(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 568 908**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **84 12650**

(51) Int Cl⁴ : E 02 B 17/00.

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) Date de dépôt : 10 août 1984.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 7 du 14 février 1986.

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(71) Demandeur(s) : *Société anonyme dite : COMPAGNIE GENERALE POUR LES DEVELOPPEMENTS OPERATIONNELS DES RICHESSES SOUS-MARINES « CG DORIS ».* — FR.

(72) Inventeur(s) : Loïc Marie Jacques Danguy des Déserts, Dominique Michel et François Gabriel Sedillot.

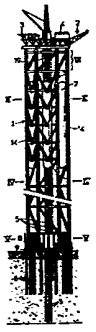
(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : Cabinet L. A. de Boisse.

(54) Plate-forme oscillante sur pieux flexibles pour travaux en mer.

(57) Les pieux flexibles 5 sont disposés près du centre de la tour 1 et espacés régulièrement sur une circonférence dont la surface est 10 % de celle de la tour.

Le produit de la flottabilité totale de la tour par la hauteur du centre de poussée par rapport au centre d'articulation est au moins égal à 1,25 fois le produit du poids propre de la plate-forme par la hauteur du centre de gravité par rapport au centre d'articulation.



FR 2 568 908 - A1

L'invention concerne une plate-forme oscillante sur pieux flexibles pour travaux en mer, les pieux étant fixés à la partie supérieure de la tour en treillis et étant enfoncés dans le fond de la mer pour maintenir la tour, des moyens étant prévus pour résister aux mouvements de torsion de la tour.

On connaît des plate-formes oscillantes dans lesquelles l'articulation reliant la base à l'extrémité inférieure de la tour a été supprimée et remplacée par un certain nombre de pieux enfoncés dans le sol sous-marin et s'étendant jusqu'à la partie supérieure de la tour à laquelle ils sont fixés. Une telle plate-forme est décrite dans le brevet des EUA N° 4 417 831. Dans cette réalisation les pieux passent librement dans un certain nombre de pieds de la tour ou dans des guides fixés aux entretoises. La tour est ancrée par haubannage sur le fond de la mer afin d'éviter que les courants ou les vagues n'aient une action trop importante sur les mouvements latéraux de la tour.

Des flotteurs permanents peuvent être utilisés pour supporter une partie du poids du pont et plus particulièrement pour résister aux charges et forces excessives dans les piles lors de fortes tempêtes. Ils ne sont pas nécessaires dans les conditions normales.

Lorsque la plate-forme est utilisée pour mettre en production des puits préalablement forés en attente sur leur gabarit de forage, des pieux d'ancrage du gabarit sont prévus pour recevoir quelques uns des pieds de la tour. Cette fixation a pour but d'éviter le couple de torsion résultant d'une dissymétrie des efforts (vent, courants, etc) appliqués à la tour.

Ces plates-formes haubannées articulées sur des piles flexibles ont permis une réduction des masses, donc des coûts, par suite de la suppression de l'articulation (cardan ou rotule) et de la base la

supportant. Par contre le système de haubannage nécessaire à sa stabilité a multiplié des points d'ancrage et a augmenter les contraintes de maintenance. Le contrôle du couple de torsion par une partie des pieds de la tour crée des efforts dissymétriques dans la structure ayant pour résultat une fatigue anormale de certains éléments qui influence négativement la longévité de l'ouvrage.

L'invention vise à fournir une plate-forme oscillante, à pieux flexibles du genre ci-dessus décrit, mais dans laquelle le système de haubannage a été supprimé et les efforts de torsion symétriquement et également répartis sur les éléments structuraux de la tour.

Le système de haubannage était considéré comme indispensable dans les "tours haubannés" pour maintenir leur stabilité, aussi l'invention a-t-elle consisté à déterminer les conditions pour lesquelles le système pouvait être supprimé. La détermination de ces conditions a demandé un travail expérimental important prenant en compte notamment l'action des courants, des vents et des vagues sur une structure immergée à des profondeurs supérieures à 300 m. Il a été découvert pour les conditions qui seront ci-dessous énoncées, que contrairement aux idées admises, les oscillations d'une plate-forme conforme à l'invention sont comprises dans un angle solide de très faible valeur (de 2 à 3°),quelles que soient les conditions d'environnement qu'il ne peut se produire de phénomènes d'amplification.

Dans la plate-forme conforme à l'invention, le produit de la flottabilité totale (structure immergée, flotteurs) par la distance entre le centre de poussée et le centre d'articulation doit être au moins égal à 1,25 fois le produit du poids propre de la plate-forme (structure, flotteurs, ballast, pont,etc) par la distance entre le centre de gravité de la plate-forme et le centre

d'articulation.

Les explications et figures données ci-après à titre d'exemple permettront de comprendre comment l'invention peut être réalisée.

La figure 1 montre une vue en élévation et partiellement en coupe d'une plate-forme selon l'invention.

La figure 2 est une vue de la partie basse d'une plate-forme selon une autre forme de réalisation.

La figure 3 est une vue en coupe de la figure 1 selon III III.

La figure 4 est une vue en coupe de la figure 1 selon IV IV.

La figure 5 est une vue en coupe de la figure 1 selon V V.

La figure 6 est une vue partiellement en coupe et à plus grande échelle du détail VI de la figure 1.

La figure 7 est une vue selon VII VII et à plus grande échelle de la figure 6.

La figure 8 est une vue agrandie du détail VIII de la figure 4.

La figure 9 est une vue en coupe selon IX IX de la figure 8.

La figure 1 montre en élévation et en coupe partielle une plate-forme conforme à l'invention. Cette plate-forme est constituée d'une tour en treillis 1 supportant à sa partie haute un pont 2 comportant les installations de forage 3 et les quartiers d'habitation 4. La tour est maintenue au fond de la mer par une articulation constituée par des pieux flexibles 5 disposés en cercle, parallèlement à l'axe de la tour et près de celui-ci et par des pieux de cisaillement 6 disposés à la périphérie de la tour, dont la fonction sera ultérieurement

définie.

Les pieux flexibles 5, au nombre de six dans l'exemple de réalisation représenté, sont disposés près du centre de la tour selon une circonférence dont le diamètre définit une surface approximativement égale ou inférieure à 10% de la surface totale de la structure. Cette localisation très compacte présente plusieurs avantages :

- les efforts de traction et de compression exercés sur des pieux diamétralement opposés, lors des oscillations, se produisant autour du point d'articulation situé au niveau du sol sous-marin, sont réduits au minimum ;

- les tubes conducteurs ou de forage sont protégés dans la zone de surface, du fait qu'ils passent à l'intérieur de la tour, et subissent peu de contrainte au niveau du sol sous-marin par suite de leur faible distance de l'axe de la tour.

La tour est munie à sa partie supérieure de flotteurs 7 et à sa partie inférieure d'un compartiment à lest 8 représenté sur la figure 1 avec ses tôles latérales enlevées pour donner plus de clarté à la figure.

Selon l'exemple de la figure 1 la tour porte à la périphérie de son extrémité inférieure, des guides latéraux 9 qui reçoivent des pieux de cisaillement 6, empêchant la rotation de la tour selon son axe et permettant le transfert au sol des efforts tranchants et des moments de torsion.

Selon l'exemple de la figure 2, la tour est posée au-dessus d'un gabarit de forage 10 portant les têtes de puits préforées. Le gabarit est constitué d'une structure en treillis fixée au sol sous-marin par des pieux de fixation 11. Les pieux sont soudés dans des guides 12 prévus sur la structure treillis selon une répartition identique à celle des guides latéraux 9 prévus

à la partie inférieure de la tour. La partie supérieure des pieux de fixation 11 dépasse de la surface du gabarit afin de recevoir les guides latéraux 9 de la tour. La base de la tour est séparée de 1 à 2 m de la partie supérieure du gabarit afin de permettre la libre oscillation.

Le volume des flotteurs est prévu de telle manière que le produit de la flottabilité totale de la tour (comprenant le volume de la structure immergée) par la distance séparant le centre de poussée du centre d'articulation soit au moins égal à 1,25 fois le produit du poids propre de la plate-forme (comprenant le pont, la structure de la tour, les flotteurs, les pieux flexibles, le ballast) par la distance séparant le centre de gravité de la plate-forme du centre d'articulation.

Il faut entendre par structure de la tour, tous les éléments la constituant et compris dans la tour c'est-à-dire les pieds, les entretoises, les pieux, mais également les flotteurs et le ou les ballasts et par plate-forme, la tour précédente équipée du pont.

Le gabarit de forage qui repose directement sur le sol sous-marin et qui, par conséquent, n'intervient pas dans l'équilibre hydrostatique de la plate-forme n'est pas pris en compte dans les termes définissant les conditions d'équilibre ci-dessus établies.

La tension ou la compression des pieux flexibles 5 est déterminée par la différence entre le poids propre de la plate-forme, lest compris et la flottabilité de la structure.

La plate-forme selon la forme de réalisation conforme à l'invention est constituée d'une tour hexagonale en treillis dont les pieds tubulaires 14 forment les sommets. Les pieds sont entretoisés horizontalement et diagonalement de manière connue.

La partie supérieure VI de la tour, partiellement immergée, représentée à plus grande échelle

figure 6, comporte un tube central 15 sur lequel sont soudées les entretoises horizontales diamétrales 16 et une extrémité des entretoises diagonales 17. Sur le tube central sont également soudées des plaques de fixation 18 (figure 7) qui portent régulièrement espacées des chemises 19 dans lesquelles sont guidés les pieux flexibles 5.

Ces pieux sont fixés à leur extrémité supérieure à l'extrémité supérieure 20 des chemises par soudure. Les pieux flexibles 5 sont maintenus de point en point sur la hauteur de la tour au niveau des entretoises horizontales diamétrales (figures 4, 8, 9) par des goussets 21 soudés sur les entretoises 22 et comportant en leur centre une ouverture dans laquelle est soudé un guide 23 tubulaire portant à son extrémité supérieure une collerette tronconique 24. Le diamètre du guide est prévu de manière à laisser un jeu entre lui et le pieu pour permettre le libre coulissement de celui-ci.

Les flotteurs 7 prévus près du sommet de la tour sont disposés (figure 3) dans les espaces délimités par les entretoises horizontales diamétrales auxquelles ils sont au moins partiellement fixés. Le volume des flotteurs est calculé en fonction des contraintes de traction ou de compression que l'on désire appliquer aux pieux flexibles. Les flotteurs sont compartimentés afin de diminuer les effets d'une éventuelle modification de flottabilité due à l'endommagement d'un ou plusieurs flotteurs.

La figure 5 est une vue en coupe de la tour au niveau du compartiment à lest 8. Les entretoises horizontales du fond du compartiment laissent une ouverture centrale hexagonale 25 qui déterminent avec des entretoises verticales, un volume central en communication avec la mer, dans lequel passeront les pieux flexibles 5 et les tubes conducteurs ou de forage 26.

Le compartiment à lest 8 est défini sur ses côtés latéraux et son fond par des plaques de fermeture.

Sur les entretoises horizontales périphériques 27 prévues à l'extrémité inférieure de la tour sont régulièrement disposés une partie des moyens de reprise des efforts de cisaillement constitués d'un certain nombre d'oreilles 28 qui portent des guides 9 dans lesquels passent les pieux de cisaillement 6 constituant l'autre partie des moyens.

Les pieux flexibles 5 sont battus ou forés dans le sol afin de transmettre l'effort vertical provenant des efforts d'environnement et éventuellement du poids apparent de la structure.

La capacité de résistance axiale de ces pieux flexibles est augmentée par adjonction, comme montré sur la figure 2, d'une gaine 30, autour de chaque pieu, installée dans la partie basse de la tour et battue dans le sol. De préférence, la gaine ne recouvre qu'une faible partie de la longueur du pieu flexible pénétrant dans le sol. Ces gaines permettent d'augmenter la capacité de compression des pieux en les empêchant de flamber, et protègent de l'usure lors de la traversée de la couche de sédiments marins.

Selon une forme de réalisation préférée, les flotteurs 7 sont disposés le plus près possible de l'axe de la tour afin de minimiser le moment d'inertie des masses autour de l'axe vertical de la tour et de réduire la tendance de la tour à tourner autour de son axe vertical.

Les flotteurs 7 sont compartimentés (figure 3) pour obvier aux inconvénients dus à l'endommagement d'un flotteur. En outre le flotteur contient répartie dans les compartiments (31) en condition normale, une quantité d'eau égale au volume d'un compartiment. Cela permet en cas d'envahissement accidentel, de rétablir rapidement la stabilité de la structure, en enlevant par pompage l'eau contenue dans les compartiments non endommagés.

REVENDICATIONS

1. Plate-forme oscillante sur pieux flexibles pour travaux en mer, la plate-forme comportant un pont, une tour en treillis, une articulation formée par les pieux flexibles et éventuellement un gabarit de forage fixé au fond marin, les pieux flexibles enfoncés dans le sol sous-marin étant fixés à la partie supérieure de la tour, la tour comportant à sa partie supérieure des flotteurs et à sa partie inférieure un compartiment à lest et des moyens de reprise des efforts de cisaillement, caractérisée en ce que le produit de la flottabilité totale de la tour par la distance comprise entre le centre de poussée et le centre d'articulation est au moins égal à 1,25 fois le produit du poids propre de la plate-forme par la distance comprise entre le centre de gravité de la plate-forme et le centre d'articulation.

2. Plate-forme selon la revendication 1, caractérisée en ce que les pieux flexibles (5) sont disposés près du centre de la tour et sont régulièrement espacés sur une circonférence dont le diamètre est approximativement égal ou inférieur à 10% du diamètre extérieur de la tour (1).

3. Plate-forme selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que les flotteurs (7) sont disposés à l'intérieur de la structure de la tour et près de l'axe de la tour.

4. Plate-forme selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que les moyens de reprise des efforts de cisaillement sont constitués d'oreilles (28), régulièrement disposés à la périphérie de l'extrémité inférieure de la tour, portant des guides (9) dans lesquels passent des pieux de cisaillement (6, 11).

5. Plate-forme selon la revendication 4, caractérisée en ce que les pieux de cisaillement sont constitués par la partie supérieure des pieux de fixation

(11) du gabarit de forage (10) sur le fond marin.

6. Plate-forme selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que les pieux flexibles (5) comportent une gaine (30) fixée à la partie basse de la tour et recouvrant la partie de pieux traversant la couche sédimentaire.

7. Plate-forme selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que les flotteurs (7) sont divisés en compartiments (31), les flotteurs contenant en condition normale, uniformément répartie dans les compartiments, une quantité d'eau égale au volume d'un compartiment.

FIG.:1

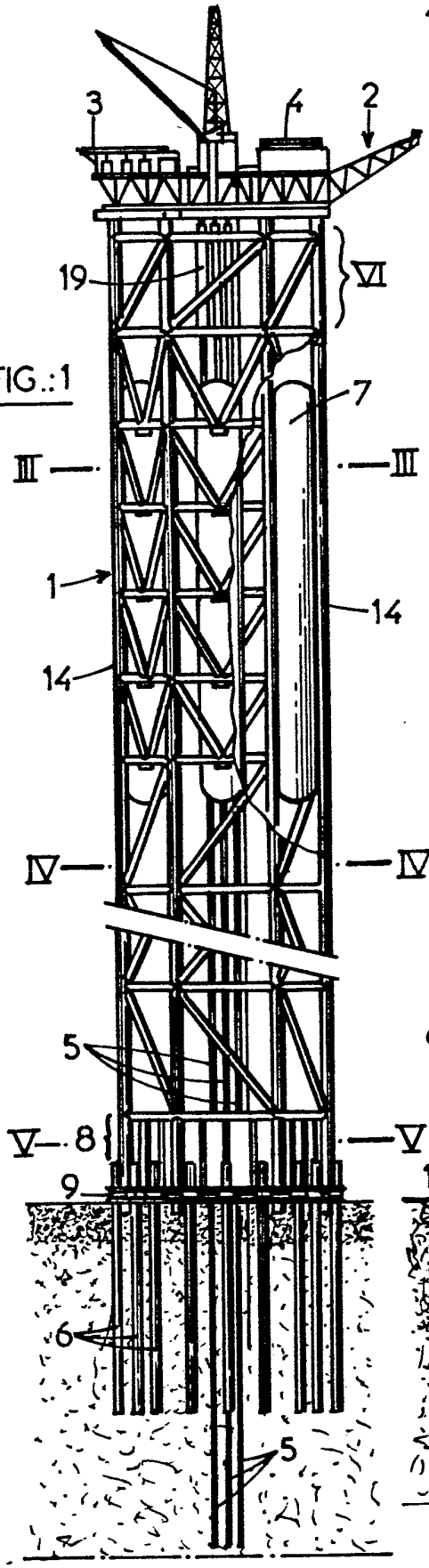


FIG.:3

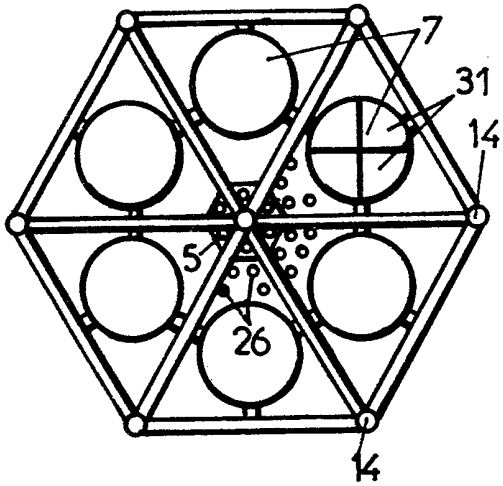


FIG.:2

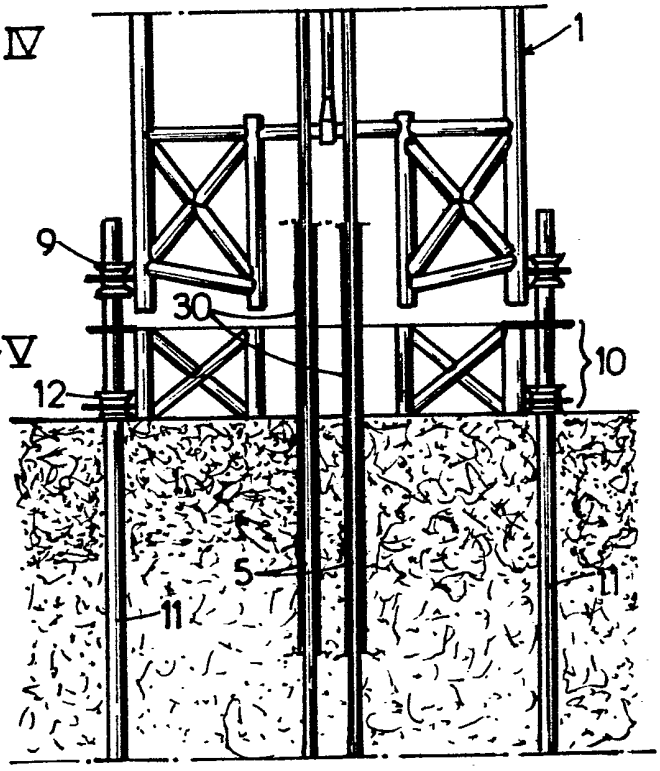


FIG.:4

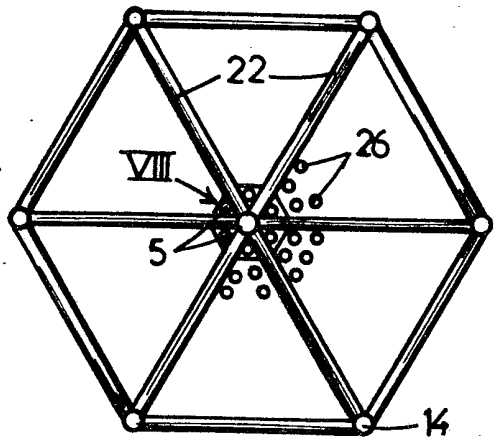


FIG.:5

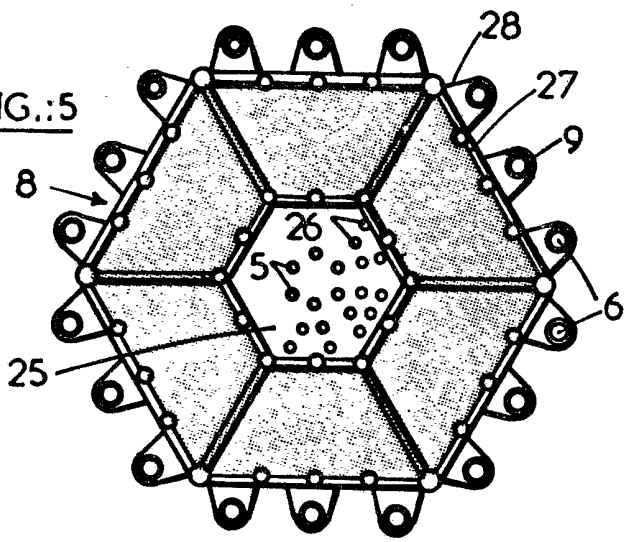
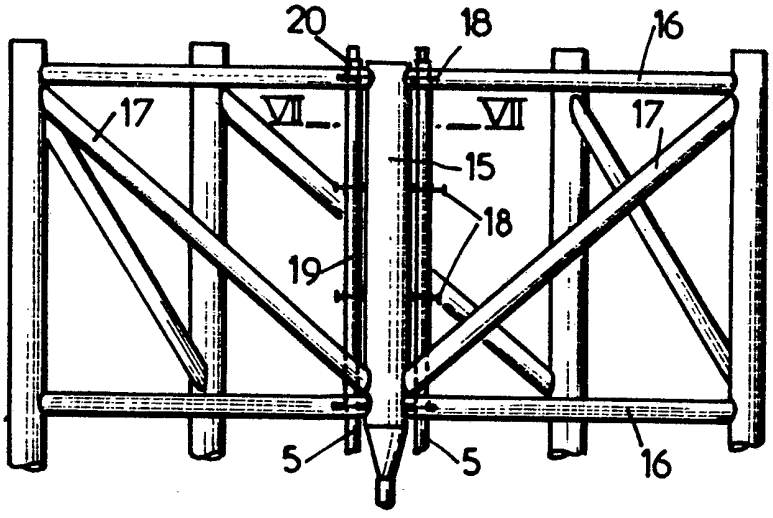


FIG.:6



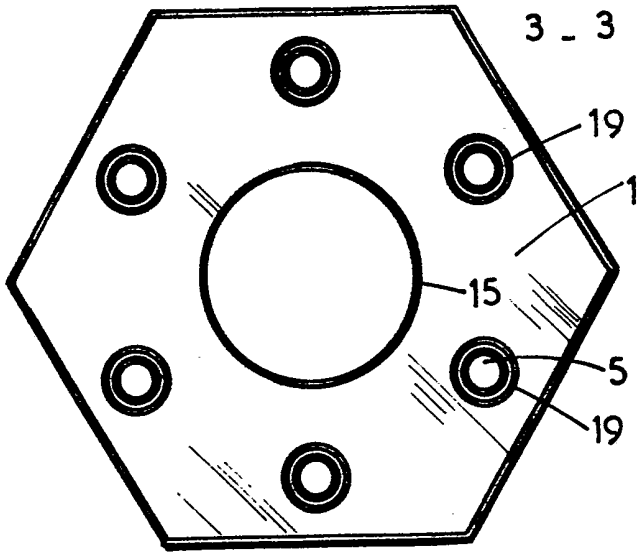


FIG.:7

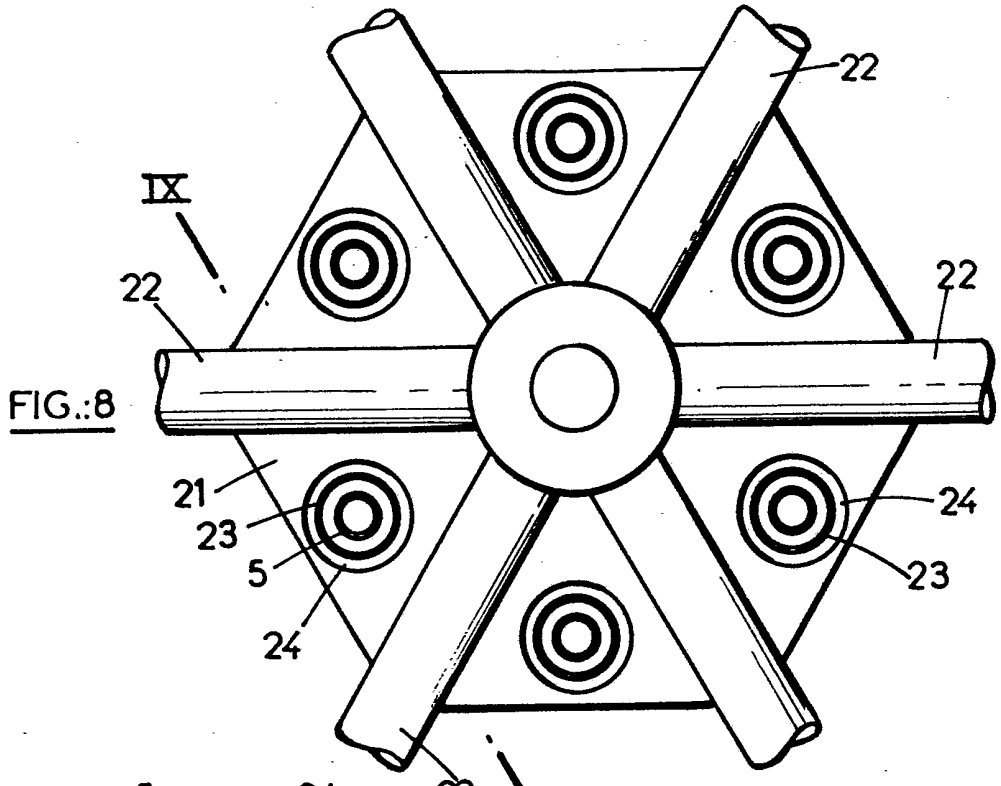


FIG.:8

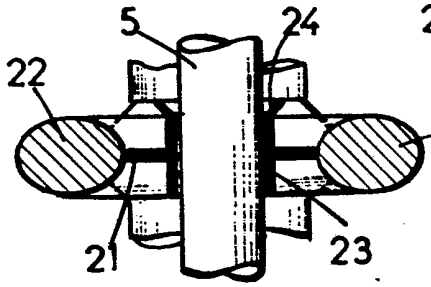


FIG.:9