. Toisin sanoen, ratkaisemalla samanaikaisesti veden eristysvastuksen ja seoksen tiheyden yhtälöissä 13 ja 14 esitetyt suhteet kalibroi parannettu veden erottelumittari itsensä ajan mittaan tapahtuville öljyn eristysvastusominaisuuksien muutoksille. Juuri tätä tarkoitetaan itsekalibroivalla veden erottelumittarilla.

Monivaiheinen hiilivetyjen massan ja massavirtauksen mittari. Esillä olevan keksinnön tässä suoritusmuodossa käytetään hiilivetyjen massan ja massavirtaumäärän määrityksessä uutta, edellisessä teoreettisessa kappaleessa esitettyä hiilivetyjen tiheyden ja sen eristysvastusvakion välistä suhdetta. Kuvioon 3 viitaten virtaa vettä, raakaöljyä ja kaasua sisältävä tuotantovirta tavallisesti numerolla 10 merkityn monivaiheisen hiilivetyjen massamittarin läpi. Laite 10 käsittää nesteen virtausputken minkä läpi seos kulkee. Mitattava seos voidaan johtaa jatkuvasti putken 20 läpi ja putki 20 voi käsittää osan seoksen siirtoputkistosta. Lämpötilan mittausväline 30 mittaavat seoksen lämpötilan 'T'. Valinnainen paineen mittausvälinen 40 mittaa seoksen paineen 'P'. Laite 10 käsittää eristysvastuksen mittausvälineen 50 seoksen sähköisten ominaisuuksien 'e' mittaamiseksi. Eristysvastuksen mittausväline 50 voi olla mikä tahansa erilaisista virtaavan aineen varauskykyä mittaavista mittareista, kuten kapasitanssimittari tai mikroaaltomittari. Laite 10 käsittää tiheysmittarin 60 joka mittaa seoksen tiheyden 'D'. Tiheyden mittausväline 60 voi olla

mikä tahansa monijakeisten seoksen tiheyden mittaamaan kykenevä laite. Eräs tällainen laite voisi olla gammatensimetri.

Lämpötilan mittausväline 30, paineen mittausväline 40, eristysvastuksen mittausväline 50 ja tiheyden mittausväline 60 on liitetty monivaiheiseen hiilivetyjen massamittausvälineeseen 70 ja varustettu mitattuja T, P, e ja D arvoja vastaavilla signaaleilla. Monivaiheinen hiilivetyjen massan mittausväline 70 laskee mitatusta lämpötilasta (ja paineesta) vedelle oikean tiheyden ja eristysvakion. Näistä arvoista e ja D muodostaa monivaiheinen hiilivetyjen massamittausväline 70 osoituksen veden tilavuudellisesta sisällöstä ja hiilivetyjen tiheydestä. Hiilivetyjen tiheyden ja hiilivetyjen tilavuusisällön tulo on sama kuin hiilivetyjen massa 'M'.

Viitaten nyt kuvioon 4 on monivaiheinen hiilivetyjen massamittari 80 liitetty putkiosalla 100 virtausmäärän mittausvälineeseen 110. Yhdistetty laite on monivaiheinen hiilivetyjen massavirtausmittari ja on merkitty numerolla 120. Monijakeinen seos voi virrata vapaasti monivaiheisen hiilivetyjen massavirtausmittarin 120 läpi. Virtausmäärän mittausväline 110 mittaa seoksen virtausmäärän V kun sen ohikulkiessa ja tuottaa monivaiheiselle hiilivetyjen massan mittausvälineelle 90 vastaavan virtausmääräsignaalin. Monivaiheinen hiilivetyjen massan mittausväline 90 tuottaa vastaanotetun signaalin V ja mitatun arvon M perusteella osoituksen hiilivetyjen massavirtausmäärästä.

Keksinnöstä poikkeamatta voidaan siihen tehdä lukuisia muutoksia ja muunteluita. Monivaiheisessa hiilivetyjen massavirtausmittarissa voidaan rakenneosina käyttää esimerkiksi monen tyyppisiä lämpötilan mittausvälineitä, paineen mittausvälineitä, tiheyden mittausvälineitä tai virtausmäärän mittausvälineitä. Tämän lisäksi voi mittausvälineen 70 tai 90 rakenne saada monia muotoja. Hiilivetyjen hetkellisen massan ja massan virtausmäärän määritykseen sisääntulosig-

naaleista voidaan käyttä erilaisia analogisesta digitaaliseen muuttajia, digitaalisesta analogiseen muuttajia, vertaimia, hakutaulukoita, mikrotietokoneita jne. Niinpä jokaiselle ammattimiehelle tulisi olla selvästi ilmeistä, että keksinnön edellä kuvattu ja kuvioissa esitetty muoto on luonteeltaan yleinen eikä sitä ole tarkoitettu rajoittamaan keksinnön piiriä mihinkään erityiseen keksinnön piiriin ja oheisten patenttivaatimusten henkeen kuuluvaan mittausvälineeseen.

Itsekalibroiva veden erottelumittari. Uutta teoreettisessa kappaleessa esitettyä hiilivedyn tiheyden ja sen eristysvakion välistä suhdetta käytetään esillä olevan keksinnön tässä suoritusmuodossa välineenä määrittämään veden erottelu korjattuna nestemäisen hiilivedyn muuttuvalla eristysvakiolla. Sen lisäksi tekee suhde mahdolliseksi jatkuvan, vesipitoisuudella korjatun hiilivedyn tiheyden ja sen massavirtausmäärän määrityksen. Tätä suoritusmuotoa kuvaavina viitataan kuvioihin 5 ja 6.

Kuvioon 5 viitaten virtaa vedestä ja nestemäisestä hiilivedystä, kuten raakaöljystä, nestemäisestä maakaasusta tai nestemäisestä petroolikaasusta koostuva tuotantovirta itsekalibroivan, yleisesti numerolla 210 merkityn veden erottelumittarin läpi. Laitteeseen 210 kuuluu nesteen virtausputki 220, jonka läpi seos kulkee. Mitattavaa seosta voidaan johtaa jatkuvasti putken 220 läpi ja putki 220 voi olla osa seoksen kuljetusputkistoa. Lämpötilan mittausväline 230 mittaa seoksen lämpötila 'T'. Valinnainen paineen mittausväline 240 mittaa seoksen paineen 'P'. Laitteeseen 210 kuuluu seoksen dielektristen ominaisuuksien 'e' mittaamiseksi dielektinen mittausväline 250. Dielektrisyyden mittausväline 250 voi olla mikä tahansa lukuisista virtaavien aineiden dielektristen ominaisuuksien mittauslaitteista, kuten kapasitanssimittari tai mikroaaltomittari. Laitteeseen 210 kuuluu seoksen tiheyden 'D' mittaava tiheyden mittausväline 260. Tiheyden mittausväline 260 voi olla mikä tahansa monijakeisen aineen tiheyden mittaamaan kykenevä laite. Ti-

heyden mittauslaite voi esimerkiksi olla gammatensimetri, Coriolismittari tai värähtelevä haarukkatensimetri.

Lämpötilan mittausväline 230, paineen mittausväline 240, dielektrisyyden mittausväline 250 ja tiheyden mittausväline 260 on liitetty veden erottelumittausvälineeseen 270 ja ne tuottavat mitattuja T, P, e ja D -arvoja vastaavia signaaleita. Veden erottelumittausväline 270 laskee veden oikean tiheyden ja dielektriset ominaisuudet mitatusta lämpötilasta (ja paineesta). Näistä arvoista ja arvoista e ja D veden erottelumittauslaite 270 tuottaa hetkellisosoituksen putkessa 220 olevan veden erottelusta 'W' ja hiilivedyn tiheydestä 'B'.

Viitaten kuvioon 6 liitetään veden erottelumittari 280 putkiosalla 300 virtausmäärän mitausvälineeseen 310. Yhdistetty laite on öljyn ja veden massavirtausmittari ja se on merkitty numerolla 320. Veden ja öljyn seos voi virrata vapaasti raakaöljyn massavirtausmittarin 300 läpi. Virtausmäärän mittausväline 310 mittaa seoksen virtausmäärän V sen läpikulun aikana ja tuottaa veden erotteluvälineelle 290 vastaavan virtausmääräsignaalin. Veden erottelumittausväline 290 tuottaa vastaanotetun signaalin V ja mitattujen arvojen W ja B mukaisen osoituksen hiilivedyn massavirtausmäärästä. Hiilivedyn massavirtauksen määrä on itse asiassa V x B x (1-W):n tulo.

Keksinnöntä poikkeamatta voi siihen tehdä lukuisia muutoksia ja muunnelmia. Esimerkiksi hiilivedyn massavirtausmittarin rakenneosina voidaan käyttää monen tyyppisiä lämpötilan mittausvälineitä, paineen mittausvälineitä, dielektrisyyden mittausvälineitä tai virtausmäärän mittausvälineitä. Tämän lisäksi voi mittausvälineillä 270 ja 290 olla monenlaisia muotoja. Hiilivedyn hetkellisen massan ja massavirtauksen määritykseen sisääntulosignaaleista voidaan käyttää monia erilaisia analogisesta digitaaliseen muuttajien, digitaalisesta analogiseen muuttajien, vertainten, hakutaulukkojen, mikrotietokoneiden jne yhdistelmiä. Peruskonsep-

tia tiheyssignaalin käytölle korjaamaan seoksen yhden perusaineosan muuttuvaa eristysvakiota voidaan käyttä tarkemmin määrittämällä seoksen koostumus, joka sisältää korkean eristevakion ainetta, kuten vettä, alhaisen eristevakion aineessa, kuten öljyssä. Niinpä jokaiselle ammattimiehelle tulisi olla selvää, että edellä kuvattu ja kuviossa esitetty keksinnön muoto on luonteeltaan yleinen eikä sen ole oheisten patenttivaatimusten piirin ja hengen mukaisesti tarkoitus rajoittaa keksintöä mihinkään rakenneosana käytettyyn erityiseen mittausvälineeseen.

Patenttivaatimukset

1. Laite raakaöljyn tai maakaasun pääasiassa raakaöljystä, vedestä ja kaasusta koostuvan tuotevirran sisältämän hiilivedyn massan mittaamiseksi, joka laite käsittää:
välineet mittausosan muodostamiseksi, johon kuuluu putki nesteseoksen johtamiseksi sen läpi;
mainittuun mittausosaan asennetun ensimmäisen mittausvälineen seoksen lämpötilan mittaamiseksi ja mainittua lämpötilaa edustavan ensimmäisen signaalin synnyttämiseksi;
mainittuun mittausosaan asennetun toisen mittausvälineen seoksen dielektrisyysvakion e_{mix} mittaamiseksi ja mainittua dielektrisyysvakiota edustavan toisen signaalin synnyttämiseksi;
mainittuun mittausosaan asennetun kolmannen mittausvälineen seoksen tiheyden ρ_{mix} mittaamiseksi ja mainittua tiheyttä edustavan kolmannen signaalin synnyttämiseksi;
mainittuun ensimmäiseen, toiseen ja kolmanteen mittausvälineeseen kytketyn monivaihemittausvälineen vastaanottamaan vastaavasti mainitut ensimmäinen, toinen ja kolmas signaali,
tunnettu siitä, että mainittu monivaihemittausväline kykenee määrittämään seoksen volumetrisen vesipitoisuuden V_w, volumetrisen hiilivetypitoisuuden V_{hyd} ja hiilivedyn tiheyden ρ_{hyd} ratkaisemalla seuraavan yhtälösysteemin:

$$
\begin{aligned}
1 &= V_w + V_{hyd} \\
\rho_{mix} &= \rho_w V_w + \rho_{hyd} V_{hyd} \\
e_{mix} &= f(e_w, e_{hyd}, V_w, V_{hyd}) \\
e_{hyd} &= f(\rho_{hyd}, T)
\end{aligned}
$$

jossa viimeinen yhtälö edustaa hiilivedyn dielektrisyysvakion e_{hyd} ennalta määrättyä riippuvuutta hiilivedyn tiheydestä ρ_{hyd} ottaen huomioon lämpötila, veden dielektrisyysvakio e_w ja veden tiheys ρ_w ja kykenee määrittämään hiilivedyn massan M_{hyd} tulon $V_{hyd} \cdot \rho_{hyd}$ perusteella.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että se käsittää edelleen mittausosaan asennetun neljännen

mittausvälineen mittaamaan seoksen virtausmäärää V ja synnyttämään mainittua virtausmäärää kuvaavan neljännen signaalin, jolloin mainittu monivaihemittausväline lisäksi vastaanottaa neljännen signaalin ja kykenee määrittämään hiilivetyjen massavirtausnopeuden F_{hyd} tulon $V \cdot M_{hyd}$ perusteella.

3. Laite vesipitoisuuden mittaamiseksi nestemäisen raakaöljyn tai maakaasun tuotantovirrasta, joka laite käsittää:
välineet mittausosan muodostamiseksi, joka sisältää putken nesteseoksen johtamiseksi sen läpi;
ensimmäisen mainittuun mittausosaan asennetun välineen seoksen lämpötilan T mittaamiseksi ja mainittua lämpötilaa edustavan ensimmäisen signaalin synnyttämiseksi;
toisen mainittuun mittausosaan asennetun mittausvälineen seoksen dielektrisyysvakion e_{mix} mittaamiseksi ja mainittua dielektrisyysvakiota edustavan toisen signaalin synnyttämiseksi;
kolmannen mainittuun mittausosaan asennetun mittausvälineen seoksen tiheyden ρ_{mix} mittaamiseksi ja mainittua tiheyttä edustavan kolmannen signaalin synnyttämiseksi;
mainittuihin ensimmäiseen, toiseen ja kolmanteen mittausvälineeseen kytketyn monivaihemittausvälineen vastaanottamaan vastaavasti mainitut ensimmäinen, toinen ja kolmas signaali,
tunnettu siitä, että mainittu monivaihemittausväline pystyy mittaamaan seoksen volumetrisen vesipitoisuuden V_w ja seoksen hiilivetyjen tiheyden ρ_o ratkaisemalla seuraava yhtälösysteemi:

$$
\begin{aligned}
1 &= V_w + V_o \\
\rho_{mix} &= \rho_w V_w + \rho_o V_o \\
e_{mix} &= f(e_w, e_o, V_w, V_o) \\
e_o &= f(\rho_o, T)
\end{aligned}
$$

jossa viimeinen yhtälö edustaa hiilivedyn dielektrisyysvakion e_o ennalta määrättyä riippuvuutta hiilivedyn tiheydestä

ρ_o ottaen huomioon lämpötila T, veden dielektrisyysvakio e_w ja veden tiheys ρ_w.

4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että se käsittää edelleen mittausosaan asennetun neljännen mittausvälineen mittaamaan seoksen virtausmäärää V ja synnyttämään mainittua virtausmäärää edustava neljäs signaali, jolloin mainittu monivaihemittausväline lisäksi vastaanottaa mainitun neljännen signaalin ja kykenee määrittämään hiilivetyjen massavirtausnopeuden F_{hyd} tulon $V \cdot \rho_o(1-V_w)$ perusteella.

Patentkrav

1. Anordning för mätning av massan hos det kolväte som ingår i en råolje- eller naturgasproduktström som består i huvudsak av råolja, vatten och gas, vilken anordning omfattar:
organ för att bilda en mätdel, omfattande ett rör för att leda en vätskeblandning genom detta;
ett vid nämnda mätdel monterat första mätorgan för mätning av temperaturen hos blandningen och för generering av en första signal som representerar nämnda temperatur;
ett vid nämnda mätdel monterat andra mätorgan för mätning av blandningens dielektricitetskonstant e_{mix} och för generering av en andra signal som representerar nämnda dielektricitetskonstant;
ett vid nämnda mätdel monterat tredje mätorgan för mätning av blandningens densitet ρ_{mix} och för generering av en tredje signal som representerar nämnda densitet;
ett vid nämnda första, andra och tredje mätorgan kopplat multifasmätorgan för att motta respektive den första, andra och tredje signalen,
kännetecknad av att nämnda multifasmätorgan förmår bestämma blandningens volymetriska vattenhalt V_w, volymetriska kolvätehalt V_{hyd}, och kolvätets densitet ρ_{hyd} genom att lösa följande ekvationssystem:

$$1 = V_w + V_{hyd}$$
$$\rho_{mix} = \rho_w V_w + \rho_{hyd} V_{hyd}$$
$$e_{mix} = f(e_w, e_{hyd}, V_w, V_{hyd})$$
$$e_{hyd} = f(\rho_{hyd}, T)$$

där den sista ekvationen representerar ett på förhand definierat beroende för kolvätets dielektricitetskonstant e_{hyd} av kolvätets densitet ρ_{hyd} med beaktande av temperaturen, vattnets dielektricitetskonstant e_w och vattnets täthet ρ_w och förmår bestämma kolvätets massa M_{hyd} på basis av produkten $V_{hyd} \cdot \rho_{hyd}$.

2. Anordning enligt patentkrav 1, **kännetecknad** av att den omfattar vidare ett vid mätdelen monterat fjärde mätorgan för att mäta blandningens strömningsmängd V och för att generera en fjärde signal som beskriver nämnda strömningsmängd, varvid nämnda multifasmätorgan dessutom mottar den fjärde signalen och förmår bestämma kolvätenas massaströmningshastighet F_{hyd} på basis av produkten $V \cdot M_{hyd}$.

3. Anordning för mätning av vattenhalten ur produktionsströmmen för råolja i vätskeform eller naturgas, vilken anordning omfattar:

organ för bildande av en mätdel, vilken inkluderar ett rör för ledande av en vätskeblandning genom detta;

ett vid nämnda mätdel monterat första organ för mätning av temperaturen T hos blandningen och för generering av en första signal som representerar nämnda temperatur;

ett vid nämnda mätdel monterat andra mätorgan för mätning av blandningens dielektricitetskonstant e_{mix} och för generering av en andra signal som representerar nämnda dielektricitetskonstant;

ett vid nämnda mätdel monterat tredje mätorgan för mätning av blandningens densitet ρ_{mix} och för generering av en tredje signal som representerar nämnda densitet;

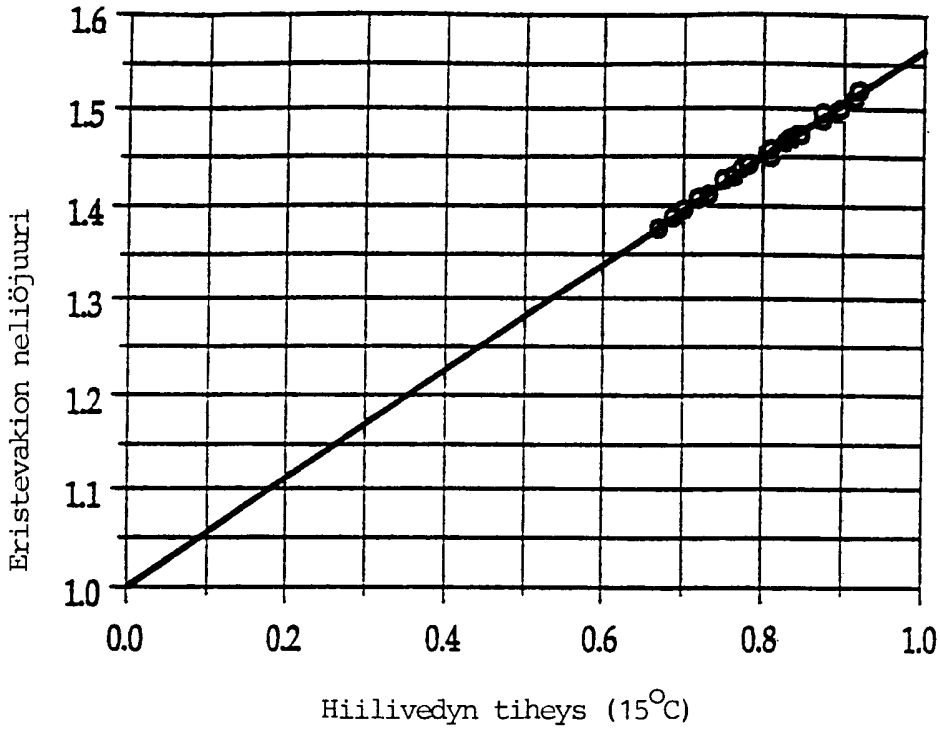
ett vid nämnda första, andra och tredje mätorgan kopplat multifasmätorgan för att motta respektive den första, andra och tredje signalen,

kännetecknad av att nämnda multifasmätorgan förmår bestämma blandningens volymetriska vattenhalt V_w, och kolvätesdensiteten ρ_o för blandningen genom att lösa följande ekvationssystem:

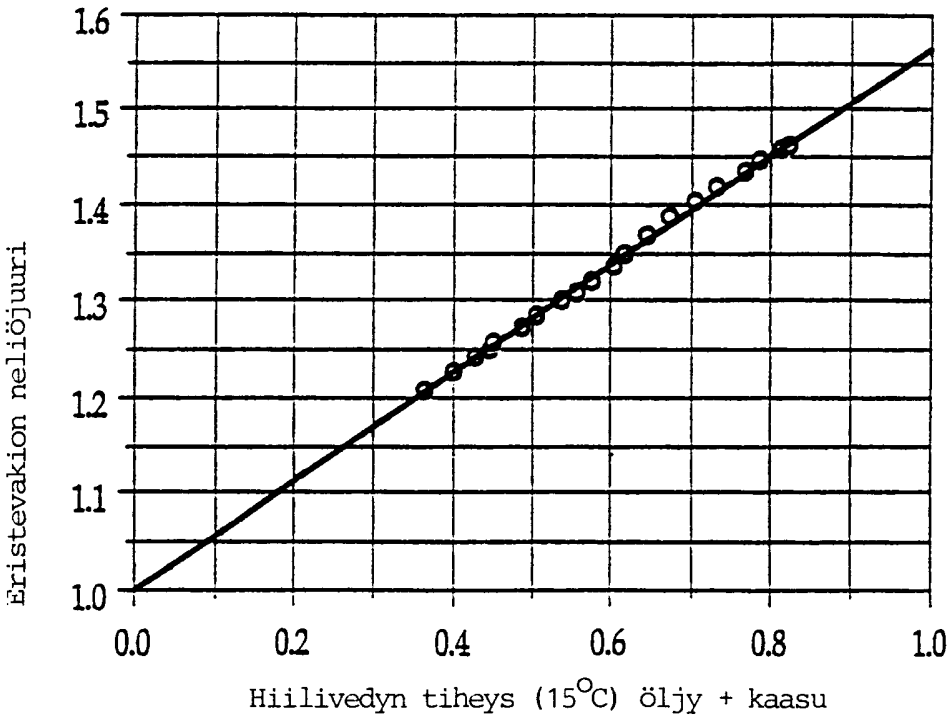
$$
\begin{aligned}
1 &= V_w + V_o \\
\rho_{mix} &= \rho_w V_w + \rho_o V_o \\
e_{mix} &= f(e_w, e_o, V_w, V_o) \\
e_o &= f(\rho_o, T)
\end{aligned}
$$

där den sista ekvationen representerar ett på förhand definierat beroende för kolvätets dielektricitetskonstant e_o av kolvätets densitet ρ_o med beaktande av temperaturen T, vattnets dielektricitetskonstant e_w och vattnets täthet ρ_w.

4. Anordning enligt patentkrav 3, **kännetecknad** av att den omfattar vidare ett vid mätdelen monterat fjärde mätorgan för att mäta blandningens strömningsmängd V och för att generera en fjärde signal som representerar nämnda strömningsmängd, varvid nämnda multifasmätorgan dessutom mottar den nämnda fjärde signalen och förmår bestämma kolvätenas massaströmningshastighet F_{hyd} på basis av produkten $V \cdot \rho_o (1 - V_w)$.

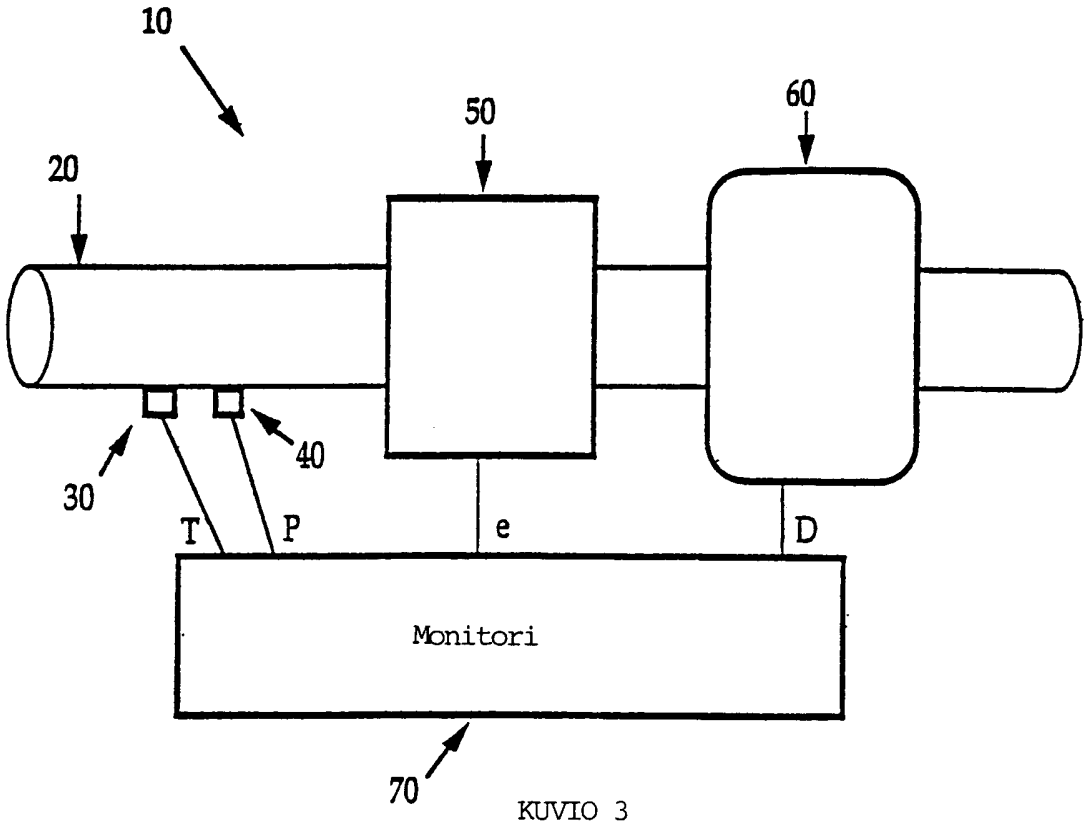


KUVIO 1

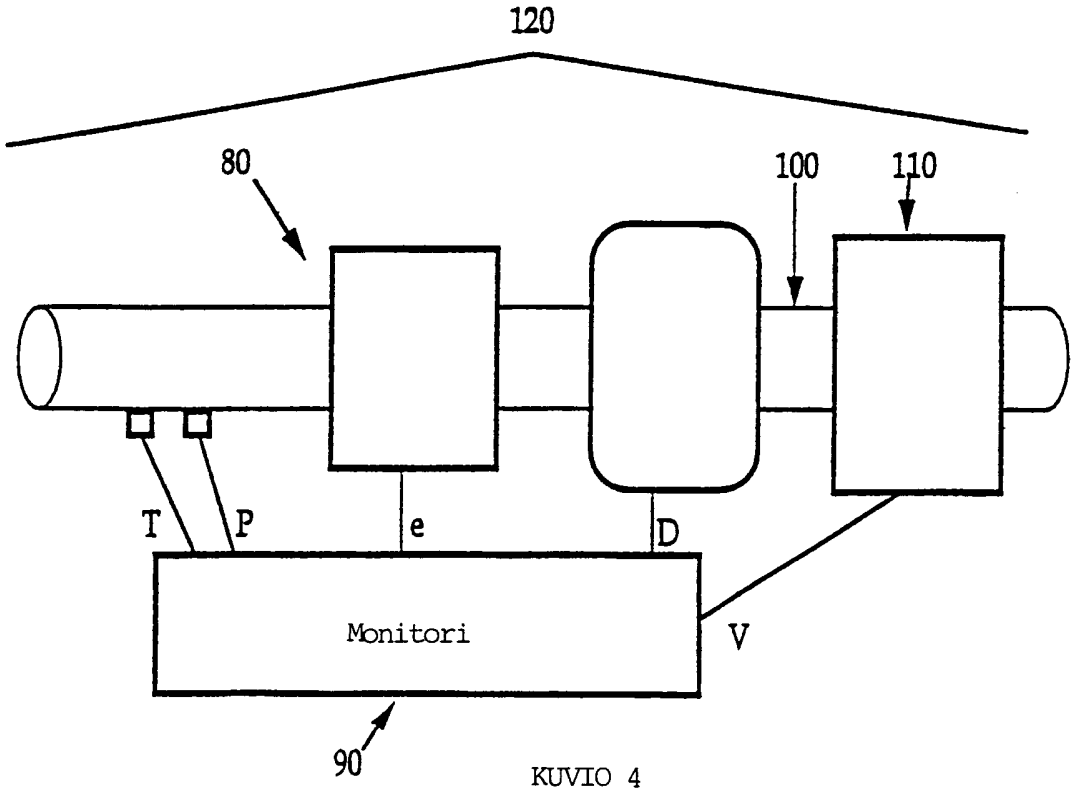


KUVIO 2

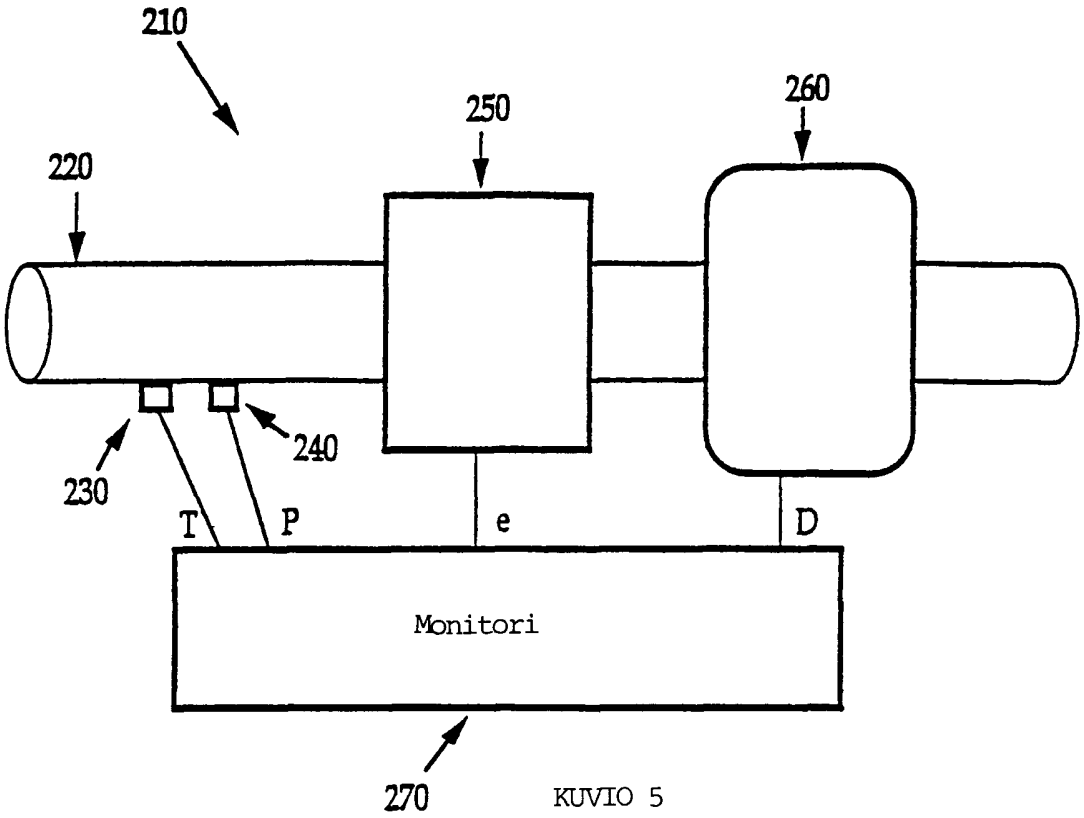
109236



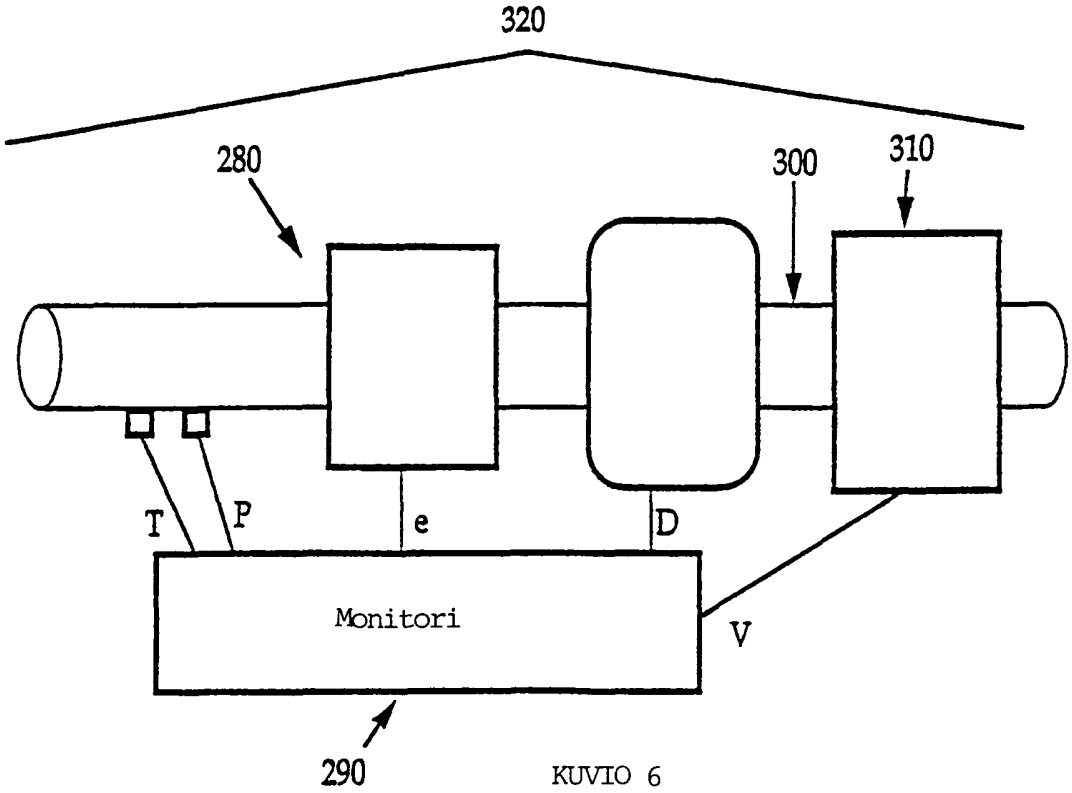
KUVIO 3



KUVIO 4



KUVIO 5



KUVIO 6