

①2)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2) Date de dépôt : 21 décembre 1984.

③0) Priorité :

④3) Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 26 du 27 juin 1986.

⑥0) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1) Demandeur(s) : Société dite : THOMSON-CGR, société anonyme. — FR.

⑦2) Inventeur(s) : Jacques Leguen et André Plessis.

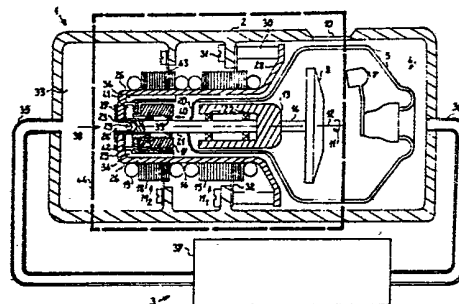
⑦3) Titulaire(s) :

⑦4) Mandataire(s) : Françoise Thierri, Thomson-CSF, SCPL.

⑤4) Gaine équipée à convection forcée pour tube radiogène à anode tournante.

⑤7) La présente invention concerne une gaine équipée à convection forcée pour tube radiogène à anode tournante, comportant un dispositif de mise en circulation 40 servant à assurer la circulation du fluide de refroidissement d'un tube radiogène 4, ledit dispositif de mise en circulation 40 étant intégré dans la gaine.

L'avantage de cette disposition est qu'elle simplifie les problèmes d'alimentation électrique des moyens moteurs M2 dudit dispositif de mise en circulation 40 et d'un moteur M1 servant à assurer la rotation de l'anode 8 dudit tube radiogène 4.



GAINÉ EQUIPÉE À CONVECTION FORCÉE POUR
TUBE RADIOGÈNE À ANODE TOURNANTE

La présente invention concerne une gaine équipée à convection forcée pour tube radiogène à anode tournante, applicable au domaine de la radiologie en général, et notamment aux dispositifs radiologiques nécessitant la production de rayonnement X d'une manière intensive.

Dans les tubes radiogènes, la production de rayonnement X est obtenue par freinage d'électrons dans la matière cible dont est munie l'anode. Ceci a pour effet de produire un échauffement considérable de la cible et de l'anode toute entière, environ 99 % de l'énergie injectée étant transformée en chaleur.

Du fait du vide établi dans le tube radiogène, les calories emmagasinées dans l'anode sont, pour la majeure partie, évacuées par rayonnement à travers l'enveloppe constituante du tube radiogène. Les zones les plus proches de l'anode sont particulièrement portées à une température élevée, et il est nécessaire dans de nombreux cas d'utilisation intensive, comme en scanographie, vasculaire, tomographie, etc..., de procéder à un transfert de ces calories, afin d'éviter de trop fortes élévations locales de la température ; ces élévations de température pouvant conduire à endommager le tube radiogène lui-même, ainsi que certains composants qui, avec le tube radiogène, sont contenus dans une gaine de protection.

L'ensemble formé par cette gaine contenant le tube radiogène est appelé gaine équipée. D'une manière générale, le tube radiogène est plongé dans un fluide dont est remplie la gaine ; ce fluide étant généralement de l'huile.

La convection naturelle de ce fluide, consécutive au gradient de température, est souvent insuffisante pour transférer les calories, et éviter la formation de points à très haute température. Pour palier cette insuffisance, il est connu de procéder à une convection forcée, c'est-à-dire à obliger la circulation du fluide sous l'effet d'une action extérieure. Cette action extérieure est généralement obtenue à partir d'une pompe, disposée à l'extérieur de

la gaine en série avec un conduit d'injection du fluide de la gaine, et un conduit de sortie du fluide ; un dispositif échangeur étant généralement également inséré dans ce circuit extérieur à la gaine, de manière que le fluide réinjecté dans la gaine soit un fluide refroidi.

5

La gaine équipée est un élément mobile d'un dispositif radiologique, et, à l'extérieur de la gaine équipée, l'encombrement d'une pompe pour la circulation forcée du fluide constitue une gêne importante, cet encombrement étant encore augmenté par les câbles destinés à l'alimentation du moteur de la pompe ; un autre inconvénient étant que ces pompes nécessitent une alimentation électrique spécifique. Il est à remarquer en outre, que l'encombrement de cette pompe peut être augmenté de manière non négligeable, selon la nature du fluide, du fait de l'étanchéité nécessaire du circuit de refroidissement ; dans ce cas, la partie de pompage proprement dite devant être entraînée à l'aide d'un accouplement magnétique. Par étanchéité, nous entendons ici une étanchéité à l'air, car le fluide de refroidissement (huile) doit être absolument exempt de bulles afin d'éviter tout claquage en haute tension.

10

15

20

La présente invention concerne une gaine équipée à convection forcée présentant, par rapport à l'art antérieur, un encombrement considérablement réduit et une plus grande facilité de mise en oeuvre. Ceci étant obtenu grâce à un agencement nouveau de la gaine et du tube radiogène permettant, en outre, d'améliorer l'efficacité du refroidissement par le fluide, l'action du dispositif de pompage sur le fluide s'exerçant, dans la présente invention, beaucoup plus près du lieu où doit s'effectuer le transfert des calories.

25

30

Selon l'invention, une gaine équipée à convection forcée, comportant un tube radiogène ayant une anode tournante mise en rotation autour d'un axe longitudinal dudit tube, ladite anode étant couplée en rotation au rotor d'un premier moteur dont le stator est disposé à l'extérieur d'une enveloppe dudit tube et concentri-

quement audit axe longitudinal, ledit tube radiogène étant refroidi par la circulation forcée d'un fluide mis en mouvement par un dispositif de mise en mouvement, est caractérisée en ce que ledit dispositif de mise en mouvement est disposé dans ladite gaine, et
5 comporte un moyen moteur disposé concentriquement audit axe longitudinal et dans le prolongement du premier moteur.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit, faite à titre d'exemple non limitatif, et à l'aide des trois figures annexées, parmi lesquelles :

- 10 - la figure 1 montre une première version d'une gaine équipée selon l'invention ;
- la figure 2 montre une seconde version de l'invention ;
- la figure 3 montre une seconde forme de réalisation de la version montrée par la figure 2.

15 La figure 1 montre schématiquement une gaine équipée à convection forcée 1, conforme à l'invention, comportant une gaine 2 et un circuit extérieur de circulation 3, pour la circulation d'un fluide (non représenté) remplissant la gaine 2. La gaine 2 contient un tube radiogène 4, dont l'enveloppe 5 est en contact avec le fluide.
20 Le tube radiogène 4 comporte de manière classique, une cathode 7 destinée à fournir un faisceau d'électrons (non représenté) dont l'impact sur une anode tournante 8 détermine, en fonctionnement, un rayonnement X (non représenté) sortant de la gaine 2 par une fenêtre de sortie 10.

25 L'anode tournante 8 est mise en rotation, selon la première flèche 11, autour d'un axe longitudinal 12 du tube radiogène 4, grâce à la rotation d'un rotor 13 auquel l'anode tournante 8 est solidarifiée par un axe support 14. Le rotor 13 est disposé selon l'axe longitudinal 12, et constitue la partie mobile d'un premier moteur
30 M1 dont le stator 15-16 est disposé autour du rotor 13, concentriquement à l'axe longitudinal 12, et à l'extérieur de l'enveloppe 5 ; le stator 15-16 étant sur la figure 1 représenté par un circuit de tôle magnétique 15 et un bobinage 16.

Dans l'exemple non limitatif décrit, l'enveloppe 5 est fermée

du côté du rotor 13, par un collet métallique 20, qui assure de manière classique l'étanchéité du tube radiogène 4 ; ce collet métallique 20 assurant d'une part une jonction verre-métal avec l'enveloppe 5, et d'autre part une jonction métal-métal avec un arbre fixe 21, métallique. L'arbre fixe 21 supporte le rotor 13 par l'intermédiaire de premiers moyens de roulement 22 et se prolonge, selon l'axe longitudinal 12, à l'extérieur du tube radiogène 4, jusqu'à un fond 25 d'une tulipe 26 ; une extrémité 23 de l'arbre fixe 21 étant fixée au fond 25 par des moyens de fixation 27 classiques. La tulipe 26 comporte, une extrémité évasée 28 opposée au fond 25, par laquelle elle est solidarisée à la gaine 2 grâce à des moyens classiques tels que des entretoises 30 et des vis 31 ; le stator 15-16 étant lui-même fixé à la gaine 2 par une tôle maîtresse 32 du circuit magnétique 16.

Le circuit extérieur de circulation 3 comporte un premier et un second tuyaux 35, 36 débouchant dans la gaine 2, respectivement du côté du fond 25, et du côté de la cathode 7 ; ces deux conduits 35, 36 étant reliés à l'extérieur de la gaine 2 par un échangeur thermique 37 classique, tel que par exemple du type eau-huile ou air-huile. Le fluide sort de la gaine 2 par le second conduit 36, et retourne dans la gaine par le premier conduit 35 après avoir été refroidi par son passage dans l'échangeur thermique 37.

Dans l'invention, la circulation forcée du fluide est assurée par un dispositif de mise en circulation 40, monté dans la gaine 2 elle-même, concentriquement à l'axe longitudinal 12.

Le dispositif de mise en circulation 40 comporte d'une part un moyen moteur M2, et d'autre part un moyen d'actionnement du fluide constitué, dans l'exemple non limitatif décrit, par des palettes 41 mises en rotation dans une chambre 42 remplie par ce fluide.

Le moyen moteur M2 est monté dans le prolongement du premier moyen moteur M1 servant à la rotation de l'anode tournante 8, et comporte dans l'exemple non limitatif décrit, un second stator 18-19 disposé à l'extérieur et autour de la tulipe 26 d'une même manière que le premier stator 15-16. Ce second stator 18-19 assure

la rotation d'un second rotor 17 disposé à l'intérieur de la tulipe 26 et solidarisé, par un axe creux 9, aux palettes 41 ; le second rotor 17 entraînant en rotation ces palettes 41 autour de l'axe 12 selon la première flèche 11. Le second rotor 17 est supporté, par l'intermédiaire de second moyen de roulement 39, par l'arbre fixe 21 servant déjà à supporter le premier rotor 13.

L'extrémité 23 de l'arbre fixe 21 comporte un premier trou 24 disposé selon l'axe longitudinal 12, et débouchant dans des seconds trous 29, communiquant avec la chambre 42. Ceci permet d'établir une communication entre la chambre 42 et un espace 33 d'arrivée dans lequel débouche le premier tuyau 35. Le logement ou chambre 42 communique d'autre part avec des conduits 34 d'écoulement du fluide, pratiqués dans l'épaisseur de la tulipe le long de l'axe longitudinal 12.

Les palettes 41 comportent, d'une manière en elle-même connue, une forme et une disposition appropriée au sens de rotation, de manière que l'écoulement du fluide soit orienté selon la seconde flèche 38 afin de circuler de l'espace 33 vers la chambre 42 en passant par les trous 24, 29. Etant dans la chambre 33, le fluide est entraîné par la rotation des palettes 41 et tend, par centrifugation, à s'échapper par les conduits 34 pour ensuite s'écouler le long de l'enveloppe 5 du tube radiogène 4 ; le fluide quittant la gaine 2, ainsi qu'il a été précédemment expliqué, par le second tuyau 36.

D'une manière classique (non représentée), le premier stator 15-16 et le premier rotor 13 peuvent être à des potentiels différents ; le premier stator étant par exemple au potentiel de la masse et le premier rotor au potentiel positif de la haute tension. Dans l'exemple non limitatif montré par la figure 1, l'arbre fixe étant métallique, le premier et le second rotor 13, 17 sont électriquement reliés, et le second stator 18-19 étant fixé par une seconde tôle maîtresse 43 à la gaine 2, il est au potentiel de la masse. En fait, seuls les circuits magnétiques 15 et 18 appartenant respectivement au premier et au second stator 15-16, 18-19 sont à

la masse, leur bobinage respectif 16, 19 étant au potentiel du secteur par lequel ils sont alimentés.

5 L'alimentation électrique (non représentée) du premier et du second stator 15-16, 18-19 peut s'effectuer, soit en les alimentant simultanément à partir d'une source d'alimentation unique, ce qui constitue une simplification, soit en les alimentant séparément ; l'avantage de cette dernière solution réside en ce que les rotations sont alors totalement indépendantes, et qu'il est possible de ce fait de continuer à alimenter le second stator 18-19 pour maintenir la
10 circulation forcée du fluide, alors que la rotation de l'anode tournante 8 et l'application de la charge sont interrompues.

Un encadré 44 montré sur la figure 1 permet de délimiter une partie de la gaine 2, afin de représenter cette partie de manière plus claire dans les figures qui suivent.

15 La figure 2 montre une seconde version de l'invention, dont l'une des différences avec la version montrée par la figure 1, consiste en ce que le premier stator 15-16 est commun au premier et au second rotor 13, 17.

20 Dans l'exemple de cette seconde version, le circuit magnétique 16 du premier stator 15-16 est prolongé de manière à inscrire dans son volume interne, sensiblement la longueur du second rotor 17. La mise sous tension du premier stator 15-16 provoque alors à la fois la rotation du premier rotor 13, c'est-à-dire la rotation de l'anode tournante 8, et la rotation du second rotor 17, c'est-à-dire la
25 circulation forcée du fluide ; la vitesse de rotation du second rotor 17 pouvant être inférieure à celle du premier rotor 13, du fait du couple résistant dû au fluide à entraîner.

30 Ainsi que dans l'exemple précédent, le premier stator 15-16 est fixé à la gaine 2 grâce à la première tôle maîtresse 32 s'étendant sensiblement radialement entre la tulipe 26 et la gaine 2. Outre sa fonction de fixation, cette tôle maîtresse 32 constitue une séparation, entre l'espace 33 d'arrivée dans lequel débouche le premier tuyau 35 et le reste de la gaine 2 ; cette disposition permettant d'imposer à la circulation du fluide un trajet prévu, tel

que celui déjà mentionné dans l'exemple précédent, et expliqué ci-après. Il est à remarquer que cette fonction de séparation est également assurée par la première tôle maîtresse 32 dans le cas de l'exemple précédent, mais que cette fonction n'est pas remplie par la seconde tôle maîtresse 43.

5 Le fluide ayant pénétré dans l'espace 33 d'arrivée, sa circulation s'effectue selon le sens montré par la seconde flèche 38 : il passe par les trous 24, 29 et pénètre dans la chambre 42 dans laquelle il est entraîné par la rotation des palettes 41, et s'échappe
10 par les conduits 34. Il est à remarquer que les roulements 39 assurent par eux-mêmes une étanchéité suffisante pour empêcher le libre parcours du fluide, et obliger ce dernier à s'échapper par les conduits 34 ; des moyens additionnels d'étanchéité (non représentés) pouvant être éventuellement utilisés, tels que par exemple des joints
15 tournants disposés au niveau de l'axe creux tournant 9. A la sortie des conduits 34, le fluide est d'abord, selon les troisièmes flèches 45 canalisé dans l'espace annulaire compris entre la paroi interne 46 de la tulipe 26 et l'enveloppe 5 du tube radiogène 4, puis canalisé
20 ensuite dans l'espace annulaire compris entre l'enveloppe 5 du tube radiogène 4 et la paroi 47 de la gaine 2. Le fluide véhicule ainsi les calories rayonnées par l'anode tournante 8 et par le premier rotor 13 puis sort de la gaine 2 par le second tuyau 36.

Le premier stator 15-16 étant unique pour le premier rotor 13 servant à la rotation de l'anode 8 et, pour le second rotor 17 servant
25 à la convection forcée, il suffit d'une alimentation unique (non représentée) pour obtenir la rotation des deux rotors 13, 17. Cette version de l'invention, outre qu'elle permet de supprimer la gêne apportée par un moyen de pompage disposé à l'extérieur de la gaine comme dans l'art antérieur, simplifie les problèmes d'alimentation et permet de faire l'économie d'un stator.

30 Un autre avantage qui découle de cette disposition à stator 15-16 unique, est qu'elle permet d'interrompre la charge sur l'anode 8 tout en maintenant l'alimentation du stator 15-16, de manière à maintenir la convection forcée quand l'anode tournante 8 n'est plus

soumise au bombardement électronique (non représenté).

Dans cette seconde version de l'invention, le premier et le second rotor 13, 17 sont électriquement reliés entre eux, du fait qu'ils sont supportés par un même arbre fixe 21 métallique, et peuvent être portés ainsi de manière classique au potentiel positif de la haute tension. Une première et une seconde distance D1, D2, entre le premier stator 15-16 et respectivement le premier et le second rotor 13, 17 représentent un premier et un second entrefer qui, dans l'exemple décrit, sont sensiblement identiques.

La figure 3 montre une troisième version de l'invention dans laquelle le second rotor 17 qui constitue la partie motrice des palettes 41, est électriquement isolé du premier rotor 13.

Dans ces conditions, les problèmes d'isolation électrique entre le premier stator 15-16 et le second rotor 17 sont supprimés, ce qui permet de diminuer le second entrefer D2 entre le premier stator 15-16 et le second rotor 17, et de supprimer entre ces derniers l'isolant électrique constitué par la tulipe 26. Ceci permet par exemple, de relier le second rotor 17 à la masse, à laquelle est également relié le premier stator 15-16. Cette disposition offre l'avantage de pouvoir diminuer d'une manière non négligeable la puissance électrique appliquée au premier stator 15-16, nécessitée par le couple résistant du fluide à entraîner.

A l'inverse, le premier rotor 13 servant à la rotation de l'anode tournante 8, une fois lancé, n'oppose quasiment aucun couple résistant, et ne demande au stator 15-16 qu'une faible puissance d'entretien, et son entrefer D1 peut être supérieur au second entrefer D2 ; aussi l'entrefer D1 entre le premier rotor 13 et le premier stator 15-16 peut être conservé à une valeur compatible avec les conditions d'isolement électrique, et l'épaisseur de l'enveloppe 5.

Dans cette troisième version de l'invention montrée par la figure 3, le second rotor 17 est supporté, par l'intermédiaire des moyens de roulement 39, par un second arbre fixe 48, creux, disposé selon l'axe longitudinal 12, ce second arbre fixe 48 étant métallique

et indépendant du premier arbre fixe 21 servant à supporter le premier rotor 13. Le premier arbre fixe 21 est solidarisé, comme dans les exemples précédents, au fond 25 de la tulipe 26, par une vis de serrage 31 par exemple.

5 Dans cette version de l'invention, la tulipe 26 est raccourcie et ne passe pas dans le second entrefer D2, et son fond 25 est disposé à proximité et en vis à vis du collet métallique 20 servant à fermer le tube radiogène 4. La fixation du premier arbre fixe 21 est effectuée dans une paroi 49 constituant la paroi de la chambre 42 dans laquelle les palettes 41 sont mise en rotation. Ainsi, par rapport aux
10 exemples précédents, la disposition relative des palettes 41 et du second rotor 17 est modifiée, les palettes 41 étant dans cette version située entre le premier et le second rotor 13, 17.

Le second arbre fixe 48 est fixé, du côté de l'espace d'arrivée 33 dans lequel il débouche, au circuit magnétique 15 par l'intermédiaire d'une pièce 100 métallique.
15

Ainsi, le second rotor étant en contact électrique avec les tôles magnétiques du premier stator 15-16, il est comme ce dernier porté au potentiel de la masse.

20 L'arrivée dans la gaine 2 du potentiel positif de la haute tension, pour l'alimentation de l'anode tournante 8, s'effectue de manière traditionnelle (non représentée). L'application de ce potentiel positif à l'anode 8, s'effectue par l'intermédiaire du premier rotor 13, à l'aide d'un fil électrique 50 relié à la fixation du premier arbre fixe 21, c'est-à-dire à la vis de serrage 31 par
25 exemple. Dans l'exemple non limitatif décrit, le fil électrique 50 est disposé à l'intérieur d'un canon isolant 51, situé entre l'espace 33 d'arrivée et le premier axe fixe 21, selon l'axe longitudinal 12 ; ce canon isolant 51 assurant l'isolation électrique entre ce fil 50 porté
30 à la haute tension positive et les parties métalliques constituées par le second rotor 17 et les éléments qui lui sont associés, ces derniers étant au potentiel de la masse.

Les palettes 41 servant à entraîner le fluide étant solidaires du second rotor 17, elles sont réalisées dans une matière isolante ; ceci

afin de ménager une ligne de fuite suffisante entre le second rotor 17 et la fixation du premier arbre fixe 21.

5 Dans cette nouvelle configuration, le fluide circule dans le sens déjà montré par la seconde flèche 38, de l'espace 33 d'arrivée vers la chambre 42 dans laquelle il est mis en centrifugation, en passant par des orifices 60, 61, dont le nombre n'est pas limité, 10 communiquant avec l'espace 33 d'arrivée et un nouvel espace annulaire 62 formé autour du canon isolant 51, ce nouvel espace annulaire 62 communiquant lui-même avec la chambre 42 dans laquelle s'effectue la rotation des palettes 41. De même qu'il a été 15 précédemment expliqué, cette chambre 42 communique avec des conduits 34 d'évacuation dont le nombre n'est pas limité et dont la répartition autour de l'axe longitudinal 12 est uniforme ou non, selon que l'on souhaite une évacuation locale ou homogène des calories. Ces conduits 34 d'évacuation ont préférentiellement des formes 20 arrondies, de manière à éviter les turbulences et les pertes de charge. L'orientation de ces conduits 34 d'évacuation peut être parallèle à l'axe longitudinal 12 ou inclinée par rapport à cet axe, de manière à conférer à la circulation du fluide des mouvements hélicoïdaux (tournant autour de l'enveloppe 5 du tube radiogène 4) 25 comme représenté par les cinquièmes flèches 65 montrées en traits pointillés.

Cette description d'une gaine équipée à convection forcée 1, 30 montre qu'il est possible de réduire l'encombrement d'une telle gaine équipée en intégrant dans la gaine 2, la pompe 40 servant à forcer la circulation du fluide de remplissage de cette gaine, et permet en outre de réaliser des économies tant en travail qu'en matériels, l'invention ne nécessitant pas d'alimentation spécifique à une pompe, et pouvant comporter notamment un unique stator 15-16 commun à la rotation de l'anode tournante 8 et à la convection forcée.

REVENDEICATIONS

5 1. Gaine équipée à convection forcée, comportant un tube radiogène (4) ayant une anode tournante (8) mise en rotation autour d'un axe longitudinal (12) dudit tube (4), ladite anode (8) étant coupiée en rotation au rotor (13) d'un premier moteur (M1) ayant un stator (15-16) disposé à l'extérieur d'une enveloppe (5) dudit tube (4) et concentriquement audit axe longitudinal (2), ledit tube radiogène (4) étant refroidi par la circulation forcée d'un fluide mise en circulation par un disposition de mise de circulation (40), caractérisée en ce que ledit dispositif de mise en circulation (40) est
10 disposé dans ladite gaine (2) et comporte un moyen moteur (M2) disposé concentriquement audit axe longitudinal (12) et dans le prolongement du premier moteur (M1).

15 2. Gaine équipée selon la revendication 1, caractérisée en ce que ledit moyen moteur (M2) est constitué par un second rotor (17), disposé selon ledit axe longitudinal (12), et en ce que ledit premier stator (15-16) s'étend en outre autour de ce second rotor (17), de manière à constituer un stator commun à ce second rotor (17) et au premier rotor (13) servant à la rotation de ladite anode tournante (8).

20 3. Gaine équipée selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que ledit dispositif de mise en circulation (40) comporte une chambre de centrifugation (42) dudit fluide, dans laquelle au moins une palette (41) est mise en rotation autour dudit axe longitudinal (12) grâce à la rotation du second rotor (17), de
25 manière à constituer une pompe de type centrifuge.

4. Gaine équipée selon la revendication 3, caractérisée en ce que ladite chambre de centrifugation (42) communique avec des conduits (34) d'évacuation, par lesquels ledit fluide est entraîné vers ledit tube radiogène (4).

30 5. Gaine équipée selon la revendication précédente, caractérisée en ce que lesdits conduits (34) d'évacuation sont orientés parallèlement audit axe longitudinal (12).

6. Gaine équipée selon la revendication 4, caractérisée en ce que lesdits conduits (34) d'évacuation sont inclinés par rapport audit axe longitudinal (12), de manière à conférer audit fluide des mouvements hélicoïdaux autour dudit tube radiogène (4).

5 7. Gaine équipée selon la revendication 3, caractérisée en ce que ladite chambre de centrifugation (42) est disposée entre le premier et le second rotor (13, 17).

10 8. Gaine équipée selon la revendication 2, caractérisée en ce que le premier et le second rotor (13, 17) sont électriquement reliés entre eux.

9. Gaine équipée selon la revendication 2, caractérisée en ce que le premier et le second rotor (13, 17) sont montés sur un même arbre support (21).

15 10. Gaine équipée selon la revendication 9, caractérisée en ce que ledit arbre support (21) est métallique.

11. Gaine équipée selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisée en ce que le second rotor (17) est supporté par un second arbre fixe (48), creux, indépendant du premier arbre fixe (21).

20 12. Gaine équipée selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que la chambre de centrifugation (42) est disposée entre le premier et le second rotor (13, 17), et en ce que les palettes (41) sont réalisées dans un matériau électriquement isolant.

25 13. Gaine équipée selon la revendication précédente caractérisée en ce que le second rotor (17) est électriquement relié au premier stator (15-16), et isolé du premier rotor (13).

FIG-2

