



(12) **PATENT**

(19) **NO**

(11) **332099**

(13) **B1**

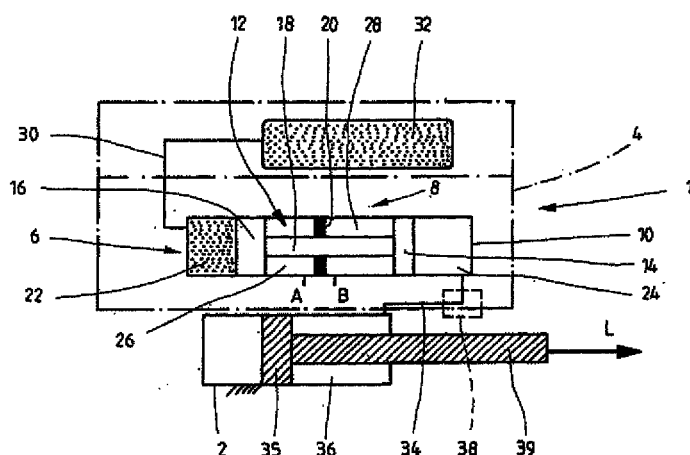
**NORGE**

(51) Int Cl.  
*E21B 19/09 (2006.01)*

## Patentstyret

|      |                       |                                                                    |      |                           |                                                                    |
|------|-----------------------|--------------------------------------------------------------------|------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| (21) | Søknadsnr             | 20075563                                                           | (86) | Int.inng.dag og søknadsnr | 2006.03.30<br>PCT/DE2006/000567                                    |
| (22) | Inng.dag              | 2007.11.02                                                         | (85) | Videreføringsdag          | 2007.11.02                                                         |
| (24) | Løpedag               | 2006.03.30                                                         | (30) | Prioritet                 | 2005.04.04, DE, 10 2005 015 460<br>2005.12.09, DE, 10 2005 058 952 |
| (41) | Alm.tilgj             | 2007.11.02                                                         |      |                           |                                                                    |
| (45) | Meddelt               | 2012.06.18                                                         |      |                           |                                                                    |
| (73) | Innehaver             | Bosch Rexroth AG, Heidehofstrasse 31, DE-70184 STUTTGART, Tyskland |      |                           |                                                                    |
| (72) | Oppfinner             | Martin Fluks, Franciscushof 238, NL-4133BL VIANEN, Nederland       |      |                           |                                                                    |
|      |                       | Charles Simons, Mackaylaan 32, NL-5631NL EIDENHOVEN, Nederland     |      |                           |                                                                    |
| (74) | Fullmektig            | Zacco Norway AS, Postboks 2003 Vika, 0125 OSLO, Norge              |      |                           |                                                                    |
| (54) | Benevnelse            | <b>Hydraulisk hivkompenseringsinnretning</b>                       |      |                           |                                                                    |
| (56) | Anførte publikasjoner | GB 2104032 A, US 3946559 A, US 5209302 A, US 4098082 A             |      |                           |                                                                    |
| (57) | Sammendrag            |                                                                    |      |                           |                                                                    |

Det beskrives en hivekompenseringsinnretning (Heave Compensation System), hvor kompenseringen av en som følge av sjøgang tilveiebrakt relativbevegelse av en last (L) i forhold til en ønsket posisjon, skjer ved hjelp av en passiv hydropneumatisk akkumulator (6) og en aktivt regulert aktivsyylinder (8). Ifølge oppfinnelsen er aktivsyylinderen integrert i den hydropneumatiske akkumulatoren, slik at kompenseringsinnretningen (4) derfor får en meget kompakt og enkel utforming.



Oppfinnelsen vedrører en hydraulisk hivkompenseringsinnretning som angitt i innledningen til krav 1.

Slike hivkompenseringsinnretninger brukes eksempelvis ved marine aktiviteter, når en  
 5 last skal overføres fra et skip og til et på havbunnen hvilende objekt, eksempelvis en plattform, idet eksempelvis en kran er anordnet ombord på skipet. Omvendt kan kranen være anordnet på en på havbunnen hvilende plattform, slik at lasten skal overføres til et skip eller et tilsvarende flytende objekt. En liknende oppgavestilling foreligger når eksempelvis en borstreng skal senkes fra en flytende plattform som heves og senkes  
 10 som følge av sjøgangen. I forbindelse med undersøkelser blir eksempelvis tungt måleutstyr eller forsyningsstasjoner for roboter eller liknende senket til større dyp fra et skip ved hjelp av en vinsj, og i denne forbindelsen vil bærekabelen utsettes for betydelige strekkbelastninger som følge av sjøgangen. I mange anvendelser kan det også forekomme at ikke bare måleobjektet, men også lasten utfører bevegelser som følge av  
 15 sjøgangen, og man vil da i prinsippet ha de samme forholdene som beskrevet foran.

De som følge av sjøgangen forårsakede bevegelser av lasten skal utliknes med hivkompenseringsinnretninger, som sørger for at lastens relative stilling i forhold til måleobjektet i hovedsaken holdes konstant.

20

I US 3.946.559 er det beskrevet en hivkompenseringsinnretning (Heave Compensation System), hvor lasten, der en borstreng er festet til en som sylinder utført aktuator, opplagret på et skip eller en plattform. Et trykkrom i aktuatoren pådras med trykket i en passiv hydropneumatisk akkumulator, som innbefatter et stempel som skiller et gassrom  
 25 fra et trykkmediumrom. Stempelet kan forskyves ved hjelp av en aktiv sylinder. Denne har to styrerom, som kan pådras med en mediumstrøm i avhengighet av et styresignal via en reguleringsventil og en trykkmiddelkilde, for på den måten å kunne regulere posisjonsendringen i aktuatoren. En liknende løsning er kjent fra US 5.209.302. I slike systemer kompenseres den statiske lasten med den hydropneumatiske akkumulatoren,  
 30 mens den aktive sylindere utlikner posisjons- og trykkendringer som skyldes sjøgangen. Det har vist seg at slike systemer gir en vesentlig bedre hivkompensering enn systemer hvor den statiske lasten bare bæres av et forholdsvis enkelt passivt system (hydropneumatisk akkumulator). En slik passiv hivkompenseringsinnretning er, for eksempel, beskrevet i dokument GB 210 4032 A.

35

I US 3.946.559 holdes lasten (borstrengen) ved hjelp av en lineærdrivinnretning (aktuator). I prinsippet kan lasten også holdes med en vinsj, idet vinsjen da må kunne

styres på egnet måte for kompensering av sjøgangen. Således kan det eksempelvis i området mellom vinsjen og lasten være anordnet en hydraulisk forskyvbar rulle, som beveges i avhengighet av sjøgangen, for derved å kunne holde posisjonen til lasten konstant i forhold til måleobjektet. Slike løsninger er eksempelvis beskrevet i publikasjonen "Efficient Heave Motion Compensation For Cable-Suspended Systems" (www.oceanworks.cc).

Et problem ved de kjente løsninger er at systemene er forholdsvis komplekse og krever stor plass.

10

Hensikten med oppfinnelsen er å tilveiebringe en hivkompenseringsinnretning, som har en enkel oppbygning og samtidig muliggjør en pålitelig kompensering av bevegelser som skyldes sjøgangen.

15 Denne hensikten oppnås med en hydraulisk hivkompenseringsinnretning som angitt i krav 1.

Ifølge oppfinnelsen har hivkompenseringsinnretningen (Heave Compensation System) et kompenseringssystem, som i prinsippet består av en hydropneumatisk akkumulator (passiv sylinder) og av en aktivsyylinderinnretning. Aktivsyylinderinnretningen er integrert i den hydropneumatiske akkumulatoren, og en felles stempelanordning er anordnet inne i et felles sylinderhus. De to ytterste stempelflatene og de hosliggende husendeflatene begrenser et respektivt trykkrom, hvorav det ene fortrinnsvis er et gassrom i den hydropneumatiske akkumulatoren.

25

I den fra US 3.946.559 kjente teknikk er derimot aktivsyylinderinnretningen satt på den hydropneumatiske akkumulatoren, og en slik løsning krever derfor vesentlig mer plass og en teknisk større innsats. Sammenlignet med det passive hivkompenseringsystemet vist i dokumentet DB 210 4032 A oppviser løsningen i henhold til oppfinnelsen langt bedre hivkompenserende oppførsel.

30

Enheten som består av den hydropneumatiske akkumulatoren og den der integrerte aktivsyylinderinnretningen, kan drives i arbeidsforbindelse med en lineæraktuator (hydraulisk sylinder) eller en vinsj som holder lasten.

35

I det førstnevnte alternativet bæres således lasten av den som hydraulikksylinder utførte aktuator, hvis i lastbærerretningen virksomme trykkrom via en trykkledning er forbund-

et med det andre trykkrommet i det felles sylinderhus. Dette trykkrommet, som utgjør et arbeidsrom, og det nevnte gassrommet, vil da sammen danne de to endeavsnittene i det felles sylinderhuset.

- 5 Den i dette felles sylinderhuset førte stempelanordning har to stempler som danner de nevnte stempelbunner, og disse to stemplene er forbundne med hverandre ved hjelp av et stempelsteg. Dette stempelsteget går på tett måte gjennom en skillevegg i sylinderhuset, slik at ringflatene på stemplene og husskilleveggen begrenser de to styrerommene i aktivsylinderinnretningen.

10

For avtetting av disse to styrerommene i forhold til hverandre, og for avtetting av styrerommene relativt det hosliggende gassrommet, henholdsvis arbeidsrommet, er det anordnet pakninger på den ytre omkretsen til stemplene og i gjennomgangsåpningen i husskilleveggen.

15

Ifølge det andre alternativet bæres lasten med en vinsj. Denne drives fortrinnsvis med en hydraulisk motor, hvis trykkside er slik forbundet med arbeidsrommet i sylinderhuset at det foreligger en trykkmediumforbindelse mellom den hydrauliske motoren og aktivsylinderinnretningen.

20

Enheten som består av den hydrodynamiske akkumulatoren og aktivsylinderinnretningen, har i dette utførelseseksemplet fordelaktig en stempelanordning med to endestempler og et sentralt ringstempel. Disse elementene er forbundne med hverandre ved hjelp av to stempelsteg. Hvert stempelsteg går gjennom en husskillevegg i sylinderhuset, slik  
25 at det i sylinderhuset, i tillegg til de to ytre sylinderrommene (ett av dem er gassrommet) vil foreligge to styrerom for aktivsylinderinnretningen, begrenset av en respektiv ringstempelflate og husskilleveggen, mens stemplenes andre ringendeflater og den mellom disse anordnede husskillevegg danner et respektivt arbeidsrom.

- 30 Ifølge det som er sagt foran er det på endesiden i sylinderhuset anordnet et gassrom og et ytterligere trykkrom. Sistnevnte kan i en foretrukket utførelsesform være pådratt med omgivelsestrykk.

- Den for driften av vinsjen anordnede hydrauliske motoren kan ha et lukket eller åpent  
35 trykkmediumkretsløp.

I det førstnevnte tilfellet (lukket trykkmediumkretsløp) forsynes den hydrauliske motoren med trykkmedium ved hjelp av en motordrevet pumpe med variabelt transportvolum, idet en sugetilknytning i pumpen via en sugeledning er forbundet med en lavtrykktilknytning i den hydrauliske motoren, mens en trykktilknytning i pumpen via en høytrykksledning er forbundet med en trykktilslutning i den hydrauliske motoren. I dette utførelseseksemplet er høytrykkledningen via en trykkledning forbundet med det førstnevnte arbeidsrommet, og sugeledningen er via en lavtrykksledning forbundet med det ytterligere arbeidsrom, slik at den hydrauliske motoren valgfvis, eller på en overlagrende måte, kan forsynes med trykkmedium via pumpene eller arbeidsrommene.

10

Stemplane og stempelstegene kan ha ulike diametre.

For sikring kan det i trykkledningen mellom aktuatorens (hydraulikksylinderen) trykkrom og arbeidsrommet i sylinderhuset, eller mellom arbeidsrommet og trykkledningen til den hydrauliske vinsjdriften, være anordnet en hurtigkoplende sperreventil, slik at forbindelsen mellom aktuatoren henholdsvis vinsjdriften og kompenseringsystemet (hydropneumatisk akkumulator/aktivsylinderinnretning) kan brytes på kortest mulig tid.

20

Stempelanordningen kan være enhetlig eller kan være tilformet av flere stempler.

Andre fordelaktige videreutviklinger av oppfinnelsen er angitt i de uselvstendige kravene.

Nedenfor skal foretrukne utførelser av oppfinnelsen beskrives nærmere under henvisning til den skjematiske tegningen, hvor

figur 1 viser en hydraulisk hivkompenseringsinnretning for en last som holdes av en lineæraktuator,

figur 2 er en hivkompenseringsinnretning for en last som holdes med en vinsj, og

figur 3 er en konkret anvendelse av hivkompenseringsinnretningen i figur 1 i forbindelse med en boreinnretning.

Figur 1 viser et funksjonsskjema for en hivkompenseringsinnretning (Heave Compensation System) 1, hvor en last L kan beveges ved hjelp av en som en hydraulikksylinder 2 utført lineærdrift. Det skal her antas at hydraulikksylinderen 2 er opplagret stasjonært

på et skip eller på en flytende plattform og at lasten L skal holdes i en på forhånd bestemt relativposisjon i forhold til et faststående måleobjekt, eksempelvis en plattform som hviler på havbunnen. Kompenseringen av den statiske lasten og sjøgangen skjer ved hjelp av et med strekpunkterte linjer antydte kompenseringssystem 4 med en hydro-  
 5 pneumatisk akkumulator, ved hjelp av hvilken hydraulikksylindren 2 kan styres slik at lasten L bibeholder sin forutbestemte relativposisjon i forhold til måleobjektet.

Den som differensialsyylinder utformede hydraulikksylindren 2 har et differensialstempel 35, som deler hydraulikksylindren 2 i et ringrom 36, som gjennomtrenges av stempel-  
 10 stangen, og et bunnside sylinderrum. I det minste ringrommet 36 er for ut- og innkjøring av stempelstangen 39 forbindbar med en pumpe eller en beholder ved hjelp av en ikke vist trykkmediumforsyning, slik at lasten L derved kan heves eller senkes. En slik lineærdrift er bare dimensjonert for forholdsvis små slaglengder.

15 Kompenseringssystemet 4 består i hovedsaken av en hydropneumatisk akkumulator 6 og en som likegangsyylinder utformet aktivsyylinder 8, som er integrert i den hydropneumatiske akkumulatoren. Enheten som består av den hydropneumatiske akkumulatoren 6 og aktivsyylinderen 8, betegnes her som aktivakkumulator. Den hydropneumatiske akkumulatoren 6 er dimensjonert slik at den kan bære lasten, dvs. lasten L statisk, uten  
 20 de dynamiske vekselpåkjenninger som skyldes sjøgangen, mens aktivsyylinderen er beregnet til utlikning av de dynamiske vekselbelastninger, så som friksjon og andre parasittfaktorer, og muliggjør en stillingsregulering av lasten med høy hastighet.

Den av akkumulatoren 6 og aktivsyylinderen 8 bestående aktivakkumulator har et felles  
 25 sylinderrum 10, hvor en stempelinnretning 12 er aksialt forskyvbar. Stempelinnretningen har to stempler 14, 16 som er forbundne med hverandre ved hjelp av et stempelsteg 18. Dette stempelsteget 18 går igjennom en husskillevegg 20 i sylinderrumet, slik at sylinderrumet derved er delt opp i et gassrom 22, begrenset av stempelet 16, og i et arbeidsrom 24 som er begrenset av stempelet 14. Mellom stempelet 16 og skilleveggen 20  
 30 dannes det et første styrerom 26. Mellom stempelet 14 og husskilleveggen 20 dannes et andre styrerom 28. I området hvor stempelstangen 18 er ført gjennom husskilleveggen 20, og på omkretsen til de to stemplene 14, 16, er det anordnet i figur 1 ikke viste pakninger for avtetning av de nevnte sylinderrum mot hverandre. Gassrommet 22 er gjennom en gassledning 30 forbundet med en gassakkumulator 32, slik at stempelets 16  
 35 endeflate påvirkes av et gasstrykk. De to styrerommene 26, 28 er ved hjelp av tilknytninger A, B forbindbare med en nedenfor nærmere beskrevet reguleringsventilinnretning og en trykkmiddelkilde, henholdsvis en beholder, slik at ringflaten på stempelet 16

eller ringflaten på stampelet 14 kan pådras med et trykk som medfører at stempelinnretningen 12 vil forskyves i avhengighet av lastens L bevegelse. Tilknytningene A, B kan også kortsluttes, slik at aktivsylinderen da vil være koplet til "frigang". Da vil anlegget virke som en passiv akkumulator.

5

Arbeidsrommet 24 er gjennom en trykkledning 34 forbundet med et ringrom 36 i hydraulikksylinderen 2. For å forebygge støtbelastninger når last løftes fra et bevegelig sted (f.eks. dekket til et skip som befinner seg i sjøgang), kan det i trykkledningen 34 være anordnet en stiptet, hurtigkoplende sperreventil 38. Ved hjelp av denne sperre-  
 10 ventilen 38 kan aktivakkumulatorens oljeside skilles fra hydraulikksylinderen 2. Ved hjelp av denne sperreventilen 38 kan man også kople ut akkumulatorfunksjonen.

I eksemplet i figur 1 utgjøres således den passive hydropneumatiske akkumulatoren av gassakkumulatoren 32, gassrommet 22 og arbeidsrommet 24, mens aktivsylinderen  
 15 utgjøres av de to ringformede styrerommene 26, 28. Disse styrerommene er skilt fra hverandre ved hjelp av husskilleveggen 20 og kan pådras med trykkmedium gjennom tilknytningene A, B.

Lasten L, som følge av sjøgangen, beveger seg mot høyre i forhold til det mot skipet  
 20 avstøttede sylinderhuset 2 (figur 1). Da vil trykkmedium fortrenses fra ringrommet 36 og gjennom trykkledningen 34 inn i arbeidsrommet 24, slik at stempelinnretningen 12 i aktivakkumulatoren i figur 1 vil beveges mot venstre. Trykket i gassrommet 22, og således i gassakkumulatoren 32, vil motvirke denne forskyvningen av lasten L. I det tilfellet at de to arbeidstilknytningene A og B er forbundne med hverandre, vil aktiv-  
 25 akkumulatoren virke som en passiv, vanlig hydropneumatisk akkumulator. Lastposisjonen kan da ikke påvirkes direkte.

I det tilfellet at kompenseringsreguleringen er aktiv kan styrerommene 26 og 28 i figur 1 pådras med trykkmedium via tilknytningene A, henholdsvis B. Forskyvningen av  
 30 stempelinnretningen 12 mot venstre eller høyre medfører en økning eller redusering av arbeidsrommet 24, slik at derved trykkmedium vil strømme fra ringrommet 36 og derved lasten L vil holdes i den ønskede relativposisjonen. Reguleringen av trykkmediumtilførselen og -bortførselen til henholdsvis fra de to styrerommene 26, 28, skjer på en slik måte at lasten L vil bevege seg i samsvar med en på forhånd bestemt hastighetsprofil eller vil bli holdt i sin relativposisjon.  
 35

Den i figur 1 viste løsning har betydelige fordeler sammenliknet med den innledningsvis nevnte kjente teknikk, særlig den som er kjent fra US 3.946.559. I den kjente teknikk kreves det fire pakninger (to på stemplene, en ved en skillevegg og en fjerde pakning der hvor en stempelstang går gjennom endeflaten i aktivsylinderhuset). I den i

5 figur 1 viste løsning kreves det bare tre pakninger (stemplene 16, 14 og skilleveggen 20). Da ingen stempelstang rager ut fra sylindren, vil også løsningen ifølge oppfinnelsen være mer kompakt. Stempelinnretningen har ifølge den kjente teknikk fire glideføringer (to stempler, gjennomføring i husskilleveggen og gjennomføring i aktivsylinderendeflaten), mens det i eksemplet i figur 1 bare forefinnes tre glideføringer

10 (stemplene 14, 16, husskilleveggen 20). Nok en fordel er at i den kjente teknikk ifølge US-patentskriftet er det anordnet en ekstern bevegelig del (stempelstang), mens det i løsningen ifølge figur 1 brukes en aktivakkumulator uten eksterne bevegelige deler.

Det foran beskrevne eksemplet med lineær drift, er beregnet for forholdsvis små bevegelser av lasten L. Dersom lasten L skal beveges over større strekninger, så brukes det en vinsj istedenfor en lineær drift. Et slikt utførelseseksempel er vist i figur 2.

15

Der beveges lasten L ved hjelp av en vinsj 40, som drives ved hjelp av en eller flere hydrauliske motorer 42. I det viste eksemplet er den hydrauliske motoren 42 anordnet i

20 et lukket kretsløp og forsynes med trykkmedium ved hjelp av en stillpumpe 44 som drives av en motor M. En trykktilknytning T i stillpumpen 44 er gjennom en høytrykksledning 47 forbundet med en trykktilknytning P' i den hydrauliske motoren, og en sugetilknytning S i stillpumpen 44 er gjennom en sugeledning 49 forbundet med en lavtrykktilknytning T i den hydrauliske motoren 42.

25 Selvfølgelig kan man også istedenfor det lukkede kretsløpet benytte et åpent trykkmediumkretsløp, hvor stillpumpen suger trykkmedium fra en beholder T og trykkmediet føres tilbake til beholderen T gjennom lavtrykktilknytningen T i den hydrauliske motoren 42.

30 Kompenseringssystemet 4 består i hovedsaken også her av en hydropneumatisk akkumulator 6 og en som likegangssylinder utformet aktivsylinder 8, hvilke enheter også her har utført som en enhet (aktivakkumulator). I det felles sylinderhuset 10 er det anordnet en stempelinnretning 12, som i dette eksemplet innbefatter to ytre stempler 14, 16 og et

35 midtre ringstempel 46. Ringstempelet 46 og stempelet 14 er forbundne med hverandre ved hjelp av et første stempelsteg 48, og ringstempelet 46 og stempelet 16 er forbundne med hverandre ved hjelp av et andre stempelsteg 50. Dette sistnevnte stempelsteget kan

eksempelvis ha en mindre diameter enn det førstnevnte stempelsteget 48. Stempelsteget 48 går gjennom en første husskillevegg 52, og det andre stempelsteget 50 går gjennom en annen husskillevegg 54. Stempelinnretningen 12 med de tre stempelementene vil således gi en oppdeling av sylinderhuset 10 i seks trykkrom. Det i figur 2 viste høyre  
 5 trykkrom er gassrommet 22. De to styrerommene 26, 28 begrenses av husskilleveggen 52 og av ringstempelet 46 henholdsvis stempelet 40. Nok et arbeidsrom 56 ligger mellom husveggen 54 og det midtre ringstempelet 46. Et arbeidsrom 24 begrenses av husskilleveggen 54 og det høyre stempelet 16. Gassrommet 22 er som i det foregående eksemplet forbundet med gassakkumulatoren 32 ved hjelp av en gassledning 30, slik at  
 10 gasstrykket virker på den siden av stempelet 16 som vender ut mot enden av anordningen. Mellom den siden av stempelet 14 som vender utover og den motstående ende-  
 flaten i huset 10, dannes det et rom 58. Dette kan eksempelvis være forbundet med omgivelsene eller med lavtrykksrommet, eller det kan være stengt.

15 I figur 2 er arbeidsrommet 24 gjennom en trykkledning 34 forbundet med høytrykksledningen 47. Arbeidsrommet 56 er gjennom en lavtrykksledning 60 forbundet med sugeledningen 49. I lavtrykksledningen 60 og/eller i trykkledningen 34 kan det være anordnet hurtiglukkende sperreventiler 38. Med slike sperreventiler 38 kan en over-  
 føring av støtbelastninger (Shock Loads) hindres, dvs. belastninger som eksempelvis  
 20 kan forekomme ved bevegelse av en last fra et dekk som beveger seg. Akkumulatorfunksjonen kan også koples ut ved hjelp av sperreventilene 38.

De to styrerommene 26, 28 kan, som i det foregående eksempelet, forbindes med en trykkmiddelkilde eller en beholder ved hjelp av tilknytningene A, B og en ikke vist  
 25 reguleringsventilanordning, for derved å kunne gjennomføre en aktiv posisjonsregulering av akkumulatorstempelet, og dermed av lasten.

For heving eller senking av en last under normale driftsbetingelser, dvs. uten hivkompensering, er de to tilknytningene A, B lukket og/eller sperreventilene 38 lukket,  
 30 slik at aktivsynderen 8 er uvirksom, og hastigheten og dreieretningen til vinsjen vil være bestemt av stillpumpens 44 svingevinkel.

I det tilfellet at det ikke er nødvendig med en heving eller senking av lasten, men det allikevel er nødvendig med en hivkompensering for holding av lasten i en forhånds-  
 35 bestemt relativposisjon til et målobjekt, vil stillpumpen 44 ikke levere trykkmedium til den hydrauliske motoren 42. Stempelinnretningen 12 forskyves imidlertid som følge av reguleringen av aktivsynderen 8 i avhengighet av skipets vertikalbevegelse, slik at det

tilsvarende fra arbeidsrommene 24 eller 56 føres trykkmedium til motoren 42, slik at denne kan drive vinsjen 40 tilsvarende og således muliggjøre kompenseringsbevegelsene. Lasten L bæres av trykket i den hydropneumatiske akkumulatoren 6. Aktivsylinderen må tilveiebringe trykkforskjeller som følge av gasskarakteristikker, friksjon og dynamiske innflytelser.

I det tilfellet at hivkompenseringen skal gjennomføres samtidig med en heving eller senking av lasten – dette er det vanligste tilfellet – så vil reguleringen av stillpumpen 44 overlagre styringen av aktivakkumulatoren (aktivsylinder 8, hydropneumatisk akkumulator 6) og omvendt.

Som nevnt skal gasstrykket være slik at det kan bære lasten. I det tilfellet at det skal håndteres sterkt ulike laster, kan det være fordelaktig dersom gasstrykket i gassakkumulatoren 32 kan endres i avhengighet av lasten. For dette kan det eksempelvis anordnes en kompressor med tilhørende reguleringsinnretninger for innstilling av gasstrykket.

Alternativt, eller i tillegg, kan tilpassingen av kompenseringskraften til lasten også skje ved at den hydrauliske motoren 42 til vinsjen 40 har et varierbart fortrengningsvolum, eller at flere hydrauliske motorer med varierbart fortrengningsvolum er parallellkoplet. Fortrengningsvolumet stilles da inn i avhengighet av lasten, idet trykket på aktivakkumulatorens gasside, dvs. trykket i gassrommet 22 og i gassakkumulatoren 32 kan holdes konstant, slik at det derved ikke er nødvendig med en egen kompressor, og heller ikke er nødvendig med en gasstrykkreguleringsinnretning.

Det hydrauliske kretsløpet med pumpen 44 og den hydrauliske motoren 42 er for øvrig forsynt med ellers alle vanlige anordninger, så som eksempelvis trykkbegrensningsventiler, spylekretsløp, kjølere, filtre, slik man kjenner det fra de vanlige, lukkede kretsløpene. En lekkasje kan utliknes på samme måte som vanlig i de kjente systemer.

I prinsippet kan funksjonene til de enkelte trykkrommene i aktivakkumulatoren byttes om. Således kan eksempelvis styrerommet 28 byttes om med arbeidsrommet 24.

I det foran beskrevne eksemplet er stempelinnretningen 12 utført som en enhetlig innretning, men i prinsippet kan den også være flerdelt.

Figur 3 viser en konkret anvendelse av den i figur 1 viste hivkompenseringsinnretning for en borstreng som utgjør lasten L. Et borhode skal senkes ned mot havbunnen fra et

skip 62, eksempelvis for uttak av en havbunnprøve eller for boring etter olje. I det konkrete eksemplet består hydraulikksylinderanordningen 2 av to eller flere parallell-koplede hydraulikksylindere, idet stempelstangen 39 er lagret i et ombord i skipet 62 anordnet borestativ 64, mens lasten L (borstrengen) er festet til de vertikalt forskyvbare  
 5 sylindere. En lasermåleinnretning 66 er i dette eksemplet tilordnet borestativet 64. Ved hjelp av en slik lasermåleinnretning 66 kan skipets posisjon registreres. Sylindrens 2 posisjon registreres ved hjelp av en strekningsmåler 68.

Figur 3 viser de vesentlige komponentene i en reguleringsenhet for styring av aktiv-  
 10 sylindren 8, for aktiv utlikning av bevegelsene henholdsvis trykkvariasjonene i hydraulikksylinderne to som følge av sjøgangen. Som nevnt foran i forbindelse med figur 1, bæres lasten L, dvs. vekten til sylindren så vel som borstrengen, statisk av den hydro-pneumatiske akkumulatoren 6, idet gasstrykket i gassrommet 22 og dermed i gassakkumulatoren 32 innstilles tilsvarende. Innstillingen av gasstrykket i gassakkumulatoren 32  
 15 skjer ved hjelp av en gasstrykk reguleringsenhet 70, som forbinder gassakkumulatoren 32 med en forrådsakkumulator 72, som på sin side kan lades ved hjelp av en kompressoranordning 74. Selvfølgelig kan gassakkumulatoren 32 også lades direkte ved hjelp av kompressorenheten 74 og gasstrykkreguleringsenheten 70, idet da gasstrykket kan endres i avhengighet av vekten til borstrengen og eventuelt i avhengighet av sjøgangen.

20 Trykkmediumforsyningen til aktivsynderen 8, hydraulikksylinderen 2 og arbeidsrommet 24, skjer ved hjelp av en stillpumpe 76. Denne pumpen suger trykkmedium fra en beholder T og sender det inn i trykkledningen 34. Trykkledningen 34 er via en løfteventil 78 forbindbar med en med pumpen 76 forbundet pumpeledning 80 og via en  
 25 senkeventil 82 forbindbar med en beholderledning 84 som er forbundet med beholderen T. Begge ventiler 78, 80 er forspent lekkasjefritt i en sperrestilling. Løfteventilen 78 er en sjalteventil, mens senkeventilen 82 er en stillbar veiventil, hvor en utløpsblende kan innstilles proporsjonalt.

30 Fra pumpeledningen 80 går det en forløpsledning 86, og fra beholderledningen 84 går det en utløpsledning 88. Disse ledningene går til to inngangstilknytninger P, T i en proporsjonal stillbar aktivakkumulatorreguleringsventil 90. To arbeidstilknytninger A, B i aktivakkumulatorreguleringsventilen 90 er ved hjelp av en tilløpsledning 92 og en utløpsledning 94 forbundet med arbeidstilknytningene A henholdsvis B i aktivsynderen 8. Tilløpsledningen 92 og utløpsledningen 94 kan kortsluttes ved hjelp av en bypass-  
 35 ventil 97, slik at aktivsynderen 8 da blir virkningsløs og akkumulatoren 4 bare vil virke som en passiv akkumulator. Ved hjelp av den proporsjonalt stillbare aktivakkumu-

lаторreguleringsventilen 90 kan de to styrerommene 26, 28 i aktivsynderen 8 pådras med trykkmedium i avhengighet av skipsbevegelsene, henholdsvis forbindes med beholderen T. Aktivakkumulatorreguleringsventilen 90 er i sin fjærforspente basisposisjon utført med en flytende stilling og kan således forstilles ved hjelp av proporsjonalt stillbare elektromagneter, slik at derved enten styrerommet 26 eller styrerommet 28 vil  
 5 være forbundet med stillpumpen 76, mens trykkmedium fra det respektive andre trykkrummet fortrenses mot beholderen T.

Fyllingen av arbeidsrommet 24 i den hydropneumatiske akkumulatoren 6 og av ringrommene 36 i hydraulikksylinderanordningen 2, skjer ved hjelp av en fyllingsreguleringsventil 96, hvis eneste arbeidstilslutning A gjennom en fylleledning 99 er forbundet med en forbindelsesledning 100 mellom arbeidsrommet 24 og trykkledningen 34. I denne forbindelsesledningen 100 er den tidligere beskrevne sperreventilen 38 anordnet. Med denne sperreventilen kan forbindelsen mellom arbeidsrommet 24 og  
 15 hydraulikksylinderanordningen 2 sperres eller åpnes. En trykktilslutning P i fyllingsreguleringsventilen 96 er gjennom en pumpe-grenledning 102 forbundet med pumpeledningen 60, og en beholdertilslutning T i fyllingsreguleringsventilen 96 er gjennom en beholder-grenledning 104 forbundet med beholderledningen 84, hvor det dessuten kan være anordnet innretninger for kjøling, filtrering etc. av trykkmediet.

20

For bedre forståelse av oppfinnelsen skal nedenfor en senking og en opphenging av et borehode forklares nærmere.

I en første forberedelsesfase blir den hydropneumatiske akkumulatoren 6 først ført til en utgangsposisjon og gasstrykket i gassrommet 22 innstilt i avhengighet av borstrengens vekt, hvilken innstilling er proporsjonal med den forventede vekten som skal senkes, minus den kraft som man ønsker skal virke på borehodet. Denne innstillingen av aktivakkumulatoren 8 skjer ved hjelp av fyllingsreguleringsventilen 96, som sørger for forsyning av arbeidsrommet 24 med trykkmedium, mens sperreventilen 38, løfteventilen  
 25 78, senkeventilen 82 alle er lukket og bypassventilen 97 er åpnet, slik at de to styrerommene 26 og 28 i aktivsynderen 8 er forbundne med hverandre.

I en andre fase senkes borehodet mot havbunnen. Sperreventilen 38 forblir lukket, og ventilene 78 og 82 brukes for å muliggjøre innkjøring og utkjøring av hydraulikksylinderanordningen 2 for sammensetting av borstrengen og senking av borehodet.  
 35 Hydraulikksylinderanordningen 2 skal eksempelvis ved senket borehode være innstilt slik at det forblir en tilstrekkelig strekning for hivkompensering. Under denne senking-

en kan trykkene i gassrommet 22 og i arbeidsrommet 24 innstilles tilsvarende ved hjelp av fyllingsventilen 96, henholdsvis gasstrykkreguleringsenheten 70, for utlikning av borstrengens vekt.

- 5 I det øyeblikket borhodet når havbunnen, innkoples først en passiv hivkompensering, idet lasttrykket i hydraulikksylinderanordningen 2 registreres. Under denne passive reguleringen bringes ventilene 78, 82 til sperreposisjon. Aktivakkumulatorregulerings-  
 ventilen 90 befinner seg fremdeles i sin basisposisjon, og sperreventilen 38 er åpen. Aktivakkumulatoren 8 er ennå uvirksom, fordi bypassventilen 97 fremdeles er i sin  
 10 gjennomgangsstilling.

Under den egentlige boring skiller man mellom tre metoder:

1. Ved en såkalt normalboring "reguleres" boretrykket passivt. Det tillates bevisst bore-  
 15 trykkvariasjoner som følge av skipsbevegelser, og derfor sylinderbevegelser og akku-  
 mulatorstempelbevegelser så vel som fasttrykkvariasjoner. Ved denne boretypen er  
 aktivsynderen kortsluttet, idet bypassventilen 97 befinner seg i sin gjennomgangs-  
 stilling og aktivakkumulatorreguleringsventilen er brakt til sin nøytralstilling.
- 20 2. Ved en "forbedret normalboring" blir boretrykkvariasjoner og tilsvarende dreie-  
 moment- og dreiehastighetsvariasjoner og borhodeslitasje så vel som borhodeløfting  
 redusert eller unngått så langt som mulig, idet trykket i arbeidsrommet 24 eller, for-  
 trinnvis i ringrommet 36, holdes konstant. Dette skjer ved hjelp av en trykkregulering  
 av aktivsynderen 8, idet bypassventilen 97 er brakt til sin sperrestilling og aktiv-  
 25 akkumulatorreguleringsventilen er styrt slik på grunnlag av en egnet reguleringsprosess  
 at trykket i trykkrommene 24 eller 36 forblir praktisk talt konstant.
3. Ved en såkalt "kjerneboring" borer man etter grunnprøver ved hjelp av et spesial-  
 apparat som er festet til en borstreng. Posisjonene må da kunne reguleres med en relativt  
 30 stor nøyaktighet for kompensering av sjøgang og eventuelle skipsbevegelser. Borstreng-  
 ens totalvekt kompenseres, som allerede nevnt, i hovedsaken med gasstrykket i gass-  
 rommet 22. Posisjonen til hydraulikksylinderen 2 reguleres slik med aktivsynderen 8  
 at skipsbevegelser kompenseres. Bypassventilen 97 befinner seg i sin sperrestilling, og  
 aktivakkumulatorreguleringsventilen 90 reguleres tilsvarende.

35

Etter endt boring trekkes borhodet ut fra grunnen og heves. Denne uttrekkingen kan i prinsippet skje ifølge de tre foran beskrevne metoder. I det tilfellet at man ønsker en

kontinuerlig uttrekking av borhodet eller det tilordnede apparatet, kan den aktive hivkompenseringsreguleringen omkoples til en posisjonsregulering, for utlikning av skipsbevegelsene.

- 5 Denne regulerte uttrekkingen av borhodet fra grunnen skjer ved at det gjennom fyllingsreguleringsventilen 96 og med åpen bypassventil 97 tilføres trykkmedium til ringrommene 36 i hydraulikksylinderanordningen 2, slik at derved borhodet kan trekkes med konstant hastighet ut fra grunnen. Som sagt foregår da en aktiv hivkompensering ved hjelp av en innstilling av aktivakkumulatorreguleringsventilen 90, hvormed det for
- 10 hivkompensering nødvendige trykk i styrerommene 26, 28 innstilles, slik at borhodet kan trekkes ut fra grunnen med konstant hastighet.

- Etter at borhodet er trukket ut, kan man ved hjelp av de foran beskrevne reguleringsmåtene hindre at hevingen skjer på en ukontrollerbar måte. Tidspunktet for uttrekkingen
- 15 av borhodet fra grunnen kan registreres på en meget enkel måte, fordi den nødvendige uttrekkingskraften da slagaktig vil synke. For å hindre en kollisjon mellom borhodet og grunnen, blir borhodet relativt raskt brakt til en stilling med en avstand i forhold til bunnen i hullet. Så snart stempelinnretningen 12 i aktivakkumulatoren har inntatt sin på forhånd innstilte utgangsposisjon, koples hivkompenseringen ut. Sperreventilen 38
  - 20 lukkes, og fyllingsreguleringsventilen 96 så vel som aktivakkumulatorreguleringsventilen 90 går tilbake til sine basisposisjoner. Bypassventilen 97 bringes til sin gjennomgangsstilling, slik at aktivsylinderen 8 koples ut. De to ventilene 78, 82 forblir lukket.

- 25 Deretter deles borstrengen og borhodet løftes tilbake til skipet. Under denne løftingen vil sperreventilen 38 være lukket, bypassventilen 97 vil være åpen, og de to reguleringsventilene 96, 90 befinner seg i sine basisposisjoner. Under løftingen av borhodet og demonteringen av borstrengen skjer den nødvendige heving og senking av de til sylindermantlene til hydraulikksylinderanordningen 2 festede styrebjelker, som bærer
- 30 borstrengen, ved hjelp av løfteventilen 78, henholdsvis senkeventilen 82. Gasstrykket i gassrommet 22 kan ved hjelp av gasstrykkreguleringsenheten 70 tilpasses borstrengens reduserte vekt.

- Det er foran vist å beskrevet en hivkompenseringsinnretning (Heave Compensation
- 35 System), hvor kompenseringen av en som følge av sjøgang tilveiebrakt relativbevegelse mellom en last med hensyn til en ønsket posisjon, skjer ved hjelp av en passiv hydro-pneumatisk akkumulator og en aktivt regulert aktivsylinder. Ifølge oppfinnelsen er

aktivsynderen integrert i den hydropneumatiske akkumulatoren, slik at kompenseringssinnretningen har en meget kompakt og enkel oppbygging.

Referanseliste:

|    |    |                             |
|----|----|-----------------------------|
|    | 1  | Hivkompenseringsinnretning  |
|    | 2  | Hydraulikksylinder          |
| 5  | 4  | Kompenseringsystem          |
|    | 6  | Hydropneumatisk akkumulator |
|    | 8  | Aktivsylinder               |
|    | 10 | Sylinderhus                 |
|    | 12 | Stempelinnretning           |
| 10 | 14 | Stempel                     |
|    | 16 | Stempel                     |
|    | 18 | Stempelsteg                 |
|    | 20 | Husskillevegg               |
|    | 22 | Gassrom                     |
| 15 | 24 | Arbeidsrom                  |
|    | 26 | Styrerom                    |
|    | 28 | Styrerom                    |
|    | 30 | Gassledning                 |
|    | 32 | Gassakkumulator             |
| 20 | 34 | Trykkledning                |
|    | 35 | Differensialstempel         |
|    | 36 | Ringrom                     |
|    | 38 | Sperreventil                |
|    | 40 | Vinsj                       |
| 25 | 42 | Hydraulisk motor            |
|    | 44 | Stillpumpe                  |
|    | 46 | Ringstempel                 |
|    | 47 | Høytrykksledning            |
|    | 48 | 1. Stempelsteg              |
| 30 | 49 | Sugeledning                 |
|    | 50 | 2. Stempelsteg              |
|    | 52 | 1. Husskillevegg            |
|    | 54 | 2. Husskillevegg            |
|    | 56 | Ytterligere arbeidsrom      |
| 35 | 58 | Rom                         |
|    | 60 | Lavtrykksledning            |
|    | 62 | Skip                        |

|    |     |                                    |
|----|-----|------------------------------------|
|    | 64  | Borestativ                         |
|    | 66  | Lasermåleinnretning                |
|    | 68  | Strekningmåler                     |
|    | 70  | Gasstrykkreguleringsenhet          |
| 5  | 72  | Forrådsakkumulator                 |
|    | 74  | Kompressorenhet                    |
|    | 76  | Pumpe                              |
|    | 78  | Løfteventil                        |
|    | 80  | Pumpeledning                       |
| 10 | 82  | Senkeventil                        |
|    | 84  | Beholderledning                    |
|    | 86  | Forløpsledning                     |
|    | 88  | Utløpsledning                      |
|    | 90  | Aktivakkumulator-reguleringsventil |
| 15 | 92  | Tilløpsledning                     |
|    | 94  | Utløpsledning                      |
|    | 96  | Fyllingsreguleringsventil          |
|    | 97  | Bypassventil                       |
|    | 98  | Fylleledning                       |
| 20 | 100 | Forbindelsesledning                |
|    | 102 | Pumpegrenledning                   |
|    | 104 | Beholdergrenledning                |

P a t e n t k r a v

1.  
 5   Hydraulisk hivkompenseringsinnretning for utlikning av sjøgang forårsakede relativ-  
 bevegelser mellom en last (2) og en målposisjon, med et kompenseringsystem (4) som  
 innbefatter en lasten (L) bærende, hydropneumatisk akkumulator og en dermed i  
 arbeidsforbindelse stående aktivsyylinderinnretning (8), som har to styrerom (26, 28)  
 som kan pådras med et trykk for betjening av aktivsyylinderinnretningen (8),  
 k a r a k t e r i s e r t   v e d   at aktivsyylinderinnretningen (8) er  
 10   integrrert i den hydropneumatiske akkumulatoren (6), idet en felles stempelinnretning  
 (12) er opptatt i et felles sylinderhus (10), som begrenser et respektivt trykkrom med  
 sine tosidige husendeflater og motliggende stempelflater, av hvilke trykkrom ett er et  
 gassrom (22) i den hydropneumatiske akkumulatoren (6).
- 15   2.  
 Hivkompenseringsinnretning ifølge krav 1,   k a r a k t e r i s e r t  
 v e d   en hydraulikksylinder (2) for bevegelse av lasten (L), hvilken hydraulikk-  
 sylinder har minst ett trykkrom (36), som gjennom en trykkledning (34) er forbundet  
 med det andre, et arbeidsrom (24) dannende trykkrom i sylinderhuset.
- 20   3.  
 Hivkompenseringsinnretning ifølge krav 2,   k a r a k t e r i s e r t  
 v e d   at stempelinnretningen (12) innbefatter to stempler (14, 16) med stempelflater  
 som vender mot husendene, hvilke stempler (14, 16) er forbundne med hverandre ved  
 25   hjelp av et stempelsteg (18) som på tett måte går igjennom en husskillevegg (20), slik at  
 stemplenes (14, 16) ryggformede stempelplater og husskilleveggen (20) vil begrense de  
 to styrerommene (26, 28) i aktivsyylinderen (8).
4.  
 30   Hivkompenseringsinnretning ifølge krav 3,   k a r a k t e r i s e r t  
 v e d   at de to stemplene (14, 16) og husskilleveggen (20) er tilordnet pakninger.
5.  
 Hivkompenseringsinnretning ifølge krav 1,   k a r a k t e r i s e r t  
 35   v e d   en med en hydraulisk motor (42) drevet vinsj (40) som bærer lasten (L), idet  
 en trykkside i den hydrauliske motoren (42) er forbundet med et arbeidsrom (24) i  
 sylinderhuset.

6.

Hivkompenseringsinnretning ifølge krav 5, k a r a k t e r i s e r t  
v e d at stempelinnretningen (12) har to endesidige stempler (14, 16) og et sentralt  
ringstempel (46), hvilke stempler og ringstempel er forbundne med hverandre ved hjelp  
5 av to stempelsteg (48, 50), som går igjennom en respektiv husskillevegg (52, 54), slik at  
en husskillevegg (52) og de hosliggende ringstempelflater i stempelinnretningen (12)  
begrenser de to styrerommene (26, 28) i aktivsynderen (12), og den andre husskille-  
veggen (54) og de hosliggende ringstempelflatene begrenser arbeidsrommet (24) og et  
ytterligere arbeidsrom (56).

10

7.

Hivkompenseringsinnretning ifølge krav 6, k a r a k t e r i s e r t  
v e d at det i en avstand fra gassrommet (22) anordnede trykkrommet (58) pådras  
med omgivelsestrykk.

15

8.

Hivkompenseringsinnretning ifølge ett av kravene 5 til 7, k a r a k -  
t e r i s e r t v e d at den hydrauliske motoren (42) har konstant eller  
varierbart fortrenningsvolum.

20

9.

Hivkompenseringsinnretning ifølge krav 8, k a r a k t e r i s e r t  
v e d at den hydrauliske motoren (42) er anordnet i et lukket eller i et åpent trykk-  
mediumkretsløp.

25

10.

Hivkompenseringsinnretning ifølge krav 9, første alternativ, k a r a k -  
t e r i s e r t v e d at en pumpe (44) med variabelt transportvolum drives  
av en elektromotor (M), og at en sugetilslutning (S) i pumpen (44) gjennom en sugeled-  
30 ning (49) er forbundet med en lavtrykkstilslutning (T) i den hydrauliske motoren (42)  
og en trykktilslutning (P) i pumpen gjennom en høytrykksledning (47) er forbundet med  
en trykktilslutning (P') i den hydrauliske motoren (42).

11.

35 Hivkompenseringsinnretning ifølge krav 10, k a r a k t e r i s e r t  
v e d at arbeidsrommet (24) gjennom en trykkledning (34) er forbundet med

høytrykksledningen (47), og det ytterligere arbeidsrommet (56) gjennom en lavtrykksledning (60) er forbundet med sugeledningen (49).

12.

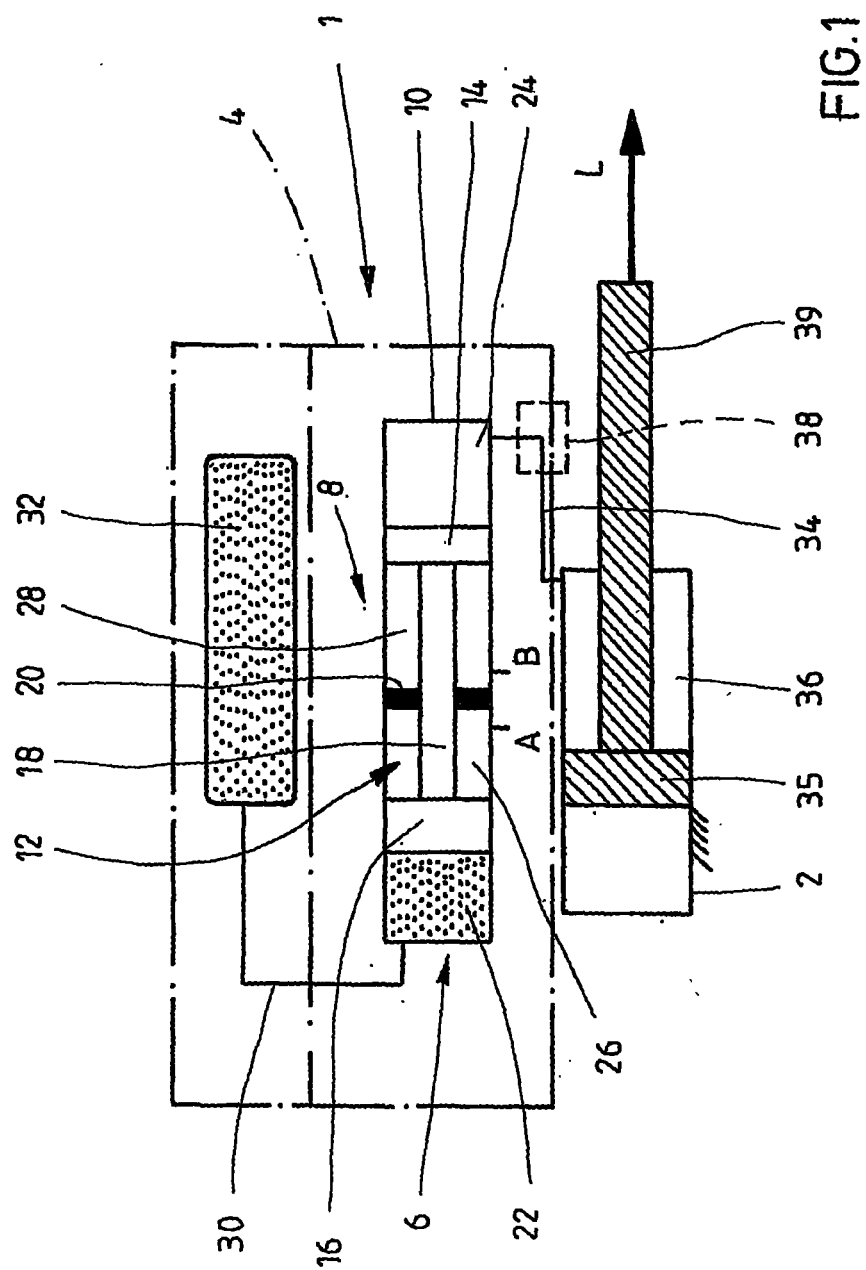
- 5 Hivkompenseringsinnretning ifølge ett av de foregående krav, k a r a k -  
t e r i s e r t v e d at stemplene (14, 16), henholdsvis stempelstegene  
(48, 50), har ulike diametere.

13.

- 10 Hivkompenseringsinnretning ifølge ett av kravene 5 til 12, k a r a k -  
t e r i s e r t v e d at de to styrerommene (26, 28) er forbindbare eller  
skillbare fra den hydrauliske motorens kretsløp ved hjelp av en bypassventil (97).

14.

- 15 Hivkompenseringsinnretning ifølge krav 2 eller 11, k a r a k t e r i -  
s e r t v e d at det i trykkledningen (34) eller i høytrykk/sugeledningene (47,  
49) er anordnet hurtigkoplende sperreventiler (38).



2/3

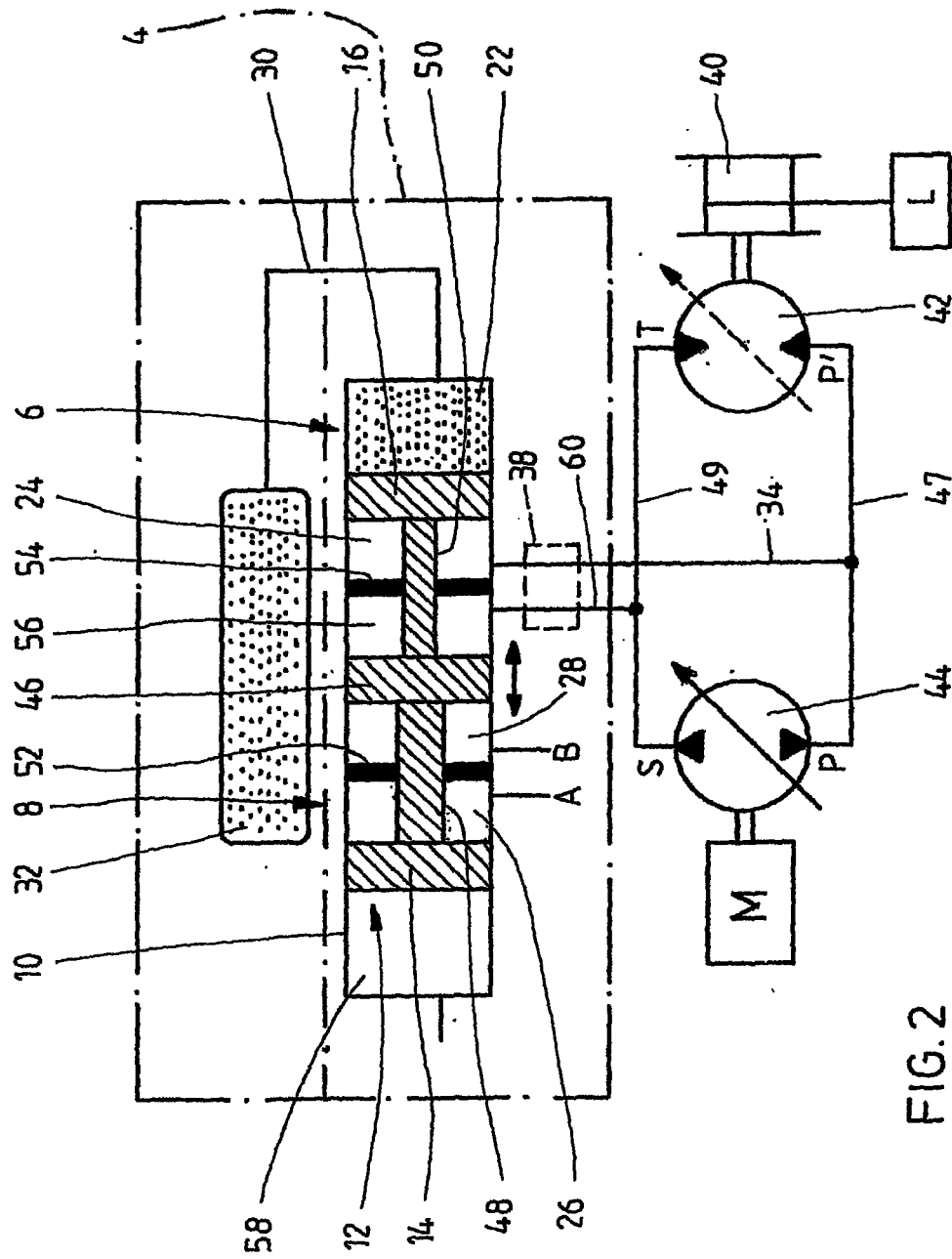


FIG. 2

