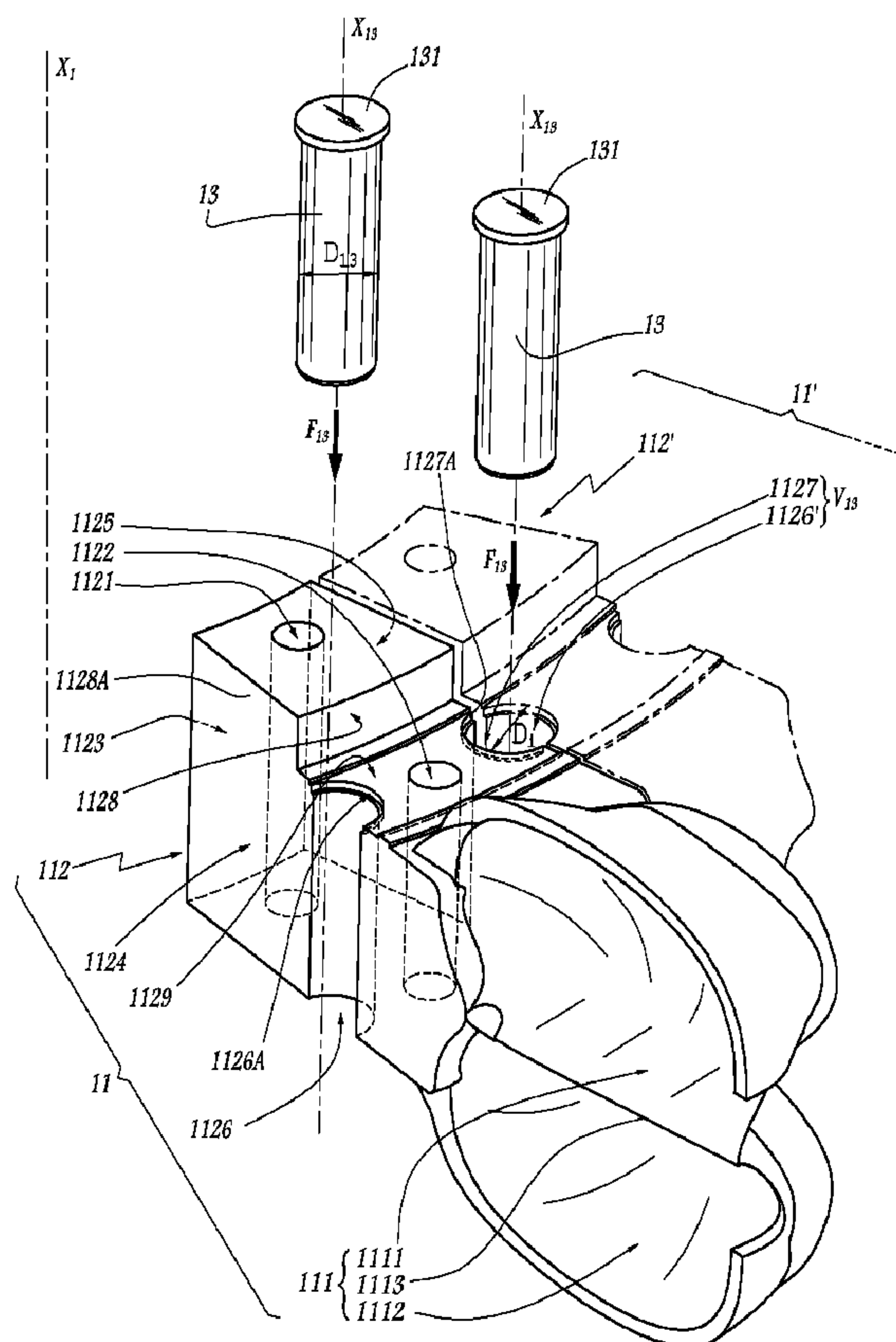




(86) **Date de dépôt PCT/PCT Filing Date:** 2008/10/29
 (87) **Date publication PCT/PCT Publication Date:** 2009/05/07
 (45) **Date de délivrance/Issue Date:** 2015/08/04
 (85) **Entrée phase nationale/National Entry:** 2010/04/28
 (86) **N° demande PCT/PCT Application No.:** FR 2008/051945
 (87) **N° publication PCT/PCT Publication No.:** 2009/056761
 (30) **Priorité/Priority:** 2007/10/30 (FR0758676)

(51) **Cl.Int./Int.Cl. F03B 1/02** (2006.01)
 (72) **Inventeurs/Inventors:**
 BOUVET, YVES, FR;
 BERTEA, JEAN-FRANCOIS, FR
 (73) **Propriétaire/Owner:**
 ALSTOM RENEWABLE TECHNOLOGIES, FR
 (74) **Agent:** SMART & BIGGAR

(54) **Titre : ROUE DE TURBINE PELTON, SON PROCÉDE DE FABRICATION ET TURBINE PELTON EQUIPEE D'UNE TELLE ROUE**
 (54) **Title: PELTON TURBINE WHEEL, METHOD FOR MAKING SAME AND PELTON TURBINE INCLUDING SUCH WHEEL**



(57) **Abrégé/Abstract:**

Cette roue de turbine Pelton comprend plusieurs sous-ensembles répartis autour d'un axe (le rotation de la roue et comprenant chacun un auget (111) et un pied d'ancrage (112). Au moins un pion de blocage (13) est disposé, selon une direction (X_{13})

(57) Abrégé(suite)/Abstract(continued):

parallèle à l'axe (X_1) de rotation (le la roue, entre deux pieds d'ancrage adjacents (112, 112'), ce pion étant engagé à la fois dans deux logements (1126, 1127) ménagés respectivement dans les deux pieds d'ancrage (112, 112'). Selon le procédé de l'invention, on dispose le pion de blocage (13) en l'engageant dans les deux logements (1126, 1127) de deux pieds d'ancrage adjacents (112, 111). Les pions sont disposés dans les logements avec jeu, ce qui autorise le glissement relatif des pieds d'ancrage (112, 112') en vue (le leur calage par les pions (13).

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international(43) Date de la publication internationale
7 mai 2009 (07.05.2009)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2009/056761 A3(51) Classification internationale des brevets :
F03B 1/02 (2006.01)(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2008/051945(22) Date de dépôt international :
29 octobre 2008 (29.10.2008)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

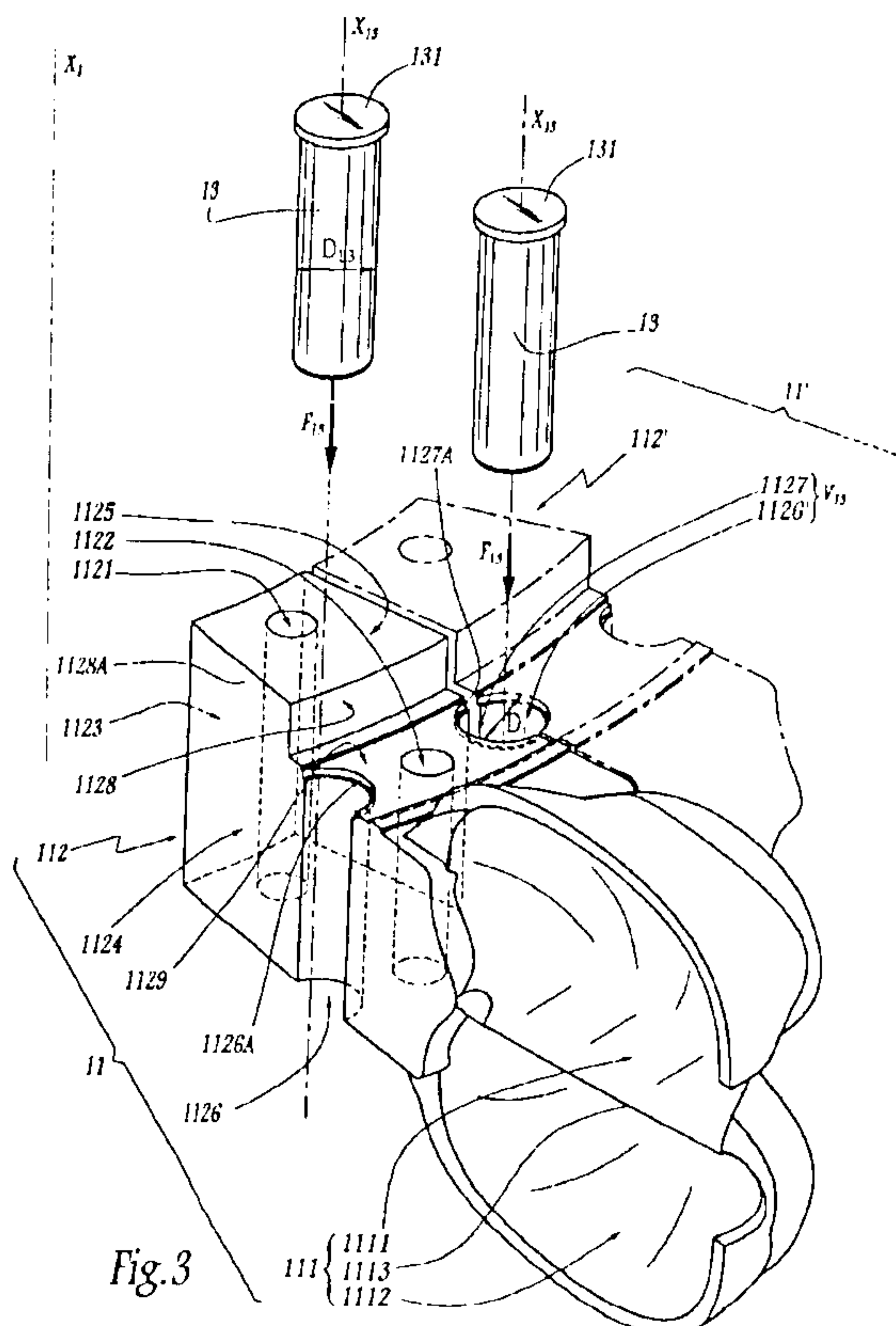
(30) Données relatives à la priorité :
0758676 30 octobre 2007 (30.10.2007) FR(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : AL-
STOM HYDRO FRANCE [FR/FR]; 3, avenue André
Malraux, F-92300 Levallois Perret (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : BOUVET,

Yves [FR/FR]; 92, rue des Perrières, F-38660 La Terrasse
(FR). BERTEA, Jean-François [FR/FR]; 12, rue du Vi-
gneau, F-07300 Saint Jean de Muzols (FR).(74) Mandataire : MYON, Gérard; Cabinet Lavoix, 62, rue
de Bonnel, F-69448 Lyon Cedex 03 (FR).(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) : AE, AG, AI, AM, AO,
AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BI, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG,
ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL,
IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK,
LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW,
MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT,
RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ,
TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: PELTON TURBINE WHEEL, METHOD FOR MAKING SAME AND PELTON TURBINE INCLUDING SUCH
WHEEL.(54) Titre : ROUE DE TURBINE PELTON, SON PROCÉDE DE FABRICATION ET TURBINE PELTON EQUIPEE D'UNE
TELLE ROUE(57) Abstract: The invention relates to a Pelton turbine that
comprises a plurality of sub-assemblies arranged about the ro-
tation axis of the wheel and each including a bucket (111) and
an anchoring leg (112). At least one blocking pin (13) is pro-
vided in a direction (X₁₃) parallel to the rotation axis (X₁) of
the wheel between two adjacent anchoring legs (112, 112'),
wherein said pin is inserted into two housings (1126, 1127)
respectively formed in the two anchoring legs (112, 112'). Ac-
cording to the method of the invention, the blocking pin (13)
is placed by inserting the same into the two housings (1126,
1127) of two adjacent anchoring legs (112, 112'). The pins
are placed into the housings with a clearance, thereby allow-
ing the relative sliding of the anchoring legs (112, 112') before
blocking them with the pins (13).(57) Abrégé : Cette roue de turbine Pelton comprend
plusieurs sous-ensembles répartis autour d'un axe de rotation
de la roue et comprenant chacun un auget (111) et un pied
d'ancrage (112). Au moins un pion de blocage (13) est
disposé, selon une direction (X₁₃) parallèle à l'axe (X₁) de
rotation de la roue, entre deux pieds d'ancrage adjacents (112,
112'), ce pion étant engagé à la fois dans deux logements
(1126, 1127) ménagés respectivement dans les deux pieds
d'ancrage (112, 112'). Selon le procédé de l'invention, on
dispose le pion de blocage (13) en l'engageant dans les deux
logements (1126, 1127) de deux pieds d'ancrage adjacents
(112, 112'). Les pions sont disposés dans les logements avec
jeu, ce qui autorise le glissement relatif des pieds d'ancrage
(112, 112') en vue de leur calage par les pions (13).

WO 2009/056761 A3

WO 2009/056761 A3

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

- avec rapport de recherche internationale
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

(88) Date de publication du rapport de recherche internationale:

6 août 2009

ROUE DE TURBINE PELTON, SON PROCEDE DE FABRICATION ET TURBINE PELTON EQUIPEE D'UNE TELLE ROUE

5 L'invention a trait à une roue destinée à équiper une turbine de type Pelton utilisée dans une installation de conversion d'énergie hydraulique en énergie mécanique ou électrique. L'invention concerne également une turbine équipée d'une telle roue et un procédé de fabrication d'une telle roue.

Dans le cas d'une installation hydro-électrique, une turbine Pelton est associée à un générateur afin de produire du courant électrique.

10 Une roue de turbine Pelton monobloc est un objet volumineux qui est délicat à usiner et à transporter. Il est connu, par exemple de WO-A-99/49213, de fabriquer une roue de turbine Pelton à partir d'une jante sur laquelle sont montés des augets individuels, au moyen de boulons, alors que des flasques de reprise d'effort sont disposés autour des augets. Ce type de matériel donne satisfaction dans de nombreux cas d'utilisation.

15 Il est connu de DE-C-555900 de disposer des goupilles coniques entre deux augets adjacents dont les pieds sont enserés entre deux jantes, au moyen de boulons. L'utilisation de goupilles coniques impose que tous les augets soient bloqués entre eux et par rapport aux jantes du fait de la mise en place de ces goupilles coniques. Les logements de réception de ces goupilles doivent être alésés avec une forme conique, de façon très précise pour permettre un contact surfacique entre ces goupilles et ces alésages, faute de quoi les goupilles coniques ne seraient pas efficaces. Une telle précision d'usinage induit des coûts de production élevés.

20 L'invention vise à proposer une solution alternative dans laquelle des augets indépendants sont utilisés dans une roue de turbine Pelton, sans qu'il soit nécessaire d'avoir recours à un flasque externe de reprise d'effort ou de procéder à un usinage précis des pieds d'ancrage des augets et alors que l'assemblage de la roue de turbine est pérenne.

30 A cet effet, l'invention concerne une roue de turbine Pelton qui comporte plusieurs sous-ensembles répartis autour d'un axe de rotation de la roue et qui comprennent chacun un auget et un pied d'ancrage. Cette roue est caractérisée

en ce qu'un pion de blocage cylindrique à section circulaire est disposé, selon une direction parallèle à l'axe de rotation de la roue, entre chaque paire de deux pieds d'ancrage adjacents, ce pion étant engagé à la fois dans deux logements ménagés respectivement dans les deux pieds d'ancrage précités et en ce que les
5 pions sont disposés dans les logements avec possibilité de déplacement relatif des sous-ensembles sous charge et de déplacement des pions engagés dans les logements, jusqu'à ce que les pions bloquent les différents pieds d'ancrage les uns par rapport aux autres.

Grâce à l'invention, la fabrication de la roue de turbine conforme à
10 l'invention est aisée dans la mesure où les sous-ensembles peuvent être fabriqués indépendamment les uns des autres avant d'être assemblés pour constituer la roue de turbine. Ces différents sous-ensembles sont relativement faciles à usiner, avec des tolérances de fabrication relativement larges et leurs dimensions permettent de les fabriquer sur des centres d'usinage classiques, et non pas sur
15 des centres d'usinage dédiés aux pièces de grandes dimensions. Les opérations de maintenance sont également facilitées dans la mesure où les sous-ensembles peuvent être montés et démontés individuellement par rapport à la roue de turbine. Les pions de blocage disposés à l'interface entre deux pieds d'ancrage adjacents permettent de verrouiller ces pieds les uns par rapport aux autres lors
20 d'une rotation sous charge de la roue, ce qui limite le glissement relatif des sous-ensembles les uns par rapport aux autres et par rapport à l'arbre de la turbine et induit un calage efficace des pieds d'ancrage, au terme d'un mouvement de glissement relatif des pieds d'ancrage et des pions. Les pions sont disposés dans les logements avec jeu, ce qui autorise le glissement relatif des pieds d'ancrage
25 en vue de leur calage par les pions.

En outre, l'utilisation de pions de blocage cylindrique à section circulaire et leur mise en place dans les logements correspondants avec possibilité de déplacement relatif des sous-ensembles sous charge, facilitent le démontage et l'interchangeabilité des augets. En effet, les jeux entre les pieds d'ancrage des
30 augets peuvent être relativement importants et les usinages peu précis, ce qui autorise un démontage et un remplacement aisé car les pieds d'ancrage respectifs ne sont pas en contact direct les uns avec les autres mais par l'intermédiaire des pions de blocage.

Selon des aspects avantageux mais non obligatoires de l'invention, une roue de turbine Pelton peut incorporer une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises en combinaison techniquement admissibles :

- 5 - Les côtés des deux pieds d'ancrage entre lesquels est disposé le pion de blocage ne sont pas en contact.
- Le diamètre intérieur d'un volume cylindrique à section circulaires formé par une paire de logements ménagés dans deux pieds d'ancrage adjacents est strictement supérieur au diamètre de la partie du pion engagée dans ce volume.
- 10 - Chaque pied d'ancrage est pourvu, sur chacun de ses deux côtés tournés respectivement vers les deux pieds d'ancrage adjacents, d'un logement de réception partiel d'un pion de blocage.
- Chaque logement d'un pied d'ancrage est en forme de cylindre, avec une section correspondant à la moitié de la section du pion de blocage qu'il
15 reçoit.
- Chaque pied d'ancrage est pourvu d'au moins un talon apte à venir au contact d'une frette annulaire, qui entoure les pieds d'ancrage, sous l'effet de la force centrifuge résultant de la rotation de la roue.
- Les sous-ensembles sont montés directement sur l'extrémité de
20 l'arbre de la turbine, sans utilisation d'une bride de reprise d'effort.
- En variante, les sous-ensembles sont montés sur l'extrémité de la roue de la turbine au moyen d'au moins une bride annulaire d'accouplement. Cette bride peut être en appui contre une contre-bride sur laquelle sont montés des pieds d'ancrage. La bride ou la contre-bride forment avantageusement une
25 frette apte à recevoir en appui les talons des pieds d'ancrage sous l'effet de la force centrifuge. En variante, au moins une frette est disposée autour des pieds d'ancrage, indépendamment de la bride d'accouplement.

L'invention concerne également une turbine Pelton qui est équipée d'une roue telle que mentionnée ci-dessus. Une telle turbine peut être fabriquée de
30 façon plus économique que celles de l'état de la technique et sa maintenance est facilitée.

L'invention concerne également un procédé de fabrication d'une roue de turbine Pelton tel que mentionnée ci-dessus et, plus spécifiquement, un procédé

87848-13

4

de montage d'une roue de turbine Pelton comprenant plusieurs sous-ensembles répartis autour d'un axe de rotation de la roue et comprenant chacun un auget et un pied d'ancrage, selon lequel il comprend des étapes consistant à :

- a) monter les sous-ensembles sur une structure circulaire
- 5 b) disposer, selon une direction parallèle à l'axe de rotation de la roue, un pion de blocage cylindrique et à section circulaire dans deux logements ménagés respectivement dans chaque paire de deux pieds d'ancrage adjacents et
- 10 c) faire subir à la roue une rotation sous charge au cours de laquelle les sous-ensembles se déplacent les uns par rapport aux autres et déplacent les pions engagés dans leurs logements, jusqu'à ce que les pions bloquent les différents pieds d'ancrage les uns par rapport aux autres.

De façon avantageuse, lors de la rotation sous charge de la roue, un pied d'ancrage tend à glisser radialement vers l'axe de rotation, une partie de la surface définissant un logement dans ce pied vient en appui contre le pion inséré dans ce
15 logement et ce pion vient en appui contre une partie d'une surface délimitant un logement dans un pied d'ancrage adjacent.

L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement à la lumière de la description qui va suivre de quatre modes de réalisation
20 d'une roue de turbine et d'une turbine conformes à son principe, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue de face d'une roue de turbine conforme à l'invention montée sur l'arbre d'une turbine également conforme à l'invention ;
- la figure 2 est une coupe selon la ligne II-II à la figure 1 ;
- 25 - la figure 3 est une vue en perspective d'un sous-ensemble formant auget utilisé dans la roue des figures 1 et 2 ;
- la figure 4 est une représentation schématique de principe de deux pieds d'ancrage appartenant à des sous-ensembles tel que celui représenté à la figure 3, dans une première configuration ;

87848-13

4a

- la figure 5 est une vue analogue à la figure 4 lorsque les pieds d'ancrage sont dans une deuxième configuration ;

- la figure 6 est une vue analogue à la figure 1 pour une roue de turbine conforme à un second mode de réalisation ;

- la figure 7 est une coupe selon la ligne VII-VII à la figure 6 ;
- la figure 8 est une coupe analogue à la figure 7 pour une roue de turbine conforme à un troisième mode de réalisation de l'invention ; et
- la figure 9 est une coupe analogue à la figure 7 pour une roue de turbine conforme à un quatrième mode de réalisation de l'invention.

La roue 1 représentée aux figures 1 et 2 appartient à une turbine T de type Pelton et est montée sur l'extrémité 21 de l'arbre 2 de cette turbine. La roue 1 est formée par l'assemblage de sous-ensembles indépendants 11, dont un est visible en perspective à la figure 3 et qui sont formés d'une pièce monobloc en acier inoxydable moulé.

En variante, les sous-ensembles 11 peuvent être réalisés en acier inoxydable forgé ou en matériau composite, ce qui permet de diminuer leur masse et les forces d'inertie résultant de la rotation de l'arbre.

Chaque sous-ensemble 11 définit un auget 111 délimitant deux bols 1111 et 1112 séparés par une arête 1113. L'auget 111 d'un sous-ensemble 11 est monobloc avec un pied d'ancrage 112 qui a globalement une forme de prisme droit dont la base a la forme visible à la figure 1. Le pied d'ancrage 112 d'un sous-ensemble 11 est pourvu de deux perçages 1121 et 1122 de réception de goujons 12 de montage du sous-ensemble 11 sur l'extrémité 21 de l'arbre 2. Pour chaque sous-ensemble 11, les deux perçages 1121 et 1122 sont alignés suivant un rayon R_{11} s'étendant radialement par rapport à l'axe de rotation X_2 de l'arbre 2, qui est confondu avec l'axe central X_1 de rotation de la roue 1 en configuration montée de celle-ci.

Les pieds d'ancrage 112 sont disposés côte à côte sur l'extrémité 21 de l'arbre 2. On note 1123 le côté d'un pied 112 tourné vers l'axe X_1 en configuration montée de la roue. On note respectivement 1124 et 1125 les côtés d'un pied 112 tournés vers les pieds adjacents en configuration montée de la roue 1. Le côté 1124 est disposé, par rapport aux perçages 1121 et 1122, du côté concave de l'auget 111, alors que le côté 1125 est situé, par rapport à ces perçages, du côté convexe de cet auget.

Un logement cylindrique 1126 à section semi-circulaire est ménagé sur le côté 1124 et débouche sur ce côté, alors qu'un logement cylindrique 1127 à section semi-circulaire est ménagé sur le côté 1125 et débouche sur ce côté. Tous

les pieds d'ancrage 112 sont équipés de logements 1126 et 1127 sur leurs côtés respectifs 1124 et 1125, de sorte que, lorsque deux pieds d'ancrage sont disposés côte à côte, dans la configuration représentée à la figure 1, un logement 1126 ou 1127 de chaque pied 112 est disposé en regard d'un logement correspondant 1127 ou 1126 d'un pied adjacent. Il est ainsi formé des paires de logements 1126-1127 qui constituent ensemble un volume cylindrique à section sensiblement circulaire dans lequel peut être engagé un pion de blocage 13 qui est cylindrique, monobloc et à section circulaire.

Le diamètre intérieur D_i d'un volume cylindrique défini par une paire de logements 1126-1127 est légèrement supérieur au diamètre D_{13} de la partie d'un pion 13 qui pénètre dans ce volume.

A la figure 3, la trace du pied d'ancrage 112' d'un sous-ensemble adjacent à celui représenté, en configuration montée de la roue 1 est figurée en traits pointillés. Le logement 1126' de ce second pied d'ancrage 112' définit avec le logement 1127 un volume V_{13} de réception d'un pion 13, lequel peut être introduit dans ce volume dans le sens de la flèche F_{13} sur cette figure, c'est-à-dire selon une direction parallèle aux axes X_1 et X_2 .

Les pieds d'ancrage 112 et l'extrémité 21 sont dimensionnés de façon telle que, lorsque la roue 1 est montée sur l'arbre 2, les faces en regard 1124 et 1125 des différents pieds 112 ne sont pas en contact.

Le pied d'ancrage 112 d'un sous-ensemble 11 comprend une surface 1128 opposée à la surface 1123 et qui délimite un talon 1128A en saillie par rapport à la surface 1129 dans laquelle débouche le perçage 1122, au voisinage de la surface 1128. L'extrémité 21 de l'arbre 2 est, quant à elle, pourvue d'une collerette terminale 211 qui délimite, avec la face avant 212 de l'extrémité 21, un épaulement 213 de réception du talon 1128A en configuration montée d'un sous-ensemble 11 sur l'arbre 2.

Chaque pion 13 est équipé, à l'une de ses extrémités, d'une tête 131 qui est engagée dans un lamage 1126A ou 1127A qui borde chaque logement 1126 ou 1127 au voisinage de la surface 1129. Les pions peuvent pénétrer dans les logements 1126 et 1127 par le côté de la surface 1129, en engageant leur extrémité opposée à leur tête 131 dans ces logements, dans le sens des flèches F_{13} à la figure 3.

En variante, les pions 13 peuvent être insérés dans les volumes V_{13} par le côté des pieds 112 opposé à la surface 1129. Dans ce cas, les lamages 1126A et 1127A sont supprimés au voisinage de la surface 1129.

L'assemblage de la roue 1 sur l'arbre 2 a lieu en positionnant chaque pied d'ancrage 112 sur l'extrémité 21 de l'arbre 2 de telle sorte que ses perçages 1121 et 1122 viennent en regard de perçages correspondants 214 et 215 ménagés dans l'extrémité 21 et permettant le passage des goujons 12. Les pions 13 sont intercalés entre les pieds 112, au fur et à mesure que les sous-ensembles 11 sont installés sur l'arbre 2, en étant installés avec leurs axes X_{13} respectifs parallèles aux axes X_1 et X_2 alors confondus. Les goujons 12 sont alors mis en tension, respectivement dans les perçages 1121 et 214, d'une part, 1122 et 215, d'autre part, pour chaque sous-ensemble 11.

En variante, les sous-ensembles 11 sont pré-positionnés sur un gabarit support, puis les pions 13 sont mis en place dans les volumes V_{13} à travers la surface 1129 et la roue ainsi formée est montée sur le plateau de l'arbre 2. Ensuite, les goujons 12 sont mis en tension.

Dans cette configuration, les faces 1124 et 1125 des différents pieds 112 ne sont pas en contact les unes des autres et les différents logements 1126 et 1127 définissent, par paire, des volumes V_{13} de réception des pions de blocage 13. On remarque à la figure 2 que les pions 13 ne pénètrent pas dans l'extrémité 21 de l'arbre 2.

Lorsqu'ils sont ainsi mis en place dans les logements 1126 et 1127, les pions 13 assurent la stabilité de la roue 1 ainsi constituée.

Lors de la première rotation de la roue 1 sous charge, c'est-à-dire lorsqu'elle est soumise à un écoulement représenté par la flèche E aux figures 1, 4 et 5, les sous-ensembles 11 sont plaqués contre un épaulement 213 interne de l'extrémité 21 de l'arbre 2, sous l'effet de la force centrifuge. Ces sous-ensembles ont tendance à pivoter par rapport à l'arbre 2, ce qui induit que chaque pied d'ancrage est fortement plaqué contre un pion 13 engagé dans son logement 1127 et que ce phénomène se reproduit pour tous les sous-ensembles 11 de la roue 1. Les différents sous-ensembles déplacent légèrement les pions 13 par rapport à l'arbre 2, sous l'effet de leur pivotement, ce qui est possible puisque les pions 13 ne sont pas solidaires de l'arbre 2. L'effort subit par chaque auget 111 du

fait du jet, provoque un glissement relatif des sous-ensembles 11 par rapport à l'arbre 2 et cale ces sous-ensembles les uns par rapport aux autres grâce à l'action des pions 13. Ainsi, les pions 13 assurent un montage pérenne des différents sous-ensembles 11 sur l'arbre 2, en bloquant les différents pieds d'ancrage 112 les uns par rapport aux autres.

Les figures 4 et 5, sur lesquelles les têtes 131 ont été omises pour la clarté du dessin, schématisent ce phénomène et représentent deux pieds d'ancrage 112 et un pion 13 respectivement avant et après le premier démarrage de la roue 1. Avant le premier démarrage, le pion 13 est monté dans le volume V_{13} défini conjointement par les logements 1126 et 1127 des pieds 112. Lorsque l'effort E dû à l'écoulement E est appliqué sur les sous-ensembles 11, les pieds 112 glissent l'un par rapport à l'autre, comme représenté par la flèche F_2 à la figure 5. Le pied 112 représenté en partie supérieure de cette figure tend à glisser radialement vers l'intérieur par rapport au pied 112 représenté en partie inférieure, ce qui a pour effet d'amener une partie 1126B de la surface définissant le logement 1126 en appui contre le pion 13 et d'amener le pion 13 en appui contre une partie 1127B de la surface délimitant le logement 1127 du pied 112 représenté en partie supérieure. Les parties 1126B et 1127B des surfaces des logements 1126 et 1127 forment ainsi des zones de contact entre le pion 13 et les pieds d'ancrage 112, la zone 1126B étant radialement plus proche de l'axe X_1 que l'axe central X_{13} du pion 13, lequel est plus proche de l'axe X_1 que la zone 1127B.

En d'autres termes, les pions 13 sont montés dans les logements 126 et 127 avec jeu, grâce à la différence entre les diamètres D_i et D_{13} , et la première rotation de la roue 1 sous charge a pour effet de rattraper ce jeu, grâce au glissement relatif F_2 des pieds d'ancrage 112 les uns par rapport aux autres.

Lors des phases d'arrêt et de démarrage de la turbine 1, la position relative des différents pieds d'ancrage, qui a été obtenue après glissement lors du premier démarrage, est maintenue du fait des efforts de frottement entre les pièces 112 et 13 assemblées. Pour augmenter les frottements entre les pièces 112 et 13 mises en place suite à leur glissement relatif, on peut utiliser les poudres augmentant le coefficient de frottement entre leurs surfaces respectives en contact. Ceci garantit que les frottements entre les surfaces sont capables d'empêcher un glissement entre les pieds d'ancrage 112 et les pions 13 pendant les phases de démarrage et

d'arrêt, ou pendant un fonctionnement normal, après la première rotation de la roue.

En cas d'emballement de la turbine T un effort centrifuge important est exercé sur les sous-ensembles 11, lesquels tendent à glisser ensemble radialement vers l'extérieur de l'arbre 2. Après un emballement suivi d'un redémarrage normal de la turbine T, les sous-ensembles 11 reprennent leur position d'équilibre.

Par ailleurs, le mouvement d'expansion radiale de la roue 1, sous l'effet de la force centrifuge due à sa rotation, est limité par le fait que les talons 1128A des pieds d'ancrage 112 sont disposés au niveau de l'épaulement 213 de l'extrémité 21. Ainsi, l'expansion radiale de la roue 1 est limitée par l'appui de la surface 1128 de chaque pied d'ancrage 112 contre la collerette 211 qui constitue une butée radiale pour les pieds 111 des sous-ensembles 11.

Le premier mode de réalisation de l'invention décrit en référence aux figures 1 à 5 est plus particulièrement applicable à la fabrication d'une turbine neuve dont l'arbre 2 peut être configuré, en formant la collerette 211 et les perçages 214 et 215, pour recevoir directement les sous-ensembles 11, sans utilisation d'une bride de reprise d'effort comme expliqué ci-dessus.

L'invention peut également être utilisée avec une turbine T dont l'arbre 2 présente une extrémité plane, comme représenté aux figures 6 à 9. Ceci est particulièrement utile lors de la réhabilitation d'une turbine existante dont l'arbre ne doit pas être changé.

Dans les trois modes de réalisation représentés aux figures 6 à 9, les éléments analogues à ceux du premier mode de réalisation portent des références identiques. Dans ces trois modes de réalisation, les pions 13 sont montés avec jeu dans les volumes cylindriques formés par des logements du type des logements 1126 et 1127 du premier mode de réalisation, ce qui permet également d'avoir un verrouillage des pieds d'ancrage 112 les uns par rapport aux autres suite à un mouvement de glissement relatif de ces pieds d'ancrage lors d'une rotation de la roue sous charge, comme expliqué ci-dessus pour le premier mode de réalisation.

Dans le second mode de réalisation de l'invention représenté aux figures 6 et 7, la roue 1 de la turbine Pelton T est formée par des sous-ensembles 11 qui comprennent, comme dans le premier mode de réalisation, des augets 111 et des

5 pieds d'ancrage 112. L'extrémité 21 de l'arbre 2 présente une face avant plane 212. La solidarisation de la roue 1 avec l'arbre 2 est obtenue grâce à des goujons d'accouplement 12 qui traversent une bride 14 pourvue d'une collerette 141 d'appui axial de la partie radiale interne des pieds d'ancrage 112 contre la face avant 212. Les goujons 12 traversent des perçages 214 ménagés dans l'extrémité 21, ces perçages pouvant préexister en cas de réhabilitation de la turbine T. La répartition des perçages 142 de passage des goujons 12 dans la bride 14 est alors adaptée à celle des perçages 214.

10 Deux frettes 15A et 15B sont disposées de part et d'autre des pieds d'ancrage 112 et permettent de résister à l'expansion radiale de la roue 1 sous l'effet de la force centrifuge lors de la rotation de la turbine T, notamment en cas d'emballement. Des talons 1128A et 1128B sont ménagés dans les pieds 112 pour venir respectivement en butée contre les frettes 15A et 15B sous l'effet de la force centrifuge. Comme précédemment, des pions de blocage 13 sont introduits
15 dans des logements, du type des logements 1126 et 1127 du premier mode de réalisation, à l'interface entre deux pieds d'ancrage 112 adjacents.

Dans le troisième mode de réalisation représenté à la figure 8, on utilise également une bride 14 pour presser les pieds d'ancrage 112 des sous-ensembles 11 d'une roue 1 contre la face avant plane 212 de l'arbre 2 d'une
20 turbine Pelton T. Comme précédemment des pions de blocage 13 sont utilisés pour limiter le glissement relatif des pieds d'ancrage 112. Une contre-bride 16 reçoit en appui la bride 14 et est pourvue de perçages 161 et 162 de passage de goujons de blocage 12 similaires à ceux du premier mode de réalisation. La contre-bride 16 forme une collerette 163 qui fonctionne comme une frette pour un
25 talon 1128A du pied d'ancrage 112 de chaque sous-ensemble 11.

Dans ce mode de réalisation, des goujons principaux 17 sont utilisés pour presser axialement la bride 14 et les pieds 112 en direction de l'arbre 2, comme dans le deuxième mode de réalisation.

30 Dans le quatrième mode de réalisation représenté à la figure 9, les brides 14 et 16 du second mode de réalisation sont remplacées par une bride monobloc 14 qui définit des perçages 142 de passage des goujons principaux 17 et des perçages 143 et 144 de passage des goujons 12 de fixation des pieds d'ancrage 112 sur cette bride. Comme précédemment, la roue 1 comprend des sous-

ensembles 11 comprenant chacun un auget 111 et un pied 112 et des pions de blocage 13, qui permettent de limiter le glissement relatif entre les pieds d'ancrage 112. La bride 14 forme une frette 145 contre laquelle est en appui un talon 1128A de chaque pied 112.

5 Les caractéristiques techniques des différents modes de réalisation décrits peuvent être combinées entre elles dans le cadre de la présente invention.

Quel que soit le mode de réalisation, le nombre de sous-ensembles 11, de goujons 12 et de pions de blocage 13 résulte d'un choix de conception de l'homme de l'art.

10 Les pions 13 ne sont pas forcément à section circulaire. Dans ce cas, la géométrie des logements 1126 et 1127 est adaptée à celle des pions.

Selon une variante applicable à tous les modes de réalisation de l'invention, un revêtement augmentant le coefficient de frottement entre les pièces 11 et 2, et éventuellement entre ces pièces et les pièces 14 et 145, peut être utilisé à l'interface entre ces pièces, ceci afin d'assurer le maintien en position par frottement des sous-ensembles 11 en fonctionnement.

Quel que soit le mode de réalisation considéré, un avantage d'une roue de turbine Pelton conforme à l'invention réside dans le fait que les augets qui la constituent sont « auto-bloquants » sous l'effet de la force centrifuge et de la charge subie par les augets lors d'une première rotation. En outre, les jeux relativement importants entre les pieds d'ancrage des augets induisent que ceux-ci sont en contact uniquement par l'intermédiaire des pions de blocage et non pas par appui direct l'un contre l'autre, ce qui facilite les opérations de démontage et de changement d'un ou plusieurs augets en cas de besoin. La mise en place relative des pieds d'ancrage des augets par glissement relatif lors de la première rotation est tout-à-fait avantageuse par rapport aux dispositifs de l'art antérieur dans lesquels un tel phénomène de glissement ne peut pas être mis en œuvre.

87848-13

12

REVENDICATIONS

1. Roue de turbine Pelton comportant plusieurs sous-ensembles répartis autour d'un axe de rotation de la roue et comprenant chacun un auget et un pied d'ancrage, selon laquelle un pion de blocage cylindrique à section circulaire est disposé, selon une direction parallèle à l'axe de rotation de la roue, entre chaque paire de deux pieds d'ancrage adjacents, ce pion étant engagé à la fois dans deux logements ménagés respectivement dans les deux pieds d'ancrage et en ce que les pions sont disposés dans les logements avec possibilité de déplacement relatif des sous-ensembles sous charge et de déplacement des pions engagés dans les logements, jusqu'à ce que les pions bloquent les différents pieds d'ancrage les uns par rapport aux autres.

2. Roue de turbine Pelton selon la revendication 1, selon laquelle les côtés des deux pieds d'ancrage entre lesquels est disposé le pion de blocage ne sont pas en contact.

3. Roue de turbine Pelton selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, selon laquelle le diamètre intérieur d'un volume cylindrique à section circulaire formé par une paire de logements ménagés dans deux pieds d'ancrage adjacents est strictement supérieur au diamètre de la partie du pion engagée dans ce volume.

4. Roue de turbine Pelton selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, selon laquelle chaque pied d'ancrage est pourvu, sur chacun de ses deux côtés tournés respectivement vers les deux pieds d'ancrage adjacents, d'un logement de réception partielle d'un pion de blocage.

5. Roue de turbine Pelton selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, selon laquelle chaque logement d'un pied d'ancrage est en forme de cylindre, avec une section correspondant à la moitié de la section du pion de blocage qu'il reçoit.

6. Roue de turbine Pelton selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, selon laquelle chaque pied d'ancrage est pourvu d'au moins un talon apte à venir au contact d'une frette annulaire, qui entoure les pieds d'ancrage, sous l'effet de la force centrifuge résultant de la rotation de la roue.

87848-13

13

7. Roue de turbine Pelton selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, selon laquelle les sous-ensembles sont montés directement sur l'extrémité de l'arbre de la turbine, sans utilisation d'une bride de reprise d'effort.

8. Roue de turbine Pelton selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, selon laquelle les sous-ensembles sont montés sur l'extrémité de l'arbre de la turbine au moyen d'au moins une bride annulaire d'accouplement.

9. Roue de turbine Pelton selon la revendication 8, selon laquelle la bride est en appui contre une contre-bride sur laquelle sont montés les pieds d'ancrage.

10. Roue de turbine Pelton selon la revendication 6 et l'une quelconque des revendications 8 et 9, selon laquelle la bride ou la contre-bride forme une frette apte à recevoir en appui les talons des pieds d'ancrage, sous l'effet de la force centrifuge.

11. Roue de turbine Pelton selon la revendication 8, selon laquelle qu'au moins une frette est disposée autour des pieds d'ancrage, indépendamment de la bride d'accouplement.

12. Turbine Pelton comprenant une roue selon l'une quelconque des revendications 1 à 11.

13. Procédé de montage d'une roue de turbine Pelton comprenant plusieurs sous-ensembles répartis autour d'un axe de rotation de la roue et comprenant chacun un auget et un pied d'ancrage, le procédé comprenant des étapes consistant à:

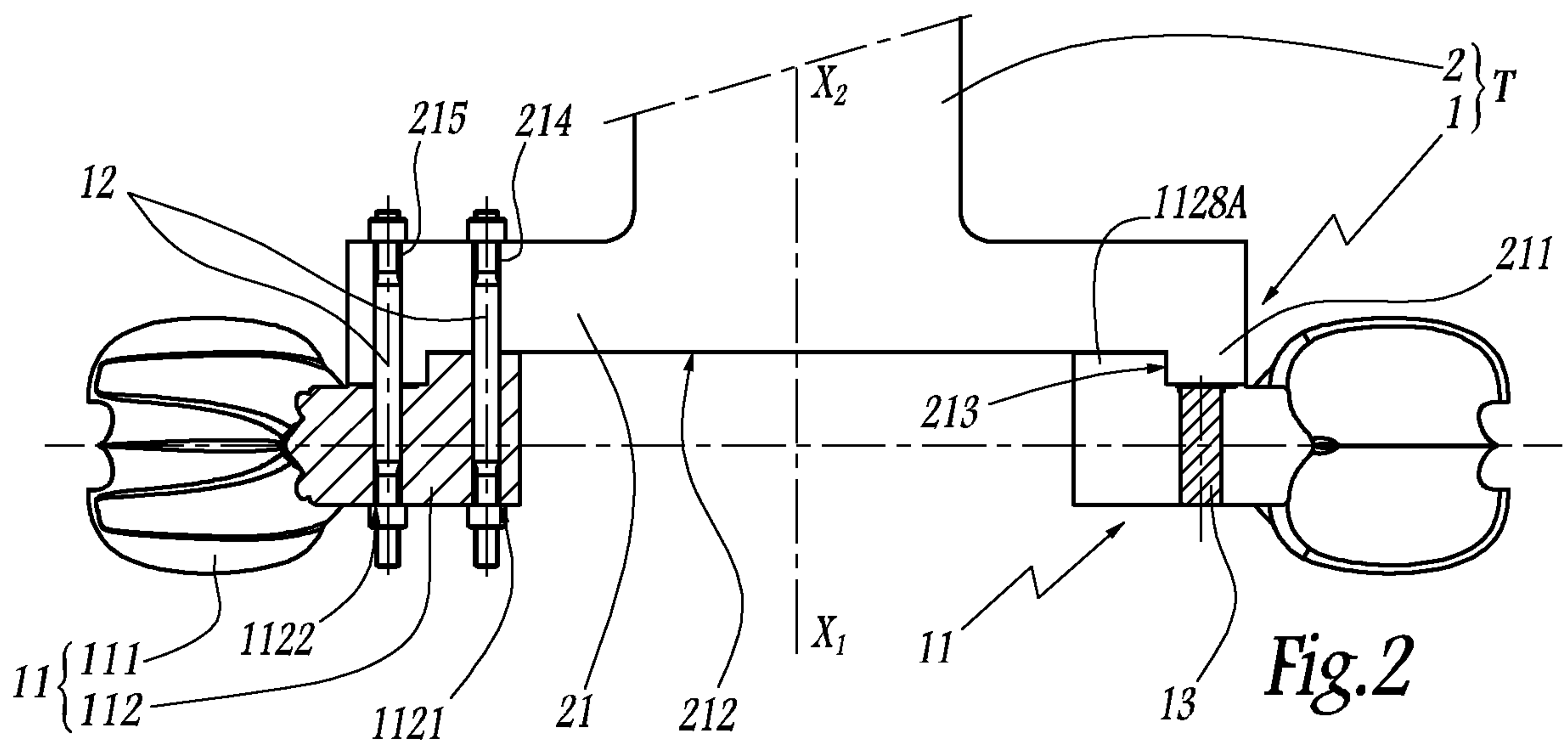
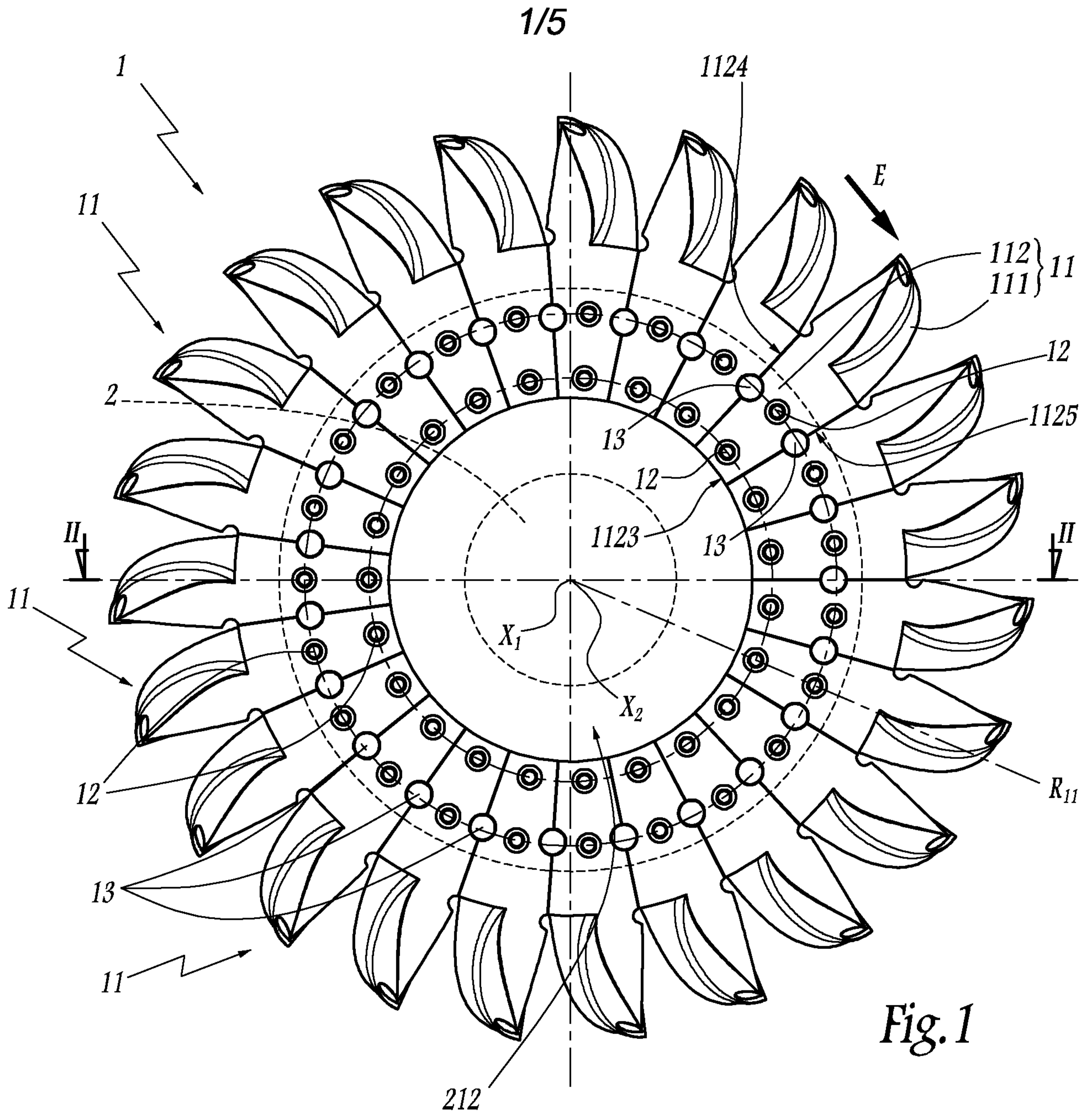
- a) monter les sous-ensembles sur une structure circulaire et
- b) disposer, selon une direction parallèle à l'axe de rotation de la roue, un pion de blocage cylindrique et à section circulaire dans deux logements ménagés respectivement dans chaque paire de deux pieds d'ancrage adjacents et
- c) faire subir à la roue une rotation sous-charge au cours de laquelle les sous-ensembles se déplacent les uns par rapport aux autres et déplacent les pions engagés dans leurs logements, jusqu'à ce que les pions bloquent les différents pieds d'ancrage les uns par rapport aux autres.

14. Procédé selon la revendication 13, selon lequel lors de la rotation sous charge de la roue, un pied d'ancrage tend à glisser radialement vers l'axe de rotation, une partie de la surface définissant un logement dans ce pied vient en appui contre le

87848-13

14

pion inséré dans ce logement et ce pion vient en appui contre une partie d'une surface délimitant un logement dans un pied d'ancrage adjacent.



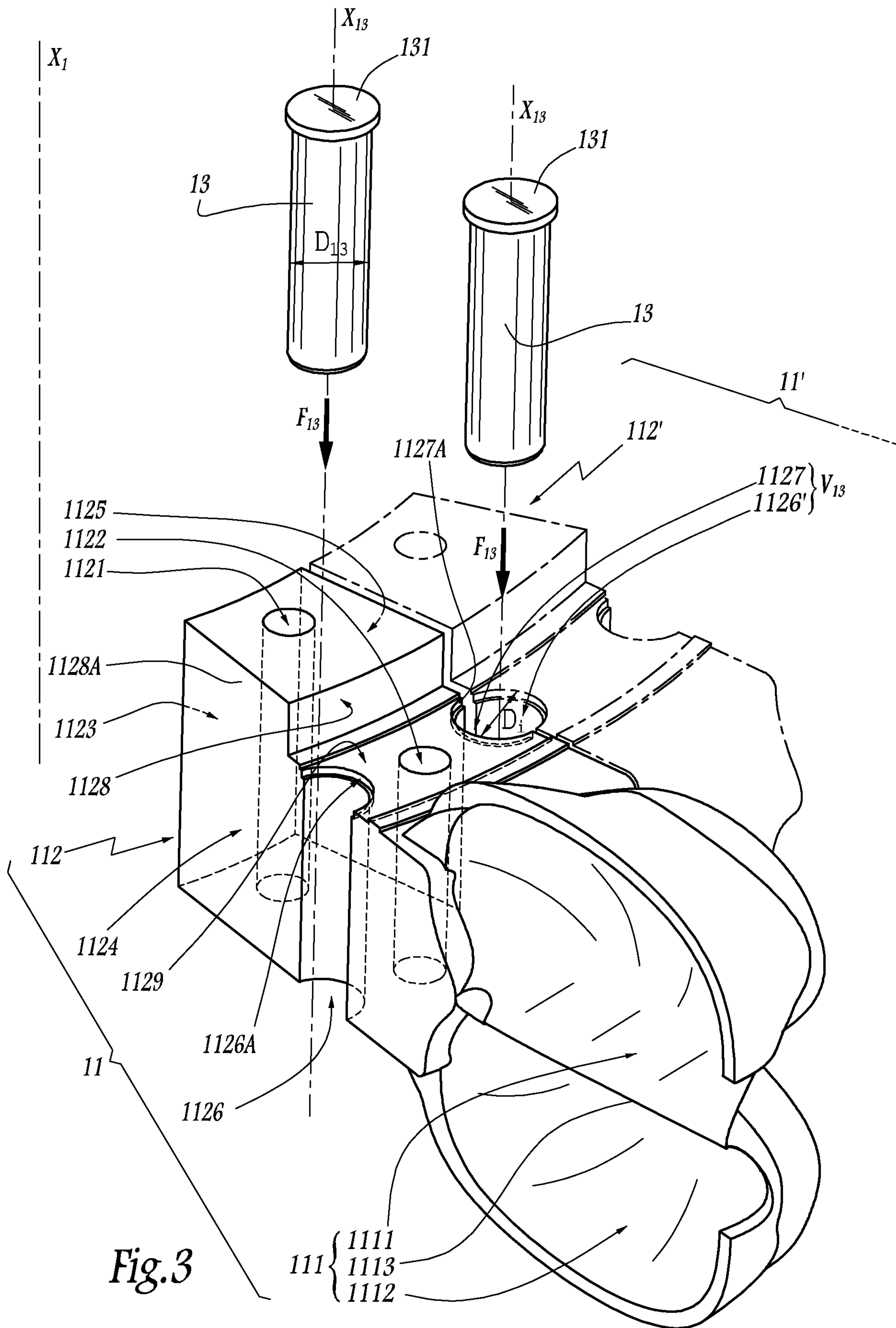


Fig. 3

3/5

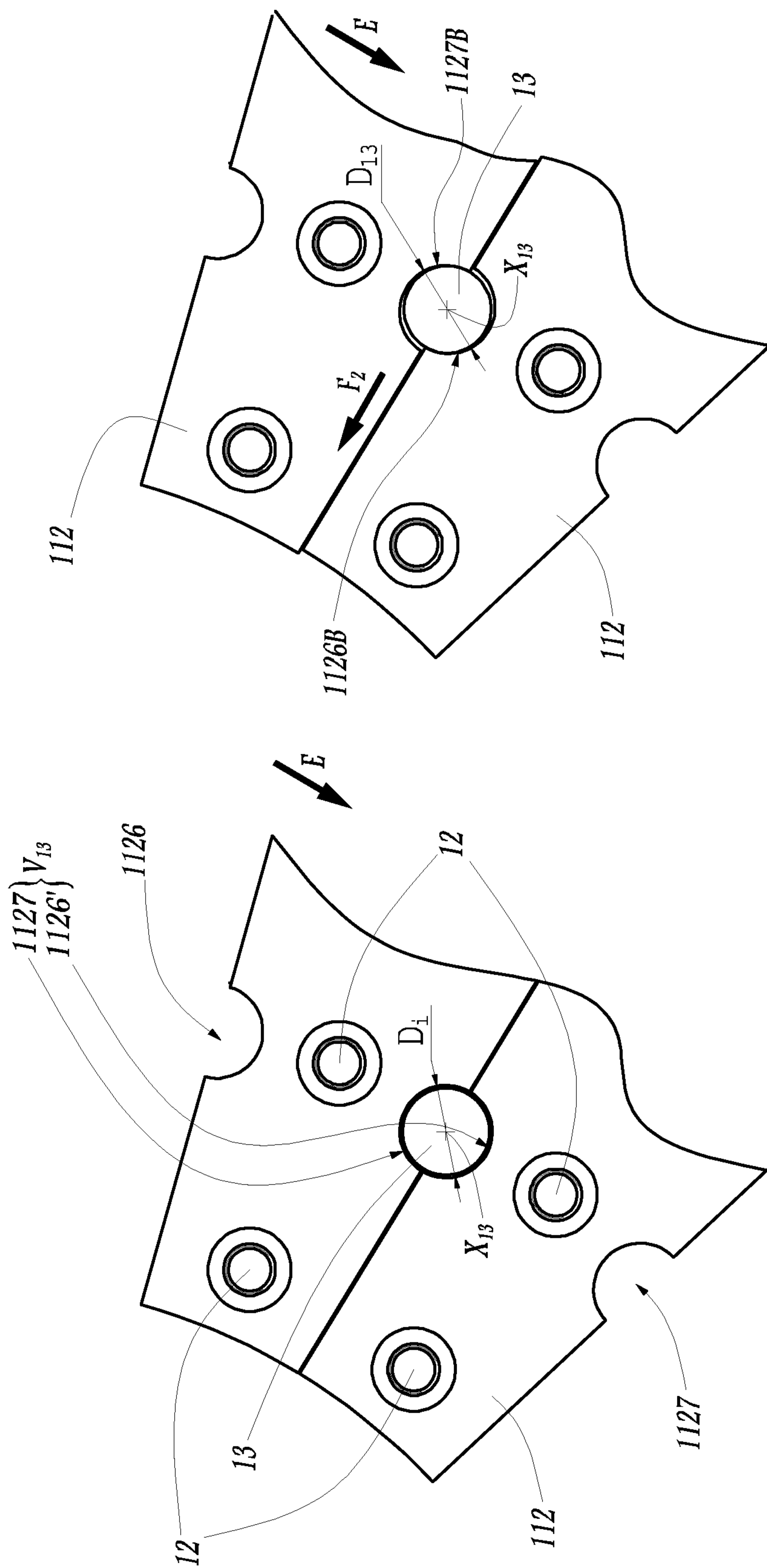
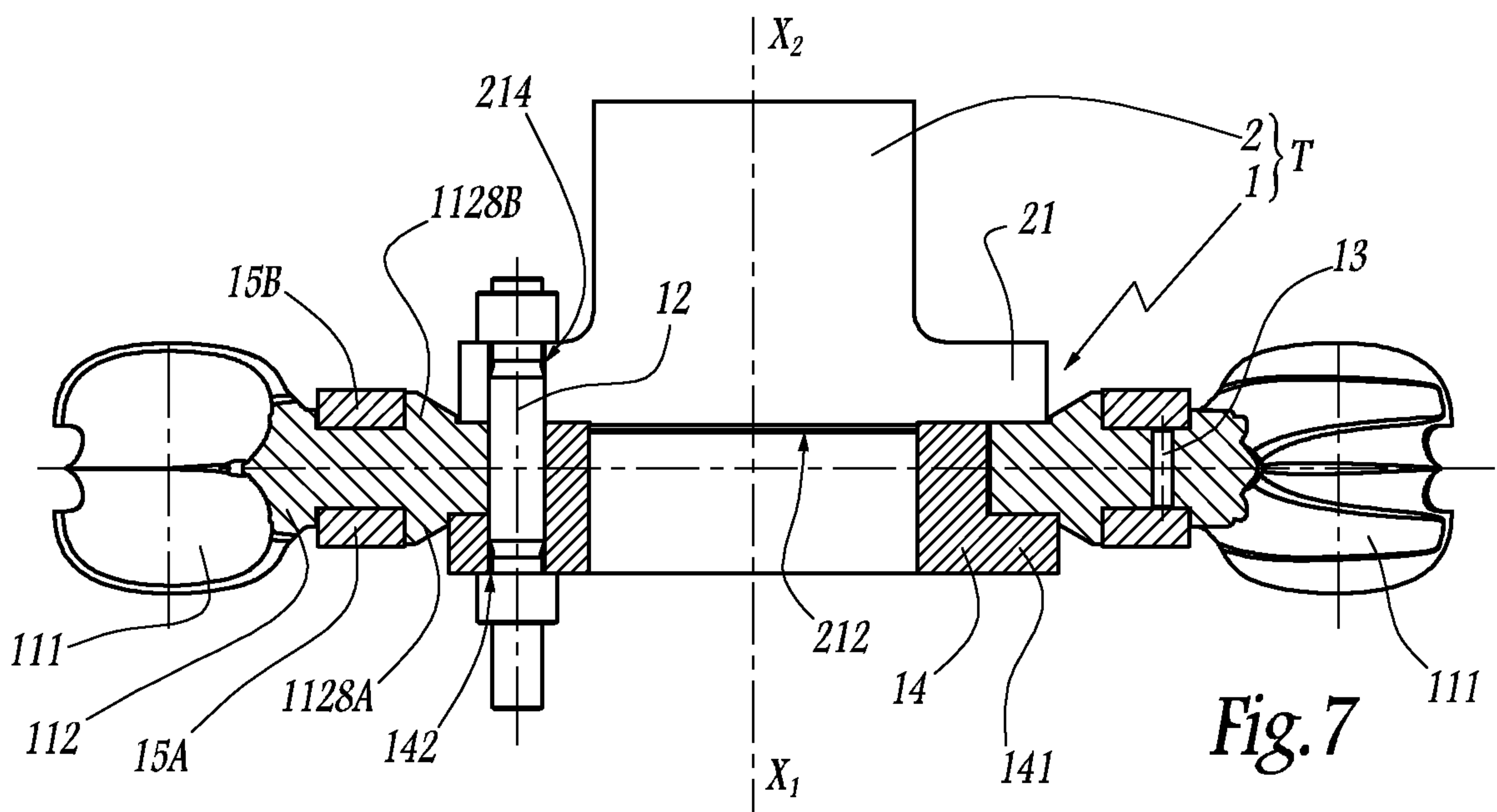
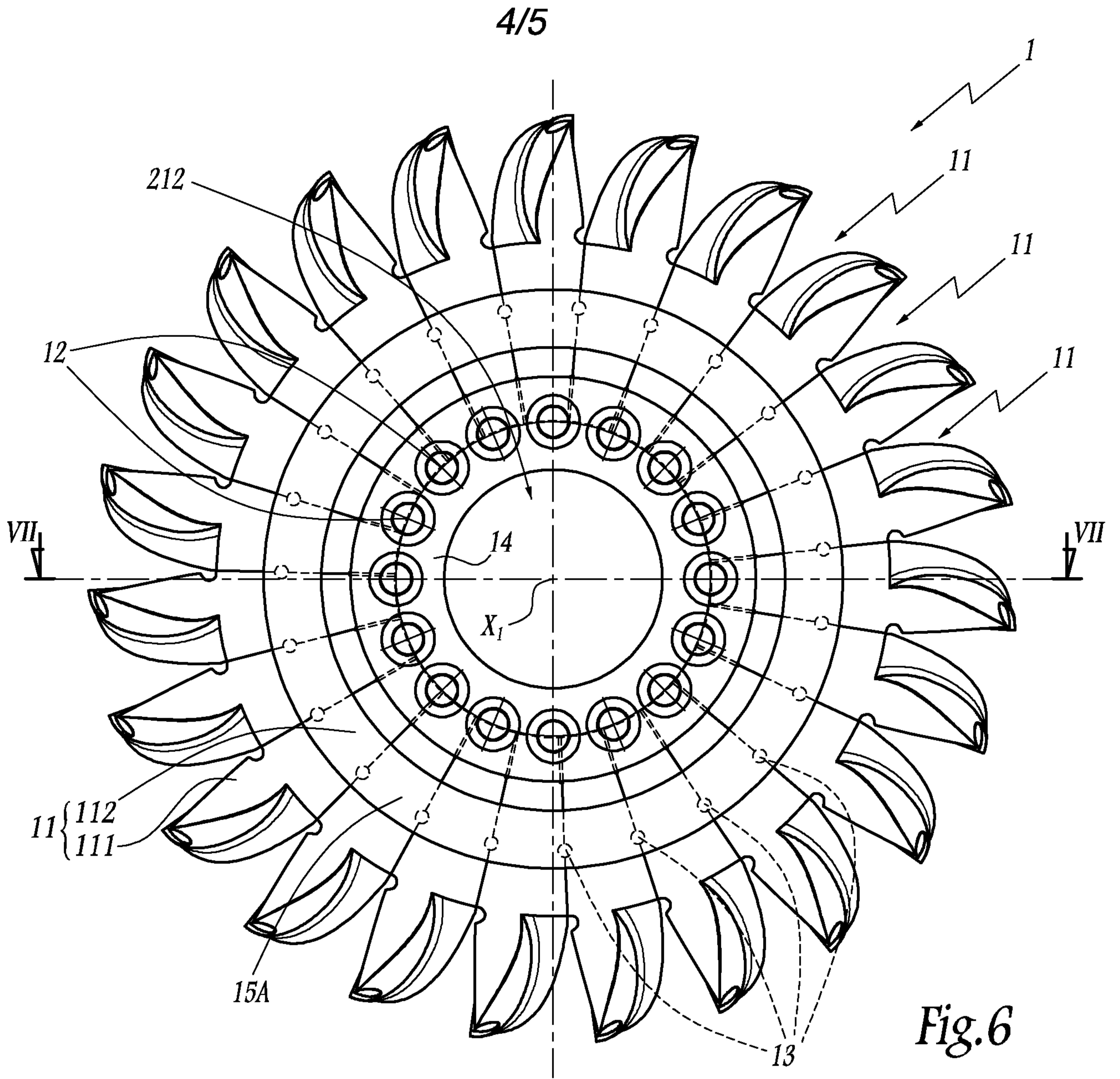


Fig. 5

Fig. 4



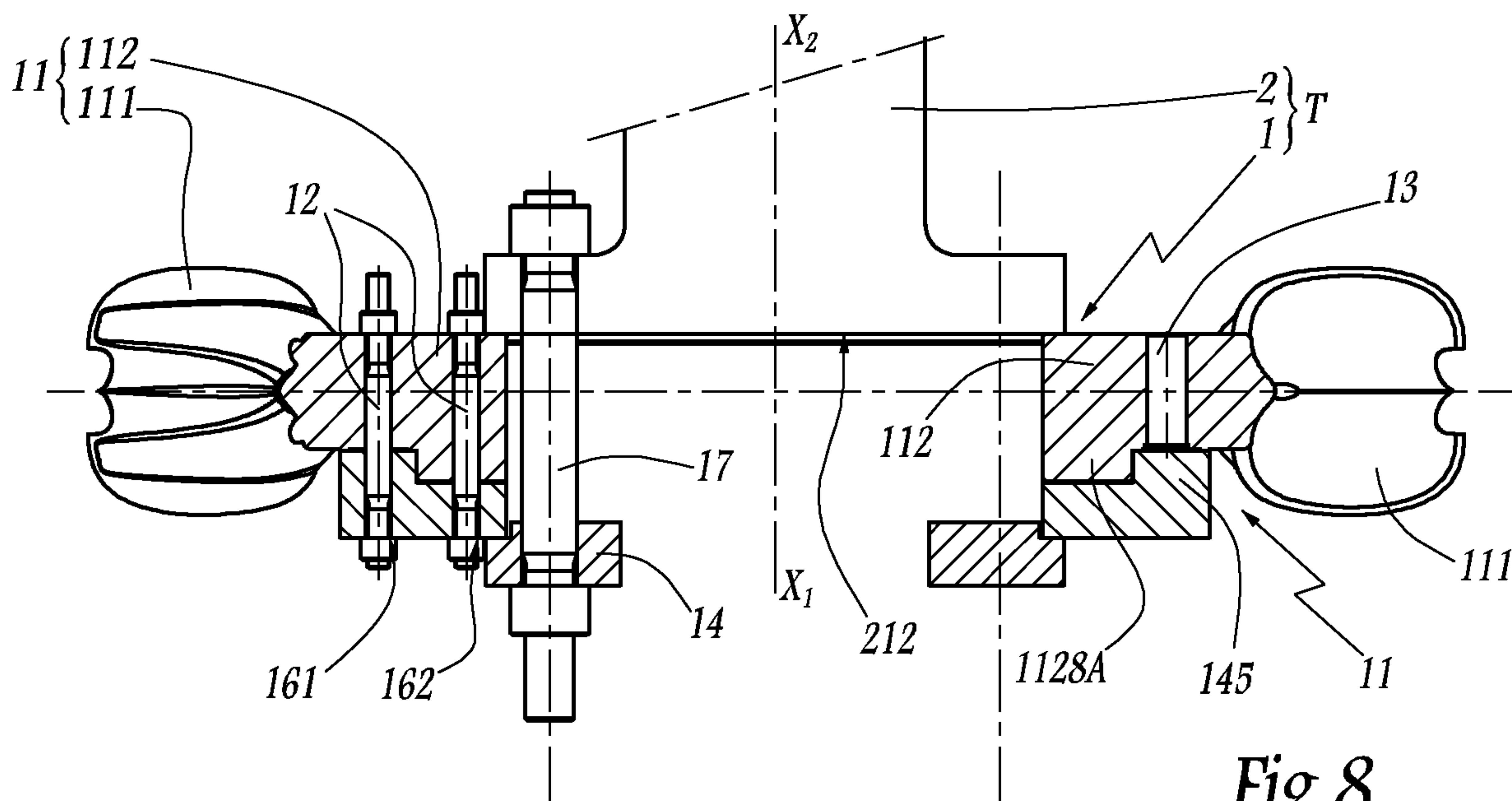


Fig. 8

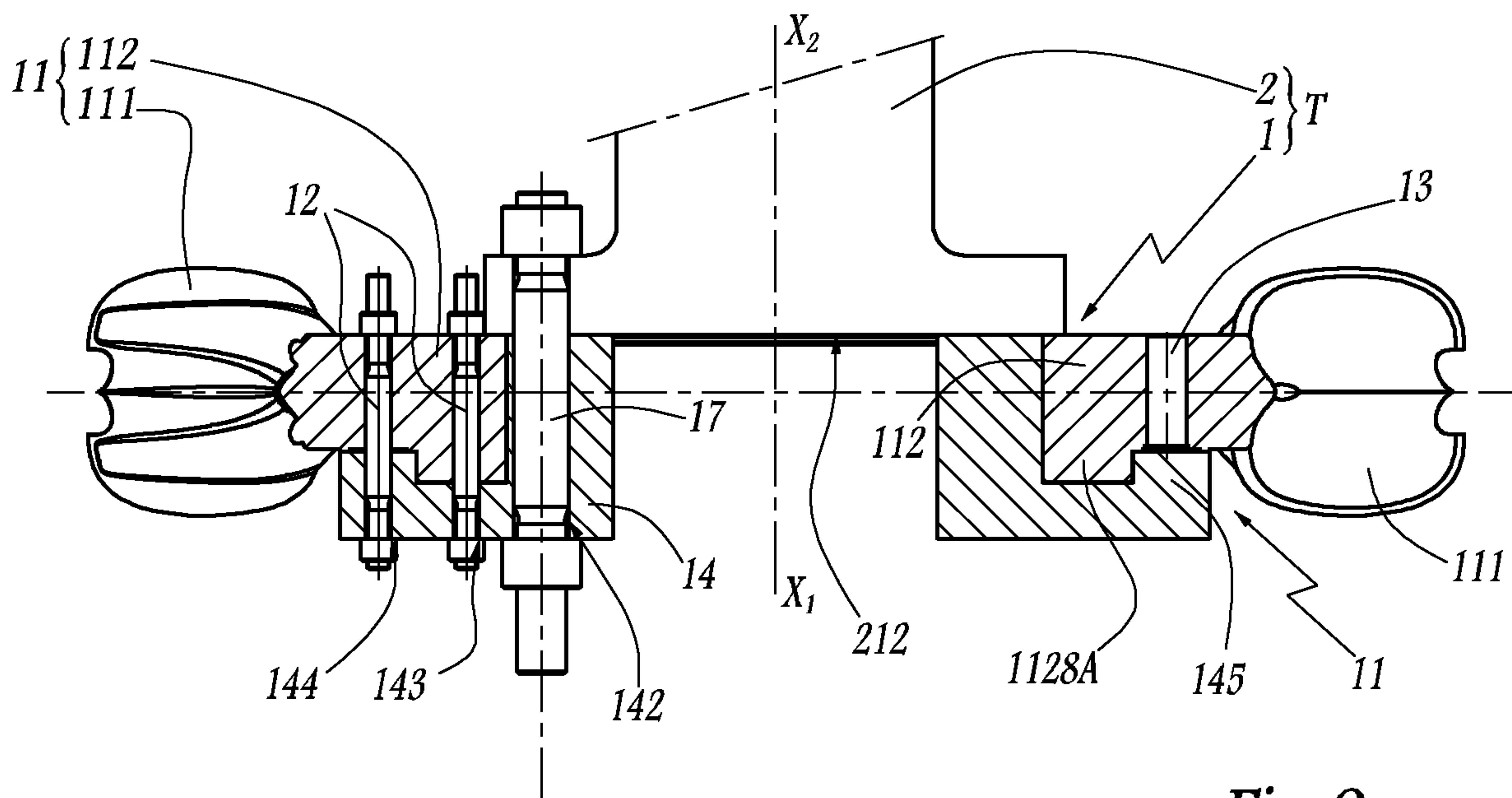


Fig. 9

