

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

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

2 570 436

②1 N° d'enregistrement national :

84 14129

⑤1 Int Cl^a : F 01 K 25/04.

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 14 septembre 1984.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 12 du 21 mars 1986.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : HESPEL Claude et BASTID Hubert Jac-
ques Maurice. — FR.

⑦2 Inventeur(s) : Claude Hespel et Hubert Jacques Maurice
Bastid.

⑦3 Titulaire(s) :

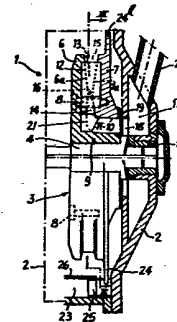
⑦4 Mandataire(s) : Propri Conseils.

⑤4 Turbine à détente de liquide chaud pressurisé et dispositifs comportant une telle turbine.

⑤7 Turbine à détente de liquide chaud pressurisé pourvue
d'une roue 3.

Selon l'invention, cette turbine est remarquable en ce que
ladite roue 3 comporte dans son plan une pluralité de
conduits 13 dont chacun d'eux a l'une 14 de ses extrémités
ouvertes disposée au voisinage du moyeu 9 de ladite roue 3,
et l'autre 15 desdites extrémités au voisinage de la périphérie
de ladite roue, en ce que chaque conduit 13 incorpore un
convergent 16 du côté dudit moyeu 9, en ce que la partie de
chaque conduit 13 comprise entre le convergent correspon-
dant 16 et l'extrémité périphérique 15 dudit conduit forme un
divergent et en ce que ledit liquide chaud pressurisé est
amené auxdits conduits 13 par leurs extrémités ouvertes 14
disposées du côté dudit moyeu 9.

Récupération d'énergie.



FR 2 570 436 - A1

2570436

1 La présente invention a pour objet une turbine à détente de
liquide chaud pressurisé et des dispositifs comportant une
telle machine. Elle permet la récupération d'énergie sur des
5 des processus industriels ou dans des techniques nouvelles,
telles que la géothermie ou la génération solaire.

On connaît déjà des systèmes thermodynamiques à turbomachine
génératrice d'énergie mécanique, destinés à la récupération
d'énergie appliquée à des liquides chauds pressurisés. Ces
10 systèmes connus fabriquent d'abord de la vapeur, à partir
desdits liquides chauds pressurisés, par changement de phase
liquide-vapeur d'un liquide volatil auxiliaire dans un
bouilleur ou dans une capacité de vaporisation, puis
appliquent ladite vapeur à toute turbomachine connue, du
15 type à action ou à réaction.

A cause de la cascade de la production et de la détente
isentropique de la vapeur d'un liquide auxiliaire, ces
systèmes ne permettent qu'une mauvaise récupération de
l'enthalpie de la source chaude.

20 Par ailleurs, on connaît également des turbines à détente de
liquide (LAWRENCE-LIVERMORE Laboratory University of
California) du type à action pure. Dans ces turbines, le
liquide chaud pressurisé traverse une tuyère fixe et
transforme, au cours de la détente qu'il subit, sa variation
25 d'enthalpie en énergie cinétique.

Le jet de vapeur et de liquide formé, généralement
supersonique, est dirigé vers les aubages d'une roue à
action pure (du type roue Pelton ou roue axiale). On
remarquera que de telles conditions de fonctionnement ne
30 permettent pas d'atteindre un rendement très élevé,
notamment du fait des grandes vitesses d'éjection du jet et

2570436

1 des décalages de vitesse existant dans les écoulements
biphasiques entre la vapeur et le liquide. Par ailleurs, une
turbine à action pure ne permet l'utilisation que d'un seul
étage de détente, ce qui limite fortement la chute
5 d'enthalpie du liquide de travail et donc le rendement
total.

La présente invention a pour objet de remédier aux
inconvenients des dispositifs connus rappelés ci-dessus.
Elle concerne une turbine à détente de liquide chaud
10 pressurisé, du type à réaction pure, permettant d'utiliser,
comme liquide de travail, la phase liquide de la source
chaude elle-même ou un liquide réchauffé à travers un
échangeur. Le liquide de travail se détend à travers la
turbine en transformant sa variation d'enthalpie en travail
15 sur l'arbre de ladite turbine. On remarquera qu'au niveau de
l'éventuel échangeur, l'échange liquide-liquide entre la
source chaude et le liquide de travail assure la quasi-réver-
sibilité des échanges et une récupération maximale de
l'enthalpie de la source chaude.

20 A cette fin, selon l'invention, la turbine à détente de
liquide chaud pressurisé pourvue d'une roue est remarquable
en ce que ladite roue comporte dans son plan une pluralité
de conduits dont chacun d'eux a l'une de ses extrémités
ouvertes disposée au voisinage du moyeu de ladite roue et
25 l'autre desdites extrémités au voisinage de la périphérie de
ladite roue, en ce que chaque conduit incorpore un
convergent du côté dudit moyeu, en ce que la partie de
chaque conduit comprise entre le convergent correspondant et
l'extrémité périphérique dudit conduit forme un divergent et
30 en ce que ledit liquide chaud pressurisé est amené auxdits
conduits par leurs extrémités ouvertes disposées du côté
dudit moyeu.

1 Ainsi, le liquide subit une détente au passage du convergent
de chaque conduit, détente qui se développe au-delà dudit
convergent en faisant tourner ladite roue dans un mode à
réaction pure. Le fluide détendu (vapeur contenant des
5 gouttelettes de liquide) s'échappe par les extrémités
ouvertes des conduits disposées du côté de la périphérie de
la roue.

De préférence, la roue comporte, du côté de son moyeu, un
espace annulaire coaxial, qui est ouvert dans une face de
10 ladite roue et dans lequel débouchent lesdits conduits. Il
est donc possible d'alimenter lesdits conduits en liquide
chaud pressurisé par l'intermédiaire dudit espace annulaire
ouvert. Afin d'améliorer au maximum la distribution du
liquide chaud pressurisé auxdits conduits, ladite roue
15 comporte alors un distributeur mobile constitué d'aubages
disposés au coude de raccord desdits conduits et dudit
espace annulaire.

Avantageusement, afin d'améliorer la détente du liquide
chaud pressurisé, on prévoit un turbulateur, tel qu'une
20 grille, du côté de l'extrémité de chacun desdits conduits
dirigée du côté dudit moyeu.

Chaque conduit présente de préférence une direction générale
transversale par rapport au rayon de la roue passant par le
centre de l'extrémité dudit conduit dirigée vers ledit
25 moyeu. Les parois de chaque conduit parallèles à l'axe de
ladite roue peuvent être constituée par des aubages courbes.

Dans un mode avantageux de réalisation, ladite roue est
constituée de deux flasques accolés ménageant entre eux
lesdits conduits.

1 Le convergent prévu dans chaque conduit peut être déterminé
entre chaque couple de deux aubages consécutifs et/ou les
faces en regard desdits flasques.

La turbine selon l'invention peut être accouplée à tout
5 système adéquat pour toute application recherchée.

Selon une première application conforme à la présente
invention, la turbine à détente de liquide chaud pressurisé
est accouplée à une roue centripète pour détendre la vapeur
résultant de la détente du liquide. Ainsi, on récupère
10 également l'énergie de la vapeur produite. Pour augmenter
encore le taux de récupération d'énergie contenue initiale-
ment dans le liquide chaud pressurisé, on peut mettre en
oeuvre un dispositif comportant une suite de turbines calées
sur un arbre commun, et remarquable en ce que, à au moins
15 certaines des roues desdites turbines, sont associées des
roues centripètes, en ce que la roue d'une turbine reçoit du
liquide de la turbine précédente et en ce que chaque roue
centripète détend la vapeur de la roue de turbine à laquelle
elle est associée et la vapeur provenant des turbines en
20 amont.

Selon une seconde application, également conforme à
l'invention, on prévoit un dispositif comportant une turbine
et remarquable en ce qu'une roue hélicoïdale centrifuge est
accouplée à ladite roue de la turbine pour comprimer la
25 vapeur sortant des extrémités ouvertes périphériques des
conduits de ladite roue. On peut ainsi comprimer la vapeur
résultant de la détente du liquide chaud pressurisé.

Dans un mode avantageux de réalisation, un dispositif pour
la détente d'un liquide chaud pressurisé et pour la
30 compression de la vapeur résultant de ladite détente, est
remarquable en ce qu'il comporte une turbine selon

1 l'invention et une suite de roues hélicoïdales centrifuges
calées sur l'arbre de ladite roue de la turbine et destinées
à la compression de gaz et en ce que chaque roue hélicoïdale
centrifuge reçoit la vapeur de la roue de turbine ou de la
5 roue hélicoïdale précédente.

De préférence, dans les deux applications ci-dessus, on
prévoit une construction modulaire.

La présente invention peut être mise en oeuvre dans de
nombreux domaines d'application tels que récupération
10 d'énergie dans un processus industriel, géothermie,
production d'électricité, pompage à partir d'énergie
solaire, production d'énergie en milieu anaérobie, etc...

Les figures du dessin annexé feront bien comprendre comment
l'invention peut être réalisée. Sur ces figures, des
15 références identiques désignent des éléments semblables.

La figure 1 est une vue en coupe axiale partielle d'un mode
de réalisation de la turbine à détente de liquide chaud
pressurisé selon l'invention, cette coupe correspondant à la
ligne I-I de la figure 2.

20 La figure 2 est une vue partielle en coupe transversale de
la turbine de la figure 1, selon la ligne II-II de cette
dernière.

La figure 3 est une vue en coupe axiale partielle d'une
variante de réalisation de la turbine à détente de liquide
25 chaud pressurisé selon l'invention, cette coupe correspon-
dant à la ligne III-III de la figure 4.

1 La figure 4 est une vue partielle en coupe transversale de la turbine de la figure 3, selon la ligne IV-IV de la figure 3.

5 La figure 5 montre, en vue correspondant à celles des figures 2 et 4, une autre variante de réalisation de la roue de la turbine selon l'invention.

10 La figure 6 illustre, en coupe axiale, le couplage de la turbine à détente de liquide chaud pressurisé conforme à l'invention avec une roue centripète à détente de vapeur, afin de former un module destiné à produire de l'énergie mécanique.

La figure 7 illustre schématiquement l'association en cascade d'une pluralité de modules analogues à celui de la figure 6.

15 La figure 8 illustre, en coupe axiale, le couplage de la turbine à détente de liquide chaud pressurisé conforme à l'invention avec une roue hélicoïdale fonctionnant en compresseur centrifuge, afin de former un module destiné à produire la recompression mécanique de la vapeur résultant de la détente dudit liquide.

20

La figure 9 illustre schématiquement l'association en cascade d'une pluralité de modules analogues à celui de la figure 8.

25 La turbine à détente de liquide chaud pressurisé, montrée par les figures 1 et 2 et conforme à l'invention, porte la référence générale 1. Enfermée dans un carter 2 (partiellement représenté), elle comporte une roue 3 calée sur un arbre 4 pouvant tourner par rapport au carter 2 grâce à des paliers 5, dont un seul est visible sur la figure 1.

1 La roue 3 est constituée de deux flasques coaxiaux accolés 6 et 7, assemblés l'un à l'autre par l'intermédiaire de vis 8.

Le flasque 6 comporte un moyeu 9 servant de moyeu à ladite roue 3, tandis que le flasque 7 comporte un large évidement central 10 dans lequel est logé ledit moyeu 9, les diamètres respectifs dudit moyeu 9 et dudit évidement 10 étant choisis pour qu'ils ménagent entre eux un espace annulaire 11 ouvert vers l'extérieur du côté du flasque 7.

Entre les flasques 6 et 7 sont serrés des aubages courbes 10 12, par exemple fixés chacun par une vis 8, et disposés de façon que deux aubages consécutifs 12 définissent entre eux, en coopération avec les parois 6a,7a en regard des flasques 6 et 7, un conduit 13 disposé dans le plan de ladite roue 3.

Chaque conduit 13 comporte une extrémité ouverte 14 15 débouchant dans l'espace annulaire 11 et une extrémité ouverte 15 débouchant à la périphérie de la roue 3. Les conduits 13 peuvent présenter une direction générale transversale par rapport au rayon de ladite roue 3 passant par le centre de l'extrémité ouverte 14.

20 Les parois en regard 6a et 7a des flasques 6 et 7 forment un convergent 16 dans chaque conduit 13, au voisinage de l'extrémité ouverte 14, la partie desdits conduits 13 comprise entre le convergent correspondant 16 et l'extrémité ouverte périphérique 15 formant en revanche un divergent.

25 Par ailleurs, comme cela est représenté sur la figure 3, les aubages 12 et plus particulièrement leurs pieds traversés par les vis 8, peuvent participer à la formation des convergents 16.

1 Le carter 2 forme, en regard de la roue 3, une chambre 17 en
libre communication avec l'espace annulaire 11, par une
ouverture centrale 18. A l'extérieur de l'ouverture centrale
18, l'étanchéité entre la roue 3 et la chambre 17 est
5 assurée par un joint 19.

Un conduit 20 relie la chambre 17 à l'extérieur.

Dans le coude de raccord entre l'espace annulaire 11 et les
conduits 13 sont prévus des aubages 21.

Ainsi, lorsqu'un fluide chaud pressurisé est amené dans la
10 chambre 17 par l'intermédiaire du conduit 20, il pénètre
dans l'espace annulaire 11 et atteint le distributeur mobile
central constitué par les aubages 21. Ce distributeur mobile
met ledit liquide en vitesse tangentielle, et l'amène à une
vitesse relative faible et correctement orientée par rapport
15 aux entrées 14 des conduits 13, tout en lui communiquant une
énergie piézométrique capable de compenser les pertes de
charge et d'éviter la vaporisation aux entrées des conduits
13. Le liquide est ensuite canalisé par les convergents 16
d'entrée dans les conduits 13 et commence à se détendre. La
20 détente se développe en accélérant la vitesse tout au long
de chaque conduit 13 et en produisant un jet de vapeur
chargé de fines gouttelettes de liquide, tandis que
l'enthalpie du fluide décroît selon la loi de Barré Saint
Venant généralisée à l'espace relatif. Afin de ne pas
25 réduire le rendement isentropique, il est important que la
vitesse absolue du fluide sortant par les extrémités 15 soit
aussi faible que possible.

A cause du fonctionnement en réaction pure, la vitesse de la
roue 3 est élevée et ceci d'autant plus que les dimensions
30 de celle-ci sont plus faibles.

- 1 Sur les figures 3,4 et 5, on a représenté des variantes de réalisation de la turbine des figures 1 et 2, dans lesquelles on retrouve, éventuellement avec quelques modifications, les différents éléments 1 à 21.
- 5 De plus, afin d'améliorer la détente du liquide chaud pressurisé, dans les modes de réalisation des figures 3,4 et 5, on a prévu des grilles 22 approximativement à l'emplacement des convergents 16.

10 La figure 4 illustre la disposition des grilles 22 lorsque les pieds des aubages 12 sont radiaux par rapport au moyeu 9, tandis que la figure 5 montre la disposition desdites grilles lorsque les pieds des aubages 12 sont obliques par rapport audit moyeu.

15 Bien entendu, quoique sur les figures 2,4 et 5 on n'ait représenté que quelques aubages 12 et 21, il va de soi que ceux-ci sont régulièrement répartis autour de l'axe de l'arbre 4.

20 Les grilles 22 ont pour fonction de provoquer immédiatement en aval une ébullition homogène dans la masse du liquide, ce qui garantit la qualité de la détente et l'écoulement diphasique tout au long des aubages 12.

25 L'écoulement de liquide pur provenant de la chambre 17 est redressé par les aubages radiaux 21 et fortement ralenti et pressurisé juste en amont des grilles 22, que le liquide atteint en restant parfaitement homogène. La traversée des grilles 22, de porosité bien définie, s'accompagne d'un fort gradient de perte de charge qui provoque immédiatement en aval desdites grilles, la déstabilisation du liquide vers l'état diphasique et ceci de façon régulière sur toute la surface des grilles.

30

1 On obtient donc, par rapport au mode de réalisation des
figures 1 et 2, une accélération du phénomène de formation
du mélange déphasique, ce qui améliore la détente en
limitant le glissement entre les deux phases, améliore le
5 rendement des aubages 12 et permet de réduire la longueur de
ceux-ci et donc le diamètre de la roue 3.

Ainsi, en fonctionnement de la turbine 1 selon l'invention,
un mélange diphasique sort des extrémités périphériques 15
des conduits 13 et du liquide 23 s'accumule au fond du
10 carter.

On prévoit à la périphérie du flasque 7 un bord saillant 24
qui entraîne par frottement le liquide 23, que des écopés 25
évacue par un conduit 26. De plus, on prévoit une évacuation
de la phase vapeur (non représentée).

15 On voit donc que la turbine selon l'invention permet de
transformer l'enthalpie du liquide chaud pressurisé entrant
par le conduit 20 en énergie cinétique de rotation de
l'arbre 4 de la roue 3.

Bien entendu, cette énergie cinétique de rotation peut
20 ensuite être utilisée directement ou indirectement, par
l'intermédiaire de tout dispositif approprié, mis en liaison
avec ledit arbre 4.

Sur la figure 6, on a représenté un module 30 permettant
d'améliorer le rendement de la turbine 1 en récupérant de
25 plus l'énergie de la vapeur s'échappant des extrémités
périphériques ouvertes 15 des conduits 13. Pour cela, à
l'intérieur du carter 2, une roue centripète 31 à détente de
vapeur est couplée à la roue 3 et calée sur l'arbre 4. Cette
roue centripète 31 reçoit la vapeur (flèches 32) sortant
30 périphériquement des conduits 13 et guidée vers elle par des

1 portions 33 dudit carter 2.

La vapeur 32 se détend dans la roue centripète 21, transférant son énergie à l'arbre 4, après détente, est dirigée vers un orifice d'évacuation 34 (flèche 35).

5 De préférence, le dispositif 30 est réalisé sous forme modulaire, pour pouvoir être associé en cascade à d'autres modules semblables afin de former une installation de récupération d'énergie, telle que celle représentée schématiquement sur la figure 7 et portant la référence
10 d'ensemble 40.

L'installation 40 comporte une pluralité de modules 30 ou modules semblables dont les roues 3 et 31 sont calées sur un arbre commun 4. Dans l'installation 40, le liquide 23 tombant au fond du carter de l'un des modules est transmis à
15 la chambre d'alimentation 17 du module suivant par l'intermédiaire du conduit 26 correspondant, tandis que la vapeur 35 sortant de la roue centripète d'un module est dirigée vers la roue centripète du module suivant.

Ainsi, on obtient, sur l'arbre 4 commun de l'installation 40
20 à étages multiples 30, de l'énergie mécanique par la détente au plus bas niveau enthalpique possible, compatible avec la température de la source froide, et dans de bonnes conditions de rendement, du liquide chaud pressurisé entrant par la conduite d'alimentation 20 du module 30 amont. Cette
25 détente s'effectue par une succession de détentes de liquide dans les roues successives 3 des turbines 1, et par une succession de détentes de vapeur dans les roues centripètes successives 31.

1 Sur la figure 8, on a représenté un module 50 destiné à la
détente d'un liquide chaud pressurisé et à la compression de
la vapeur résultant de ladite détente. A cette fin, à
l'intérieur du carter 2, une roue hélicoïdale de compression
5 centrifuge 51 est couplée à la roue 3 et calée sur l'arbre
4. Cette roue centrifuge 51 reçoit la vapeur (flèches 52)
sortant périphériquement des conduits 13 et guidée vers elle
par des portions 53 dudit carter 2. La vapeur 52 est
comprimée par la roue centrifuge 51 et est évacuée par
10 l'orifice de sortie 54. Le liquide tombant au fond du carter
2 est évacué vers l'extérieur par le conduit 26.

Avantageusement, la partie 55 du dispositif 50 contenant la
roue de compression 51 est réalisée sous forme modulaire,
pour pouvoir être associée en cascade à d'autres modules
15 semblables disposés en aval d'une turbine de détente selon
l'invention. On obtient ainsi une installation du type de
celle représentée schématiquement sur la figure 9 et portant
la référence d'ensemble 60.

L'installation 60 comporte un module 1 auquel sont associés
20 une pluralité de modules 55, comportant chacun une roue de
compression 51. La roue 3 du module 1 et les roues 51 des
modules 55 sont calées sur un arbre commun 4. Dans
l'installation 60, la vapeur 52 provenant d'une roue 3 ou 51
amont est adressée à la roue 51 immédiatement en aval,
25 tandis que le liquide tombant au fond du carter 2 est
éliminé par le conduit 26.

Ainsi, on obtient une installation multiétage de recompres-
sion successive de la vapeur provenant de la détente du
liquide chaud pressurisé dans la roue 3 de la turbine 1,
30 l'énergie de recompression étant fournie par le travail
développé par ladite détente.

REVENDICATIONS

- 1 1 - Turbine à détente de liquide chaud pressurisé pourvue
d'une roue (3),
caractérisée en ce que ladite roue (3) comporte dans son
plan une pluralité de conduits (13) dont chacun d'eux a
5 l'une (14) de ses extrémités ouvertes disposée au voisinage
du moyeu (9) de ladite roue (3), et l'autre (15) desdites
extrémités au voisinage de la périphérie de ladite roue, en
ce que chaque conduit (13) incorpore un convergent (16) du
côté dudit moyeu (9), en ce que la partie de chaque conduit
10 (13) comprise entre le convergent correspondant (16) et
l'extrémité périphérique (15) dudit conduit forme un
divergent et en ce que ledit liquide chaud pressurisé est
amené auxdits conduits (13) par leurs extrémités ouvertes
(14) disposées du côté dudit moyeu (9).
- 15 2 - Turbine selon la revendication 1,
caractérisée en ce que la roue (3) comporte, du côté de son
moyeu (9), un espace annulaire (11) coaxial, qui est ouvert
dans une face (7) de ladite roue (3) et dans lequel
débouchent lesdits conduits (13).
- 20 3 - Turbine selon la revendication 2,
caractérisée en ce que la roue (3) comporte un distributeur
mobile constitué d'aubages (21) disposés au coude de raccord
desdits conduits (13) et dudit espace annulaire (11).
- 25 4 - Turbine selon l'une des revendications 1 à 3,
caractérisée en ce qu'un turbulateur (22) est disposé du
côté de l'extrémité (14) de chacun des conduits (13)
dirigé du côté dudit moyeu (9).

- 1 5 - Turbine selon l'une des revendications 1 à 4,
caractérisée en ce que chaque conduit (13) présente une
direction générale transversale par rapport au rayon de la
roue (3) passant par le centre de l'extrémité (14) dudit
5 conduit (13) dirigée vers ledit moyeu (9).
- 6 - Turbine selon l'une des revendications 1 à 5,
caractérisée en ce que les parois de chaque conduit (13)
parallèles à l'axe de ladite roue (3) sont constituées par
des aubages courbes (12).
- 10 7 - Turbine selon l'une des revendications 1 à 6,
caractérisée en ce que ladite roue (3) est constituée de
deux flasques accolés (6,7) ménageant entre eux lesdits
conduits (13).
- 15 8 - Turbine selon la revendication 7,
caractérisée en ce que le convergent (16) de chaque conduit
(13) est formé au moins en partie par les faces en regard
(6a,7a) des flasques accolés (6,7).
- 20 9 - Turbine selon l'une quelconque des revendications 6 à 8,
caractérisée en ce que le convergent (16) de chaque conduit
(13) est formé au moins en partie par les aubages courbes
(12) délimitant en partie lesdits conduits (13).
- 25 10 - Dispositif pour la production d'énergie mécanique à
partir de la détente d'un liquide chaud pressurisé,
caractérisé en ce qu'il comporte une turbine du type
spécifiée sous l'une quelconque des revendications 1 à 9 et
en ce qu'une roue centripète (31) est accouplée à ladite
roue (3) de la turbine pour détendre la vapeur sortant des
extrémités ouvertes périphériques (15) des conduits (13) de
ladite roue.

1 11 - Dispositif pour la production d'énergie mécanique à
partir de la détente d'un liquide chaud pressurisé,
caractérisé en ce qu'il comporte, calées sur un arbre commun
(4), une suite de turbines du type spécifié sous l'une
5 quelconque des revendications 1 à 9, en ce que, à au moins
certaines des roues (3) desdites turbines, sont associées
des roues centripètes (31), en ce que la roue (3) d'une
turbine reçoit du liquide de la turbine précédente et en ce
10 que chaque roue centripète détend la vapeur de la roue de
turbine à laquelle elle est associée et la vapeur provenant
des turbines en amont.

12 - Dispositif pour la détente d'un liquide chaud
pressurisé et pour la compression de la vapeur résultant de
ladite détente,
15 caractérisé en ce qu'il comporte une turbine du type
spécifié sous l'une quelconque des revendications 1 à 9 et
en ce qu'une roue hélicoïdale centrifuge (51) est accouplée
à ladite roue (3) de la turbine pour comprimer la vapeur
sortant des extrémités ouvertes périphériques (15) des
20 conduits (13) de ladite roue.

13 - Dispositif pour la détente d'un liquide chaud
pressurisé et pour la compression de la vapeur résultant de
ladite détente,
caractérisé en ce qu'il comporte une turbine du type
25 spécifié sous l'une quelconque des revendications 1 à 9 et
une suite de roues hélicoïdales centrifuges (51) calées sur
l'arbre (4) de ladite roue (3) de la turbine et destinées à
la compression de gaz et en ce que chaque roue hélicoïdale
centrifuge reçoit la vapeur de la roue de turbine ou de la
30 roue hélicoïdale précédente.

- 1 14 - Dispositif selon l'une quelconque des revendications 10 à 13, caractérisé en ce qu'il est réalisé sous forme modulaire.

Fig:2

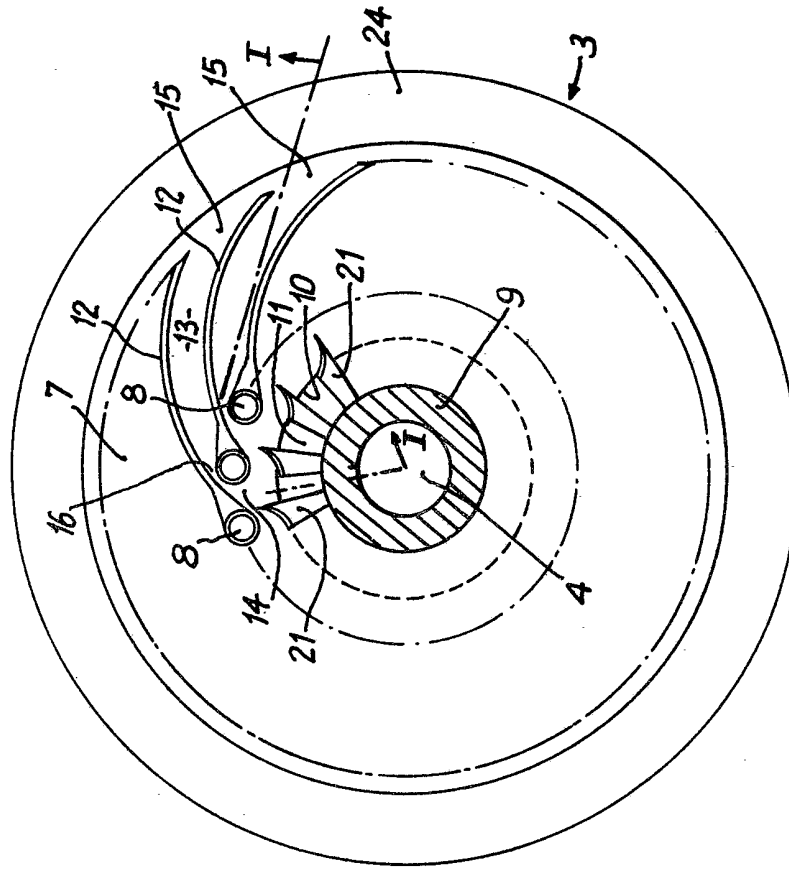
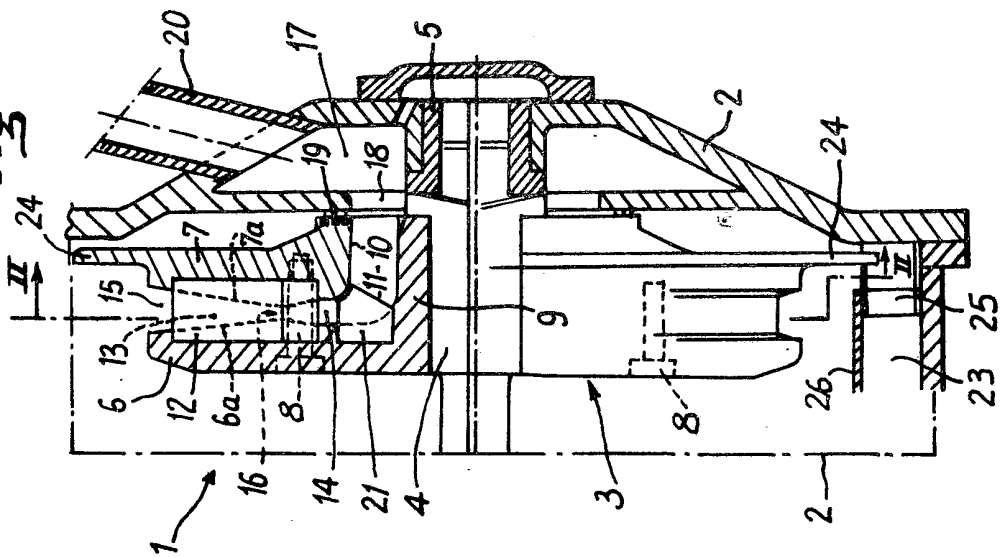


Fig:1



3/5

Fig: 5

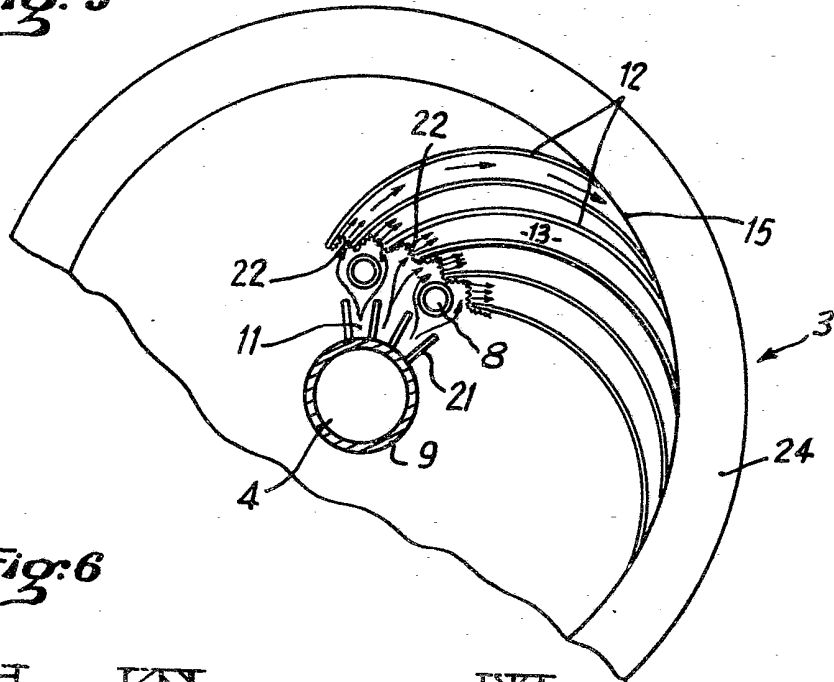


Fig: 6

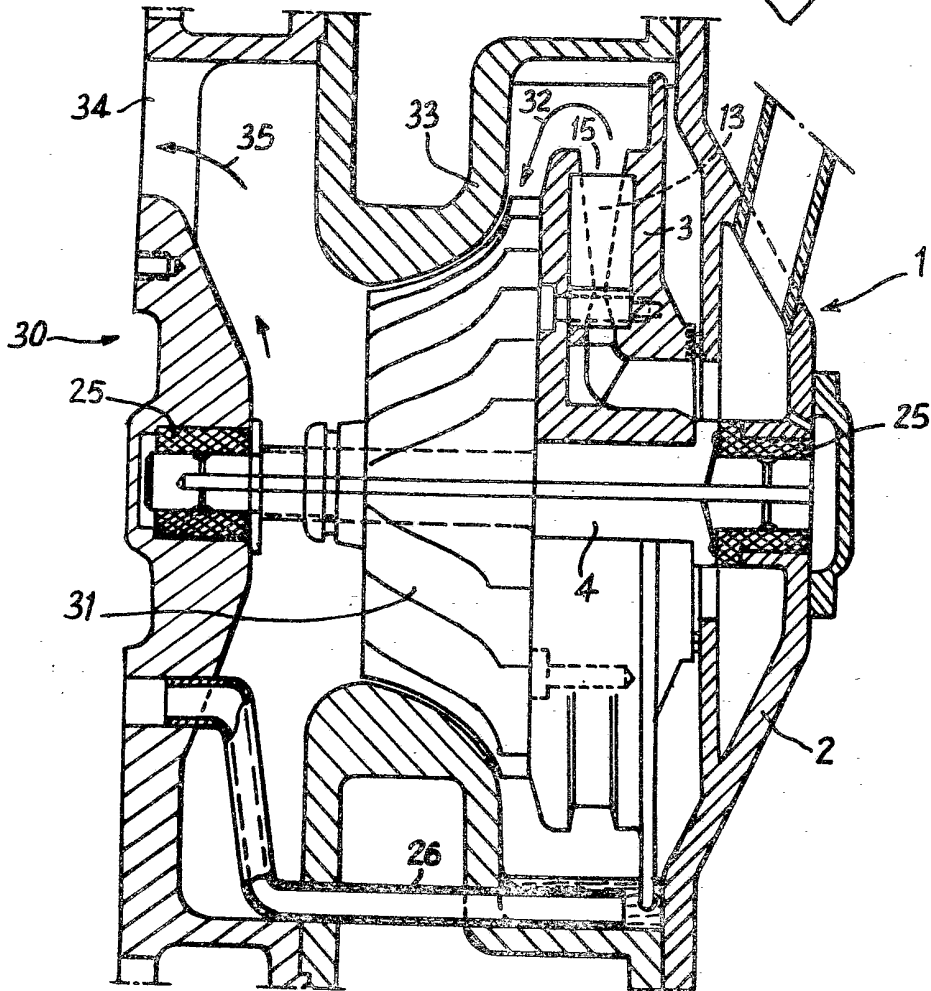


Fig: 7

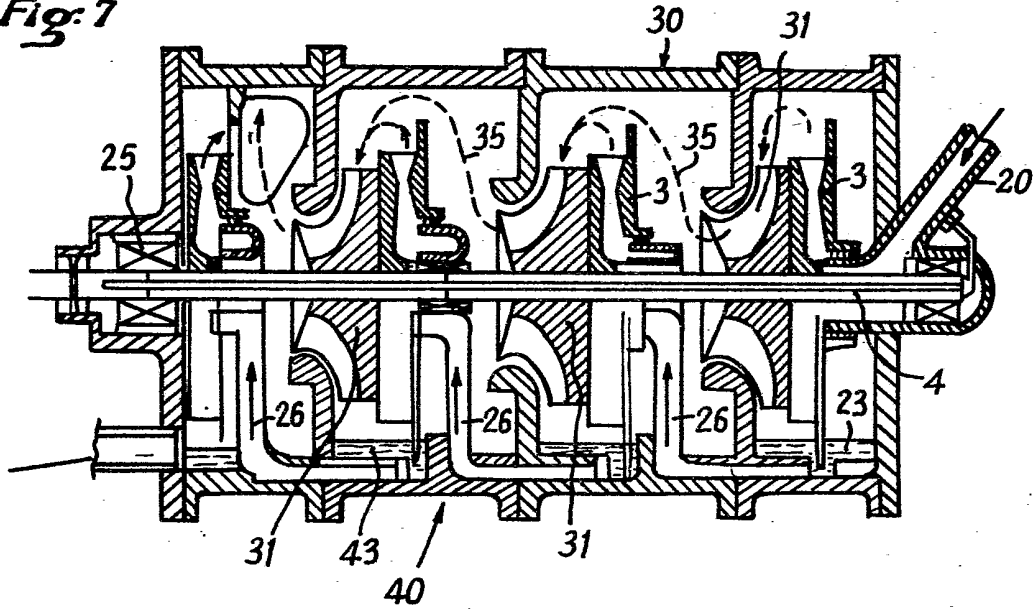


Fig: 8

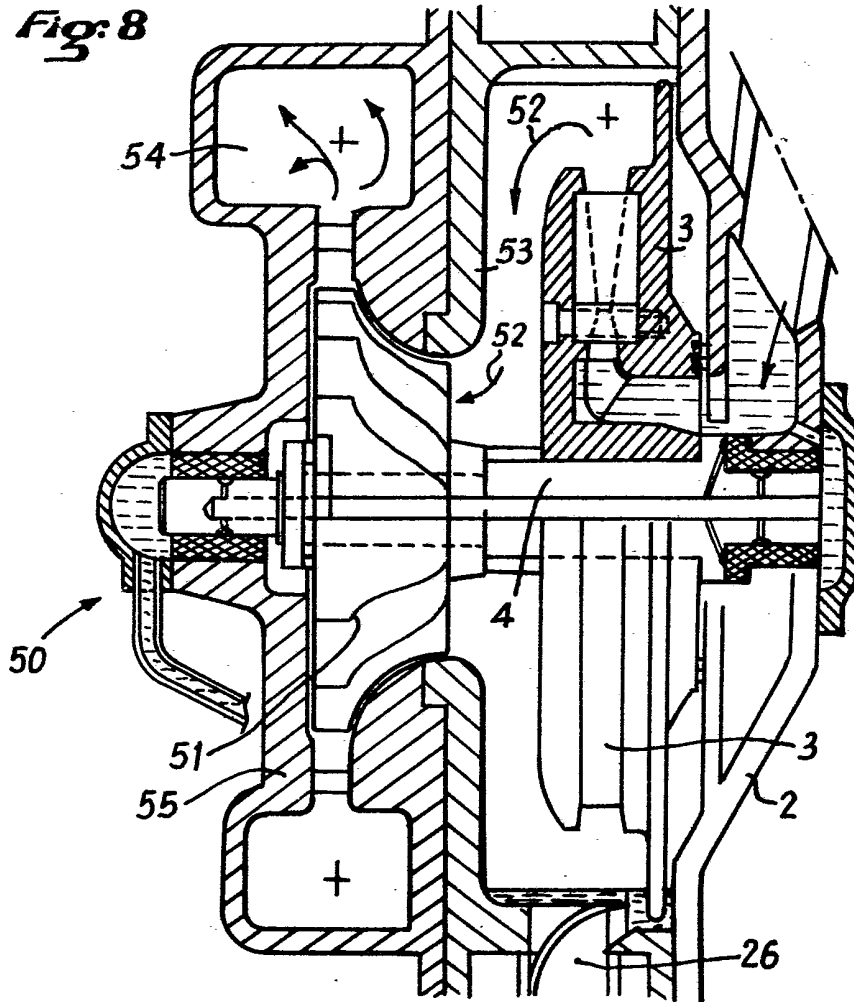


Fig. 9

