



⑫ A **Terinzagelegging** ⑪ **8403090**

Nederland:

⑲ NL

- 
- ⑤4 **Inrichting voor het vaststellen en/of bewaken van een vooraf bepaalde vuistand in een houder.**
- ⑤1 Int.Cl.: G01F 23/04, G05D 9/12.
- ⑦1 Aanvrager: Endress & Hauser GmbH & Co. te Maulburg, Bondsrepubliek Duitsland.
- ⑦4 Gem.: Ir. G.F. van der Beek c.s.  
NEDERLANDSCH OCTROOIBUREAU  
Joh. de Wittlaan 15  
2517 JR 's-Gravenhage.

- 
- ②1 Aanvraag-Nr. 8403090.
- ②2 Ingediend 10 oktober 1984.
- ③2 Voorrang vanaf 11 oktober 1983.
- ③3 Land van voorrang: Bondsrepubliek Duitsland (DE).
- ③1 Nummer van de voorrangsaanvraag: P 3336991 .
- ⑥2 --

- 
- ④3 Ter inzage gelegd 1 mei 1985.

De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruk van de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en).

---

Inrichting voor het vaststellen en/of bewaken van een vooraf bepaalde vulstand in een houder.

---

De uitvinding heeft betrekking op een inrichting voor het vaststellen en/of bewaken van een vooraf bepaalde vulstand in een reservoir of houder, voorzien van een mechanisch trillingssamenstel dat twee in de houder stekende trilstaven heeft die op afstand van elkaar aan een  
5 aan de rand ingespannen membraan bevestigd zijn, een bekrachtigingsinrichting die de trilstaven in tegengestelde trillingen dwars op hun langsrichting verplaatst, en een bekrachtigingsomzetter met tenminste een door een wisselspanning bekrachtigbaar piëzo-elektrisch element, een ontvangomzetter met tenminste een piëzo-elektrisch element dat de  
10 trillingen van het mechanische trillingssamenstel in een elektrisch uitgangssignaal omzet, en een verwerkingsschakeling voor het in werking stellen van indicatie- en/of schakelprocessen in afhankelijkheid van het uitgangssignaal van de ontvangomzetter.

Een inrichting van deze soort is uit het Auslegeschrift 1.773.815  
15 bekend. In vergelijking met andere bekende inrichtingen met een enkele in de houder stekende trilstaaf heeft deze inrichting het voordeel dat de door elke trilstaaf op de inspanning van de membraan uitgeoefende wisselkrachten als gevolg van de tegengesteldheid van de trillingen elkaar opheffen, zodat er geen trillingsenergie door overdracht aan de  
20 houderwand verloren gaat en ook de inspanning mechanisch minder belast wordt. Bij deze bekende inrichting zijn de met het membraan verbonden einden van de trilstaven door twee mechanisch van elkaar ontkoppelde bruggen met elkaar verbonden, waarvan elke brug uit een op het membraan liggend juk en een het juk overspannende beugel bestaat. De ene brug is  
25 met de bekrachtigingsomzetter en de andere brug is met de ontvangomzetter hierdoor gekoppeld dat het piëzo-elektrische element van de omzetter tussen de beugel en het juk ingespannen is. De bekrachtigingsomzetter is op de uitgang van een versterker aangesloten, waarvan de ingang met de ontvangomzetter verbonden is zodat er een eigen bekrachtiging  
30 van trillingen met de eigen resonantiefrequentie van het mechanische trillingssamenstel optreedt. De op de uitgang van de versterker aangesloten verwerkingsschakeling is zodanig uitgevoerd dat deze op amplitudeveranderingen aanspreekt. De werking van deze inrichting berust hierop dat de mechanische trillingen van de trilstaven bij het indompelen  
35 in de vulwaar gedempt worden zodat er een vermindering van de trillingsamplitude optreedt, die door de verwerkingsschakeling vastgesteld wordt en die de inwerkingstelling van een indicatie- en/of schakelpro-

8403090

ces veroorzaakt.

Het is gebleken dat deze bekende inrichting als gevolg van de uitvoering van het mechanische trillingssamenstel en van de inrichting van de piëzo-elektrische omzetter een verhoudingsgewijs sterke damping van de trilstaven door de vulwaar veronderstelt opdat een verzekerd aanspreken op de veranderingen van de amplitude gewaarborgd is. Deze inrichting kan daarom alleen voor het bewaken van vulwaar toegepast worden die bij bedekking van de trilstaven een sterke damping veroorzaakt, zoals bekledingsstoffen of vloeistoffen van hoge viscositeit. Ter verkrijging van een toereikende trillingsamplitude is een grote bekrachtigings-wisselspanning nodig die gebruikelijk in de grootte-orde van de netwisselspanning van 220 V ligt, en ook de aan te wenden bekrachtigingsenergie is aanzienlijk. De grote bekrachtigings-wisselspanning verzwaart de toepassing van de inrichting in door explosie bedreigde gebieden.

Bij inrichtingen voor het bewaken van de vulstand met een eenvoudige trilstaaf is het ook bekend om in plaats van de veranderingen van de amplitude de veranderingen van de eigen resonantiefrequentie bij het indompelen van de trilstaaf in de vulwaar te benutten voor het in werking stellen van de indicatie- en/of schakelprocessen.

Aan de uitvinding ligt de opgave ten grondslag om een inrichting van de in de aanhef genoemde soort met twee in de houder stekende trilstaven zodanig uit te voeren, dat de inrichting voor vulwaar van willekeurige soort geschikt is, en met een lage bekrachtigings-wisselspanning en geringe bekrachtigings-energie bedreven kan worden en een grote eigen zekerheid heeft.

Volgens de uitvinding wordt dit hierdoor bereikt dat op de van de trilstaven afgekeerde zijde van het membraan een brug door buigelastische, aan een einde telkens stijf met een trilstaaf verbonden staafvormige steunen op afstand van het membraan gehouden wordt, en dat de piëzo-elektrische elementen van de bekrachtigingsomzetter en van de ontvangomzetter in een stapel aangebracht zijn die onder voorspanning van de membraan tussen de brug en het tussen de trilstaven gelegen deel van het membraan ingespannen is.

De uitvoering volgens de uitvinding van het mechanische trillingssamenstel geeft een grote omzetwerking tussen de bekrachtigingsomzetter en het mechanische trillingssamenstel, zodat de voor het verkrijgen van een toereikende trillingsamplitude vereiste vervorming van de piëzo-elektrische elementen zeer klein is. Verder leidt deze uitvoering reeds bij zeer geringe veranderingen van de meegevoerde massa tot een opge-

8403090

drukte verandering van de eigen resonantiefrequentie voordat nog een merkbare demping van de trillingsamplitude intreedt. Deze opgedrukte verandering van de eigen resonantiefrequentie treedt ook bij zeer kleine trillingsamplituden van de trilstaven op. Wanneer daarom de verwerkingsschakeling zodanig uitgevoerd is dat zij niet op amplitudeveranderingen maar op frequentieveranderingen aanspreekt, wordt reeds bij zeer kleine trillingsamplituden van de trilstaven een grote gevoeligheid en aanspreekzekerheid bereikt. Daarom is een verhoudingsgewijs kleine wisselspanning voor het aansturen van de bekrachtigingsomzetter voldoende die bijvoorbeeld in de grootte-orde van 10 V kan liggen. Als gevolg van de lage bekrachtigingsspanning kan de inrichting bijzonder goed in door explosie bedreigde gebieden toegepast worden. Als gevolg van de lage bekrachtigingsspanning en als gevolg van de geringe trillingsamplitude is ook het vereiste bekrachtigingsvermogen klein waardoor de opbouw van de elektronische schakelingen vereenvoudigd en goedkoper wordt.

Een bijzonder voordeel van de uitvoering volgens de uitvinding van de inrichting is hierin gelegen dat voor het verkrijgen van een onderscheidbare frequentieverandering reeds zeer geringe veranderingen van de meegevoerde massa toereikend zijn. Daarom spreekt de inrichting reeds op zeer kleine verschillen van de dichtheid van het omgevingsmedium aan. Het is daarom mogelijk om vulstanden van vulwaar van zeer geringe dichtheid of ook overgangen tussen twee vulwaren met zeer kleine dichtheidsverschillen te onderscheiden en te bewaken. Verder kan het aanspreekpunt zeer nauwkeurig ingesteld worden. Zo is het bijvoorbeeld mogelijk om de overgang tussen lucht en een schuim of tussen een schuim en een vloeistof te detecteren.

Daarenboven is gebleken dat de veranderingen van de eigen resonantiefrequentie, in het bijzonder bij zeer kleine trillingsamplituden, in ruime mate onafhankelijk zijn van de viscositeit van de vulwaar. De onafhankelijkheid van de viscositeit is een zeer gewenste eigenschap daar bij vele vulwaren de viscositeit van de vulwaar, bijvoorbeeld in afhankelijkheid van temperatuurschommelingen, binnen brede grenzen kan veranderen waarbij het natuurlijk ontoelaatbaar is dat de inrichting bij veranderingen van viscositeit op verkeerde wijze een verandering van de vulstand aangeeft.

De kleine trillingsamplituden, waarmee de inrichting volgens de uitvinding bedreven kan worden, leiden verder tot het voordeel dat alle onderdelen mechanisch weinig belast worden hetgeen de constructie vereenvoudigt en goedkoper maakt.

Tenslotte leidt de verwerking van de frequentieveranderingen in

8403090

plaats van amplitudeveranderingen tot een verhoogde eigen zekerheid van de inrichting daar in elke bedrijfstoestand trillingen aanwezig zijn die zich alleen door hun frequentie onderscheiden. Een onderbreking van de trillingen geeft daarom aan dat de inrichting uitgevallen is.

- 5 Daar de inrichting volgens de uitvinding zeer snel op geringe dichtheidsveranderingen van de meegevoerde massa aanspreekt, bestaat een voordelige uitvoering hierin dat de verwerkingsschakeling een aanspreekvertragingsschakeling bevat die de inwerkingstelling van een indicatie- en/of schakelproces pas dan toelaat wanneer de overschrijding  
10 resp. onderschrijding van de referentiefrequentie tijdens een vooraf bepaald aantal perioden vastgesteld is.

Hierdoor wordt het aanspreken op sporadisch optredende dichtheidsveranderingen vermeden zoals deze bijvoorbeeld door lucht- of gasbellen veroorzaakt worden die zich in gasvormige vloeistoffen kortstondig om  
15 de trilstaven vormen, of ook door luchtballen die op kunstmatige wijze in de houder ingeblazen worden zoals dat bij vele toepassingsgevallen voorkomt.

Voordelige uitvoeringen van de uitvinding zijn in de onderconclusies aangegeven.

- 20 De uitvinding zal aan de hand van een uitvoeringsvoorbeeld nader worden toegelicht met verwijzing naar de tekeningen, waarin:

Fig. 1 een perspectivisch aanzicht van de inrichting volgens de uitvinding geeft in niet-ingebouwde toestand;

- Fig. 2 een gedeeltelijke langsdoorsnede geeft van de in een hou-  
25 derwand ingebouwde inrichting;

Fig. 3 een langsdoorsnede geeft van het inschroefstuk met de trilstaven en van de omzetterinrichting, waarbij het doorsnedevlak loodrecht op het doorsnedevlak van fig. 2 staat;

- Fig. 4 een bovenaanzicht geeft van het membraan en het inschroef-  
30 stuk in doorsnede door de trilstaven langs de doorsnedelijn A-B van fig. 3;

Fig. 5 een vergrote dwarsdoorsnede geeft van een trilstaaf langs de doorsnedelijn C-D van fig. 2;

Fig. 6 een schematische weergave van de omzetterkolom toont;

- 35 Fig. 7 een uit elkaar getrokken perspectivische weergave geeft van de onderdelen van de omzetterkolom;

Fig. 8 een schematische weergave geeft van het trillingsstelsel in rusttoestand;

- Fig. 9 een schematische weergave geeft van het trillingsstelsel in  
40 een toestand tijdens het trillen;

840 3090

Fig. 10 een overeenkomstig schematische weergave geeft van het trillingsstelsel in een andere toestand tijdens het trillen;

Fig. 11 het blokschema geeft van de elektronische schakeling van de inrichting; en

5 Fig. 12 het blokschema geeft van een uitvoeringsvorm van de frequentieverwerkingsschakeling.

De in fig. 1 in perspectivische weergave en in fig. 2 in doorsnede aangegeven inrichting voor het vaststellen en/of bewaken van een vooraf bepaalde vulstand bestaat uit de volgende hoofdonderdelen:

- 10 - een inschroefstuk 10;
- een trilstaafstelsel 20;
- een elektronische kop 30;
- een omzetterinrichting 40.

Het inschroefstuk 10 dient voor het bevestigen van de inrichting  
 15 in de wand van de houder, waarvan de vulstand met behulp van de inrichting bewaakt moet worden. Het inschroefstuk 10 heeft een schroefdraaddeel 11 dat in de met een overeenkomstige inwendige schroefdraad voorziene opening van de houderwand 9 (fig. 2) ingeschroefd wordt, en heeft een zeskantige kop 12 die voor het aanzetten van een schroefsleutel  
 20 dient, waarmee het inschroefstuk 10 onder tussenvoeging van een afdichtingsring 13 tegen de houderwand 9 vast aangetrokken kan worden. Op gebruikelijke wijze gebeurt de inbouw van de inrichting in horizontale positie aan een verticale houderwand op de hoogte van de te bewaken vulstand. De inbouwpositie van de inrichting is echter willekeurig; de-  
 25 ze kan bijvoorbeeld ook in verticale positie aan de bovenzijde van een houder gemonteerd worden wanneer de te detecteren vulstand overeenkomt met het volledige gevuld zijn van de houder.

De binnenruimte 14 van het inschroefstuk 10 is hol en dient voor het opnemen van de omzetterinrichting 40 zoals later nog in detail toe-  
 30 gelicht wordt.

Het trilstaafstelsel 20 wordt door het inschroefstuk 10 aan de naar het inwendige van de houder toegekeerde zijde gedragen. Het stelsel bestaat uit een membraan 21 dat het naar het inwendige van de houder toegekeerde einde van het inschroefstuk 10 afsluit en waarvan de  
 35 rand vast verbonden is met het inschroefstuk, en twee trilstaven 22, 23 die aan een einde op onderlinge afstand van elkaar vast met het membraan 21 verbonden zijn terwijl hun vrije einden in de houder steken. Elke trilstaaf is met een bocht 24 resp. 25 voorzien zodat de in wezen evenwijdig naast elkaar gelegen hoofddelen van de trilstaven een grote-  
 40 re afstand tot elkaar hebben dan de met het membraan 21 verbonden ein-

den. Door de bochten 24, 25 wordt gerealiseerd dat door het membraan 21 nog mede overgedragen resten van longitudinale trillingen eveneens in dwars op de trilstaven gerichte trillingen omgezet worden. De hoofd-  
 5 delen van de trilstaven hebben een ronde dwarsdoorsnede en zijn aan de vrije uiteinden toegespitst. De als een bocht uitgevoerde delen 24, 25 verbreden zich tot een grotere, niet-ronde dwarsdoorsnede aan de ver-  
 bindingsplaats met het membraan 21 zoals dit uit het doorsnede-aanzicht van fig. 4 blijkt.

Aan het vrije einde van elke trilstaaf 22, 23 is een peddel 26  
 10 loodrecht op het door de assen van de trilstaven verlopende vlak aangebracht. Elke peddel 26 strekt zich vanaf het vrije einde van de trilstaaf over een verhoudingsgewijs grote afstand uit die tussen 40 en 60% van de lengte van de trilstaaf ligt en bij voorkeur ongeveer 50% van deze lengte bedraagt. Daarentegen is de breedte van elke peddel lood-  
 15 recht op de langsas van de trilstaaf beduidend kleiner dan de langsuitstrekking. Deze breedte van de peddels 26 en de bochten 24, 25 zijn zodanig op elkaar afgestemd dat de trilstaven 22, 23 met de daaraan aangebrachte peddels 26 door de in de houderwand 9 aangebrachte schroef-  
 draadopening heen gevoerd kunnen worden. Ondanks de daardoor bepaalde,  
 20 verhoudingsgewijs geringe breedte van de peddels 26 ontstaat er als gevolg van de grote langsuitstrekking van de peddels een groot werkzaam peddeloppervlak.

De rand 27 van elke peddel is over de gehele omtrek daarvan snij-  
 vormig toegescherpt zoals uit het zijaanzicht van fig. 5 blijkt.

25 Bij voorkeur zijn het inschroefstuk 10, het membraan 21, de trilstaven 22, 23 en de peddels 26 als metallisch vormdeel uit één stuk vervaardigd.

De elektronische kop 30 is aan het ten opzichte van het trilstaaf-  
 stelsel 20 tegenovergestelde einde van het inschroefstuk 10 aangebracht  
 30 zodat de kop in de inbouwtoestand (fig. 2) buiten de houder ligt. De kop bevat de elektronische schakeling van de inrichting die door een huis 31 omsloten is. Een kabeldoorvoering 32 maakt het mogelijk de voor de stroomvoeding en signaaloverdracht vereiste kabels door te voeren. Een inwendige verbindingkabel 33 verbindt de in het huis 31 onderge-  
 35 brachte elektronische schakeling met de in het holle binnenruim 14 van het inschroefstuk 10 ondergebrachte omzetterinrichting 40.

Zoals fig. 3 aangeeft, omvat de omzetterinrichting 40 een omzet-  
 terkolom of zuil 41, die tussen het membraan 21 en een door staafvormi-  
 ge steunen 42, 43 op afstand van het membraan 21 gehouden brug 44 inge-  
 40 spannen is. Een in de brug 44 ingeschroefde instelschroef 45 ligt met

8403090

het kogelvormig uitgevoerde einde daarvan of via een kogelvormig tussenstuk aan het naar de brug 44 toegekeerde kopvlak van de omzetterkolom 41, waardoor de mechanische voorspanning van het membraan 21 ingesteld kan worden, waarmede de omzetterkolom 41 tussen het membraan 21 en de brug 44 ingespannen is.

Het ten opzichte van de brug 44 tegenovergestelde einde van de staafvormige steun 42 is ongeveer in het midden van het met de trilstaaf 22 verbonden oppervlakgebied van het membraan 21 stijf met de trilstaaf 22 verbonden. Op dezelfde manier is de staafvormige steun 43 ongeveer in het midden van het met de trilstaaf 23 verbonden oppervlakgebied van het membraan 21 stijf met de trilstaaf 23 verbonden. De beide staafvormige steunen 42 en 43 zijn buigelastisch uitgevoerd zodat zij dwars op hun langsrichting elastisch kunnen doorbuigen.

De opbouw van de omzetterkolom 41 is in fig. 6 in schematisch zij-aanzicht en in fig. 7 in een uit elkaar getrokken perspectivische weergave aangegeven. De opbouw bestaat uit een stapel van de volgende onderdelen, beginnend bij de brug 44:

- een metaalstempel 50,
- een isolatieschijf 51,
- 20 - een elektrode 52,
- een isolatieschijf 53,
- een elektrode 54,
- een piëzo-elektrisch element 55,
- een elektrode 56,
- 25 - een isolatieschijf 57,
- een elektrode 58,
- een piëzo-elektrisch element 59,
- een elektrode 60,
- een piëzo-elektrisch element 61,
- 30 - een elektrode 62,
- een isolatieschijf 63,
- een metaalstempel 64.

Alle onderdelen van de stapel hebben bij voorkeur dezelfde dwarsdoorsnede die bij het aangegeven voorbeeld (fig. 7) cirkelvormig is zodat de omzetterkolom een cilinder is. Aan elke elektrode is echter een uit de stapel uitstekende soldeervaan gevormd. De metaalstempels 50 en 64 bestaan bij voorkeur uit messing en dienen enerzijds als afstandsstukken ter verkrijging van de vereiste lengte van de omzetterkolom tussen het membraan 21 en de brug 44 en dienen anderzijds voor het overdragen van de krachten op de resterende onderdelen van de stapel.



In het bijzonder dient de metaalstempel 50 hiervoor dat de door de instelschroef 55 teweeg gebrachte oppervlaktedruk evenwijdig op de piëzo-elektrische elementen 55, 59, 61 overgedragen wordt opdat een buiging van de zeer breukgevoelige piëzo-elektrische elementen uitgesloten

5 wordt. De metaalstempel 64 bewerkstelligt dat de van de voorspanning en de trillingen afkomstige verbuigingen van het membraan 21 niet aan de piëzo-elektrische elementen 55, 59, 61 overgedragen worden. Ook deze maatregel verhindert dat de breukgevoelige piëzo-elektrische elementen op buiging belast worden. Daarenboven kan door de toepassing van het  
10 metaalstempel 64 een nauwkeurige bewerking van de achterzijde van het membraan 21 achterwege gelaten worden welke anders eveneens ter vermindering van breukgevaar van de piëzo-elektrische elementen noodzakelijk zou zijn.

De omzetterkolom 41 is zodanig aangebracht dat het naar het mem-  
15 braan 21 toegekeerde kopvlak tegen het tussen de eindvlakken van de trilstaven 22 en 23 gelegen vrije deel van het membraan ligt. Dit kopvlak is zodanig bemeten dat de diameter D (fig. 6) daarvan niet groter is dan de afstand d tussen de met het membraan 21 verbonden einden van de trilstaven 22 en 23 (fig. 4). Bij voorkeur echter is de diameter D  
20 gelijk aan deze afstand d of slechts een weinig kleiner. Met andere woorden, de tegen het membraan 21 aanliggende kopvlak van het metaalstempel 64 moet de vrije tussenruimte tussen de einden van de trilstaven 22 en 23 zo volledig mogelijk overspannen maar moet de eindvlakken van de trilstaven echter niet overlappen. Bij het aangegeven uitvoe-  
25 ringsvoorbeeld is de diameter D gelijk aan de diameter van alle onderdelen van de cilindrische stapel. Bij grotere, kleinere, onronde of ongelijkvormige dwarsdoorsneden van de onderdelen van de stapel is het echter altijd mogelijk om de metaalstempel 64 zodanig te vormen dat aan de bovenstaande voorwaarde voldaan is.

30 De piëzo-elektrische elementen 59 en 61 vormen samen met de elektroden 58, 60, 62 de bekrachtigingsomzetter 65 die tot doel heeft een door de elektronische schakeling geleverde wisselspanning in mechanische trillingen van de trilstaven 22 en 23 om te zetten. De beide elektroden 58 en 62 zijn met de ene pool van de wisselspanningsbron, bij  
35 voorkeur massa, verbonden en de elektrode 60 is op de andere pool van de wisselspanningsbron aangesloten. De piëzo-elektrische elementen 59 en 61 zijn daarom elektrisch parallel en mechanisch in serie geschakeld. Als gevolg van de aangelegde wisselspanning ondergaat elk element van de piëzo-elektrische elementen 59 en 61 een vervorming (dikteveran-  
40 dering) in de asrichting van de omzetterkolom 41 die evenredig is met

8403090

de aangelegde spanning. De mechanische vervormingen van de piëzo-elektrische elementen 59 en 61 worden bij elkaar geteld zodat voor een gegeven waarde van de aangelegde wisselspanning een verdubbeling van de verandering van lengte van de omzetterkolom 41 verkregen wordt.

5 Het piëzo-elektrische element 55 vormt samen met de elektroden 54 en 56 de ontvangomzetter 66 die tot doel heeft de mechanische trillingen van het trilstaafstelsel 20 in een elektrisch uitgangssignaal om te zetten dat aan de in de elektronische kop 43 opgenomen elektronische schakeling toegevoerd wordt. De elektrode 52 ligt aan massa en dient  
10 voor het afschermen van de ontvangomzetter 66. Voor de afscherming van de ontvangomzetter 66 aan de andere zijde wordt het feit benut dat de aangrenzende elektrode 58 van de bekrachtigingsomzetter 65 aan massa ligt en dus tegelijk als afschermelektrode voor de ontvangomzetter gebruikt kan worden. Hierdoor behoeft een extra afschermelektrode aan de-  
15 ze zijde van de ontvangomzetter niet meer aangebracht te worden.

De werking van de omzetterinrichting 40 zal aan de hand van de sterk geschematiseerde weergaven van de fig. 8, 9 en 10 toegelicht worden. Deze figuren tonen zeer vereenvoudigd en overdreven de vervormingen en positieveranderingen van de delen onder inwerking van de voor-  
20 spanning en de aan de bekrachtigingsomzetter toegevoerde wisselspanning. In fig. 8 zijn de delen in rusttoestand aangegeven. Als gevolg van de door de instelschroef 45 teweeg gebrachte voorspanning is het membraan 21 tussen de steunen 42 en 43 naar buiten doorgebogen waardoor de trilstaven 22 en 23 naar buiten gezwaaid en de buigelastische staaf-  
25 vormige steunen 42 en 43 wat naar binnen doorgebogen zijn. De kracht van de voorspanning wordt dus door het membraan 21 en de staafvormige steunen 42 en 43 elastisch opgenomen, en de verende werking van deze delen compenseert ook verschillende warmte-uitzettingen.

Fig. 9 toont de toestand van de delen wanneer de lengte van de om-  
30 zetterkolom 41 als gevolg van de aan de bekrachtigingsomzetter 55 aangelegde wisselspanning ten opzichte van de lengte in rusttoestand daarvan vergroot is. Het voorgespannen membraan 21 is nog verder naar buiten doorgebogen waardoor de trilstaven 22 en 23 verder naar buiten gezwaaid en de staafvormige steunen 42 en 43 sterker naar binnen doorge-  
35 bogen worden.

Wanneer daarentegen in de andere halve periode van de wisselspanning de lengte van de omzetterkolom 41 ten opzichte van de lengte in rusttoestand daarvan verkort is, kunnen de trilstaven 22 en 23 naar binnen trillen, terwijl de doorbuigingen van het membraan 21 en de  
40 buigelastische steunen 42 en 43 eerst teruggaan en dan, al naar de in-

8403090

gestelde voorspanning, in tegengestelde doorbuigingen kunnen overgaan zoals in fig. 10 aangegeven is.

Men moet er rekening mee houden dat de vervormingen in de figuren 8, 9 en 10 zeer overdreven voorgesteld zijn. Zij zijn in werkelijkheid 5 zeer klein en kunnen bijvoorbeeld in de grootte-orde van enige  $\mu\text{m}$  liggen.

Uit de weergaven van de fig. 8 en 9 blijkt dat door de werking van de bekrachtigingsomzetter in de omzetterkolom 41 de trilstaven 22 en 23 in tegengestelde trillingen dwars op hun langsassen in het door deze 10 langsassen verlopende gemeenschappelijke vlak verplaatst worden. De weergegeven uitvoering en bemeting van de onderdelen leidt tot een grote omzettingswerking zodat de voor het verkrijgen van een toereikende trillingsamplitude vereiste vervorming van de piëzo-elektrische elementen zeer klein is. Als gevolg van de tegengesteldheid van de trillingen 15 heffen de door elke trilstaaf op de inspanning van het membraan 21 uitgeoefende wisselkrachten elkaar onderling op zodat er geen trillingsenergie door overdracht aan het inschroefstuk 10 en de houderwand 9 verloren gaat.

Het als terugtrekveer dienende verende stelsel van het mechanische 20 trillingsstelsel wordt door het membraan 21 in verbinding met de buig-elastische staafvormige steunen 42 en 43 gevormd. De massa van het mechanische trillingsstelsel bestaat enerzijds uit de massa van de trilstaven 22 en 23 en anderzijds uit de door de trilstaven bij de trilbeweging meegenomen massa van het omgevende medium. Deze meegenomen massa 25 wordt door de dwars op de trillingsrichting aangebrachte peddels 26 vergroot. De eigen resonantiefrequentie van het mechanische trillingsstelsel hangt enerzijds af van de veerconstante van het verende stelsel die als constant aangenomen kan worden, en hangt anderzijds af van de totale massa die in afhankelijkheid van de meegevoerde massa kan veranderen. Wanneer de trilstaven 22, 23 zich met hun peddels in lucht bevinden, kan de meegevoerde massa van de lucht verwaarloosd worden en er 30 stelt zich een eigen resonantiefrequentie in die in wezen door de massa van de trilstaven bepaald wordt. Wanneer daarentegen de trilstaven met hun peddels in een vulwaar ingedompeld worden, verandert de meegevoerde 35 massa en daarmee de eigen resonantiefrequentie van het mechanische trillingsstelsel. De aangegeven vorm van de peddels leidt met inachtna-me van de door het inschroefgat voorgegeven beperking van de breedte tot de optimale werking. Het is gebleken dat de door een verdere verlenging van de peddels tot boven 60% van de trilstaaf lengte uit verkregen oppervlaktevergroting geen wezenlijke verbetering voor wat betreft 40

8403090

de frequentieverandering meer oplevert.

De bekrachtiging of opwekking van de trillingen van het mechanische trillingsstelsel gebeurt steeds met zijn eigen resonantiefrequentie ook wanneer deze verandert. Dit geschiedt volgens een gebruikelijke  
 5 werkwijze hierdoor dat het mechanische trillingsstelsel zelf als frequentie bepalend element van een elektrische trillingsopwekker dient. Voor dit doel zijn de beide elektroden 54 en 56 van de ontvangomzetter verbonden met de ingang van een versterker, op de uitgangsklemmen waarvan enerzijds de elektroden 58, 62 en anderzijds de elektrode 60 van de  
 10 bekrachtigingsomzetter aangesloten zijn. De frequentie van de aan de bekrachtigingsomzetter aangelegde wisselspanning volgt daarom steeds de eigen resonantiefrequentie van het mechanische trillingsstelsel.

Het is gebleken dat bij de beschreven opbouw van het trilstaafstelsel 20 en van de omzetterinrichting 40 reeds bij zeer geringe veranderingen van de meegevoerde massa een opgedrukte verandering van de  
 15 eigen resonantiefrequentie ontstaat. Deze opgedrukte verandering van de eigen resonantiefrequentie treedt ook bij zeer kleine trillingsamplituden van de trilstaven op. Het trilstaafstelsel wordt daarom bij voorkeur met een zeer kleine trillingsamplitude bedreven, die in wezen constant blijft, en de in afhankelijkheid van het uitgangssignaal van de  
 20 ontvangomzetter gestuurde inrichting voor het starten van indicatie- en/of schakelprocessen is zodanig uitgevoerd dat zij op frequentieveranderingen aanspreekt. Hierdoor ontstaat een reeks van aanzienlijke voordelen:

25 1. Teneinde de zeer kleine trillingsamplituden van de trilstaven op te wekken is een verhoudingsgewijs kleine wisselspanning voor het aansturen van de bekrachtigingsomzetter voldoende. Het is gebleken dat in vergelijking tot de bekende inrichtingen van gelijke grootte-orde, waarvoor een excitatiespanning van 220 V nodig is, met de beschreven  
 30 uitvoering een excitatiespanning van 10 V voor het verkrijgen van dezelfde aanspreekgevoeligheid voldoende is. De lage excitatiespanning is in het bijzonder bij toepassingen in door explosie bedreigde gebieden voordelig.

2. In verband met de lage excitatiespanning en de kleine trillingsamplitude is een gering excitatievermogen nodig waardoor de opbouw van  
 35 de elektronische schakelingen eenvoudiger en goedkoper wordt.

3. Daar voor het verkrijgen van een onderscheidbare frequentieverandering reeds zeer geringe veranderingen van de meegevoerde massa voldoende zijn, spreekt de inrichting op zeer kleine veranderingen van de  
 40 dichtheid van het omgevingsmedium aan. Hierdoor is het mogelijk om vul-

standen van vulgoederen van zeer geringe dichtheid of overgangen tussen vulgoederen met zeer kleine dichtheidsverschillen te onderscheiden en te bewaken. Verder kan het aanspreekpunt zeer nauwkeurig ingesteld worden. Zo is het bijvoorbeeld mogelijk om de overgang tussen lucht en een  
5 schuim of tussen een schuim en een vloeistof te detecteren.

4. Aan de andere kant is gebleken dat de veranderingen van de eigen resonantiefrequentie in ruimte mate onafhankelijk zijn van de viscositeit van de vulwaar. Dit berust in de eerste plaats op de toegescherpte vorm van de omtreksranden van de peddels 26. De onafhankelijkheid van  
10 viscositeit is een zeer gewenste eigenschap daar bij vele vulgoederen de viscositeit van de vulwaar, bijvoorbeeld in afhankelijkheid van temperatuurschommelingen, binnen brede grenzen kan veranderen. Het is natuurlijk niet toelaatbaar dat de inrichting bij veranderingen van viscositeit op verkeerde wijze een verandering van de vulstand aangeeft.

15 5. De kleine trillingsamplituden waarmee de beschreven inrichting bedreven kan worden, leiden verder tot het voordeel dat alle onderdelen mechanisch weinig belast worden hetgeen de constructie vereenvoudigt en goedkoper maakt.

6. Tenslotte leidt de verwerking van de frequentieveranderingen tot  
20 een verhoogde eigen zekerheid van de inrichting daar er in elke bedrijfstoestand trillingen aanwezig zijn die zich alleen door hun frequentie onderscheiden. Een onderbreking van de trillingen toont daarom de uitval van de inrichting aan.

Fig. 11 geeft het blokschema van een uitvoeringsvoorbeeld van de  
25 in de elektronische kop 30 aangebrachte elektronische schakeling. In dit schema is opnieuw de ontvangomzetter 66 met het piëzo-elektrische element 55 en de elektroden 54 en 56 alsmede de bekrachtigingsomzetter 65 met de piëzo-elektrische elementen 59, 61 en de elektroden 58, 60, 62 aangegeven.

30 De elektroden 54, 56 van de ontvangomzetter 66 zijn verbonden met de beide ingangsklemmen van een versterker 70. Op de uitgang van de versterker 70 is een laagdoorlaatfilter 71 aangesloten, waarvan het doorlaatgebied overeenkomt met het gebied van de grondfrequenties van de trillingen van het mechanische trillingsstelsel, terwijl het filter  
35 harmonischen van deze grondfrequenties blokkeert. Het laagdoorlaatfilter 71 stelt zeker dat het trillingsstelsel alleen op een grondfrequentie geëxciteerd kan worden en verhindert een eigen excitatie op een harmonische.

De uitgang van het laagdoorlaatfilter 71 is verbonden met de in-  
40 gang van een vermogensversterker 72, op de uitgang waarvan de bekrach-

5 tigungsomzetter 65 is aangesloten. De vermogensversterker 72 levert hiermede aan de bekrachtigungsomzetter een wisselspanning die dezelfde frequentie heeft als die van het uitgangssignaal van de ontvangomzetter. Daar de bekrachtigungsomzetter via het mechanische trillingsstelsel met de ontvangomzetter gekoppeld is, exciteert het trillingsstelsel zich steeds met de eigen resonantiefrequentie van het mechanische trillingsstelsel.

10 Volgens een voorkeursuitvoering wordt de vermogensversterker 72 sterk overstuurd, zodat de door hem afgegeven wisselspanning een vrijwel rechthoekige vorm heeft. Hierdoor wordt de bekrachtigungsomzetter steeds met dezelfde spanningsamplitude gestuurd ook wanneer de trilstaven sterk door een vulwaar gedempt worden. Daarenboven wordt de digitale signaalverwerking in de aangesloten schakelingen vergemakkelijkt.

15 Op de uitgang van de vermogensversterker 72 is de ingang van een frequentiewaardeer of verwerkingsschakeling 73 aangesloten, die vaststelt of de frequentie van de uitgangswisselspanning van de vermogensversterker 72 boven of onder een instelbare referentiefrequentie ligt. Het uitgangssignaal van de frequentiewaardeerschakeling 73 neemt de ene of de andere van twee waarden aan al naar gelang het feit of de uitgangsfrequentie van de vermogensversterker 72 boven of onder de ingestelde referentiefrequentie ligt. Hierdoor wordt aangegeven of de trilstaven in lucht (resp. een vulwaar van geringe dichtheid) of in een vulwaar van grotere dichtheid trillen.

25 De uitgang van de frequentiewaardeerschakeling 73 is verbonden met de ingang van een minimum-maximum omschakelinrichting 74 die of op een minimum-bewaking of op een maximum-bewaking omgeschakeld kan worden. Al naar het feit of het trilstaafstelsel voor het bewaken van een minimale of van een maximale vulstand in een houder toegepast wordt, bestaan er namelijk verschillende voorwaarden. Bij het bewaken van een maximale vulstand trilt het trilstaafstelsel op normale wijze in lucht, en de kritische toestand wordt bereikt wanneer het trilstaafstelsel door de vulwaar bedekt wordt. In dit geval moet daarom een schakelproces of een indicatie teweeg gebracht worden wanneer de trillingsfrequentie tot onder de ingestelde referentiefrequentie afneemt. Bij de minimum-bewaking
 30 trilt het trilstaafstelsel op normale wijze in de vulwaar en de kritische toestand treedt in, wanneer de trilstaven niet meer door de vulwaar bedekt zijn en in lucht trillen. In dit geval moet daarom een schakelproces of een indicatie teweeg gebracht worden wanneer de trillingsfrequentie de ingestelde referentiefrequentie overschrijdt. De minimum-maximum omschakelinrichting 74 is zodanig opgebouwd dat zij al
 40

naar de instelling daarvan in het ene of in het andere geval een uitgangssignaal afgeeft.

Het uitgangssignaal van de minimum-maximum omschakelinrichting 74 wordt na versterking en stabilisering aan een eindtrap 76 van een verbruiker 77 toegevoerd, bijvoorbeeld een relais of een indicatie-inrichting.

In fig. 12 is het blokschema van een uitvoeringsvorm van de frequentiewaardeerschakeling 73 in meer details aangegeven.

De van de uitgang van de vermogensversterker 72 afkomstige, eveneens reeds vrijwel rechthoekige wisselspanning wordt aan een pulsformer 80 toegevoerd, op de uitgang waarvan een frequentiedeler 81 met de deelverhouding 1:2 is aangesloten. Aan de uitgang van de frequentiedeler 81 staat dus een zuiver rechthoekig signaal met de sleutelverhouding 1:2, waarvan de frequentie gelijk is aan de helft van de trillingsfrequentie van het trilstaafstelsel. Dit rechthoekige signaal wordt aan de startingang van een opnieuw triggerbare monoflop 82 toegevoerd waarvan de houdtijd ingesteld kan worden zoals symbolisch door een instelweerstand 83 aangegeven is. Door de houdtijd van de monoflop 82 in te stellen wordt de referentiefrequentie gedefinieerd.

De uitgang van de opnieuw triggerbare monoflop 82 is met de D ingang van een D flipflop 84 verbonden die aan zijn klokingang CL de rechthoekige pulsen van de uitgang van de frequentiedeler 81 verkrijgt. Zoals bekend neemt een D flipflop bij een bepaalde pulsflank van elke aan de klokingang CL aangelegde klokpuls de op hetzelfde tijdpunt aan de D ingang aanliggende signaalwaarde over.

De D flipflop 84 vormt daarom een tijdvergelijkingsschakeling die vaststelt of de herhalingsperiode van de door de frequentiedeler 81 afgegeven rechthoekige pulsen boven of onder een waarde ligt, die door de in de monoflop 82 ingestelde houdtijd bepaald wordt. Wanneer namelijk deze herhalingsperiode korter is dan de ingestelde houdtijd, wordt de monoflop door elke door de frequentiedeler 81 afgegeven rechthoekige puls nieuw getriggerd voordat hij in de rusttoestand teruggekeerd is. Het uitgangssignaal van de monoflop 82 blijft dan continu op de signaalwaarde "1". In dit geval ligt er bij elke aan de klokingang CL van de D flipflop toegevoerde klokpuls aan de D ingang de signaalwaarde "1" zodat de flipflop 84 steeds in de werktoestand (of toestand "1") blijft, waarin aan de uitgang  $\bar{Q}$  de signaalwaarde "0" staat.

Wanneer daarentegen de herhalingsperiode van de door de frequentiedeler 81 afgegeven rechthoekige pulsen langer is dan de houdtijd van de opnieuw triggerbare monoflop 82, keert de monoflop voor het binnen-

komen van de eerstvolgende startpuls terug in de rusttoestand. Daar dezelfde uitgangspuls van de frequentiedeler 81 ook aan de klokingang CL van de flipflop 84 toegevoerd wordt, treft deze klokpuls aan de D ingang of de signaalwaarde "0" aan zodat de flipflop 84 in de rusttoestand (of toestand "0") teruggesteld wordt. Aan de uitgang  $\bar{Q}$  staat dan de signaalwaarde "1", die aangeeft dat de periode van het rechthoekige uitgangssignaal van de frequentiedeler 81 groter is dan de in de monoflop 82 ingestelde houdtijd hetgeen daarmee wil aangeven dat de trillingsfrequentie van het trilstaafstelsel onder de ingestelde referentiefrequentie ligt.

Op de uitgang  $\bar{Q}$  van de D flipflop 84 is een tijdvertragingsschakeling 85 aangesloten die bewerkstelligt dat de daarachter geschakelde inrichtingen niet direct op het eerste uitgangssignaal van de D flipflop 84 aanspreken maar pas dan aanspreken wanneer de onder-schrijding van de ingestelde referentiefrequentie voor een bepaald minimaal aantal op elkaar volgende perioden vastgesteld is. Hierdoor moet verhinderd worden dat door sporadische storingen schakelprocessen of indicaties teweeg gebracht worden. Dergelijke sporadische storingen worden bijvoorbeeld door lucht- of gasbellen teweeg gebracht die zich kortstondig in gasvormige vloeistoffen rond de trilstaven vormen, of ook door luchtballen die kunstmatig in de houder ingeblazen worden zoals dit bij vele toepassingsgevallen voorkomt.

Bij het uitvoeringsvoorbeeld van fig. 12 wordt de aanspreekvertragingsschakeling 85 gevormd door een RC element met een weerstand 86 en een condensator 87. Wanneer aan de uitgang  $\bar{Q}$  een spanning met de signaalwaarde "1" verschijnt, laadt de condensator 87 zich met de tijdconstante van het RC element tot deze spanning op. Een op de uitgang van het RC element aangesloten trigger 88 spreekt aan wanneer de laadspanning van de condensator 87 een vooraf bepaalde aanspreekdrempelwaarde bereikt, die bijvoorbeeld  $2/3 U_B$  kan bedragen ( $U_B$  = stroomvoedingsspanning). De trigger 88 valt weer af wanneer de laadspanning van de condensator 87 tot onder een lagere afval-drempelwaarde afneemt die bijvoorbeeld  $1/3 U_B$  kan bedragen. De tijdconstante van het RC element 85 is zodanig gekozen dat de aanspreek-drempelwaarde pas dan bereikt wordt wanneer de spanning aan de uitgang  $\bar{Q}$  voor de duur van meerdere perioden van de uitgangsspanning van de frequentiedeler 81 de waarde "1" heeft. Wanneer de flipflop 84 weer in de werkttoestand overgaat voordat de laadspanning aan de condensator 87 de aanspreekdrempelwaarde bereikt heeft, gaat de spanning aan de uitgang  $\bar{Q}$  weer naar de waarde "0" terug, en ontlaadt de condensator 87 zich



weer.

Voor het verkrijgen van een stabiel schakelgedrag is verder de  
uitgang van de trigger 88 verbonden met een ingang van de opnieuw trig-  
gerbare monoflop 82. Wanneer de trigger 88 gestart wordt zodat hij een  
5 uitgangsspanning aan de daarachter geschakelde minimum-maximum omscha-  
kelinrichting 74 levert, komt deze uitgangsspanning terecht ook op de  
monoflop 82 waarin zij een verkorting van de ingestelde houdtijd be-  
werkstelt. Hierdoor wordt verhinderd dat geringe frequentieschomme-  
lingen van het door de frequentiedeler 81 afgegeven rechthoekige sig-  
10 naal afwisselend tot een overschrijding of tot een onderschrijding van  
de aan de monoflop 82 ingestelde houdtijd en derhalve tot een continue  
heen- en weerschakeling van de flipflop 84 leiden.

8403090

C O N C L U S I E S

1. Inrichting voor het vaststellen en/of bewaken van een vooraf bepaalde vulstand in een houder, voorzien van een mechanisch trillings-samenstel dat twee in de houder stekende trilstaven heeft die op afstand van elkaar aan een aan de rand ingespannen membraan bevestigd  
5 zijn, een bekrachtigingsinrichting die de trilstaven in tegengestelde trillingen dwars op hun langsrichting verplaatst, en een bekrachtigingsomzetter met tenminste een door een wisselspanning bekrachtigbaar piëzo-elektrisch element, een ontvangomzetter met tenminste een piëzo-  
10 elektrisch element dat de trillingen van het mechanische trillingssamenstel in een elektrisch uitgangssignaal omzet, en een verwerkings-schakeling voor het in werking stellen van indicatie- en/of schakelprocessen in afhankelijkheid van het uitgangssignaal van de ontvangomzetter, met het kenmerk, dat op de van de trilstaven (22, 23) afgekeerde  
15 zijde van het membraan (21) een brug (44) door buigelastische, aan een einde telkens stijf met een trilstaaf (22, 23) verbonden staafvormige steunen (42, 43) op afstand van het membraan (21) gehouden wordt, en dat de piëzo-elektrische elementen (55, 59, 61) van de bekrachtigingsomzetter (65) en van de ontvangomzetter (66) in een stapel (41) aange-  
20 bracht zijn die onder voorspanning van het membraan (21) tussen de brug (44) en het tussen de trilstaven (22, 23) gelegen deel van het membraan (21) ingespannen is.

2. Inrichting volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de brug (44) in wezen stijf is.

25 3. Inrichting volgens conclusie 1 of 2, met het kenmerk, dat de piëzo-elektrische elementen (55, 59, 71) in de stapel (41) samen met tegen de piëzo-elektrische elementen (55, 59, 61) aanliggende metaalelektroden (54, 56, 58, 60, 62) en tussen de metaalelektroden gelegen isolatiedelen (53, 57, 63) aangebracht zijn.

30 4. Inrichting volgens conclusie 3, met het kenmerk, dat in de stapel (41) tenminste een verdere, niet tegen een piëzo-elektrisch element aanliggende, op massapotential liggende metaalelektrode (52) als afscherming voor het piëzo-elektrische element (55) van de ontvangomzetter (66) aangebracht is.

35 5. Inrichting volgens conclusie 4, met het kenmerk, dat het piëzo-elektrische element (55) van de ontvangomzetter (66) met zijn aan beide zijden aanliggende metaalelektroden (54, 56) onder invoeging van isolatiedelen (53, 57) tussen een op massapotential liggende metaalelektrode (58) van de bekrachtigingsomzetter (65) en een verdere metaalelek-  
40 trode (52) aangebracht is.

8403090

6. Inrichting volgens een der conclusies 3 tot 5, met het kenmerk, dat de bekrachtigingsomzetter (55) twee elektrisch parallel en mechanisch in serie geschakelde piëzo-elektrische elementen (59, 61) bevat.

7. Inrichting volgens een der conclusies 3 tot 6, met het kenmerk, dat aan elk einde van de stapel (41) een metaalstempel (50, 64) aangebracht is.

8. Inrichting volgens een der conclusies 3 tot 7, met het kenmerk, dat alle onderdelen van de stapel (41) in wezen dezelfde dwarsdoorsnede hebben.

9. Inrichting volgens een der conclusies 3 tot 8, met het kenmerk, dat aan elke metaalelektrode (52, 54, 56, 58, 60, 62) een uit de stapel naar buiten stekende soldeervaan aangebracht is.

10. Inrichting volgens een der conclusies 3 tot 8, met het kenmerk, dat de langs de verbindingslijn tussen de assen van de trilstaven (22, 23) gemeten dwarsafmeting van het aan het membraan (21) aanliggende kopvlak van de stapel (41) in wezen gelijk is aan de afstand tussen de met het membraan (21) verbonden einden van de trilstaven (22, 23).

11. Inrichting volgens een der voorgaande conclusies, gekenmerkt door een inrichting (45) voor het instellen van de het membraan (21) voorspannende inspankracht van de stapel (41).

12. Inrichting volgens conclusie 11, met het kenmerk, dat de instelinrichting een in de brug (44) ingeschroefde, aan het kopvlak van de stapel (41) aangrijpende instelschroef (45) heeft.

13. Inrichting volgens een der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat het membraan (21) de bodem van een in een opening van de houderwand (9) inschroefbaar inschroefstuk (10) vormt, en dat de trilstaven (22, 23) zodanig gevormd en met het membraan (21) verbonden zijn, dat zij aan hun vrije einden een grotere asafstand hebben dan aan hun met het membraan verbonden einden, maar echter nog door de opening van de houderwand (9) ingevoerd kunnen worden.

14. Inrichting volgens conclusie 13, met het kenmerk, dat de trilstaven (22, 23) met een bocht uitgevoerd zijn.

15. Inrichting volgens conclusie 13 of 14, met het kenmerk, dat aan elke trilstaaf (22, 23) een zich dwars op de trillingsrichting uitstrekkende peddel (26) aangebracht is, waarvan de breedte dwars op de trilstaafas zodanig bemeten is dat de trilstaven (22, 23) met hun peddels (26) door de opening van de houderwand (9) ingevoerd kunnen worden, en dat elke peddel (26) zich in de langsrichting van het vrije einde van de trilstaaf (22, 23) over 40 tot 60% van de lengte van de trilstaaf uitstrekt.

8403090

16. Inrichting volgens conclusie 15, met het kenmerk, dat de om-  
treksranden (27) van de peddels (26) sneevormig spits toelopend uitge-  
voerd zijn.

17. Inrichting volgens een der voorgaande conclusies, met het  
5 kenmerk, dat de ontvangomzetter (66) met de ingang van een versterker-  
schakeling (70, 71, 72) verbonden is, op de uitgang waarvan de bekrach-  
tigingsomzetter (65) aangesloten is, zodat het mechanische trillingssa-  
menstel (21, 22, 23) tot trillingen met zijn eigen resonantiefrequentie  
bekrachtigd wordt, en dat de verwerkingsschakeling (73, 74, 76) op de  
10 uitgang van de versterkerschakeling (70, 71, 72) aangesloten is en zo-  
danig uitgevoerd is dat zij een indicatie- en/of schakelproces start,  
wanneer de frequentie van het uitgangssignaal van de versterkerschake-  
ling (70, 71, 72) een ingestelde referentiefrequentie of overschrijdt  
of onderschrijdt.

18. Inrichting volgens conclusie 17, met het kenmerk, dat de ver-  
sterkerschakeling (70, 71, 72) een laagdoorlaatfilter (71) bevat waar-  
van het doorlaatgebied overeenkomt met het gebied van de grondfrequen-  
ties van de eigen resonantietrillingen van het mechanische trillingssa-  
menstel (21, 22, 23) opdat een eigen excitatie van trillingen op een  
20 harmonische verhinderd wordt.

19. Inrichting volgens conclusie 17 of 18, met het kenmerk, dat de  
eindtrap (82) van de versterkerschakeling (80, 81, 82) overstuurd  
wordt.

20. Inrichting volgens een der conclusies 17 tot 19, met het ken-  
25 merk, dat de verwerkingsschakeling (73) een aanspreekvertragingsschake-  
ling (85) bevat, die de start van een indicatie- en/of schakelproces  
pas dan toelaat wanneer de overschrijding resp. onderschrijding van de  
referentiefrequentie tijdens een vooraf bepaald aantal perioden vastge-  
steld is.

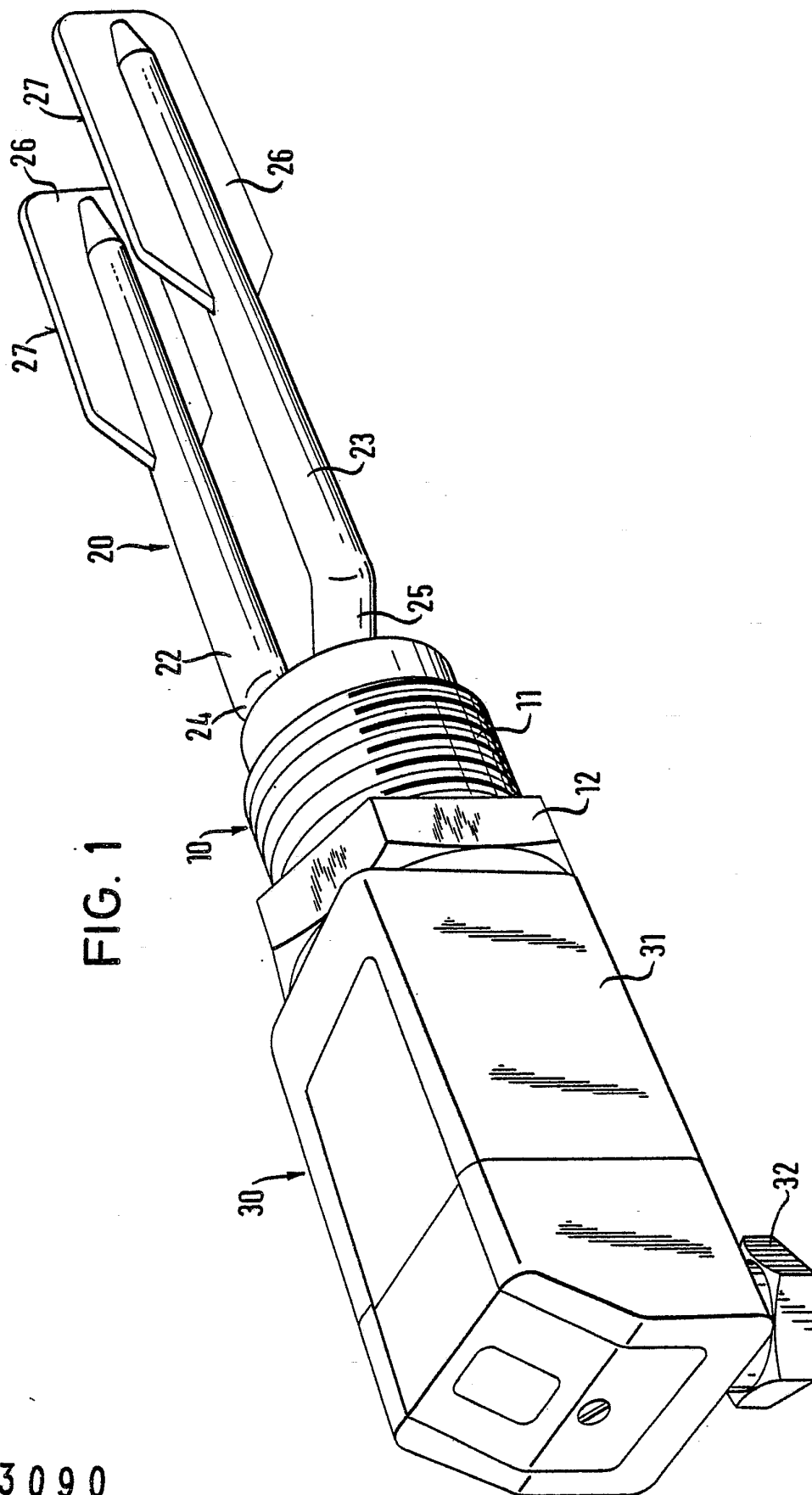
21. Inrichting volgens conclusie 20, met het kenmerk, dat de ver-  
werkingsschakeling (73) een signaalomzetschakeling (80, 81) bevat die  
het uitgangssignaal van de versterkerschakeling (70, 71, 72) in een  
rechthoekig signaal omzet waarvan de frequentie evenredig is met de  
uitgangsfrequentie van de versterkerschakeling (70, 71, 72) alsmede een  
35 op de uitgang van de signaalomzetschakeling (80, 81) aangesloten tijd-  
vergelijkingsschakeling (82, 83, 84) die de periodeduur van het recht-  
hoekige signaal vergelijkt met een instelbare referentietijdduur en een  
spanning afgeeft wanneer de periodeduur de referentietijdduur of onder-  
schrijdt of overschrijdt, dat de aanspreekvertragingsschakeling (85)  
40 een integrerend RC element (86, 87) bevat, waarvan de condensator (87)

via een weerstand (86) door de uitgangsspanning van de tijdvergelijkingsschakeling (82, 83, 84) opgeladen kan worden, en dat op de uitgang van het integrerend RC element (86, 87) een triggerschakeling (88) aangesloten is, die gestart wordt wanneer de laadspanning van de condensator (87) een vooraf bepaalde drempelwaarde bereikt.

22. Inrichting volgens conclusie 21, met het kenmerk, dat de tijdvergelijkingsschakeling (82, 83, 84) een opnieuw triggerbare monoflop (82) met instelbare houdtijd bevat, op de startingang waarvan het door de signaalomzetschakeling (80, 81) opgewekte rechthoekige signaal aangelegd wordt, alsmede een D flipflop (84) waarvan de D ingang op de uitgang van de opnieuw triggerbare monoflop (82) en waarvan de klokingang (CL) op de uitgang van de signaalomzetschakeling (80, 81) aangesloten is, en dat het integrerende RC element (86, 87) op een uitgang (Q,  $\bar{Q}$ ) van de D flipflop aangesloten is.

23. Inrichting volgens conclusie 22, met het kenmerk, dat het uitgangssignaal van de triggerschakeling (88) aan een ingang van de opnieuw triggerbare monoflop (82) toegevoerd wordt en in deze een verandering van de ingestelde houdtijd in de zin van een vergroting van de schakelhysterese bewerkstelligt.

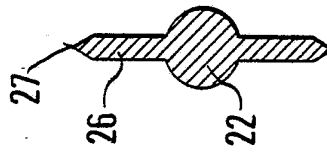
++++++



8403090



FIG. 2





8403090

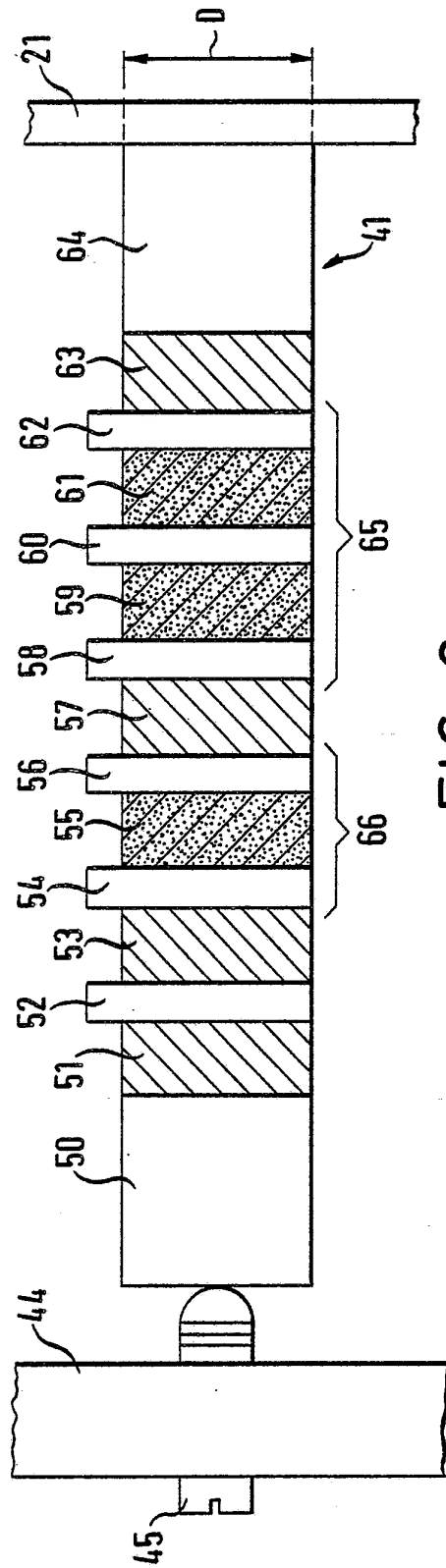


FIG. 6

FIG. 7

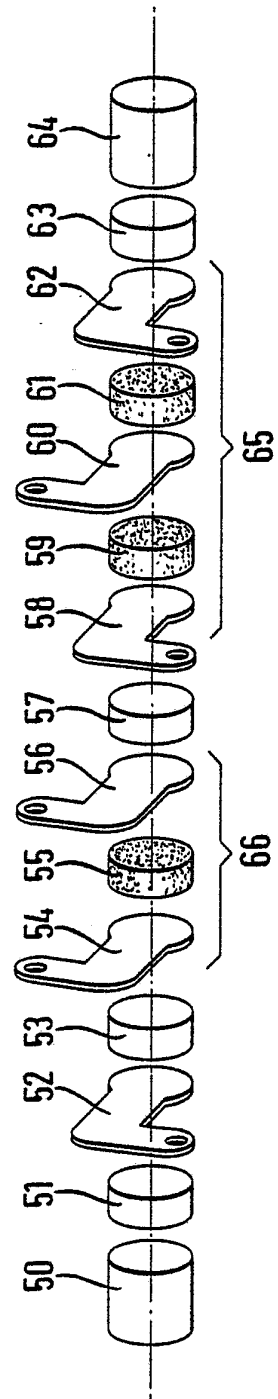


FIG. 8

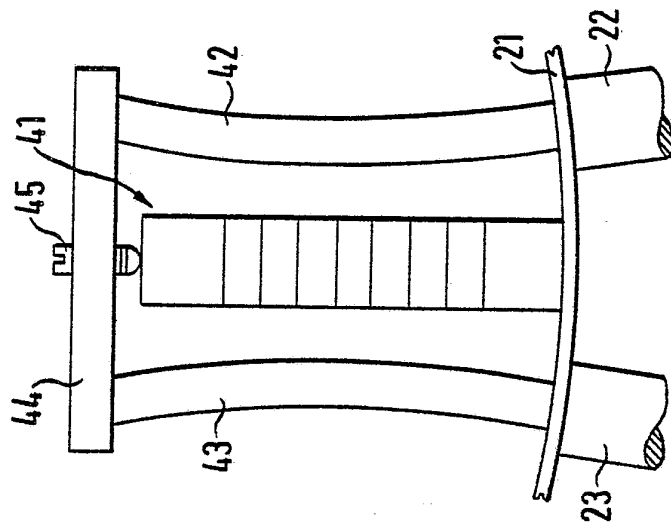


FIG. 9

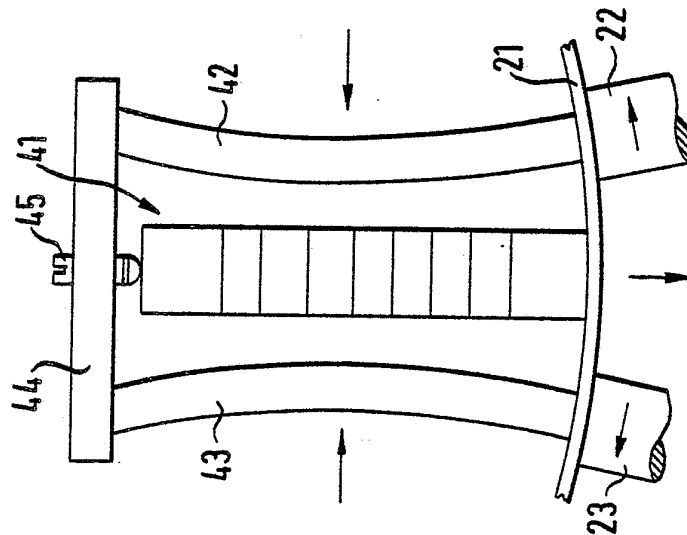
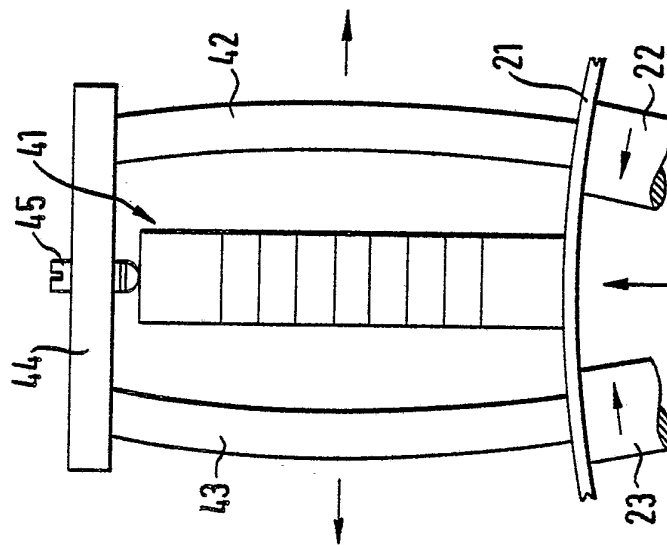


FIG. 10



8403090

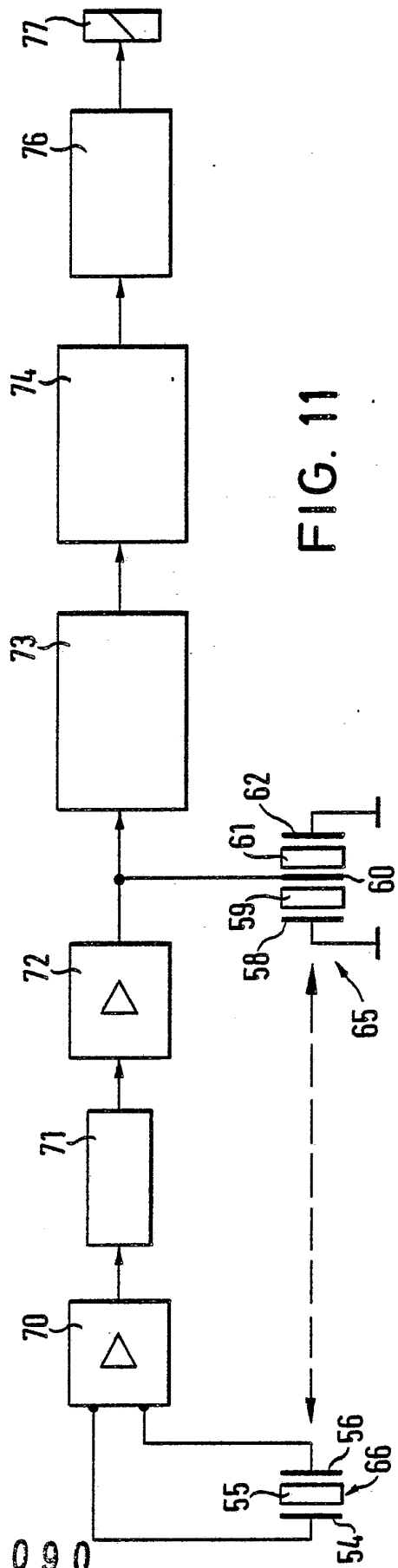


FIG. 11

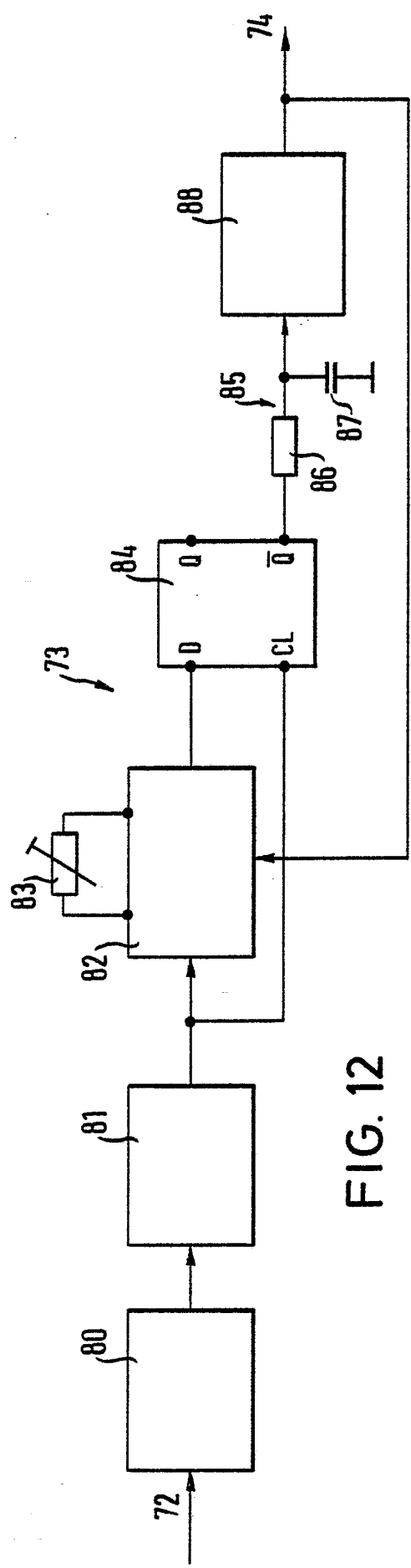


FIG. 12