(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 942 102 B1

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
01.09.2004 Bulletin 2004/36

(51) Int Cl.[7]: **E02B 17/02**

(21) Numéro de dépôt: **99400560.1**

(22) Date de dépôt: **08.03.1999**

(54) **Plate-forme auto-élévatrice à réservoir immergé et procédés de mise en place et de relevage du réservoir**

Selbsthebende Plattform mit Eintauchbehälter und Verfahren zum Installieren und Heben des Behälters

Self-elevating platform with submerged reservoir and method for placing and raising the reservoir

(84) Etats contractants désignés:
DK GB NL

(30) Priorité: **11.03.1998 FR 9802987**
11.03.1998 FR 9802988

(43) Date de publication de la demande:
15.09.1999 Bulletin 1999/37

(73) Titulaire: **Technip France**
92973 Paris la Défense Cedex (FR)

(72) Inventeur: **Thomas, Pierre Armand**
23, rue Louis Pouey, 92800 Puteaux (FR)

(74) Mandataire: **Blot, Philippe Robert Emile et al**
c/o Cabinet Lavoix,
2, place d'Estienne d'Orves
75441 Paris Cedex 09 (FR)

(56) Documents cités:
FR-A- 1 173 704
FR-A- 2 225 582
FR-A- 2 247 910
FR-A- 2 334 790
US-A- 4 627 767

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

EP 0 942 102 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Description

[0001] La présente invention concerne une plate-forme auto-élévatrice du type comportant une coque supérieure flottante montée déplaçable suivant la longueur de jambes porteuses, des moyens mécaniques de déplacement des jambes par rapport à la coque, et un réservoir de stockage immergé, destiné à reposer sur le fond.

[0002] Elle concerne en outre un procédé de mise en place et un procédé de relevage d'un réservoir immergé d'une plate-forme auto-élévatrice du type précité et un procédé de relevage d'un tel réservoir.

[0003] De tels types de plate-forme sont utilisés pour l'exploitation de champs pétrolifères. En effet, avant que le pétrole extrait ne soit transporté, par exemple par bateau, jusque sur la terre, le réservoir immergé est utilisé pour entreposer le pétrole.

[0004] A cet effet, il est connu de prévoir un réservoir de stockage de grande capacité, sur lequel s'appuient les jambes de la plate-forme auto-élévatrice.

[0005] Dans les plates-formes connues, le réservoir est généralement réalisé avec des parois en béton. Il forme une embase sur laquelle repose le reste de la plate-forme.

[0006] Lors de l'installation de la plate-forme, le réservoir de stockage est acheminé, séparément, en flottaison, sur le lieu d'installation de la plate-forme. Il est ensuite immergé en le lestant par apport d'eau prélevée dans la mer.

[0007] Lorsque le réservoir repose sur le fond, la coque de la plate-forme portant les jambes est acheminée en flottaison au-dessus du réservoir. Les jambes sont ensuite descendues, jusqu'à ce que leur extrémité inférieure prenne appui sur la surface supérieure du réservoir. La coque est ensuite hissée au-dessus du niveau de l'eau.

[0008] Un tel procédé d'installation d'une plate-forme est efficace et bien maîtrisé. Toutefois, pour des plates-formes devant être déplacées plusieurs fois sur le champ pétrolifère au cours de leur durée de vie, le réservoir de stockage ne peut être réutilisé.

[0009] En effet, le réservoir étant indépendant, sa remise à flot est extrêmement délicate et risquée.

[0010] Ainsi, il est nécessaire pour chaque nouvelle implantation de la plate-forme de mettre en place initialement un nouveau réservoir. Ceci augmente considérablement le coût du déplacement de la plate-forme.

[0011] De plus, l'abandon du réservoir de stockage immergé après déplacement de la coque supérieure crée une nuisance environnementale.

[0012] Du document FR-A-2 225 582 est connu une plateforme auto-élévatrice du type comportant un réservoir de stockage immergeable à flottaison contrôlable.

[0013] L'invention a pour but de proposer une plate-forme auto-élévatrice, ainsi que son procédé d'installation et de désinstallation, permettant des mises en oeuvre successives de la plate-forme en des lieux distincts, pour un coût réduit et sans conséquence pour l'environnement.

[0014] A cet effet, l'invention a pour objet une plate-forme auto-élévatrice telle que définie à la revendication 1.

[0015] Suivant des modes particuliers de réalisation, la plate-forme comporte l'une ou plusieurs des caractéristiques définies dans les revendications dépendantes.

[0016] L'invention a en outre pour objet un procédé de mise en place d'un réservoir immergé d'une plate-forme auto-élévatrice selon la revendication 12.

[0017] L'invention a enfin pour objet un procédé de relevage d'un réservoir immergé d'une plate-forme auto-élévatrice selon la revendication 16.

[0018] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins sur lesquels :

- La figure 1 est une vue en perspective de trois-quarts d'une plate-forme auto-élévatrice selon l'invention en position de transport ;
- La figure 2 est une vue en élévation de la plate-forme de la figure 1 lors du transport ;
- Les figures 3, 4, 5, 6 et 7 sont des vues en élévation de la plate-forme lors de phases successives d'installation de celle-ci ; et
- La figure 8 est une courbe représentant l'effort appliqué sur les moyens de déplacement des jambes en fonction de la profondeur d'immersion du réservoir.

[0019] La plate-forme selon l'invention, représentée en position de transport sur les figures 1 et 2, comporte une coque supérieure 10 montée déplacable et réglable en position sur des jambes verticales 12. Elle comporte en outre un réservoir de stockage immergé 14 destiné à reposer sur le fond par l'intermédiaire de semelles d'appui 16. Après installation, le réservoir 14 muni des semelles 16 forment une embase 17 de support de l'édifice formé de la coque 10 et des jambes 12.

[0020] La coque 10 comprend un caisson hermétiquement clos. Elle est pourvue de manière classique d'équipements d'exploitation et de locaux d'habitation, ainsi que d'une tour de forage disposée au-dessus d'un passage transversal 10A. Ceux-ci ne sont pas représentés sur les figures.

[0021] La coque a par exemple la forme d'un triangle équilatéral de côté de longueur égale à 90 mètres.

[0022] La hauteur de la coque est égale à 10 mètres. Sa masse avec les équipements qu'elle porte est d'environ 25 000 t. Le volume de la coque est d'environ 40000 m^3.

[0023] En outre, la coque 10 est munie, pour chaque jambe 12, d'un mécanisme de levage 18. Ces mécanismes sont adaptés pour assurer le déplacement des jambes 12 par rapport à la coque 10, et en particulier la descente des jambes puis la surélévation de la coque

au-dessus du niveau de la mer après que les jambes ont pris appui sur le fond marin. De même, ces mécanismes de levage 18 sont adaptés pour permettre une remontée des jambes 12 et du réservoir 14.

[0024] Chaque jambe verticale 12 présente, dans le cas présent, une section triangulaire. Elle est constituée de trois membrures verticales, reliées entre elles par un treillis de tubes métalliques. L'extrémité inférieure de chaque jambe est fixée par soudage à la surface supérieure du réservoir 14.

[0025] La masse totale des jambes est d'environ 5000 t.

[0026] Le réservoir 14 présente une forme générale de triangle équilatéral. L'un des sommets est tronqué. Ainsi, le côté du réservoir le plus long a une longueur de 120 m, alors que les deux côtés aboutissant au sommet tronqué ont une longueur de 95 m.

[0027] Le réservoir 14 est formé par un caisson métallique. Il comporte une base 20 de surface supérieure à celle de la coque 10. Cette base est bordée latéralement suivant deux côtés adjacents au sommet tronqué par deux rebords supérieurs 22 formant boucliers. Ces rebords 22 délimitent sur la base 20 une zone triangulaire 20A de support de la coque 10. Cette zone de support 20A a une surface légèrement supérieure à celle de la coque 10. Elle est ouverte suivant un côté opposé au sommet tronqué du réservoir.

[0028] La base 20 a une épaisseur de 7 m. Elle est traversée par un passage vertical 28 pour des conduits d'exploitation pétrolière.

[0029] Les rebords 22 formant boucliers sont délimités par le caisson métallique formant le réservoir. Ainsi, ils délimitent dans leur épaisseur une partie du réservoir 14. Les rebords 22 s'étendent sur une hauteur de 11 m au-dessus de la zone de support 20A. Ainsi, le réservoir 14 présente, latéralement suivant deux côtés, des flancs d'une hauteur totale de 18 m. Le volume total du réservoir est d'environ 60 000 m^3, pour une masse d'environ 7200 t.

[0030] La paroi inférieure du réservoir 14 comporte une vanne 26 permettant de mettre sélectivement en communication l'intérieur du réservoir 14 et le milieu marin environnant.

[0031] De plus, l'intérieur du réservoir 14 est relié, par une conduite 27A passant le long d'une jambe 12, à un compresseur d'air 27 installé sur la coque 10.

[0032] Les semelles 16 sont formées par des blocs massifs pesants. La masse totale des semelles est d'environ 6000 t. La hauteur de chaque semelle est sensiblement égale à 2 m. Elles sont rapportées sous la face inférieure du réservoir 14 dans les coins de celui-ci. Avantageusement, la surface inférieure du réservoir 14 recouverte par les semelles 16 est inférieure à la moitié de la surface intérieure totale du réservoir. Les semelles ont, par exemple, la forme de triangles équilatéraux de 30 m de côté.

[0033] Les semelles sont fixées sous le réservoir 14 par l'intermédiaire de moyens de retenue, libérables lorsque l'embase 17 est posée sur le fond. Ces moyens sont par exemple constitués d'un verrou mécanique ou de tout autre moyen approprié, par exemple une clavette engagée au travers de deux oreilles solidaires, pour l'une, du réservoir et, pour l'autre, de la semelle à fixer.

[0034] Pour la construction d'une telle plate-forme pétrolière, on procède d'abord à la fabrication du caisson constituant le réservoir 14. Celui-ci peut alors être mis à flot.

[0035] La coque 10 et les jambes 12 sont alors construites directement sur la zone d'appui centrale 20A du réservoir, alors que ce dernier flotte. Ainsi, la fabrication d'une telle plate-forme ne nécessite l'utilisation d'une cale que pour la phase initiale de construction.

[0036] Après l'achèvement de la coque 10, et des jambes 12, les semelles 16 sont acheminées jusqu'à la surface inférieure du réservoir 14. A cet effet, les semelles 16 sont préfabriquées puis immergées et maintenues en surface par l'intermédiaire de bouées de volume adapté. Elles sont glissées sous les coins du réservoir 14 et y sont assujetties par l'intermédiaire des moyens de retenue.

[0037] Afin de procéder à l'installation de la plate-forme selon l'invention, on effectue les étapes successives illustrées aux figures 2 à 7.

[0038] Dans la configuration représentée sur les figures 1 et 2, alors que la vanne 26 est fermée et que le réservoir 14 est vide, la coque 10 est maintenue au-dessus du niveau de la mer. La plate-forme est ainsi acheminée jusqu'à son lieu d'installation.

[0039] Lors de son transport, les rebords latéraux 22 formant bouclier protègent de la houle, la coque équipée des instruments d'exploitation.

[0040] Les boucliers 22 constituent des francs-bords de protection ayant une hauteur d'environ 11 mètres au-dessus du niveau de la mer, le réservoir étant enfoncé dans l'eau sur une profondeur d'environ 7 m.

[0041] Une fois arrivée sur le lieu d'exploitation de la plate-forme, la vanne 26 prévue dans la partie inférieure du réservoir 14 est ouverte. Ainsi, sous l'action du poids total de la plate-forme, celle-ci s'enfonce progressivement dans l'eau au fur et à mesure que le réservoir 14 se remplit.

[0042] Le réservoir 14 étant dépourvu d'ouverture dans sa partie supérieure, l'air contenu initialement dans celui-ci se comprime dans une ou plusieurs bulles d'air 30 confinées dans les parties supérieures du réservoir 14. En particulier, l'air se comprime à l'intérieur des rebords 22 constituant des cavités en cloche.

[0043] Lorsque la pression dans les bulles d'air 30 est égale à la pression de l'eau dans le réservoir, la plate-forme se trouve dans une position d'équilibre, comme représenté sur la figure 3. Dans cette position, la hauteur des bulles d'air 30 est notée B3. Cette hauteur correspond à la distance séparant la paroi supérieure des rebords 22 du niveau de liquide dans le réservoir 14. Pour une telle hauteur B3 des bulles d'air, le volume d'air emprisonné dans le réservoir 14 est d'environ 33000

m^3.

[0044] Dans cette position d'équilibre, la plate-forme s'étant enfoncée dans l'eau, la coque 10 est partiellement immergée. Elle participe ainsi à la flottaison de l'ensemble de la plate-forme. En particulier, dans l'exemple considéré, la coque 10 est immergée sur une profondeur notée C3 d'environ 5 m.

[0045] Dans cette position, l'effort appliqué sur les mécanismes de levage correspond à une poussée des jambes vers le haut sous l'action de la poussée d'Archimède s'appliquant sur le réservoir 14. Cet état correspond au point noté A3 sur la figure 8, où l'effort est négatif.

[0046] Alors que la plate-forme est dans cette position, on procède à l'injection d'air comprimé à l'intérieur du réservoir 14.

[0047] Ainsi, la poussée exercée par le réservoir 14 par l'intermédiaire des jambes sur les mécanismes de levage 18 s'accroît et correspond à un état représenté par le point A3' sur la figure 8.

[0048] Dans cette position, la hauteur de la bulle d'air B3 est accrue et la profondeur d'immersion C3 de la coque 10 est diminuée en conséquence.

[0049] Le volume d'air dans le réservoir est alors par exemple de 55000 m^3.

[0050] A partir de cette position, la vanne 26 étant maintenue ouverte et on exerce, grâce au mécanisme de levage 18, un effort sur les jambes 12 tendant à provoquer l'enfoncement du réservoir 14.

[0051] Au cours de cet enfoncement, la partie supérieure des rebords 22 franchit la surface de l'eau, de sorte que tout le réservoir 14 est immergé, comme représenté sur la figure 4. Dans cette position, la hauteur B4 des bulles d'air 30 est réduite en conséquence. De même, la profondeur d'immersion C4 de la coque 10 est réduite. Cette dernière est alors par exemple d'environ 1 m. Pour la profondeur considérée du réservoir 14, l'effort appliqué par les moyens de levage 18 correspond au point A4 de la figure 8.

[0052] La descente du réservoir 14 est effectuée suffisamment lentement afin de garantir un équilibrage des pressions entre l'extérieur et l'intérieur du réservoir 14, suite à l'entrée d'eau à l'intérieur du réservoir 14 au travers de la vanne 26. En particulier des pauses sont opérées à intervalles réguliers lors de la descente.

[0053] L'effort appliqué par les moyens de levage 18 sur les jambes 12 en vue de la descente du réservoir 14 se poursuit comme représenté sur la figure 5. Ainsi, au fur et à mesure de l'enfoncement du réservoir 14, la hauteur B5 des bulles d'air 30 prisonnières dans le réservoir 14 diminue. Dans le même temps, la hauteur d'immersion de la coque 10, notée C5, s'accroît.

[0054] Sur la figure 8, cette phase initiale de descente du réservoir 14 correspond au tronçon de courbe notée A5. Comme représenté sur cette figure, au fur et à mesure de l'enfoncement du réservoir 14, l'effort appliqué par les mécanismes de levage diminue en valeur absolue. En effet, du fait de l'augmentation de la pression hydrostatique de l'eau avec la profondeur, le volume d'air contenu dans les bulles d'air 30 diminue, réduisant ainsi la flottabilité du réservoir 14.

[0055] Pour une profondeur d'immersion donnée, notée Pi, qui dans l'exemple considéré est sensiblement égale à 40 m, l'effort appliqué sur les mécanismes de levage s'annule.

[0056] Pour des profondeurs supérieures à cette profondeur d'immersion Pi, les bulles d'air 30 confinées dans le réservoir 14 sont insuffisantes pour assurer la flottabilité de celui-ci. Aussi, le réservoir 14 exerce une traction sur les jambes 12. Cette dernière se répercute sur les mécanismes de levage 18 qui sont alors soumis à un effort positif, comme représenté sur la figure 8 par le tronçon de courbe A6.

[0057] Cette phase ultérieure de descente du réservoir 14 correspond à la phase représentée sur la figure 6, où la hauteur B6 des bulles d'air est réduite. De plus, les jambes 12 exerçant une traction sur la coque 10, la profondeur d'immersion, notée C6, de celle-ci s'accroît. Elle est alors par exemple de l'ordre de 7 m, lorsque le réservoir 14 est au voisinage immédiat du sol.

[0058] Pendant toute la phase correspondant au tronçon de courbe A6, la coque 10 retient le réservoir 14 pour éviter une descente trop rapide de celui-ci. En particulier, les mécanismes de levage 18 sont libérés suffisamment lentement pour permettre un équilibrage des pressions entre l'intérieur et l'extérieur du réservoir 14.

[0059] Enfin, après que le réservoir 14 est posé sur le fond par l'intermédiaire des semelles 16, la coque 10 est relevée au-dessus du niveau de la mer. L'air contenu dans le réservoir est extrait par exemple au travers de la canalisation verticale installée dans les membrures des jambes.

[0060] L'effort exercé sur les moyens de levage correspond alors au point A7 de la figure 8. Dans cette position, les jambes 12 sont verrouillées directement sur la coque, évitant des contraintes prolongées sur les mécanismes de levage 18.

[0061] Après mise en place de la plate-forme, comme indiqué précédemment, l'enceinte formée par le réservoir 14 est utilisé pour le stockage du pétrole extrait par la plate-forme.

[0062] On comprend qu'au cours de toute la descente du réservoir 14, les pressions à l'intérieur et à l'extérieur de celui-ci sont sensiblement constamment égales, ce qui évite l'application de contraintes élevées sur les parois du réservoir. Ainsi, celles-ci peuvent être réalisées avec des tôles de relativement faible épaisseur.

[0063] Afin de procéder au déplacement de la plate-forme pétrolière, il convient de ramener celle-ci dans sa position de transport représentée sur la figure 2.

[0064] A cet effet, les étapes mises en oeuvre pour la descente du réservoir 14 sont reproduites en sens inverse.

[0065] En particulier, on injecte d'abord une bulle d'air d'une hauteur B7 à l'intérieur du réservoir.

[0066] On exerce ensuite une traction sur les jambes

12 par l'intermédiaire des mécanismes de levage 18. Cette traction est exercée jusqu'à ce que le réservoir 14 atteigne la profondeur d'inversion Pi.

[0067] Ensuite, le réservoir 14 a tendance à remonter de lui-même à la surface. Pour limiter sa vitesse de remontée, les mécanismes de levage 18 exercent une poussée sur les jambes 12 afin qu'elles sollicitent le réservoir vers le bas. Dans cette configuration, la coque 10 pèse sur le réservoir.

[0068] Ainsi, la vitesse de remontée peut être réduite, de sorte qu'à tout instant la différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur du réservoir soit sensiblement nulle.

[0069] Le respect de paliers de décompression permet une circulation satisfaisante de l'eau au travers de la vanne 26, afin que la pression dans le réservoir 14 soit égale à la pression hydrostatique à la profondeur d'immersion du réservoir.

[0070] Ainsi, en toute circonstance, tant pendant l'installation, que l'exploitation ou le démantèlement, le réservoir est en équipression.

[0071] De plus, avec une plate-forme telle que décrite ici, l'effort appliqué sur les mécanismes de levage est relativement réduit pour l'installation d'un réservoir de grande capacité.

[0072] En outre, lors de la descente et de la remontée du réservoir, celui-ci exerce une fonction de stabilisation de la coque flottant sur l'eau.

[0073] Lors de la fabrication, la forme particulière du réservoir permet à celui-ci de jouer le rôle d'un dock flottant, ce qui rend possible la fabrication de la coque et des jambes directement sur le réservoir en flottaison.

[0074] Dans certaines conditions particulièrement difficiles, notamment lorsque le fond marin est meuble, il existe un risque de collage de la partie inférieure de l'embase 14 sur le fond.

[0075] Dans ce cas, avant de procéder à la remontée du réservoir 14, on libère les moyens de retenue solidarisant le réservoir 14 à au moins certaines semelles 16. Cette libération peut être faite par exemple par un plongeur. Ainsi, certaines semelles 16 restent sur le fond permettant la remontée du réservoir 14.

[0076] En effet, du fait de l'épaisseur des semelles 16, lorsque l'embase 17 est posée sur le fond, la région centrale du réservoir 14 est espacée du fond par un intervalle I (figure 7) d'une hauteur d'environ 2 m. Ainsi, la surface inférieure du réservoir 14 n'est pas solidement maintenu contre le fond par collage et il est alors possible de remonter celui-ci.

[0077] De tels semelles peuvent être utilisées pour tout type de réservoir ou d'élément immergé destiné à venir reposer sur le fond marin puis à être remonté en surface.

Revendications

1. Plate-forme auto-élévatrice comportant des jambes porteuses, une coque supérieure flottante (10) montée déplaçable suivant la longueur des jambes porteuses (12), des moyens mécaniques (18) de déplacement des jambes (12) par rapport à la coque (10), et un réservoir de stockage (14) immergeable, destiné à reposer sur le fond, dans laquelle le réservoir (14) comporte une ouverture inférieure (26) permettant la mise en contact de l'intérieur du réservoir (14) avec le milieu marin de façon à ce que les pressions à l'intérieur et à l'extérieur du réservoir soient sensiblement constamment égales, lequel réservoir définit une cavité en cloche de confinement d'une bulle d'air (30) dans sa partie supérieure, et le réservoir (14) est lié à l'extrémité inférieure des jambes (12) pour assurer son déplacement par rapport à la coque (10) à partir desdits moyens mécaniques (18) de déplacement des jambes, les moyens mécaniques (18) étant adaptés pour appliquer sur les jambes d'une part un effort tendant à provoquer l'enfoncement du réservoir (14) et d'autre part un effort inverse tendant à provoquer la remontée du réservoir (14).

2. Plate-forme selon la revendication 1, **caractérisée en ce qu'**elle comporte des moyens (27, 27A) d'injection de gaz sous pression dans le réservoir (14).

3. Plate-forme selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** le réservoir (14) comporte une base (20A) dont la surface est au moins égale à la surface de la coque (10) et au moins un bouclier supérieur (22) bordant partiellement la base (20A) et s'étendant le long de ladite coque (10) lorsque celle-ci est au voisinage immédiat de la base (20A).

4. Plate-forme selon la revendication 3, **caractérisée en ce que** le ou chaque bouclier (22) est formé par une partie du réservoir (14).

5. Plate-forme selon la revendication 3 ou 4, **caractérisée en ce que** le réservoir (14) est de forme sensiblement polygonale, notamment triangulaire ou rectangulaire, et **en ce que** des boucliers (22) s'étendent suivant l'essentiel de la longueur d'au moins deux côtés du réservoir (14).

6. Plate-forme selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'ouverture inférieure du réservoir est munie d'une vanne (26).

7. Plate-forme selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**elle comporte au moins une semelle (16) d'appui sur le fond, la ou chaque semelle (16) étant solidarisée à la face inférieure du réservoir (14) par des moyens de retenue, libérables, lorsque l'embase (17) est en appui sur le fond, afin de permettre la remontée du

réservoir (14) dépourvu d'au moins une semelle (16).

8. Plate-forme suivant la revendication 7, **caractérisée en ce que** la surface inférieure de la structure porteuse (14) recouverte par la ou chaque semelle (16) est inférieure à la moitié de la surface inférieure totale de la structure porteuse (14).

9. Plate-forme suivant la revendication 7 ou 8, **caractérisée en ce que** la ou chaque semelle (16) est disposée au voisinage du contour extérieur du réservoir (14), laissant libre la région centrale du réservoir (14).

10. Plate-forme suivant l'une quelconque des revendications 7 à 9, **caractérisée en ce que** la hauteur de la ou chaque semelle (16) est adaptée pour maintenir un intervalle libre (I) entre le fond marin et la région de la face inférieure du réservoir (14) dépourvue de semelle.

11. Plate-forme suivant l'une quelconque des revendications 7 à 10, **caractérisée en ce que** les moyens de retenue libérales comportent un verrou mécanique.

12. Procédé de mise en place d'un réservoir immergé (14) d'une plate-forme auto-élévatrice selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, le réservoir (14) étant initialement immédiatement au-dessous de la coque (10), laquelle coque (10) flotte à la surface de l'eau,
caractérisé en ce qu'il comporte les étapes successives suivantes :

a) - le réservoir (14) est mis en communication avec le milieu marin par son ouverture inférieure (26), de sorte qu'un équilibre de pression s'établit entre la bulle d'air (30) et l'eau, le réservoir (14) étant initialement sollicité uniquement par son propre poids,
b) - on abaisse progressivement les jambes (12) par rapport à la coque (10) maintenue constamment en flottaison, en permettant l'entrée progressive d'eau dans le réservoir (14) par l'ouverture inférieure (26), maintenant ainsi la pression dans le réservoir (14), sensiblement égale à la pression hydrostatique à la profondeur du réservoir, l'abaissement progressif des jambes (12) s'effectuant d'abord par application sur les jambes, à partir des moyens mécaniques (18), d'un effort tendant à provoquer l'enfoncement du réservoir (14) puis par application sur les jambes, à partir des moyens mécaniques (18), d'un effort tendant à provoquer la remontée du réservoir (14), et
c) - après application du réservoir (14) sur le fond, on hisse la coque au-dessus du niveau de l'eau par déplacement de la coque par rapport aux jambes.

13. Procédé selon la revendication 12, **caractérisé en ce que**, avant l'étape b) d'abaissement des jambes, un gaz est injecté dans le réservoir (14).

14. Procédé selon la revendication 7 ou 8, **caractérisé en ce que** le volume de la bulle d'air (30) est adapté afin que, lors de l'étape b) d'abaissement des jambes, pendant une phase initiale, les moyens de déplacement (18) sollicitent les jambes (12) vers le bas et, lors d'une phase ultérieure, les moyens de déplacement (18) retiennent la descente des jambes (12) entraînées par le réservoir (14).

15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 12 à 14, **caractérisé en ce que**, lors de l'étape b) d'abaissement des jambes (12), on observe des pauses permettant un équilibrage des pressions entre l'intérieur et l'extérieur du réservoir (14) par entrée d'eau dans celui-ci.

16. Procédé de relevage d'un réservoir immergé (14) d'une plate-forme auto-élévatrice selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, le réservoir (14) étant initialement posé sur le fond, la coque (10) flottant à la surface de l'eau, **caractérisé en ce qu'**il comporte les étapes suivantes :

a) - le réservoir (14) est mis en communication avec le milieu marin par son ouverture inférieure (26) ;
b) - on emprisonne une bulle d'air (30) à l'intérieur du réservoir (14), la pression de la bulle d'air (30) étant égale à la pression hydrostatique à la profondeur du réservoir (14) ;
c) - on relève progressivement les jambes (12) par rapport à la coque (10) maintenue constamment en flottaison, en permettant la sortie progressive de l'eau, maintenant ainsi la pression dans le réservoir (14), sensiblement égale à la pression hydrostatique à la profondeur du réservoir (14), le relevage progressif des jambes (12) s'effectuant d'abord par application sur les jambes, à partir des moyens mécaniques (18), d'un effort tendant à provoquer la remontée du réservoir (14), puis par application sur les jambes, à partir des moyens mécaniques (18), d'un effort tendant à provoquer l'enfoncement du réservoir (14).

17. Procédé selon la revendication 16, **caractérisé en ce que**, avant l'étape c) de relevage des jambes, un gaz est injecté dans le réservoir (14).

18. Procédé selon la revendication 16 ou 17, **caracté-**

risé en ce que le volume de la bulle d'air (30) est adapté afin que, lors de l'étape c) de relevage des jambes, pendant une phase initiale, les moyens de déplacement (18) sollicitent les jambes (12) vers le haut et, lors d'une phase ultérieure, les moyens de déplacement (18) retiennent la remontée des jambes (12) poussées par le réservoir (14).

19. Procédé selon l'une quelconque des revendications 16 à 18, **caractérisé en ce que**, lors de l'étape c) de relevage des jambes (12), on observe des pauses permettant un équilibrage des pressions entre l'intérieur et l'extérieur du réservoir (14) par sortie d'eau dans celui-ci.

Patentansprüche

1. Selbsthebende Plattform mit Tragbeinen, mit einem oberen Schwimmrumpf (10), welcher längs der Länge der Tragbeine (12) verstellbar angebracht ist, mit mechanischen Verstellvorrichtungen (18) der Beine (12) in Bezug auf den Schwimmrumpf (10), und mit einem Speicherbehälter (14), der untergetaucht zum Aufliegen auf dem Meeresboden vorgesehen ist, in welcher der Behälter (14) eine untere Öffnung (26) aufweist, welche es dem Inneren des Behälters (14) ermöglicht, mit der Meeresumgebung in solcher Weise in Berührung zu kommen, dass der Druck im Inneren und am Äußeren des Behälters im Wesentlichen unveränderlich gleich ist, wobei dieser Behälter in seinem oberen Bereich einen Hohlraum in Form einer Sicherheitsglocke einer Luftblase (30) bildet, und der Behälter (14) mit dem unteren Ende der Beine (12) verbunden ist, um seine Verstellung in Bezug auf den Rumpf (10) ausgehend von den mechanischen Verstellvorrichtungen (18) der Beine zu gewährleisten, wobei die mechanischen Verstellvorrichtungen (18) dazu ausgebildet sind, um auf die Beine einerseits eine Kraft auszuüben, die das Absenken des Behälters (14) bewirkt und andererseits eine entgegengesetzte Kraft auszuüben, die das Aufsteigen des Behälters (14) bewirkt.

2. Plattform nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie Einrichtungen (27, 27A) zum Einblasen von Gas unter Druck in den Behälter (14) aufweist.

3. Plattform nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Behälter (14) eine Basis (20A), deren Fläche mindestens gleich der Fläche des Schwimmrumpfs (10) ist, und mindestens einen oberen Schutzschild (22) aufweist, welcher die Basis (20A) zum Teil einfasst und sich längs des Schwimmrumpfs erstreckt, wenn sich dieser in unmittelbarer Nachbarschaft der Basis (20A) befindet.

4. Plattform nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der oder jeder Schutzschild (22) aus einem Teil des Behälters (14) gebildet ist.

5. Plattform nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Behälter (14) eine im Wesentlichen polygonale Form, insbesondere eine dreieckige oder rechtwinklige Form aufweist, und dass sich die Schutzschilde (22) im Wesentlichen auf der Länge von mindestens zwei Seiten des Behälters (14) erstrecken.

6. Plattform nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die untere Öffnung des Behälters mit einem Ventil (26) ausgerüstet ist.

7. Plattform nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie mindestens eine Fußplatte (16) zum Aufliegen auf dem Meeresboden aufweist, wobei die oder jede Fußplatte (16) mit der unteren Seite des Behälters (14) über Rückhalteeinrichtungen verbunden ist, die lösbar ausgebildet sind, wenn die Fußfläche (17) auf dem Meeresboden aufliegt, um das Wiederaufsteigen des Behälters (14) mindestens ohne eine Fußplatte (16) zu ermöglichen.

8. Plattform nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die untere Fläche des Tragaufbaus (14), die von der oder jeder Fußplatte (16) überdeckt ist, kleiner ist als die Hälfte der gesamten unteren Fläche des Tragaufbaus (14).

9. Plattform nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die oder jede Fußplatte (16) in der Nähe der äußeren Kontur des Behälters (14) angeordnet ist, wobei der mittlere Bereich des Behälters (14) frei bleibt.

10. Plattform nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Höhe der oder jeder Fußplatte (16) zur Aufrechterhaltung eines freien Zwischenraums (l) zwischen dem Meeresboden und dem Bereich der unteren Seite des Behälters (14) ohne Fußplatte ausgebildet ist.

11. Plattform nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die lösbaren Rückhalteeinrichtungen eine mechanischen Verschluss aufweisen.

12. Verfahren zum Installieren eines untergetauchten Behälters (14) einer selbsthebenden Plattform nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei sich der Behälter (14) anfänglich unmittelbar unter dem Schwimmrumpf (10) befindet und der Schwimmrumpf (10) auf der Wasseroberfläche schwimmt,

dadurch gekennzeichnet, dass es die aufeinanderfolgenden Verfahrensschritte aufweist:

a) Herstellens des Kommunizierens des Behälters (14) mit der Meeresumgebung über seine untere Öffnung (26), so dass sich ein Druckgleichgewicht zwischen der Luftblase (30) und dem Wasser einstellt, wobei der Behälter (14) anfänglich nur durch sein Eigengewicht belastet wird;

b) Schrittweises Absenken der Beine (12) in Bezug auf den Schwimmrumpf (10), der fortwährend im Schwimmzustand beibehalten wird, durch Ermöglichen eines schrittweise erfolgenden Wassereintritts in den Behälter (14) durch die untere Öffnung (26), wobei jetzt auf diese Weise der Druck in dem Behälter (14) im Wesentlichen dem hydrostatischen Druck der Eintauchtiefe des Behälters entspricht, wobei das schrittweise Absenken der Beine (12) zuerst durch Aufbringen einer von den Verstellvorrichtungen (18) ausgehenden Kraft auf die Beine erfolgt, um das Untertauchen des Behälters (14) zu bewirken, danach durch Aufbringen einer von den Verstellvorrichtungen (18) ausgehenden Kraft auf die Beine erfolgt, um das Aufsteigen des Behälters (14) zu bewirken; und

c) Hochziehen des Schwimmrumpfs über den Wasserspiegel nach Aufbringen des Behälters (14) auf den Meeresboden durch Verstellen des Schwimmrumpfs in Bezug auf die Beine.

13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor dem Verfahrensschritt b) des Absenkens der Beine ein Einblasen eines Gases in den Behälter (14) erfolgt.

14. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Volumen der Luftblase (30) so angepasst wird, damit beim Verfahrensschritt b) des Absenkens der Beine während einer Anfangsphase die Verstellvorrichtungen (18) die Beine (12) nach unten gerichtet belasten und in einer späteren Phase die Verstellvorrichtungen (18) das Absinken der durch den Behälter (14) gezogenen Beine (12) abbremsen.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Verfahrensschritt b) des Absenkens der Beine (12) Pausen eingehalten werden, die ein Ausgleichen des Drukkes zwischen dem Inneren und dem Äußeren des Behälters (14) durch Einlassen von Wasser in diesen ermöglichen.

16. Verfahren zum Anheben eines untergetauchten Behälters (14) einer selbsthebenden Plattform nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei der Behälter (14) anfänglich auf dem Meeresboden angeordnet ist und der Schwimmrumpf (10) auf der Wasseroberfläche schwimmt, **dadurch gekennzeichnet, dass** es die folgenden Verfahrensschritte aufweist:

a) Herstellens des Kommunizierens des Behälters (14) mit der Meeresumgebung über seine untere Öffnung (26);

b) Einbringen einer Luftblase (30) ins Innere des Behälters (14), wobei der Druck der Luftblase (30) dem hydrostatischen Druck der Eintauchtiefe des Behälters (14) entspricht;

c) Schrittweises Anheben der Beine (12) in Bezug auf den Schwimmrumpf (10), der fortwährend im Schwimmzustand beibehalten wird, durch Ermöglichen eines schrittweise erfolgenden Wasseraustritts aus dem Behälter (14) durch die untere Öffnung (26), wobei jetzt auf diese Weise der Druck in dem Behälter (14) im Wesentlichen dem hydrostatischen Druck der Eintauchtiefe des Behälters entspricht, wobei das schrittweise Anheben der Beine (12) zuerst durch Aufbringen einer von den Verstellvorrichtungen (18) ausgehenden Kraft auf die Beine erfolgt, um das Aufsteigen des Behälters (14) zu bewirken, danach durch Aufbringen einer von den Verstellvorrichtungen (18) ausgehenden Kraft auf die Beine, um das Eintauchen des Behälters (14) zu bewirken.

17. Verfahren nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor dem Verfahrensschritt c) des Anhebens der Beine ein Einblasen eines Gases in den Behälter (14) erfolgt.

18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Volumen der Luftblase (30) so angepasst wird, damit beim Verfahrensschritt c) des Anhebens der Beine während einer Anfangsphase die Verstellvorrichtungen (18) die Beine (12) nach oben gerichtet belasten und in einer späteren Phase die Verstellvorrichtungen (18) das Aufsteigen der durch den Behälter (14) hochgetriebenen Beine (12) abbremsen.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Verfahrensschritt c) des Anhebens der Beine (12) Pausen eingehalten werden, die ein Ausgleichen des Druckes zwischen dem Inneren und dem Äußeren des Behälters (14) durch Auslassen von Wasser aus diesem ermöglichen.

Claims

1. A self-elevating platform comprising bearing legs, a floating upper hull (10) mounted so that it can move along the length of the bearing legs (12), mechanical means (18) for moving the legs (12) in relation to the hull (10), and a submersible storage tank (14), intended to rest on the seabed, wherein the tank (14) comprises a lower opening (26) allowing the inside of the tank (14) to be brought into contact with the marine environment such that the pressures inside and outside the tank are substantially constantly the same, which tank defines a bell-shaped cavity for confinement of an air bubble (30) in its upper part, and the tank (14) is connected to the lower end of the legs (12) so that it can be moved in relation to the hull (10) from said mechanical means (18) for moving the legs, the mechanical means (18) being adapted to apply to the legs, on the one hand, a force for making the tank (14) sink, and, on the other, an opposite force for making the tank (14) rise.

2. The platform according to Claim 1, **characterised in that** it comprises means (27, 27A) for injecting gas under pressure into the tank (14).

3. The platform according to Claim 1 or 2, **characterised in that** the tank (14) comprises a base part (20A), the surface area of which is at least equal to the surface area of the hull (10) and at least one upper shield (22) partially bordering the base part (20A) and extending along said hull (10) when it is in immediate proximity to the base (20A).

4. The platform according to Claim 3, **characterised in that** the or each shield (22) is formed by a part of the tank (14).

5. The platform according to Claim 3 or 4, **characterised in that** the tank (14) is substantially polygonal shaped, notably triangular or rectangular shaped, and **in that** shields (22) extend along most of the length of at least two sides of the tank (14).

6. The platform according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the lower opening of the tank is equipped with a valve (26).

7. The platform according to any one of the preceding claims, **characterised in that** it comprises at least one mat (16) for support on the seabed, the or each mat (16) being made integral with the underside of the tank (14) by retaining means, which can be released, when the base (17) is supported on the seabed, so as to allow the tank (14) to rise without at least one mat (16).

8. The platform according to Claim 7, **characterised in that** the lower surface area of the bearing structure (14) covered by the or each mat (16) is less than half of the total lower surface area of the bearing structure (14).

9. The platform according to Claim 7 or 8, **characterised in that** the or each mat (16) is disposed in proximity to the outer contour of the tank (14), leaving the central area of the tank (14) free.

10. The platform according to any one of Claims 7 to 9, **characterised in that** the height of the or each mat (16) is adapted to keep a free space (I) between the seabed and the area of the underside of the tank (14) which has no mat.

11. The platform according to any one of Claims 7 to 10, **characterised in that** the releasable retaining means comprise a mechanical lock.

12. A method of installing a submerged tank (14) of a self-elevating platform according to any one of Claims 1 to 11, the tank (14) being initially immediately below the hull (10), whereby said hull (10) floats at the water surface,
characterised in that it comprises the following successive steps:

    a) the tank (14) is brought into communication with the marine environment via its lower opening (26), such that a pressure balance is established between the air bubble (30) and the water, the tank (14) being initially acted upon solely by its own weight,

    b) the legs (12) are gradually lowered in relation to the hull (10) which is kept constantly afloat, by allowing water to gradually enter into the tank (14) via the lower opening (26), thus keeping the pressure in the tank (14) substantially equal to the hydrostatic pressure at the depth at which the tank is situated, the legs (12) being gradually lowered first by applying to the legs from the mechanical means (18) a force for making the tank (14) sink, and then by applying to the legs from the mechanical means (18) a force for making the tank (14) rise, and

    c) after applying the tank (14) to the seabed, the hull is hoisted above water level by moving the hull in relation to the legs.

13. The method according to Claim 12, **characterised in that**, prior to step b) for lowering the legs, a gas is injected into the tank (14).

14. The method according to Claim 7 or 8, **characterised in that** the volume of the air bubble (30) is

adapted such that, during step b) for lowering the legs, at an initial stage, the moving means (18) urge the legs (12) downwards and, at a subsequent stage, the moving means (18) act as a restraint against the descent of the legs (12) driven by the tank (14).

15. The method according to any one of Claims 12 to 14, **characterised in that**, during step b) for lowering the legs (12), pauses are observed to enable the pressures inside and outside the tank (14) to be balanced by water entering therein.

16. A method of raising a submerged tank (14) of a self-elevating platform according to any one of Claims 1 to 11, the tank (14) initially being placed on the seabed, the hull (10) floating at the water surface, **characterised in that** it comprises the following steps:

a) the tank (14) is brought into communication with the marine environment via its lower opening (26);

b) an air bubble (30) is trapped inside the tank (14), the pressure of the air bubble (30) being equal to the hydrostatic pressure at the depth at which the tank (14) is situated;

c) the legs (12) are gradually raised in relation to the hull (10) which is kept constantly afloat, by allowing the water to gradually exit, thus keeping the pressure in the tank (14) substantially equal to the hydrostatic pressure at the depth at which the tank (14) is situated, the legs (12) being gradually lifted first by applying to the legs from the mechanical means (18) a force for making the tank (14) rise, and then by applying to the legs from the mechanical means (18) a force for making the tank (14) sink.

17. The method according to Claim 16, **characterised in that**, prior to step c) for raising the legs, a gas is injected into the tank (14).

18. The method according to Claim 16 or 17, **characterised in that** the volume of the air bubble (30) is adapted such that, during step c) for raising the legs, at an initial stage, the moving means (18) urge the legs (12) upwards and, at a subsequent stage, the moving means (18) act as a restraint against the rising of the legs (12) pushed by the tank (14).

19. The method according to any one of Claims 16 to 18, **characterised in that**, during step c) for raising the legs (12), pauses are observed which enable the pressures inside and outside the tank (14) to be balanced by the exit of water therein.

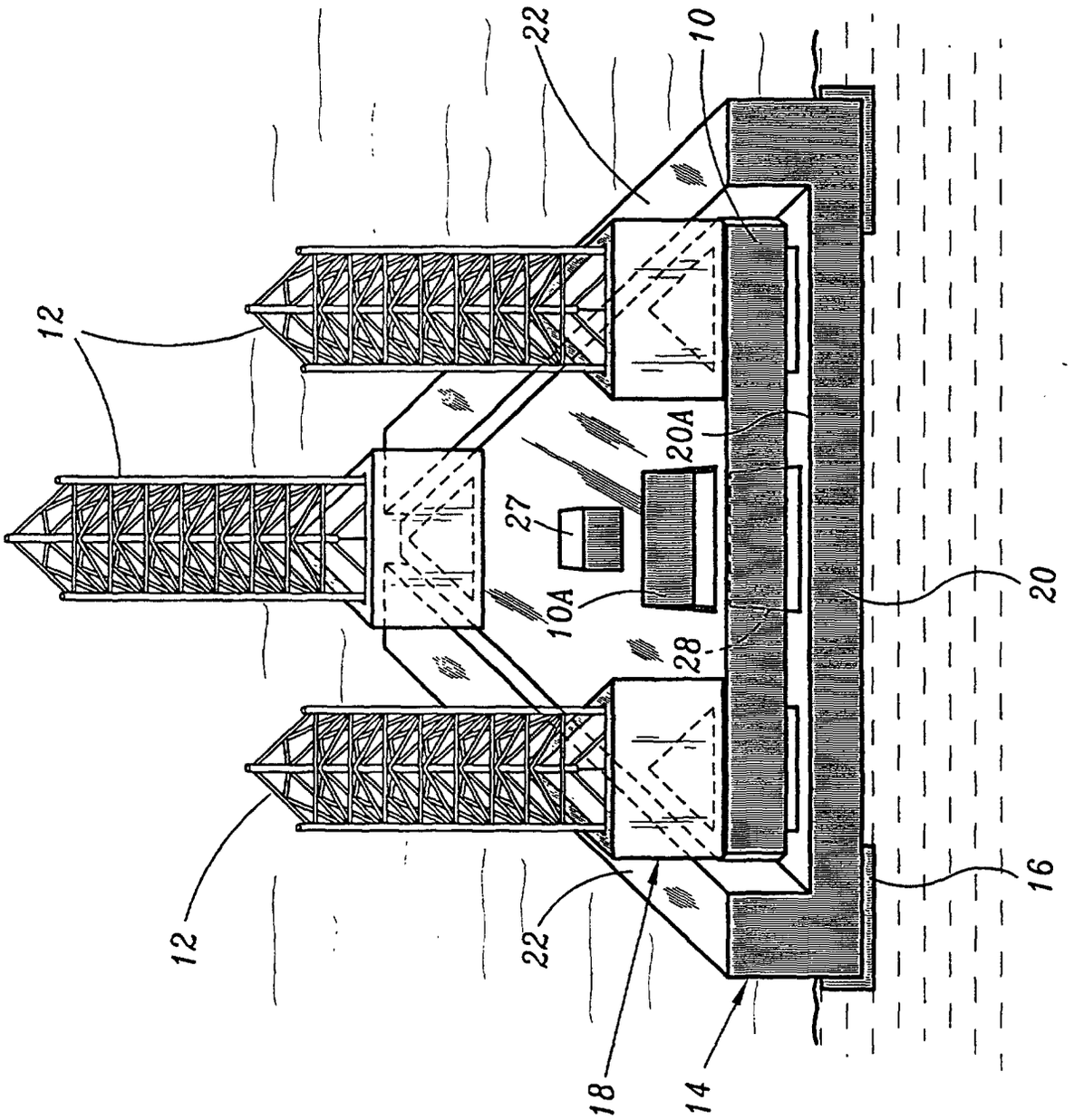


FIG.1

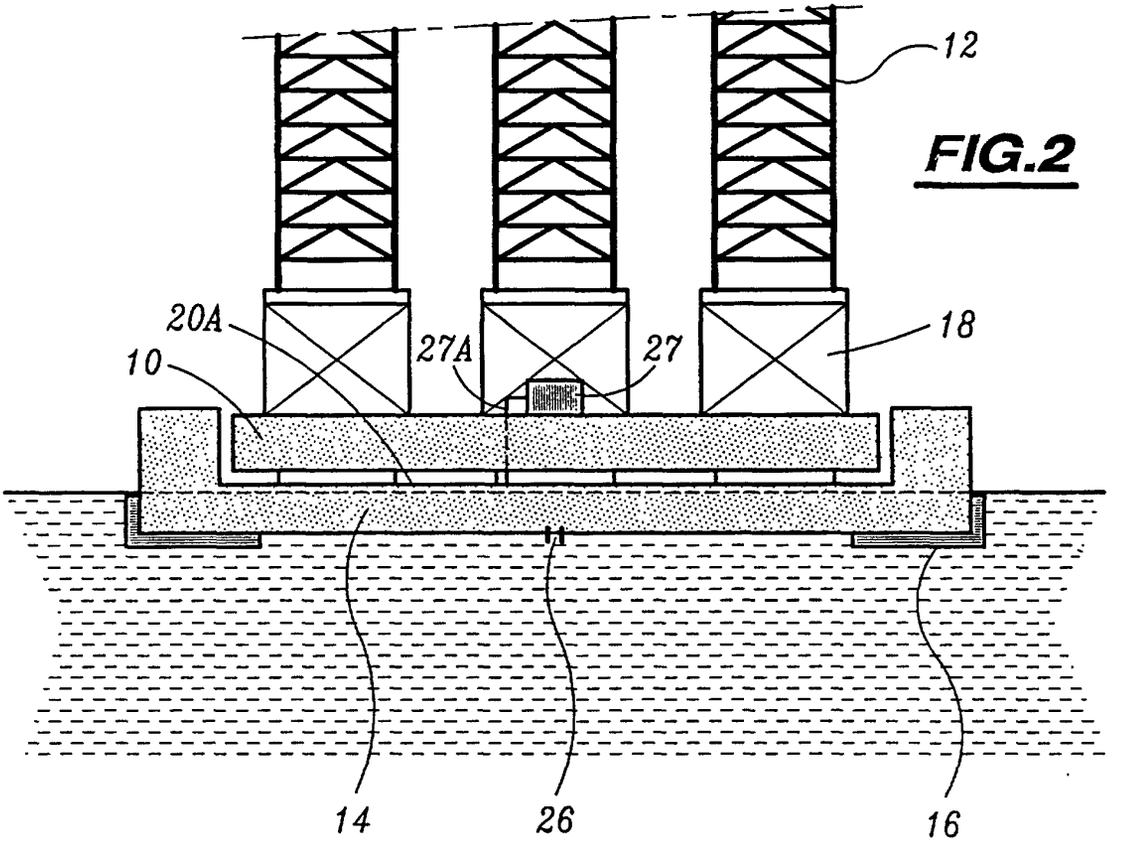


FIG.2

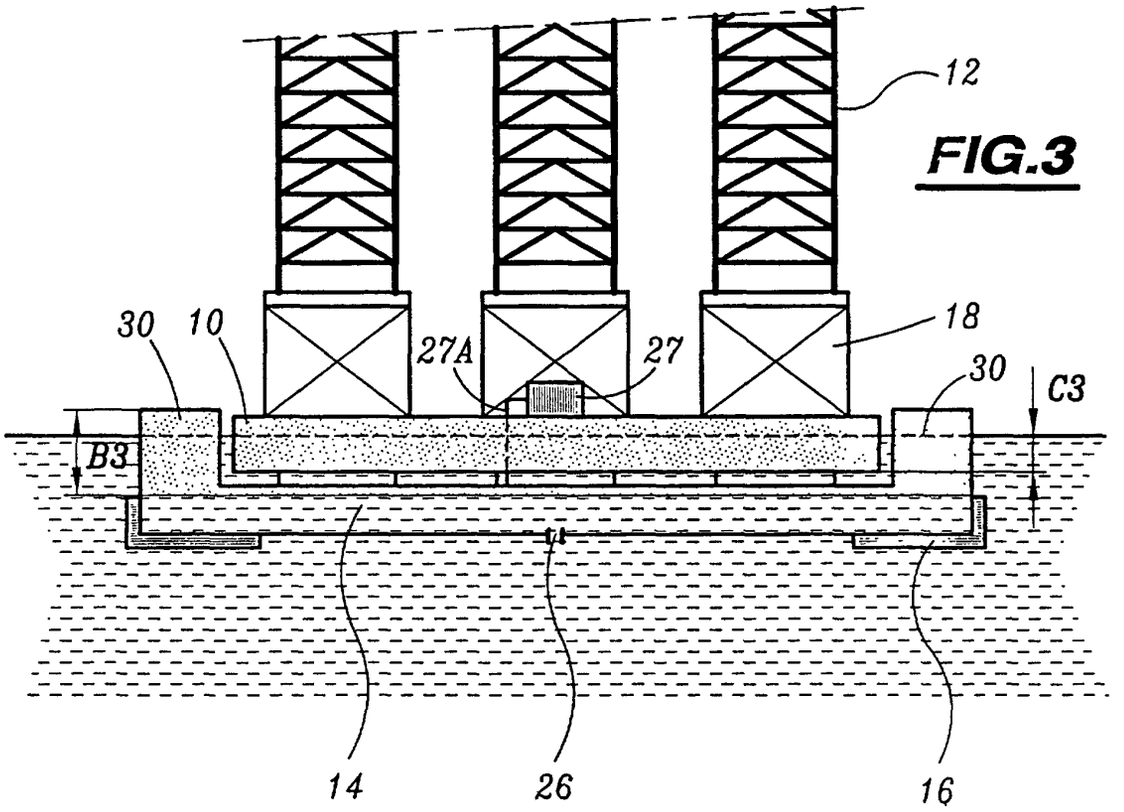


FIG.3

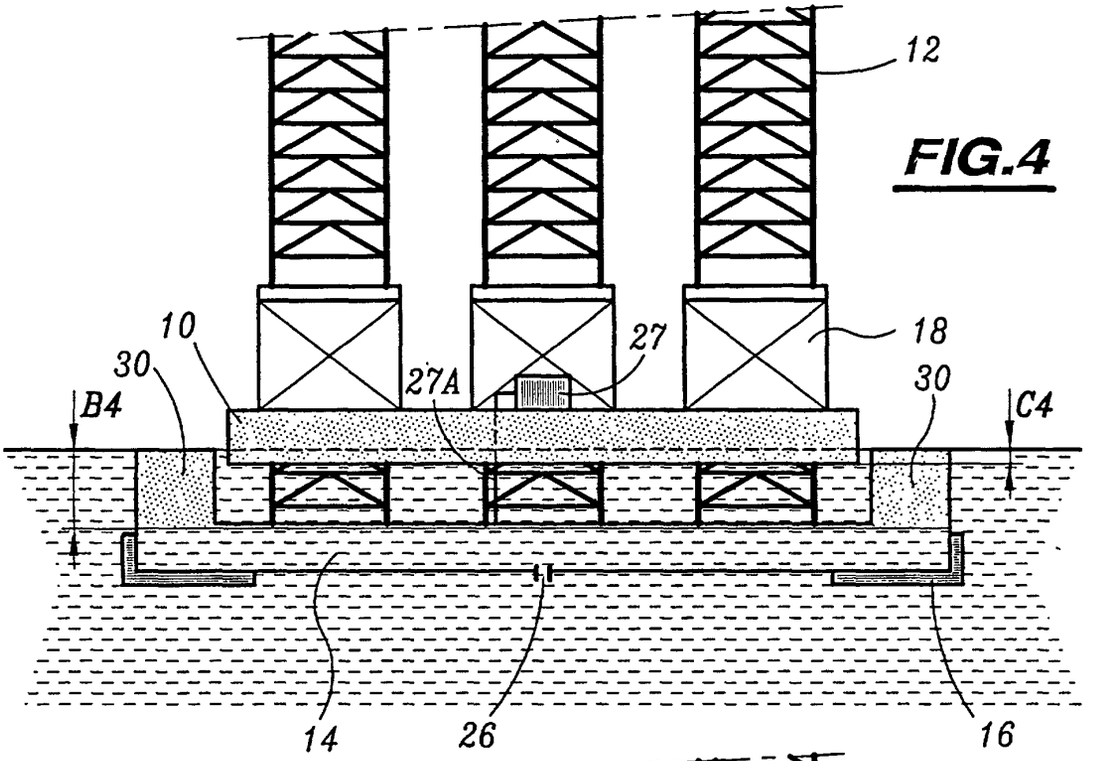

12
10
30
27
27A
18
30
B4
C4
14
26
16

FIG.4

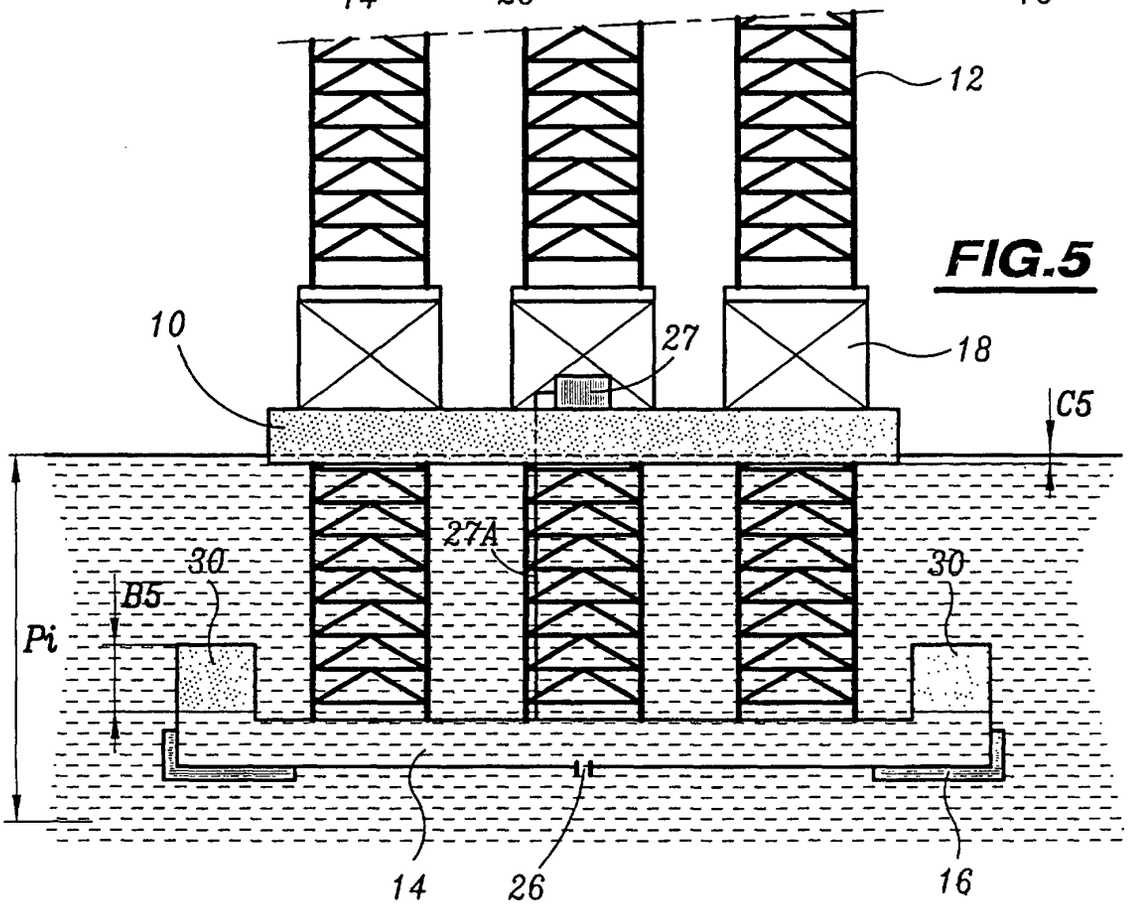

12
10
27
18
C5
27A
30
30
B5
Pi
14
26
16

FIG.5

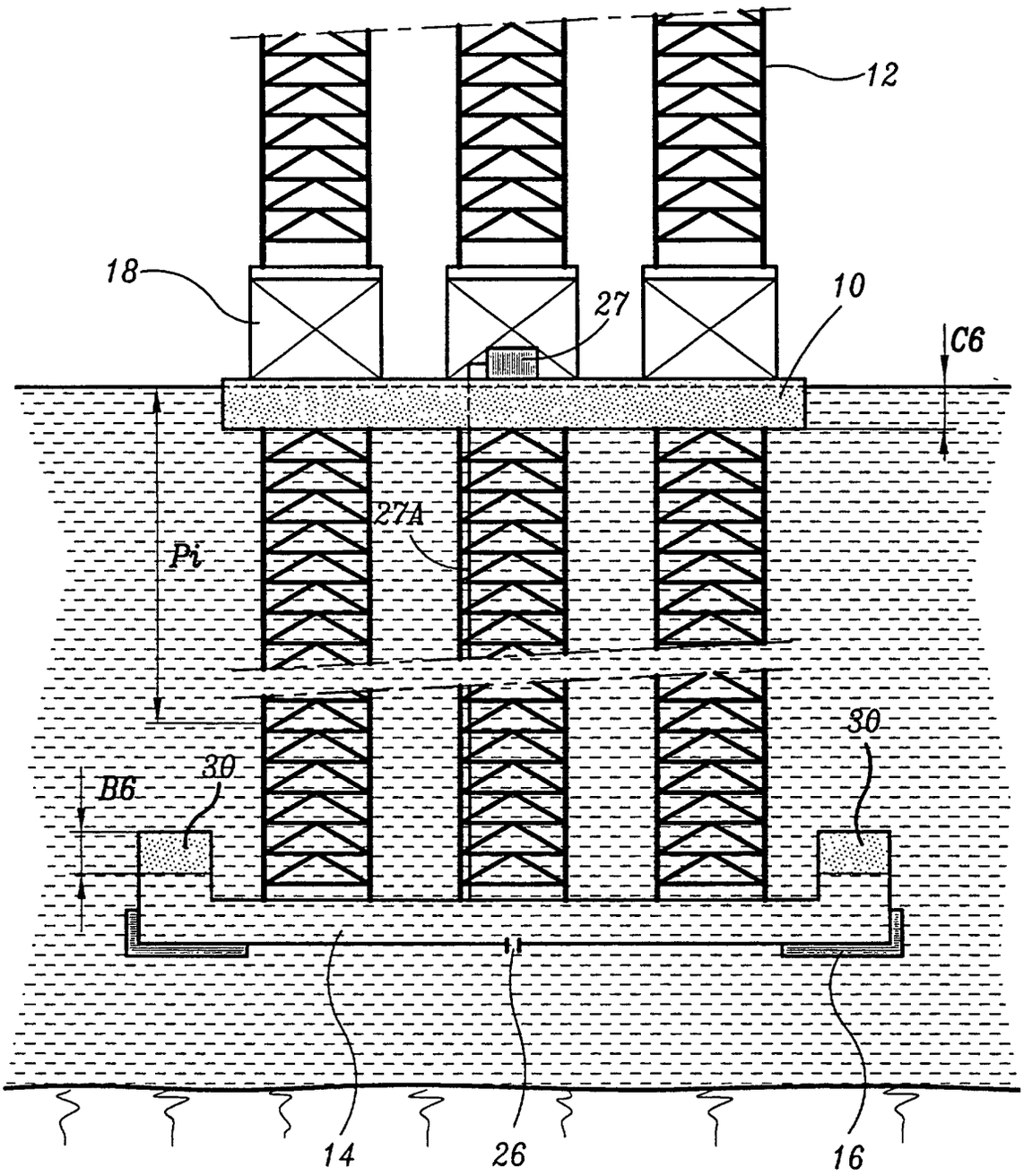


FIG.6

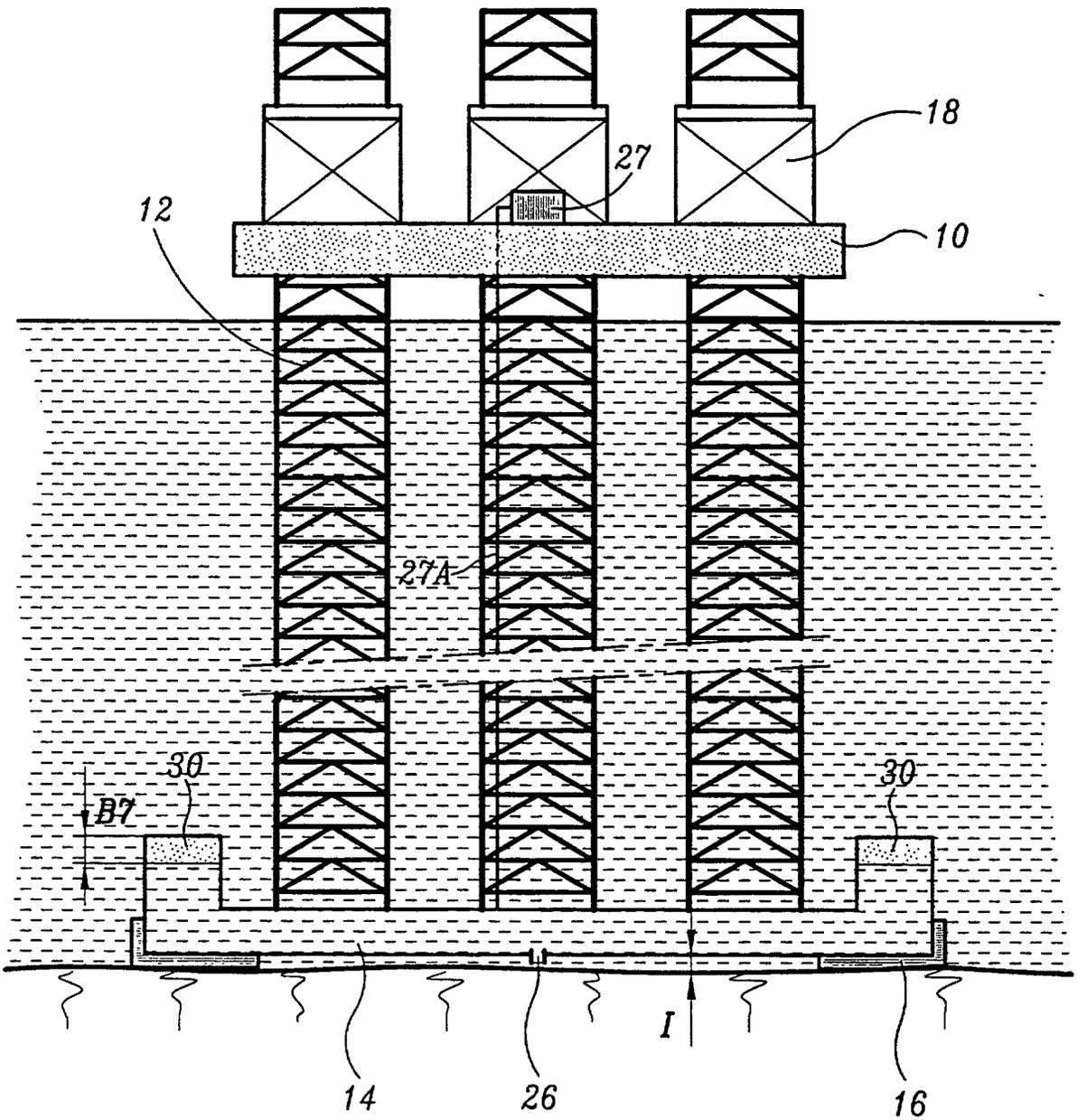


FIG.7

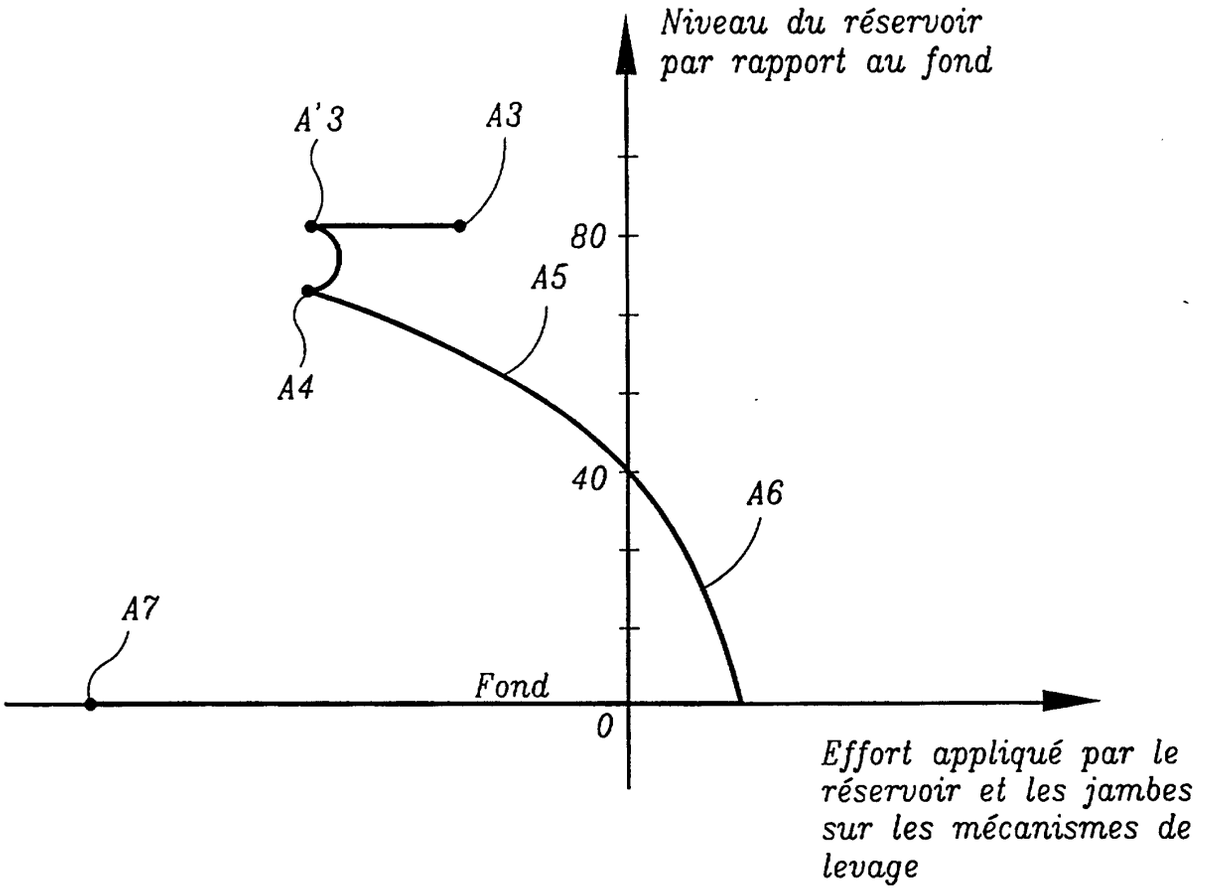

Niveau du réservoir par rapport au fond
A'3
A3
80
A5
A4
40
A6
A7
Fond
0
Effort appliqué par le réservoir et les jambes sur les mécanismes de levage

FIG.8