

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :

(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 486 562

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21) **N° 80 15241**

(54) Dispositif de fondation pour structure, telle qu'une plate-forme, notamment auto-élévatrice, reposant sur un fond sous-marin, et plate-forme de ce type.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). E 02 D 27/18; E 02 B 17/00; E 02 D 27/10; E 21 B 7/12.

(22) Date de dépôt..... 9 juillet 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 2 du 15-1-1982.

(71) Déposant : Société anonyme dite : COYNE & BELLIER, BUREAU D'INGENIEURS CONSEILS, résidant en France.

(72) Invention de : Francis Raymond Claude Cour.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Armengaud Jeune, Casanova, Akerman, Lepeudry,
23, bd de Strasbourg, 75010 Paris.

La présente invention a pour objet un dispositif de fondation pour l'équipement d'une structure destinée à reposer sur un fond sous-marin, telle qu'une plate-forme, notamment auto-élévatrice, et a également pour objet les plate-formes équipées d'un tel dispositif de fondation.

Des structures, telles que des plate-formes reposant chacune sur un fond sous-marin par l'intermédiaire d'au moins une pile solidaire d'un dispositif de fondation, sont utilisées depuis de nombreuses années, notamment aux fins de recherches, forage et production sur des champs pétroliers en mer, communément désignées par les termes anglais d'"off-shore".

De plus, certaines de ces plate-formes ont été conçues pour pouvoir se déplacer en fonction de la localisation géographique des travaux à effectuer. C'est ainsi que l'on utilise, depuis 1953 environ, des plate-formes dites "auto-élévatrices", constituées d'une barge reposant, en cours d'opération, sur le fond sous-marin choisi, par l'intermédiaire de piles équipées à leur extrémité inférieure d'un dispositif de fondation, les piles étant montées mobiles en direction verticale sur la barge, de sorte que cette dernière puisse les transporter, en position relevée par rapport à la barge, jusque sur le site choisi, où les piles sont descendues pour procurer l'appui sur le sol sous-marin.

La stabilité des plate-formes reposant sur des fonds sous-marins dépend de l'adaptation du dispositif de fondation de leur(s) pile(s) à la nature et aux caractéristiques mécaniques du fond sous-marin. Différents types de dispositifs de fondation sont actuellement utilisés. Certaines plate-formes reposent sur des piles terminées par des embases

sensiblement cylindriques, ou des caissons, dont la face inférieure est conique, ces dispositifs étant habituellement désignés par l'expression anglaise "spud cans". Un autre type de dispositif de fondation consiste en une 5 semelle unique, de dimensions comparables à celles de la plate-forme, qui est alors habituellement qualifiée par les termes anglais de "mat-supported".

Selon la capacité portante du sol, c'est-à-dire du fond sous-marin, ces dispositifs de fondation soit 10 reposent sur le fond, soit sont enfoncés dans le fond sous-marin.

Dans le premier cas, les dispositifs de fondation actuellement utilisés ne posent pas de problème.

Dans le second cas l'utilisation des dispositifs 15 connus pose de nombreux problèmes mal résolus.

En particulier, on se trouve alors obligé de déplacer des quantités importantes de matériaux provenant du fond sous-marin, et l'enfoncement du dispositif de fondation est un phénomène pouvant s'effectuer, partiellement 20 ou totalement, d'une manière brutale, susceptible de mettre en cause la stabilité de l'ensemble de la structure.

De plus, compte-tenu d'une part des règles et normes de sécurité qui s'imposent, d'autre part du risque d'application sur la structure de charges dynamiques très supérieures aux seuls efforts statiques (poids de la structure), par le fait de phénomènes naturels tels que la houle, sollicitant latéralement les piles et, par suite, 25 leurs dispositifs de fondation, on se trouve contraint d'appliquer sur la structure des efforts verticaux au moins égaux aux efforts maximaux prévisibles, ce qui est effectué 30 par une opération de surcharge des piles, communément désignée par les termes anglais de "pre loading", par ballastage notamment, ce qui présente des risques, occasionne une perte de temps, et rend plus coûteuse l'installation de la 35 plate-forme.

Enfin, et plus particulièrement pour les plate-formes auto-élévatrices, qui, comme déjà dit, sont amenées à être déplacées en fonction des travaux à effectuer, l'un des moments les plus délicats dans l'utilisation des plate-formes reposant sur fond sous-marin, se présente lorsqu'il s'agit de dégager le dispositif de fondation du fond sous-marin. En effet, après pénétration du dispositif de fondation à l'intérieur du fond sous-marin, ce dernier se "cicatrice" au-dessus des embases ou caissons qui le constituent, et il est ensuite très difficile de les faire ressortir. Dans le cas de plate-forme reposant sur le fond sous-marin par l'intermédiaire de plusieurs piles, un tel dégagement du dispositif de fondation au niveau de certaines piles peut être tenté en prenant appui sur d'autres piles, ce qui revient à appliquer sur ces dernières des efforts très importants, risquant de se concentrer sur un faible nombre de piles voire sur une seule d'entre elles, du fait du déplacement du centre de gravité. Il en résulte des risques de rupture de piles trop sollicitées et de renversement de la plate-forme. Une autre solution, utilisable notamment dans le cas de structure reposant sur le fond par l'intermédiaire d'une seule pile, consiste à dégager le dispositif de formation en chassant les matériaux (terre ou sable), le recouvrant et le solidifiant au fond sous-marin, par l'application de jets d'eau sous pression le long des parois des embases ou caissons. La mise en oeuvre de ce procédé, connu sous le terme anglais de "jetting", est longue et coûteuse, et se révèle souvent insuffisante, du fait que les dispositifs de fondation s'enfoncent parfois de plusieurs mètres lorsque les fonds sous-marins sont mous. Cette opération n'est pas exempte de dangers, puisque c'est au cours de cette phase opératoire que des plate-formes auto-élévatrices ont été accidentées.

Quel que soit le procédé utilisé, le dégagement de telles plate-formes du fond sous-marin sur lequel elles reposent ne peut se réaliser que si l'on développe des efforts d'arrachement pouvant être très importants,

ce qui entraîne des sur-coûts d'exploitation, et fait courir des risques importants à la structure et au personnel concerné.

Par la présente invention, on se propose de remédier à ces inconvénients, au moyen d'un dispositif de fondation, pour structure destinée à reposer sur un fond sous-marin, qui se caractérise en ce qu'il comprend au moins un caisson à fond ouvert, à parois latérales sensiblement verticales et dont la partie supérieure présente au moins un orifice de passage, notamment pour l'eau, qui est chassée du caisson lorsque ce dernier s'enfonce par ses parois latérales dans le fond sous-marin, ou que l'on injecte dans le caisson pour dégager ce dernier du fond sous-marin. Ainsi, le pied de chaque pile, ou le pied commun, affecte la forme d'un carottier. Il en résulte immédiatement un avantage important. En effet, l'effort d'enfoncement ne dépend que de la surface "en pointe" des parois verticales du caisson et des frottements le long de ses parois verticales, puisque l'eau, qui a été emprisonnée au cours de la descente du caisson, peut s'échapper par le ou les orifices prévus à sa face supérieure.

Avantageusement, une canalisation munie d'une vanne est raccordée à l'un au moins des orifices de passage. Selon l'invention, il est possible de prévoir une unique vanne sur une unique canalisation dans laquelle débouchent différentes dérivation raccordées aux différents orifices de passage, ou encore une canalisation et une vanne pour chaque orifice de passage. De la sorte, par la commande de l'ouverture de la ou des vannes, il est possible de faire varier la section de passage de l'eau, et donc de piloter l'évacuation de l'eau hors du caisson, et il suffit pratiquement de fermer la ou les vannes pour arrêter immédiatement l'enfoncement du dispositif de rotation dans le fond sous-marin.

Un autre avantage de la présente invention est qu'il est possible d'accroître l'enfoncement d'un dispositif de fondation dans le fond sous-marin, c'est-à-

dire de dépasser l'enfoncement normalement obtenu sous le simple effet du poids de la structure, grâce à des moyens, reliés aux orifices de passage par l'intermédiaire des canalisations qui s'y raccordent, et permettant d'assurer 5 dans le caisson une dépression relative par rapport à la pression hydrostatique sur le fond sous-marin.

De même, pour favoriser le dégagement du caisson, et donc de l'ensemble du dispositif de fondation, hors du fond sous-marin, le dispositif selon l'invention 10 comprend avantageusement des moyens, également reliés aux orifices de passage par l'intermédiaire des canalisations qui s'y raccordent, et permettant d'assurer dans le caisson une surpression relative par rapport à la pression hydrostatique sur le fond sous-marin. Le dispositif de fondation 15 est ainsi dégagé du fond sous-marin par réaction sur ce dernier.

Pour fixer les idées, la charge qui est appliquée sur les piles peut être de 100 tonnes par exemple, mais la surface de l'ensemble des pieds peut elle-même être 20 de l'ordre de 100 m² environ, de sorte que des surpressions ou des pressions relatives assez faibles permettent d'obtenir des efforts de manoeuvre importants.

L'invention concerne également les plate-formes destinées à reposer sur un fond sous-marin 25 par l'intermédiaire d'au moins une pile solidaire d'un dispositif de fondation propre à l'invention. Selon une première forme de réalisation, une plate-forme selon l'invention est telle que l'ensemble de ses piles soit solidaire d'un dispositif de fondation comprenant un unique caisson compartimenté à fond ouvert, dont chaque compartiment présente un orifice de passage sur lequel se raccorde une canalisation 30 munie d'une vanne.

Selon un second exemple de réalisation, une plate-forme selon l'invention est telle qu'à chaque 35 pile corresponde un caisson à fond ouvert d'un dispositif de fondation, dont la pile est solidaire, chaque caisson présentant un orifice de passage sur lequel se raccorde une canalisation munie d'une vanne.

Selon l'invention, les plate-formes de type auto-élévatrices, c'est-à-dire dont les piles sont destinées à soutenir une barge sur laquelle elles sont montées mobiles en direction verticale, se caractérisent 5 en ce que les vannes sont montées sur la barge. De plus, ces vannes sont de préférence reliées à un groupe de pompage, également monté sur la barge, et faisant office de moyens assurant une dépression ou une surpression dans le ou les caissons.

10 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la description, qui va suivre, de modes de réalisation de l'invention en regard des figures qui représentent :

la figure 1 une plate-forme auto-15 élévatrice montée sur un caisson unique.

La figure 2 une plate forme auto-élévatrice sur laquelle chaque pile est supportée par un caisson ouvert indépendant.

20 La figure 3 une plate-forme montée sur un caisson unique, et dont les orifices de passage sont raccordés à un système de canalisation et de vannes.

La figure 4 une plate-forme du même type que celle de la figure 3, mais avec un caisson indépendant par pile.

25 Et la figure 5 une vue de dessus d'un caisson destiné à supporter toutes les piles d'une plate-forme, et de type cloisonné.

Sur les figures, on n'a représenté que deux piles par plate-forme, mais ceci ne saurait constituer 30 une limitation quelconque.

Sur la figure 1, on voit que la barge 1 de la plate-forme auto-élévatrice est supportée par des piles 2 en treillis, lesquelles reposent sur un caisson unique 3, ouvert à sa partie inférieure, et qui présente 35 à sa face supérieure un ensemble d'orifices de passage 3', sur lesquels sont raccordées des canalisations 7 munies de vannes 4, avantageusement commandées à partir de la barge 1.

La barge 1 porte elle-même des moyens 6 de forage ou de production. Lorsque le caisson 3 arrive sur la surface A, du fond sous-marin, les parois latérales verticales 5 du caisson 3 pénètrent dans celui-ci, et l'eau 5 initialement emprisonnée s'échappe par les orifices de passage 3' et les canalisations 7, tant que celles-ci restent ouvertes. Dès que les vannes 4 sont fermées, l'eau, qui est éventuellement encore emprisonnée dans le caisson 3, reste bloquée à l'intérieur de ce dernier, et un mouvement de 10 descente de celui-ci est immédiatement stoppé. On notera que la portance de la fondation est à ce moment égale à celle d'une semelle de même section, fondée au niveau inférieur atteint par le caisson 3, et prend une valeur supérieure à l'effort nécessaire à l'enfoncement du caisson 15 dans le cas où les vannes 4 sont ouvertes. La quantité de matériau déplacée, correspondant au volume des parois verticales du caisson, est donc faible, et l'enfoncement du caisson ne provoque aucun déplacement de matériau sur une grande échelle sous la fondation. Cela constitue un avantage notable 20 par rapport au cas de caissons ou semelles pleins, qui ne peuvent pénétrer dans le sol que par rupture et déplacement de celui-ci, ce qui conduit à un affaiblissement de la résistance mécanique du fond sous-marin, qui peut se révéler préjudiciable.

25 Lorsque l'enfoncement du caisson 3 est achevé, la portance présentée est très supérieure à la charge statique, de sorte que les surcharges dynamiques peuvent être supportées avec des facteurs de sécurité adéquats.

La figure 1 représente donc soit le 30 caisson au cours de son enfoncement dans le fond sous-marin, soit en fin d'enfoncement dans une position intermédiaire, les vannes 4 étant fermées alors que le caisson ne s'est pas complètement enfoncé dans le sol.

Sur la figure 2, chacune des piles 2 de la 35 plate-forme est montée sur un caisson 3 individuel, dont la face supérieure présente deux orifices de passage 3', sans qu'il soit prévu de canalisation ni de vanne.

Sur la figure 3, les piles 2 sont à nouveau montées sur un caisson 3 unique, mais des vannes 4 sont disposées sur la barge 1, et reliées chacune d'une part à plusieurs orifices de passage 3' de la face supérieure du caisson 3, par des canalisations 7 et d'autre part, à un groupe de pompage 12, qui permet soit de produire une dépression à l'intérieur du caisson 3, pour favoriser l'enfoncement de celui-ci, soit de produire une surpression dans le caisson 3 pour permettre son dégagement du fond sous-marin.

Sur la figure 4, chaque pile 2 est supportée par un caisson 3 individuel, dont la face supérieure est mise en communication, par les canalisations 7 et 8, raccordées chacune sur un orifice de passage 3', avec les vannes 4 portées par la barge 1. Bien entendu, ces vannes 4 sont de préférence reliées, comme précédemment, à un groupe de pompage (non représenté).

On a représenté sur la figure 5, en vue de dessus, un caisson selon l'invention, de forme circulaire et compartimenté. Ce caisson est divisé en secteurs par des arêtes pleines 9 et 10, lesdits secteurs étant eux-mêmes divisés sensiblement en deux parties par une couronne 11. Cette division est effectuée pour des raisons de résistances mécaniques évidentes. Chacun des compartiments ainsi constitués est muni comme expliqué précédemment, d'un orifice de passage sur lequel se raccorde une canalisation munie d'une vanne, avantageusement commandée à partir de la barge 1. Ceci permet, par une commande appropriée des vannes, d'assurer un enfoncement uniforme du caisson.

Il va de soi que des modifications peuvent être apportées aux modes de réalisation qui viennent d'être décrits, notamment par substitution de moyens techniques équivalents, sans sortir pour cela du cadre de la présente invention.

R E V E N D I C A T I O N S

- 1.- Dispositif de fondation pour structure destinée à reposer sur un fond sous-marin, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un caisson 3 à fond ouvert, à 5 parois latérales 5 sensiblement verticales, et dont la face supérieure présente au moins un orifice de passage 3', notamment pour l'eau, qui est chassée du caisson 3, lorsque ce dernier s'enfonce par ses parois latérales 5 dans le fond sous-marin A, ou que l'on injecte dans le caisson 3, 10 pour dégager ce dernier du fond sous-marin A.
- 2.- Dispositif de fondation selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'une canalisation 7 munie d'une vanne 4 est raccordée à l'un au moins des orifices de passage 3'.
- 15 3.- Dispositif de fondation selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens reliés aux orifices de passage 3' par l'intermédiaire des canalisations 7 qui s'y raccordent, et permettent d'assurer dans le caisson 3 une dépression relative par rapport à la pression 20 hydrostatique sur le fond sous-marin A, pour favoriser l'enfoncement du caisson 3.
- 25 4.- Dispositif de fondation selon l'une quelconque des revendications 2 et 3, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens, également reliés aux orifices de passage 3' par l'intermédiaire des canalisations 7 qui s'y raccordent, et permettant d'assurer dans le caisson 3 une surpression relative par rapport à la pression hydrostatique sur le fond sous-marin A, pour favoriser le dégagement du caisson 3 hors du fond sous-marin A.
- 30 5.- Plate-forme destinée à reposer sur un fond sous-marin par l'intermédiaire d'au moins une pile 2 solidaire d'un dispositif de fondation, caractérisée en ce que ce dernier est un dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4 précédentes.
- 35 6.- Plate-forme selon la revendication 5, caractérisée en ce que l'ensemble des piles 2 est solidaire d'un dispositif de fondation comprenant un unique caisson 3

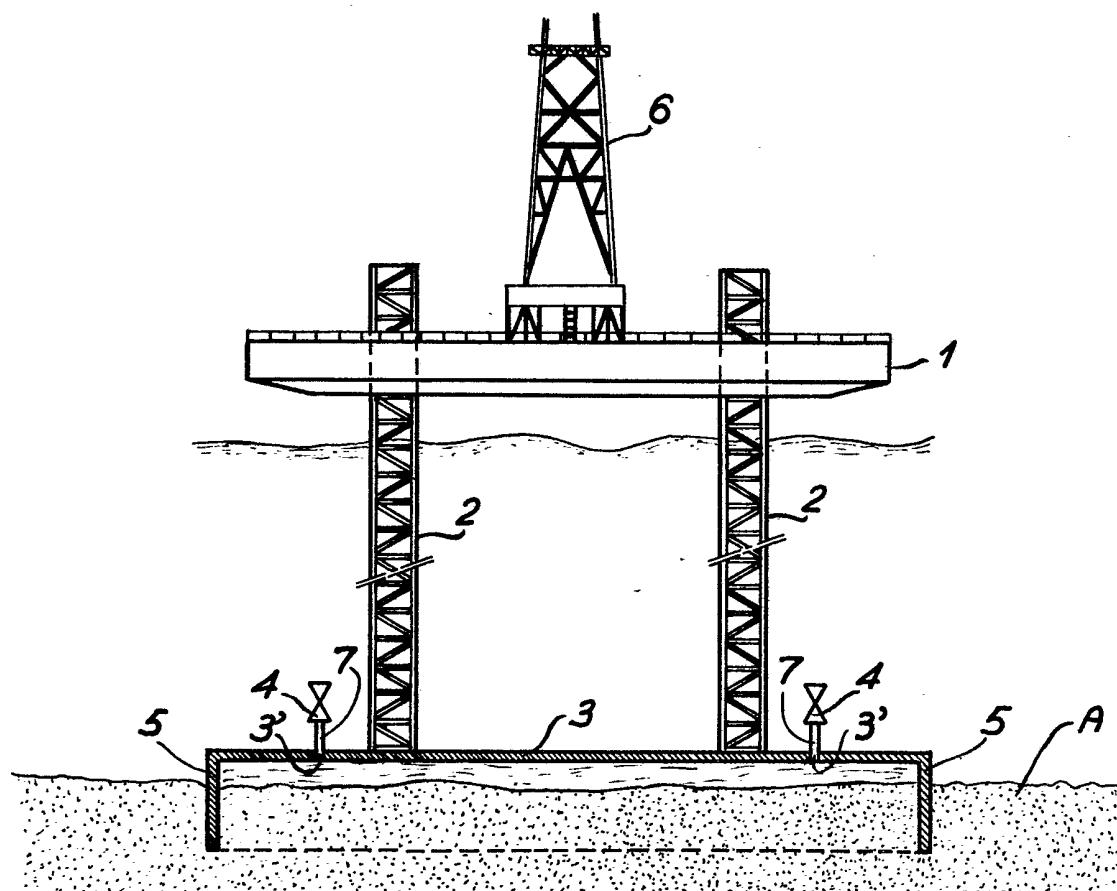
compartimenté à fond ouvert, dont chaque compartiment présente un orifice de passage 3' sur lequel se raccorde une canalisation 7, 8 munie d'une vanne 4.

7.- Plate-forme selon la revendication 5,
5 caractérisée en ce qu'à chaque pile 2 correspond un caisson 3 à fond ouvert d'un dispositif de fondation, dont la pile 2 est solidaire, chaque caisson 3 présentant un orifice de passage 3', sur lequel se raccorde une canalisation 7, 8 munie d'une vanne 4.

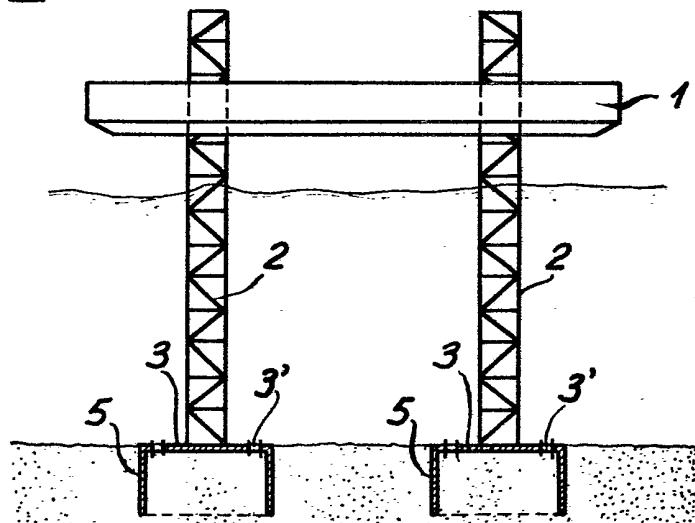
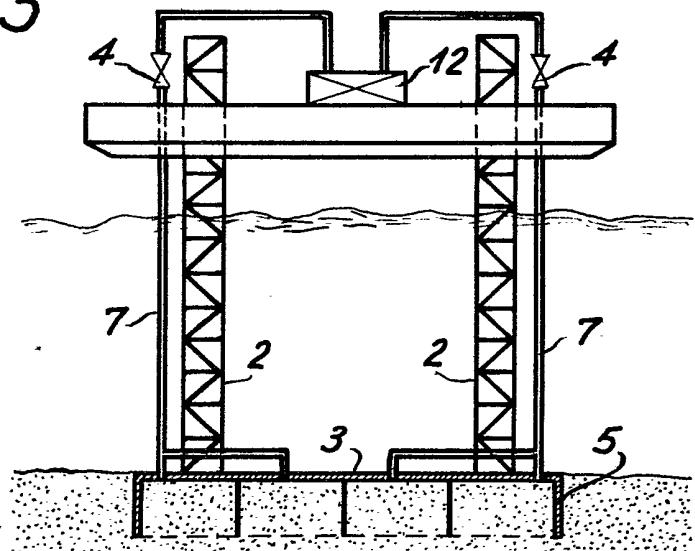
10 8.-Plate-forme selon l'une quelconque des revendications 6 et 7, de type auto-élévatrice, dont les piles 2 sont destinées à soutenir une barge 1 sur laquelle elles sont montées mobiles en direction verticale, caractérisée en ce que les vannes 4 sont montées sur la barge 1.

15 9.- Plate-forme selon la revendication 8, caractérisée en ce que les vannes 4 sont reliées à un groupe de pompage 12, également monté sur la barge 1, et faisant office de moyens assurant une dépression ou une surpression dans le ou les caisson(s) 3.

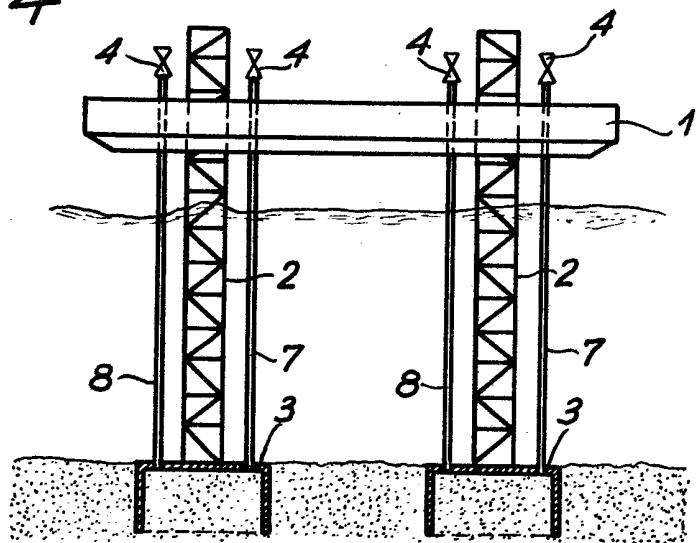
1/3

Fig. 1

213

Fig. 2Fig. 3

3/3

Fig.4Fig.5