

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 81 24426**

---

(54) Colonne montante souple à ensemble d'écartement pour exploitation pétrolière au large des côtes.

(51) Classification internationale (Int. Cl.<sup>3</sup>). E 21 B 43/01.

(22) Date de dépôt..... 29 décembre 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : *EUA, 29 décembre 1980, n° 220,324.*

(41) Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 26 du 2-7-1982.

---

(71) Déposant : Société dite : MOBIL OIL CORP, résidant aux EUA.

(72) Invention de : Larry Lee Gentry, Herbert Henry Moss, Narayana Narayana Panicker, William Tokio Wada et Irvin Richard Yancey.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Beau de Loménie,  
55, rue d'Amsterdam, 75008 Paris.

La présente invention concerne une colonne montante souple marine, c'est-à-dire un système destiné à assurer la communication des fluides entre une installation placée à la surface de la mer et une tête de puits ou un système collecteur placé au fond.

Au cours de l'exploitation des hydrocarbures fluides des gisements marins de pétrole et de gaz en eaux profondes, il faut qu'un système assure la communication des fluides entre le fond de la mer et la surface, lorsque les équipements de production ont été établis. Un tel système, couramment appelé "colonne montante de production", comprend habituellement plusieurs conduits dans lesquels divers fluides produits sont transportés vers la surface, et notamment des canalisations de pétrole et de gaz, ainsi que des canalisations de commande hydraulique et de service.

Dans de nombreuses zones de production au large des côtes, on peut utiliser une installation flottante comme plate-forme de production et/ou de stockage. Comme l'installation est exposée aux conditions régnant à la surface et au-dessous, elle subit divers mouvements, par exemple de soulèvement, de roulis, de tangage et de dérive. Une colonne montante de production, devant fonctionner de façon satisfaisante avec une telle installation, doit être suffisamment souple pour qu'elle compense ces mouvements pendant de longues périodes de fonctionnement et sans panne.

Le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 4 182 584 décrit une telle colonne montante marine. Cette colonne comprend un tronçon inférieur qui part du fond de la mer et qui rejoint une position fixe qui se trouve juste au-dessous de la zone de turbulence qui existe à proximité de la surface de l'eau, et un tronçon souple comprenant des conduites d'écoulement placées entre la partie supérieure du tronçon rigide et un navire qui flotte en surface, par l'intermédiaire de la zone de turbulence. Un flotteur immergé est fixé à la partie supérieure du tronçon rigide afin que celui-ci conserve une attitude sensiblement verticale. Dans les colonnes montantes de ce type, la mise en place et l'en

tretien des conduites souples d'écoulement qui sont fixées au tronçon rigide d'une manière telle que la partie d'extrémité adjacente au tronçon rigide n'a pas une inclinaison normale pour une chaînette, présentent souvent des difficultés. Cette disposition peut provoquer des contraintes localisées, conduisant à une usure indésirable de la conduite souple d'écoulement au niveau de son équipement terminal. Lorsque la conduite d'écoulement prend la forme naturelle d'une chaînette, elle s'approche du tronçon fixe en direction ascendante presque verticale à son point de suspension.

Une colonne montante souple destinée à être utilisée dans les océans à grande profondeur est donc nécessaire afin qu'elle relie l'installation en surface au tronçon inférieur immergé de colonne, d'une manière qui permette (1) une excursion latérale et la rotation du navire flottant en surface sous l'action des éléments, (2) une souplesse verticale permettant le mouvement associé aux vagues et aux marées et (3) la déconnexion et la réparation. Etant donné les poids et pressions importants dans certaines conduites d'écoulement, notamment les gros conduits qui transportent du pétrole, chaque conduite souple d'écoulement doit être avantageusement supportée avec une configuration de chaînette entre un flotteur de position fixe et l'installation de surface. Bien que de nombreux conduits souples de longueurs égales présentent des avantages, les conditions sévères imposées par les éléments et par le fonctionnement peuvent provoquer un emmêlement ou une usure des conduites d'écoulement et des lignes hydrauliques de commande en forme de chaînette.

On a consacré diverses tentatives à la résolution de ces problèmes, par exemple par utilisation de dispositif de retenue destiné à écarter et maintenir à distance les conduits souples individuels. Cependant, les contraintes de torsion et l'inégalité des contraintes de raccordement posent des problèmes importants à la conservation d'un système fiable.

L'invention concerne une colonne montante souple

qui supprime ou résout ces problèmes.

Plus précisément, l'invention concerne une colonne montante marine souple destinée à assurer le raccordement entre une base se trouvant au fond d'une mer et une installation se trouvant à la surface, cette colonne comprenant un tronçon de colonne à plusieurs conduits partant de la base et rejoignant un tronçon immergé à flotteur, et un tronçon de conduites souples d'écoulement raccordé au tronçon à flotteur et à l'installation de surface, le tronçon de conduites souples d'écoulement comprenant :

plusieurs conduites souples d'écoulement raccordées, à une première extrémité, au niveau du tronçon à flotteur, à des conduits correspondants du tronçon de colonne montante, sous forme d'un arrangement parallèle dans lequel les conduites sont espacées linéairement, et raccordées à leur autre extrémité à l'installation de surface, sous forme d'un arrangement de conduites distantes radialement, chaque conduite souple d'écoulement étant suspendue à ses raccords suivant des inclinaisons sensiblement verticales correspondant à une forme en chaînette et prenant sur toute sa longueur une telle forme en chaînette,

plusieurs poutres transversales d'écartement, espacées le long des conduites souples d'écoulement afin que celles-ci soient maintenues sous forme d'un arrangement parallèle dans lequel elles sont espacées linéairement, sur la plus grande partie de leur longueur, les conduites souples pouvant cependant se déplacer longitudinalement, et

un dispositif destiné à maintenir les poutres d'écartement dans leurs positions distantes longitudinalement le long des conduites souples d'écoulement.

Comme les conduites souples d'écoulement sont maintenues sous forme d'un arrangement parallèle dans lequel elles sont distantes linéairement, c'est-à-dire sous forme d'un arrangement analogue à un ruban, sur la plus grande partie de leur longueur, le contact mutuel des conduites souples est éliminé en grande partie si bien que les conduites ne peuvent pas s'emmêler et s'user par

ragage. Simultanément, les conduites sont suspendues à leurs points de connexion au tronçon à flotteur et à l'installation en surface, avec des inclinaisons sensiblement verticales correspondant à la forme en chaînette si bien que les contraintes exercées sur les conduites et l'équipement de leurs extrémités sont réduites, avec réduction de l'usure et augmentation de la durée de service et de la fiabilité de la colonne montante.

A l'extrémité supérieure, c'est-à-dire entre l'installation de surface et la poutre adjacente d'écartement, l'arrangement des conduites d'écoulement passe d'une forme parallèle à conduites linéairement espacées à une forme à conduites espacées radialement au point de fixation de l'installation de surface. L'arrangement compact à espacement radial est avantageux pour la connexion à un système rotatif de transmission de fluide présent dans l'installation de surface, notamment un navire de production ou une plate-forme flottante. Un tel système de transmission comprend un organe rotatif, par exemple un bouchon circulaire rotatif placé dans un puits, ayant une section circulaire, par exemple de forme cylindrique, tronconique ou partiellement sphéroïdale, avec un axe vertical de rotation. L'installation de surface a un dispositif d'entraînement de l'organe rotatif, permettant le maintien de celui-ci à un azimuth prédéterminé, habituellement plus ou moins 45 degrés, par rapport au plan vertical passant par l'organe rotatif et le tronçon immergé à flotteur, c'est-à-dire les deux extrémités des conduites souples d'écoulement.

Les conduites souples d'écoulement ont de préférence une section circulaire et elles ont avantageusement pratiquement la même longueur. Comme elles ont des fonctions différentes, leurs diamètres sont aussi différents si bien que leur souplesse et leur poids varient de l'une à l'autre. Un bon équilibrage de l'arrangement en ruban de ces conduites, sans torsion, est obtenu lorsque les conduites de plus grand diamètre (et en conséquence les plus lourdes) sont placées au centre de l'arrangement linéaire et les

conduites de plus petit diamètre (et en conséquence les plus légères) sont placées sur les côtés de l'arrangement linéaire. La séquence de montage des conduites dans l'arrangement linéaire est de préférence conservée dans l'arrangement radial de l'installation en surface afin que le  
5 risque de torsion et d'emmêlement des conduites soit réduit.

Les poutres transversales d'écartement qui retiennent les conduites sous forme d'un arrangement parallèle  
10 espacé linéairement comportent avantageusement chacune plusieurs ouvertures circulaires destinées au passage et à la retenue des conduites souples. Comme celles-ci doivent être libres de se déplacer longitudinalement par rapport aux poutres d'écartement et les unes par rapport aux autres,  
15 chaque ouverture circulaire doit avoir un diamètre interne laissant un espace d'au moins 25 % autour de la conduite afin qu'elle y soit retenue. Une telle disposition présente en outre un avantage car, comme les orifices sont suffisamment grands, une conduite de l'équipement terminal qui y est  
20 fixée peut être retirée de la poutre d'écartement par simple passage de la totalité de la conduite par l'ouverture sous l'action d'une force de traction. Cependant, les ouvertures circulaires peuvent de préférence être ouvertes latéralement afin qu'elles permettent un enlèvement et un  
25 remplacement facile des conduites souples.

Comme les poutres transversales d'écartement ont pour seul rôle de retenir les conduites sous forme de l'arrangement parallèle nécessaire avec l'espacement linéaire voulu mais ne supportent pas ces conduites et ne sont pas  
30 supportées par celles-ci, un dispositif supplémentaire maintient les poutres d'écartement à des emplacements prédéterminés le long des conduites. Ce dispositif est avantageusement un câble suspendu au tronçon à flotteur et à l'installation de surface et reliant successivement les  
35 poutres d'écartement. Comme le câble ne doit pas empêcher les conduites de prendre naturellement la forme d'une chaîne, il a avantageusement pratiquement la même longueur

que les conduites. Il est cependant avantageux d'utiliser deux câbles, fixés chacun à une extrémité des poutres, afin que celles-ci soient maintenues avec l'attitude transversale voulue.

5 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront compris à la lecture de la description qui va suivre d'exemples de réalisation et en se référant aux dessins annexés sur lesquels :

la figure 1 représente schématiquement une colonne montante souple marine ;

la figure 2 est une vue en plan d'un navire qui tourne à la surface sous l'action des éléments ;

la figure 3 est une vue en plan du tronçon à flotteur de la colonne montante ;

15 la figure 4 est une élévation latérale du tronçon à flotteur ;

la figure 5 est une vue en plan du tronçon à flotteur avec un ensemble associé de raccordement qui lui est fixé ;

20 la figure 6 est une coupe verticale du tronçon à flotteur ;

la figure 7 est une élévation en coupe partielle du tronçon à flotteur ayant un ensemble de raccordement et une conduite souple d'écoulement qui y est fixée ;

25 la figure 8 est une élévation latérale d'un segment de tronçon de conduite souple d'écoulement représentant en bout une poutre d'écartement avec des fils de support qui y sont fixés ;

la figure 9 est une élévation frontale du tronçon de conduite souple d'écoulement et d'une poutre d'écartement ;

la figure 10 est une coupe du tronçon de conduite souple d'écoulement représentant la poutre d'écartement ;

la figure 11 est une vue en plan d'un ensemble de raccordement du tronçon de conduite souple d'écoulement au tronçon à flotteur ;

la figure 12 est une élévation frontale de l'en-

semble de raccordement ; et

les figures 13A à 13D représentent schématiquement une séquence de mise en place de la colonne montante souple.

5 Dans la description qui suit faite en référence aux dessins, certaines parties de la colonne montante souple sont représentées simplement à titre illustratif, dans un exemple de mise en oeuvre. Cependant, des modifications et variantes de ces parties peuvent être  
10 utilisées dans la plupart des cas. Ainsi, l'installation de surface n'est pas obligatoirement un navire producteur puisque des ensembles semi-submersibles ou des plate-formes flottantes constituent des structures qui peuvent aussi être utilisées avec des colonnes souples, comme représenté  
15 dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 4 098 333. De manière analogue, la structure particulière du raccordement au fond de la mer peut être adaptée à une tête de puits unique, à un système de collecte et de rassemblement de nombreux puits et/ou à un collecteur destiné à recevoir  
20 et à transporter du pétrole et du gaz. De manière, le tronçon inférieur immergé et vertical de colonne n'est pas obligatoirement formé de conduits rigides, puisque des tuyauteries souples ou des tubes souples mis sous tension par des flotteurs peuvent garder une position fixe lorsqu'ils  
25 sont fixés au fond de l'océan, comme décrit dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 3 911 688 et dans le brevet français n° 2 370 219. Une excursion limitée du tronçon inférieur de colonne est aussi possible, mais le tronçon supérieur en forme de chaînette est nécessaire afin qu'il  
30 permette une excursion horizontale et des variations de hauteur importantes de l'installation de surface.

Sur les dessins, la figure 1 représente une colonne montante souple marine 10 en position de travail, au large des côtes. La colonne a un tronçon rigide inférieur  
35 rieur 21 et un tronçon supérieur souple 22. Le tronçon 21 est fixé à une base 24 au fond 23 de la mer et dépasse vers le haut jusqu'en un point qui se trouve juste au-

dessous d'une zone 25 de turbulence, c'est-à-dire de la zone qui comprend l'eau qui se trouve au-dessous de la surface et qui est normalement affectée par les conditions en surface, par exemple les courants, les vents de surface et les vagues. Un tronçon 26 à flotteur comprenant des chambres 31 de flottaison, est placé à la partie supérieure du tronçon rigide 21 afin que celui-ci reste en position verticale sous tension. Le tronçon souple 22 a plusieurs conduites souples d'écoulement 70 et plusieurs poutres 75 d'écartement, les conduites étant raccordées à des passages correspondants formés dans le tronçon rigide 21, au niveau du tronçon 26 à flotteur. Le tronçon souple 22 descend à partir du tronçon 26 à flotteur, en suivant un trajet en chaînette avant de remonter vers la surface au niveau de laquelle il se raccorde à l'installation flottante 22a.

La configuration en chaînette des conduites d'écoulement permet un transport sûr des fluides, malgré une variation considérable de la position du navire de surface par rapport au tronçon fixe de colonne. Les variations de l'attitude en rotation lorsqu'un navire de production tourne sur lui-même peuvent être compensées par utilisation d'un bouchon rotatif 101 placé dans un puits comme indiqué sur les figures 1 et 2. L'utilisation d'un sous-ensemble rotatif de transmission de fluide à bord du navire, permettant par exemple un couplage des fluides sur un arc de cercle de  $270^{\circ}$ , permet la stabilisation de l'extrémité du tronçon 22 proche de la surface avec une attitude relativement fixe. L'installation de surface subit aussi une excursion latérale qui la rapproche ou l'éloigne du tronçon inférieur, par exemple sur une distance pouvant atteindre la moitié de la longueur totale du tronçon souple 22. Habituellement, l'installation en surface doit pouvoir avoir un fonctionnement sûr dans une plage azimutale de  $\pm 45^{\circ}$ . Ce secteur de fonctionnement ou "cycle d'horloge" peut être obtenu avec la colonne montante souple selon l'invention, les contraintes restant réparties de façon accep-

table dans les sous-ensembles immergés de raccordement.

L'angle d'écart du faisceau de conduites d'écoulement par rapport à une chaînette augmente lorsque l'excursion du navire en surface augmente par rapport au tronçon inférieur de colonne. Evidemment, un navire amarré directement au-dessus de la colonne rigide a des conduites d'écoulement dirigées verticalement (inclinaison de  $0^\circ$  en pratique). Dans une colonne dans laquelle la longueur des tuyauteries souples est égale à trois fois la profondeur L de raccordement de la colonne, lorsque l'excursion passe de 0 à  $1,5 L$ , l'angle normal de la chaînette augmente à  $20^\circ$  environ.

Comme l'indique la figure 1, la partie 24 de bas est placée sur le fond de la mer et les conduites immergées provenant des puits individuels peuvent y aboutir. La base 24 peut être une tête de puits, un organe de complètement de plusieurs puits, un centre collecteur immergé, ou une structure sous-marine analogue. Chaque conduite immergée aboutit à la base 24 et a de préférence un raccord commandé à distance, par exemple un raccord enfichable, fixé à son extrémité inférieure. Comme l'indiquent les figures 1 et 3 à 6, le tronçon inférieur 21 peut avoir une enveloppe 27 qui a un ensemble de raccordement (non représenté) à son extrémité inférieure, cet ensemble étant lui-même destiné à coopérer avec un dispositif de montage placé sur la base 24 afin que l'enveloppe 27 soit fixée à celle-ci.

Comme indiqué sur la figure 3, plusieurs conduites rigides individuels 30 d'écoulement qui peuvent avoir le même diamètre ou des diamètres différents, passent dans des guides placés à l'intérieur de l'enveloppe 27, de manière connue, ou fixés à l'extérieur de celle-ci. Ils sont reliés par des connecteurs emboîtables ou vissés sur la base 24 et forment des circuits individuels de circulation entre le fond 23 de la mer et un point adjacent au tronçon à flotteur, à la partie supérieure de l'enveloppe 27.

Le tronçon 26 à flotteur comporte deux chambres 31 de flottaison, fixées à des côtés diamétralement opposés.

de l'enveloppe 27. Comme l'indiquent les figures 3 et 4, une poutre 33 est disposée entre les chambres 31, près de leurs extrémités supérieures, et y est fixée. Des bras 34 de support latéral, destinés à coopérer avec un ensemble de raccordement, sont fixés aux bords externes des chambres 31 et en dépassent horizontalement vers l'extérieur. Une fente 34a ou partie à encoches formée sur le bord interne du bras est placée entre la structure principale de flottaison et l'extrémité de chaque bras 34. Ces fentes sont destinées à supporter un organe intermédiaire double de transmission appartenant à l'ensemble de raccordement tel que décrit dans la suite du présent mémoire.

Plusieurs structures 35 de support sont montées sur l'enveloppe 27 et fixées à la poutre 33, sur le tronçon à flotteur, afin qu'elles logent et retiennent des conduits en U inversé (ou des conduits en col de cygne). Bien que, par raison de clarté, les figures 3, 4 et 6 ne représentent qu'une seule structure 35, il faut noter que le tronçon à flotteur comprend une structure analogue 35 pour chaque conduit rigide 30 qui se trouve dans l'enveloppe 27. Comme indiqué sur la figure 6, un exemple de structure 35 comprend un châssis vertical 37 ayant un élément inférieur 38 de montage fixé à une poutre 33 de flotteur et ayant une rigole 39 fixée à sa face supérieure. La rigole 39 est suffisamment large pour qu'elle loge un conduit correspondant 36 en col de cygne. Des montants 40 de guidage sont fixés aux chambres 31 et en dépassent vers le haut (comme indiqué sur les figures 3, 4 et 5) afin que l'installation des conduits en col de cygne soit facilitée.

Les figures 1 et 7 représentent un exemple d'ensemble de raccordement comprenant un conduit 36 en col de cygne. Ce conduit a un tronçon de conduit rigide qui se recourbe vers le bas aux deux extrémités afin qu'il forme un trajet de circulation en U inversé. Un raccord 42 (par exemple un raccord à bague vissée, commandé hydrauliquement) est fixé à une première extrémité du conduit 36 en col de cygne et est destiné à raccorder celui-ci au conduit cor-

respondant 30 de la colonne inférieure, lorsque le conduit 36 est abaissé en position de travail. Les conditions très sévères de travail des systèmes de manutention sous-marins peuvent provoquer des pannes fréquentes de l'appareillage et peuvent poser des problèmes de réparation et des vannes de sécurité sont habituellement incorporées à toutes les conduites d'écoulement afin que la pollution et les pertes de produit soient minimales. Des raccords et des dispositifs hydrauliques de mise en action redondants sont aussi souhaitables étant donné les pannes occasionnelles de l'appareillage. Une vanne d'arrêt d'urgence 43 est aussi montée dans le conduit en col de cygne, juste au-dessus de son autre extrémité qui est tournée vers le bas.

Le tronçon souple représenté sur les figures 1 et 8 à 10 comporte plusieurs conduites souples d'écoulement 70 raccordées chacune à l'installation 22a de surface et à un conduit correspondant 36 en col de cygne du tronçon 26 de flottaison. Le raccordement des conduites 70 aux conduits 36 est décrit en détail dans la suite du présent mémoire. Le raccordement des conduites 70 à l'installation 22a s'effectue par l'intermédiaire du bouchon rotatif 101 placé dans un puits, les conduites étant disposées suivant un arrangement dans lequel elles sont espacées radialement, par exemple en cercle.

Les conduites souples d'écoulement 70 sont de préférence des conduits gainés multicouches "Coflexip". Elles ont une section circulaire et comportent un revêtement externe protecteur d'une matière à faible coefficient de frottement. Elles sont disponibles dans le commerce avec diverses dimensions et peuvent être munies d'extrémités amovibles.

Comme indiqué précédemment, le tronçon souple 22 a des poutres transversales 75 d'écartement sur sa longueur. Ces poutres maintiennent les conduits souples de même longueur sous forme d'un arrangement parallèle dans lequel les conduites sont espacées linéairement sur toute la longueur du tronçon souple, sauf dans la partie comprise entre

l'installation 22a de surface et la poutre 75 d'écartement qui est la plus proche de cette installation.

Chaque poutre 75 d'écartement est une barre transversale 76 sur laquelle sont disposés plusieurs guides distants 77 à raison d'un guide destiné à retenir avec du jeu chaque conduite 70. Chaque guide 77 a un portillon articulé 78 qui peut être ouvert (comme indiqué en traits mixtes sur la figure 10) afin que la conduite correspondante se loge dans le guide, et qui peut être fermé avec une goupille 77a fixant la conduite dans le guide. Chaque guide est suffisamment large pour laisser un jeu d'au moins 25 % du diamètre de la conduite autour de celle-ci afin qu'elle puisse se déplacer librement dans le guide. En outre, les guides sont de préférence suffisamment grands pour permettre un passage libre des équipements des extrémités des conduites, reliés au tronçon à flotteur. Les guides 77 peuvent être revêtus d'un manchon 79 de matière plastique ayant un faible coefficient de frottement afin que l'usure des conduites 70 soit minimale.

Comme l'indiquent les figures 9 et 10, la conduite 70 de plus grand diamètre est placée au centre du tronçon souple en ruban alors que les conduites de petit diamètre se trouvent de part et d'autre, celles de plus petit diamètre se trouvant au bord. Cette disposition forme un arrangement équilibré qui est symétrique dans la mesure du possible, au point de vue du poids et de la dimension des conduites.

Comme les poutres 75 d'écartement peuvent coulisser par rapport aux conduites 70, des câbles 80 de support sont fixés aux extrémités de chaque poutre d'écartement par des connecteurs 81. Ces câbles 80 relient les paires adjacentes de poutres d'écartement et relient les poutres au bouchon rotatif 101 et à l'ensemble 82 de raccordement respectivement, si bien qu'ils supportent les poutres d'écartement à des positions prédéterminées le long des conduites 70.

Les câbles 80 qui relient les poutres 75 peuvent cependant être disposés de différentes manières pourvu

qu'ils remplissent leurs fonctions principales de support du poids des poutres d'écartement et de maintien de l'espacement du tronçon souple, sans perturbations des conduites souples. A cet égard, il faut noter que les poutres d'écartement peuvent avoir un poids considérable et peuvent en conséquence nécessiter un support important par les câbles, bien que d'autres poutres d'écartement puissent avoir une légère flottaison négative ou puissent même avoir une flottaison positive ; dans ce cas, les câbles n'assurent qu'un faible support mais ont essentiellement pour rôle de maintenir l'espacement des poutres.

Les espacements les plus avantageux pour les poutres 75, le long des conduites souples, peuvent être exprimés de façon générale en fonction de la longueur  $L$  des conduites souples. Ainsi, la première poutre d'espacement est en général à une distance comprise  $L/4$  et  $L/3$  du point de fixation au bouchon rotatif 101, afin qu'il reste une longueur convenable non maintenue dans laquelle les conduites peuvent passer de l'arrangement à espacement radial à l'arrangement à espacement linéaire. Les poutres d'écartement restantes sont en général plus rapprochées afin qu'elles donnent la configuration en ruban aux conduites, les espacements étant par exemple compris entre  $L/10$  et  $L/8$ . Cependant, l'espacement précis dépend d'un certain nombre de facteurs tels que le nombre de poutres d'espacement utilisées, le rapport longueur/largeur du tronçon souple, et la souplesse des conduites considérées individuellement et ensemble. Quel que soit le nombre de poutres cependant, les conduites doivent pouvoir prendre librement la forme de chaînette sur toute leur longueur.

L'ensemble 82 de raccordement (figures 11 et 12) constitue un dispositif de montage et de raccordement du tronçon souple 22 sur le tronçon 26 à flotteur. L'ensemble 82 a un organe horizontal allongé 83 de support. Cet organe peut être une poutre d'acier en forme de caisson, ayant plusieurs cavités espacées 84 qui logent les conduites souples correspondantes 70 avec un arrangement linéaire.

Un dispositif de chargement et de blocage, tels que des portillons 85 articulés dans les cavités 84, maintiennent les parties terminales des conduites 70 sur l'ensemble de raccordement. Des vérins hydrauliques 86 commandent latéralement les portillons 85 entre une position ouverte (représentée en traits interrompus sur la figure 11) et une position fermée de blocage. Les vérins hydrauliques 86 peuvent être montés de façon permanente sur la poutre 83 ou au contraire peuvent être placés de façon amovible par un plongeur au moment opportun.

Des ensembles 87 à tiges de raccordement, commandés hydrauliquement, sont montés aux extrémités opposées de la poutre 83 et sont destinés à supporter et bloquer la poutre 83 sur les bras 34 lorsque l'ensemble 82 de raccordement est en position sur le tronçon 26 à flotteur. L'ensemble 82 est fixé sur les bras 34 du tronçon fixe de colonne montante lorsque les supports amovibles 87 des extrémités de la poutre sont disposés aux extrémités opposées de celle-ci. Cette fixation temporaire est assurée par des organes rétractables 87c qui sont destinés à être retenus près des fentes 34a. Une configuration de barre en D et un arrangement complémentaire des extrémités de la poutre et des bras 34 permettent la chute de l'ensemble de raccordement dans sa totalité à distance du tronçon à flotteur, empêchant ainsi une déformation angulaire et une détérioration du faisceau souple en cas de défaillance du dispositif d'accrochage ou de déplacement en retrait d'un seul organe rétractable.

L'ensemble de raccordement peut être fixé initialement aux bras 34 de support du tronçon fixe par support de l'ensemble de raccordement, auquel les conduites 70 sont fixées ou non, à des câbles 110. L'ensemble de raccordement est manoeuvré au-dessous des bras 34, le long du tronçon 26 à flotteur et il est guidé vers le haut par des lignes 113 jusqu'à ce que l'organe inférieur de guidage soit tiré entre des patins 115 qui empêchent un déplacement latéral de l'ensemble de raccordement par rapport aux bras de sup-

port. L'organe 87a prolongeant la poutre en direction latérale passe dans les fentes 34a. Un moteur hydraulique réversible 47a repousse la tige rétractable 87c vers l'extérieur entre le prolongement 87a de la poutre et les bras 34 de manière que l'ensemble de raccordement soit bloqué sur le tronçon fixe de colonne.

Une canalisation hydraulique 88 comprend un certain nombre de conduits contenant des fluides individuels sous pression et destinés à commander les divers mécanismes de l'ensemble 82 de raccordement, et elle peut être fixée par un portillon manuel 89.

Un raccord principal 90 (par exemple à bague de serrage et commandé hydrauliquement) peut être monté à l'extrémité de chaque conduite souple 70 et est destiné à raccorder une conduite 70 à l'extrémité mâle 45 de la partie 41 dirigée vers le bas du conduit correspondant 36, à distance. Un raccord redondant éventuel, secondaire ou de secours 91 peut être placé près du raccord 90 afin qu'il permette la séparation de la conduite souple du tronçon 26 à flotteur en cas d'urgence. Des vérins 98 (figure 12) sont alors commandés afin qu'ils déplacent les raccords individuels 90 en position de coopération avec les extrémités mâles 45 des conduits 36. Le raccord 90 est fermé afin qu'il assure la connexion entre le conduit 36 et la conduite 70. Un plongeur peut alors réaliser la connexion électrique entre les câbles 41a et 70a.

Le tronçon inférieur rigide 27 ayant le tronçon 26 à flotteur en place est monté sur la base 24 lors du montage de la colonne montante 20 selon l'invention. Les conduits rigides 30 passent dans l'enveloppe 27 et sont reliés aux conduites immergées sur la base 24. Le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 4 182 584 décrit une technique qui peut être utilisée pour la mise en place du tronçon rigide 27 et des conduits rigides 30. Les ensembles de raccordement en col de cygne sont alors abaissés sur des outils de descente en position prédéterminée sur le tronçon 26. Le conduit 36 de chaque ensemble de connexion est placé

de manière qu'il soit convenablement aligné sur les conduites rigides et souples correspondantes.

Dans un procédé d'assemblage et de mise en place du tronçon souple 22, les conduites souples 70 et le câble électrique 70a sont conservés sur des rouleaux à moteur placés sur le navire 22a. Une première extrémité de chaque conduite 70 et du câble 70a est raccordée à un bouchon 101 qui est abaissé sous forme retournée par l'intermédiaire du puits A du navire 22a. Le bouchon 101 peut être transbordé entre les puits A et B à l'aide d'une ligne 102. Dans une variante, le bouchon ou une de ses parties peut être monté préalablement, les canalisations souples étant transbordées individuellement et fixées. Les câbles 80 qui supportent les poutres 75 d'écartement peuvent être fixés au bouchon 101 et dévidés avec les conduites 70. Les poutres d'écartement sont assemblées sur les conduites 70 lors de leur dévidage ou chaque conduite 70 peut être disposée séparément dans le guide correspondant 77 de la poutre 75, par un plongeur, après que chaque poutre 75 a pénétré dans l'eau. Lorsque le bouchon 101 et/ou les conduites 70 sont transvasés vers le puits B, l'ensemble 82 de raccordement peut être monté aux extrémités des conduites 70 et des câbles 70a comme représenté sur les figures 13A à 13D.

Après le montage du tronçon souple 22, le bouchon rotatif 101 est tiré dans le puits B du navire 22a et y est fixé. L'ensemble 82 de raccordement est abaissé à l'aide de câbles 110 vers une position qui se trouve juste au-dessous des bras 34 sur le tronçon 26 à flotteur (figure 13B). Un plongeur D quitte une cloche 111 de plongée et fixe des lignes 112 d'accrochage aux lignes 113. A l'aide d'un treuil non représenté, monté sur le tronçon 26, et des lignes 112 d'accrochage, le plongeur D tire les lignes 113 dans les patins 115 de guidage qui sont divisés ou articulés afin que les lignes 113 puissent pénétrer. Une traction est alors exercée sur les lignes 113 afin que l'ensemble de raccordement 82 soit mis en position sur les bras 34. Lorsque l'ensemble 82 est tiré vers le haut, les

supports supérieurs 87a des ensembles 87 passent dans les fentes 34a des bras 34. Les vérins hydrauliques 87b sont alors commandés afin qu'ils déplacent les barres transversales 87c entre les bras 34 et bloquent ainsi l'ensemble 82 de raccordement en position sur le tronçon 26 à flotteur. Les vérins 92 sont alors commandés afin qu'ils déplacent le raccord 90 en position de coopération avec une extrémité mâle 45 d'un conduit 36 en col de cygne, et le raccord 90 est commandé de manière qu'il assure la connexion entre le conduit 36 et la conduite 70. Le plongeur D effectue alors la connexion électrique entre les câbles 41a et 70a et termine ainsi l'installation.

Dans une variante, les conduites peuvent être assemblées dans l'ensemble 82 de raccordement lorsque celui-ci a été placé sur le tronçon immergé à flotteur. Cette opération peut être utilisée pour l'installation initiale ou le remplacement individuel de conduites souples, et il comprend le guidage d'une conduite souple d'écoulement 70, dirigée vers le haut, ainsi que de sa partie terminale, sur le portillon convenable 85 de chargement porté par la poutre 83, la fixation de la conduite sur le portillon et la fermeture de celui-ci afin qu'il bloque la conduite, la mise en alignement de la partie terminale de la conduite et du conduit correspondant 36 en col de cygne qui est raccordé à un conduit 30 de la colonne montante, et le soulèvement de la partie terminale de la conduite au-dessus du portillon avec les vérins 98, en position de coopération avec le conduit 36 en col de cygne.

Ces techniques de montage assurent la communication entre le puits sous-marin et l'installation en surface par l'intermédiaire du tronçon fixe de colonne et des conduites souples, ces dernières étant suspendues aux raccords rigides, avec une inclinaison sensiblement verticale correspondant à une chafnette, les parties terminales des conduites étant supportées pratiquement en totalité par les connexions rigides.

Bien entendu, diverses modifications peuvent être

apportées par l'homme de l'art aux dispositifs qui viennent d'être décrits uniquement à titre d'exemples non limitatifs sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDEICATIONS

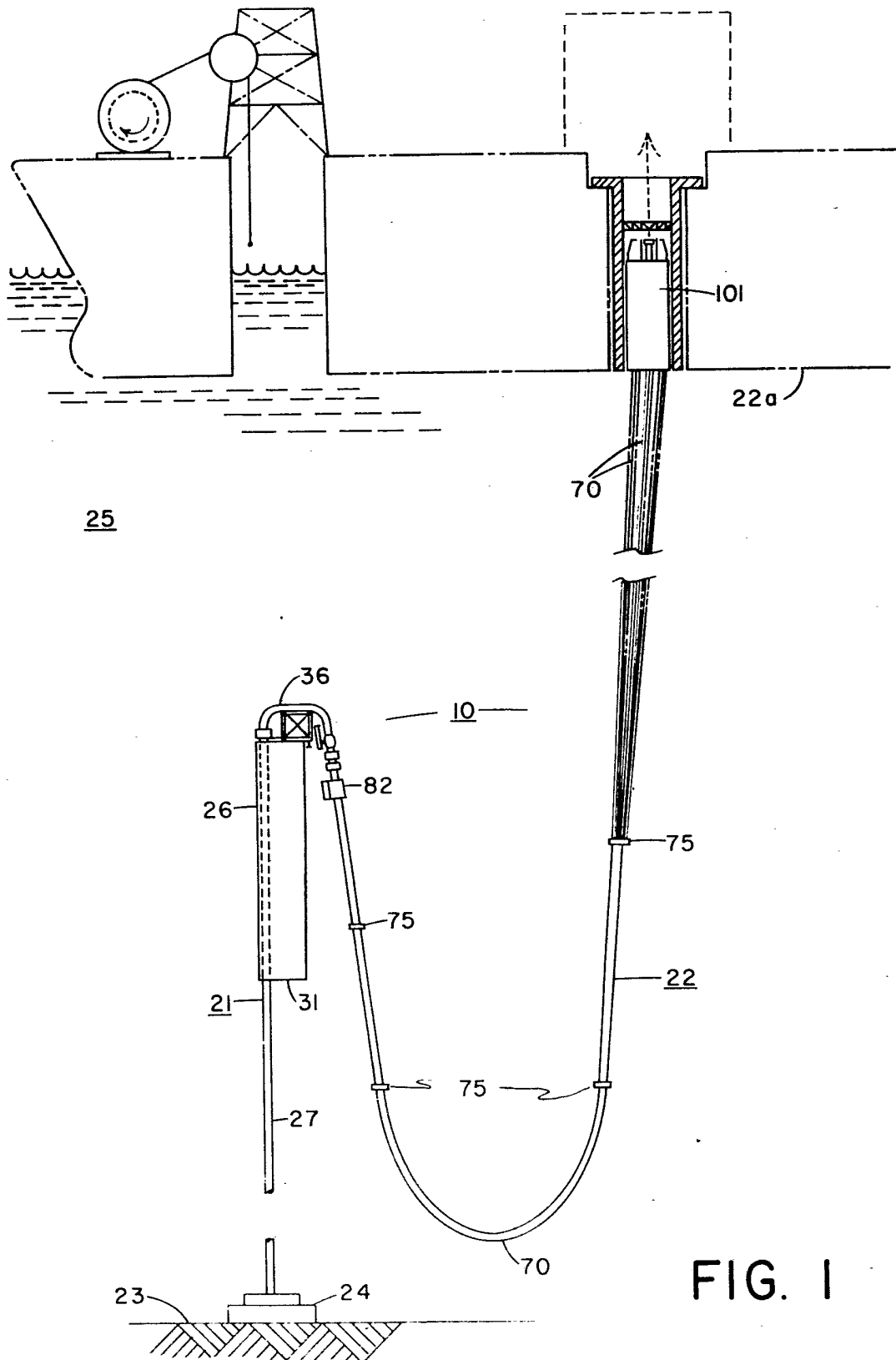
1. Colonne montante marine souple destinée à raccorder une base placée au fond de la mer à une installation de surface, caractérisée en ce qu'elle comprend un
- 5 tronçon de colonne (21) à plusieurs conduits, remontant de la base placée au fond de la mer jusqu'à un tronçon immergé (26) à flotteur, et un tronçon souple (22) de conduite d'écoulement raccordé au tronçon de colonne et à l'installation de surface, le tronçon souple à conduite
- 10 d'écoulement comprenant :
- plusieurs conduites souples d'écoulement (70) raccordées à une première extrémité, au niveau du tronçon à flotteur (26) à des conduits correspondants (36) du tronçon de colonne (21) sous forme d'un arrangement paral-
- 15 lèle dans lequel les conduites sont espacées linéairement, et raccordées à l'autre extrémité à l'installation de surface, sous forme d'un arrangement à espacement radial, chaque conduite souple d'écoulement (70) étant suspendue à ses raccords avec des inclinaisons sensiblement verticales
- 20 correspondant à des chaînettes, chaque conduite prenant une forme en chaînette sur toute sa longueur,
- plusieurs poutres transversales (75) d'écartement espacées le long des conduites souples d'écoulement (70) afin que celles-ci soient maintenues sous forme d'un arran-
- 25 gement parallèle dans lequel elles sont espacées linéairement sur la plus grande partie de la longueur, tout en permettant un déplacement longitudinal relatif des conduites souples, et
- un dispositif (80) de maintien des poutres d'espacement dans leurs positions espacées longitudinalement le long des conduites souples d'écoulement.
- 30
2. Colonne selon la revendication 1, caractérisée en ce que les conduites souples d'écoulement (70) ont une section circulaire.
- 35
3. Colonne selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisée en ce que chaque poutre d'écartement (75) a plusieurs ouvertures circulaires destinées à loger et rete-

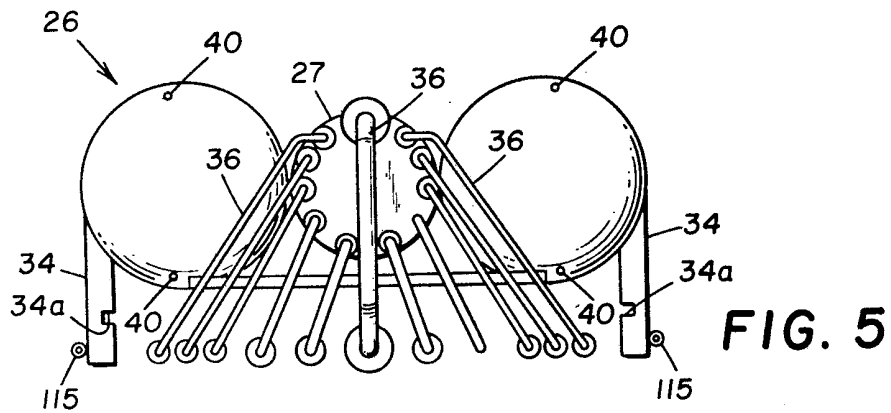
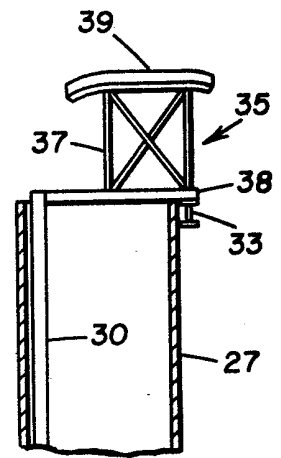
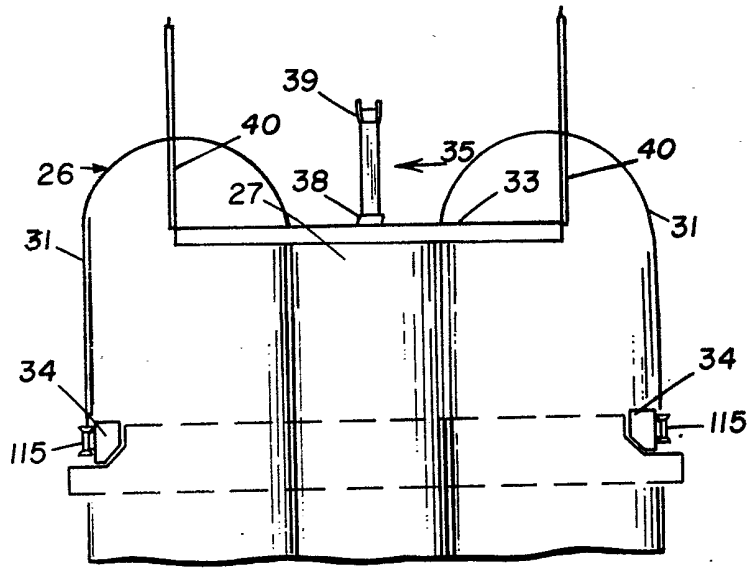
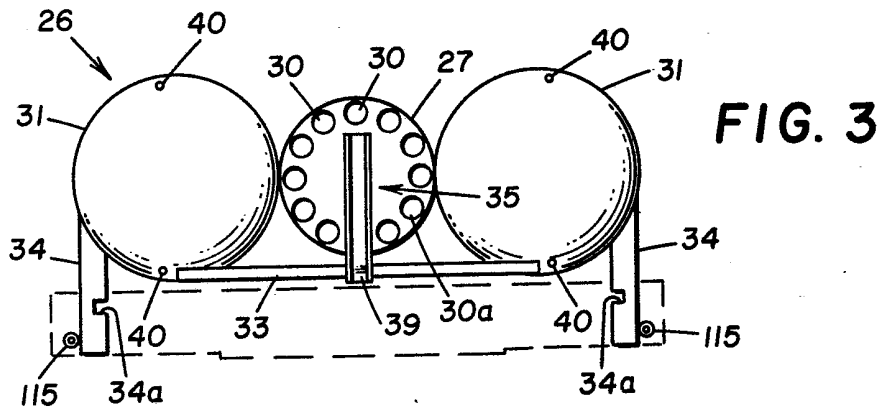
nir les conduites souples (70), chaque ouverture ayant un diamètre interne laissant un jeu d'au moins 25 % par rapport au diamètre de la conduite.

4. Colonne selon la revendication 3, caractérisée en ce que chaque conduite souple d'écoulement (70) a une partie terminale permettant son raccordement à un conduit (30) du tronçon de colonne, chaque ouverture circulaire formée dans la poutre d'écartement (75) ayant un diamètre interne suffisant pour que la partie terminale de la conduite souple correspondante puisse passer dans l'ouverture.
5. Colonne selon l'une des revendications 3 et 4, caractérisée en ce que chaque ouverture circulaire de la poutre d'écartement (75) peut être ouverte latéralement afin qu'elle permette l'enlèvement de la conduite d'écoulement de l'orifice.
6. Colonne selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que les conduites souples (70) ont des diamètres différents, celles de plus grand diamètre étant placées dans l'arrangement parallèle vers l'intérieur par rapport à celles de plus petit diamètre.
7. Colonne selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que les conduites d'écoulement (70) ont pratiquement des longueurs égales.
8. Colonne selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisée en ce que le dispositif (80) destiné à maintenir les poutres d'écartement (75) dans leurs positions distantes longitudinalement comporte un câble qui relie les poutres d'écartement successivement, à l'installation en surface, au tronçon à flotteur et aux poutres adjacentes d'écartement.
9. Colonne selon la revendication 8, caractérisée en ce que le câble (80) a pratiquement la même longueur que les conduites souples (70).
10. Colonnes selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisée en ce que les conduites souples d'écoulement (70) de l'arrangement espacé radialement sont disposées dans la même séquence que dans l'arrangement espacé

linéairement.

11. Colonne selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisée en ce que l'installation de surface est un navire qui flotte (22a), et les conduites
- 5 souples d'écoulement (70) sont raccordées à un bouchon rotatif (101) logé dans un puits.





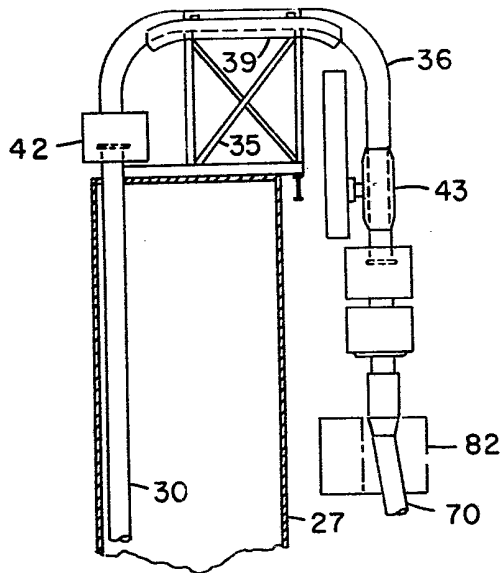


FIG. 7

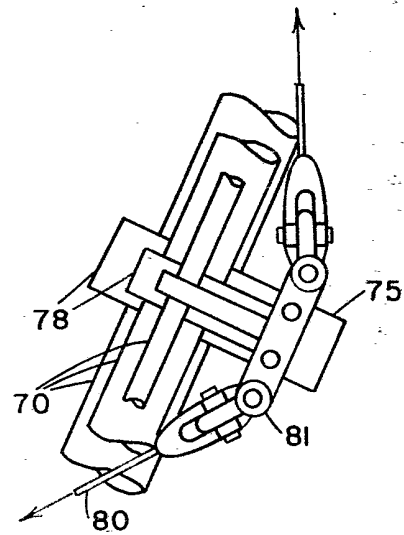


FIG. 8

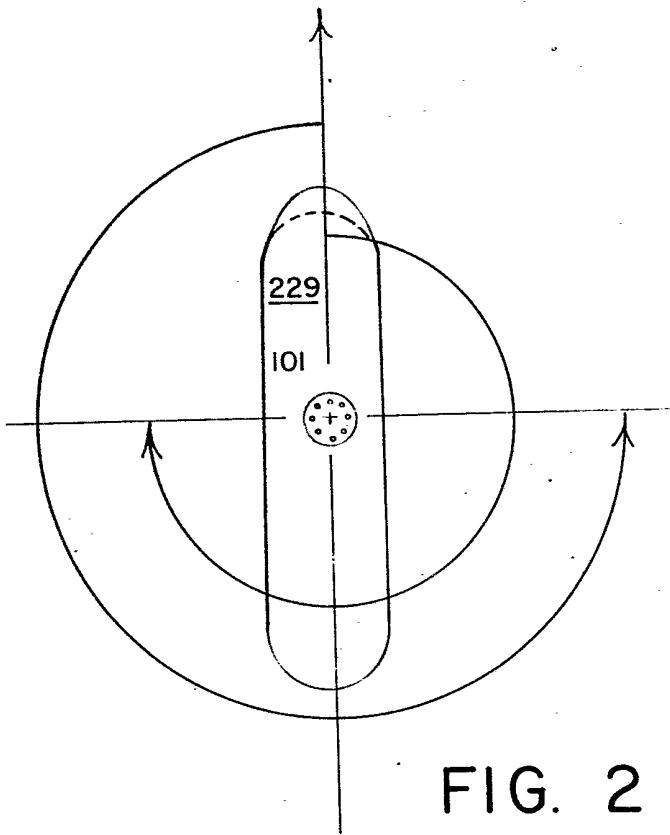


FIG. 2

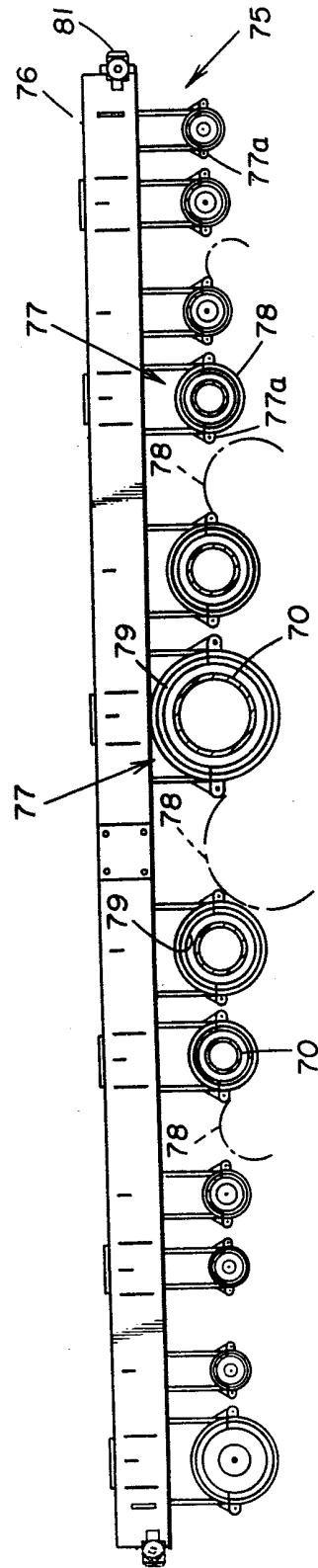


FIG. 10

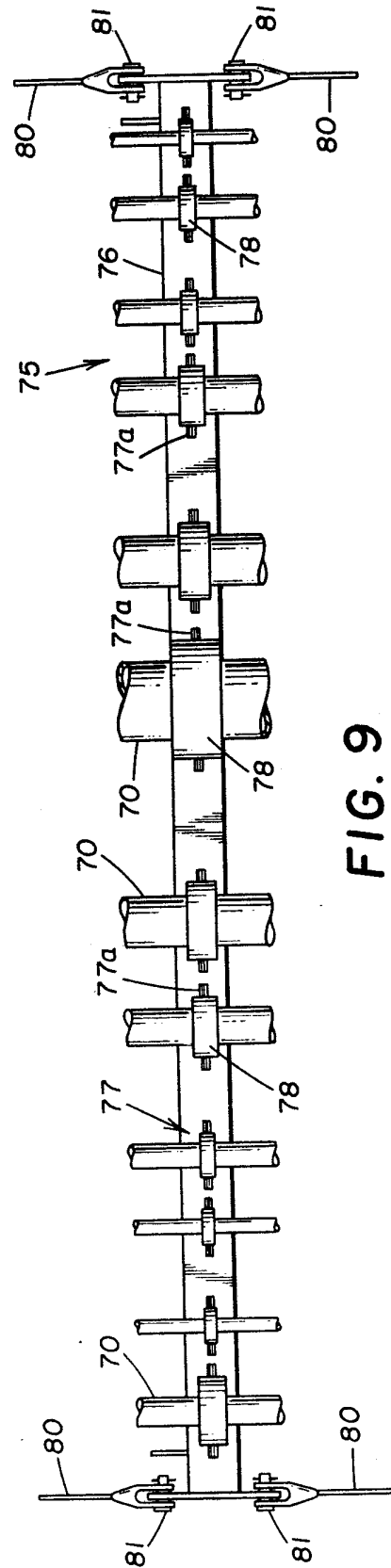


FIG. 9

FIG. 11

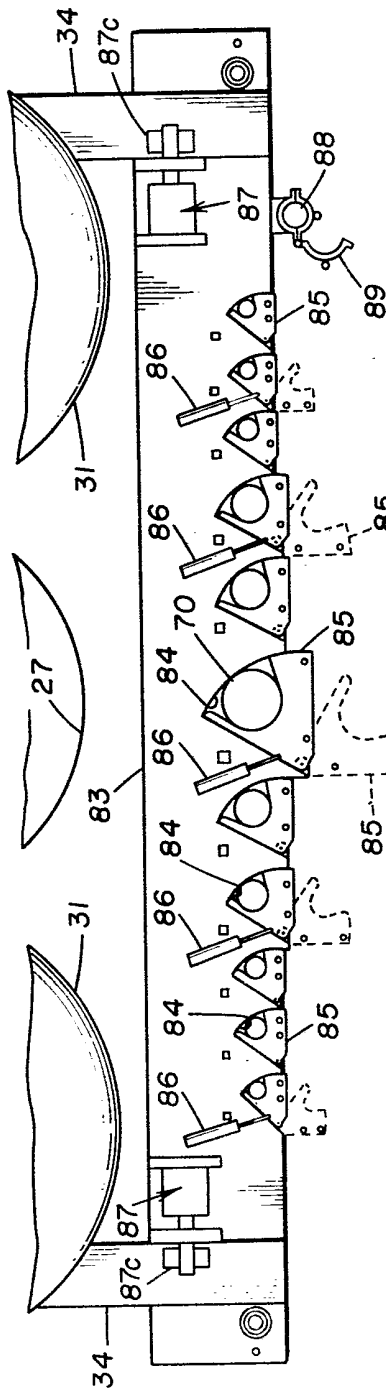
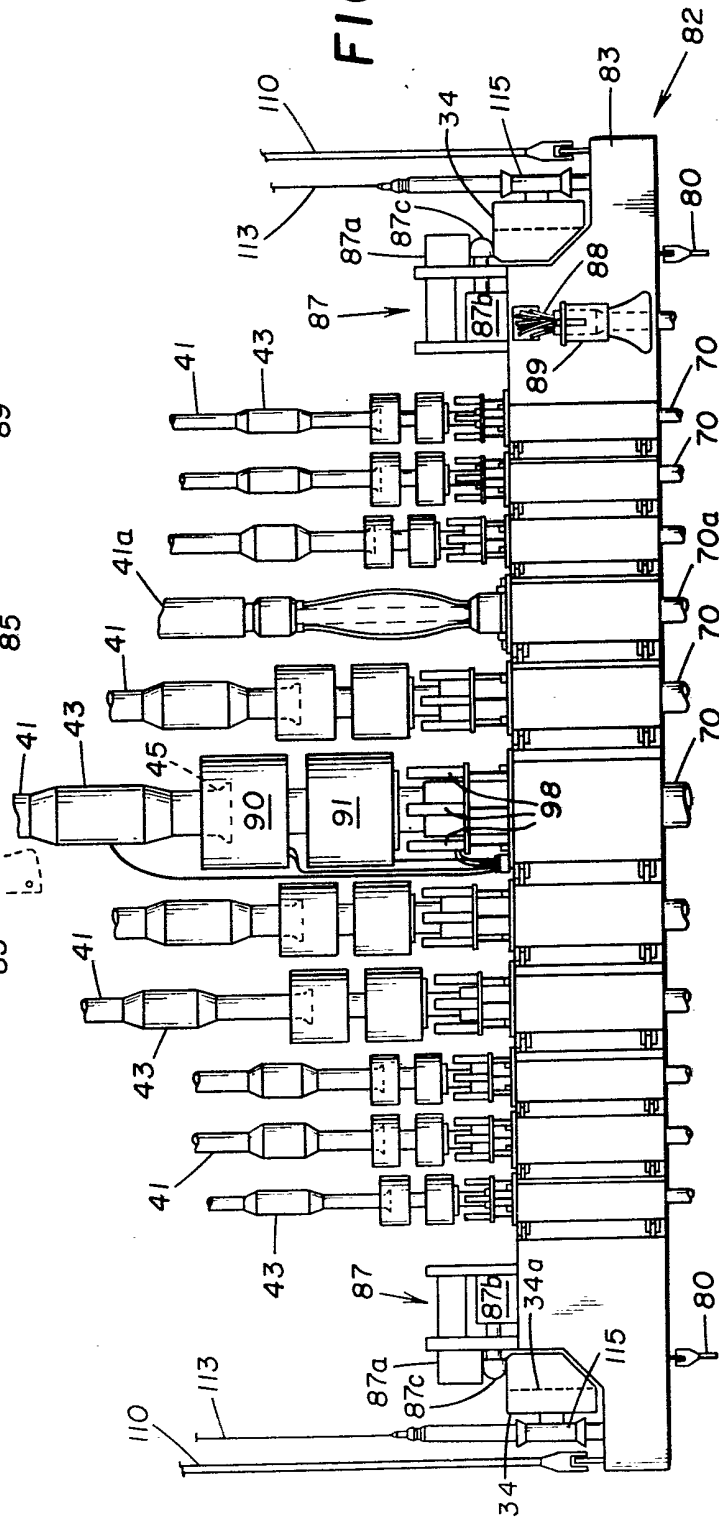


FIG. 12



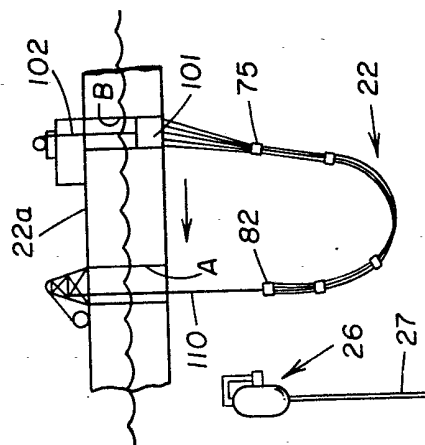


FIG. 13A

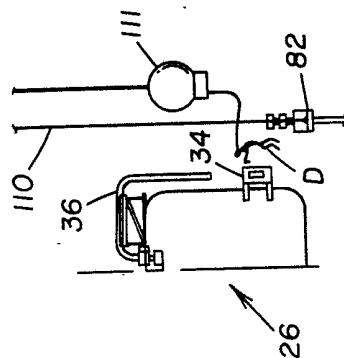


FIG. 13B

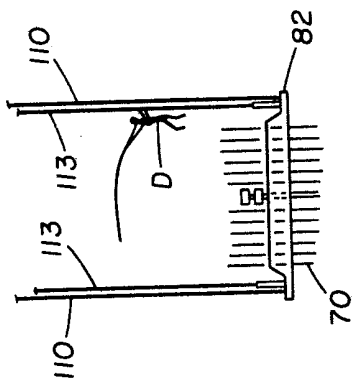


FIG. 13C

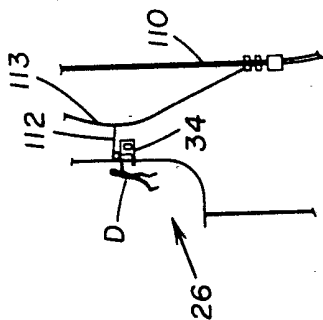


FIG. 13D