RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 513 305**
(A n'utiliser que pour les commandes de reproduction).

A1

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

(21) **N° 81 17642**

(54) **Colonne montante excentrée pour structure articulée d'exploitation pétrolière en eau profonde.**

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). **E 21 B 17/01, 43/01.**

(22) Date de dépôt..... 18 septembre 1981.
(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 12 du 25-3-1983.

(71) Déposant : Société anonyme dite : SOCIETE NATIONALE ELF AQUITAINE (PRODUCTION). — FR.

(72) Invention de : François Baduel, Christian Dumazy et Jean-Paul Sarrailh.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Société Nationale Elf Aquitaine, Département Propriété Industrielle, Tour Aquitaine — Cedex n° 4, 92080 Paris La Défense.

La présente invention se rapporte à une colonne montante pour structure articulée d'exploitation pétrolière en eau profonde.

On connaît différents types de colonnes montantes de puits, centrées par le moyen de centreurs élastiques dans un tube-guide solidaire de la structure articulée et s'étendant entre la plateforme et une cote de l'ordre de 20 mètres au-dessus du sol marin. Une telle colonne montante est reliée à une conduite d'embase par un raccord équivalent à un encastrement et elle prend appui sur le puits-guide par l'intermédiaire des centreurs. La partie inférieure de la colonne se comporte comme une poutre encastrée à une extrémité et libre à l'autre, de telle sorte que les efforts de flexion sont inégalement répartis le long de ladite partie inférieure de la colonne, non seulement entre le raccord sur la conduite d'embase et le premier centreur, mais encore au-delà du premier centreur. Pour une position de flexion de la colonne, le moment de flexion en chaque point sera fonction du rayon de courbure de la colonne en ce point, or la courbe déformée de la colonne, pour une inclinaison donnée de la structure articulée, dépend des caractéristiques des centreurs, notamment du centreur situé le plus bas dans le puits-guide, de l'état des centreurs et surtout de l'amplitude du déplacement des centreurs par rapport à leur position de repos.

Dans le brevet français n° 2.307.949, demande du 14.04.75, est décrite une colonne montante, constituée d'éléments de tubes de production centrés et libres en translation dans un puits-guide solidaire de la structure articulée, caractérisée en ce que ladite colonne montante comporte un élément inférieur relié, d'une part, à une tuyauterie d'embase par le moyen d'un connecteur-déconnecteur télécommandé de la surface et, d'autre part, à l'élément de tube de production suivant par un raccord constituant un piston coulissant longitudinalement dans un siège cylindrique constitué par le tronçon inférieur du puits-guide.

Dans une installation selon le brevet n° 2.307.949, les déformations de la colonne sont localisées le long de l'élément inférieur de la colonne, la fatigue se manifeste seulement sur cet élément inférieur qui est spécialement surveillé

à l'aide de moyens de contrôle et considéré comme une pièce d'usure.

Il est cependant apparu rapidement que l'encombrement nécessaire aux équipements situés sur l'embase, tels que les têtes de puits, oblige à excentrer d'une distance assez importante les colonnes montantes, c'est ainsi que les sollicitations dues à l'excentrement deviennent considérables et que les mouvements relatifs au niveau de l'encastrement coulissant, constitué par le piston, deviennent tels qu'ils posent des problèmes d'interférence entre pièces de guidage.

La présente invention permet de pa-lier ces difficultés et d'éliminer les inconvénients liés à l'excentrement des colonnes montantes en soumettant ces colonnes aux mêmes efforts et déplacements que ceux auxquels serait soumise une colonne disposée selon l'axe de la structure articulée.

Une colonne montante pour une structure articulée d'exploitation pétrolière en eau profonde reposant sur une première embase (2) par un moyen de débattement angulaire (3) de l'axe de la structure par rapport à la verticale, tel qu'un joint universel, une rotule ou un tube flexible, comprend une pluralité de tubes raccordés entre eux constituant une partie tubulaire remontant près de la surface de l'eau, et un élément de tube inférieur (9) relié, d'une part à une tuyauterie d'embase (6) par le moyen d'un connecteur-déconnecteur (10), et à l'embase elle-même par un encastrement (19), et d'autre part à l'extrémité inférieure de la partie tubulaire de la colonne (5) par le moyen d'un raccord, élément coaxial d'un piston (11), mobile par coulissement longitudinal dans un siège (12) cylindrique.

Une colonne montante, selon l'invention, est caractérisée en ce que ce siège est relié :

- d'une part à la structure au moyen d'un premier bras (13) muni à chacune de ses extrémités, d'une articulation dont l'axe (14) de l'une rencontre l'axe de la structure (1) et dont l'axe (15) de l'autre rencontre l'axe de la colonne (5), les axes de l'une et de l'autre étant perpendiculaires au plan défini par l'axe de la structure et l'axe de la colonne,
- d'autre part, à une seconde embase (16) au moyen d'un second bras (17) prolongeant le siège (12) et reposant sur cette

seconde embase (16) par le moyen d'un joint universel (18), rotule au tube flexible dont le centre est situé à la même cote que le centre du moyen de débattement augulaire (3) de l'axe de la structure tel qu'un joint universel, une rotule ou un tube flexible, le centre du second joint universel (18) étant sur la verticale du centre de l'encastrement de base (19) de l'élément de tube inférieur (9), ce second bras (17) étant tel que l'axe du siège passe par le centre du joint universel (18), les centres du moyen de débattement et du joint universel et les centres des deux articulations d'extrémité du premier levier (13) étant dans le cas optimal les dommets d'un parallélogramme.

Selon un mode de réalisation préférentiel pour une telle colonne montante, la distance entre le centre du siège (12) et le centre du joint universel (18) est sensiblement égale à la distance entre le centre du joint universel (18) et l'encastrement de base (19) de l'élément de tube inférieur.

Dans divers modes de réalisation, les bras articulés tels que le premier bras (13) rectiligne articulé sont munis à chaque extrémité d'un étrier (20, 21), comportant deux paliers diamétralement opposés aptes à recevoir des tourillons y prenant appui, ces tourillons étant fixés respectivement en deux points diamétralement opposés d'une section droite du siège ou du tube et d'une section droite de la structure.

Suivant certains modes de réalisation, le siège (12) étant prolongé jusqu'au niveau supérieur de la structure par un puits guide (23), sur la paroi intérieure duquel prennent appui des centreurs (24) solidaires de la partie tubulaire rectiligne de la colonne, les moyens de liaison entre la partie tubulaire rectiligne de la colonne et la structure consistent dans une pluralité de bras (27), tels que le premier bras rectiligne articulé (13), qui relient, chacun, un axe orthogonal à l'axe du puits guide et situé à une certaine distance du second joint universel à un axe orthogonal à l'axe de la structure et situé à la même distance du moyen de débattement angulaire (3) de l'axe de la structure par rapport à la verticale.

Suivant d'autres modes de réalisation, le siège (12) ayant une longueur peu supérieure à l'amplitude maximale du déplacement du piston, la partie tubulaire de la colonne est, à partir du piston, libre sur une certaine distance de plusieurs

dizaines de mètres et, ensuite, maintenue sensiblement rectiligne selon l'axe d'un puits guide (23) par une pluralité de centreurs (24), ce puits guide (23) étant fixé le long de la structure et ayant son axe parallèle à l'axe de celle-ci.

Dans d'autres réalisations le siège (12) est associé à au moins une autre siège cylindrique d'axe parallèle à l'axe dudit siège (12), articulé sur le même étrier (21) et apte au passage d'une colonne(5')associée à la colonne (5).

Dans les réalisations dans lesquelles deux colonnes (5) et (5') sont associées à une structure (1) de telle façon que les articulations des étriers correspondants (20) et (20') fassent un angle déterminé, l'étrier (20) relié à la colonne (5) est percé d'un orifice pour le passage de l'autre étrier (20') associé à la colonne (5').

L'invention sera mieux comprise dans la description suivante, donnée à titre non limitatif, de formes de réalisations illustrées par les figures suivantes :

- Fig. 1 : Schéma de principe du dispositif limitateur d'effet d'excentration.
- Fig. 2 : Schéma de principe, section par plan horizontal de trace YY'.
- Fig. 3 : Colonne montante avec puits guide continu.
- Fig. 4 : Colonne montante avec puits guide interrompu.
- Fig. 5 : Déformation et déplacement des colonnes montantes excentrées selon l'art antérieur.
- Fig. 6 : Déformation et déplacement des colonnes montantes excentrées, avec dispositif limiteur.
- Fig. 7 : Regroupement de colonnes montantes.
- Fig. 8 : Regroupement de colonnes montantes.
- Fig. 9 : Passage d'un étrier au travers d'un autres.

En se référant à la figure 1, on trouve, schématiquement représentés, une structure articulée (1) reposant sur une embase (2) par le moyen d'un joint universel (3), tel qu'un joint de cardan, l'embase (2) étant fixée sur le sol marin (4) par des moyens connus et non figurés.

La structure articulée (1) est utilisée entre autres comme support d'une ou plusieurs colonnes montantes telles que la colonne (5), reliant une tuyauterie d'embase (6) à une conduite aérienne d'évacuation, non représentée sur la figure 1,

représentée avec le repère (7) sur les figures 3 et 4.

Une telle colonne (5) est constituée d'éléments de tubes de production (8), reliés entre eux par des raccords, et d'un élément inférieur (9) de tube de production d'une longueur comprise entre 8 et 16 mètres. Cet élément inférieur (9) est relié à la tuyauterie d'embase (6) par un connecteur déconnecteur de fond (10) constituant un encastrement. Cet élément inférieur (9) est relié à l'élément de tube de production suivant de la colonne (5) par le moyen d'un raccord élément coaxial d'un piston (11) mobile en translation par coulissement longitudinal dans un siège cylindrique (12).

Le siège cylindrique (12) est relié à la structure (1) par le moyen d'un premier bras rectiligne (13), muni à ses extrémités, d'une première articulation (14) dont l'axe rencontre l'axe de la structure (1) et d'une seconde articulation (15) dont l'axe rencontre l'axe de la colonne, qui est l'axe du siège (12), les axes de la première articulation (14) et de la seconde articulation (15) étant, tous deux, perpendiculaires au plan défini par l'axe de la structure et par l'axe de la colonne, qui est ici le plan de la figure.

Le siège cylindrique (12) est relié à une seconde embase (16) fixée sur le sol marin (4) au moyen d'un second bras (17) prolongeant le siège (12) et reposant sur cette seconde embase (16) par le moyen d'un second joint universel (18) dont le centre est situé à la même cote que le centre du premier joint universel (3). Le centre du second joint universel (18) est situé sur la verticale du centre de l'encastrement de base (10) de l'élément du tube inférieur (9). Le second bras (17) prolonge le siège (12) dans une telle disposition que l'axe du siège passe par le centre du second joint universel.

Comme la longueur du premier bras (13) entre les axes des deux articulations (14) et (15) est égale à la distance entre les centres des joints universels (3) et (18), et comme la distance entre l'axe de l'articulation (15) et le centre du joint (18) est égale à la distance entre l'axe de l'articulation (14) et le centre du joint (3), les points de la figure 1 portant les repères (14), (15), (3) et (18) sont les sommets d'un rectangle lorsque la structure (1) est verticale et d'un parallélogramme lorsque la structure (1) est inclinée.

L'élément inférieur de tube (9) passe par exemple dans l'espace central du joint universel (18).

La distance entre le centre du siège (12) et le centre du second joint universel (18) est sensiblement égale à la distance entre le centre du second joint universel (18) et la partie supérieure (19) de l'encastrement (10).

La figure 2 donne une section du dispositif par un plan horizontal défini par sa trace YY' sur la figure 1. On retrouve la section schématique de la structure articulée (1) dont le contour extérieur est représenté par un cercle. On trouve une section droite de l'élément inférieur (9) du tube de production (8), entourée par une section droite du raccord (11) élément coaxial d'un piston mobile par coulissement dans un siège cylindrique (12).

On retrouve le premier bras rectiligne (13) muni à ses extrémités d'une première articulation (14) dont l'axe est orthogonal à l'axe de la structure (1) et d'une seconde articulation (15) dont l'axe est orthogonal à l'axe du siège cylindrique (12).

Le premier bras (13) est articulé sur la première articulation (14) au moyen d'un étrier (20) et sur la seconde articulation (15) au moyen d'un étrier (21).

Les figures 3 et 4 donnent une représentation schématique d'une structure articulée (1) reposant sur une embase (2) par le moyen d'un joint universel (3) tel que décrit à l'aide de la figure 1. A cette structure (1) est associé une colonne montante (5) reliant une tuyauterie d'embase (6) à une conduite aérienne (7).

Une telle colonne (5) est constituée d'éléments de tubes de production (8) reliés entre eux par des raccords et d'un élément inférieur (9). Cet élément inférieur (9) est relié d'une part à la tuyauterie d'embase (6) par un connecteur déconnecteur (22) constituant un encastrement vertical, d'un modèle connu, et d'autre part, à l'élément suivant de la colonne (5) par le moyen d'un raccord élément coaxial d'un piston (11) mobile en translation par coulissement dans un siège cylindrique (12).

Le siège cylindrique (12) est relié, comme cela a été décrit, à l'aide de la figure 1, d'une part à une articulation

orthogonale à l'axe de la structure (1) et d'autre part, à un second joint universel (18) par deux leviers (13) et (17), de longueurs telles que les quatres joints (14), (15), (3) et (18) de la figure sont les sommets d'un parallélogramme.

La colonne (5) est maintenue mobile en translation dans un puits guide (23) au moyen de centreurs (24).

Dans la réalisation décrite à l'aide de la figure 3, le puits guide (23) constitue le prolongement du siège (12). Afin que le puits guide (23) suive les mouvements du siège (12), ce puits guide est relié à la structure (1) par une pluralité de bras rectilignes tels que (25), (26), (27), chacun de ces bras étant articulé d'une extrémité au moyen d'un étrier sur un axe orthogonal à l'axe de la structure (1) et de l'autre extrémité au moyen d'un étrier sur un axe orthogonal à l'axe de la colonne (5). Ces bras (25), (26), (27) sont par construction parallèles au bras (13).

Dans la réalisation décrite à l'aide de la figure 4, le puits guide (23) est indépendant du siège (12) : l'extrémité inférieure du puits guide (23) est séparée de l'extrémité supérieure du siège (12) par une distance X de plusieurs dizaines de mètres.

Le puits guide (23) est relié à la structure (1) par une pluralité de fixations rigides (28), (29) telles que l'axe du puits guide (22) est maintenu parallèle à l'axe de la structure (1).

Entre le raccord du piston (11) et le premier centreur (24a) de la colonne (5) à l'intérieur du puits guide, la colonne (5) prend une forme en S pour compenser le décalage variable entre l'axe du siège et l'axe du puits guide. Un décalage de quelques dizaines de centimètres sur vingt mètres est tolérable avec les matériels tubulaires utilisés.

Les figures 5 et 6 représentent schématiquement la déformation de trois colonnes montantes dont la première est disposée selon l'axe de la structure et les deux autres sont excentrées symétriquement de part et d'autre de la première, lorsque la structure articulée prend une certaine inclinaison.

La figure 5 est représentative de l'état des colonnes montantes installées selon l'art antérieur dans lequel l'élément inférieur (9) d'une part est relié à l'embase par un encastre-

ment imposant une tangente verticale et d'autre part est relié à l'élément suivant de la colonne par un encastrement sur le piston (11) imposant une tangente selon l'axe du raccord, donc selon l'axe du siège (12).

On observe que par rapport à la position de repos dans laquelle l'axe de la structure est vertical, le piston (11) se déplace d'une distance δ pour la colonne située selon l'axe de la structure, d'une distance δ' pour la colonne située du côté vers lequel la structure penche et d'une distance δ'' pour la colonne située à l'opposé du côté vers lequel la structure penche. L'oscillation totale au débattement du raccord (11) pour une colonne excentrée est donc égale à $(\delta' + \delta'')$, nécessitant une longueur de guidage δ' supérieure à .

A cause de l'importance de ce débattement $(\delta' + \delta'')$, il est nécessaire de donner au siège cylindrique (12) dans lequel coulisse le piston (11) relatif à une colonne excentrée, un diamètre (D') plus important que (D) diamètre du siège de la colonne disposée suivant l'axe de la structure, afin d'éviter le choc de la tige flexible (9) avec les parois de ce siège cylindrique (12) ce qui pourrait constituer une interférence géométrique entre ces parties mécaniques.

La figure 6 est représentative de l'état des colonnes montantes installées en mettant en oeuvre le dispositif selon l'invention de limitation de l'effet d'excentration.

Pour une même inclinaison $\emptyset$ de la structure, on constate que le déplacement du raccord (11) est le même pour les colonnes excentrées que pour la colonne située selon l'axe de la structure : le débattement du raccord est alors de (δ), donc considérablement réduit par rapport à la valeur de $(\delta' + \delta'')$.

Le dispositif de limitation de l'effet d'excentration procure l'avantage de limiter les contraintes dans l'élément fléchissant (9) à la valeur qu'elles atteignent le long du même élément fléchissant disposé selon l'axe de la structure, c'est-à-dire à la valeur minimale.

En outre, ce dispositif, en réduisant le débattement du raccord (11) à la valeur minimale qui est celle observée sur le raccord de la colonne installée selon l'axe de la structure, permet d'éviter les difficultés dues aux interférences géométri-

ques contre lesquelles il faut se prémunir avec les installations selon la figure 5, tout en accordant au siège (12) et au piston (11) le même diamètre pour une colonne excentrée que pour la colonne selon l'axe de la structure.

La fonction de la colonne 5 et de ses éléments (8) et (9), est généralement de conduire des effluents soit des gisements vers la surface soit de la surface vers le gisement : cela est réalisable avec la colonne 5 elle-même cela peut aussi être obtenu lorsque la colonne 5 contient plusieurs conduits tubulaires juxtaposés ou concentriques autorisant alors le transfert de fluides de nature ou de conditions de températures ou de pressions différentes, dans la même direction ou dans des directions opposées.

Les figures 7 et 8 donnent des schémas d'installations dans lesquelles plusieurs colonnes montantes sont associées à la colonne (5), étant assujetties à ce que leurs pistons respectifs (11) coulissant dans des sièges cylindriques (12) d'axes parallèles à l'axe du siège (12) et articulés sur le même étrier (21).

La figure 9 donne un schéma d'installation dans laquelle l'étrier (20) est percé d'un orifice (30) pour le passage d'un autre étrier (20') articulé sur un axe faisant un angle déterminé avec l'axe sur lequel est articulé l'étrier (20).

Bien entendu, le dispositif de limitation de l'effet d'excentration peut être utilisé pour plusieurs colonnes montantes disposées autour de la structure, il peut aussi être appliqué à un groupement de colonnes.

REVENDICATIONS

1 - Colonne montante pour une structure d'exploitation pétrolière en eau profonde reposant sur une première embase (2) par un moyen de débattement angulaire de l'axe de la structure par rapport à la verticale (3), cette colonne comprenant une pluralité de tubes raccordés entre eux constituant une partie tubulaire remontant près de la surface de l'eau, et un élément de tube inférieur (9) relié, d'une part à une tuyauterie d'embase (6) par le moyen d'un connecteur-déconnecteur (10), et à l'embase elle-même par un encastrement (19), et d'autre part à l'extrémité inférieure de la partie tubulaire de la colonne (5) par le moyen d'un raccord, élément coaxial d'un piston (11) mobile par coulissement longitudinal dans un siège (12) cylindrique, caractérisée en ce que ce siège (12) est relié :

- d'une part à la structure au moyen d'un premier bras (13) muni, à chacune de ses extrémités, d'une articulation dont l'axe (14) de l'une rencontre l'axe de la structure (1) et dont l'axe (15) de l'autre rencontre l'axe de la colonne (5), les axes de l'une et de l'autre étant perpendiculaires au plan défini par l'axe de la structure et l'axe de la colonne,
- d'autre part à une seconde embase (16) au moyen d'un second bras (17) prolongeant le siège (12) et reposant sur cette seconde embase (16) par le moyen d'un joint universel (18) dont le centre est situé à la même cote que le centre du moyen de débattement angulaire (3) de l'axe de la structure (1), le centre du second joint universel (18) étant sur la verticale du centre de l'encastrement de base (19) de l'élément de tube inférieur (9), ce second bras (17) étant tel que l'axe du siège passe par le centre du joint universel (18), les centres du premier et du joint universel et les centres des deux articulations d'extrémité du premier levier (13) étant les sommets d'un parallélogramme.

2 - Colonne montante selon la revendication 1 dans laquelle la distance entre le centre du siège (12) et le centre du joint universel (18) est sensiblement égale à la distance entre le centre du joint universel (18) et l'encastrement de base

de base (19) de l'élément de tube inférieur.

3 - Colonne montante selon la revendication 1 dans laquelle les bras articulés tels que le premier bras (13) rectiligne articulé sont munis à chaque extrémité d'un étrier (20 et 21), comportant deux paliers diamétralement opposés aptes à recevoir des tourillons y prenant appui, ces tourillons étant fixés respectivement en deux points diamétralement opposés d'une section droite du siège ou du tube et d'une section droite de la structure.

4 - Colonne montante selon la revendication 1 dans laquelle le siège (12) étant prolongé jusqu'au niveau supérieur de la structure par un puits guide (23), sur la paroi intérieure duquel prennent appui des centreurs (24) solidaires de la partie tubulaire rectiligne de la colonne, les moyens de liaison entre la partie tubulaire rectiligne de la colonne et la structure consistent dans une pluralité de bras (25, 26, 27) tels que le premier bras rectiligne articulé (13), qui relient, chacun, un axe orthogonal à l'axe du puits guide, et situé à une certaine distance du second joint universel, à un axe octogonal à l'axe de la structure et situé à la même distance du moyen de débattement angulaire (3) de l'axe de la structure par rapport à la verticale.

5 - Colonne montante selon la revendication 1 dans laquelle le siège (12) ayant une longueur peu supérieure à l'amplitude maximale du déplacement du piston, la partie tubulaire de la colonne est, à partir du piston, libre sur une certaine distance et, ensuite, maintenue sensiblement rectiligne selon l'axe d'un puits guide (23) par une pluralité de centreurs (24), ce puits guide (23) étant fixé le long de la structure et ayant son axe parallèle à l'axe de celle-ci.

6 - Colonne montante selon la revendication 1 dans laquelle le moyen de débattement angulaire (3) de l'axe de la structure par rapport à la verticale est un joint universel.

7 - Colonne montante selon la revendication 1 dans laquelle le moyen de débattement angulaire (3) de l'axe de la structure par rapport à la verticale est une rotule.

8 - Colonne montante selon la revendication 1 dans laquelle le moyen de débattement angulaire (3) de l'axe de la structure par rapport à la verticale est un tube flexible.

9 - Colonne montante selon la revendication 1 dans laquelle le siège (12) est associé à au moins un siège cylindrique d'axe parallèle à l'axe du siège (12) articulé sur le même étrier (21) et apte au passage d'une colonne (5') associée à la colonne (5).

Fig:1

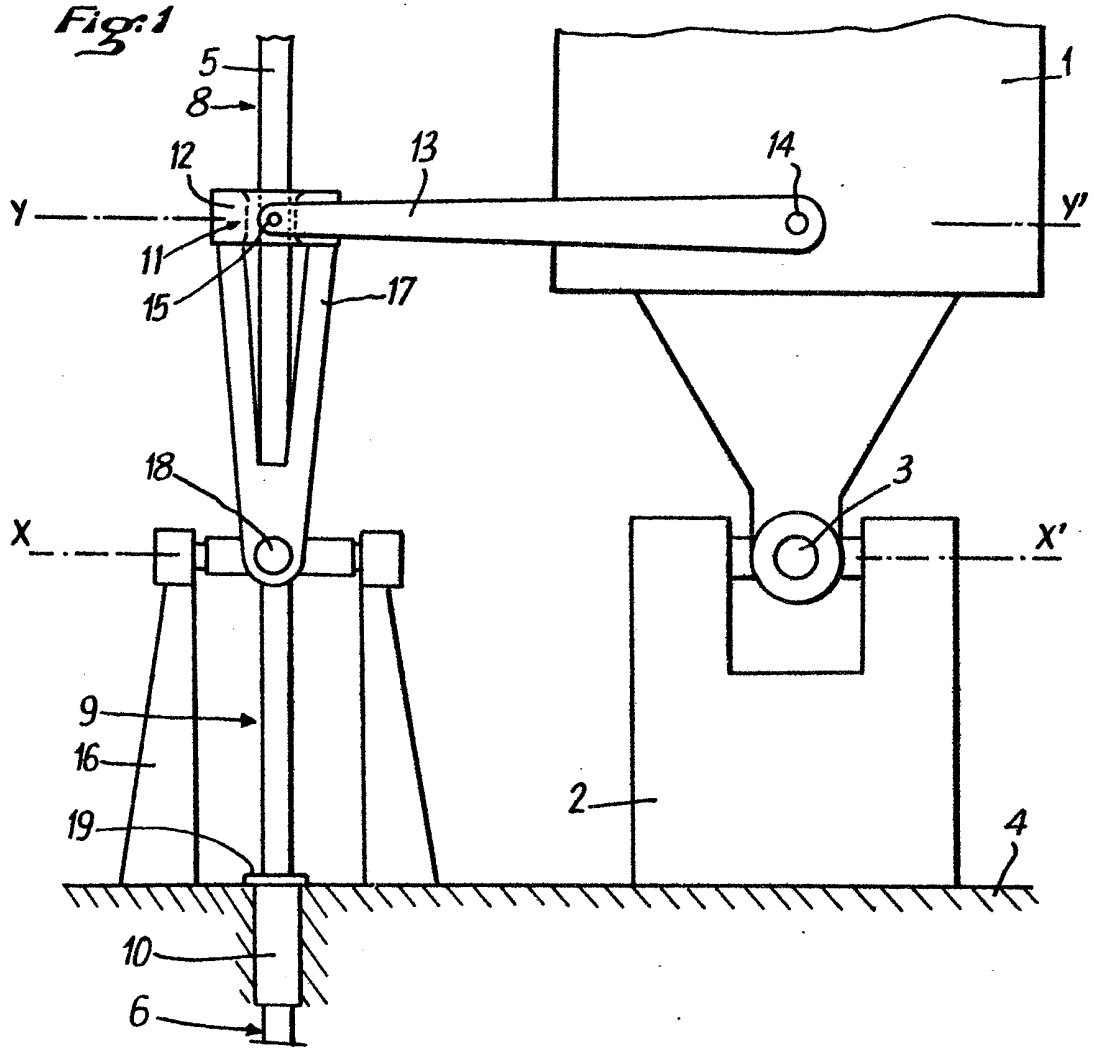

5
8
12
13
14
1
Y
Y'
11
15
17
18
3
X
X'
9
16
19
2
4
10
6

Fig:2

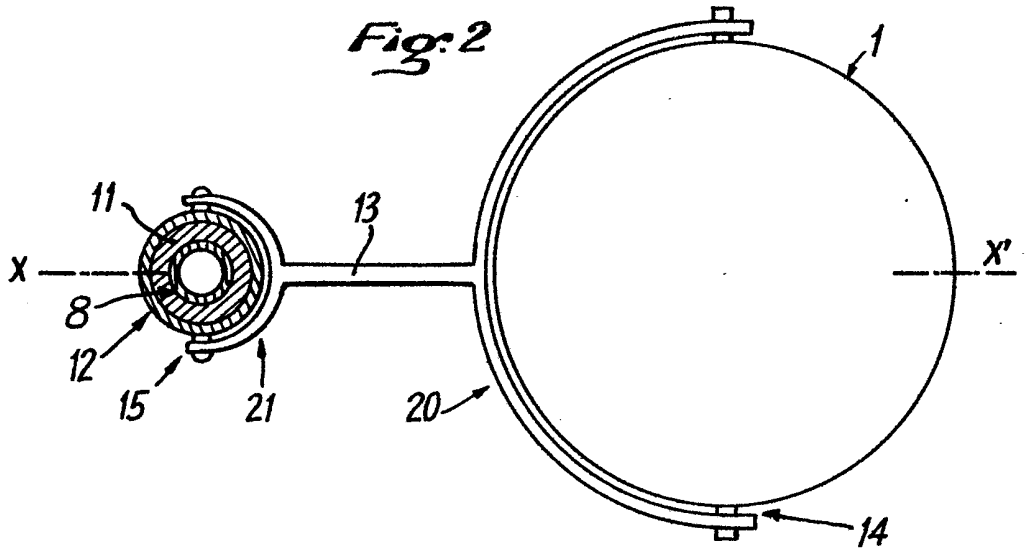

1
11
13
X
X'
8
12
15
21
20
14

Fig:3

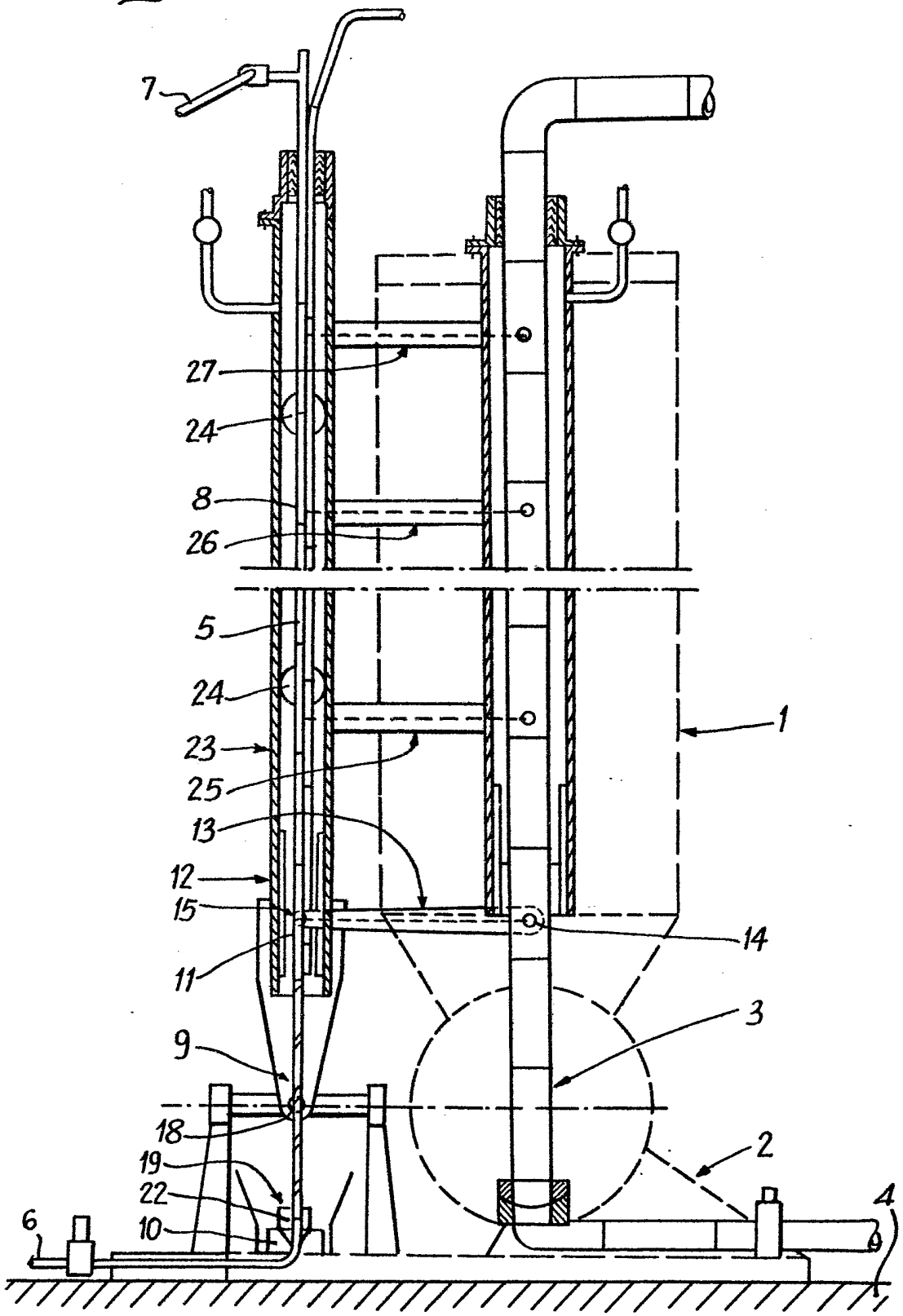


Fig: 4

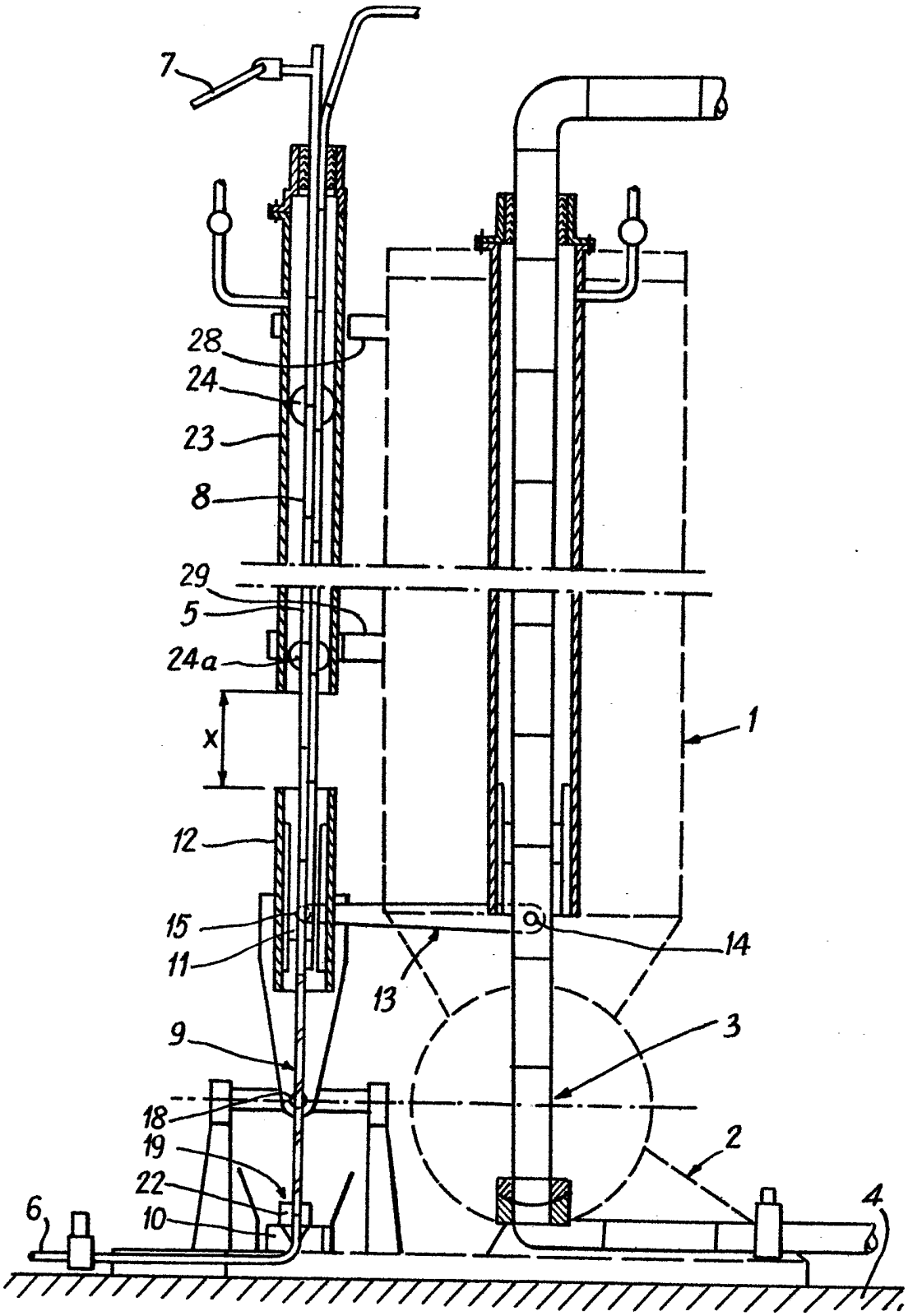


Fig:5

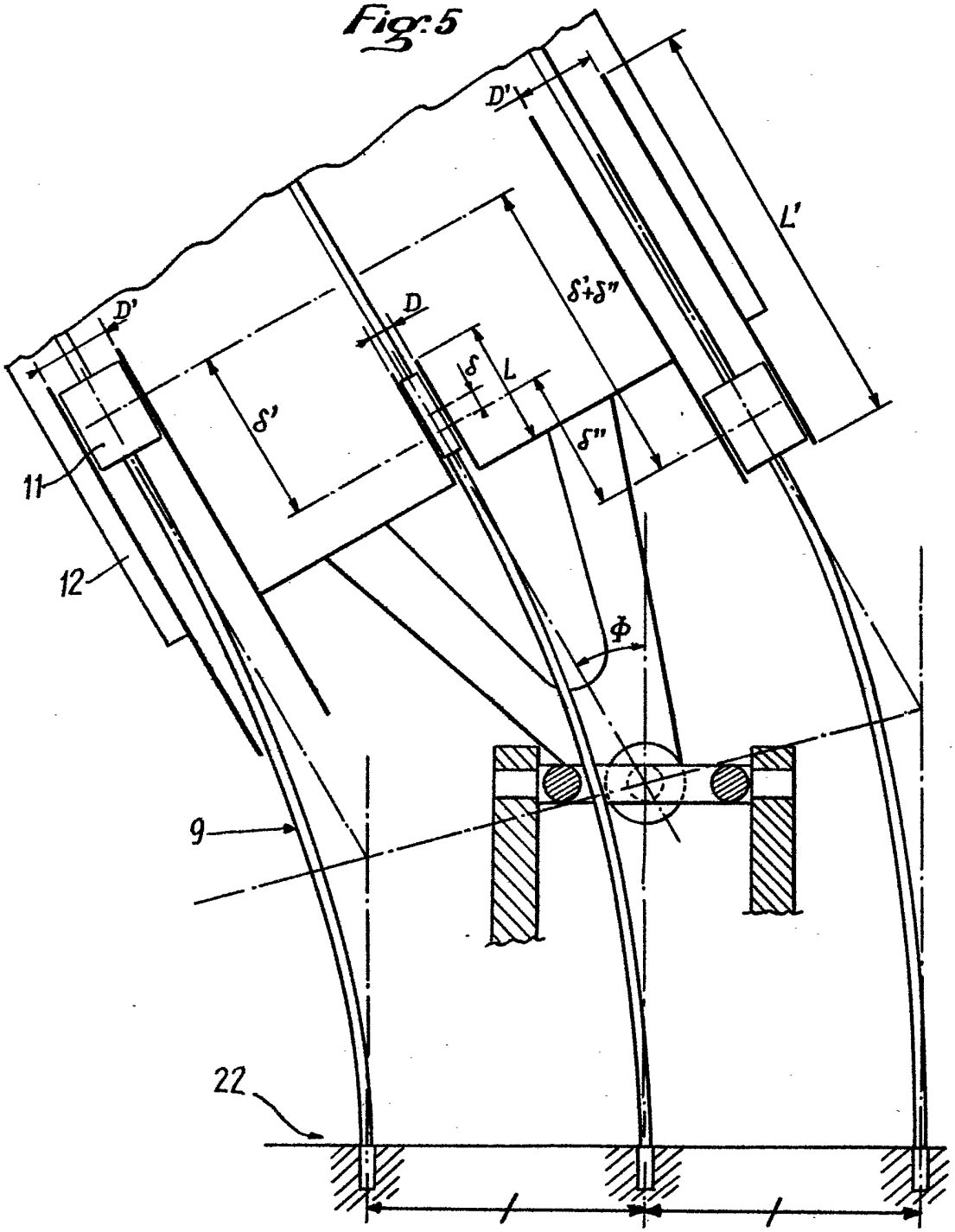


Fig:6

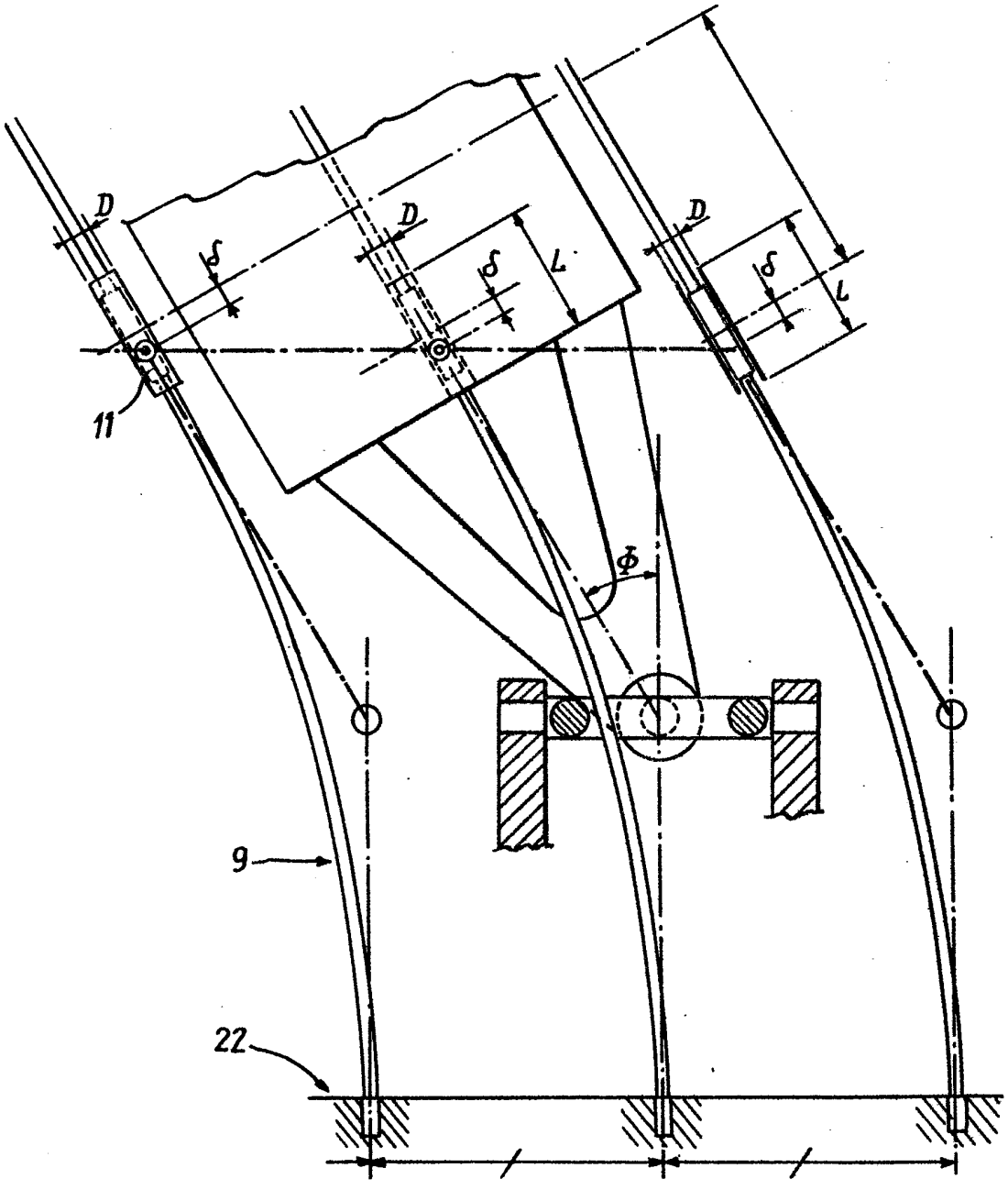


Fig:7

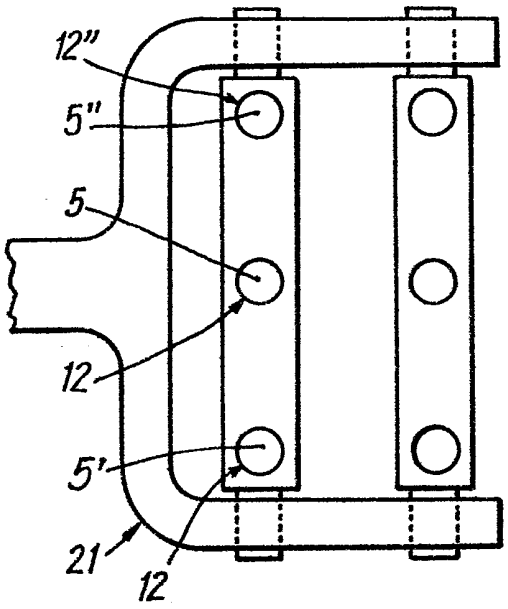


Fig:8

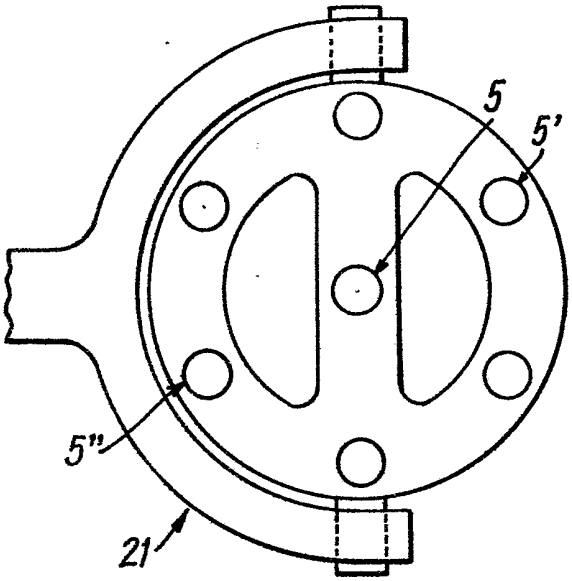


Fig:9

