

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 80 13072**

(54)

Dispositif de freinage pour rotor de grande inertie.

(51)

Classification internationale (Int. Cl.<sup>3</sup>). F 16 D 65/813, 55/02; H 02 K 7/102.

(22)

Date de dépôt..... 12 juin 1980.

(33) (32) (31)

Priorité revendiquée :

(41)

Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 51 du 18-12-1981

(71)

Déposant : ALSTHOM-ATLANTIQUE, société anonyme, résidant en France.

(72)

Invention de : Gilbert Merouge et Joseph de Vault.

(73)

Titulaire : *Idem* (71)

(74)

Mandataire : Paul Bourelly, SOSPI,  
14-16, rue de la Baume, 75008 Paris.

Dispositif de freinage pour rotor de grande inertie

L'invention concerne un dispositif de freinage pour rotor de grande inertie.

Le freinage mécanique d'un alternateur hydraulique de forte puissance est habituellement assuré par le frottement d'une piste en acier, solidaire du rotor, sur des garnitures de freinage portées par les têtes de vérins fixes.

Les forces de frottement qui apparaissent à l'application des freins sont calculées pour être suffisantes pour vaincre d'une part le couple moteur résiduel de la turbine dû aux fuites du distributeur en position fermée et d'autre part l'inertie de rotation du rotor et assurer son ralentissement dans un temps compatible avec l'exploitation de la machine. La quantité de chaleur produite par le frottement est proportionnelle au produit de l'intensité des forces de frottement par le chemin parcouru par un point de la piste du rotor par rapport à un observateur fixe.

L'évacuation de cette quantité de chaleur pose des problèmes difficiles principalement sur les machines très puissantes dont les inerties de rotor sont considérables et dans lesquelles le distributeur d'eau alimentant la turbine laisse passer un débit de fuite important même lorsqu'on veut fermer complètement ce distributeur pour arrêter l'alternateur. La difficulté vient du fait que la chaleur est produite beaucoup plus rapidement qu'elle ne peut s'évacuer naturellement ce qui entraînerait, si on ne prenait pas les précautions nécessaires, des échauffements locaux, des déformations, une usure excessive et une pollution de la machine par la poussière de matière arrachée à la piste et aux garnitures des têtes de vérins.

Ceci tient au fait que le coefficient d'échange calorifique entre l'acier et l'air est faible. Aussi la chaleur émise sur la surface de frottement va-t-elle se stocker dans la masse de la piste et ne s'écoulera que lentement dans l'air ambiant.

Dans la plupart des réalisations actuelles les pistes sont massives et la chaleur s'accumule dans la masse, mais la conductibilité calorifique de l'acier étant mauvaise la répartition des températures n'est pas homogène, ce qui limite les possibilités d'application de telles pistes.

- 2 -

La présente invention a pour but la réalisation d'un dispositif de freinage pour rotor de grande inertie permettant d'obtenir une capacité de freinage accrue sans risque de détérioration.

- Elle a pour objet un dispositif de freinage pour rotor de
- 5 grande inertie, ce rotor tournant dans un sens prédéterminé autour d'un axe, ce dispositif comportant,
- une piste de freinage circulaire fixée coaxialement au rotor et composée de segments métalliques successifs,
  - et une succession de vérins fixes disposés en regard de cette piste
- 10 pour pouvoir appuyer des garnitures de freinage sur cette piste de manière à freiner le rotor,
- ce dispositif étant caractérisé par le fait que chaque segment constitue une enceinte fermée munie d'une entrée et d'une sortie d'eau, le dispositif comportant en outre, fixés au rotor,
- 15 - un réservoir d'eau pour chaque segment, ce réservoir étant disposé d'une part radialement plus près de l'axe du rotor que le segment et d'autre part angulairement à l'arrière du segment par rapport au sens de rotation du rotor, de manière que d'une part la force centrifuge et d'autre part la force de décélération due au freinage tendent à
- 20 pousser l'eau du réservoir vers le segment,
- et des tuyaux d'entrée et de sortie reliant ce réservoir à l'entrée et à la sortie du segment pour former un circuit de refroidissement du segment et permettre la circulation d'eau dans ce circuit par le phénomène de thermosiphon résultant d'une part de l'élévation de la
- 25 température de l'eau dans le segment pendant le freinage et d'autre part de la présence des forces centrifuge et de décélération.

A l'aide des figures schématiques ci-jointes, on va décrire ci-après, à titre non limitatif, comment l'invention peut être mise en oeuvre. Il doit être compris que les éléments décrits et représentés

30 peuvent, sans sortir du cadre de l'invention, être remplacés par d'autres éléments assurant les mêmes fonctions techniques. Lorsqu'un même élément est représenté sur plusieurs figures il y est désigné par le même signe de référence.

La figure 1 représente une vue schématique d'un alternateur

35 comportant un dispositif de freinage selon l'invention, cet alternateur étant vu en coupe par un plan passant par son axe vertical.

- 3 -

La figure 2 représente un détail de la figure 1 montrant à échelle agrandie une partie de ce dispositif de freinage avec coupe partielle à deux niveaux.

La figure 3 représente une vue du même dispositif selon une  
5 flèche verticale F de la figure 1.

La piste de freinage peut être annulaire ou segmentée, et elle peut être fixe ou mobile.

L'exemple décrit correspond à une piste segmentée mobile. Cette piste permet le freinage du rotor 102 à axe vertical 104 d'un alter-  
10 nateur dont le stator est représenté en 106. Un croisillon fixe 108 supporte les paliers 110 de ce rotor. Le rotor est entraîné en rotation par une turbine hydraulique non représentée disposée coaxialement sous ce croisillon.

La piste de freinage présente la forme d'une couronne circu-  
15 laire 112 disposée coaxialement au rotor et fixée à la face inférieure de celui-ci, sur le voile 3 du "croisillon" qui réunit l'arbre 116 aux enroulements 118. Cette piste présente par exemple un diamètre intérieur de 9500mm et extérieur de 10300mm. Sous cette piste sont disposés un nombre convenable, 24 par exemple, de vérins de freinage 114  
20 à axe verticaux fixés sur le croisillon 108. La tête du piston de chacun de ces vérins porte une garniture de freinage 115 que le vérin vient appliquer contre la piste 112 quand il faut freiner le rotor.

La figure 3 représente des segments 1 de la piste 112. Il faut 30 segments identiques disposés côte à côte sur une même circonfé-  
25 rence pour constituer la piste complète. Le segment est en acier moulé et comporte trois alignements radiaux de quatre alvéoles 10 réunies entre elles par des trous 12. Les cloisons séparant ces alvéoles assurent le maintien de la forme du segment malgré son échauffement localisé et elles augmentent la surface d'échange thermique avec l'eau.  
30 La face supérieure du segment est fermée par des tôles de fermeture 14 soudées tout autour du segment et sur les cloisons séparant les alvéoles. L'entrée d'eau 16 est située à l'arrière du segment par rapport au sens de rotation et sur le petit diamètre. La sortie d'eau 18 se trouve à l'avant du segment et sur le grand diamètre.

35 La figure 2 représente l'installation correspondant à chaque segment.

- 4 -

Le segment (1) est maintenu par des taquets (2) fixés à l'aide de boulons (120) sur le voile inférieur du croisillon rotor (3) avec interposition d'un calage (4) permettant de compenser les défauts de planéité de ce voile. Les taquets disposés au milieu de la longueur du segment portent une goupille non représentée pénétrant dans le segment pour fixer rigidement sa position, les autres taquets permettant la dilatation du segment dans le sens tangentiel.

En rotation à la vitesse nominale la surface de l'eau prend la forme d'un paraboloïde. Toute l'eau est chassée vers les grands diamètres. Le segment (1) et les tuyaux (6) et (7) sont entièrement remplis d'eau. Dans le réservoir, seul le fond raccordé aux tuyaux (6) et (7) contient encore de l'eau.

Quand on donne l'ordre d'arrêt du groupe, le distributeur de la turbine se ferme et le rotor ralentit. La force d'inertie déforme et déplace la surface de l'eau dans le réservoir, mais dans la mesure où l'orientation de l'axe du réservoir a été choisie non pas rigoureusement radiale, mais en tenant compte de cette composante, le segment et les tuyaux (6) et (7) restent pleins d'eau.

Si, comme représenté, le tuyau (7) passe sensiblement à l'avant du réservoir et du tuyau 6, la force d'inertie provoque une circulation de l'eau dans le circuit formé par ces tuyaux, le réservoir et le segment.

La vitesse du rotor décroît et atteint la vitesse prévue pour l'application des freins mécaniques.

Les garnitures des vérins viennent alors en contact avec la piste qui s'échauffe et échauffe l'eau qu'elle contient. Un thermosiphon s'établit sous l'action de la diminution du poids spécifique de l'eau dans le segment en raison de l'échauffement de cette eau, dont la température est supérieure à celle de l'eau du réservoir. Ce thermosiphon renforce la circulation de l'eau qui s'était déjà amorcée. En même temps que la température, la pression monte dans le réservoir. La chaleur produite par le frottement est alors stockée dans la masse des segments et la masse de l'eau. Le rotor est complètement arrêté avant que la température et la pression n'aient atteint les valeurs limites imposées.

Les soupapes (8) sont restées fermées et le système n'a subi aucune perte d'eau. Il faut attendre le temps nécessaire au refroidissement avant d'envisager un nouveau freinage.

5 En cas de freinage accidentel d'urgence (par exemple avec application des freins lorsque le rotor à une vitesse trop élevée) tout se passe au début comme précédemment, mais le rotor n'est pas arrêté quand la température et la pression atteignent les valeurs limites imposées. Les soupapes (8) s'ouvrent et laissent échapper de la vapeur. Tant que toute l'eau n'est pas transformée en vapeur, la température  
10 reste stable, du fait qu'une grande quantité de chaleur est absorbée par la vaporisation de l'eau.

La piste est ainsi capable d'absorber une énergie importante (par exemple trois fois plus qu'en freinage normal) ce qui lui donne une grande marge de sécurité. De l'eau est introduite dans le réservoir après refroidissement pour rétablir le niveau normal.  
15

Il est bien entendu possible d'utiliser un seul réservoir pour un groupe de plusieurs segments successifs raccordés hydrauliquement en série pour que ce groupe constitue un équivalent fonctionnel du segment 1 précédemment décrit.

20 Les avantages de l'invention sont les suivants :

- une bonne répartition de la température dans l'épaisseur de la piste, ce qui évite des déformations nuisibles,
- une grande capacité calorifique, ce qui autorise le freinage d'un rotor de très grande inertie,
- 25 - aucune intervention n'est nécessaire après un freinage normal, car la pression dans le réservoir est restée inférieure au tarage de la soupape, et il n'y a pas eu de perte d'eau,
- la circulation de l'eau est entièrement naturelle et ne nécessite ni pompe, ni organes auxiliaires,
- 30 - en cas de freinage accidentel à vitesse trop élevée ou avec un couple moteur résiduel trop important, il n'y a pas de suréchauffement de la piste tant que toute l'eau n'est pas vaporisée, ce qui laisse une grande marge de sécurité (un remplissage en eau de la piste et et éventuellement un séchage de la machine sont alors nécessaires).

## REVENDECATIONS

- 1/ Dispositif de freinage pour rotor de grande inertie, ce rotor tournant dans un sens prédéterminé autour d'un axe (104), ce dispositif comportant,
- une piste de freinage circulaire (112) fixée coaxialement au rotor (102) et composée de segments métalliques successifs (1),
  - et une succession de vérins fixés (114) disposés en regard de cette piste pour pouvoir appuyer des garnitures de freinage (115) sur cette piste de manière à freiner le rotor,
  - ce dispositif étant caractérisé par le fait que chaque segment (1) constitue une enceinte fermée munie d'une entrée (16) et d'une sortie d'eau (18), le dispositif comportant en outre, fixés au rotor,
  - un réservoir d'eau (5) pour chaque segment, ce réservoir étant disposé d'une part, radialement plus près de l'axe (104) du rotor que le segment (1) et d'autre part angulairement à l'arrière du segment par rapport au sens de rotation du rotor, de manière que d'une part la force centrifuge et d'autre part la force de décélération due au freinage tendent à pousser l'eau du réservoir vers le segment,
  - et des tuyaux d'entrée (6) et de sortie (7) reliant ce réservoir à l'entrée et à la sortie du segment pour former un circuit de refroidissement du segment et permettre la circulation d'eau dans ce circuit par le phénomène de thermosiphon résultant d'une part de l'élévation de la température de l'eau dans le segment pendant le freinage et d'autre part de la présence des forces centrifuges et de décélération.
- 2/ Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le réservoir (5) est disposé au-dessus du segment (1) pour que le phénomène de thermosiphon puisse résulter non seulement de la présence des forces centrifuge et de décélération, lorsque le rotor tourne encore, mais aussi, même après l'arrêt du rotor, de la présence de la force de la pesanteur.
- 3/ Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que ledit tuyau de sortie (7) passe sensiblement à l'avant du tuyau d'entrée (6), par rapport au sens de rotation du rotor, de manière que la diminution de la vitesse angulaire du rotor lors du freinage crée une force d'inertie faisant circuler l'eau dans le circuit de refroidissement formé par ces tuyaux.

- 4/ Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le réservoir (5) est muni, à sa partie supérieure et à distance des tuyaux d'entrée (6) et de sortie (7), d'une soupape (8) pour permettre l'échappement de la vapeur d'eau au-delà d'une pression prédé-
- 5 terminée.
- 5/ Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le segment (1) comporte des alvéoles internes (10) dont les parois assurent le maintien de la forme du segment tout en augmentant la surface d'échange thermique avec l'eau, ces alvéoles communiquant
- 10 entre elles pour permettre la circulation de l'eau.
- 6/ Dispositif de freinage pour rotor de grande inertie, comportant,
- une piste de freinage (112) circulaire, coaxiale au rotor et composée de segments métalliques succesifs (1),
  - une succession de vérins (114) disposés en regard de cette piste

15 pour pouvoir appuyer des garnitures de freinage (115) sur cette piste,

  - et des moyens de fixation (120) pour que la rotation du rotor entraîne la rotation relative de cette piste de freinage et de cette succession de vérins,
  - caractérisé par le fait que les segments (1) de la piste de frei-

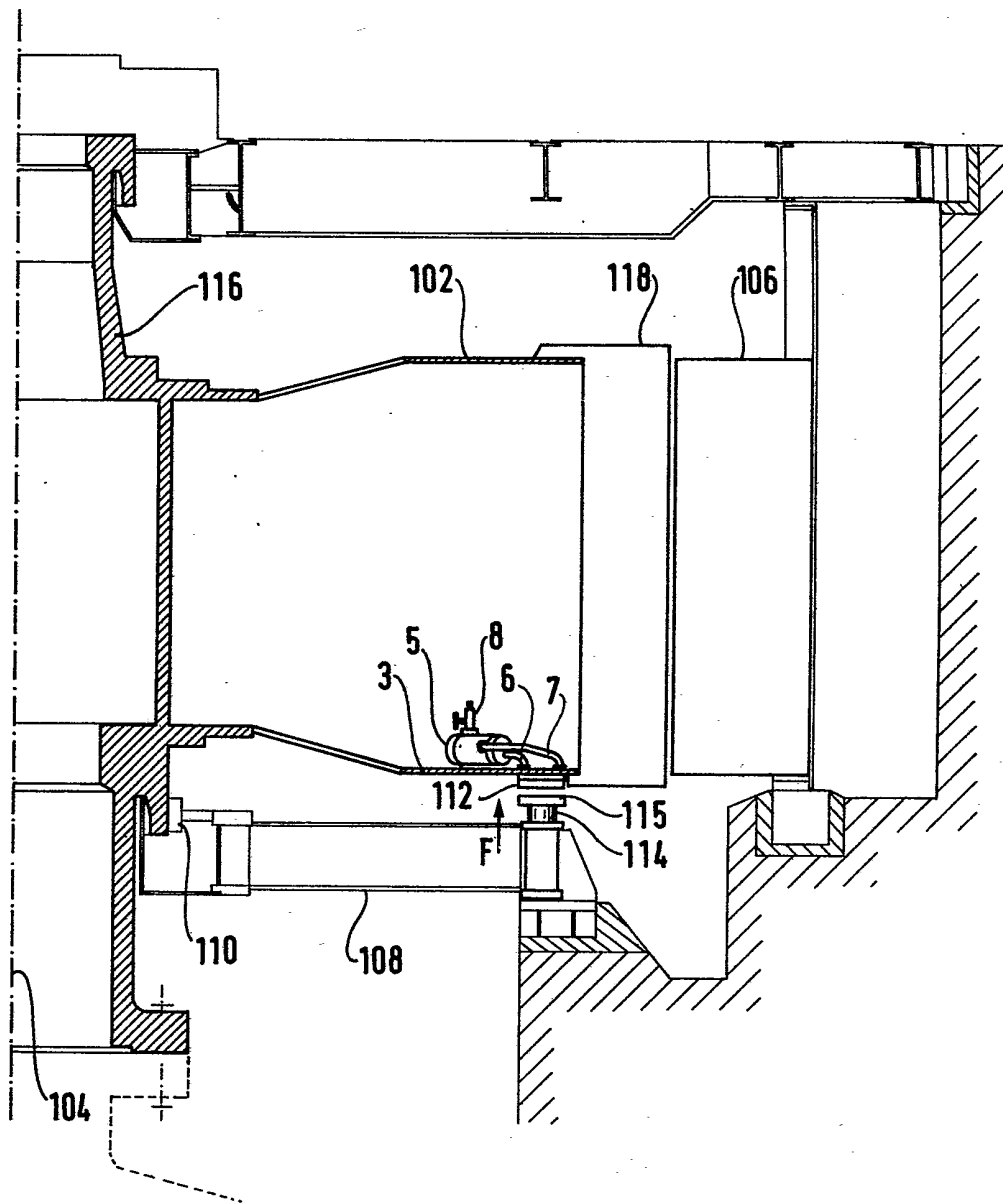
20 nage sont creux, le dispositif comportant en outre

  - des réservoirs d'eau (5),
  - et des tuyaux (6, 7) pour raccorder ces segments à ces réservoirs en formant un circuit de refroidissement de ces segments.
- 7/ Dispositif selon la revendication 6, caractérisé par le fait que
- 25 les réservoirs d'eau (5) sont disposés au-dessus des segments (1) pour assurer une circulation d'eau par thermosiphon sous l'action de la pesanteur lorsque ces segments sont échauffés par le freinage.



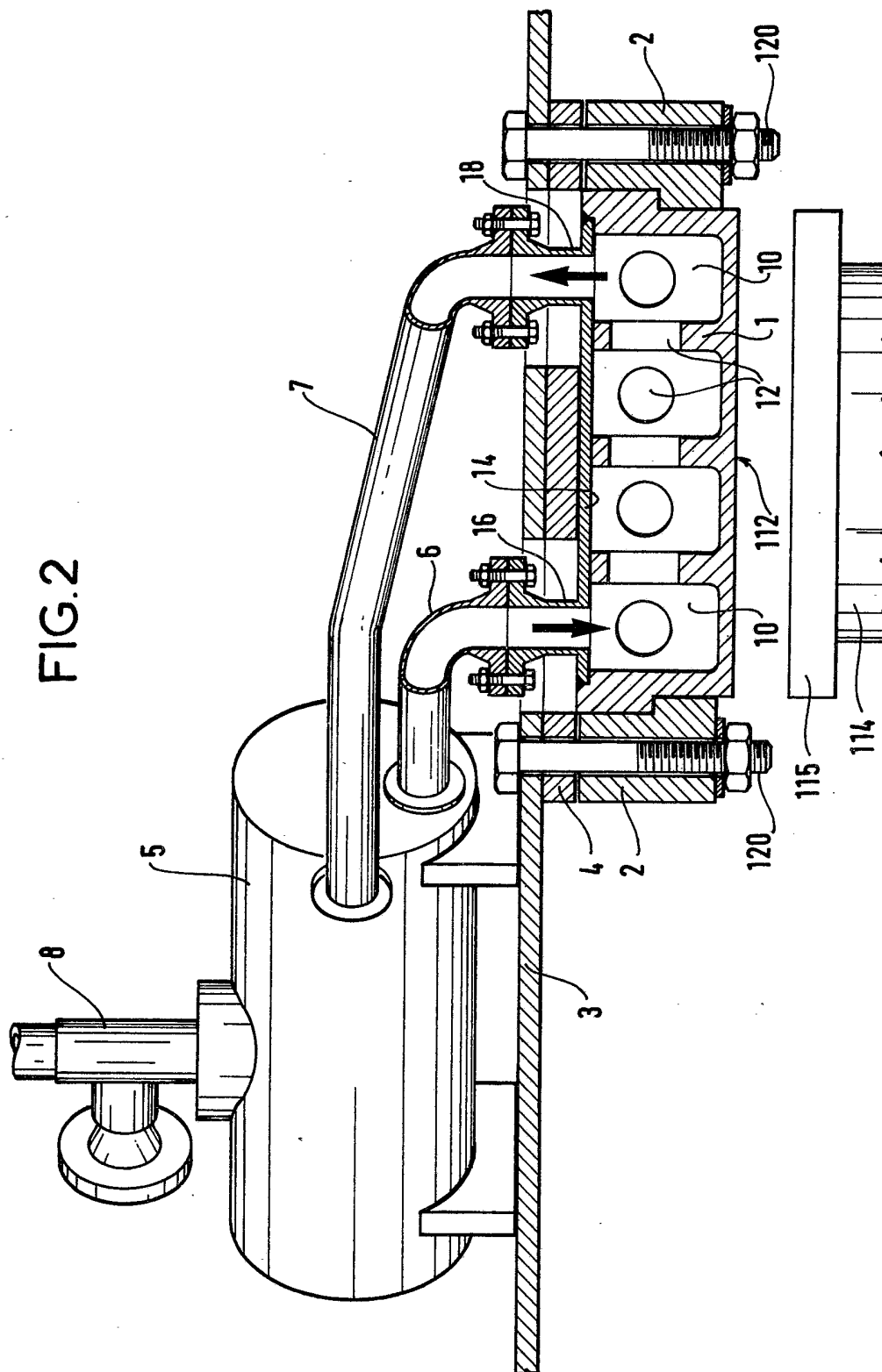
1/3

FIG.1



2/3

FIG. 2



3/3

FIG.3

