

19



Bureau voor de
Industriële Eigendom
Nederland

11 1007912

12 C OCTROOI²⁰

21 Aanvraag om octrooi: 1007912

22 Ingediend: 24.12.97

51 Int.Cl.⁶
F02B71/04, F01B11/02, F01L25/06,
F01L25/08

41 Ingeschreven:
25.06.99

47 Dagtekening:
25.06.99

45 Uitgegeven:
01.09.99 I.E. 99/09

73 Octrooihouder(s):
T. Potma Beheer B.V. te Kaag.

72 Uitvinder(s):
Theodorus Gerhardus Potma te Kaag

74 Gemachtigde:
Mr. G.L. Kooy c.s. te 2514 BB Den Haag.

54 Verliesarme flow regeling voor hydromotoren en cilinders werkend vanuit een accumulator zoals bij toepassing van een vrije-zulger aggregaat.

57 De uitvinding heeft betrekking op een schakelinrichting voor het regelen van de flow naar een hydraulische inrichting of hydraulisch werktuig, zoals een hydromotor of een cilinder, welke via een toevoer is aangesloten op een drukreservoir en via een afvoer op lage druk.
Volgens de uitvinding omvat de schakelinrichting ten minste twee bedienbare ventielen, te weten een eerste ventiel dat in zijn eerste of beginstand is gesloten en in zijn tweede stand is geopend, en een tweede ventiel dat in zijn eerste of beginstand is geopend en in zijn tweede stand is gesloten.

NL C 1007912

De inhoud van dit octrooi komt overeen met de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekeningen.

Verliesarme flow regeling voor hydromotoren en cilinders
werkend vanuit een accumulator zoals bij toepassing van
een vrije-zuiger aggregaat.

De uitvinding heeft betrekking op het verliesarm
schakelen van hydraulische werktuigen aangesloten op een
hoge druk reservoir en heeft als belangrijkste doel een
verliesarme vermogensregeling of flowregeling te bereiken
5 met zeer eenvoudige middelen. Levering van hydraulische
energie vanuit een drukaccumulator met constante of semi-
constante druk treedt bijvoorbeeld op bij toepassing van
een vrije-zuiger-aggregaat dat drukolie levert naar een
hydraulische accumulator.

10 Volgens de stand van de techniek is een regeling
mogelijk door de drukbron gedurende korte perioden van
variabele lengte met het hydraulisch werktuig te verbin-
den. Om de verliezen te beperken moet met een hoge
schakelfrequentie worden gewerkt en moet de pulslengte bij
15 voorkeur regelbaar zijn van extreem kort tot continue open
of dicht. Daarnaast moeten ook puls frequentie en pulsti-
ming zo mogelijk volledig regelbaar zijn. Van groot be-
lang, in verband met het vermijden van smoorverliezen
tijdens het openen en sluiten van het benodigde schakel-
20 ventiel, is de openingssnelheid en de sluitsnelheid van
het schakelventiel. In het algemeen hebben electrisch
bediende ventielen de voorkeur vanwege de bedienbaarheid

vanuit de sturelectronica van de vermogensregeling.

Bij het snel schakelen van grote doorlaten en hoge drukken leidt dit tot grote elektrische schakelvermogens, waardoor het rendement van de hydraulische vermogensregeling daalt. Ook zijn de betreffende grote
5 elektrische schakelventielen kostbaar en vaak toch nog te traag. Het gebruik van roterende spleetventielen maakt zeer snel schakelen mogelijk maar het variëren van pulslengte en frequentie en het realiseren van complexere
10 schakelfuncties dan de aan-uit functie is lastig tot onmogelijk.

Bekend is echter een bedieningswijze van ventielen uit de internationale octrooiaanvraag PCT/NL96/00157 d.d. 10-4-1996 van T.G. Potma. Bij deze
15 bedieningswijze wordt hydraulisch geschakeld met zeer grote snelheid terwijl het schakelmoment elektrisch wordt gestuurd met zeer weinig energie. Dit T.P.ventiel kan zowel snel openen als snel sluiten, heeft derhalve een vrijwel rechthoekige schakel-karakteristiek en kan ook
20 complexere schakelfuncties aan. Een nadeel is echter dat de minimale pulslengte tussen openen en weer sluiten (of tussen sluiten en weer openen), niet zeer kort kan zijn. Bij het TP-ventiel wordt het ventiellichaam aangedreven door een verstelzuiger of verstelplunjer. Deze verstelzuiger opent zelf, na een kleine elektrisch geïnitieerde
25 beweging, een ruime doorlaat voor hydraulisch medium onder hoge druk dat de snelle schakelbeweging genereert. Na de schakelbeweging is er een zekere voorbereidingstijd nodig om het ventiel in de toestand te brengen waarbij het de
30 snelle teruggaande schakelbeweging kan uitvoeren. Deze voorbereidingstijd hangt af van de ventieluitvoering en wordt met name bepaald door de eisen die gesteld worden aan de buffering van het zeer snel bewegende kleplichaam, aan de betrouwbare werking onder diverse omstandigheden en
35 tenslotte ook van de geëiste schakelsnelheid. De voorbereidingstijd is in de orde van 10-20 milliseconden. Dit betekent dat de minimale wachttijd tussen twee schakelac-

ties ook in die orde van grootte ligt.

De uitvinding verschaft een schakelinrichting voor het regelen van de flow naar een hydraulische inrichting of een hydraulisch werktuig, zoals een hydromotor of een cilinder, welke via een toevoer is aangesloten op een drukreservoir en via een afvoer op lage druk, waarbij de schakelinrichting tenminste twee bedienbare ventielen omvat, te weten een eerste ventiel dat in zijn eerste of beginstand is gesloten en in zijn tweede stand is geopend, en een tweede ventiel dat in zijn eerste of beginstand is geopend en in zijn tweede stand is gesloten.

De uitvinding maakt het mogelijk om met snel-schakelende ventielen zoals met name het TP-ventiel schakelingen uit te voeren met een zeer korte wachttijd tussen twee schakelacties. Deze wachttijd is circa een factor tien korter dan thans met het TP-ventiel mogelijk is waardoor een wachtperiode te realiseren is, kleiner dan enkele milliseconden tot een wachtperiode van onbeperkte lengte. De schakelactie wordt geheel elektronisch bestuurd met signalen van zeer geringe energie. De puls frequentie, pulslengte en pulstiming is volledig elektronisch regelbaar vanuit de stuuerelectronica van de betreffende flowregeling. Variabele puls frequentie ter onderdrukking van resonanties is eveneens mogelijk. De korte pulslengtes worden volgens de uitvinding bereikt door toepassing van twee of meer geschakelde ventielen in de toevoer naar het hydraulisch werktuig. Het eerste ventiel is gesloten in de eerste- of beginpositie, van waaruit het ventiel zeer snel kan schakelen. Het tweede ventiel is in de eerste- of beginpositie geopend. Door serieschakeling is, met beide ventielen in de eerste positie, de toevoer naar het hydraulisch werktuig gesloten. Deze toevoer kan vervolgens zeer snel geopend worden door activering van het eerste ventiel. Vrijwel onmiddellijk daarna kan de toevoer weer zeer snel gesloten worden door activering van het tweede ventiel. Een zeer korte toevoerpuls is daardoor mogelijk. Terwijl het tweede ventiel de leiding gesloten houdt keert

vervolgens het eerste ventiel terug naar de gesloten uitgangspositie. Vervolgens keert het tweede ventiel terug naar de open uitgangspositie. De inrichting is nu weer terug in de beginpositie en een volgende toevoerpuls is
5 mogelijk. Omdat de gebruikte ventielen een relatief langere tijd nodig hebben om van de tweede positie terug te komen in de eerste positie is de minimale tijd waarin de leiding gesloten is relatief lang; deze tijd wordt bepaald door de terugsteltijd van de gebruikte ventielen.
10 Gedacht moet hier worden aan een tijdinterval van ca 10 tot 20 milliseconde. De beschreven inrichting kan dus een dicht-open-dicht (DOD) functie uitvoeren waarbij de dichtperiode minimaal ca 10-20 milliseconde duurt en de open periode regelbaar is van extreem kort (een tot enkele
15 milliseconde) tot onbeperkt lang.

In het volgende wordt tevens beschreven hoe bij parallelschakeling van twee ventielen een open-dicht-open (ODO) functie kan worden gerealiseerd waarbij de dichtperiode regelbaar is van extreem kort tot onbeperkt lang. De
20 uitvinding maakt de beschreven schakelfuncties mogelijk en is daardoor bijzonder geschikt voor flowregeling met zeer kleine verliezen.

In het volgende wordt de uitvinding nader toegelicht aan de hand van enkele figuren:

25 figuur 1-1c : toont een schematische voorstelling van de flowregeling met twee in serie geschakelde ventielen in de toevoer.

 figuur 2-2c : toont de flowregeling volgens figuur 1 met tevens twee geschakelde ventielen in de
30 afvoer.

 figuur 3-3b : toont een constructieve uitvoering voor twee in serie geschakelde ventielen in de toevoer of twee parallel geschakelde ventielen in de afvoer.

 figuur 4-4b : toont een uitvoering met drie
35 ventielen voor twee regelbare stroomrichtingen x en y.

 figuur 5-5a : toont anticavitatie accumulatoren (ACA) voor lage en hoge druk.

Toelichting bij figuur 1.

In figuur 1 is O een ventiel dat in de eerste of beginstand open is, waarbij stroming door het ventiel kan plaatsvinden, en dat zeer snel kan sluiten. D is een ventiel dat in de eerste of beginstand dicht is maar dat zeer snel kan openen. F is een flowmeter die een elektrisch signaal afgeeft aan de elektronische regelaar R, dat evenredig is met de stroomsnelheid in de toevoerleiding 1-2-4-5 van hydraulisch medium naar de (in dit geval) enkelwerkende hydrocilinder M. In de begintoestand is de toevoerleiding gesloten omdat D gesloten is en staat de zuiger Z van hydrocilinder M stil. Zodra de regelaar een bepaalde gewenste flow wil instellen wordt D zeer snel geopend. Onder invloed van de hoge druk P_h zal de druk in de toevoer gaan oplopen en ontstaat een drukverschil over Z waardoor de zuiger gaat bewegen.

Afhankelijk van ondermeer het verschil tussen de gewenste flow en de werkelijke gemeten flow en van bijvoorbeeld de snelheid waarmee de flow verandert zal de regelaar R de toevoer weer sluiten door het zeer snel sluiten van ventiel O. Nadat O gesloten is wordt D weer gesloten en vervolgens wordt O weer geopend, waarna de begintoestand is teruggekeerd. Op deze wijze ontstaat een toevoerpuls waarvan de variabele lengte en frequentie door de regelaar wordt bepaald. Doordat D zeer snel kan openen en O zeer snel (en zeer kort of zeer lang daarna) kan sluiten is een rechthoekige schakel-karakteristiek mogelijk met zeer geringe smoorverliezen. Bij voorkeur worden de ventielen O en D uitgevoerd als TP-ventielen die zeer snel kunnen openen of sluiten onder invloed van een elektrisch signaal van geringe energie dat de ventielen bereikt via de leidingen 6a en 6b. Wanneer een constante snelheid van de zuiger Z gewenst is terwijl deze met een laag gewicht L is belast, zal een gemiddeld bescheiden drukverschil over de zuiger moeten worden gehandhaafd, dat veel lager zal moeten zijn dan het beschikbare drukverschil P_h minus P_l . Dit gemiddeld lage drukverschil wordt

bereikt met korte toevoerpulsen waarbij de druk in de toevoerleiding tijdens de toevoerpulsen oploopt totdat het ventiel O wordt gesloten. Vervolgens daalt de druk in de toevoerleiding door expansie van het daarin aanwezige
5 olievolume onder invloed van de afname naar de cilinder door de bewegende zuiger Z. De toename- en afnamesnelheid van de druk is mede afhankelijk van het olievolume in de toevoerleiding dat eventueel aangepast kan worden met een al dan niet inschakelbaar extra olievolume of een extra
10 gasgevulde accumulator 32. Bij hydraulische cilinders is het betrokken olievolume in het algemeen groot tot zeer groot (groter dan bijvoorbeeld 10 liter), bij hydromotoren is het betrokken olievolume klein tot zeer klein (afhankelijk van de leidinglengte naar de motor).

15 In de toevoerleiding 4-5 naar de cilinder ontstaat derhalve een wisselend drukniveau dat gemiddeld op een niveau ligt dat toereikend is om het gewicht van de last L op de zuiger te overwinnen. De optredende drukvariaties zijn in principe ongewenst omdat daardoor ongewenste
20 trillingen kunnen ontstaan. De laagste drukvariaties ontstaan wanneer de openingspulsen buitengewoon kort zijn zodat de druk in de leiding niet hoog kan oplopen. Bij een zeer klein betrokken olievolume zal de druk in de toevoerleiding echter toch zeer snel oplopen tot Ph. Er ontstaan
25 dan vrijwel rechthoekige pulsen tussen Pl en Ph. Ook in dit geval is het zaak de drukpulsen zo kort mogelijk te houden omdat de snelheidsvariaties van de zuiger of de hydromotor die daardoor ontstaan groter worden bij stijgende pulslengte. Een korte toevoerpuls is vooral bij lage
30 belasting daarom zo van belang omdat door het grote drukverschil tussen Ph en een gemiddeld te handhaven relatief lage druk in de toevoerleiding snelle drukstijgingen en/of grote versnellingen ontstaan onder invloed van dat grote drukverschil.

35 Om te voorkomen dat de druk na het sluiten van O te veel daalt moet kort daarna een nieuwe toevoerpuls volgen. In het ideale geval zou dus ook de sluitperiode

onbeperkt kort moeten kunnen worden gemaakt. Met de schakeling volgens de uitvinding zijn bij toepassing van de betreffende TP-ventielen sluitperiodes van minimaal ca 10 milliseconde bereikbaar en een openingsperiodes van ca 5 1 tot enkele milliseconden.

Deze wat langere minimale sluitperiodes hebben tot gevolg dat bij lage olie volumes in combinatie met relatief hoge zuigersnelheden (of toerentallen van aangedreven hydromotoren), de druk in de toevoerleiding na het sluiten van O snel tot P1 zal dalen. Bij hydro-cilinders met een in het algemeen groot olievolume gaat de drukdaling veel minder snel en wordt het lage niveau P1 tijdens de sluitperiode niet bereikt. Bij hydromotoren, waar het betrokken olievolume klein is en de drukdaling zeer snel verloopt, wordt het lage niveau P1 in de sluitperiode wel bereikt en daalt de druk beneden P1 met het gevaar van cavitatie door onderdruk in de toevoerleiding. Om dit gevaar te vermijden is het bij lage druk P1 of bij atmosferische druk P1 (in geval van een open lage druk reservoir) soms nodig om een kleine anti-cavitatie-accumulator (ACA), (in de figuur aangegeven met 32a), aan te brengen. In de figuurbeschrijving bij figuur 5 en 5a worden twee ACA's volgens de uitvinding beschreven. De noodzakelijkheid van een ACA hangt met name af van de systeemdruk P1, de afstand tot het lage-drukreservoir en de leidingdiameter naar dat reservoir, maar is ook sterk afhankelijk van het betrokken olievolume in de toevoer. Dit volume kan bij de schakeling volgens de uitvinding worden vergroot zonder gevaar voor extra compressibiliteitsverlies onder meer met behulp van ventiel FV uit figuur 4.

Ventiel 3 in figuur 1 is een smoorventiel waarmee en men de last L kan laten zakken. Klep t1 voorkomt dat de druk (bij plotseling sluiten van ventiel 3) hoger oploopt dan het niveau Ph. Bij de opgaande beweging van de zuiger Z is het ventiel 3 gesloten. Na het sluiten van O zal de zuiger doorbewegen onder invloed van de bewegingsenergie van de zuiger en de last, waarbij olie onder druk

P1 wordt toegevoerd via terugslagklep t2. Klep t2 voorkomt dat de druk in de toevoerleiding 4-5 te veel daalt beneden het drukniveau P1. Ventiel 3 kan ook vervangen worden door de ventielcombinaties O2/D2 of O3/D3 uit de figuren 2 en 5 2a.

In figuur 1a wordt een hydromotor M bediend. De werking is overeenkomstig figuur 1. Ventiel 10 is een omkeerventiel waarmee de draairichting van de hydromotor kan worden omgekeerd.

10 In figuur 1b is aangegeven dat de flowmeter een hydromotor FM kan zijn, waarvan het toerental, dat evenredig is met de stroomsnelheid, via een kleine tacho-generator kan worden omgezet in een toerenproportioneel elektrisch signaal dat via leiding 6 de regelaar bereikt. Door 15 het massatraagheidsmoment van de "tacho-motor FM" wordt de invloed van de drukwisselingen in leiding 4 op de snelheid van de hydromotor M verminderd. De tacho-motor FM, eventueel met extra vliegwiel 13, werkt als een filter voor de drukvariatiën in leiding 4. De kleppen t2 en t1 dienen ter 20 voorkoming van onderdruk en overdruk in leiding 5. In de meeste gevallen kan het snelheidsafhankelijke signaal direct worden afgeleid van de uitgaande as van de aangedreven hydro-motor M of van de beweging van de zuigerstang van de aangedreven hydro-cilinder.

25 In figuur 1c is aan de tachomotor FM een hydro-pomp P gekoppeld die de olietoevoer naar de hydromotor M verzorgt. Hierdoor zijn twee gescheiden hydraulische circuits ontstaan, wat vooral van belang kan zijn wanneer bijvoorbeeld de gewenste laagste systeemdruk in het motor- 30 circuit lager is dan P1 of wanneer in dat tweede andere circuit met een andere type vloeibaar medium wordt gewerkt.

Om de werking van de regelaar te verbeteren kunnen daaraan ook meerdere signalen worden toegevoerd 35 bijvoorbeeld betreffende de versnelling of eindsnelheid van het aangedreven werktuig.

In figuur 2 is een uitvoering van de uitvinding

gegeven waarbij aanvullend ten opzichte van figuur 1a in de afvoerleiding van de hydromotor twee parallel geschakelde ventielen O2 en D2 zijn aangebracht. De vier aanwezige ventielen worden elektrisch bestuurd door de regelaar
5 R via de leidingen 6a,b,c en d.

Het tweede ventiel O2 staat normaal open en kan zeer snel sluiten. Het eerste ventiel D2 staat normaal dicht en kan zeer snel openen. In combinatie kunnen de parallel geschakelde ventielen de afvoer via leiding 31
10 zeer kort sluiten door eerst O2 te sluiten en direct daarna D2 te openen. De combinatie kan derhalve sluitpuls-
sen verzorgen waarvan de lengte regelbaar is van extreem kort tot onbeperkt lang. Deze uitbreiding maakt het moge-
lijk om de hydromotor M gecontroleerd af te remmen bij-
15 voorbeeld in situaties waar de belasting van de motor sterk kan variëren. De ventielen in de afvoer zijn dan nodig omdat bij wegvallende belasting de regeling welis-
waar de toevoer kan sluiten via de ventielen O en D maar de motor kan daarmee niet worden afgeremd.

20 Door O2 te sluiten ontstaat een drukstijging in de afvoer van de motor waardoor deze wordt afgeremd. De drukstijging loopt maximaal op tot P_h waarna terugslagklep t_1 opent en teruglevering plaatsvindt naar het hogedrukreservoir met druk P_h . De motor wordt daarbij maximaal
25 afgeremd. Bij korte sluitpuls-
en ontstaat een gemiddeld drukniveau in de afvoer dat lager is dan P_h . De inrichting is daardoor in staat om de motorvertraging te regelen. Door de rechthoekige schakelkarakteristiek en de teruglevering naar het drukreservoir treden bij de afremming
30 relatief weinig verliezen op. Wel is het echter zo dat er expansieverliezen optreden elke keer wanneer bij het weer openen van de afvoer naar P_1 de onder druk staande olie in de afvoerleiding 9-31 naar P_1 expandeert. Het expansieverlies is daarbij evenredig met het drukniveau in de afvoer-
35 leiding en met het aantal expansies. De regeling kan, door de vergaande mate van bestuurbaarheid van de sluitpuls-
en qua duur en frequentie, het verlies minimaliseren en/of

optimaliseren ten opzichte van een eveneens vaak gewenste
 soepele en gelijkmatige afremming. Bij grote betrokken
 olievolumes zoals optreden bij grote hydrocilinders is in
 principe het expansieverlies per expansie relatief groot
 5 omdat in het samengeperste grote olievolume relatief veel
 mechanische energie is opgeslagen. Het is dan zaak om de
 betreffende zuiger snel af te remmen tot stilstand en bij
 aangehouden druk te laten omkeren. Het compressie verlies
 kan dan juist zeer klein zijn en vrijwel alle kinetische
 10 energie van de bewegende last wordt dan nuttig terugge-
 wonnen. Een gunstige omstandigheid is overigens in dit
 verband, dat omkering van de beweging veelal plaats vindt
 aan het einde van de zuigerslag waar het bij het afremmen
 betrokken olievolume van de cilinder minimaal is.

15 Door de regelbare remkracht én de regelbare
 toevoer kan bijvoorbeeld in de kritische belastingsituatie
 van hoge flow en lage belasting het ontstaan van onderdruk
 in de toevoerleiding via de regeling worden voorkomen,
 door het handhaven van overdruk zowel in de toevoer als in
 20 de afvoer.

Figuur 2a geeft een uitvoering waarbij de ven-
 tielen in de afvoer anders zijn geschakeld. De afremming
 van de hydromotor ontstaat hier onder invloed van de
 ventielen O3 en D3. In de eerste of beginpositie geeft O3
 25 verbinding tussen 31 en P1. Bij het sluiten van O3 wordt
 deze verbinding verbroken en wordt leiding 31 doorverbonden
 met ventiel D3 via leiding 35. Dit ventiel D3 is in de
 eerste of beginstand gesloten maar kan in die stand ook
 doorverbonden zijn met de druk Ph. Het resultaat is dat
 30 leiding 31 wordt afgesloten ofwel wordt verbonden met Ph.
 In beide gevallen ontstaat bij draaiende motor een druk Ph
 in leiding 31. In het eerste geval stroomt daarbij de olie
 via t1 naar Ph, in het tweede geval stroomt de olie voor-
 namelijk via D3 naar Ph. Zodra D3 wordt omgeschakeld naar
 35 beneden wordt leiding 31 via O3, leiding 35, D3 en 37
 verbonden met lage druk P1.

Vervolgens schakelt O3 weer terug naar de begin-

positie. Leiding 31 wordt daarbij, via O3 en leiding 36, weer rechtstreeks verbonden met lage druk Pl. Aangezien deze terugschakeling relatief langzaam verloopt kan tijdens de terugschakeling van O3 door de gesloten middenpositie een tijdelijke afsluiting van leiding 31 ofwel een ongewenste sluitpuls ontstaan. Om dit te voorkomen is terugschakelingklep t3x aangebracht die alleen werkzaam is tijdens het omschakelen van O3 en daarom klein van afmetingen mag zijn.

10 De schakeling van figuur 2a maakt de geïntegreerde schakeling van figuur 4 mogelijk waarmee de flow in twee stroomrichtingen x en y kan worden geregeld zonder dat daarvoor een extra omkeerventiel 10 nodig is. Deze geïntegreerde versie wordt hieronder nader beschreven.

15 De in figuur 1b en 1c gegeven varianten zijn van overeenkomstige toepassing op de uitvoering van figuur 2 en 2a. De uitvinding geeft veel mogelijkheden om via de elektronische regeling te optimaliseren naar minimaal verlies en/of maximale prestatie. De wijze waarop de regeling zelf werkt wordt hier niet verder beschreven.

20 In de figuren 1a, 2 en 2a is ook met dunne lijnen een omkeerventiel 10 getekend. De aanwezigheid van dit ventiel maakt het mogelijk de bewegingsrichting van het aangedreven hydraulisch werktuig te veranderen. Het ventiel wordt bij voorkeur elektrisch bediend vanuit de stuuerelectronica en hoeft niet zeer snel te zijn. De regeling kan bij deze uitvoeringen zo verlopen dat het omkeerventiel 10 vanuit de regeling R worden omgeschakeld zodra duidelijk is dat de draairichting moet worden omgekeerd. De motor zal dan met maximale vertraging afremmen tot stilstand waarbij via een van de terugschakelkleppen t1 wordt teruggelieferd naar Ph. Vervolgens wordt de stroomsnelheid in de omgekeerde richting geregeld zoals bij de beschrijving van met name figuur 1 is aangegeven.

35 Een tweede regelstrategie is dat het hydraulisch werktuig eerst tot stilstand wordt afgeremd, waarna de regeling bij nulflow het vierwegventiel omschakelt.

Figuur 3 geeft een praktische constructieve uitvoering voor de ventielen O, D of O2, D2 uit de voorgaande figuren.

In figuur 3 is het linker ventiel O of D2 en het
5 rechter ventiel D of O2. De mechanische uitvoering van het linker en rechter ventiel is identiek. Verticaal kan van boven naar beneden onderscheid gemaakt worden tussen de verstelplunjers 6 en 6a die nodig zijn voor de zeer snelle ventielbediening volgens het TP-principe. De plunjers 7 en
10 7a bedienen de terugbeweging van de ventielen via de kanalen 25 en 26, die de poorten 11 en 11a voorzien van relatief lage druk Pl of relatief hoge druk Ph. Wanneer het rechter ventiel beneden staat wordt hoge druk toegevoerd aan de linker verstelplunjer 6 en wanneer het linker
15 ventiel beneden staat komt de rechter verstelplunjer 6a onder lage druk. De ventielen schakelen zodoende de druktoevoer naar elkaars verstelcilinder. Deze werkwijze kan ook toegepast worden bij meerdere ventielen, in verschillende schakelconfiguraties, die ieder bediend worden door
20 een verstelplunjer.

De plunjers 8 en 8a vormen het eigenlijke hoofdventiel waarmee de vloeistofstromen naar en van de hydro-
motor worden geschakeld. Bij de serieschakeling O-D uit
figuur 1, 1a, 2 en 2a is poort 17a verbonden met kanaal 4
25 en poort 15 met Ph. In de parallelschakeling O2-D2 van figuur 2 verbinden de poorten 17-16 of 15a-16a het kanaal 31 met de lage drukaansluiting Pl.

De werking van de ventielcombinatie is als volgt. In de getekende beginpositie staat kanaal 26 onder
30 hoge druk Ph via de geopende poort 13. Verstelplunjer 6a zal echter niet bewegen omdat poort 11a door plunjer 6a wordt afgesloten, terwijl ook het kleine snelle electroventiel 3a is gesloten. Het electroventiel 5a is daarbij open en verbindt de ruimte boven plunjer 6a met lage druk
35 Pl. Lekolie die vanuit poort 11a de ruimte boven de plunjer bereikt wordt afgevoerd via ventiel 5a. De positie van plunjer 6a is daarom stabiel. Zodra vanuit de getekende

positie het kleine electroventiel 5a wordt gesloten en ventiel 3a wordt geopend komt plunjer 6a in beweging en opent poort 11a. Plunjer 6a zal nu door toevoer van olie onder hoge druk via het ruime kanaal 26 zeer snel naar beneden bewegen. Daardoor wordt via de poorten 16a en 17a en plunjer 8a het hoofdventiel geopend en ontstaat een ruime verbinding van Ph naar kanaal 4. Ook wordt via poort 14a en 13a en plunjer 7a het kanaal 25 naar poort 11 onder druk Ph gebracht waardoor het linkerventiel wordt bekrachtigd. Het ventiellichaam 6a-7a-8a-9a beweegt zeer snel en schakelt tijdens de werkslag S1. Daarna sluit de bufferzuiger 9a de ruime afvoer via kanaal 18a vanuit de buffercilinder naar Pl af. De bufferzuiger 9a wordt daarna sterk afgeremd waarbij tijdens de bufferslag S3 levering plaatsvindt vanuit de buffercilinder via klep 21a naar Ph. De dimensionering van de bufferzuiger is zodanig dat de bewegingsenergie van het ventiellichaam aan het einde van de bufferslag overwegend of geheel is omgezet in nuttige teruglevering naar Ph.

Vanaf het einde van de werkslag S1 tot het einde van de totale slag S2 is de doorvoer van Ph via poort 15, 16, 16a en 17a naar kanaal 4 (zie ook figuren 1 en 2) geheel geopend. Deze verbinding wordt weer verbroken wanneer het linker ventiel naar beneden beweegt. Dat gebeurt zodra 5 sluit en 3 opent. Verstelplunjer 6 komt dan in beweging en opent poort 11 naar het ruime kanaal 25 dat onder druk Ph staat. Plunjer 7 sluit poort 15 en daarmee de doorgang vanaf Ph naar kanaal 4.

In de benedenste stand van de linker ventielspoel 6-7-8 is kanaal 26 verbonden met lage druk Pl via poort 13. De veer 10a (die ook vervangen kan worden door een kleine permanent onder druk staande plunjer) onder de bufferzuiger 9a zal nu het rechter ventiellichaam of ventielspoel 6a-7a-8a omhoog bewegen. Daarbij wordt de verbinding van de poorten 16a en 17a door plunjer 8a verbroken en wordt kanaal 25 omgeschakeld naar lage druk Pl door plunjers 6a en 7a (getekende stand). Veer 10 onder

bufferzuiger 9 kan nu de linker ventielspoel 6-7-8 omhoog bewegen, waarna kanaal 26 weer onder druk Ph komt en de verbinding van poort 15 naar poort 16 weer wordt geopend. De beginpositie is nu weer bereikt en de ventielcombinatie is gereed om de volgende schakelpuls te genereren.

Om de parallel schakeling van figuur 2, met het eerste ventiel D2 en het tweede ventiel O2 te realiseren, worden alleen de poorten van de hoofdventielen anders aangesloten. Tussen haakjes is in de figuur aangegeven hoe kanaal 31 en P1 worden aangesloten. In de getekende beginstand is nu kanaal 31 aangesloten op P1 via het rechter ventiel. Met de rechter ventielspoel in de benedenstand is die verbinding gesloten en met tevens de linker ventielspoel in de benedenstand is die verbinding weer geopend en is de sluitpuls beëindigd. De werking van de ventielen is verder identiek aan wat hiervoor is beschreven.

De zuigers 9 en 9a onderaan zijn bufferzuigers waarmee zoals reeds gezegd de zeer snel bewegende ventielspoelen worden afgeremd tijdens het laatste deel S3 van de slag. Bij die afremming wordt de bewegingsenergie van de ventielspoelen omgezet in nuttige teruglevering naar het hoge druk niveau Ph via de terugslagkleppen 21 en 21a. De diameter van de bufferzuiger is zodanig dat vrijwel alle bewegingsenergie nuttig wordt teruggeleverd. De ventielspoelen bewegen terug omhoog onder invloed van de veren 10 en 10a zodra de druk in respectievelijk de kanalen 25 en 26 naar het niveau P1 gaat. Aan het einde van de omhooggaande slag wordt de beweging gebufferd via de ruimte boven de zuigers 9 en 9a of via de ruimte aan de bovenzijde van de verstelplunjers 6 en 6a.

In het laatste geval is poort 11 en 11a lager geplaatst zoals in figuur 3a is aangegeven. De bufferlengte is de lengte S4 in de figuur. Als bufferrestrictie fungeert de lekspleet tussen plunjer en plunjerwand. Eventueel kan een (instelbare) restrictie 28 en terugslagklep 29 in leiding 30 worden aangebracht ten behoeve van de bufferfunctie. Ook is het mogelijk de bewegingsenergie

terug te leveren aan het drukvat met druk Ph via terugslagklep 27.

De ventielen 3 en 5 zijn zeer kleine en mede daardoor zeer snel werkende elektrische aan-uit ventielen. Ventiel 5 en 5a kunnen ook vervangen worden door drukbediende ventielen die openen wanneer de druk boven de verstellplunjers 6 en 6a in leiding 1 en 1a beneden een lage drempelwaarde daalt, en sluiten zodra de druk in leiding 1 en 1a weer een lage drempelwaarde overschrijden. Ventiel 5 kan ook worden weggelaten wanneer een stabiele eindpositie van de hoofdventielen niet nodig is. Dit betekent dat wanneer, in de getekende situaties van figuur 3a, poort 11 onder druk komt, de verstellplunjer 6, als gevolg van lekolie naar de ruimte boven plunjer 6, langzaam naar beneden beweegt. Dit gebeurt ook wanneer electroventiel 3 gesloten is. Het startmoment van verstellplunjer 6 is dan alleen bestuurbaar met ventiel 3 zolang de verstellzuiger, bij de langzame kruipbeweging naar beneden, poort 11 nog niet heeft bereikt. Zodra de langzaam naar beneden kruipende verstellplunjer 6 poort 11 vrijgeeft zal de verstellzuiger spontaan starten ook bij gesloten ventiel 3.

In figuur 3b is de ventielcombinatie van figuur 3 nogmaals vereenvoudigd weergegeven met behulp van ventielsymbolen.

In figuur 4 is aangegeven hoe met slechts drie identieke snel-schakelventielen een flowregeling in twee stroomrichtingen x en y kan worden bereikt.

Ventiel O/D3 vervangt de ventielen O en D3 uit figuur 2a voor stroming in beide richtingen x en y. Ventiel Dx/O3y vervangt het ventiel D uit figuur 2a voor stroming in de richting x en tevens O3 voor stroming in omgekeerde richting y. Ventiel Dy/O3x vervangt het ventiel D voor stroming in de omgekeerde richting y en ventiel O3 uit figuur 2 voor stroming in de richting x.

Net als bij de figuren 1 en 2 dienen ter voorkoming van onderdruk of overdruk in toe- en afvoerleidingen

4 en 31 via terugslagkleppen verbonden te worden met Ph en Pl (kleppen t1 en t2 uit figuur 1 en 2). In bepaalde situaties met lage druk Pl en bij aandrijving van hydromotoren, is ook een lage of hoge druk anti-cavitatie-accumulator ACA nodig (zie de figuurbeschrijving bij fig 5 en 5a).

De werking van de ventielcombinatie uit figuur 4 is als volgt.

In de getekende positie zijn in eerste instantie slechts drie ventielen werkzaam en zijn de toe en afvoerleidingen 5 en 9 van de hydromotor M met elkaar verbonden via kanalen 36a en 36b die samen kanaal 36 vormen en kan de motor vrij roteren. Kanaal 36 is verbonden met lage druk Pl. De hogedruktoevoer Ph is via ventiel O/D3 doorverbonden met de andere twee ventielen via leiding 35 maar vervolgens via die twee ventielen Dx/O3y en Dy/O3x afgesloten. Wanneer ventiel Dx/O3y naar de onderste positie omschakelt wordt de hoge druk Ph doorverbonden met de hydromotor via kanaal 4 en 5. De olie gaat nu stromen in de richting x en de hydromotor zal b.v. rechtsom roteren. De toevoer wordt gestopt door het omschakelen van ventiel O/D3 naar de benedenstand, waardoor de leiding 5 wordt afgesloten van de hoge druk Ph. Op deze wijze ontstaat een toevoerpuls in de stroomrichting x. Vervolgens keert ventiel Dx/O3y en daarna O/D3 op de hiervoor beschreven wijze weer terug naar de beginpositie.

Om de motor af te remmen wordt Dy/O3x omgeschakeld naar de benedenpositie. De afvoer 31 wordt dan doorverbonden met Ph via leiding 35 en ventiel O/D3 waardoor de motor terug levert tegen de druk Ph en sterk afremt. Hierna volgt het omschakelen van O/D3. Leiding 9 is dan via 31, 35, O/D3 verbonden met leiding 37, welke leiding is afgesloten. De motor blijft hierbij afremmen en terugleveren via (niet getekende) terugslagklep t1 naar Ph. Ventiel Dy/O3x keert vervolgens terug naar de beginpositie waardoor leiding 9 en 31 verbonden worden met de toevoer 4 via 36 en Dx/O3y. De rempuls is daarmee beëindigd waarna

O/D3 op de al beschreven wijze weer terug keert naar de beginstand.

Om de motor linksom te laten draaien met stroom-
 richting y wordt vanuit de beginpositie Dy/O3x omgescha-
 5 keld naar de benedenpositie. Drukolie met druk Ph bereikt
 nu via O/D3, leiding 35, 31 en 9 de andere zijde van de
 hydromotor. Deze drukpuls wordt beëindigd door het omscha-
 kelen van O/D3, waarna eerst Dy/O3x en daarna O/D3 weer
 naar de beginpositie terugkeren.

10 Om de linksom draaiende hydromotor af te remmen
 wordt Dx/O3y omgeschakeld zodat de naar links stromende
 olie via 5, 4, Dx/O3y en O/D3 wordt teruggeleverd tegen de
 druk Ph en de motor afremt. Deze rempuls komt tot een
 einde door het omschakelen van O/D3 en het terugschakelen
 15 van Dx/O3y, waarna O/D3 terugschakelt naar de beginposi-
 tie.

De ventielconfiguratie kan derhalve toevoerpul-
 sen en rempulsen voor links- en rechtsom genereren en de
 flow in twee richtingen regelen.

20 In principe is het mogelijk om bij het afremmen,
 net als in figuur 2a voor D3 is aangegeven, het ventiel
 O/D3 in figuur 4 te laten omschakelen tussen Ph en Pl.
 Leiding 37 wordt dan verbonden met Pl.

Deze methode heeft bij het toevoeren het nadeel
 25 dat aan het einde van de toevoerpulsen de leiding 4 of 31
 die dan onder hoge druk staat na zeer korte tijd wordt
 verbonden met lage druk Pl via O/D3. Dit betekent dat
 steeds de energie van de gecomprimeerde olie in de lei-
 ding 4 of 31 verloren gaat. Om dit compressibiliteitsver-
 30 lies bij het toevoeren te voorkomen wordt, in plaats van
 naar Pl, omgeschakeld naar de afgesloten leiding 37.

Opgemerkt kan worden dat na het omschakelen van
 O/D3 naar beneden, even later bij het terugschakelen van
 ventiel Dx/O3y naar boven leiding 4 alsnog via leiding 36
 35 wordt verbonden met lage druk Pl. Op zichzelf is dit zeker
 juist maar de verbinding met lage druk komt hier relatief
 veel later tot stand omdat de terugschakeling van Dx/O3y

immers relatief langzaam verloopt, zodat inmiddels de druk in het leidingdeel 5 en in het daarmee verbonden hydraulische werktuig al is gedaald door expansie van het daarin aanwezige olievolume.

5 Dit neemt echter niet weg dat bij het bedienen van hydrocilinders met een groot betrokken olievolume toch nog snel, door Dx/O3y, wordt doorverbonden met lage druk na de toevoerpuls. In dat geval is het mogelijk om Dx/O3y via leiding 36a te laten schakelen ofwel naar de afgesloten poort van het toegevoegde ventiel FV ofwel via dit
10 ventiel FV naar Pl. Bij stroomrichting x wordt 36a geschakeld naar de afgesloten poort en bij stroomrichting y naar Pl. Leiding 36a is in dit geval NIET doorverbonden met 36b en de verbinding van 36 in de tekening met Pl is
15 verbroken. Ventiel FV wordt dus toegevoegd ter vermindering van compressibiliteitsverlies na de toevoerpuls, bij grote betrokken olievolumes zoals optreden bij grote hydrocilinders. Het ventiel FV schakelt bij omkering van de stroomrichting. Dat laatste kan worden gerealiseerd door het
20 ventiel uit te voeren als een conventioneel electrisch bediend wisselventiel dat vanuit de stuurelectronica wordt omgeschakeld zodra de gemeten flow van teken wisselt. Het ventiel FV kan ook worden uitgevoerd als een wisselventiel dat door het stromende medium zelf wordt omgeschakeld.
25 Deze uitvoering is weergegeven in figuur 4a die verder voor zichzelf spreekt. Met het ventiel FV wordt bereikt dat het compressibiliteitsverlies in de toevoer wordt voorkomen of verminderd.

In figuur 4 is ook het ventiel RV weergegeven
30 dat eveneens kan worden toegevoegd. In de bovenste positie van RV wordt de bovenste poort 38 van O/D3 verbonden met Ph en wordt poort 37 afgesloten, terwijl in de benedenste stand 37 wordt verbonden met Pl en 38 wordt afgesloten. Het ventiel is qua uitvoering identiek aan de eerder
35 beschreven ventielen O en D. De verstelcilinder van RV is doorverbonden met de verstelcilinder van het ventiel Dx/O3y en Dy/O3x. Het ventiel wordt gelijktijdig bekrach-

tigd met Dx/O3y of met Dy/O3x bij het starten van een rempuls. Bij de start van een toevoerpuls blijft RV in de bovenste stand.

Het effect van dit toegevoegde ventiel RV is dat, met RV in de benedenste stand, bij het afremmen de afvoerleiding niet wordt doorverbonden met Ph maar wordt afgesloten. De druk in de afvoerleiding kan zich dan geleidelijk opbouwen en het tijdens de sluitperiode bereikte drukniveau is daarbij regelbaar met de lengte van de sluitpuls. Aan het eind van de rempuls wordt, door het naar beneden schakelen van O/D3, het gecomprimeerde olievolume in de afvoer steeds direct verbonden met Pl. Vooral bij een groot betrokken olievolume ontstaat er een minder groot compressibiliteitsverlies per rempuls door de lagere "remdruk" en verloopt de afremming veel geleidelijker. Ventiel RV geeft dus een verbetering van de werking en de efficiency van de remfunctie en kan soms aanbeveling verdienen bij het regelen van grote hydrocilinders.

Figuur 4b laat zien hoe de ventiel configuratie van figuur 4 met drie wisselventielen kan worden gerealiseerd met ventielen, die constructief gelijk zijn aan de al eerder bij figuur 3 beschreven exemplaren, naar welke beschrijving hier wordt verwezen.

Ventiel O/D3 bekrachtigt in de getekende stand van figuur 4b zowel de verstelzuiger 6a van ventiel Dx/O3y via leiding 25 als de verstelzuiger 6b van ventiel Dy/O3x via leiding 25a.

Elk van de ventielen Dx/O3y en Dy/O3x kan verder in de benedenstand de verstelzuiger 6 van ventiel O/D3 verbinden met hoge druk Ph en in de bovenste stand met de lage druk Pl. Wanneer Dx/O3y de druktoevoer vanuit Ph verzorgt door om te schakelen naar beneden, wordt leiding 26 via Dx/O3y direct verbonden met Ph (door het ventielgedeelte 7a). Wanneer (met Dx/O3y in de bovenste stand) alleen Dy/O3x de druktoevoer verzorgt door om te schakelen naar beneden, wordt leiding 26 met Ph verbonden via Dx/O3y, leiding 26a en Dy/O3x (ventieldeel 7b). Ventiel

O/D3 werkt op deze wijze steeds samen met een van de beide ventielen Dx/O3y of Dy/O3x. De drie ventielen zijn hier mechanisch onderling volkomen gelijk en tevens identiek aan de uitvoering gegeven in figuur 3, waardoor serieproductie met relatief grote series mogelijk wordt.

Figuur 5 geeft een beeld van de al eerder genoemde lage druk anticavitatie accumulator ACA. Deze accumulator wordt verbonden met de toevoer 4-5 (of 31, bij omgekeerde draairichting van de hydromotor) naar het aangedreven hydraulische werktuig via terugslagklep t2 en leiding 40. De ACA is tevens verbonden met het reservoir met de lage systeemdruk P1 via leiding 41. Een kenmerk van de ACA is dat de voordruk van de accumulator lager kan zijn dan een atmosferische laagste systeemdruk P1 en dan bijvoorbeeld 0,6 P1 bedraagt. Dit betekent dat wanneer het lage druk reservoir in verbinding staat met de buitenlucht de voordruk van de ACA lager is dan 1 bar en bijvoorbeeld 0,6 bar absoluut bedraagt. Dit betekent onder meer dat constructief gezien in geval van een membraan accumulator het membraan aan de gaszijde moet worden ondersteund in plaats van zoals gebruikelijk aan de vloeistofzijde.

In de figuur 5 is 42 het membraan en 43 de geperforeerde steunplaat. Bij een atmosferisch reservoir is de druk in de gasruimte 44 rechts van het membraan gelijk aan bijvoorbeeld 0,6 bar absoluut. Aan de linkerzijde van het membraan in ruimte 45 heerst in principe de druk P1 zodat het membraan tegen de steunplaat 43 wordt gedrukt.

Bij snelle stroming in kanaal 4-5 gevolgd door het plotselinge sluiten van het tweede ventiel O zal de vloeistof in kanaal 4-5 eerst expanderen naar atmosferisch niveau P1 en vervolgens daaronder gaan dalen. De olie zal nu door het ontstane drukverschil vanuit het lagedruk reservoir via leiding 41 naar leiding 4-5 gaan stromen maar moet eerst op snelheid komen. Zolang de vloeistof-snelheid in leiding 41 nog te laag is zal de druk in leiding 40 verder dalen tot beneden de druk in ruimte 44. Vanaf dit moment zal de vloeistof ook vanuit de ruimte 45

via leiding 40 toestromen naar de leiding 4-5. Door de korte lengte van de ruime leiding 40 bereikt de stroomsnelheid in leiding 40 steeds tijdig de waarde die nodig is voor de instandhouding van de stroming in leiding 4-5.

5 De toevoer vanuit ruimte 45 blijft doorgaan totdat de toenemende stroming vanuit het lage druk reservoir groot genoeg is om de voeding naar leiding 4-5 over te nemen, waarna de druk in de accumulator ruimte 45 weer gaat stijgen tot omstreeks de waarde P_1 .

10 Figuur 5a geeft een hoge druk ACA. De accumulator is hier uitgevoerd als een plug die in de leiding 4 en 31 of in een met deze leidingen verbonden ruimte wordt
aangebracht. Deze hoge druk ACA bevindt zich stroomaf-
15 waarts van de terugslagklep t2 en heeft daardoor het
voordeel dat de openingsdruk van de terugslagklep t2 niet
door de gasdruk hoeft te worden geleverd, waardoor deze
ACA sneller reageert. De ACA's kunnen ook als zuigeraccu-
mulator worden uitgevoerd.

 Verder kan nog worden opgemerkt dat het aanbeve-
20 ling kan verdienen om de leiding vanaf het ventiel D
(figuur 5) naar de terugslagklep t2 en de overgang naar
leiding 4 en 31 zo uit te voeren, dat de terugslagklep t2
bij het plotselinge openen van D mede door de dynamische
druk van de snel toestromende vloeistof wordt dichtge-
25 drukt. In de figuur 5 is dat schematisch aangegeven in de
vormgeving van de leidingen.

C O N C L U S I E S

1. Schakelinrichting voor het regelen van de flow naar een hydraulische inrichting of hydraulisch werktuig, zoals een hydromotor of een cilinder, welke via een toevoer is aangesloten op een drukreservoir en via een afvoer op lage druk, **met het kenmerk**, dat de schakelinrichting tenminste twee bedienbare ventielen omvat, te weten een eerste ventiel (D, D2, D3, Dx, Dy) dat in zijn eerste of beginstand is gesloten en in zijn tweede stand is geopend, en een tweede ventiel (O, O2, O3, O3x, O3y) dat in zijn eerste of beginstand is geopend en in zijn tweede stand is gesloten.

2. Schakelinrichting volgens conclusie 1, **met het kenmerk**, dat de schakelinrichting is opgenomen in de toevoer naar een hydraulisch werktuig, en dat het eerste (D) en tweede (O) ventiel in serie zijn geschakeld.

3. Schakelinrichting volgens conclusie 1, **met het kenmerk**, dat de schakelinrichting is opgenomen in de afvoer van een hydraulisch werktuig, en dat het eerste (D2) en tweede (O2) ventiel parallel zijn geschakeld.

4. Schakelinrichting volgens conclusie 1, **met het kenmerk**, dat de schakelinrichting is opgenomen in de afvoer van het hydraulisch werktuig, en dat het tweede ventiel (O3, O3x, O3y) in de afvoer is uitgevoerd als een wisselventiel dat de afvoerleiding (31) van het hydraulisch werktuig verbindt met een lage drukniveau P1 of via een verbindingsleiding (35) met het eerste ventiel (D3, D3x, D3y), waarbij het eerste ventiel de verbindingsleiding (35) verbindt met een eerste ventielpoort of met een tweede ventielpoort, waarbij de eerste poort is afgesloten ofwel is verbonden met een hogedruk niveau Ph, terwijl de tweede poort is verbonden met lage druk P1.

5. Schakelinrichting volgens conclusie 4, **met**

het kenmerk, dat de afvoerleiding (31) is verbonden met de verbindingsleiding (35) tussen het eerste en het tweede ventiel via een terugslagklep (t3x, t3y) die doorlaat in de richting van de verbindingsleiding (35).

5 6. Schakelinrichting volgens conclusie 3, 4 of 5, met het kenmerk, dat tevens de schakelinrichting volgens conclusie 2 daarin is opgenomen.

7. Schakelinrichting volgens een der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat de gebruikte ventielen
10 bediend worden door een verstelcilinder met een verstelplunjer zoals beschreven in de internationale octrooiaanvraag PCT96/NL95/00157 d.d. 10-4-96 van T.G. Potma.

8. Schakelinrichting volgens conclusie 7, met
15 het kenmerk, dat een of meer van de ventielen in de toevoer (O, D, Dx, Dy) of in de afvoer (O2, O3, D2, D3, O3x, O3y, D3x, D3y) tevens een ventiel omvatten dat, via een kanaal (25, 25a, 26, 26a), de verstelcilinder van een of meer andere ventielen, met daarin de verstelplunjer (6,
20 6a, 6b), verbindt met hoge of lage druk.

9. Schakelinrichting volgens conclusie 7 of 8 met het kenmerk dat de ventielen voorzien zijn van een bufferzuiger (9, 9a) met een grotere diameter dan de verstelplunjer (6, 6a).

25 10. Schakelinrichting volgens conclusie 7, 8 of 9, met het kenmerk, dat de verstelplunjers (6, 6a, 6b) tevens werken als bufferzuigers waarbij de bufferenergie wordt weggesmoord of teruggeleverd.

11. Schakelinrichting volgens een der conclusies
30 7 tot en met 10, met het kenmerk, dat de ruimte boven de verstelplunjer (40, 40a) is verbonden met lage druk via een drukbediend ventiel dat opent wanneer de druk boven de verstelplunjer beneden een (lage) drempelwaarde daalt en sluit wanneer de druk boven de verstelplunjer een (lage)
35 drempelwaarde overstijgt.

12. Schakelinrichting volgens een der conclusies 7 tot en met 10, met het kenmerk, dat er geen verbinding

is tussen de ruimte boven de verstel-plunjer (40, 40a) en een ruimte met lage druk Pl.

13. Schakelinrichting volgens een der conclusies 1, 2, of 4 tot en met 12, **met het kenmerk** dat de flowregeling werkzaam is voor twee stroomrichtingen x en y en tenminste drie ventielen omvat, waarbij een eerste wisselventiel (O/D3) steeds het tweede ventiel vormt in de toevoer en het eerste ventiel in de afvoer en verbinding kan geven van de verbindingsleiding (35) naar een ventielpoort (38) onder hoge druk Ph of naar een afgesloten poort (37), waarbij een tweede wisselventiel (Dx/O3y) het eerste ventiel vormt in de toevoer bij stroomrichting x en het tweede ventiel in de afvoer bij stroomrichting y en verbinding kan geven van een aansluiting (5) van het hydraulische werktuig (M) naar het eerste wisselventiel (O/D3) via het verbindingskanaal (35) of naar lage druk Pl, waarbij een derde wisselventiel Dy/O3x het eerste ventiel vormt in de toevoer bij stroomrichting y en het tweede ventiel in de afvoer bij stroomrichting x en verbinding kan geven van een van de aansluitingen (9) van het hydraulische werktuig (M) naar lage druk Pl of naar het eerste wisselventiel (O/D3) via het verbindingskanaal (35).

14. Schakelinrichting volgens conclusie 13 waarbij een wisselventiel (FV) is toegevoegd dat het lagedruk niveau Pl verbindt met een kanaal (36a) naar een poort van het tweede wisselventiel (Dx/O3y) of met een kanaal (36b) naar een poort van het derde wisselventiel (Dy/O3x), waarbij het wisselventiel (FV) van positie verandert bij het omkeren van de stroomrichting in de toevoer en afvoerleiding naar het hydraulisch werktuig (M).

15. Schakelinrichting volgens conclusie 13 of 14 **met het kenmerk** dat een ventiel (RV) is toegevoegd dat in de beginstand een poort (38) van het eerste wisselventiel (O/D3) verbindt met drukniveau Ph en de andere poort (37) afsluit, terwijl in de tweede positie van het toegevoegde wisselventiel (RV) een poort (38) van het eerste wisselven-

tiel (O/D3) is afgesloten en de andere poort (37) is verbonden met lage druk P1, waarbij het toegevoegde wisselventiel (RV) wordt bediend door een verstelzuiger in een verstelcilinder die is verbonden met de verstelcilinders van het tweede en het derde wisselventiel (DxO3y) en (DyO3x).

16. Schakelinrichting volgens een der voorgaande conclusies, **met het kenmerk**, dat een aparte hydromotor (FM) toegevoegd is die een tacho-dynamo aandrijft en die tevens voorzien kan zijn van een vliegwiel, om de flow te meten.

17. Schakelinrichting volgens een der voorgaande conclusies, **met het kenmerk**, dat een hydromotor (FM) een hydro-pomp aandrijft die een tweede hydraulisch circuit bedient.

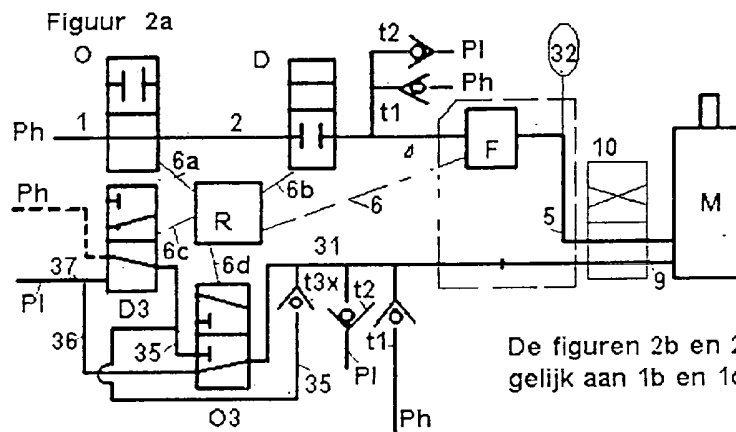
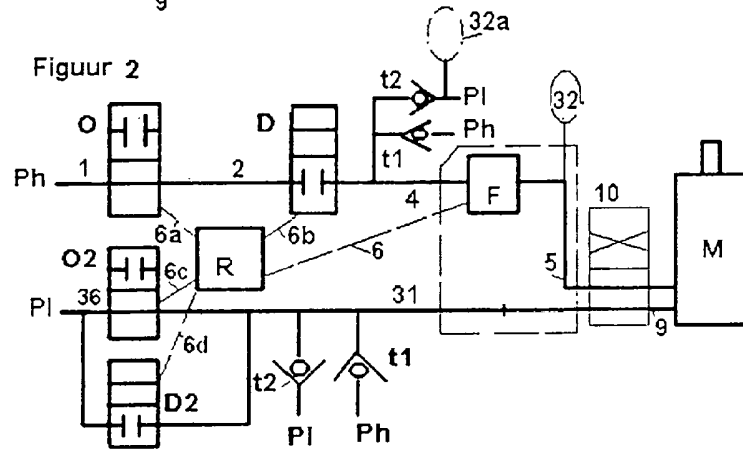
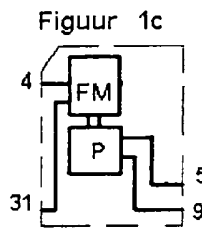
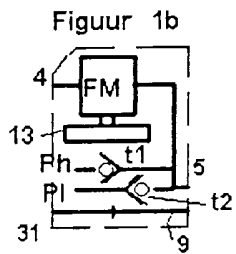
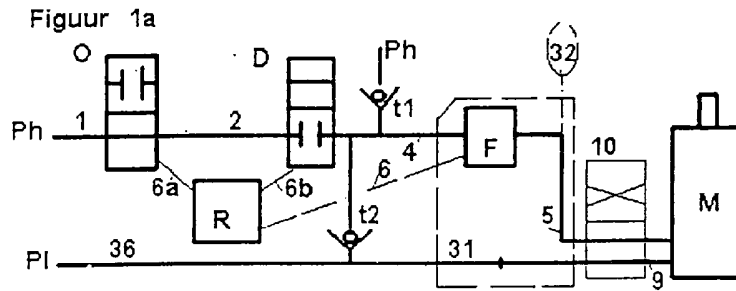
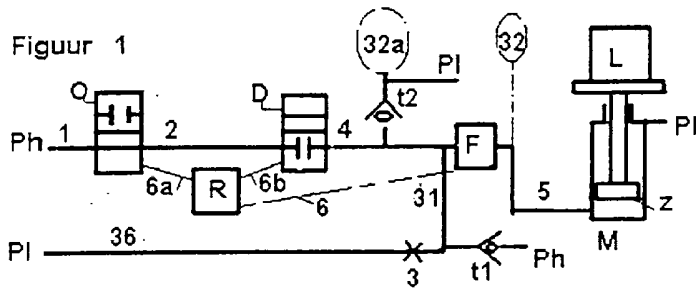
18. Schakelinrichting volgens voorgaande conclusies, **met het kenmerk**, dat de puls-frequentie wordt gevarieerd ter voorkoming van ongewenste trillingen en resonanties.

19. Schakelinrichting volgens een der voorgaande conclusies, **met het kenmerk**, dat tenminste een van de toevoerleidingen verbonden is met een gasgevulde hydraulische anti-cavitatie accumulator (ACA).

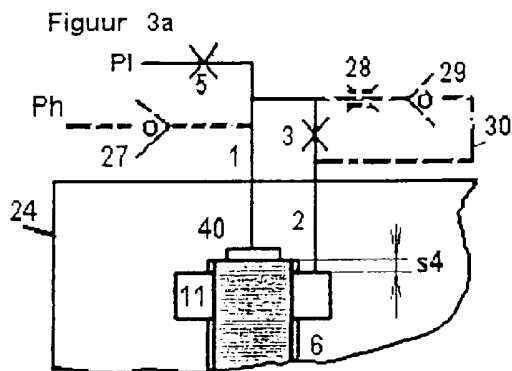
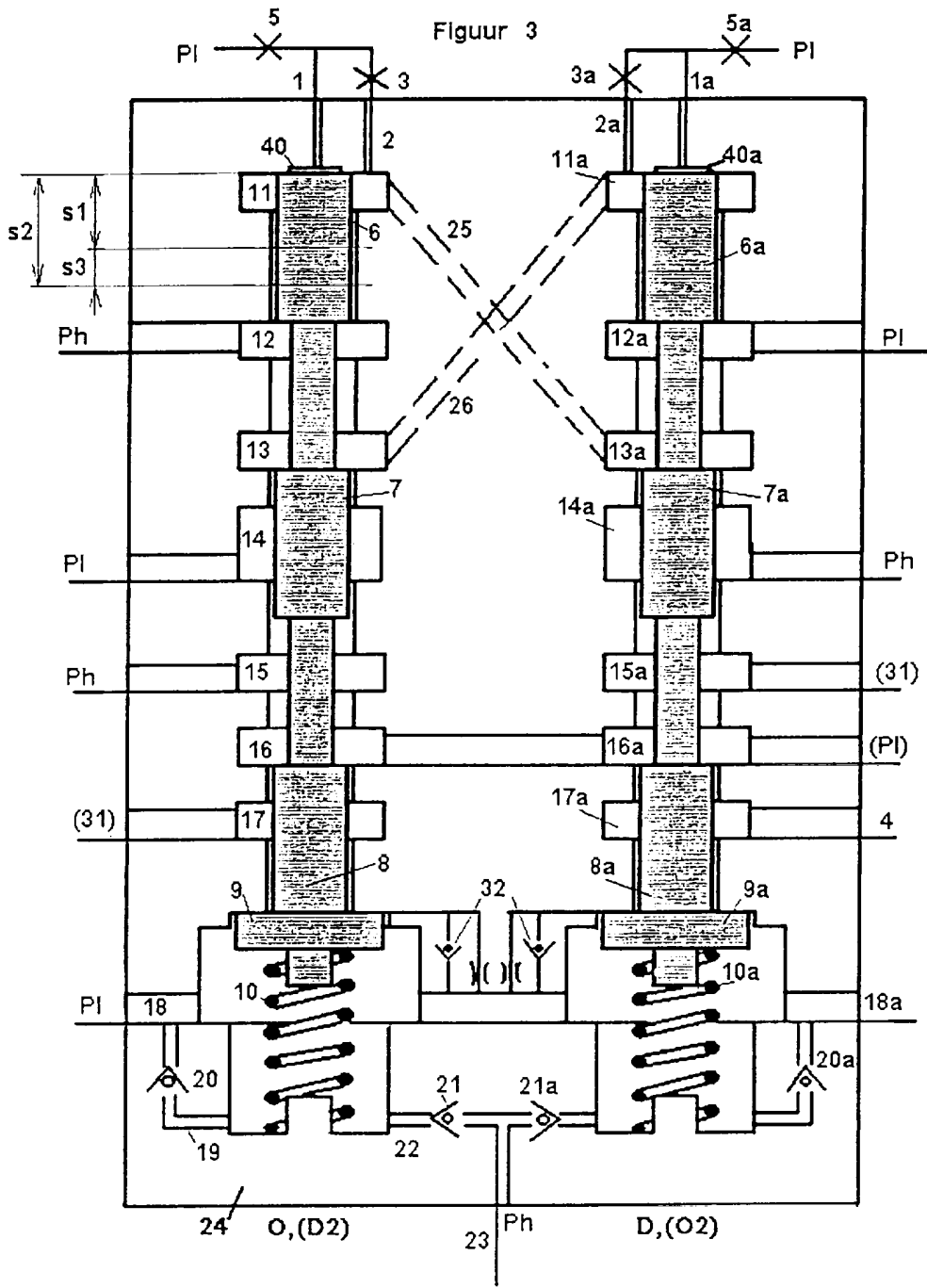
20. Gasgevulde hydraulische accumulator voor gebruik bij de schakelinrichting volgens een der voorgaande conclusies, **met het kenmerk**, dat de voordruk van de accumulator gelijk of kleiner is dan de lage systeemdruk (P1), waarbij deze lage systeemdruk (P1) gelijk kan zijn aan de atmosferische druk.

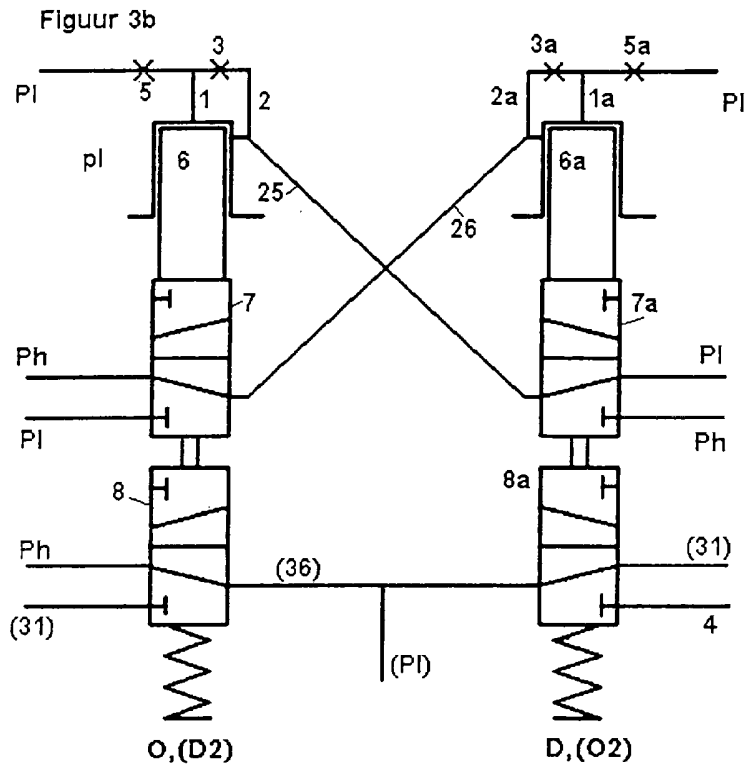
21. Gasgevulde hydraulische membraan accumulator volgens conclusie 20, **met het kenmerk**, dat de ondersteuning van het membraan van de accumulator zich bevindt aan de gaszijde van het membraan.

-o-o-o-o-o-o-o-o-

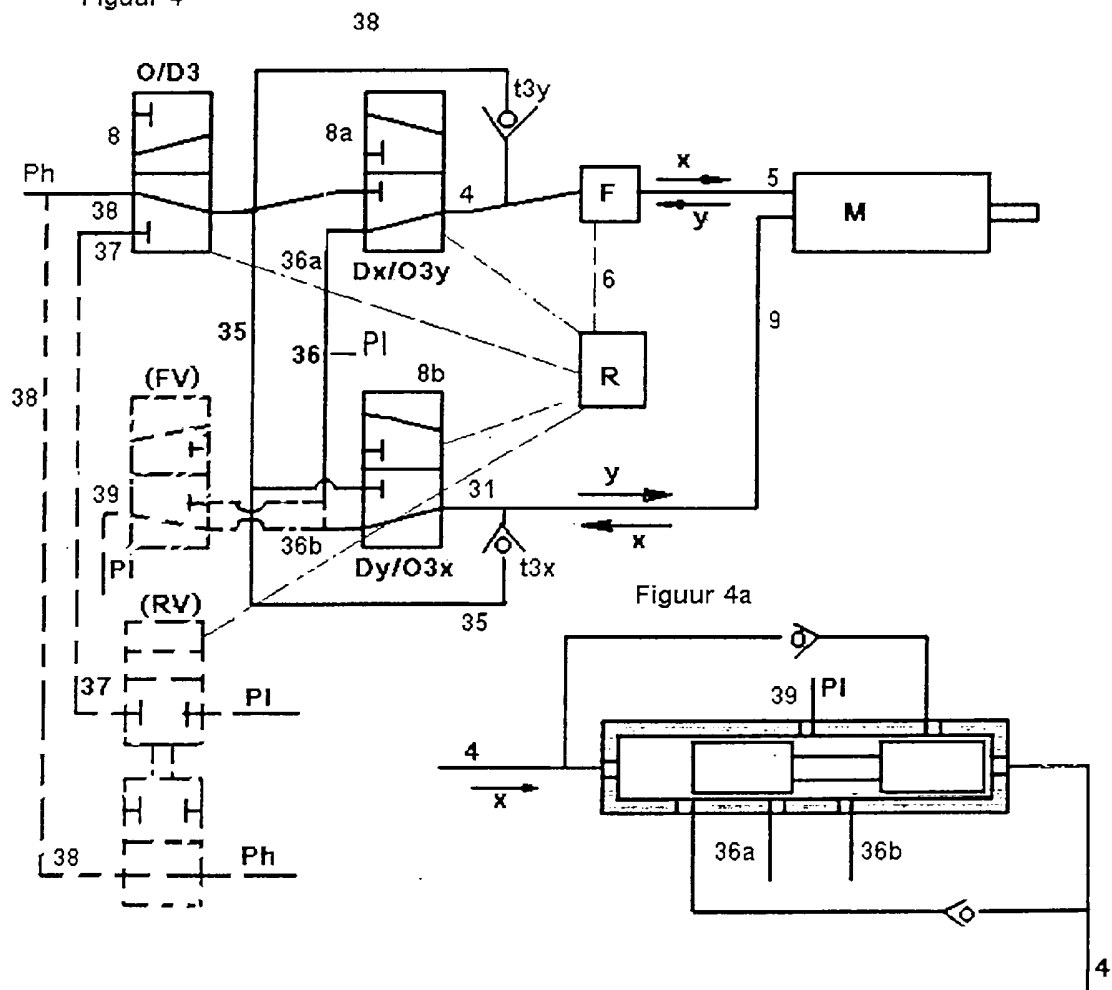


De figuren 2b en 2c zijn gelijk aan 1b en 1c

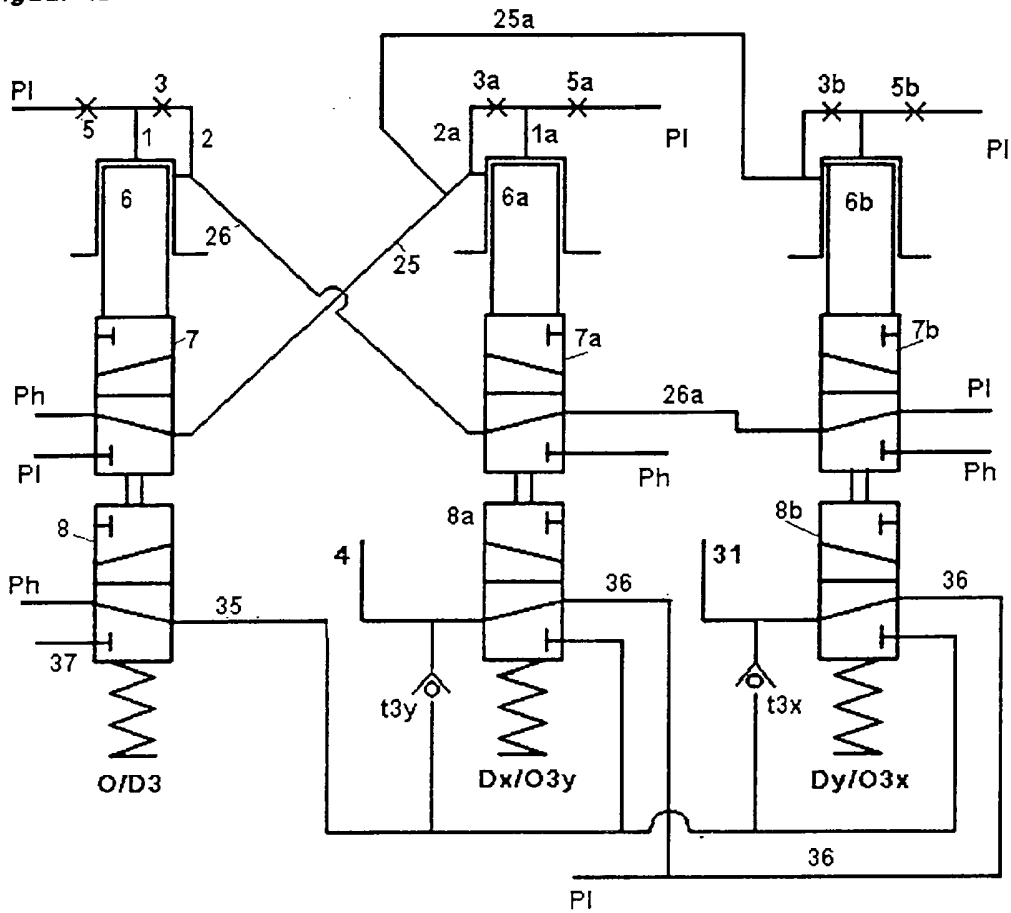




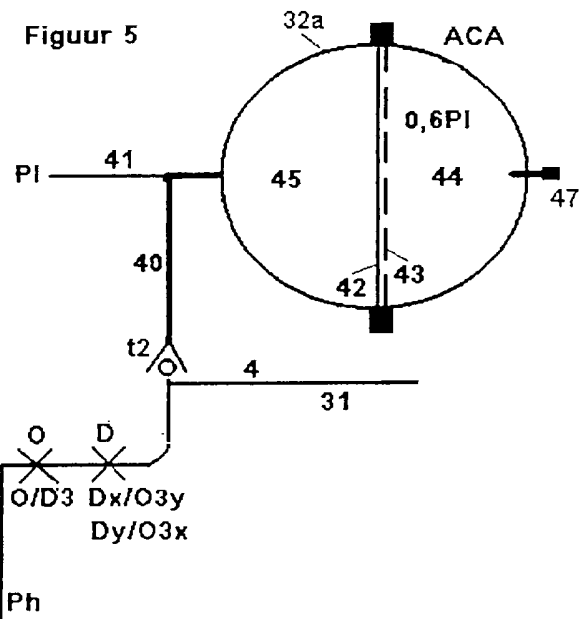
Figuur 4



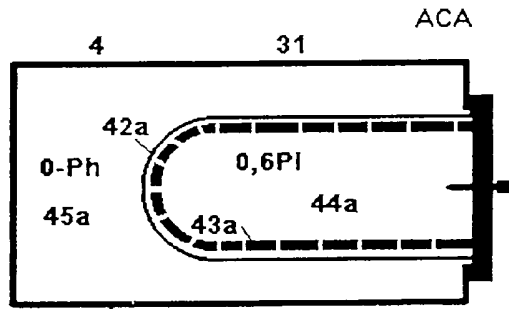
Figuur 4b



Figuur 5



Figuur 5a



SAMENWERKINGSVERDRAG (PCT)
 RAPPORT BETREFFENDE
 NIEUWHEIDSONDERZOEK VAN INTERNATIONAAL TYPE

IDENTIFIKATIE VAN DE NATIONALE AANVRAGE	Kenmerk van de aanvrager of van de gemachtigde 155191
Nederlandse aanvraag nr. 1007912	Indieningsdatum 24 december 1997
	Ingeroepen voorrangsdatum
Aanvrager (Naam) T. POTMA BEHEER B.V.	
Datum van het verzoek voor een onderzoek van internationaal type --	Door de Instantie voor Internationaal Onderzoek (ISA) aan het verzoek voor een onderzoek van internationaal type toegekend nr. SN 30764 NL
I. CLASSIFICATIE VAN HET ONDERWERP (bij toepassing van verschillende classificaties, alle classificatiesymbolen opgeven)	
Volgens de internationale classificatie (IPC) Int.Cl.6: F 02 B 71/04, F 01 B 11/02, F 01 L 25/06, F 01 L 25/08	
II. ONDERZOCHE GEBIEDEN VAN DE TECHNIEK	
Onderzochte minimum documentatie	
Classificatiesysteem	Classificatiesymbolen
Int.Cl.6:	F 02 B, F 01 B, F 01 L, F 15 B
Onderzochte andere documentatie dan de minimum documentatie voor zover dergelijke documenten in de onderzochte gebieden zijn opgenomen	
III. <input type="checkbox"/> GEEN ONDERZOEK MOGELIJK VOOR BEPAALDE CONCLUSIES (opmerkingen op aanvullingsblad)	
IV. <input type="checkbox"/> GEBREK AAN EENHEID VAN UITVINDING (opmerkingen op aanvullingsblad)	

VERSLAG VAN HET NIEUWHEIDSONDERZOEK VAN
INTERNATIONAAL TYPE

Nummer van het verzoek om een nieuwheidsonderzoek

NL 1007912

A CLASSIFICATIE VAN HET ONDERWERP
IPC 6 F02B71/04 F01B11/02 F01L25/06 F01L25/08

Volgens de Internationale Classificatie van octrooien (IPC) of zowel volgens de nationale classificatie als volgens de IPC

B ONDERZOCHETE GEBIEDEN VAN DE TECHNIEK

Onderzochte minimum documentatie (classificatie gevolgd door classificatiesymbolen)
IPC 6 F02B F01B F01L F15B

Onderzochte andere documentatie dan de minimum documentatie, voor dergelijke documenten, voor zover dergelijke documenten in de onderzochte gebieden zijn opgenomen

Tijdens het internationaal nieuwheidsonderzoek geraadpleegde elektronische gegevensbestanden (naam van de gegevensbestanden en, waar uitvoerbaar gebruikte trefwoorden)

C VAN BELANG GEACHTE DOCUMENTEN

Categorie	Geciteerde documenten (eventueel met aanduiding van speciaal van belang zijnde passages)	Van belang voor conclusie nr
A	WO 96 32576 A (POTMA BEHEER B V T ; POTMA THEODORUS GERHARDUS (NL)) 17 Oktober 1996 in de aanvraag genoemd zie figuur 1 zie samenvatting zie bladzijde 1, regel 4 - regel 15 ---	1
A	US 3 943 973 A (ZETTERGREN TED) 16 Maart 1976 zie figuur 1 zie samenvatting zie kolom 3, regel 1 - regel 33 ---	1-3
A	US 4 066 004 A (ALCALAY JOSEPH) 3 Januari 1978 zie figuur 1 zie samenvatting zie kolom 5, regel 41 - kolom 6, regel 62 ---	1-3
	-/--	

Verdere documenten worden vermeld in het vervolg van vak C Leden van dezelfde octroofamilie zijn vermeld in een bijlage

* Speciale categorieën van aangehaalde documenten

"A" document dat de algemene stand van de techniek weergeeft maar niet beschouwd wordt als zijnde van bijzonder belang

"E" eerder document, maar gepubliceerd op de datum van indiening of daarna

"L" document dat het beroep op een recht van voorrang aan twijfel onderhevig maakt of dat aangehaald wordt om de publicatiedatum van een andere aanhaling vast te stellen of om een andere reden zoals aangegeven

"O" document dat betrekking heeft op een mondelinge uiteenzetting een gebruik, een tentoonstelling of een ander middel

"P" document gepubliceerd voor de datum van indiening maar na de ingeroepen datum van voorrang

"T" later document, gepubliceerd na de datum van indiening of datum van voorrang en niet in strijd met de aanvraag maar aangehaald ter verduidelijking van het principe of de theorie die aan de uitvinding ten grondslag ligt

"X" document van bijzonder belang; de uitvinding waarvoor uitsluitende rechten worden aangevraagd kan niet als nieuw worden beschouwd of kan niet worden beschouwd op inventiviteit te berusten

"Y" document van bijzonder belang; de uitvinding waarvoor uitsluitende rechten worden aangevraagd kan niet worden beschouwd als inventief wanneer het document beschouwd wordt in combinatie met een of meerdere soortgelijke documenten, en deze combinatie voor een deskundige voor de hand ligt

"&" document dat deel uitmaakt van dezelfde octroofamilie

Datum waarop het nieuwheidsonderzoek van internationaal type werd voltooid
24 Augustus 1998

Verzenddatum van het rapport van het nieuwheidsonderzoek van internationaal type

Naam en adres van de instantie
European Patent Office, P. B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040 Tx 31 651 epo nl
Fax (+31-70) 340-3016

De bevoegde ambtenaar
Wassenaar, G

Overvolg: VAN BELANG GEACHTE DOCUMENTEN

Categorie	Geciteerde documenten, eventueel met aanduiding van speciaal van belang zijnde passages	Van belang voor conclusie nr
A	US 3 811 795 A (OLSEN J) 21 Mei 1974 zie figuur 1 zie samenvatting zie conclusie 1 ---	1,2
A	US 3 179 057 A (COSNER) 20 April 1965 zie samenvatting zie conclusie 1 zie figuur 1 ---	1-3
A	US 4 949 623 A (SCHULZE ECKEHART) 21 Augustus 1990 zie figuur 1 zie samenvatting zie kolom 5, regel 47 - kolom 6, regel 31 ---	1-3
A	US 4 854 346 A (NAKANISHI KOJI ET AL) 8 Augustus 1989 zie figuur 1 zie samenvatting ---	1-3
A	US 4 579 042 A (NEFF JAMES A) 1 April 1986 zie figuur 1 zie samenvatting -----	1-3

VERSLAG VAN HET NIEUWHEIDSONDERZOEK VAN
INTERNATIONAAL TYPE

Informatie over leden van dezelfde octrooifamilie

Nummer van het verzoek om een nieuwe ondersoek

NL 1007912

In het rapport genoemd octrooigeschrift	Datum van publicatie	Overeenkomend(e) geschrift(en)	Datum van publicatie
WO 9632576	A	17-10-1996	NL 1000098 C 11-10-1996
			NL 1000479 C 03-12-1996
			NL 1001939 C 11-10-1996
			NL 1001750 C 30-05-1997
			AU 5163896 A 30-10-1996
			EP 0839265 A 06-05-1998
US 3943973	A	16-03-1976	SE 380640 B 10-11-1975
			DE 2511227 A 25-09-1975
			GB 1498451 A 18-01-1978
			JP 51004473 A 14-01-1976
			SE 7403901 A 23-09-1975
US 4066004	A	03-01-1978	GEEN
US 3811795	A	21-05-1974	AU 6425974 A 10-07-1975
			CA 1006787 A 15-03-1977
			DE 2401341 A 25-07-1974
			FR 2214051 A 09-08-1974
			GB 1420424 A 07-01-1976
			IN 141336 A 12-02-1977
			JP 1344088 C 29-10-1986
			JP 49101906 A 26-09-1974
			JP 61004997 B 14-02-1986
			NL 7400433 A 16-07-1974
			SE 398911 B 23-01-1978
ZA 7400112 A 24-12-1974			
US 3179057	A	20-04-1965	GEEN
US 4949623	A	21-08-1990	DE 3711384 A 03-03-1988
US 4854346	A	08-08-1989	JP 1065375 A 10-03-1989
			JP 2080748 C 09-08-1996
			JP 7099214 B 25-10-1995
			DE 3829034 A 16-03-1989
			FR 2622073 A 21-04-1989
US 4579042	A	01-04-1986	GEEN