

⑫

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

⑪ Numéro de dépôt: 83400651.2

⑤ Int. Cl.<sup>3</sup>: **B 66 C 13/02**

⑫ Date de dépôt: 29.03.83

⑬ Priorité: 29.03.82 FR 8205309

⑦ Demandeur: **ALSTHOM-ATLANTIQUE Société Anonyme**  
dite:, 38, avenue Kleber, F-75794 Paris Cédex 16 (FR)

⑭ Date de publication de la demande: 05.10.83  
Bulletin 83/40

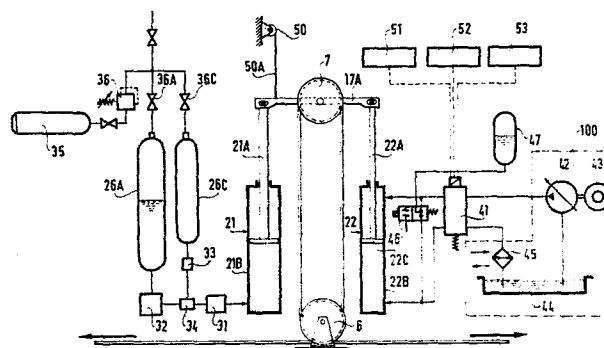
⑦ Inventeur: **Eteki, Richard**, 16, rue Georges Meynieu B.6,  
F-44300 Nantes (FR)  
Inventeur: **Fleury, Daniel**, 10, rue Germain Boffrand,  
F-44000 Nantes (FR)  
Inventeur: **Manesse, Jean-Pierre**, 1, avenue du Chatelier,  
F-44115 Basse Goulaine (FR)

⑮ Etats contractants désignés: **AT BE CH DE FR GB IT LI**  
**LU NL SE**

⑦ Mandataire: **Gosse, Michel et al**, SOSPI 14-16, rue de la  
Baume, F-75008 Paris (FR)

⑤ **Dispositif de compensation du pilonnement subi par une charge immergée suspendue à partir d'un navire.**

⑤ Dispositif de compensation du pilonnement subi par une charge (2) immergée suspendue à un navire (1) par un câble (3) fixé par une extrémité à ladite charge et s'enroulant par l'autre extrémité à un treuil (4) placé sur le navire, le câble, entre le treuil et la charge, étant enroulé sur un moufle ayant un premier (6) et un second (7) jeu de poulies, le moufle étant associé à des moyens (8) pour faire varier la distance entre les deux jeux de poulies en réponse à des signaux élaborés par une chaîne de régulation recevant des résultats de mesure inertiels sur ladite charge et/ou de mesure de force sur ledit câble, lesdits moyens comprenant au moins un vérin (22) d'un premier type dont le cylindre (22B) est fixe par rapport au bateau, le premier jeu (6) de poulies étant solidaires du cylindre, le second jeu (7) de poulies étant fixé à l'extrémité de la tige (22A) du vérin, ledit vérin étant actionné par une servo-valve (41) recevant lesdits signaux, le second jeu (7) de poulies étant fixé à la tige (21A) d'au moins un vérin (21) d'un second type, ledit vérin ayant un cylindre (21B) fixe par rapport au bateau, ledit cylindre étant relié à au moins un accumulateur hydraulique (26A) du type huile-gaz, l'accumulateur (26A) étant relié à une source de gaz comprimé (35) par l'intermédiaire d'un détendeur (36) à pression de sortie réglable en fonction de la longueur de câble déroulée.



Dispositif de compensation du pilonnement subi par une charge immergée suspendue à partir d'un navire

L'invention est relative à un dispositif de compensation du pilonnement subi par une charge suspendue à partir d'un navire, telle qu'une tourelle de plongée. L'objectif à atteindre est que l'amplitude des mouvements verticaux de la tourelle de plongée soit la plus faible possible, quelle que soit celle des mouvements verticaux du bateau, qui eux peuvent atteindre une valeur de douze mètres et plus, par grosse mer.

En particulier, un objectif à atteindre est de ramener l'amplitude des mouvements de la tourelle entre 5 à 10% de ceux du bateau.

On connaît déjà des dispositifs permettant de compenser le pilonnement d'une charge suspendue suspendue à un navire.

On connaît en particulier par le brevet français n° 78 02009, un système de compensation active des mouvements relatifs indésirables, de préférence pendant le déplacement d'une charge, en utilisant un système d'action à longue période pour la compensation du chargement statique provoqué par ladite charge et un système d'action à courte période pour la compensation de mouvements relatifs indésirables de la charge par rapport à un niveau de référence, comprenant un cylindre de compensation muni de deux pistons agissant en sens opposés, le cylindre, par l'intermédiaire de moyens de connexion étant susceptible d'être relié à un ou plusieurs réservoirs de pression, le système à longue période étant pneumatique, l'air ou un gaz inerte servant de milieu de fonctionnement.

On connaît également un système pour la compensation active des mouvements relatifs indésirables, de préférence pendant le déplacement d'une charge (cargaison) en utilisant un système d'action à longue période pour la compensation du chargement statique provoqué par la charge et un système d'action à courte période pour la compensation des mouvements relatifs indésirables de la charge par rapport à un niveau de référence, dans lequel le système à courte période comprend des moyens pour la détection des mouvements relatifs de la charge par rapport à un niveau de référence, lesdits moyens comprenant des

accéléromètres, chacun attaché à l'extrémité externe de la flèche de chargement, à la charge ou à la portée à laquelle la charge est attaché et éventuellement aussi audit niveau de référence lorsque celui-ci est en mouvement et un comparateur logique pour comparer les mesures desdits accéléromètres.

Un but de l'invention est de réaliser un dispositif plus performant en ce qui concerne la précision de positionnement et le temps de réponse de régulation.

Un autre but de l'invention est de réaliser un dispositif de compensation de pilonnement permettant, outre une bonne compensation pour la charge, la possibilité de donner à celle-ci un mouvement vertical d'amplitude et de vitesse contrôlées, de manière à déposer délicatement la charge sur le fond de la mer ou sur une structure sous-marine.

Un autre but de l'invention est de réaliser un dispositif de compensation du pilonnement subi par une charge suspendue par des filins à partir d'un bateau, qui maintienne le fil constamment en tension, même lorsque la charge est posée sur le fond de la mer ou sur une structure sous-marine.

L'invention a pour objet un dispositif de compensation du pilonnement subi par une charge immergée suspendue à un navire par un câble fixé par une extrémité à ladite charge et s'enroulant par l'autre extrémité à un treuil placé sur le navire, le câble, entre le treuil et la charge, étant enroulé sur un moufle ayant un premier et un second jeu de poulies, le moufle étant associé à des moyens pour faire varier la distance entre les deux jeux de poulies en réponse à des signaux élaborés par une chaîne de régulation recevant des résultats de mesure inertiels sur ladite charge et/ou de mesure de force sur ledit câble, lesdits moyens comprenant au moins un vérin d'un premier type dont le cylindre est fixe par rapport au bateau, le premier jeu de poulies étant solidaires du cylindre, le second jeu de poulies étant fixé à l'extrémité de la tige du vérin, ledit vérin étant actionné par une servo-valve recevant lesdits signaux, le second jeu de poulies étant fixé à la tige d'au moins un vérin d'un second type, ledit vérin ayant un cylindre fixe par rapport au bateau, ledit cylindre étant

relié à au moins un accumulateur hydraulique du type huile-gaz, caractérisé en ce que l'accumulateur est relié à une source de gaz comprimé par l'intermédiaire d'un détendeur à pression de sortie réglable en fonction de la longueur de câble déroulée.

5           Selon une autre caractéristique de l'invention, la chaîne de régulation comprend une première boucle élaborant un premier signal de commande des moyens de faire varier la distance entre les deux jeux de poulie à partir de la mesure de l'accélération verticale subie par le bateau, une seconde boucle élaborant un second signal ajouté au  
10 premier signal, ledit second signal étant élaboré soit à partir de la mesure du déplacement des tiges des vérins du premier type par rapport au bateau, soit à partir de la mesure de la tension du câble existant entre le second jeu de poulie et la charge.

Avantageusement la chaîne de régulation comprend une troisième  
15 boucle élaborant un troisième signal ajouté aux premier et second signaux, ledit troisième signal étant élaboré à partir de la mesure du déplacement relatif des deux jeux de poulies.

L'invention sera bien comprise par la description donnée ci-après d'un mode préféré de réalisation de l'invention, en référence  
20 au dessin annexé dans lequel :

- La figure 1 est un schéma de principe des éléments mécaniques du dispositif selon l'invention.
- La figure 2 est une vue en élévation partielle du dispositif selon l'invention.
- 25 - la figure 3 est une vue en plan de la même partie du dispositif.
- La figure 3A est une coupe selon la ligne AA de la figure 2.
- La figure 4 est un schéma détaillé du circuit hydraulique du dispositif.
- La figure 5 est un schéma montrant les prises de mesure pour la  
30 régulation du dispositif.
- La figure 6 est un schéma par bloc du système de régulation électronique dont est muni le dispositif de l'invention.

Dans la figure 1 on a représenté schématiquement un bateau 1, qui comprend des moyens pour l'immersion d'une charge 2 telle qu'une  
35 cloche à plongeur.

Les moyens d'immersion comprennent un câble 3 fixé par une extrémité à un treuil 4 solidaire du bateau et passant par un puits 5 ménagé dans le bateau.

5 Le câble passe sur un moufle comprenant un jeu 6 de poulies d'axe horizontal fixe par rapport au bateau et un jeu 7 de poulies d'axe horizontal mobile. Pour cela le jeu 6 est lié aux cylindres 8A d'un ensemble de vérins référencés globalement 8 dans la figure, le jeu de poulies 7 étant fixé aux tiges mobiles 8B des vérins.

10 La référence 10 représente un chariot mobile qui sert à la manutention de la cloche lorsqu'elle arrive hors de l'eau et que n'étant plus soumis à la force d'Archimède, son poids devient trop important pour le treuil 4.

Les figures 2 et 3 montrent un exemple de réalisation de l'ensemble moufle-vérins.

15 On distingue un bati métallique 20, les poulies d'axe fixe référencées 6A, 6B et 6C et le câble 3 dont les extrémités sont reliés à la charge 2 et au treuil 4.

20 Les poulies mobiles 7A et 7B sont portées par un chariot mobile 17 muni de roues 18A, 18B reposant sur des rails 19A, 19B. Le chariot est relié aux tiges 21A, 22A, 23A, 24A, de vérins 21, 22, 23, 24 ayant des cylindres 21B, 22B, 23B et 24B, dont le rôle va être expliqué plus loin.

25 Dans le bâti sont disposés des accumulateurs 26A, 26B et 26C coopérant avec les vérins comme il va être décrit maintenant en référence à la figure 4. Dans cette figure le chariot qui entraîne le jeu de poulies mobile 7 est figuré par la barre 17A.

30 Les vérins 21, 23 (seul le vérin 21 est visible dans les schémas de la figure 4) sont des vérins passifs de forte puissance, reliés à un accumulateur huile-gaz haute pression 26A et à un accumulateur 26C huile-gaz basse pression par l'intermédiaire d'une valve 31, de valves de sureté 32, 33 et d'une valve directionnelle 34. Le rôle des vérins passifs 21, 23 est de rendre le système à peu près astatique de manière qu'en l'absence de manoeuvres du treuil, le câble ne se déroule pas de lui-même.

35 Ce sont donc les vérins 21, 23 qui compensent le poids de la

charge et du câble . Ce poids s'accroît au fur et à mesure du déroulement du câble. On ajuste la raideur du ressort que constitue l'accumulateur en augmentant la pression du gaz, lequel est contenu dans un réservoir 35. Un détendeur 36 qui sépare le réservoir des accumulateurs 26A et 26C par l'intermédiaire de vannes 36A et 36C, peut être manoeuvré manuellement en fonction d'un abaque pression longueur de câble déroulé, ou automatiquement. On choisi de préférence l'azote comme gaz pour les accumulateurs.

Lorsque la charge est maintenue entre deux eaux, on utilise l'accumulateur 26A qui assure l'astatisme du système ; la valve 34 met alors en communication 31 et 32. La vanne 36A est ouverte et la vanne 36C fermée.

Lorsque la charge est posée sur le fond de la mer, ou sur une superstructure, seul l'accumulateur 26C est utilisé de manière à assurer en permanence la tension du câble. La valve 34 fait alors communiquer 31 et 33. La valve 36A est fermée et la valve 36C est ouverte.

La pression dans l'accumulateur 26C peut également être ajustée manuellement ou automatiquement.

On notera qu'il y a deux vérins passifs 21 et 23, alimentés identiquement soit par le même système 26A, 26C, 35 soit par deux systèmes identiques. C'est par souci d'exercer sur le chariot 17 une force bien parallèle à la direction de déplacement du chariot, de manière à éviter tout risque de coincement qu'a été choisi ce montage symétrique par rapport au plan médian de la voie 18A, 18B du chariot.

On observe que la seule mise en service des vérins passifs 21, 23 assure déjà une compensation du pilonnement de l'ordre de 50%.

Une compensation plus complète est obtenu grâce à deux vérins actifs 22, 24 (on a le nombre de deux vérins actifs pour les mêmes raisons de symétrie que pour les vérins passifs) dont les tiges 22A et 24A sont fixées au chariot 17 (figuré par la barre 17A de la figure 4). Seul le vérin 22 est représenté dans la figure 4. Ce vérin est alimenté hydrauliquement à travers une servo-valve 41 commandée électriquement et reliée d'un côté à un système d'alimentation en huile comprenant une pompe 42 entraînée par un moteur 43, une bêche 44 et un organe 45 de

refroidissement d'huile, de préférence à eau ; de l'autre côté la servo-valve est reliée de part et d'autre du piston 22C du vérin 22, par l'intermédiaire d'une valve de dérivation 46 reliée à un réservoir d'huile sous-pression 47.

5 Les ordres reçus par la servo-valve sont élaborés par une chaîne de régulation qui est décrite plus loin et sont de trois type :

- boucle de tendance (bloc 51)
- régulation d'accélération (bloc 52)
- correction de dérive, dans un sens ou un autre (bloc 53).

10 Un premier rôle de la vanne de dérivation 46 est de faire circuler la quantité d'huile nécessaire aux mouvements du piston 22C, en faisant communiquer la chambre concernée du cylindre avec le réservoir sous pression 47, en cas de panne électrique.

15 Un second rôle de la vanne de dérivation 46 est de bloquer, si nécessaire le vérin 22, en interdisant toute circulation d'huile d'un côté ou de l'autre du piston.

La référence 50 désigne un enrouleur dont le câble 50A est lié au chariot.

20 La position angulaire de cet enrouleur donne un signal représentatif de la position des tiges des vérins.

La figure 5 est un schéma général de l'ensemble du dispositif montrant le bateau 1, la charge 2, le câble 3, le treuil 4, les poulies d'axe mobile 7, les vérins (passif 21, actif 22), l'accumulateur 26A et la servo-valve 41.

25 Les mesures effectuées et destinées à être introduites dans la chaîne de régulation sont les suivantes :

- 1/ l'accélération  $a''$  instantanée verticale du bateau ; la mesure est faite par un accéléromètre à inertie ( $a$  est le déplacement vertical instantané du bateau,  $a'$  la vitesse verticale instantanée du bateau)
- 30 2/ la tension  $T$  sur le câble
- 3/ le déplacement relatif  $x-a$  du jeu de poulie 7 (ou du crochet auquel est suspendu la charge) ; cette mesure est obtenue par exemple par le dispositif à enrouleur 50 mentionné précédemment ;  $x$  désigne le déplacement instantané du crochet mobile.

35 Un premier mode de réalisation de la chaîne de régulation est

représenté dans la figure 6.

La chaîne comprend une première boucle de régulation (boucle de tendance ou d'anticipation) qui utilise la mesure de l'accélération instantanée verticale du navire (accéléromètre 60) ; à partir de cette  
5 mesure un circuit 61 élabore un signal antagoniste envoyé sur la servo-valve 41.

Une deuxième boucle comprend une mesure de l'accélération  $x''$  de la poulie 7.

Une deuxième boucle (dite de régulation d'accélération) permet  
10 d'injecter un signal de correction fonction de l'estimation de l'accélération de la tourelle. Cette boucle comprend un circuit 62 de calcul de la vitesse instantanée de la tourelle et un circuit 63 d'élaboration du signal de correction. Le circuit 63 reçoit, par un circuit additionneur 64, le signal issu de l'accéléromètre.

15 Un circuit additionneur 65 permet de recueillir et d'additionner les signaux des deux boucles précédentes.

Une troisième boucle de régulation (dite d'asservissement de position ou de correction de dérive) dont le rôle est de recentrer constamment la charge autour de la valeur de consigne, comprend un  
20 organe 66 de la mesure  $x-a$  du déplacement vertical de la poulie 7 par rapport au bateau et un circuit comparateur 67 recevant la consigne. Des circuits additionneurs 68 et 69 sont utilisés dans cette boucle.

Une variante de réalisation du système d'asservissement consiste à remplacer, dans la seconde boucle, la mesure de l'accélération de la  
25 charge par la mesure de la tension  $T$  du câble au niveau du crochet d'attache de la charge.

Le reste du système est inchangé.

Les circuits de la chaîne sont analogique ou numérique.

Le dispositif qui vient d'être décrit permet une compensation du  
30 pilonnement de la charge qui est ramenée à une valeur inférieure à 10% de celle du pilonnement du navire.

En cas de panne de la partie active du dispositif, les vérins passifs associés aux accumulateurs, permettent une compensation voisine de 50%.

35 On notera qu'en plus du rôle de compensation de pilonnement, les

vérins actifs donnent la possibilité d'ajuster avec précision l'altitude de la charge, ce qui est particulièrement intéressant dans le cas de dépose d'une charge sur une structure ou au fond de la mer.

5

10

15

20

25

30

35

REVENDEICATIONS

1/ Dispositif de compensation du pilonnement subi par une charge (2) immergée suspendue à un navire (1) par un câble (3) fixé par une extrémité à ladite charge et s'enroulant par l'autre extrémité à un  
5 treuil (4) placé sur le navire, le câble, entre le treuil et la charge, étant enroulé sur un moufle ayant un premier (6) et un second (7) jeu de poulies, le moufle étant associé à des moyens (8) pour faire varier la distance entre les deux jeux de poulies en réponse à des signaux élaborés par une chaîne de régulation recevant des résultats de mesure  
10 inertiels sur ladite charge et/ou de mesure de force sur ledit câble, lesdits moyens comprenant au moins un vérin (22) d'un premier type dont le cylindre (22B) est fixe par rapport au bateau, le premier jeu (6) de poulies étant solidaires du cylindre, le second jeu (7) de poulies étant fixé à l'extrémité de la tige (22A) du vérin, ledit vérin  
15 étant actionné par une servo-valve (41) recevant lesdits signaux, le second jeu (7) de poulies étant fixé à la tige (21A) d'au moins un vérin (21) d'un second type, ledit vérin ayant un cylindre (21B) fixe par rapport au bateau, ledit cylindre étant relié à au moins un accumulateur hydraulique (26A) du type huile-gaz, caractérisé en ce que  
20 l'accumulateur (26A) est relié à une source de gaz comprimé (35) par l'intermédiaire d'un détendeur (36) à pression de sortie réglable en fonction de la longueur de câble déroulée.

2/ Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la servo-valve (41) est reliée au cylindre (22B) du vérin par l'intermédiaire d'une vanne de dérivation (46) elle-même reliée à un  
25 réservoir (47) d'huile sous pression.

3/ Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la chaîne de régulation comprend une première boucle (60, 61) élaborant un premier signal de commande des moyens de faire varier la distance  
30 entre les deux jeux de poulie à partir de la mesure de l'accélération verticale subie par le bateau, une seconde boucle élaborant un second signal ajouté au premier signal, ledit second signal étant élaboré soit à partir de la mesure du déplacement des tiges des vérins du premier type par rapport au bateau, soit à partir de la mesure (62') de

la tension du câble existant entre le second jeu de poulie et la charge.

- 4/ Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que la chaîne de régulation comprend une troisième boucle élaborant un
- 5 troisième signal ajouté aux premier et second signaux, ledit troisième signal étant élaboré à partir de la mesure (66) du déplacement relatif des deux jeux de poulies (6) et (7).

FIG.1

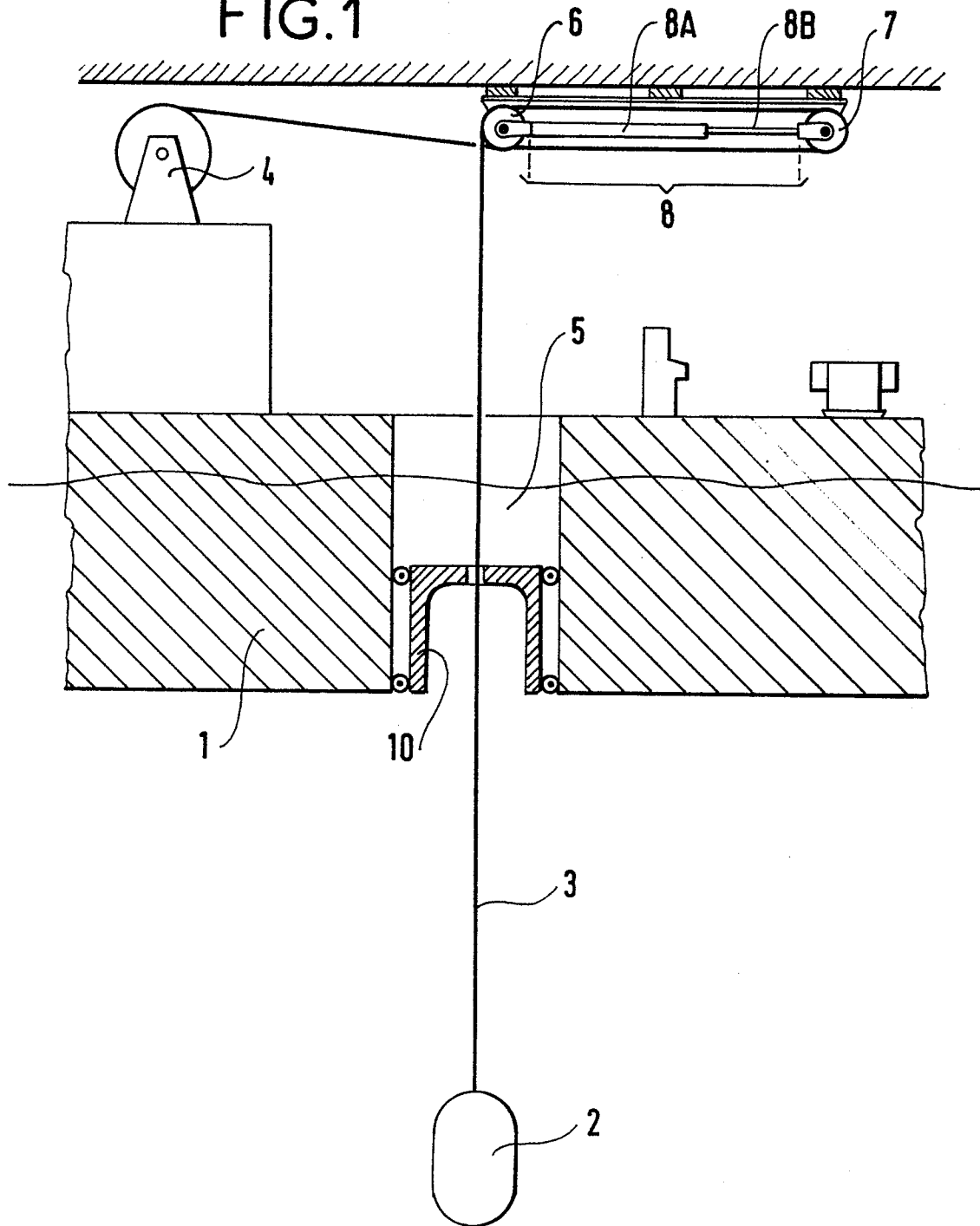


FIG. 2

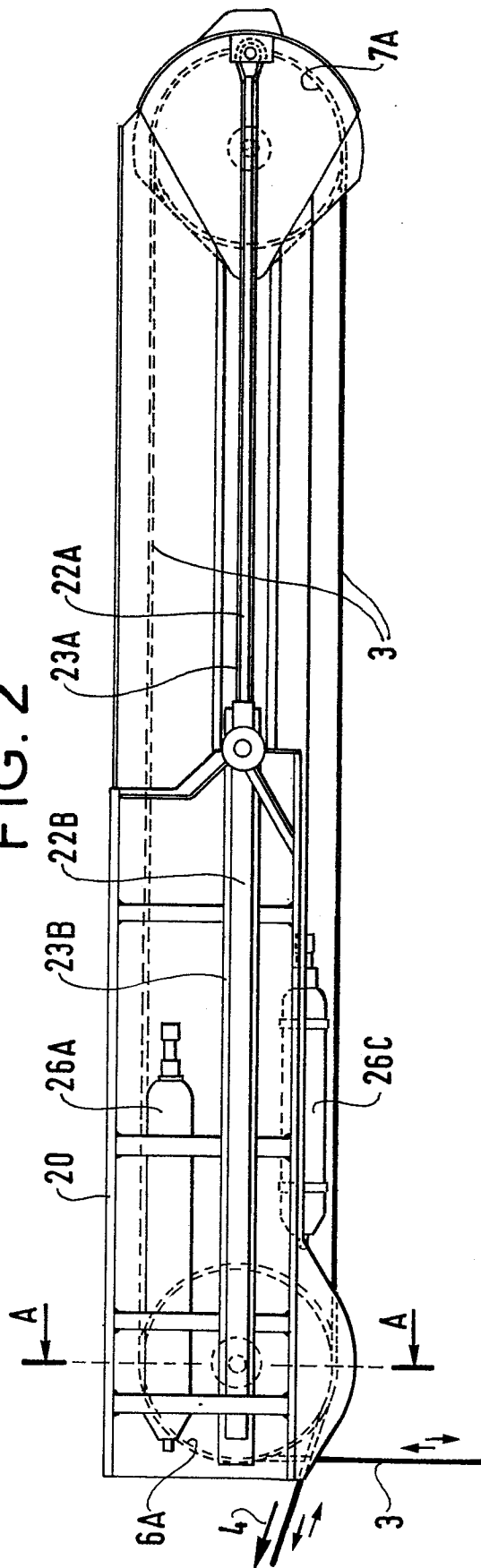


FIG. 3

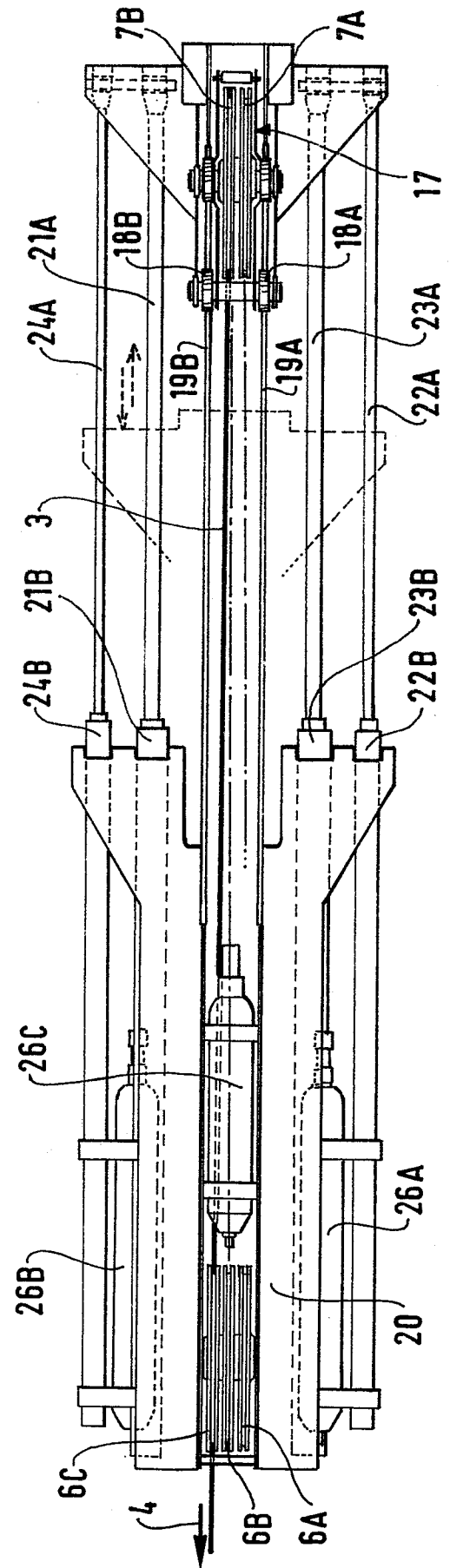


FIG. 3A

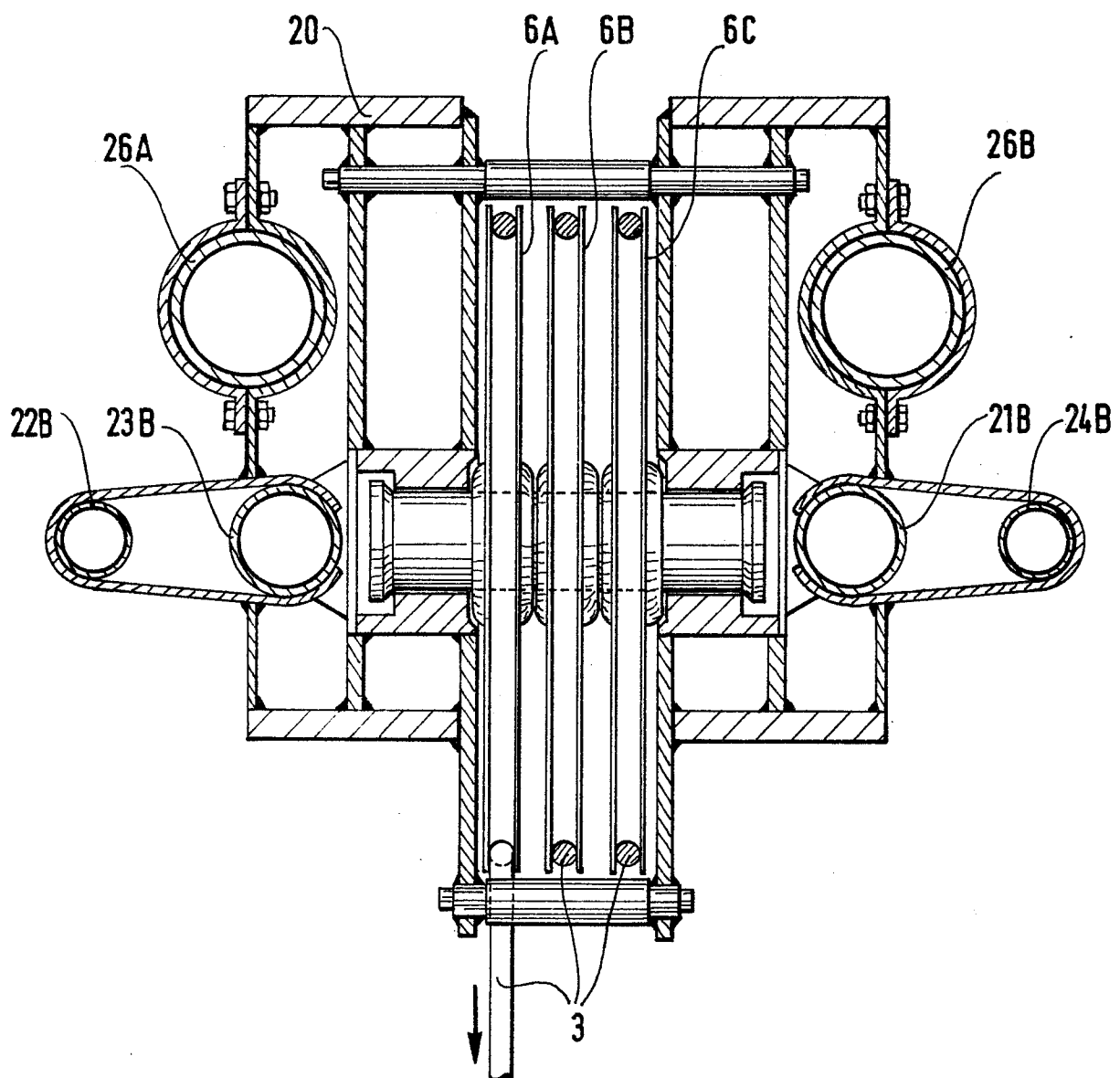




FIG. 5

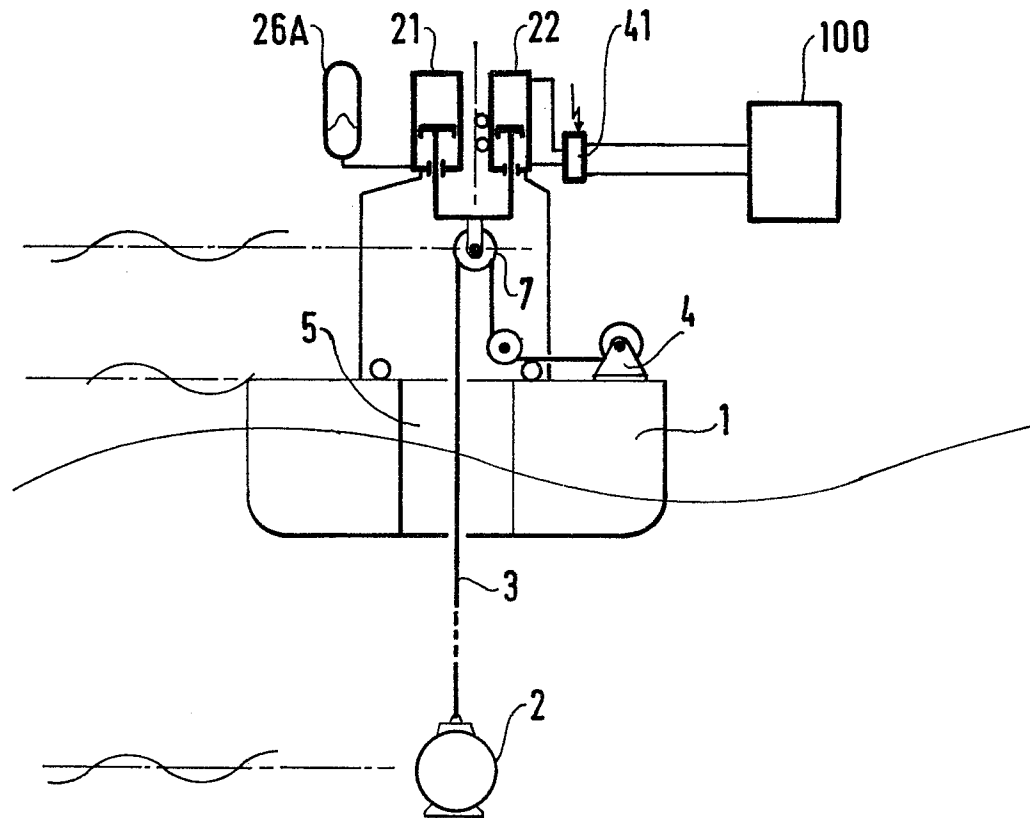
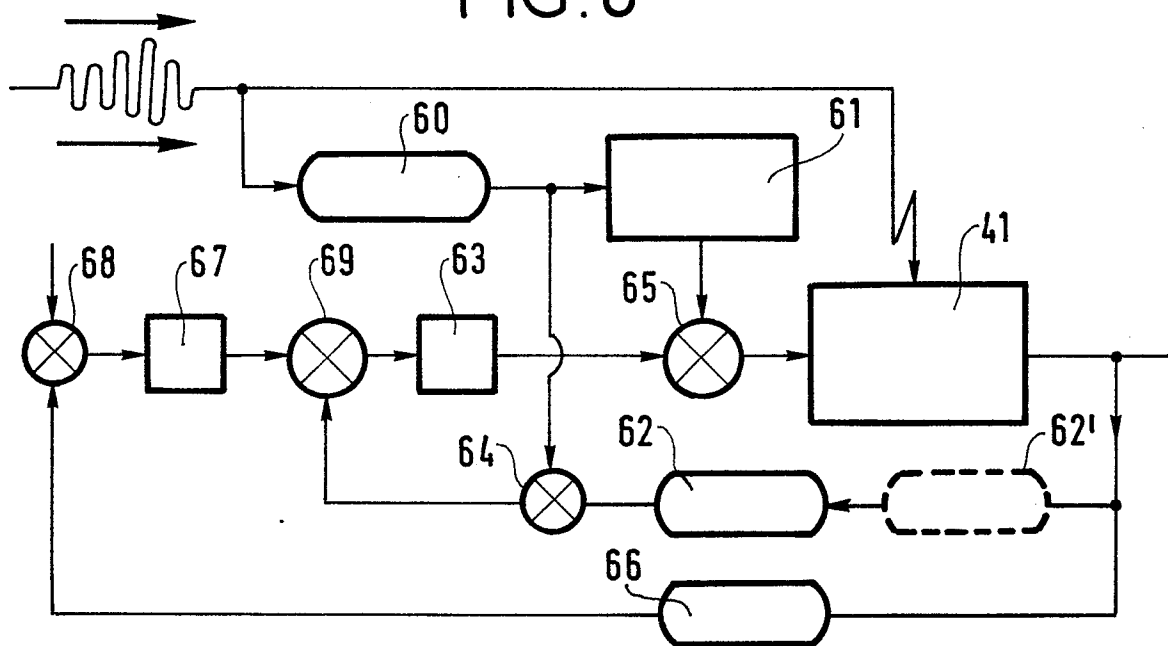


FIG. 6





Office européen  
des brevets

# RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0090741  
Numéro de la demande

EP 83 40 0651

| DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS                                                                                                                                                                                               |                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Catégorie                                                                                                                                                                                                                           | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes | Revendication concernée                                                                                                                                                                                                                                         | CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 3)       |
| A                                                                                                                                                                                                                                   | GB-A-2 053 127 (GEC MECHANICAL HANDLING)                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                 | B 66 C 13/02                                |
| A, D                                                                                                                                                                                                                                | FR-A-2 378 709 (STROMMEN STAAL)                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                             |
| A                                                                                                                                                                                                                                   | FR-A-2 397 361 (AUTOMATIC DRILLING MACHINES)                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                             |
| A                                                                                                                                                                                                                                   | FR-A-2 418 193 (SIMON)                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                             |
| A                                                                                                                                                                                                                                   | FR-A-2 383 876 (A.C.B.)                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                             |
| A                                                                                                                                                                                                                                   | FR-A-2 428 608 (NL INDUSTRIES)                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                 | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 3) |
| A                                                                                                                                                                                                                                   | GB-A-1 511 428 (BRITISH COLUMBIA RESEARCH COUNCIL)                              |                                                                                                                                                                                                                                                                 | B 66 C<br>B 63 B                            |
| A                                                                                                                                                                                                                                   | GB-A-2 045 196 (FERRANTI)                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                             |
| A                                                                                                                                                                                                                                   | WO-A-8 101 402 (CALEY HYDRAULICS)                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                             |
| Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications                                                                                                                                                         |                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                             |
| Lieu de la recherche<br>LA HAYE                                                                                                                                                                                                     |                                                                                 | Date d'achèvement de la recherche<br>30-06-1983                                                                                                                                                                                                                 | Examineur<br>VAN DEN BERGHE E.J.J           |
| <b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b>                                                                                                                                                                                                |                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                             |
| X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie<br>A : arrière-plan technologique<br>O : divulgation non-écrite<br>P : document intercalaire |                                                                                 | T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>& : membre de la même famille, document correspondant |                                             |