

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 82 06687

(54) Ensemble à colonnes montantes de production conduisant le pétrole jusqu'à une plate-forme flottante.

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). E 21 B 17/01.

(22) Date de dépôt..... 19 avril 1982.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : *EUA*, 20 avril 1981, n° 06/255 972.

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 46 du 19-11-1982.

(71) Déposant : Société dite : VETCO OFFSHORE, INC., résidant aux EUA.

(72) Invention de : Fredric Lee Hettinger.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Rinuy, Santarelli,
14, av. de la Grande-Armée, 75017 Paris.

L'invention concerne la production de pétrole sur une plate-forme flottante, et plus particulièrement un ensemble à colonnes montantes pour conduites d'écoulement multiples. Dans la production de pétrole à partir
5 de puits sous-marins, il est nécessaire de conduire le pétrole jusqu'à la surface pour le dégazer avant de le diriger par pompage vers un autre emplacement. Un ensemble à colonnes montantes conçu à cet effet est décrit dans "Early Subsea Production System" par B.H. van Bilderbeek,
10 page 131, dans APEA Journal, 1977. Cet ensemble comprend une colonne montante centrale constituant un élément de structure, et un certain nombre de colonnes montantes périphériques d'écoulement, espacées de façon annulaire autour de la colonne centrale. Cette dernière peut être utilisée
15 pour renvoyer le pétrole traité vers le fond de la mer afin qu'il soit dirigé vers un pipe-line sous-marin.

Ces conduites d'écoulement sont maintenues espacées autour de la colonne montante à plusieurs hauteurs par des croisillons fixés à la colonne centrale. Un joint
20 flexible, proche de l'extrémité inférieure de la colonne centrale, et des tuyaux flexibles proches des extrémités inférieures des colonnes d'écoulement, permettent de suivre les mouvements de la plate-forme flottante.

Un ensemble inférieur comprend le joint flexible
25 et les tuyaux flexibles. Cet ensemble est emmanché sur un connecteur de colonne qui le retient vers le bas, de manière amovible, et maintient également l'ensemble sur les raccords des conduites de production. La récupération de l'ensemble ou de l'un quelconque des tuyaux flexibles s'effectue par
30 débranchement de la colonne centrale et enlèvement de la totalité de l'ensemble.

Des colonnes périphériques individuelles de production sont emmanchées sur l'extrémité supérieure du tuyau flexible de l'ensemble à l'aide d'un connecteur à verrouillage
35 mécanique et déverrouillage hydraulique. Chaque conduite d'écoulement peut être retirée après débranchement du connecteur, mais le tuyau flexible ne peut pas être ainsi retiré.

Etant donné que l'ensemble à colonne peut fléchir sur un angle de l'ordre de 10° autour du joint flexible situé à l'extrémité inférieure de la colonne centrale, les tuyaux flexibles doivent avoir suffisamment de mou-
5 pour suivre le mouvement différentiel provoqué par cette flexion. Il en résulte la formation d'une grande boucle d'expansion qui a donc un diamètre relativement faible limitant l'utilisation d'outils pompés.

Etant donné que les tuyaux flexibles sont soumis
10 à une flexion importante, ils constituent les éléments les plus sujets aux remplacements. Dans cet agencement antérieur, il est nécessaire de retirer la totalité de l'ensemble à colonne et d'élever l'ensemble inférieur pour remplacer même un seul de ces tuyaux. Non seulement la totalité du dispositif
15 doit être retirée, mais la production doit être arrêtée dans toutes les conduites.

L'invention concerne une colonne centrale portant à son extrémité inférieure un connecteur principal de verrouillage qui peut être relié à un embout de colonne centrale
20 ancrée dans le fond de la mer. Plusieurs colonnes de production sont espacées de façon annulaire autour de la colonne centrale et comportent chacune un tuyau flexible à leur extrémité inférieure. Un ensemble à réductions est fixé au connecteur principal de verrouillage et il comporte plusieurs
25 réductions de conduites d'écoulement, et un bâti écartant ces réductions du connecteur principal. L'extrémité inférieure de chaque tube flexible comporte un tenon destiné à un connecteur actionné hydrauliquement et permettant le branchement sélectif des réductions des conduites d'écoulement. Les co-
30 lonnes de production et la colonne centrale sont tendues indépendamment les unes des autres.

Grâce à la présence du tenon de connecteur à libération hydraulique, situé à l'extrémité inférieure du tuyau flexible, l'une quelconque des colonnes de production peut
35 être libérée et retirée indépendamment des autres colonnes sans perturber ces dernières. Un seul tuyau flexible peut

donc être remplacé. Un outil de descente, de flexibilité limitée, peut raidir le tuyau lors de la descente de la colonne de production, offrant ainsi un guidage suffisant pour permettre le passage dans les divers entonnoirs de crois-
5 sillons et pour rejoindre la connexion inférieure. Cet outil de descente doit être retiré après la réalisation de la connexion.

Chaque conduite est tendue individuellement, ce qui évite d'avoir à former un grand coude d'expansion de faible
10 rayon. Des outils pompés peuvent donc être mis en circulation dans les systèmes à colonnes de production.

L'invention sera décrite plus en détail en regard des dessins annexés à titre d'exemple nullement limitatif et sur lesquels :

15 la figure 1 est une coupe longitudinale partielle de l'ensemble à colonne de production selon l'invention ;

la figure 2 est une coupe suivant la ligne 2-2 de la figure 1 ;

la figure 3 est une coupe longitudinale partielle
20 de la zone d'une réduction de conduite d'écoulement ; et

la figure 4 est une coupe partielle, analogue à celle de la figure 3, dans le cas d'une déviation de 10° et alors qu'un outil de descente est introduit dans une conduite d'écoulement.

25 Un embout 10 de colonne centrale est fixé au fond de la mer et est installé dans un châssis de guidage permanent 12 qui comprend une plaque de base 14. Les conduites 16 d'écoulement, qui proviennent normalement d'autres puits de production, sont fixées en un emplacement prédéterminé à la
30 plaque de base 14, de manière qu'un embout vertical 18 fasse saillie vers le haut de chaque conduite d'écoulement. L'embout 10 de la colonne centrale comporte, à son extrémité supérieure, un élément mâle d'un accouplement, présentant des gorges 20 de verrouillage. Une colonne centrale 22 comporte,
35 à son extrémité inférieure, un connecteur 24 de verrouillage qui est un élément femelle comportant des cliquets de verrouillage actionnés hydrauliquement qui se verrouillent dans les gorges 20 et en sont libérés sous l'action d'une pression

hydraulique. Cette connexion de verrouillage est réalisée au moyen d'un connecteur principal de verrouillage qui est ainsi appelé afin d'être distingué des connecteurs secondaires décrits ci-après.

- 5 Cette colonne centrale peut être utilisée pour transporter du pétrole traité à la surface vers un pipeline sous-marin, ou bien elle peut constituer uniquement un élément de structure. Un joint flexible 26, situé à peu de distance au-dessus du connecteur principal de verrouil-
- 10 lage, permet un mouvement angulaire de 10° de la colonne centrale. La colonne montante est formée de tronçons de tube de quinze mètres, reliés par des connecteurs 28 de colonne. A des hauteurs prédéterminées, la colonne porte également des croisillons 30 qui maintiennent des enton-
- 15 noirs 32 de guidage espacés annulairement autour de la colonne montante centrale. Cette dernière est maintenue tendue à partir de la plate-forme flottante, de préférence au moyen d'un tensionneur de colonnes à compensation de mouvement.
- 20 Plusieurs colonnes montantes 34 de production entourent de façon annulaire la colonne centrale et sont maintenues écartées de cette dernière par des manchons 36 de centrage, à des hauteurs qui correspondent à celles des entonn-
- 25 Les colonnes ou conduites de production sont de préférence tendues par des tensionneurs 38 de conduite qui sont montés sur une plate-forme 40 de support elle-même supportée par la colonne centrale 22. Grâce à cet agencement, il suffit à la course du tensionneur des conduites d'écoule-
- 30 ment d'être suffisante pour rattraper les différences de longueur utile entre les colonnes de production et la colonne centrale, différences résultant de la flexion du système autour du joint flexible 26. Des câbles sont reliés à un certain nombre de tensionneurs de colonnes à course totale
- 35 qui supportent la charge de la colonne centrale 32. Les colonnes de production peuvent évidemment, en variante, être tendues chacune par un tensionneur indépendant pour chacune

des conduites 34 d'écoulement.

Chaque conduite ou colonne 34 de production se termine, à son extrémité inférieure, par un tenon 42 de connecteur de verrouillage secondaire. Ce tenon est verrouillé sur un connecteur femelle 44 de verrouillage qui renferme des cliquets 43 de verrouillage actionnés hydrauliquement et qui est situé à l'extrémité supérieure d'une réduction 46 de conduite. Lorsqu'il est verrouillé, ce connecteur ne peut être libéré par une traction exercée sur la conduite d'écoulement, mais cette dernière peut être coupée à cet emplacement par un retrait hydraulique des cliquets et l'enlèvement de la conduite. Tous les joints de pression sont de préférence disposés dans le tenon 42 du connecteur de la conduite d'écoulement, car cette partie du connecteur peut être plus aisément libérée et remontée à la surface pour tous travaux nécessaires d'entretien.

Le tenon 42 de verrouillage et la partie femelle 44 de verrouillage forment ensemble un connecteur secondaire 45 de verrouillage. L'une ou l'autre des moitiés de ce connecteur secondaire, c'est-à-dire le tenon ou la partie femelle, peut être portée par la colonne montante 34, l'autre moitié étant disposée sur la réduction 46. La caractéristique importante est la possibilité de verrouiller et de déverrouiller à distance le connecteur secondaire.

Le tronçon inférieur de chaque colonne 34 de production est formé d'une certaine longueur de conduit flexible 47. Ce conduit se présente sous la forme d'un tube blindé, et il est en général du type "Coflexip", tel qu'illustré à la page 1702 de l'ouvrage "Composite Catalogue of Oil Field Equipment", 1978-1979, publié par Word Oil. Ce conduit permet la flexion des colonnes montantes de production lorsqu'une telle flexion se produit autour du joint flexible 26 de la colonne montante centrale. La flexion de ce conduit se produit à un rayon suffisant pour permettre le passage d'outils pompés.

Chaque colonne montante 34 de production peut être retirée séparément, y compris le tronçon constitué du con-

duit flexible. Le remplacement de l'élément flexible peut donc être effectué sans qu'il soit nécessaire de fermer ou de récupérer en totalité l'ensemble à colonnes montantes de production.

- 5 Le centreur 49 le plus bas de chaque colonne de production peut être constitué d'un accouplement reliant le conduit flexible au conduit dur classique. Ce centreur est également plus long que les centreurs supérieurs 36.

- 10 L'extrémité inférieure de la réduction 46 est destinée à s'ajuster en coulissant sur l'embout 18 de la conduite d'écoulement et elle renferme des joints 50. Ces derniers sont de préférence disposés à l'intérieur de la réduction, car celle-ci peut être plus facilement remontée à la surface que l'extrémité de la conduite 16 d'écoulement.
- 15 La réduction 46 de la conduite d'écoulement est maintenue appliquée vers le bas, contre l'embout 18, à l'encontre des forces exercées vers le haut par l'ensemble 52 à réductions, qui sera décrit plus en détail ci-après.

- 20 L'ensemble 52 comprend plusieurs éléments qui sont fixés au raccord principal 24 de verrouillage, à une certaine distance de ce dernier. Il s'ensuit que le verrouillage du connecteur principal fixe tous les éléments de l'ensemble à réductions en position, tandis que le déverrouillage du connecteur permet le retrait de tous ces éléments.

- 25 Un corps 54 de connecteur de verrouillage est fixé au connecteur principal 24 de verrouillage et porte, à son extrémité supérieure, une plaque horizontale 56 et, à son extrémité inférieure, une plaque horizontale 58. Des plaques 60 d'entretoisement sont soudées entre les plaques supérieure
- 30 et inférieure pour accroître la raideur et la rigidité de l'ensemble à réductions.

- 35 La réduction 46 de conduite d'écoulement est boulonnée ou soudée sur la plaque inférieure 58 de manière à être portée par cette dernière et à faire partie de l'ensemble à réductions. De plus, un entonnoir inférieur 62 de guidage est fixé à la plaque supérieure 56. Cet entonnoir sert à guider

la conduite de production lorsqu'une conduite individuelle peut être descendue et rebranchée.

On peut donc voir que l'appareil tel que décrit jusqu'à présent permet à chacune des conduites 34 de production d'être débranchée individuellement comme souhaité pour des opérations d'entretien, par actionnement des connecteurs secondaires 44 de verrouillage. Cependant, en cas d'urgence, s'il faut débrancher en totalité l'ensemble du système à colonnes de production, le raccord principal 24 de verrouillage peut être débranché et l'ensemble des colonnes peut être remonté. Le système se divisera alors suivant un plan P-P de séparation (figure 1), la colonne centrale se divisant dans le connecteur de verrouillage et des conduites des colonnes de production se divisant à la connexion coulissante inférieure. La chute de la pression hydraulique appliquée aux vannes de sécurité des conduites d'écoulement, comme décrit ci-après, provoque alors automatiquement la fermeture des conduites d'écoulement.

Le système décrit est un système à câbles de guidage, dans lequel des montants 64 de guidage sont également fixés au châssis permanent 12 de guidage. Les câbles 66 de guidage s'élèvent de ces montants jusqu'à la plate-forme flottante.

L'ensemble 52 à réductions comprend des cônes 68 de guidage qui sont fixés rigidement à la plaque supérieure 56 ou à la plaque inférieure 58 du châssis, de manière à être maintenus à une distance fixe du connecteur principal 24 de verrouillage. En plus de leur fonction normale consistant à guider l'ensemble vers les connexions appropriées, les cônes de guidage assument une fonction supplémentaire dans cet appareil. Pendant la descente de la colonne montante centrale et lorsque cette dernière porte avec elle l'ensemble 52 à réductions, chaque connexion de conduite d'écoulement glisse de manière étanche sur les embouts 18 des conduites. En cas de coincement apparaissant sur certains des embouts, l'ensemble à réductions peut avoir tendance

à s'incliner et, le cas échéant, à se coincer. Les cônes de guidage tendent à s'opposer à l'inclinaison de l'ensemble à réductions.

Ainsi qu'on peut le voir sur la figure 2, le système représenté comprend six conduites 34 de production et deux conduites 70 d'injection et de service. Ces conduites d'injection et de service peuvent comporter un raccord secondaire 44 de verrouillage, si cela est souhaité, afin qu'il soit possible de les débrancher séparément, ou bien elles peuvent dépendre totalement d'une connexion coulissante telle que celle réalisée à l'extrémité inférieure de l'ensemble à réductions des conduites d'écoulement.

Un câble ombilical 72 de commande hydraulique est également maintenu à distance de la colonne montante centrale. Dans la forme de réalisation représentée, on suppose qu'il n'est pas souhaitable de libérer séparément le câble ombilical et, par conséquent, aucune connexion verrouillable n'est prévue. Le câble est plutôt prolongé par l'extrémité inférieure d'un boîtier 74 de commande conçu pour s'ajuster étroitement dans un logement 76 destiné à le recevoir. Cette extrémité inférieure 74 du câble ombilical fait partie de l'ensemble à réductions et elle est fermement fixée à ce dernier de manière que le verrouillage du connecteur principal bloque le câble ombilical dans le logement 76. Des connexions disposées de façon appropriée entre le boîtier de commande et le logement permettent l'écoulement d'un fluide hydraulique et sa commande par les diverses conduites de commande pour actionner diverses vannes montées dans les tuyauteries fixées à demeure sur le fond de la mer. Des vannes de sécurité peuvent être placées dans chacune des conduites d'écoulement de manière que, en cas de débranchement au niveau du logement, la pression hydraulique disparaisse, ce qui provoque une fermeture automatique des vannes de sécurité et empêche l'écoulement du pétrole à l'extérieur des conduites.

La commande hydraulique des connecteurs 24 et 44 de verrouillage est de préférence réalisée par des conduits à revêtement dur disposés entre le câble ombilical 72 et les divers connecteurs. Un conduit 78 de commande est branché

entre une connexion 80 du câble ombilical et une connexion 82 du connecteur principal de verrouillage. On peut voir que ces deux éléments font partie de l'ensemble à réductions et qu'ils se déplacent donc ensemble. La commande hydraulique du connecteur principal est donc constamment possible.

Une conduite 84 de commande est branchée, au moyen de tubes rigides, entre une connexion 86 réalisée à l'extrémité inférieure de la conduite ombilicale, et une connexion 88 réalisée sur l'embout 46 de la réduction. Elle présente, en aval, des orifices internes traversant le connecteur 44 de verrouillage afin de permettre l'actionnement des cliquets disposés à l'intérieur de ce dernier. Il faut l'application d'une pression hydraulique pour verrouiller et déverrouiller la connexion.

Lors de la descente de l'ensemble de production, la colonne montante centrale 22 est abaissée en portant les croisillons 30 et l'ensemble 52 à réductions. Le boîtier de commande hydraulique 74 est également porté par l'ensemble à réductions. L'embout 46 des réductions des conduites d'écoulement est descendu avec l'ensemble à réductions. Les cônes 68 de guidage coulisent sur les montants 64 de guidage afin d'orienter l'ensemble, et un raccordement guidé est réalisé par le connecteur 24 de la colonne montante centrale sur l'embout 10 de la colonne centrale et par l'emboîtement des embouts 46 des conduites d'écoulement sur les embouts 18. Le boîtier 74 de commande hydraulique glisse dans le logement 76. La commande hydraulique des cliquets du connecteur principal 24 de verrouillage est réalisée au moyen de la conduite 78 de commande, ce qui verrouille l'ensemble à réductions en position.

Les colonnes 34 de production peuvent à présent être abaissées en passant dans les entonnoirs de guidage et raccordées et guidées sur les extrémités supérieures des réductions de conduites d'écoulement, les tenons des connecteurs secondaires de verrouillage se bloquant dans le connecteur 44 de verrouillage des réductions.

En cas d'urgence nécessitant le débranchement de toutes les colonnes, le connecteur principal 24 de verrouillage est déverrouillé et la totalité de l'ensemble est élevée, la séparation se produisant au niveau du plan P-P. Le conduit flexible 47 est soumis à des flexions répétées et il constitue donc l'élément pouvant demander les remplacements les plus fréquents. Selon l'invention, un conduit flexible séparé peut être remplacé sans que la colonne montante centrale ou les autres colonnes montantes de production en soient affectées. Les cliquets 43 actionnés hydrauliquement, faisant partie du connecteur secondaire approprié 44 de verrouillage, sont rétractés. La colonne de production choisie et son conduit flexible peuvent ensuite être retirés.

Lorsque la colonne 34 de production doit être descendue, un outil 90 de descente, représenté sur la figure 4, peut être placé à l'intérieur du tronçon de la colonne constitué par le conduit flexible. Des cliquets 92, disposés dans une tête 94, se verrouillent dans des ouvertures 96 afin de supporter l'outil. Ce dernier se présente essentiellement sous la forme d'une tige allongée, de flexibilité limitée, et il a pour effet de raidir le conduit flexible pendant la descente de la colonne. Le conduit flexible doit être maintenu suffisamment droit pour s'engager dans les entonnoirs successifs pendant la descente de la colonne, et il doit permettre une flexion forcée suffisante pour que le connecteur puisse être aligné lorsque l'ensemble du système fléchit autour du joint flexible 26 de la colonne centrale.

L'outil représenté est constitué de plusieurs tronçons cylindriques rigides 98 reliés les uns aux autres par des joints universels 100 à mouvement limité. Une tige semi-rigide en matière plastique peut être utilisée, en variante. Le centreur 49 le plus bas est de longueur suffisante pour établir un contact complet avec les deux extrémités de l'entonnoir 32 de guidage, quel que soit l'angle de flexion du joint flexible 26. Ceci assure l'alignement

axial de la colonne en cours de descente, de manière que la dimension de l'entonnoir 62, qui intercepte la colonne, puisse être déterminée de façon fiable.

5 Après le verrouillage du connecteur 44, l'outil de descente est retiré au moyen d'un outil 101 de récupération classique à câble. L'outil de récupération s'enclenche avec un crochet 102. Une traction exercée vers le haut sur ce crochet libère les cliquets 92, permettant la récupération de l'outil 90 de descente.

10 Le connecteur 44 commandé à distance étant disposé au-dessous du tuyau flexible, l'extrémité supérieure de ce dernier peut se déplacer librement dans la direction verticale par rapport à la colonne montante centrale 22. Une grande boucle d'expansion (qui présente donc un faible
15 rayon) est inutile, ce qui permet le passage d'outils pompés, nécessitant un rayon minimal de 1,5 mètre. Il est également possible de retirer un tuyau flexible d'une colonne unique de production afin de le remplacer, sans interrompre ou arrêter la production des autres colonnes.

20 Il va de soi que de nombreuses modifications peuvent être apportées à l'ensemble décrit et représenté sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Ensemble à colonnes montantes de production conduisant le pétrole jusqu'à une plate-forme flottante, caractérisé en ce qu'il comporte une colonne montante centrale (22), un raccord principal (24) de verrouillage fixé à l'extrémité inférieure de la colonne centrale, plusieurs colonnes montantes (34) de production disposées en anneaux autour de la colonne centrale, un conduit flexible (47) formant le tronçon inférieur de chaque colonne de production, une plaque (14) de base ancrée au fond de la mer, un embout (10) de colonne centrale, orienté verticalement, fixé à la plaque de base et destiné à se verrouiller avec le connecteur principal de verrouillage, plusieurs embouts verticaux (18) de conduite d'écoulement fixés à la plaque de base et espacés de façon annulaire autour de l'embout de la colonne centrale, plusieurs connecteurs secondaires (44) actionnés hydrauliquement, un ensemble (52) à réductions comprenant ledit connecteur principal de verrouillage, plusieurs réductions (46) de conduites d'écoulement destinés à former des joints coulissants avec les embouts correspondants de conduites d'écoulement, à leurs extrémités inférieures, et comportant à leurs extrémités supérieures la moitié de chaque connecteur secondaire, et un châssis qui maintient fixement les réductions à distance du connecteur principal de verrouillage, l'autre moitié de chaque connecteur secondaire étant située à l'extrémité inférieure du conduit flexible associé.

2. Ensemble selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte également des moyens (38) destinés à tendre séparément chacune des colonnes montantes de production et la colonne montante centrale.

3. Ensemble selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'ensemble à réductions comprend également plusieurs entonnoirs inférieurs (62) de guidage des colonnes montantes de production, maintenus espacés du connecteur principal de verrouillage et en alignement axial avec les réductions des conduites d'écoulement.

4. Ensemble selon la revendication 3, caractérisé en ce que la colonne montante centrale comporte un joint (26) qui peut fléchir angulairement, situé à peu de distance au-dessus du connecteur principal de verrouillage,
- 5 des entonnoirs supplémentaires (32) de guidage disposés au-dessus du joint flexible et fixés à distance de la colonne centrale, à plusieurs niveaux, ces entonnoirs étant alignés axialement avec les entonnoirs inférieurs de guidage des colonnes de production.
- 10 5. Ensemble selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte également un outil tubulaire et allongé (90) de descente de flexibilité limitée, des moyens (92, 94, 96) destinés à supporter cet outil de descente à l'intérieur du conduit flexible, et des moyens (101, 102) destinés à
- 15 libérer et récupérer l'outil de descente après la fixation d'une colonne de production correspondante.

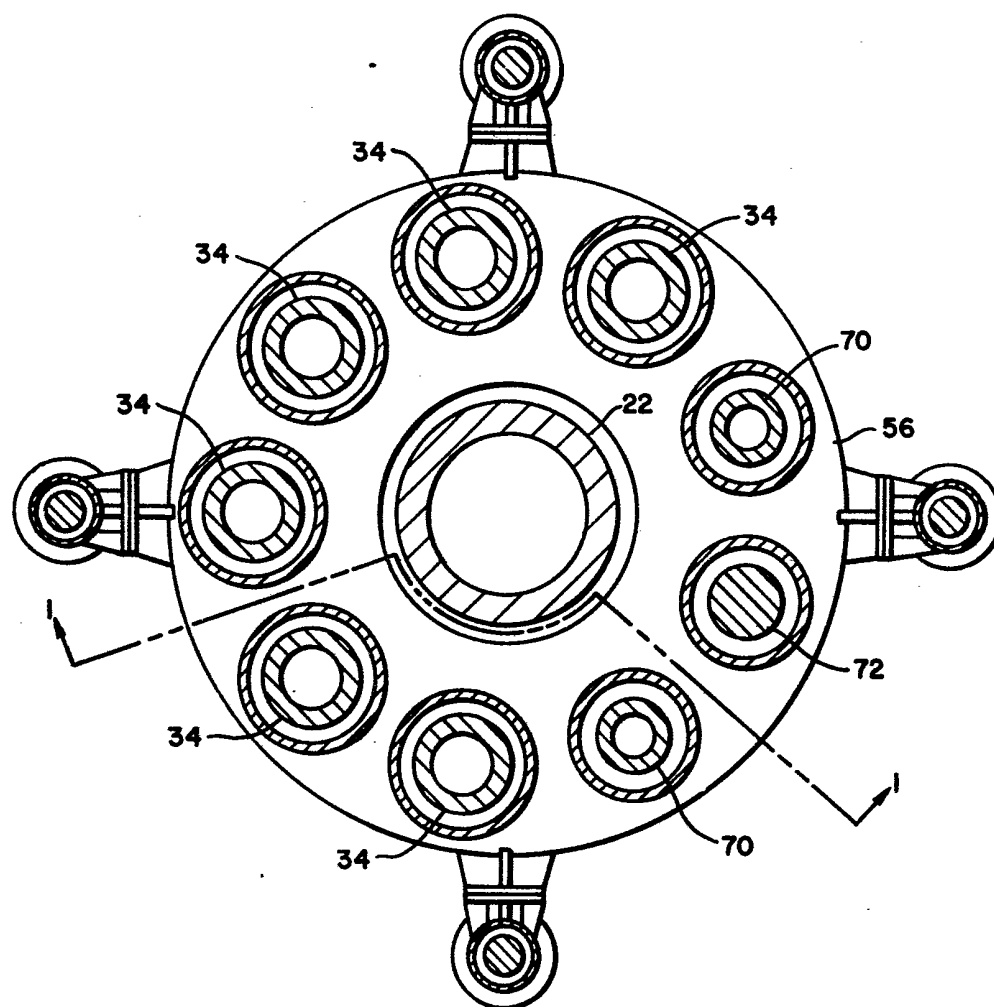


FIG. 2

FIG. 3

