

(19)



SUOMI - FINLAND

(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS

PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

FINNISH PATENT AND REGISTRATION OFFICE

(10) **FI 951139 A7**

(12) **JULKISEKSI TULLUT PATENTTIHAKEMUS
PATENTANSÖKAN SOM BLIVIT OFFENTLIG
PATENT APPLICATION MADE AVAILABLE TO THE
PUBLIC**

(21) Patentihakemus - Patentansökan - Patent application 951139

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation -
International patent classification
G01N 22/00

(22) Tekemispäivä - Ingningsdag - Filing date 12.07.1994

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date 10.03.1995

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public 08.05.1995

(43) Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date 13.06.2019

(86) Kansainvälinen hakemus - 12.07.1994 PCT/JP1994/001138
Internationell ansökan - International
application

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

12.07.1993 JP 5-171576 P

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 •Kabushiki Kaisha Toshiba, 1-1, Shibaura 1-Chome, Minato-ku, TOKYO 105-8001, JAPANI, (JP)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 •Yamaguchi, Seiji, Kanagawa-ken, JAPANI, (JP)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Kolster Oy Ab, Salmisaarenaukio 1, 00180 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning - Title of the invention

Menetelmä ja laite vaihe-eron mittaamiseksi

Förfarande och anordning för att mäta fasförskjutning

Menetelmä ja laite vaihe-eron mittaamiseksi

5 Esillä oleva keksintö liittyy laitteeseen ja menetelmään fysikaalisen suureen, kuten mittausnesteessä olevan kiintoaineen tiheyden ja etäisyyden kohteeseen mittaamiseksi sekä kemiallisen suureen, kuten mittausnesteeseen liuenneen kemiallisen materiaalin tiheyden mittaamiseksi sähkömagneettista aaltoa, kuten valoaaltoa ja radioaaltoa, tai ultraääniaaltoa käyttäen.

10 Tiheysmittarina tunnettu on sellainen tyyppi, joka pystyy mittaamaan paitsi mittausnesteessä olevan kiintoaineen tiheyden myös mittausnesteeseen liuenneen materiaalin tiheyden ilman, että mittaukseen liittyyisi kiintoaineen kerrostumista tiheydenmittausputken sisäseinälle, ja joka
15 mittaa tämän tiheyden mikroaaltoa käyttäen. Tämän tyyppinen tiheysmittari on tunnettu JP-patenttihakemuksesta KOKAI-julkaisu (KOKAI PUBLICATION) 59-19846.

Kuvio 14 esittää edellä mainitussa julkaisussa esitettyä mikroaaltotiheysmittarin sovitelmaa. Tässä mittarissa jakolaite 71 erottaa mikroaalto-oskillaattorista 70
20 tulevan mikroaaltotaajuuden f_1 kahdeksi aalloksi, joista toinen menee tiheydenmittausputkeen 73 tähän liitetyn aaltoputken 72 kautta. Tämä haarautunut aalto kulkee mittausputken 73 kautta ja menee sekoittimeen 75 mittausputkeen
25 73 liitetyn toisen aaltoputken 74 kautta.

Toinen haarautunut aalto menee toiseen sekoittimeen 77 vaiheensiirtimen 76 kautta. Oskillaattorista 78 tuleva mikroaalto, jonka taajuus on f_2 menee näihin sekoittimiin 75 ja 77 jakolaitteen 79 kautta. Nämä taajuudet f_1 ja f_2
30 sekoitetaan sekoittimissa 75 ja 77, ja pientaajuussignaali otetaan ulos taajuutena $f_3 = f_1 - f_2$ ja syötetään vaihevertaimen 80. Vaihevertain 80 ilmaisee sekoittimesta 75 tulevan ja sekoittimesta 77 tulevan pientaajuussignaalin välisen vaihe-eron.

Jos etenemistietä B kulkeneen mikroaallon vaiheviivettä tilassa, jossa mittausneste kulkee mittausputken 73 kautta sisältämättä mitattavaa ainetta, merkitään θ_1 , niin vaiheensiirtimen 76 vaiheviive asetetaan siten, että etene-

5 mistietä C kulkeneen mikroaallon vaiheviive on samansuuruinen kuin θ_1 .

Jos etenemistietä B kulkeneen mikroaallon ja etenemistietä C kulkeneen mikroaallon vaiheen välinen vaiheero mitataan vertaamalla 80 tilassa, jossa mittausneste

10 kulkee mittausputkessa 73 sisältäen mitattavaa ainetta, niin etenemistietä B kulkeneen mikroaallon vaiheviivettä edustaa arvo, joka on verrannollinen mittausnesteen sisältämän mitattavan aineen tiheyteen.

Jos tiheys mitataan ilmaisemalla mittausnesteen

15 tiheystilan mukaan vaihteleva mikroaallon vaiheviive, niin on mahdollisuus, että esiintyy jäljempänä esitetty hankaluus.

Kuvio 15 esittää mikroaallon (M1) ennen vaiheensiirtimen 76 suorittamaa vaiheen viivästämistä, mikroaallon (M2), jota on vaiheviivästetty vaiheensiirtimellä 76,

20 ja mikroaallon (M3), jolla on etenemistietä B kulkeneen mittausnesteen tiheyttä vastaava vaiheviive, välistä suhdetta.

Mikroaallon (M3) vaiheviive θ_2 suhteessa mikroaalltoon (M1) tulee suuremmaksi mitattavan materiaalin tiheyden suurenemisen mukaan. Sellaisessa tapauksessa, jossa materiaalin tiheys on suuri, on olemassa kuviossa 16 esitetty mahdollisuus, että vaiheviive θ_2 on yli 360° . Vaikka vaiheviive θ_2 olisi yli 360° , näennäinen vaiheviive θ_2' on

30 välillä $0^\circ - 360^\circ$.

Tapauksessa jossa todellinen vaiheviive θ_2 (merkitty näin erotukseksi näennäisestä vaiheviiveestä θ_2') on kulma-alueella $0^\circ \leq \theta_2 < 360^\circ$, se ei vastaa yhtä kierrosta, ja tämä kierrosten lukumäärä n on $n=0$. Tapauksessa

35 jossa todellinen vaiheviive θ_2 on kulma-alueella $360^\circ \leq \theta_2$

< 720° yhden kierroksen jälkeen, tämä kierrosten lukumäärä n on $n=1$. Tapauksessa jossa todellinen vaiheviive θ_2 muuttuu vastakkaisessa suunnassa (miinussuunnassa) ja on kulma-alueella $0^\circ < \theta_2 \leq -360^\circ$, tämä kierrosten lukumäärä n on $n=-1$. Kierrosten lukumäärä n muuttuu samalla tavalla.

Koska vaihevertaimessa 80 todellinen vaiheviive θ_2 ilmaistaan näennäisenä vaiheviiveenä θ_2' , jos mittausnesteen tiheyttä vastaava todellinen vaiheviive θ_2 on yli 360° , niin mittaustulos ilmaisee näennäisesti pientä tiheyttä huolimatta siitä että tiheys on suuri. Toisaalta huolimatta siitä, että todellinen vaiheviive θ_2 on alle 0° , mittaustulos ilmaisee näennäisesti todellista suurempaa tiheyttä.

Mikroaallon kulkumatkan mittausputkessa 73 suurentuessa vaiheviive θ_2 tulee suuremmaksi kulkumatkan pitene-
misen mukaan aiheuttaen samanlaisen ongelman kuin edellä esitetty.

Kun nesteen tiheyttä mitataan näin ilmaisemalla mikroaallon vaiheviive, niin esiintyy edellä mainittu ongelma. JP-patenttihakemus KOKAI-julkaisu (KOKAI PUBLICATION) 2-238 348 esittää sellaisen menetelmän tiheyden mittaamiseksi, jossa on saatu aikaan eräs ratkaisu mainittuun ongelmaan. Tässä julkaisussa esitetyn tekniikan mukaan on mahdollista ilmaista mittausnesteen tiheys mittaamalla taajuusmoduloinnin avulla nopeudenvaihtelu, joka esiintyy mikroaallon kulkiessa mittausnesteen läpi.

Esillä olevan keksinnön tavoitteena on saada aikaan optimaalinen vaihe-eron mittauslaite tai vaihe-eron mitta-
tausmenetelmä, joka voi mitata fysikaalisen suureen tai kemiallisen suureen lähetetyn ja vastaanotetun aallon välisen vaihe-eron θ_1 , joka saadaan lähettämällä referenssiti-
lassa signaaliaaltoa mitattavaan kohteeseen ja vastaanot-
tamalla signaaliaaltoa siitä, ja lähetetyn ja vastaanotetun
aallon välisen vaihe-eron θ_2 , joka saadaan lähettämällä

mittaustilassa signaaliaalto tähän kohteeseen ja vastaanottamalla signaaliaalto siitä, välisestä vaihe-erosta $\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$.

5 Esillä olevan keksinnön toisena tavoitteena on saada aikaan vaihe-eron mittauslaite tai vaihe-eron mittausmenetelmä, joka pystyy tarkasti mittaamaan mitattavan materiaalin tilan (fysikaalisen suureen tai kemiallisen suureen), vaikka vaihe-eron θ_1 tai θ_2 välinen kulmaero on yli 360° tai alle 0° .

10 Esillä olevan keksinnön eräänä toisena tavoitteena on saada aikaan vaihe-eron mittauslaite tai vaihe-eron mittausmenetelmä, joka voi helposti toteuttaa tiheysmittarin, joka pystyy tarkasti mittaamaan tiheyden suuren tiheyden omaavassa mittaustilassa ja tarkasti mittaamaan tiheyden mittaustilassa, joka virtaa suurikokoisen mitausputken kautta.

20 Esillä olevan keksinnön eräänä toisena tavoitteena on saada aikaan vaihe-eron mittauslaite tai vaihe-eron mittausmenetelmä, joka voi helposti toteuttaa etäisyysmittarin, joka pystyy tarkasti mittaamaan etäisyyden jatkuvasti liikkeessä olevaan materiaaliin.

Vaihe-eron mittauslaite käsittää:

25 signaaliaallon ilmaisuyksikön ensimmäisen vastaanotetun signaalin saamiseksi lähettämällä referenssitilassa signaaliaallon mitattavaan kohteeseen ja vastaanottamalla signaaliaallon siitä sekä toisen vastaanotetun signaalin saamiseksi lähettämällä mittaustilassa signaaliaallon mitattavaan materiaaliin ja vastaanottamalla signaaliaallon siitä;

30 vaiheenilmaisuyksikön lähetetyn signaaliaallon ja ensimmäisen vastaanotetun signaalin välistä vaihe-eroa vastaavan vertailuvaihe-eron θ_1 ja lähetetyn aallon ja toisen vastaanotetun signaalin välisen näennäisen vaihe-eron θ_2 määrittämiseksi;

vaihe-eron korjausyksikön näennäisen vaihe-eron θ_2' lisäämiseksi sen kierrosten lukumäärän n , joka ilmaisee, montako kertaa näennäinen vaihe-ero θ_2' on mennyt vertailukohdan 360° tai 0° ohi, ja 360° :n kulman tuloon todellisen vaihe-eron θ_2 määrittämiseksi, missä vertailukohdan muodostaa jokin kulma näennäisen vaihe-eron θ_2' vaihtelualueella $0^\circ - 360^\circ$;

muutossuunnan ilmaisuyksikkö, joka jatkuvasti ilmaisee sen suunnan, jossa näennäinen vaihe-ero θ_2' suurenee tai pienenee;

ensimmäisen kierrosten lukumäärää muuttavan yksikön, joka muuttaa kierrosten lukumäärän n arvoon $n=n+1$, jos muutossuunnan ilmaisuyksikkö on ilmaissut näennäisen vaihe-eron θ_2' suurentuessaan menneen vertailukohdan ohi;

toisen kierrosten lukumäärää muuttavan yksikön, joka muuttaa kierrosten lukumäärän n arvoon $n=n-1$, jos muutossuunnan ilmaisuyksikkö on ilmaissut näennäisen vaihe-eron θ_2' pienentyessään menneen vertailukohdan ohi; sekä

mitatun informaation antoyksikön, joka antaa mitatavan materiaalin mitatun tilainformaation, joka vastaa todellisen vaihe-eron θ_2 ja vertailuvaihe-eron θ_1 välistä kulmaeroa $\Delta\theta$.

Täten sovitettu esillä oleva laite muuttaa mainitun kierrosten lukumäärän n arvoon $n=n+1$ joka kerta, kun lähetetyn signaalin, kun signaali lähetetään ja vastaanotetaan mitattavaan materiaaliin ja mitattavasta materiaalista referenssitilassa, ja toisen vastaanotetun signaalin välisen näennäinen vaihe-ero on suurentuessaan mennyt vertailukohdan ohi, ja muuttaa tämän kierrosten lukumäärän n arvoon $n=n-1$ joka kerta kun mainittu näennäinen vaihe-ero θ_2' on pienentyessään mennyt vertailukohdan ohi. Tätä määritetty kierrosten lukumäärä n kerrotaan 360° :n kulmalla, ja näennäinen vaihe-ero θ_2' lisätään tuloon $n \times 360^\circ$ todellisen vaihe-eron θ_2 määrittämiseksi.

Vaihe-eron mittauslaite käsittää:

signaaliaallon ilmaisyksikön ensimmäisen vastaanotetun signaalin saamiseksi lähettämällä referenssitilassa signaaliaallon mitattavaan materiaaliin ja vastaanottamalla signaaliaallon siitä sekä toisen vastaanotetun signaalin saamiseksi lähettämällä mittaustilassa signaaliaallon tähän materiaaliin ja vastaanottamalla signaaliaallon siitä;

vaiheenilmaisyksikön signaaliaaltona olevan lähetetyn aallon ja ensimmäisen vastaanotetun signaalin välistä vaihe-eroa vastaavan vertailuvaihe-eron θ_1 sekä lähetetyn aallon ja toisen vastaanotetun signaalin välisen näennäisen vaihe-eron θ_2' määrittämiseksi;

vaihe-eron korjausyksikön näennäisen vaihe-eron θ_2' lisäämiseksi sen kierrosten lukumäärän n , joka ilmaisee, montako kertaa näennäinen vaihe-ero θ_2' on mennyt vertailukohdan ohi, ja 360° :n kulman tuloon todellisen vaihe-eron θ_2 määrittämiseksi, missä vertailukohdan muodostaa jokin kulma näennäisen vaihe-eron θ_2' vaihtelualueella;

ottoyksikkö näennäisen vaihe-eron θ_2' lukemiseksi, ei jatkuvasti, vaan ennalta määrätyin aikaväleihin;

ylemmän alueen määrittäysyksikkö ylemmän alueen asettamiseksi tietylle maksimin ja minimin väliselle kulma-alueelle, joka vastaa yhtä kierrosta vertailukohdasta lähtien, joka ylemmän alueen määrittäysyksikkö määrittää, onko luettu näennäinen vaihe-ero θ_2' tämän maksimikulman sisältävällä ylemmällä alueella;

alemman alueen määrittäysyksikkö alemman alueen asettamiseksi tietylle minimin ja maksimin väliselle kulma-alueelle, joka alemman alueen määrittäysyksikkö määrittää, onko luettu näennäinen vaihe-ero θ_2' tämän minimikulman sisältävällä alemmalla alueella;

ensimmäiset välineet kierrosten lukumäärän n muuttamiseksi arvoon $n=n+1$, jos ylemmän alueen määrittäysyksikkö on määrittänyt, että näennäinen vaihe-ero θ_2' on ylemmällä

alueella, ja jos alemman alueen määrittäisyksikkö on määrittänyt seuraavan luetun näennäisen vaihe-eron θ_2' olevan alemmalla alueella;

5 toiset välineet kierrosten lukumäärän n muuttamiseksi arvoon $n=n-1$, jos alemman alueen määrittäisyksikkö on määrittänyt, että näennäinen vaihe-ero θ_2' on alemmalla alueella, ja jos ylemmän alueen määrittäisyksikkö on määrittänyt seuraavan luetun näennäisen vaihe-eron θ_2' olevan ylemmällä alueella; sekä

10 mitatun informaation antoyksikön, joka antaa mitattavan materiaalin mitatun tilainformaation, joka vastaa todellisen vaihe-eron θ_2 ja vertailuvaihe-eron θ_1 välistä kulmaeroa $\Delta\theta$.

Täten sovitettu esillä oleva laite muuttaa kierrosten lukumäärän n arvoon $n=n+1$, jos ylemmän alueen määrittäisyksikkö on määrittänyt näennäisen vaihe-eron θ_2' olevan ylemmällä alueella ja jos alemman alueen määrittäisyksikkö on määrittänyt seuraavaksi luetun näennäisen vaihe-eron θ_2' olevan alemmalla alueella, ja muuttaa kierrosten lukumäärän n arvoon $n=n-1$, jos alemman alueen määrittäisyksikkö on määrittänyt näennäisen vaihe-eron θ_2' olevan alemmalla alueella ja jos ylemmän alueen määrittäisyksikkö on määrittänyt seuraavaksi luetun näennäisen vaihe-eron θ_2' olevan ylemmällä alueella. Todellinen vaihe-ero θ_2 määritetään kertomalla täten määritetty kierrosten lukumäärä n $360^\circ:n$ kulmalla ja lisäämällä tuloon $n \times 360^\circ$ näennäinen vaihe-ero θ_2' .

25 Kuvio 1 on kaaviokuva, joka esittää esillä olevan keksinnön ensimmäisen suoritusmuodon mukaista tiheysmittaria;

30 kuvio 2 on ensimmäisen suoritusmuodon tiheysmittarissa olevan vaihe-eron korjauspiirin toimintaa esittävä vuokaavio;

35 kuvio 3 on ensimmäisen suoritusmuodon tiheysmittarin signaalinmuunnospiiriin asetettuja toimintakäyrätietoja esittävä kuvio;

kuvio 4A on kuvanto, joka esittää tilaa, jossa vesijohtovesi kulkee tiheydenvertailupisteenä toimivan tiheydenilmaisuputken kautta;

5 kuvio 4B on kuvanto, joka esittää tilaa, jossa mitausnestekulkeus tiheydenilmaisuputken kautta;

kuvio 5 on kaaviokuva, joka esittää ensimmäisen suoritusmuodon tiheysmittarissa olevan laitteistotasolla toteutetun vaihe-eron korjauspiirin muodostamaa piirilaitetta;

10 kuvio 6 on vaihe-eron korjauspiirin toimintaa toisen suoritusmuodon tiheysmittarissa esittävä vuokaavio;

kuvio 7 on kuvio, joka esittää toisen suoritusmuodon erästä käytännöllistä muotoa, jossa asetetaan ylempi ja alempi alue;

15 kuvio 8 on kierrosten lukumääräehdon asetusyksikön kierrosten lukumäärän alkuarvon asetustoimintaa toisessa suoritusmuodossa esittävä vuokaavio;

20 kuvio 9 on toisen suoritusmuodon tiheysmittarissa olevaa laitteistotasolla toteutettua vaihe-eron korjauspiiriä esittävä kaaviokuva;

kuvio 10 on esillä olevan keksinnön kolmannen suoritusmuodon mukaista etäisyysmittaria esittävä kaaviokuva;

25 kuvio 11 on esillä olevan keksinnön kolmannen suoritusmuodon mukaisen etäisyysmittarin etäisyydenmittaus-toimintaa esittävä kaaviokuva;

kuvio 12 on kuvio, joka esittää lähetetyn aallon ja vastaanotetun aallon välistä vaihe-eroa kolmannessa suoritusmuodossa;

30 kuvio 13 on kolmannen suoritusmuodon etäisyysmittarin etäisyyden laskentapiiriin asetettuja toimintakäyrätietoja esittävä kuvio;

kuvio 14 on kaaviokuva, joka esittää tiheysmittaria, johon on sovellettu tavanomainen vaihe-eron mittausjärjestelmä;

35 kuvio 15 on mikroaallon vaiheviivettä esittävä kuvio; ja

kuvio 16 on näennäisen vaiheviivekulman kiertotoimintoa esittävä kuvio.

Seuraavassa on esitetty esillä olevan keksinnön ensimmäisen suoritusmuodon mukainen vaihe-eron mittauslaite mikroaaltotiheysmittariin sovellettuna.

Kuvio 1 on kaaviokuva, joka esittää esillä olevan keksinnön ensimmäisen suoritusmuodon yhteydessä kuvattua mikroaaltotiheysmittaria. Mikroaaltotiheysmittari on sijoitettu virtauksen tulopuolella olevan putken 21 ja virtauksen lähtöpuolella olevan putken 22 välille erotusventtiilien 23 ja 24 avulla. Vedensyöttöventtiili 26 on liitetty vedensyöttöputkeen 28 vertailunesteen kuten vesijohtoveden johtamiseksi vesijohtoverkosta. Vedenpoistoputki 29 on liitetty poistuventtiiliin 27.

Tiheydenilmaisuputkessa 20 on mikroaaltoja läpipäästävät ikkunat vastakkaisissa asemissa putken akselilla. Antennin asennuslevy on kiinnitetty läpipäästäviin ikkunoihin hermeettisesti tiivistävällä tiivisteellä. Lähetysantenni 31 ja vastaanottoantenni 32 on tarkasti sijoitettu antennin asennuslevylle väliin asetetun eristämateriaalin avulla.

Mikroaaltoja lähettävä mikroaalto-oskillaattori 33 on sijoitettu tiheysmittarin lähetysjärjestelmään. Mikroaalto-oskillaattorin 33 ulostulo siirretään lähetysantenniin 31 tehonjakajan 34 kautta.

Tiheysmittarin vastaanottojärjestelmä käsittää vaihe-eron mittauspiirin 35, vaihe-eron korjauspiirin 36, kierrosten lukumääräehdon asetuspiirin 37 sekä signaalinmuunnospiirin 38. Vaihe-eron mittauspiiri 35 vastaanottaa, yhdessä vastaanottoantennista tulevan vastaanotetun mikroaallon kanssa, osan jakajasta 34 tulevasta lähetetystä mikroaallosta ja mittaa vastaanotetun aallon näennäisen vaiheviiveen lähetetyn aallon suhteen. Vaihe-eron korjauspiiri 36 ilmaisee todellisen vaiheviiveen näennäisestä vaiheviiveestä kuviossa 2 esitettyyn vuokaavioon perustu-

van käsittelyn avulla ja laskee todellisen vaiheviiveen ja vertailuvaiheviiveen välisen vaihe-eron $\Delta\theta$. Kierrosten lukumääräehdon asetusyksikköä 37 käytetään kierrosten lukumäärän n asettamiseksi sinä ajanhetkenä, jolloin virtalähde 5 kytketään virralliseksi, ja se sallii kierrosten lukumäärän valintatoiminnon valitsemisen (toimintatapa 1: kierrosten lukumäärä juuri ennen virtalähteen kytkemistä virrattomaksi; toimintatapa 2: kierrosten lukumäärä 0) ja todellisen kierrosten lukumäärän n asettelun käsin. Signaalinmuunnospiirillä 38 on kuviossa 3 esitetyt asetetut 10 toimintakäyrätiedot, ja se ilmaisee toimintakäyrätietojen perusteella vaihe-eron korjauspiiristä 36 tulevaa vaiheeroa $\Delta\theta$ vastaavan tiheystason ja antaa vastaavaksi virtasignaaliaksi muunnetun virtasignaalin.

15 Tiheysmittarin tiheydenmittaustoiminta käytettäessä mikroaaltoa täten sovitetun ensimmäisen suoritusmuodon mukaan on selitetty seuraavassa.

Vertailunestettä (esimerkiksi vesijohtovettä), jonka konsentraatio on nolla, syötetään ensin tiheysmittarin 20 ilmaisuputkeen 20 ja mitataan vastaava vertailuvaiheviive θ_1 . Tässä termin "vaiheviive" on tarkoitettu merkitsevän vastaanotetun mikroaallon vaiheviivettä lähetetyn mikroaallon suhteen vaiheenmittauspiirissä 35.

Vertailuvaiheviivettä θ_1 mitattaessa mittausteste 25 kuten liete poistetaan erotusventtiilien 23, 24 ollessa kiinni ja vedenpoistoputken 27 ollessa auki, ja sitten vedensyöttöventtiili 36 avataan vesijohtoveden syöttämiseksi, mikä sallii lian puhdistamisen putken 20 sisäpinnalta, ja sen jälkeen vedenpoistoverventtiili 27 suljetaan ja 30 putki 20 täytetään vesijohtovedellä.

Sen jälkeen kun putki 20 on tällä tavoin täytetty vesijohtovedellä, mikroaalto-oskillaattorista 33 kehitetään mikroaaltosignaali, kuten kuviossa 4A on esitetty, ja se syötetään tehonjakajan 34 kautta lähetysantenniin 31, 35 josta se lähetetään, ja se vastaanotetaan vastaanottoan-

tennilla 32 sen kuljettua putkessa 20 olevan vesijohtove-
den läpi. Vastaanotettu mikroaalto siirretään vaihe-eron
mittauspiiriin 35. Huomattakoon tässä yhteydessä, että osa
lähetetystä mikroaallosta lähetetään tehonjakajasta 34
5 vaihe-eron mittauspiiriin 35.

Vaihe-eron mittauspiiri 35 vertaa lähetettyä mikro-
aaltoa vastaanotettuun mikroaaltoon vertailunesteeseen
liittyvän vertailuvaiheviiveen θ_1 mittaamiseksi. Mitattu
vertailuvaiheviive θ_1 lähetetään vaihe-eron korjauspiiriin
10 36 tallennettavaksi. Asetusyksikkö 37 asettaa vaihe-eron
korjauspiiriin 36 kierrosten n lukumäärää vastaavaksi al-
kuarvoksi "0".

Tämän jälkeen vesijohtovesi poistetaan putkesta 20
poistuventtiilillä 27 ollessa auki, ja sen jälkeen mitatta-
15 vaa materiaalia sisältävä mittausneste siirtyy siihen ero-
tusventtiilien 23 ja 24 ollessa auki. Tässä tilassa mikro-
aalto-oskillaattorista 33 lähetetään mikroaalto. Mikroaal-
tosignaali lähetetään, kuten edellä on esitetty, tehonja-
kajan 34 kautta lähetysantennin 31 ja siitä vaihe-eron
20 mittauspiiriin 35. Lähetysantennista 31 tuleva mikroaalto
saavuttaa lähetysantennin 32, kuten kuviossa 4B on esitet-
ty, kuljettuaan tiheydenilmaisuputkessa 20 olevan nesteen
läpi. Mikroaallon saapumisen jälkeen vastaanottoantenni 32
antaa mikroaaltosignaalin, jonka vaiheviive vastaa mit-
25 tausnesteen tiheyttä. Vaihe-eron mittauspiiri 35 mittaa
mikroaaltosignaalin näennäisen vaiheviiveen θ_2' , joka vai-
heviive vastaa mittausnesteen tiheyttä. Siinä tilassa,
jossa mitattavaa materiaalia sisältävä mittausneste liik-
kuu, mikroaaltoa lähetetään jatkuvasti, ja vaihe-eron mit-
30 tauspiiri 35 mittaa näennäisen vaiheviiveen θ_2' ja vastaa-
vat tiedot syötetään perättäisästi vaihe-eron korjauspii-
riin 36.

Vaihe-eron korjauspiirin 36 suorittama yksityiskoh-
tainen käsittely on seuraavassa selitetty viitaten kuvioon
35 2. Jokaisella lyhyellä aikavälillä Δt vaihe-eron korjaus-

piiri 36 vastaanottaa vaihe-eron mittauspiiristä 35 näennäisen vaiheviiveen θ_2' ja suorittaa seuraavan käsittelyn.

Toisin sanoen vaihe-eron mittauspiiri 35 differentioi näennäisen vaiheviiveen θ_2' suurenemis-/pienenemissuunnan ilmaisemiseksi. Jos $d\theta_2'/dt$ on positiivinen, niin vaiheviive θ_2' suurenee, ja määritetään, onko yksi kierros tehty. Jos näennäisen vaiheviiveen θ_2' differentioitu arvo on positiivinen ja vaiheviive θ_2' on mennyt 360° :n ohi, niin todellisen mitatun näennäisen vaiheviiveen θ_2' havaitaan olevan välillä $0 \leq \theta_2' < 360^\circ$. Todellinen vaiheviive θ_2 on todellisuudessa välillä $360^\circ \leq \theta_2 < 720^\circ$, ja kierrosten lukumäärä muuttuu 0:sta 1:een, toisin sanoen n muutetaan $(n+1)$:ksi.

Toisaalta jos $d\theta_2'/dt$ on positiivinen, niin näennäinen vaiheviive θ_2' pienenee, ja määritetään, onko vaiheviive mennyt 0° :n ohi. Jos näennäisen vaiheviiveen θ_2' differentioitu arvo on negatiivinen ja vaiheviive θ_2' on mennyt 0° :n ohi, niin näennäisen vaiheviiveen θ_2' havaitaan olevan välillä $0 \leq \theta_2' < 360^\circ$. Koska toisaalta todellinen vaiheviive θ_2 on välillä $-360^\circ \leq \theta_2 < 0^\circ$, niin kierrosten lukumäärä muuttuu 0:sta -1:een, toisin sanoen n muutetaan $(n-1)$:ksi. Tällä tavalla saatu kierrosten lukumäärä tallennetaan datana kierrosten lukumäärämuistiin, ei esitetty. Kierrosten lukumäärä päivitetään uudestaan joka kerta kun kierrosten lukumäärässä tapahtuu muutos.

Todellinen vaiheviive θ_2 lasketaan seuraavan yhtälön perusteella:

$$\theta_2 = \theta_2' + n \times 360^\circ \quad \dots (1)$$

Yksityiskohtaisemmin esitettynä, jos näennäisen vaiheviiveen θ_2' ajan suhteen differentioitu arvo $d\theta_2'/dt$ on positiivinen ja todellinen vaiheviive θ_2 ylittää 360° (yksi kierros) ollen välillä $360^\circ - 720^\circ$, niin $\theta_2 = \theta_2' + 360^\circ$. Edelleen jos näennäisen vaiheviiveen θ_2' ajan suhteen differentioitu arvo $d\theta_2'/dt$ on positiivinen ja todellinen vaiheviive θ_2 ylittää 720° (kaksi kierrosta) ollen kulma-alueella $720^\circ - 980^\circ$, niin $\theta_2 = \theta_2' + 720^\circ$.

Samaten jos θ_2' :n ajan suhteen differentioitu arvo $d\theta_2'/dt$ on positiivinen ja θ_2' ylittää 360° , tehdään joka kerta 360° lisäys todellisen vaiheviivekulman θ_2 ilmaise-
miseksi.

5 Toisaalta jos näennäisen vaiheviiveen θ_2' ajan suhteen differentioitu arvo on negatiivinen ja todellinen vaiheviive θ_2 tulee pienemmäksi kuin 0° (-yksi kierros) ollen kulma-alueella $0^\circ - -360^\circ$, niin $\theta_2 = \theta_2' - 360^\circ$.

10 Samaten jos θ_2' :n ajan suhteen differentioitu arvo $d\theta_2'/dt$ on negatiivinen ja θ_2' on alle 0° , tehdään joka kerta -360° :n lisäys todellisen vaiheviivekulman θ_2 ilmaisemiseksi.

Tämän jälkeen ilmaistaan edellä mainitun vertailu-
nesteiden mittauksen jälkeen tallennetun vertailuvaihevii-
15 veen θ_1 ja yhtälön (1) avulla lasketun todellisen vaihe-
viiveen θ_2 välinen vaihe-ero $\Delta\theta$ seuraavan yhtälön perus-
teella:

$$\text{vaihe-ero } \Delta\theta = \theta_2 - \theta_1 \quad \dots (2)$$

20 Samalla tavalla joka kerta, kun edellä mainittu ehto todetaan, kierrosten lukumäärää n muutetaan todellisen vaiheviiveen θ_2 ja vaihe-eron $\Delta\theta$ määrittämiseksi.

Kun signaalinmuunnospiiri 38 vastaanottaa vaihe-
eron korjauspiiristä 36 vaihe-eron $\Delta\theta$, vastaava tiheys
määritetään tiheyden ja vaihe-eron suhdetta edustavien
toimintakäyrätietojen mukaan. Signaalinmuunnospiiri 38
antaa ulostuloksi tiheyden muunnettuna vastaavaksi signaa-
liksi. Jos tiheyden mittausalue on esimerkiksi 0 - 10 %,
niin ulostuloksi annetaan vastaava virta-arvo 4 - 20 mA.

Huomattakoon että kun tiheysmittarin virtalähde
30 kytketään virralliseksi sen oltua kytkettynä virrattomaksi (tai oltua viallinen), alkuarvona käytetään ennalta määrättyä kierrosten lukumäärää vastaavaa arvoa sen toimintatilan mukaan, joka on asetettu asetusyksikköön 37. Jos asetusyksikössä 37 on valittu toimintatapa 1, niin
35 kysymyksessä oleva kierrosten lukumääräksi asetetaan kier-

rosten lukumäärä n ennen virtalähteen kytkemistä virrattomaksi, ja jos asetusyksikössä 37 on valittu toimintatapa 2, niin kysymyksessä olevaksi kierrosten lukumääräksi asetetaan 0.

5 Jollakin toisella tiheyden mittaamenetelmällä (erillinen mittaaminen kuivapainomenetelmällä jne.) saadun mittaustuloksen perusteella ja tiheysmittarilla varustetun laitoksen toimintatilan perusteella arvostelemalla on mahdollista asettaa todellista vaiheviivekulmaa θ_2 vastaava
10 kierrosten lukumäärä n käsin.

Esillä olevan suoritusmuodon tiheysmittarilla, koska todellinen vaiheviive θ_2 lasketaan määrittämällä joka kerta se todellinen kierrosten lukumäärä, joka vastaa todellista vaiheviivettä θ_2 , ja lisäämällä kierrosten lukumäärän tulo $n \times 360^\circ$ näennäiseen vaiheviiveeseen θ_2' , on
15 mahdollista saada tarkka todellinen vaiheviive θ_2 , vaikka todellinen vaiheviive θ_2 tulee 360° :ta suuremmaksi tai pienemmäksi kuin 0° . Siksi on mahdollista mitata suuren tiheyden omaavan mittausnesteen tiheys, mihin liittyy esimerkiksi todellisen vaiheviiveen θ_2 useampia kierroksia,
20 ja suorittaa siten tiheyden mittaus suurikokoisessa putkessa.

Esillä oleva laite voidaan konstruoida sellaiseksi, että se määrittää, tekeekö näennäinen vaiheviive θ_2' yhden
25 kierroksen välillä $-180^\circ - +180^\circ$. Näennäisen vaiheviiveen θ_2' kierros määritetään näennäisen vaiheviiveen θ_2' differentioidun arvon etumerkin mukaan ja sen mukaan, meneekö näennäinen vaiheviive $\theta_2' + 180^\circ$:n tai -180° :n ohi $+180^\circ$:n tai -180° :n ollessa asetettuna vertailukohdaksi.

30 Esimerkiksi jos $d\theta_2'/dt$ on positiivinen ja näennäinen vaiheviive θ_2' menee -180° :n ohi, niin kierrosten lukumäärä n muutetaan arvoon $n=n-1$. Toisaalta jos $d\theta_2'/dt$ on negatiivinen ja näennäinen vaiheviive θ_2' menee -180° :n ohi, niin kierrosten lukumäärä n muutetaan arvoon $n=n+1$.

Edellä mainitussa ensimmäisessä suoritusmuodossa, vaikka vaihe-eron korjauspiirin 36 toiminta on toteutettu ohjelmiston avulla, se voidaan suorittaa myös laitteistotasolla toteutetulla piirillä.

5 Kuvio 5 on lohkokaavio, joka esittää piirilaitetta, jossa vaihe-eron korjauspiirin 36 toiminta on toteutettu laitteistotasolla. Tässä piirilaitteessa derivointipiiriin 41 ja ensimmäiseen ja toiseen vertailuelimeen 42 ja 43 syötetään vaihe-eron mittauspiiristä 35 tuleva näennäinen vaiheviive θ_2' . Derivointipiiri 41 lähettää vaiheviiveen θ_2' ajan suhteen differentioidun arvon positiivista/negatiivista etumerkkiä edustavan signaalin ensimmäiseen ja toiseen JA-piiriin 44 ja 45. Ensimmäiseen vertailuelimeen 42 on asetettu kynnyсарvo 360° sen ilmaisemiseksi, onko 10 näennäinen vaiheviive θ_2' on ylittänyt 360° . Toiseen vertailuelimeen 43 on asetettu kynnyсарvo 0° sen ilmaisemiseksi, onko näennäinen vaiheviive θ_2' , on mennyt pienemmäksi kuin 0° . Kun näennäinen vaiheviive θ_2' muuttuu arvosta 360° , ensimmäinen vertailuelin 42 antaa kierrosten 15 lukumäärä suurenee -signaalin ensimmäiseen JA-piiriin 44. Kun näennäinen vaiheviive θ_2' muuttuu arvosta 0° , toinen vertailuelin 43 antaa kierrosten lukumäärä pienenee -signaalin toiseen JA-piiriin 45. Jos vaiheviiveen θ_2' ajan suhteen differentioitu arvo on positiivinen ja kierrosten 20 lukumäärä suurenee -signaali syötetään JA-piiriin 44, niin tämä JA-piiri syöttää YLÖS-signaalin JA-operaation tuloksena olevana signaalina ylös/alas-laskurin 46 YLÖS-napaan. Jos vaiheviiveen θ_2' ajan suhteen differentioitu arvo on negatiivinen ja kierrosten lukumäärä pienenee -signaali 25 syötetään JA-piiriin 45, niin toinen JA-piiri 45 syöttää ALAS-signaalin JA-operaation tuloksena olevana signaalina ylös/alas-laskurin 46 ALAS-napaan. Ylös/alas-laskurissa 46 otetaan laskentaulostulon ja kierrosten lukumäärän n koin- sidenssi nollaamalla lukeman arvoon $n=0$ nolla-asetuksen 30 suoritushetkellä (toisin sanoen vaihe-eroa θ mitatessa).

Ylös/alas-laskuri 46 inkrementoi lukeman arvoa 1:llä joka kerta vastaanotettuaan YLÖS-signaalin YLÖS-napaansa ja dekrementoi lukeman arvoa 1:llä joka kerta vastaanotettuaan ALAS-signaalin ALAS-napaansa. Todellisen arvon laskentapiiri 48 on kytketty ylös/alas-laskurin 46 lähtönapaan ja ilmaisee todellisen vaiheviiveen θ_2 edellä esitetystä yhtälöstä (1) laskemalla. Todellisen arvon laskentapiirin 48 ulostulo syötetään vähenninpiiriin 49 $\Delta\theta$:n määrittämiseksi edellä esitetystä yhtälöstä (2) laskemalla.

Esillä olevan keksinnön toinen suoritusmuoto on selitetty seuraavassa.

Toinen suoritusmuoto käsittää edellä ensimmäisessä suoritusmuodossa olevan vaihe-eron korjauspiirin ja kierrosten lukumääräehdon asetusyksikön toiminnallisen muunnelman. Toinen suoritusmuoto on sen muodostavien elementtien osalta samanlainen kuin ensimmäinen suoritusmuoto vaihe-eron korjauspiiriä ja kierrosten lukumäärän asetusyksikköä lukuunottamatta.

Vaihe-eron korjauspiiri 38' (joka on esitetty indeksipilkulla varustetulla viitenumerolla sen erottamiseksi ensimmäisessä suoritusmuodossa olevasta vaihe-eron korjauspiiristä 38) laskee todellisen vaiheviiveen θ_2 kuviossa 6 esitetyn vuokaavion perusteella. Toisessa suoritusmuodossa oleva kierrosten lukumääräehdon asetusyksikkö 37' (joka on esitetty indeksipilkulla varustetulla viitenumerolla sen erottamiseksi kierrosten lukumääräehdon asetusyksiköstä 37) määrittää kierrosten lukumäärän n vuokaavion (kuvio 8) perusteella, kun jännitelähde kytketään uudelleen virralliseksi.

Tässä periaate, jonka mukaan todellinen vaiheviive θ_2 lasketaan vaihe-eron korjauspiirissä 38' on selitetty seuraavassa.

Näennäinen vaiheviive θ_2' on kulma-alueella $0^\circ - 360^\circ$ kuten kuviossa 7 on esitetty. Kulma-alueella $0^\circ - 360^\circ$ ennalta määrätty alue katsottuna 0° :sta 360° :ta kohti

asetetaan alemmaksi alueeksi, ja ennalta määrätty alue katsottuna 360° :sta 0° :ta kohti määritellään ylemmäksi alueeksi. Alue 240° :sta 360° :een, normaalisti kuitenkin alue 260° :sta 360° :een, voidaan esillä olevan suoritusmuodon mukaan asettaa ylemmäksi alueeksi, kun taas toisaalta alue 0° :sta 120° :een, normaalisti alue 0° :sta 100° :een, voidaan asettaa alemmaksi alueeksi.

Näennäistä vaiheviivettä θ_2' ei mitata jatkuvasti, vaan tietyin lyhyin välein (viiden sekunnin välein tässä suoritusmuodossa). Siinä tapauksessa, että tietyllä ajanhetkellä näennäinen vaiheviive θ_2' on ylemmällä alueella ja että seuraavalla ajanhetkellä näennäinen vaiheviive θ_2' on alemmalla alueella, kierrosten lukumäärä n muutetaan arvoon $n=n+1$. Tapauksessa jossa tietyllä ajanhetkellä näennäinen vaiheviive θ_2' on ylemmällä alueella ja jossa seuraavalla ajanhetkellä näennäinen vaiheviive θ_2' on alemmalla alueella, kierrosten lukumäärä n muutetaan arvoon $n=n+1$. Tapauksessa jossa tietyllä ajanhetkellä näennäinen vaiheviive θ_2' on alemmalla alueella ja jossa seuraavalla ajanhetkellä näennäinen vaiheviive θ_2' on ylemmällä alueella, kierrosten lukumäärä n muutetaan arvoon $n=n-1$. Todellinen vaiheviive θ_2 lasketaan sijoittamalla kierrosten lukumäärä n edellä esitettyyn yhtälöön (1).

Syy siihen, että kierrosten lukumäärää n muutetaan näiden ehtojen vallitessa, johtuu siitä oletuksesta, että vaiheviiveen mittaussväliksi asetetulla lyhyellä aikavälillä (esimerkiksi viiden aikavälillä) ei todellisessa käytännössä esiinny mitään muutosta (tiheyden, lämpötilan jne. muutoksia) ylemmältä alemmalle alueelle päin tai alemmalta ylemmälle alueelle päin, kun näennäinen vaiheviive θ_2' on samalla kierrosten lukumäärän n alueella (todellinen vaiheviive θ_2 on esimerkiksi välillä $0^{\circ} - 360^{\circ}$ kun $n=0$). Jos esimerkiksi viiden sekunnin aikavälillä näennäinen vaiheviive θ_2' muuttuu ylemmältä alemmalle alueelle päin tai alemmalta ylemmälle alueelle päin, niin

voidaan määrittää, että kierrosten lukumäärä n on muuttunut.

Edellä mainitut ylempi ja alempi alue ja mielivaltainen kierrosten lukumäärän alkuarvo n asetetaan käsin
 5 kierrosten lukumääräehdon asetusyksikköön $37'$ ja suuren tiheyden kynnysarvo $X_{\max}$ ja miinustiheyden kynnysarvo $X_{\min}$ asetetaan siihen käsin. Suuren tiheyden kynnysarvon $X_{\max}$ on tarkoitettu merkitsevän mitattavan materiaalin tiheysarvona ennustettavissa olevaa maksimiarvoa tai mitattavalle
 10 materiaalille saatavissa olevaa suurta arvoa. Miinustiheyden kynnysarvon on tarkoitettu merkitsevän pientä arvoa, joka ei esiinny, vaikka vertailuvaihe-eron θ_1 ollessa asetettuna nollapisteeseen tapahtuisi nollapisteen ajautumista miinuspuolta kohti.

15 Toisessa suoritusmuodossa, jonka sovitelma on sellainen kuin edellä on esitetty, kuten edellisessä suoritusmuodossa, mikroaalto lähetetään standardinesteeseen, jonka muodostaa vesijohtovesi, ja vastaanotetun mikroaallon vaiheviive θ_1 mitataan ja tallennetaan vaihe-eron korjauspiiriin $36'$. Vaihe-eron korjauspiiri $36'$ vastaanottaa
 20 mainitun ylemmän ja alemman alueen luettuna datana kierrosten lukumäärän määrittämistä varten sekä kierrosten lukumäärän alkuarvon $n=0$ kierrosten lukumäärän asetusyksiköltä $37'$.

25 Tämän jälkeen mikroaalto lähetetään mitattavaa materiaalia sisältävään mittausnesteeseen ja näennäinen vaiheviive θ_2' mitataan lyhyin aikaväleihin (esimerkiksi viiden sekunnin välein). Joka kerta kun näennäinen vaiheviive θ_2' mitataan, käsittely suoritetaan kuviossa 6 esitetyn vuo-
 30 kaavion perusteella ja siten lasketaan todellinen vaiheviive θ_2 ja sen jälkeen vaihe-ero $\Delta\theta$.

Toisin sanoen näennäinen vaiheviive θ_2' luetaan vaihe-eron mittauspiiristä 35 ja määritetään, onko θ_2' ylemmällä alueella. Jos se on ylemmällä alueella, määritetään onko θ_2' viiden sekunnin kuluttua alemmalla alueella.
 35

Jos se on alemmalla alueella, koska näennäinen vaiheviive θ_2' on muuttunut ylemmältä alemmalle alueelle päin mainitun viiden sekunnin aikana, kuten A kuviossa 7 esittää, kierrosten lukumäärä n muutetaan arvoon $n=n+1$.

- 5 Jos vaihe-eron mittauspiiriin 35 luettu θ_2' ei kuulu ylemmälle alueelle, määritetään onko θ_2' alemmalla alueella. Jos se on alemmalla alueella, määritetään onko θ_2' viiden sekunnin kuluttua ylemmällä alueella. Jos θ_2' on ylemmällä alueella, koska se on muuttunut alemmalta ylemmälle alueelle päin mainitun viiden sekunnin aikana, 10 kierrosten lukumäärä n muutetaan arvoon $n=n-1$.

Muussa tapauksessa kierrosten lukumäärän eli luvun n muutosta ei tapahdu.

- Täten määritetyn kierrosten lukumäärän avulla todellinen vaiheviive θ_2 lasketaan edellä esitettyä yhtälöä 15 (1) käyttäen ja vaihe-ero $\Delta\theta$ lasketaan edellä esitettyä yhtälöä (2) käyttäen.

- Ehdon asetusyksikkö 37' lukee viimeisimmän kierrosten lukumäärän n kaikilla vaihe-eron korjauspiirin 36' 20 määräämillä ajanhetkillä ja sallii sen tallentamisen haihtumattomaan muistiin, ei esitetty. Vaikka tiheysmittarin virtalähde vikaantuisi tai se tehtäisiin käsin virrattomaksi, asetusyksikkö 37' säilyttää kierrosten lukumäärän n , joka on saatu viimeksi ennen jännitelähteen tekemistä 25 virrattomaksi.

Kytettäessä tiheysmittarin virtalähde uudelleen virralliseksi asetusyksikkö suorittaa kuviossa 8 esitetyn käsittelyn tarkan kierrosten lukumäärän n määrittämiseksi.

- Toisin sanoen kytkettäessä tiheysmittarin virtalähde 30 uudelleen virralliseksi vaihe-eron korjauspiiri 36' ja signaalinmuunnospiiri 38 suorittavat tiheyden laskemisen käyttäen kierrosten lukumäärää n (edellä mainitun haihtumattoman muistin säilyttämää arvoa), joka on saatu juuri ennen virtalähteen kytkemistä virrattomaksi.

Ehdon asetusyksikön 37' avulla, jos tiheysmittarin virtalähde kytketään uudelleen virralliseksi, tiheyden laskettu arvo X luetaan laskettuna arvona, joka saadaan käyttäen kierrosten lukumäärää n , joka on saatu juuri ennen jännitelähteen kytkemistä virrattomaksi.

Tämän jälkeen määritetään, täyttääkö kierrosten lukumäärä n , joka on saatu juuri ennen virtalähteen tekemistä virrattomaksi, ehdon $n \geq 1$. Jos tiheyden laskemisessa käytettävä kierrosten lukumäärä n on $n \geq 1$, niin suoritetaan vertailu tiheyden lasketun arvon X ja suuren tiheyden kynnyksarvon $X_{\max}$ välillä. Jos $X \geq X_{\max}$, kierrosten lukumäärä n muutetaan arvoon $n=n-1$, ja jos $X < X_{\max}$, kierrosten lukumäärään n ei tehdä mitään muutosta.

Ellei kierrosten lukumäärä n , joka on saatu juuri ennen virtalähteen tekemistä virrattomaksi, ole $n \geq 1$, määritetään onko ehto $n < 0$ täytetty. Jos $n < 0$, suoritetaan vertailu tiheyden lasketun arvon X ja suuren tiheyden kynnyksarvon $X_{\max}$ välillä. Jos $X \leq X_{\min}$, kierrosten lukumäärä n muutetaan arvoon $n=n+1$. Jos $X > X_{\min}$, kierrosten lukumäärään ei tehdä mitään muutosta, eikä kierrosten lukumäärään tehdä mitään muutosta myöskään kun $n=0$.

Siinä tapauksessa, että kierrosten lukumäärän n arvo ilmeisesti on muuttunut (esimerkiksi jos tiheys on muuttunut suuresti aikavälillä, joka on kulunut ajanhetkestä ennen jännitelähteen kytkemistä virrattomaksi siihen ajanhetkeen asti, jolloin jännitelähde on kytketty uudelleen virralliseksi), mikä tahansa kierrosten lukumäärä n asetetaan käsin ehdon asetusyksiköstä 37'.

Tällä tavalla määritetty kierrosten lukumäärä n syötetään vaihe-eron korjauspiiriin 36'. Vaihe-eron korjauspiirillä 36' myöhempää käsittelyä muutetaan käyttäen referenssinä kierrosten lukumäärää n , joka asetetaan uudelleen ehdon asetteluysiköstä 37'.

Esillä olevan suoritusmuodon mukaan alemman ja ylemmän alueen ollessa asetettu alueelle $0^\circ - 360^\circ$ suori-

tetaan vertailu kulloisenkin alueen ja sen edellisen alueen välillä, jolle näennäinen vaiheviive θ_2' kuuluu, ja näin tehtäessä kierrosten lukumäärä määritetään muuttuneeksi. Siksi on mahdollista tarkasti määrittää näennäisen vaiheviiveen θ_2' kierrosten lukumäärä ja laskea tarkka vaihe-ero $\Delta\theta$. Siten on mahdollista, vaikka vaiheviive menisi yhden kierroksen 360° :n yli, tarkasti mitata suuren tiheyden omaavan mittaust nesteen tiheys ja tehdä tämä tarkasti suurikokoisessa tiheydenmääritysputkessa.

Toisen suoritusmuodon mukaan suuren tiheyden kynnysarvo $X_{\max}$ ja miinustiheyden kynnysarvo $X_{\min}$ asetetaan ehdon määrittäysyksikköön $37'$. Vertailu suoritetaan toisaalta tiheyden lasketun arvon X , joka kytkettäessä tiheysmittarin virtalähde uudelleen virralliseksi lasketaan käyttämällä kierrosten lukumäärää n , joka on saatu juuri ennen virtalähteen kytkemistä virralliseksi, ja toisaalta suuren tiheyden kynnysarvon $X_{\max}$ tai miinustiheyden kynnysarvon $X_{\min}$ välillä. Näin tehtäessä on mahdollista määrittää kulloisenkin mittaust nesteen tiheyttä vastaava optimaalinen kierrosten lukumäärä jne. ja ylläpitää tarkkaa kierrosten lukumäärää myöskin sen jälkeen kun tiheysmittarin virtalähde on uudelleen kytketty virralliseksi.

Vaikka edellä mainitussa toisessa suoritusmuodossa ylempi ja alempi alue voidaan asettaa alueelle $0^\circ - 360^\circ$, niin kierrosten lukumäärä n voidaan määrittää asettamalla ylempi ja alempi alue välille $-180^\circ - +180^\circ$. Tapauksessa jossa vaiheviive mitataan alueella $-180^\circ - +180^\circ$, ennalta määrätty alue välillä $-180^\circ - +180^\circ$ asetetaan alemmaksi alueeksi katsottuna -180° :sta $+180^\circ$:een päin, ja ennalta määrätty alue välillä $-180^\circ - +180^\circ$ asetetaan ylemmäksi alueeksi katsottuna $+180^\circ$:sta -180° :een päin.

Vaikka edellä mainitussa toisessa suoritusmuodossa vaihehenkorjauspiirin $36'$ toiminta on toteutettu ohjelmiston avulla, sama toiminta voidaan toteuttaa laitetason piirillä.

Kuvio 9 esittää erästä piirilaitteen sovitelmaa, jossa toisen suoritusmuodon vaihe-eron korjauspiirin 36' toiminta on toteutettu laitetasen piirillä. Tässä suoritusmuodossa on käytetty samoja viitenumeroita osoittamaan
 5 kuviossa 5 esitetyjä osia tai elementtejä vastaavia osia tai elementtejä.

Tässä piirilaitteessa vaihe-eron mittauspiiristä 35 tuleva näennäinen vaiheviive θ_2' syötetään ylemmän alueen määrittyslohkoon 51 ja alemman alueen määrittyslohkoon 52.
 10 Ylempi alue (esimerkiksi $260^\circ - 360^\circ$) asetetaan ylemmän alueen määrittyslohkoon 51, ja jos näennäinen vaiheviive θ_2' asettuu ylemmälle alueelle, ylemmän alueen määrittyslohko 51 antaa ulostuloksi ylemmän alueen ilmaisusignaalin. Edellä mainittu alempi alue (esimerkiksi $0^\circ - 120^\circ$)
 15 asetetaan alemman alueen määrittyslohkoon 52, ja jos näennäinen vaiheviive θ_2' on alemmalla alueella, alemman alueen määrittyslohko 52 antaa ulostuloksi alemman alueen ilmaisusignaalin. Ylemmän ja alemman alueen ilmaisusignaalit syötetään dekooderiin 53. Dekooderi 53 muuntaa ylemmän
 20 alueen ilmaisusignaalin dataksi D1, alemman alueen ilmaisusignaalin dataksi D2 ja muun sisäänmenon kuin ylemmän tai alemman alueen ilmaisusignaalin dataksi D3 ja antaa vastaavan ulostulon jonomuistiin (FIFO-muistiin) 54. Jonomuisti 54 tallentaa jatkuvasti kaksi data-alkiota ja vastaanotettuaan sisäänmenon dekooderilta 53 tallentaa sen ja
 25 antaa ulostuloksi yhtä aikaisemman datan. Ensimmäinen JA-piiri 55 antaa alaslaskentasignaalin ylemmän alueen ilmaisusignaalin ja datan D2 JA-operaation tuloksena. Toinen JA-piiri 56 antaa ylöslaskentasignaalin alemman alueen ilmaisusignaalin ja datan D1 JA-operaation tuloksena. Piirisovitelma ylös/alas-laskurista 46 vähentimeen 49 on sama
 30 kuin kuvion 5 piirisovitelma.

Vaikka esillä olevan keksinnön edellä esitetyssä tiheysmittariin sovelletussa suoritusmuodossa suspendoituneen materiaalin on selitetty olevan virtaavassa tilassa,
 35

esillä oleva keksintö voidaan soveltaa suorittamaan tiheyden mittausta stationaarisessa tilassa olevalla materiaaalilla. Vaikka vertailunesteen on selitetty olevan vesijohtovettä, niin voidaan käyttää jotakin muuta tunnetun tiheyden omaavaa materiaalia sisältävää nestettä. Vaikka tiheydenilmaisuputken 20 on selitetty olevan sijoitettu virtauksen tulopuolella olevan putken 21 ja virtauksen lähtöpuolella olevan putken 22 välille, jos pyörivään jakoputkeen on liitetty nestesäiliö tai ohitusputki, niin edellä esitetty tekniikka on sovellettavissa tähän säiliöön tai ohitusputkeen, ja myös tämä kuuluu esillä olevan keksinnön piiriin.

Vaikka edellä esitetyssä suoritusmuodossa esillä oleva keksintö on selitetty tiheysmittariin sovellettuna, niin esillä oleva keksintö voidaan soveltaa valoaaltoon, radioaaltoon tai ultraääniaaltoon perustuvaan etäisyysmittariin etäisyyden mittaamiseksi kahden pisteen välillä käyttäen sähkömagneettista aaltoa kuten valo-, radio- ym. aaltoa tai signaaliaaltoa kuten ultraääniaaltoa.

Esillä olevan keksinnön kolmas suoritusmuoto on selitetty seuraavassa. Tämä on valoaaltoon perustuvaan etäisyysmittariin sovellettu suoritusmuoto.

Kuvio 10 on esillä olevan keksinnön kolmannen suoritusmuodon mukaisen valoaaltoon perustuvan etäisyysmittarin sovitelma.

Esillä olevan keksinnön valoaaltoon perustuvassa etäisyysmittarissa värähtelysignaali, joka annetaan ennalta määrätylle värähtelytaajuudelle viritetystä oskillaattorista 61, lähetetään lähettimelle 63 jakajan 62 kautta. Lähetin 63 lähettää aallon kohteeseen 64, ja vastaanotin 65 vastaanottaa vastaavan kohteesta 64 heijastuneen aallon salliin sen muuntamisen sähköiseksi signaaliksi. Vaihe-eron mittauspiiri 66 on kytketty vastaanottimen 65 lähtönäpäan. Vaihe-eron mittauspiiri 66 vastaanottaa vastaanotetun signaalin vastaanottimelta 65 ja lähetetyn signaali-

lin jakajalta 62 samassa vaihesuhteessa lähetysaaltoon
 nähden ja ilmaisee sen vastaanotetun signaalin vaihevii-
 veen, jonka verran vastaanotettu signaali on lähetetystä
 signaalista jäljessä. Vaihe-eron korjauspiiri 67 on kyt-
 5 ketty vaihe-eron mittauspiirin 66 lähtönapaan saman käsit-
 telyn suorittamiseksi kuin kuvioissa 2 tai 6 on esitetty
 ja tulokseksi saadun vaihe-eron $\Delta\theta$ antamiseksi etäisyyden
 laskentapiiriin 68. Etäisyyden laskentapiiri 68 tallentaa
 kuviossa 14 esitetyt toimintakäyrätiedot ja määrittää kul-
 10 kumatkan x vaihe-eron korjauspiiristä 67 saadun vaihe-
 eron $\Delta\theta$ perusteella ja antaa ulostulona etäisyyden X , joka
 saadaan summaamalla kulkumatka x ja etäisyys b ennen siir-
 tymistä mittauskohdasta kohteeseen. Signaalinmuunnospiiri
 69 antaa mitattuna etäisyyssignaalinä sähkövirtasignaalin,
 15 joka vastaa etäisyyttä X .

Tämän suoritusmuodon aikaansaama etäisyydenmittaus-
 toiminta on selitetty seuraavassa.

Kohde asetetaan ensin vertailukohtaan kuten kuvios-
 sa 11 on esitetty, lähetetty signaali lähetetään kohtee-
 20 seen 64, ja vastaanotin vastaanottaa vastaava heijastuneen
 aallon. Kuten kuviossa 12 on esitetty, vastaanotetun aal-
 lon vaihe suhteessa lähetettyyn aaltoon on siirtynyt kul-
 man θ_1 verran A:n ja B:n välisen etäisyyden b mukaan. Vai-
 he-eron mittauspiiri 66 mittaa vertailuvaihe-eron θ_1 , joka
 25 vastaa lähetetyn aallon ja vastaanotetun aallon vaihe-
 eroa vertailukohdassa B, ja syöttää sen vaihe-eron kor-
 jauspiiriin 67.

Muutettaessa etäisyyttä kohdasta B kohteeseen 64
 perättäisesti ennalta määrätyillä määrillä vaihe-eron mit-
 30 tauspiiri 66 mittaa lähetetyn aallon ja vastaanotetun aal-
 lon vaihe-eron θ_2 kyseessä olevilla etäisyyksillä. Kuten
 kuviossa 12 on esitetty, kohteesta 64 heijastuneeseen,
 kohtaan C kulkeneeseen aaltoon liittyy vaihe-ero $\Delta\theta = \theta_2 -$
 θ_1 suhteessa kohteesta 64 heijastuneeseen aaltoon vertai-
 35 lukohdassa B. Vaihe-ero kyseessä olevassa kohdassa C syö-

tetään vaihe-eron korjauspiiriin 68. Vaihe-eron korjauspiiri 68 laskee todellisen vaihe-eron θ_2 edellyttäen, että vertailuvaihe-eron θ_1 kierrosten lukumäärä n vertailukohdassa B on asetettu arvoon $n=0$ ja että vaihe-eron mittauspiiristä 66 tuleva vaihe-ero kyseessä olevalla etäisyydellä on asetettu näennäiseksi vaihe-eroksi θ_2' . Todellisen vaihe-eron θ_2 ja vertailuvaihe-eron θ_1 erotus lasketaan ja syötetään sen jälkeen etäisyyden laskentapiiriin 68.

Etäisyyden laskentapiiri 68 määrittää etäisyyden x vertailukohdasta B ja vaihe-eron $\Delta\theta$ ($= \theta_2 - \theta_1$) välisen suhteen ja määrittää kuviossa 13 esitetyn kulkumatkaan x liittyvän toimintakäyrän $X = a\Delta\theta$, joka tallennetaan mainittuun laskentapiiriin.

Sen jälkeen kun tämä valmistelu on tehty, suoritetaan normaali toiminta jatkuvasti muuttuvan etäisyyden kohdasta A kohteeseen 64 mittaamiseksi.

Etäisyydenmittaustoiminnassa vastaanotetun aallon vaihe-ero lähetetyn aallon suhteen, kohdasta C siirtymisen jälkeen, mitataan näennäisenä vaihe-erona θ_2' vaihe-eron mittauspiirissä 66. Vaihe-eron korjauspiirissä 67 määritetään todellinen vaihe-ero θ_2 vaihe-eron mittauspiiristä 66 saadusta näennäisestä vaihe-erosta θ_2' kuvioon 2 tai kuvioon 6 perustuvalla menettelyllä ja lasketaan vaihe-ero $\Delta\theta$.

Etäisyyden laskentapiiri 68, joka vastaanottaa vaihe-eron $\Delta\theta$ vaihe-eron korjauspiiristä 66, määrittää etäisyyden x vertailukohdasta B laskemalla $x = a\Delta\theta$. Etäisyys b kohdasta A kohtaan B lisätään vielä etäisyyteen x etäisyyden X kohdasta A kohteeseen 64 laskemiseksi.

Signaalinmuunnospiiri 69 muuntaa täten lasketun etäisyyden X sähköiseksi signaaliksi.

Tapauksessa jossa esillä olevan suoritusmuodon mukaan etäisyys kohteeseen 64 on määrä mitata liikkuvaan kohteeseen 64 lähetetyn aallon ja siitä vastaanotetun aallon välisen vaihe-eron perusteella, on mahdollista tarkas-

ti mitata etäisyys X , vaikka lähetetyn aallon ja vastaanotetun aallon välinen vaihe-ero muuttuu yli 360° .

5 Vaikka esillä oleva keksintö on selitetty valoaaltoon perustuvaan etäisyysmittariin sovellettuna, niin se voidaan soveltaa radioaaltoihin perustuvaan etäisyysmittariin tai ultraääniaaltoihin perustuvaan etäisyysmittariin samalla periaatteella kuin valoaaltoihin perustuvaan etäisyysmittariin.

10 Vaikka esillä oleva keksintö on selitetty tiheysmittariin tai etäisyysmittariin sovellettuna, niin se voidaan soveltaa toisenlaisiin laitteisiin fysikaalisen suureen tai kemiallisen suureen mittaamiseksi vaihe-eroa hyväksikäyttäen.

Patenttivaatimukset:

1. Laite vaihe-eron mittaamiseksi, t u n n e t -
t u siitä, että se käsittää:

5 signaaliaallon ilmaisuyksikön ensimmäisen vastaan-
otetun signaalin saamiseksi lähettämällä referenssitilassa
signaaliaallon mitattavaan kohteeseen ja vastaanottamalla
signaaliaallon siitä sekä toisen vastaanotetun signaalin
saamiseksi lähettämällä mittaustilassa signaaliaallon mi-
10 tattavaan materiaaliin ja vastaanottamalla signaaliaallon
 siitä;

 vaiheenilmaisuyksikön lähetetyn signaaliaallon ja
ensimmäisen vastaanotetun signaalin välistä vaihe-eroa
vastaavan vertailuvaihe-eron θ_1 ja lähetetyn aallon ja
15 toisen vastaanotetun signaalin välisen näennäisen vaihe-
eron θ_2' määrittämiseksi;

 vaihe-eron korjausyksikön näennäisen vaihe-eron θ_2'
lisäämiseksi sen kierrosten lukumäärän n , joka ilmaisee,
montako kertaa näennäinen vaihe-ero θ_2' on mennyt vertai-
20 lukohdan ohi, ja 360° :n kulman tuloon lähetetyn signaali-
aallon ja toisen vastaanotetun signaalin välistä kullois-
takin vaihe-eroa vastaavan todellisen vaihe-eron θ_2 mää-
rittämiseksi, missä vertailukohdan muodostaa jokin kulma
näennäisen vaihe-eron θ_2' vaihtelualueella;

25 muutossuunnan ilmaisuyksikön, joka jatkuvasti il-
maisee sen suunnan, jossa näennäinen vaihe-ero θ_2' suure-
nee tai pienenee;

 välineet kierrosten lukumäärän n muuttamiseksi ar-
voon $n=n+1$, jos muutossuunnan ilmaisuyksikkö on ilmaissut
30 näennäisen vaihe-eron θ_2' suurentuessaan menneen vertailu-
kohdan ohi;

 välineet kierrosten lukumäärän n muuttamiseksi ar-
voon $n=n-1$, jos muutossuunnan ilmaisuyksikkö on ilmaissut
näennäinen vaihe-eron θ_2' pienentyessään menneen vertailu-
35 kohdan ohi; sekä

mitatun informaation antoyksikön, joka antaa mitattavan materiaalin mitatun tilainformaation, joka vastaa todellisen vaihe-eron θ_2 ja vertailuvaihe-eron θ_1 välistä kulmaeroa $\Delta\theta$.

5 2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen laite vaihe-eron mittaamiseksi, t u n n e t t u siitä, että näennäisen vaihe-eron θ_2' vaihteluväli on välillä $0^\circ - 360^\circ$ ja että vertailukohta on 0° tai 360° .

10 3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen laite vaihe-eron mittaamiseksi, t u n n e t t u siitä, että se käsittää lisäksi:

15 valintavälineet joko ensimmäisen toimintatilan valitsemiseksi käyttäen kierrosten lukumäärää n , joka on saatu välittömästi ennen kuin virtalähde on kytketty virrattomaksi, laskettaessa todellinen vaihe-ero θ_2 välittömästi sen jälkeen kun virtalähde on kytketty uudelleen virralliseksi, tai toisen toimintatilan valitsemiseksi käyttäen kierrosten lukumäärän n arvona $n=0$; sekä

20 käsiasetusvälineet minkä tahansa kierrosten lukumäärän n asettamiseksi vaihe-eron korjausvälineisiin.

4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen laite vaihe-eron mittaamiseksi, t u n n e t t u siitä, että

25 signaaliaallon ilmaisuyksikkö hankkii ensimmäisen vastaanotetun signaalin lähettämällä ja vastaanottamalla mikroaallon mainittuna signaaliaaltona mittausnesteeseen ja mittausnesteestä referenssitilassa, joka olennaisesti ei sisällä materiaalia, jonka tiheys on määrä mitata, sekä toisen vastaanotetun signaalin lähettämällä ja vastaanottamalla mikroaallon mainittuna signaaliaaltona mittausnesteeseen ja mittausnesteestä mainittua materiaalia sisältävässä mittauksessa; ja että

30

35 mitatun informaation antovälineet antavat mitattuna tilainformaationa mittausnesteessä olevan materiaalin mitatun tiheysarvon, joka vastaa todellisen vaihe-eron θ_2 ja vertailuvaihe-eron θ_1 välistä kulmaeroa $\Delta\theta$, laitteen ol-

lessa sovellettuna mikroaaltoa käyttäväksi tiheysmittariksi.

5 5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen laite vaihe-eron mittaamiseksi, t u n n e t t u siitä, että se käsittää lisäksi:

ensimmäiset vertailuvälineet, jotka määrittävät, täyttääkö kierrosten lukumäärä n , joka on saatu välittömästi ennen tiheysmittarin virtalähteen kytkemistä virrattomaksi, ehdon $n \geq 1$;

10 toiset vertailuvälineet, jotka vertaavat tiheyden laskettua arvoa X ja ennalta määrättyä suuren tiheyden kynnysarvoa $X_{\max}$, joka tiheyden laskettu arvo X on määritetty käyttäen kierrosten lukumäärää n sen jälkeen kun tiheysmittarin virtalähde on uudelleen kytketty virralliseksi, mutta välittömästi ennen virtalähteen kytkemistä virrattomaksi, tai sen jälkeen muuttunutta kierrosten lukumäärää n ;

20 välineet kierrosten lukumäärän n muuttamiseksi arvoon $n=n-1$, jos ensimmäisten vertailuvälineiden ratkaisutulos on $n \geq 1$ ja toisten vertailuvälineiden vertailutulos on $X \geq X_{\max}$;

25 kolmannet vertailuvälineet, jotka määrittävät, täyttääkö kierrosten lukumäärä n , joka on saatu välittömästi ennen tiheysmittarin virtalähteen kytkemistä virrattomaksi, ehdon $n < 0$;

neljännet vertailuvälineet, jotka vertaavat miinus-tiheyden kynnysarvoa $X_{\min}$, joka ei ole todennäköinen vaikka nollakohta ajautuisi miinuspuolta kohti, ja laskettua tiheyden arvoa; sekä

30 välineet kierrosten lukumäärän n muuttamiseksi arvoon $n=n+1$, jos kolmansien vertailuvälineiden vertailutulos on $n < 0$ ja neljänsien vertailuvälineiden vertailutulos on $X \leq X_{\min}$.

6. Patenttivaatimuksen 4 mukainen laite vaihe-eron mittaamiseksi, t u n n e t t u siitä, että mainittu signaalinilmaisuyksikkö käsittää

mittausputken, jossa mittausneste virtaa;

5 mikropaallon lähetysyksikön, joka sijaitsee mittausputkessa ja lähettää mikropaallon; sekä

mikropaallon vastaanottoyksikön, joka sijaitsee mittausputkessa mikropaallon lähetysyksikköä vastapäätä.

7. Patenttivaatimuksen 1 mukainen laite vaihe-eron mittaamiseksi, t u n n e t t u siitä, että

10 signaaliaallon ilmaisuyksikkö hankkii ensimmäisen vastaanotetun signaalin lähettämällä joko sähkömagneettisen aallon tai ultraääniaallon signaaliaaltona referenssitilassa olevaan, mitattavaa materiaalia olevaan, tunnetulla etäisyydellä olevaan kohteeseen ja vastaanottamalla

15 signaaliaallon siitä sekä toisen vastaanotetun signaalin lähettämällä joko sähkömagneettisen aallon tai ultraääniaallon signaaliaaltona liikkuvassa tilassa olevalle kohteelle ja vastaanottamalla signaaliaallon siitä; ja että

20 mitatun informaation antovälineet antavat mitattuna tilainformaationa etäisyyden kohteeseen, joka on siirtynyt vertailuasemasta, joka vastaa kulmaeroa $\Delta\theta$ todellisen vaihe-eron θ_2 ja vertailuvaihe-eron θ_1 välillä, syötettäessä sähkömagneettinen aalto tai ultraääniaalto etäisyysmittariin.

25

8. Laite vaihe-eron mittaamiseksi, t u n n e t t u siitä, että se käsittää:

30 signaaliaallon ilmaisuyksikön ensimmäisen vastaanotetun signaalin saamiseksi lähettämällä referenssitilassa signaaliaalto mitattavaan kohteeseen ja vastaanottamalla signaaliaalto siitä sekä toisen vastaanotetun signaalin saamiseksi lähettämällä mittaustilassa signaaliaalto mitattavaan materiaaliin ja vastaanottamalla signaaliaalto siitä;

vaiheenilmaisuyksikön lähetetyn signaaliaallon ja ensimmäisen vastaanotetun signaalin välistä vaihe-eroa vastaavan vertailuvaihe-eron θ_1 ja lähetetyn aallon ja toisen vastaanotetun signaalin välisen näennäisen vaihe-eron θ_2' määrittämiseksi;

vaihe-eron korjausvälineet näennäisen vaihe-eron θ_2' lisäämiseksi sen kierrosten lukumäärän n , joka ilmaisee, montako kertaa näennäinen vaihe-ero θ_2' on mennyt vertailukohdan ohi, ja 360° :n kulman tuloon todellisen vaihe-eron θ_2 määrittämiseksi, joka vastaa todellista vaihe-eroa lähetetyn signaaliaallon ja toisen vastaanotetun signaalin välillä, missä vertailukohdan muodostaa jokin kulma näennäisen vaihe-eron θ_2' vaihtelualueella;

välineet näennäisen vaihe-eron θ_2' näytteittämissi, ei jatkuvasti, vaan ennalta määrätyn aikavälein;

ylemmän alueen määrittysvälineet, joiden ylempi alue on asetettu tietylle maksimin ja minimin väliselle kulma-alueelle, joka vastaa yhtä kierrosta vertailukohdasta lähtien, jotka määrittysvälineet määrittävät, onko näytteitetty näennäinen vaihe-ero θ_2' tämän maksimikulman sisältävällä ylemmällä alueella;

alemmän alueen määrittysvälineet, joiden alempi alue on asetettu tietylle minimin ja maksimin väliselle kulma-alueelle, jotka määrittysvälineet määrittävät, onko näytteitetty näennäinen vaihe-ero θ_2' tämän minimikulman sisältävällä alemmalla alueella;

välineet kierrosten lukumäärän n muuttamiseksi arvoon $n=n+1$, jos ylemmän alueen määrittysvälineet ovat määrittäneet, että näennäinen vaihe-ero θ_2' on ylemmällä alueella, ja jos alemman alueen määrittysvälineet ovat määrittäneet seuraavan näytteitetyn näennäisen vaihe-eron θ_2' olevan alemmalla alueella;

välineet kierrosten lukumäärän n muuttamiseksi arvoon $n=n-1$, jos alemman alueen määrittysvälineet ovat määrittäneet, että näennäinen vaihe-ero θ_2' on alemmalla

alueella, ja jos ylemmän alueen määrittäsvälineet ovat määrittäneet seuraavan näytteitetyn näennäisen vaihe-eron θ_2' olevan ylemmällä alueella; sekä

5 mitatun informaation antoyksikön, joka antaa mitattavan materiaalin mitatun tilainformaation, joka vastaa todellisen vaihe-eron θ_2 ja vertailuvaihe-eron θ_1 välistä todellista kulmaeroa $\Delta\theta$.

9. Patenttivaatimuksen 8 mukainen laite vaihe-eron mittaamiseksi, t u n n e t t u siitä, että vertailukohta
10 on 0° tai 360° ja että kulma-alue on $0^\circ - 360^\circ$.

10. Patenttivaatimuksen 8 mukainen laite vaihe-eron mittaamiseksi, t u n n e t t u siitä, että

signaaliaallon ilmaisuyksikkö hankkii ensimmäisen vastaanotetun signaalin lähettämällä ja vastaanottamalla
15 mikroaallon mainittuna signaaliaaltona mittausnesteeseen ja mittausnesteestä referenssitilassa, joka olennaisesti ei sisällä materiaalia, jonka tiheys on määrä mitata, sekä toisen vastaanotetun signaalin lähettämällä ja vastaanottamalla mikroaallon mittausnesteeseen ja mittausnesteestä
20 mainittua materiaalia sisältävässä mittauksessa; ja että

mitatun informaation antovälineet antavat mitattuna tilainformaationa mittausnesteessä olevan materiaalin mitatun tiheysarvon, joka vastaa todellisen vaihe-eron θ_2 ja vertailuvaihe-eron θ_1 välistä kulmaeroa $\Delta\theta$, laitteen ollessa sovellettuna mikroaaltoa käyttäväksi tiheysmittariksi.
25

11. Patenttivaatimuksen 10 mukainen laite vaihe-eron mittaamiseksi, t u n n e t t u siitä, että se käsittää lisäksi

30 ensimmäiset vertailuvälineet, jotka määrittävät, täyttääkö kierrosten lukumäärä n , joka on saatu välittömästi ennen tiheysmittarin virtalähteen kytkemistä virratomaksi, ehdon $n \geq 1$;

toiset vertailuvälineet, jotka vertaavat tiheyden
35 laskettua arvoa X ja ennalta määrättyä suuren tiheyden

kynnysarvoa $X_{\max}$, joka tiheyden laskettu arvo X on määritetty käyttäen kierrosten lukumäärää n , joka on saatu sen jälkeen kun tiheysmittarin virtalähde on uudelleen kytketty virralliseksi, mutta välittömästi ennen virtalähteen
 5 kytkemistä virrattomaksi, tai sen jälkeen muuttunutta kierrosten lukumäärää n ;

välineet kierrosten lukumäärän n muuttamiseksi arvoon $n=n-1$, jos ensimmäisten vertailuvälineiden ratkaisutulos on $n \geq 1$ ja toisten vertailuvälineiden vertailutulos on $X \geq X_{\max}$;
 10

kolmannet vertailuvälineet, jotka määrittävät, täyttääkö kierrosten lukumäärä n , joka on saatu välittömästi ennen tiheysmittarin virtalähteen kytkemistä virrattomaksi, ehdon $n < 0$;

15 neljännet vertailuvälineet, jotka vertaavat miinus-tiheyden kynnysarvoa $X_{\min}$, joka ei ole todennäköinen vaikka nollakohta ajautuisi miinuspuolta kohti, ja laskettua tiheyden arvoa; sekä

välineet kierrosten lukumäärän n muuttamiseksi arvoon $n+1$, jos kolmansien vertailuvälineiden vertailutulos on $n < 0$ ja neljänsien vertailuvälineiden vertailutulos on $X \leq X_{\min}$.
 20

12. Patenttivaatimuksen 8 mukainen laite vaiheeron mittaamiseksi, t u n n e t t u siitä, että

25 signaaliaallon ilmaisuyksikkö hankkii ensimmäisen vastaanotetun signaalin lähettämällä ja vastaanottamalla joko sähkömagneettisen aallon tai ultraääniaallon signaaliaaltona referenssitilassa olevaan, mitattavaa materiaalia olevaan, tunnetulla etäisyydellä olevaan kohteeseen
 30 sekä toisen vastaanotetun signaalin lähettämällä ja vastaanottamalla joko sähkömagneettisen aallon tai ultraääniaallon mitattavalle liikkuvassa tilassa olevalle kohteelle ja vastaanottamalla sähkömagneettisen aallon tai ultraääniaallon siitä; ja että

mitatun informaation antovälineet antavat mitattuna tilainformaationa etäisyyden kohteeseen, joka on liikkunut vertailuasemasta, joka vastaa kulmaeroa $\Delta\theta$ todellisen vaihe-eron θ_2 ja vertailuvaihe-eron θ_1 välillä, syötettäessä
 5 sähkömagneettinen aalto tai ultraääniaalto etäisyysmittariin.

13. Menetelmä vaihe-eron mittaamiseksi, t u n -
 n e t t u siitä, että se käsittää vaiheet, joissa:

hankitaan ensimmäinen vastaanotettu signaali lähettämällä referenssitilassa signaaliaalto mitattavaan materiaaliin ja vastaanottamalla signaaliaalto siitä;
 10

määritetään vertailuvaihe-ero θ_1 signaaliaallon lähetetyn aallon ja ensimmäisen vastaanotetun signaalin välisestä vaihe-erosta;

hankitaan toinen vastaanotettu signaali lähettämällä mittauksessa signaaliaalto mitattavaan materiaaliin ja vastaanottamalla signaaliaalto siitä;
 15

määritetään näennäinen vaihe-ero θ_2' lähetetyn signaaliaallon ja toisen vastaanotetun signaalin välisestä vaihe-erosta;
 20

lisätään näennäinen vaihe-ero θ_2' sen kierrosten lukumäärän n , joka ilmaisee, montako kertaa näennäinen vaihe-ero θ_2' on mennyt vertailukohdan ohi, ja 360° :n kulman tuloon todellisen vaihe-eron θ_2 määrittämiseksi, missä
 25 vertailukohdan muodostaa jokin kulma-arvo näennäisen vaihe-erokulman θ_2' vaihtelualueella;

suoritetaan jatkuvaa ilmaisua niissä suunnissa, joissa näennäinen vaihe-ero θ_2' suurenee ja pienenee;

muutetaan kierrosten lukumäärä n arvoon $n=n+1$, jos
 30 on ilmaistu, että näennäinen vaihe-ero θ_2' on suurentuessaan mennyt vertailukohdan ohi;

muutetaan kierrosten lukumäärä n arvoon $n=n-1$, jos on ilmaistu, että näennäinen vaihe-ero θ_2' on pienentyessään mennyt vertailukohdan ohi; ja

määritetään mitattavan materiaalin mitattu tilainformaatio todellisen vaihe-eron θ_2 ja vertailuvaihe-eron θ_1 välisen kulmaeron $\Delta\theta$ perusteella.

14. Menetelmä vaihe-eron mittaamiseksi, t u n -
5 n e t t u siitä, että se käsittää vaiheet, joissa:

hankitaan ensimmäinen vastaanotettu signaali lähettämällä referenssitilassa signaaliaalto mitattavaan materiaaliin ja vastaanottamalla signaaliaalto siitä;

10 hankitaan toinen vastaanotettu signaali lähettämällä mittaustilassa signaaliaalto mitattavaan materiaaliin ja vastaanottamalla signaaliaalto siitä;

määritetään signaaliaaltona olevan lähetetyn signaalin ja ensimmäisen vastaanotetun signaalin välistä vaihe-eroa vastaava vertailuvaihe-ero θ_1 ;

15 määritetään lähetetyn signaaliaallon ja toisen vastaanotetun signaalin välinen vaihe-ero θ_2' ;

20 lisätään näennäinen vaihe-ero θ_2' sen kierrosten lukumäärän n , joka ilmaisee, montako kertaa näennäinen vaihe-ero θ_2' on mennyt vertailukohdan ohi, ja 360° :n kulman tuloon todellisen vaihe-eron θ_2 määrittämiseksi, missä vertailukohdan muodostaa jokin kulma näennäisen vaihe-erokulman θ_2' vaihtelualueella;

luetaan näennäinen vaihe-ero θ_2 , ei jatkuvasti, vaan ennalta määrätyin aikaväleihin;

25 määritetään, onko luettu näennäinen vaihe-ero θ_2' ylemmällä alueella tietyllä maksimin ja minimin välisellä kulma-alueella, joka vastaa yhtä kierrosta vertailukohdasta lähtien, joka ylempi alue sisältää mainitun maksimikulman;

30 määritetään, onko luettu näennäinen vaihe-ero θ_2' alemmalla alueella annetulla minimin ja maksimin välisellä kulma-alueella, joka sisältää mainitun minimikulman;

muutetaan kierrosten lukumäärä n arvoon $n=n+1$, jos näennäinen vaihe-ero θ_2' on ylemmällä alueella ja jos seu-

raava luettu näennäinen vaihe-ero θ_2' on alemmalla alueella;

5 muutetaan kierrosten lukumäärä n arvoon $n=n-1$, jos
näennäinen vaihe-ero θ_2' on alemmalla alueella ja jos seuraava luettu näennäinen vaihe-ero θ_2' on ylemmällä alueella; ja

annetaan materiaalin mitattu tilainformaatio, joka vastaa todellisen vaihe-eron θ_2 ja vertailuvaihe-eron θ_1 välistä todellista kulmaeroa $\Delta\theta$.

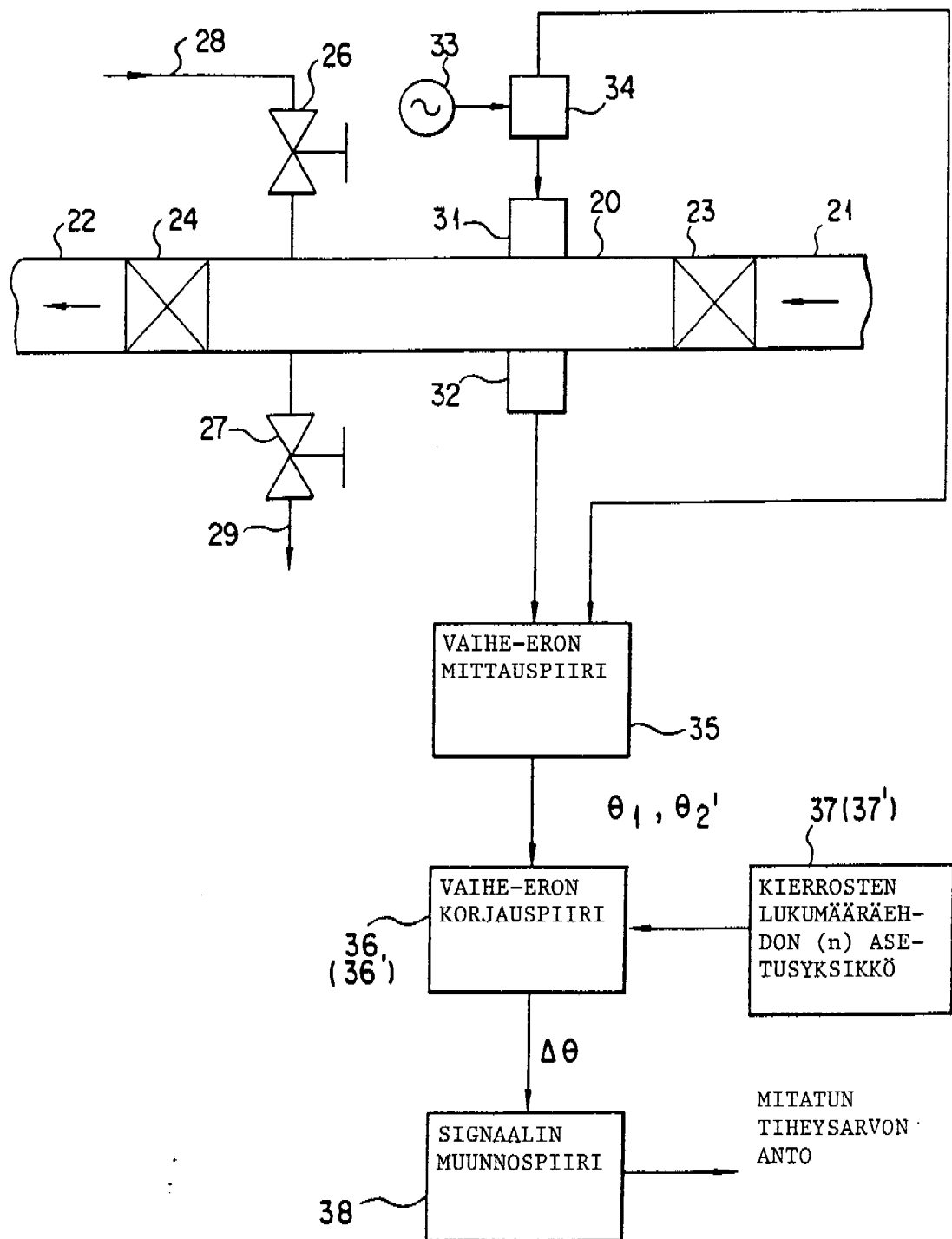


FIG. 1

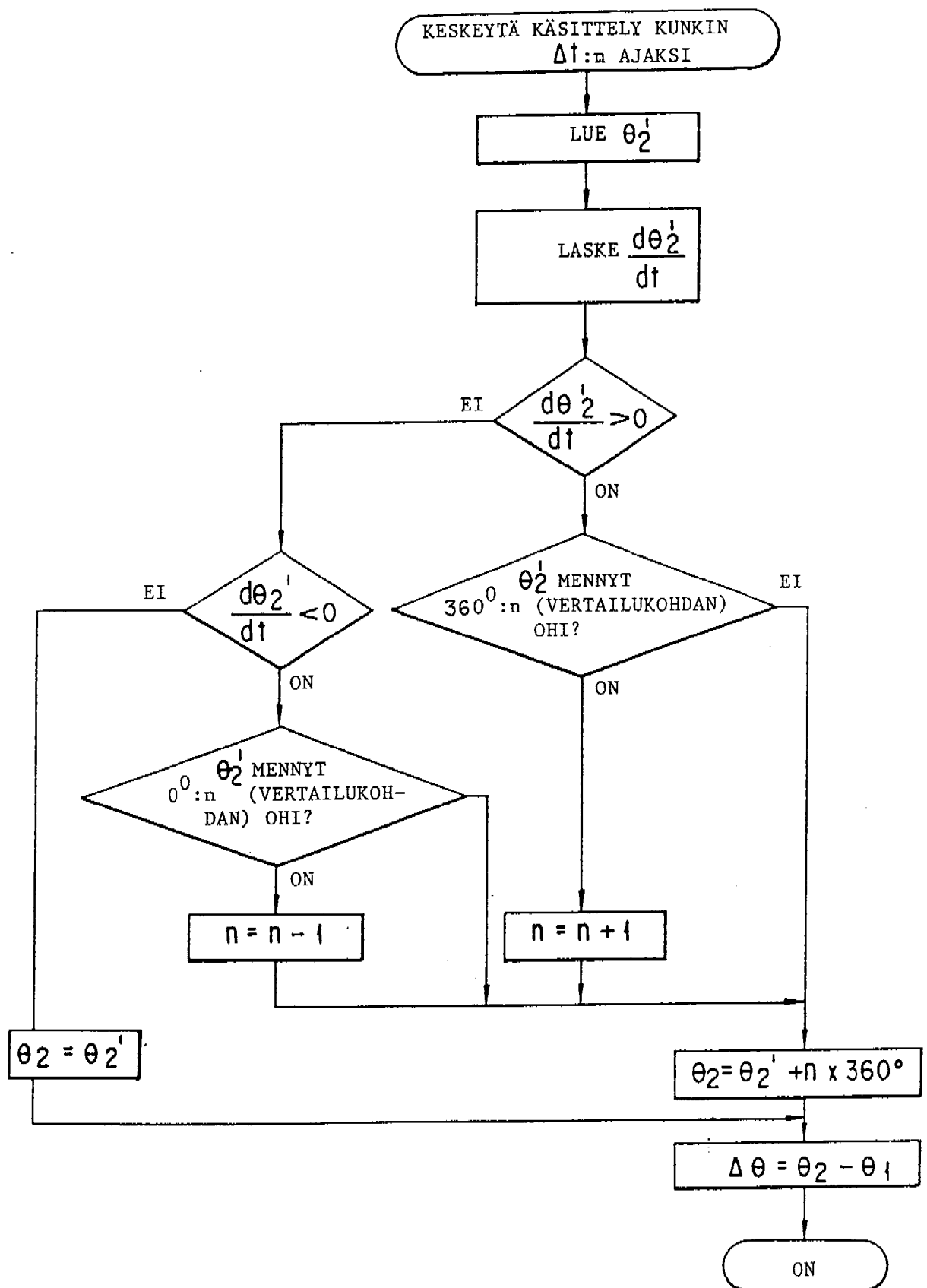


FIG. 2

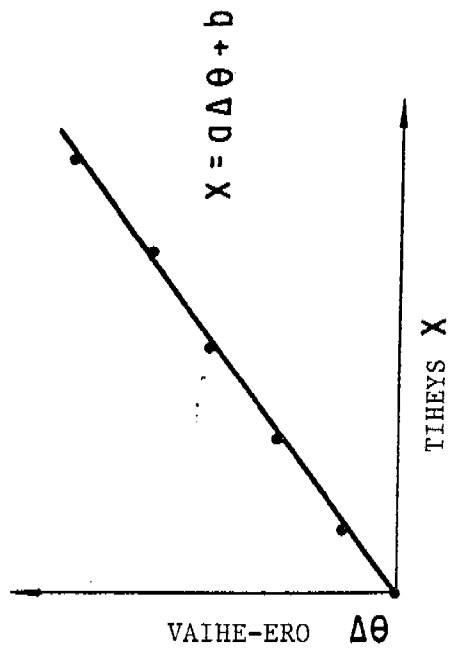


FIG. 3

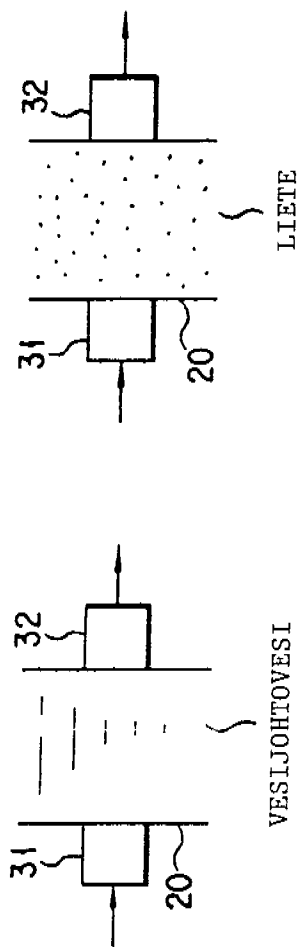


FIG. 4A

FIG. 4B

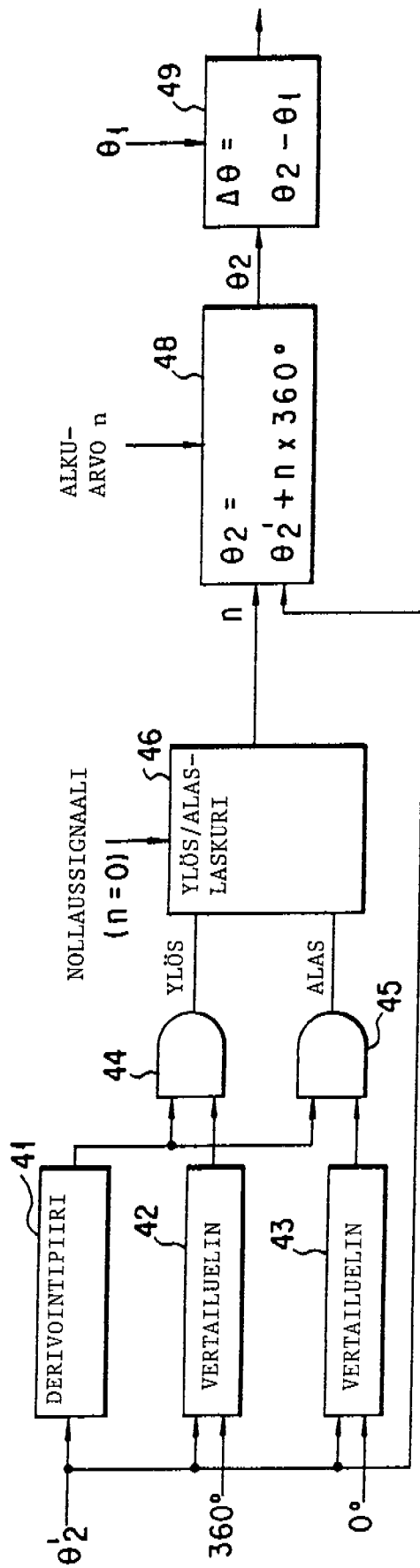
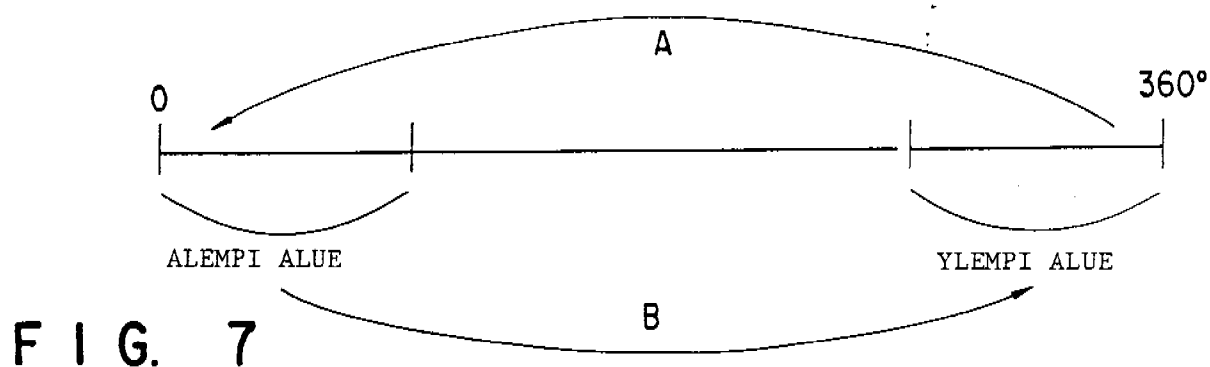
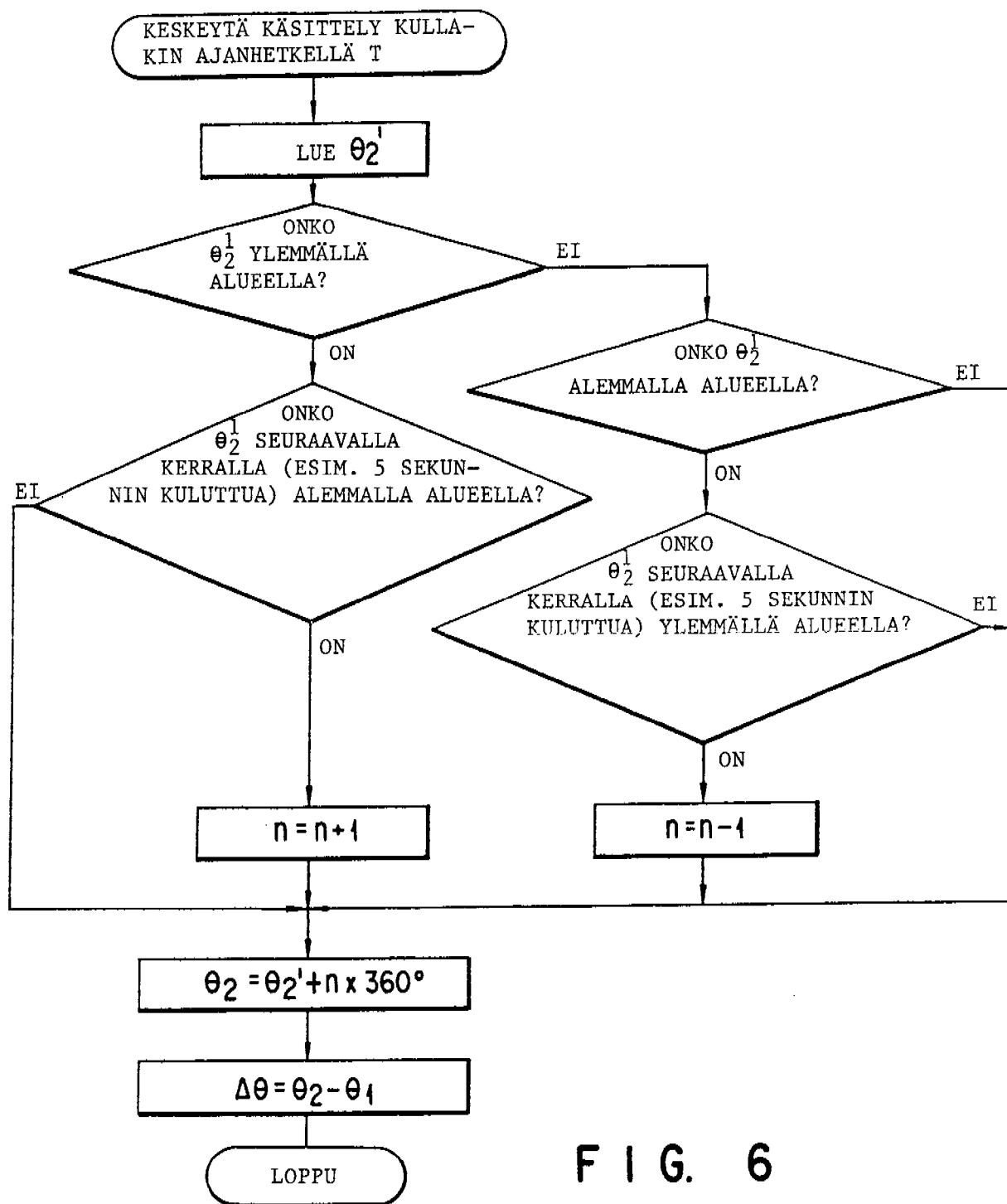


FIG. 5



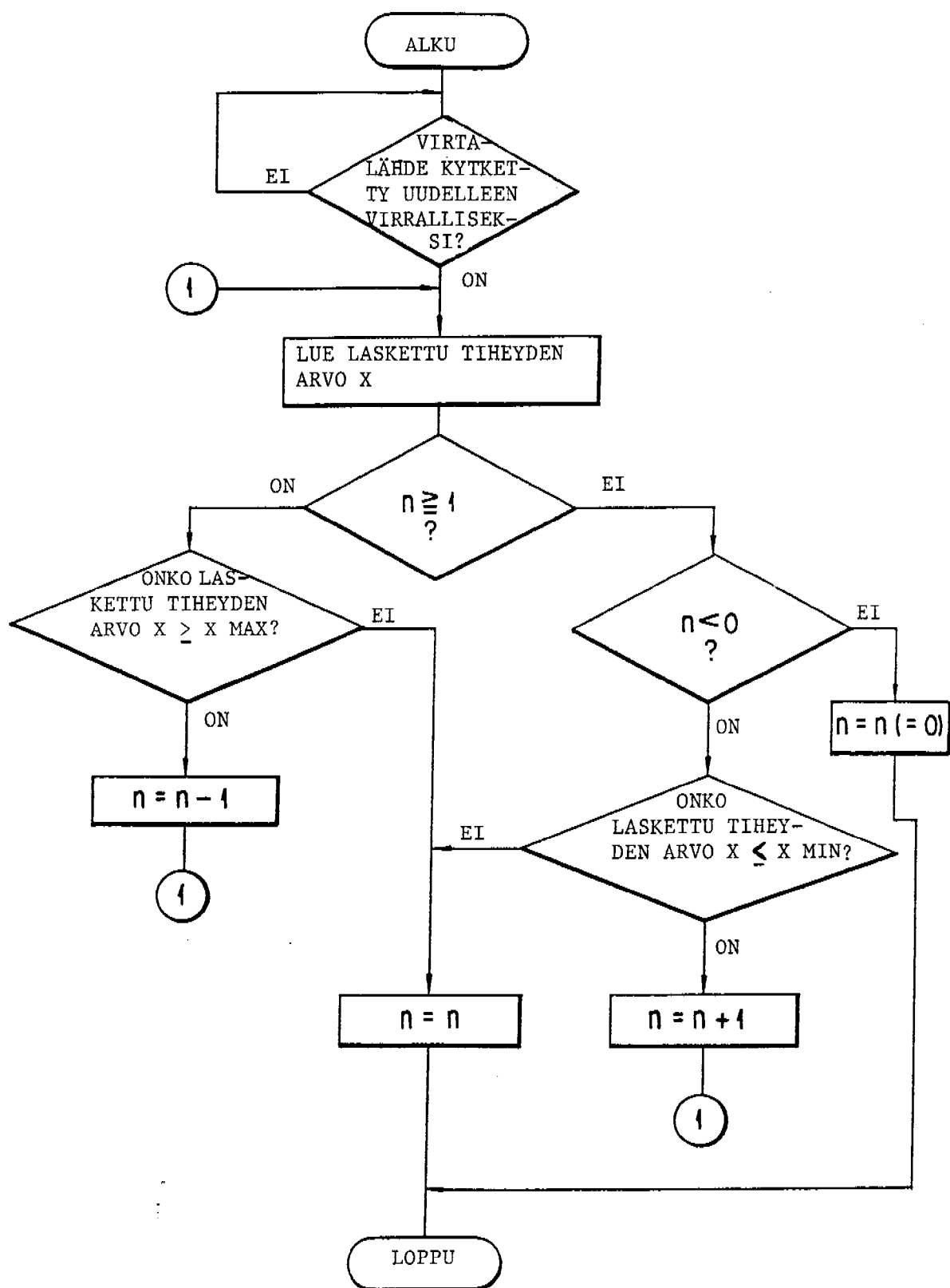


FIG. 8

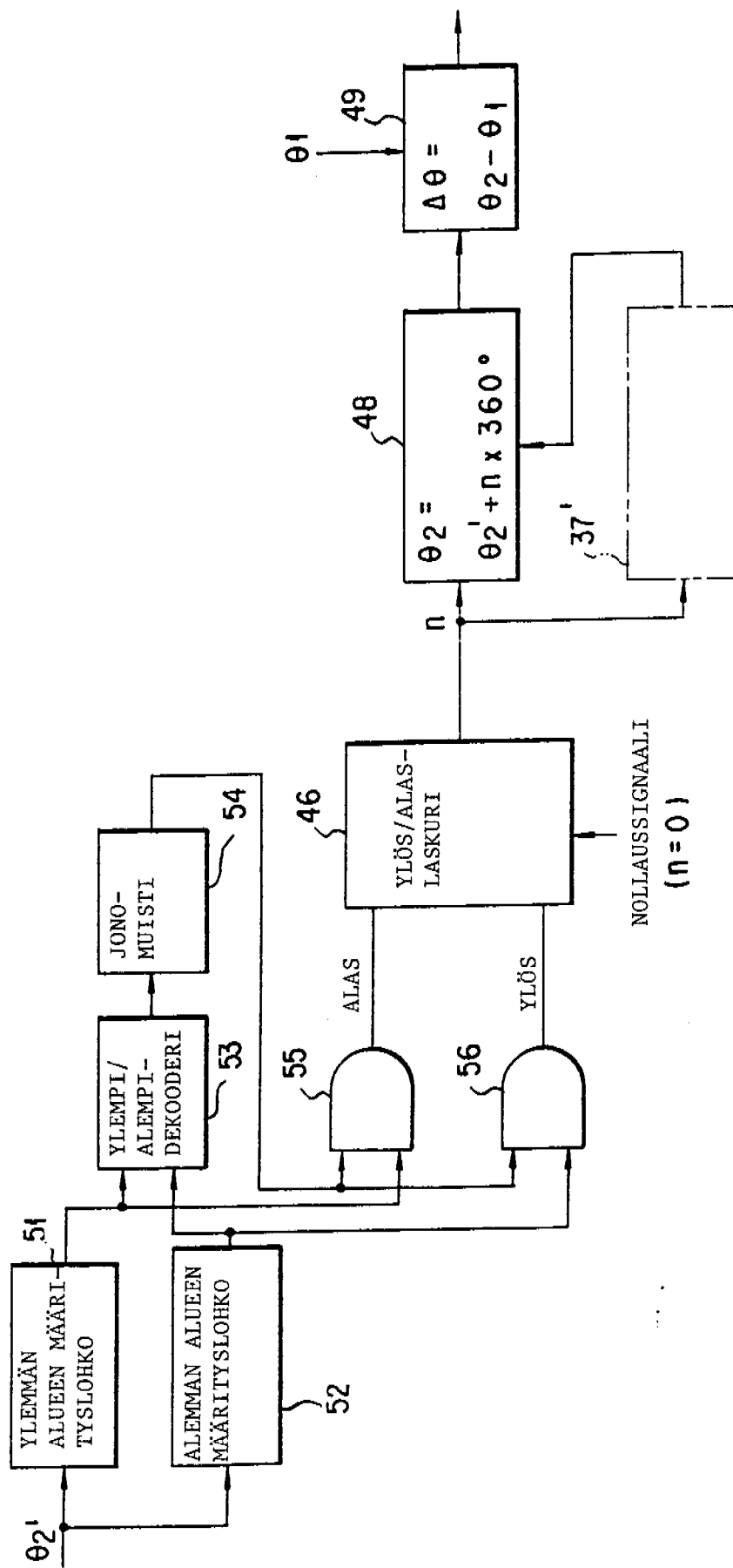


FIG. 9

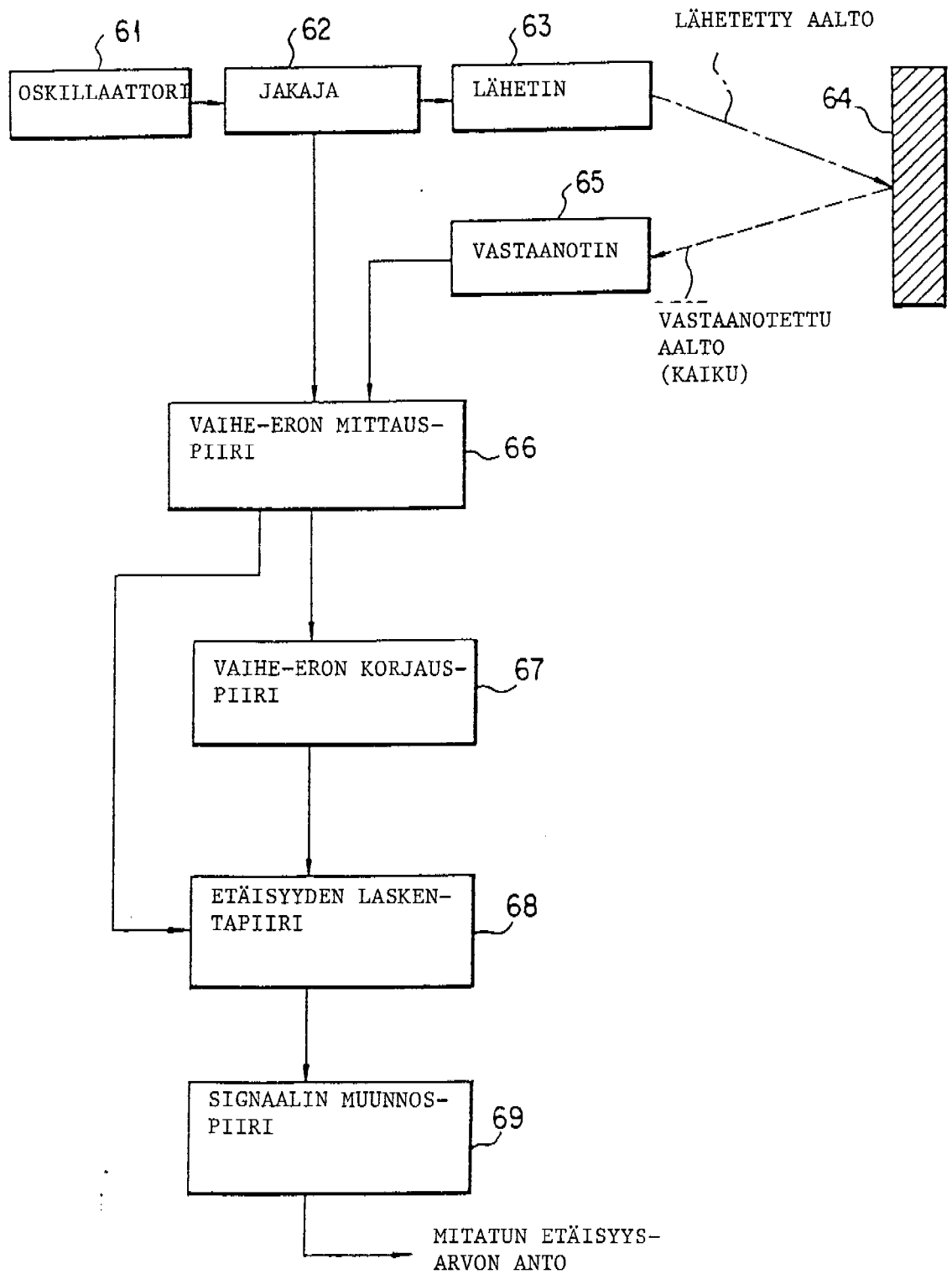
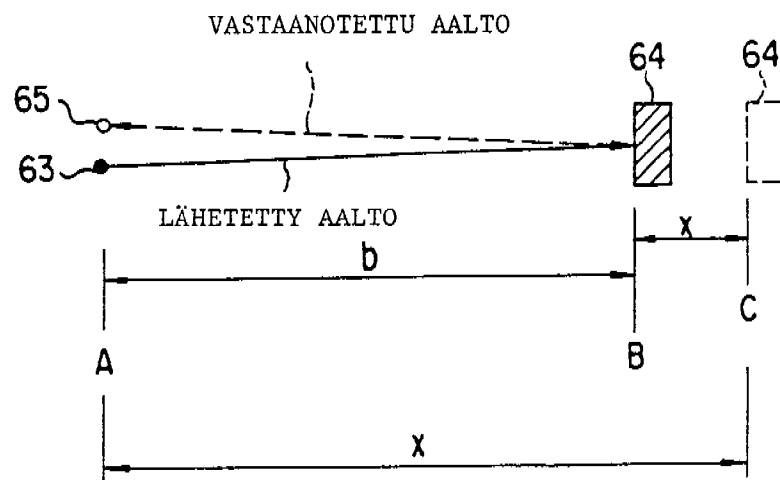
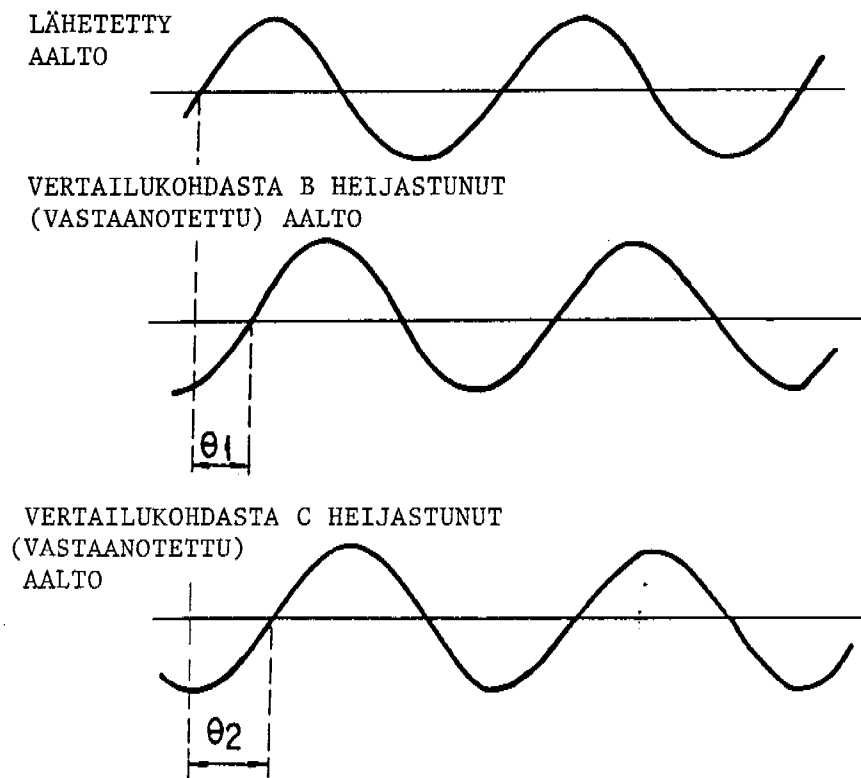


FIG. 10



F I G. 11



F I G. 12

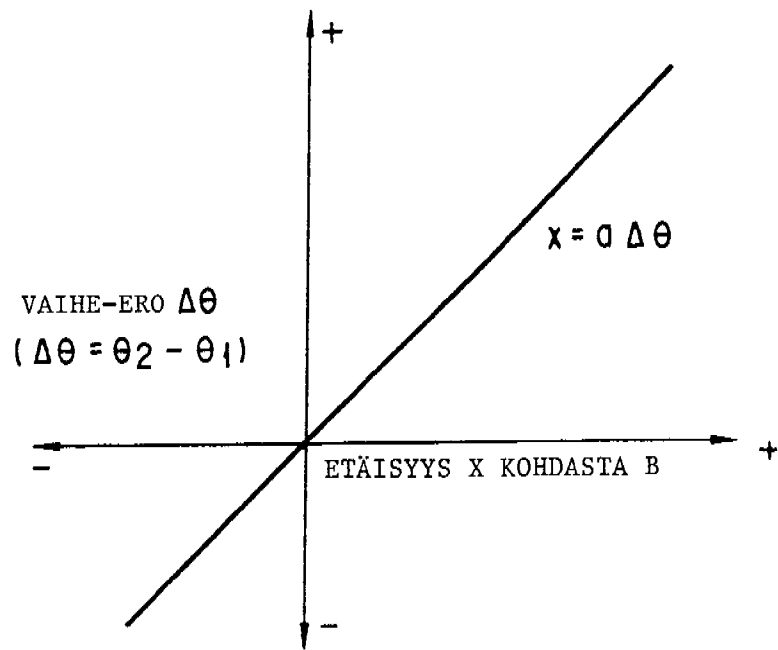


FIG. 13

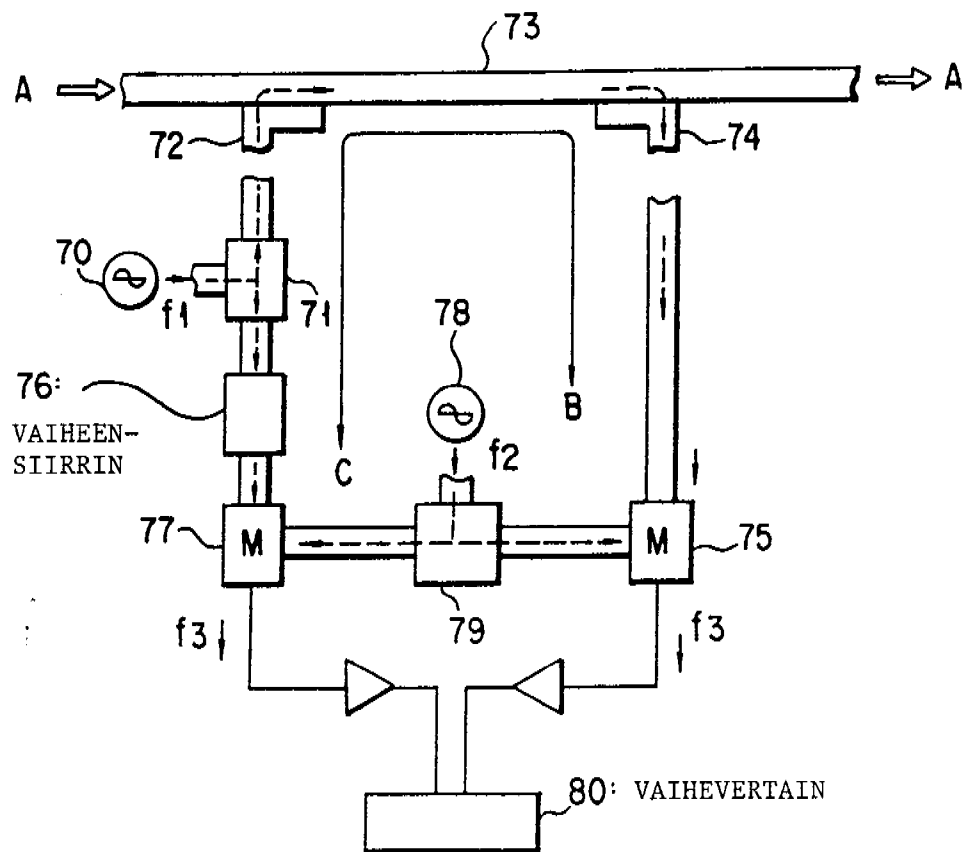
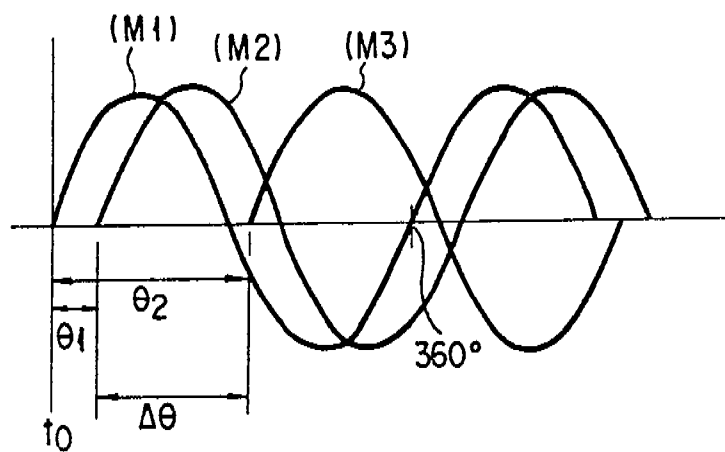
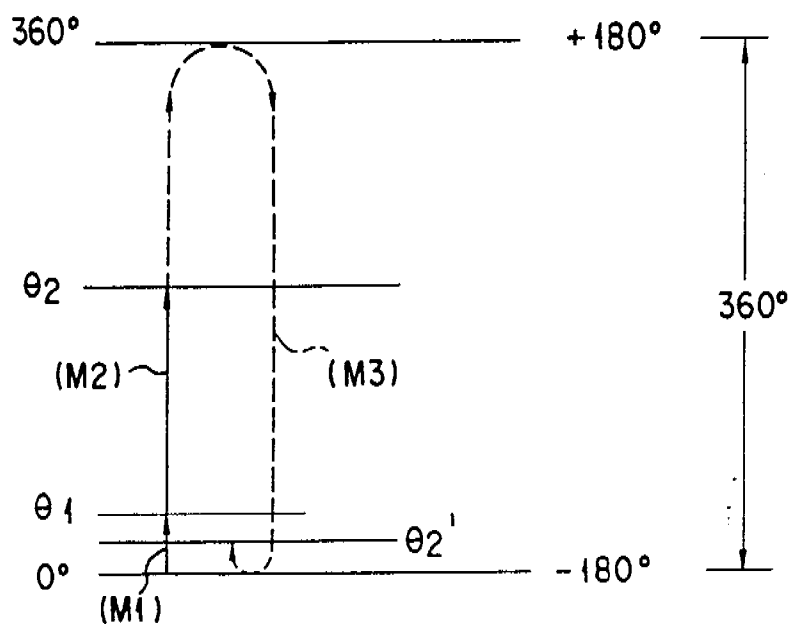


FIG. 14



F I G. 15



F I G. 16