

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

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

2 572 866

②1 N° d'enregistrement national :

85 16019

⑤1 Int Cl* : H 02 K 9/04.

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 29 octobre 1985.

③0 Priorité : US, 5 novembre 1984, n° 668.239.

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 19 du 9 mai 1986.

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

⑦1 Demandeur(s) : GENERAL ELECTRIC COMPANY. — US.

⑦2 Inventeur(s) : James Vincent Eats, Norman Jay Lipstein
et Edward Harry Miller.

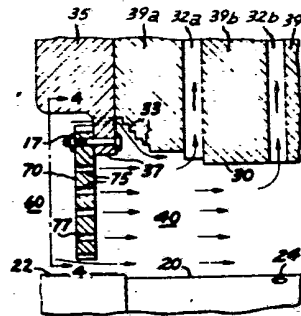
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : M. Dugas, GETSCO.

⑤4 Déflecteur permettant d'améliorer la distribution de courants de gaz de refroidissement dans la zone de l'entrefer
d'une machine électrodynamique refroidie par gaz.

⑤7 Le déflecteur de la présente invention comprend un organe perforé 70 définissant au moins un trajet de circulation de gaz. Le déflecteur est de préférence espacé du rotor 20 qu'il entoure, et le trajet assure la transmission du courant gazeux entre la partie extrême 60 et la zone de l'entrefer 40 du générateur. Plusieurs trajets 75 de circulation de gaz peuvent être ménagés dans le déflecteur sous forme de réseau prédéterminé. Le gaz sortant des trajets peut être dirigé de manière à être sensiblement parallèle à l'axe de rotation du générateur ou faire un angle dans la direction radiale de l'extérieur d'environ 30° avec cet axe. On obtient un courant gazeux rapidement diffusé dans le sens radial en aval du déflecteur, ce qui permet d'assurer un refroidissement adéquat du noyau du stator.

Application aux machines électrodynamiques.



FR 2 572 866 - A1

D

La présente invention concerne l'amélioration de la distribution des courants d'un gaz de refroidissement dans la région de l'entrefer d'une machine électrodynamique refroidie par gaz et, plus particulièrement, un déflecteur permettant d'améliorer la circulation du gaz de refroidissement vers les conduites de ventilation du stator qui commu-
5 niquent avec la zone de l'entrefer en aval du déflecteur.

Bien que la présente invention puisse s'appliquer plus spécialement aux machines électrodynamiques refroidies à l'hydrogène, telles que les gros générateurs à turbine
10 d'une puissance de 300 kw ou plus, car ces machines typiquement produisent une chaleur devant être dissipée bien supérieure à celle des machines de puissance plus faible, elle concerne les machines refroidies par gaz en général, par exemple celles utilisant de l'air comme gaz de refroidisse-
15 ment. Tout au long du présent mémoire et des revendications annexées, les expressions portant sur des relations physiques telles que radial, axial, tangentiel, circonférentiel, etc. et leurs dérivés, doivent s'entendre par rapport à l'axe de rotation du rotor de la machine, sauf indication
20 contraire.

Une machine électrodynamique typique à refroidissement par gaz comprend un rotor monté de manière à pouvoir tourner à l'intérieur d'un stator l'entourant circonférentiellement à une certaine distance. L'espace séparant le ro-
25 tor et le stator de la machine est appelé, de manière géné-

rale, la zone de l'entrefer. Le stator comprend une série de tôles métalliques empilées axialement les unes sur les autres, séparées à des intervalles prédéterminés par des conduites de ventilation du noyau du stator s'étendant circonférentiellement qui transmettent le courant gazeux à la zone de l'entrefer. Près des extrémités de l'axe de la machine, un ventilateur, ou autre dispositif de propulsion des gaz, fixé au rotor entraîne le gaz de refroidissement entre la zone extrême de la machine et la zone de l'entrefer pendant la rotation de la machine, pour finalement le faire circuler dans les conduites de ventilation du noyau du stator.

Le débit du gaz de refroidissement pouvant s'avérer limité, il est souhaitable d'en restreindre la circulation dans la zone de l'entrefer de façon que son volume soit suffisant dans les autres trajets de refroidissement du générateur, tout en assurant la présence d'une quantité suffisante de gaz dans chaque conduite de ventilation du noyau du stator. Un déflecteur présentant un contour continu de configuration connue est interposé dans le trajet du courant gazeux en étant fixé à une extrémité axiale du stator. Le déflecteur s'étend radialement dans la zone d'entrefer; il est espacé du rotor qu'il entoure circonférentiellement. La surface circonférentielle présentée au courant gazeux de refroidissement entre le rotor et le bord radialement intérieur du déflecteur se trouve donc réduite par rapport à la zone de l'entrefer sans déflecteur. Une surface circonférentielle supplémentaire pour le passage du gaz autour du déflecteur massif peut être formée entre le stator et le bord radialement extérieur du déflecteur.

Lorsqu'on dispose de surfaces circonférentielles radialement intérieure et extérieure pour le passage de gaz autour d'un déflecteur massif, le gaz de refroidissement qui s'écoule dans le sens axial, étant propulsé par le ventilateur, heurte le déflecteur massif et se divise en une première et une seconde partie. Les première et seconde parties

traversent, respectivement, les surfaces circonférentielles radialement intérieure et extérieure de passage du gaz entourant le déflecteur pour se recombinaer finalement dans la zone de l'entrefer en aval du déflecteur.

5 En un endroit situé axialement immédiatement en aval du déflecteur, le courant du gaz de refroidissement est animé d'une vitesse relativement élevée, d'où une diminution localisée de la pression statique du gaz dans la zone de l'entrefer, ou "veine contractée" (vena contracta). Un peu
10 plus en aval du déflecteur, à une distance axiale du déflecteur dépendant partiellement des vitesses respectives des première et seconde parties du courant gazeux autour du déflecteur et du rapport d'allongement radial entre déflecteur et courant gazeux, le courant est diffusé à l'intérieur de
15 la zone de l'entrefer, provoquant une augmentation de la pression statique dans cette zone. C'est la pression statique, ou plus précisément la différence de pression statique entre la zone de l'entrefer et la zone de l'enveloppe entourant circonférentiellement la périphérie radialement exté-
20 rieure du stator, qui constitue le facteur primordial à l'origine de la circulation du gaz entre la zone de l'entrefer et la zone de l'enveloppe par passage dans les conduites de ventilation du noyau du stator.

 Du fait de la vitesse relativement élevée du cou-
25 rant gazeux de refroidissement en aval du déflecteur massif et de la diminution correspondante de la pression statique du gaz dans la zone de l'entrefer, on pense qu'une partie des conduites de ventilation du noyau du stator, en particulier celles situées immédiatement en aval du déflecteur, se
30 trouve dépourvue de gaz, ou est parcourue par un courant inadéquat de gaz. On pense en outre que l'absence d'un courant convenable du gaz de refroidissement dans les conduites de ventilation du noyau du stator se traduit par une sur-
chauffe des groupes de tôles du circuit magnétique du stator
35 délimitant les conduites de ventilation incriminées, d'où un

fonctionnement inefficace de la machine et la limitation de la puissance maximum pouvant être développée par le générateur.

De plus, aux extrémités axiales du stator, là où la zone de l'entrefer communique avec les parties extrêmes du générateur, le gaz de refroidissement a tendance à contourner plusieurs conduites de ventilation du stator et ne procède pas par conséquent à un refroidissement aussi efficace qu'il devrait l'être. Ce contournement est provoqué par la composante axiale, relativement importante, du courant gazeux de refroidissement due à la décharge dans le sens axial du gaz provenant du ventilateur du générateur après passage dans les surfaces limitées offertes au courant qui entourent le déflecteur à l'entrée de la zone de l'entrefer. Une vitesse axiale élevée du courant dans la zone de l'entrefer produit un "effet venturi", ou zone de faible pression statique, à l'entrée des conduites de ventilation du stator situées à la partie radialement intérieure de la section extrême du noyau du stator.

Les groupes de tôles définissant les conduites de ventilation dans la partie extrême du noyau du stator sont soumis aux conditions de température les plus sévères de l'ambiance intérieure de la machine à cause de la chaleur produite par le couplage inductif du rotor dans deux directions radiale et axiale, et la partie axiale du flux de dispersion dans la zone des têtes de bobine du générateur. Le refroidissement de la partie extrême du noyau du stator mérite donc qu'on lui prête une attention particulière de manière à assurer la circulation d'un courant convenable de gaz de refroidissement dans cette partie et dans les canaux de ventilation qu'elle renferme.

Il est donc souhaitable de disposer d'un procédé et d'un moyen permettant d'élever la pression statique localisée du courant de refroidissement dans la zone de l'entrefer de manière à acheminer plus efficacement le courant ga-

zeux de refroidissement dans les conduites de ventilation du stator, en particulier dans les conduites disposées dans la partie extrême du noyau du stator.

Dans le but de maîtriser la circulation du courant gazeux de refroidissement, on a proposé de monter des dispositifs de formes diverses dans la zone de l'entrefer des machines électrodynamique. Ces dispositifs nécessitent généralement un boulonnage et/ou une certaine immobilisation, par exemple sur une réglette d'encoche, pour les supporter mécaniquement. Les dispositifs et moyens de support peuvent être coûteux, nécessiter une main-d'oeuvre importante et impliquer de nombreuses pièces; en outre, leur installation peut imposer le démontage du rotor pour le sortir de la machine. Par ailleurs, on pourrait commander l'écoulement du fluide de refroidissement en fixant sur le rotor un dispositif permettant de diriger le courant, tel qu'une cloison. Mais, dans les modes de réalisation faisant appel à des dispositifs assujettis au rotor ceux-ci, devant être animés d'un mouvement de rotation, doivent pouvoir supporter les contraintes provoquées par cette rotation. De plus, des dispositifs tournants de cette nature peuvent requérir une main d'oeuvre d'installation importante, par exemple pour le démontage du rotor.

Un déflecteur pour machine électrodynamique fait l'objet du brevet des Etats-Unis n° 3 413 499. Ce déflecteur comporte une première partie fixée au bloc extrême du stator et s'étendant radialement vers l'intérieur à partir de ce bloc, une seconde partie fixée à la première partie et s'étendant axialement le long de la zone de l'entrefer au droit de plusieurs canaux de sortie du stator, et une troisième partie assujettie à la seconde partie et s'étendant radialement vers l'extérieur en direction du stator. Ainsi, le déflecteur de ce brevet créé essentiellement une chambre formant collecteur qui est isolée de la zone de l'entrefer. Cette chambre présente une entrée qui permet la transmission

d'un courant gazeux à la partie extrême du générateur et des sorties qui communiquent avec les orifices d'admission des conduites de sortie du stator qu'elle entoure. La réalisation en porte-à-faux du déflecteur (c'est-à-dire un support
5 fixe non-mécanique de l'extrémité axialement intérieure de la seconde et de la troisième partie du déflecteur) peut s'avérer non souhaitable, à cause d'une éventuelle réponse excessive aux vibrations, et en outre à cause des fuites du courant de réfrigérant entre la troisième partie du déflec-
10 teur et le stator, se traduisant par une pression plus faible dans la chambre et finalement par un débit plus petit de réfrigérant dans les canaux de refroidissement situés le plus à l'extrémité du stator.

D'autres configurations de déflecteurs pour la zone
15 de l'entrefer de machines électrodynamiques refroidies par gaz sont décrites dans les brevets des Etats-Unis n° 4 051 400 et 4 264 834. Le déflecteur du brevet 4 051 400 est destiné à une machine électrodynamique refroidie par un courant inversé (c'est-à-dire que le courant du gaz de refroidissement se dirige de la zone de l'entrefer vers la partie
20 extrême de la machine) où, même si le courant devait circuler dans le sens direct, les problèmes mentionnés ci-dessus que soulèvent les déflecteurs massifs ne seraient pas résolus, par exemple la présence d'une veine contractée excessive dans la zone de l'entrefer. Le déflecteur du brevet 4 264
25 834 sert à diviser la zone de l'entrefer en un nombre prédéterminé de régions, et pour éviter les fuites du fluide de refroidissement entre les régions ainsi obtenues, il crée un obstacle radial, ou joint, qui traverse le trajet axial du
30 courant de gaz.

En conséquence, la présente invention a pour objet un procédé et un dispositif permettant d'assurer une circulation adéquate d'un courant gazeux de refroidissement dans les conduites de ventilation du stator d'une machine élec-
35 trodynamique refroidie par gaz, plus particulièrement dans

les conduites disposées dans la partie extrême du noyau du stator.

La présente invention a pour autre objet un procédé et un dispositif permettant de régler le volume du courant gazeux de refroidissement pénétrant dans la zone de l'entrefer d'une machine électrodynamique refroidie par gaz sans qu'il soit nécessaire de démonter le rotor.

La présente invention a pour autre objet un dispositif permettant de diriger le courant du gaz de refroidissement dans la zone de l'entrefer d'une machine électrodynamique refroidie par gaz, qui s'installe facilement et ne nécessite que peu de pièces.

La présente invention a encore pour objet un procédé et un dispositif permettant d'obtenir un rétablissement plus rapide de la pression statique du courant gazeux de refroidissement dans la zone de l'entrefer que dans le cas des configurations de déflecteurs de l'art antérieur.

Selon la présente invention, un déflecteur pour machine électrodynamique refroidie par gaz ou générateur comprend un élément perforé définissant à travers lui au moins un trajet de circulation de gaz afin d'assurer la transmission du courant gazeux entre la partie extrême et la zone de l'entrefer du générateur. L'élément perforé est de préférence espacé du rotor du générateur et l'entoure en formant un arc, et il définit une série de trajets de circulation de gaz qui sont disposés suivant un réseau prédéterminé. Les trajets de circulation de gaz peuvent être agencés de manière à conférer au gaz les parcourant une vitesse résultante orientée sensiblement parallèle à l'axe de rotation du rotor du générateur ou faisant avec cet axe un angle dans la direction radialement extérieure compris entre 0° et environ 30° . On choisit préalablement les dimensions des trajets de circulation de gaz à travers l'élément perforé de manière à coordonner et optimiser le courant gazeux traversant le déflecteur et le courant gazeux passant autour du

défecteur dans le but d'obtenir en aval du déflecteur un courant diffusé radialement.

En outre, un procédé de réglage de l'écoulement d'un gaz de refroidissement dans une machine électrodynamique refroidie par gaz, ou générateur, consiste à diriger le courant à partir d'une partie extrême pour le faire entrer dans la zone de l'entrefer du générateur et à disposer un moyen perforé, définissant au moins un trajet de circulation de gaz à travers lui, entre la zone de l'entrefer et la partie extrême, d'où il résulte que le courant du gaz de refroidissement diffusé dans le sens radial en aval du moyen perforé assure une circulation adéquate de ce gaz vers les conduites de ventilation du stator du générateur. Le gaz de refroidissement peut être dirigé radialement vers l'extérieur lorsqu'il quitte le moyen perforé en faisant avec l'axe de rotation du rotor du générateur un angle pouvant atteindre environ 30°.

La description qui va suivre se réfère aux figures annexées qui représentent respectivement :

20 - Figure 1, une vue en élévation, partiellement en coupe, d'une partie d'une machine électrodynamique à refroidissement par gaz selon la présente invention;

- Figure 2, une vue en élévation, en partie en coupe, d'une partie extrême de la machine de la figure 1, 25 représentée à grande échelle,

- Figure 3, une vue en élévation de la partie extrême du noyau du stator de la machine de la figure 2, à grande échelle, comprenant un mode de réalisation d'un déflecteur selon la présente invention;

30 - Figure 4, une vue axiale partielle de la machine de la figure 3, dans le sens des flèches 4-4 de la figure 3;

- Figure 5, une vue en élévation de la partie extrême du noyau de la machine de la figure 2, à grande échelle, comprenant un autre mode de réalisation du déflecteur 35 selon la présente invention;

- Figure 6, une vue axiale partielle de la machine de la figure 5, dans le sens des flèches 6-6 de la figure 5.

En liaison avec les figures 1 et 2, une machine électrodynamique, ou générateur 10, comprend un rotor 20 monté de manière à pouvoir tourner à l'intérieur d'un stator 30 l'entourant circonférentiellement à une certaine distance, et une enveloppe 11 étanche aux gaz qui enferme le rotor 20 et le stator 30 et qui est remplie d'un gaz de refroidissement comprimé, tel que l'hydrogène. Tout au long du présent mémoire, les mêmes numéros de référence désignent des composants identiques. On appellera zone de l'entrefer, 40, le volume circonférentiel entre le rotor 20 et le stator 30. Le rotor 20 tourne autour d'un axe 25 et supporte sur au moins l'une de ses extrémités axiales un ventilateur 65, lequel se trouve donc animé également d'un mouvement de rotation. Une bague de maintien 22 est montée sur les extrémités du rotor 20 de manière à conserver les têtes de bobine des enroulements du rotor dans l'orientation souhaitée. Le stator 30 comprend un noyau constitué d'une série de tôles superposées, assemblées en formant des groupes 39. On trouvera une description détaillée de ces tôles et l'explication de leur présence à l'extrémité du noyau du stator dans le brevet des Etats-Unis n° 3 714 477.

Espacés axialement en groupes séparés, des trous de captage de gaz et des trous 24 de décharge dans l'entrefer sont ménagés le long du rotor 20. Ces groupes de trous correspondent pratiquement à des groupes semblables de trous pratiqués dans le stator 30, c'est-à-dire que des canaux d'entrée du stator, ou conduites 34, espacés axialement et s'étendant radialement sont sensiblement alignés dans le sens axial avec les trous 26 de captage de gaz du rotor, et que des canaux de sortie du stator, ou conduites 32, espacés axialement et s'étendant radialement, sont sensiblement alignés dans le sens axial avec les trous 24 de décharge de gaz du rotor. Dans la zone 14 de l'enveloppe, dans la partie si-

tuée radialement à l'extérieur du stator, les canaux 34 d'entrée du gaz de refroidissement sont séparés des canaux 32 de décharge du gaz par des cloisons 12, lesquelles définissent en partie des circuits de circulation pour le gaz se dirigeant vers et provenant du ventilateur 65 du rotor. Comme représenté en figure 1, le ventilateur 65 reçoit le gaz provenant d'un refroidisseur de gaz 17 et le refoule axialement pour l'introduire dans la partie extrême 60 vers la zone 40 de l'entrefer. Une partie du courant gazeux de refroidissement provenant du ventilateur 65 pénètre à l'intérieur du rotor 20 à partir du dessous de la bague de maintien 22 où elle procède au refroidissement des têtes de bobine des enroulements du rotor 20. Le gaz de refroidissement circulant au-dessous de la bague de maintien 22 se décharge ensuite radialement, au moins en partie, en sortant par les trous 24 du rotor 20 .

Les groupes de tôles du circuit magnétique du stator 30, représentés par exemple en 39a, 39b, et 39c en figure 2, comportent typiquement un nombre prédéterminé de tôles. Chaque groupe de tôles est espacé axialement des groupes contigus de manière à définir des conduites de réfrigérant s'étendant dans le stator radialement et circonférentiellement ou suivant des arcs, telles que celles ayant pour référence 32a, 32b, 32c qui permettent le passage du courant gazeux entre la zone 40 de l'entrefer et la partie 14 de l'enveloppe du générateur. Le premier groupe de tôles 39a situé à l'extérieur dans le sens axial, comporte typiquement une série de gradins, ou segments 33 augmentant radialement vers l'intérieur, qui peuvent être réalisés à partir de tôles qu'on a raccourcies radialement, afin de créer un circuit prédéterminé de couplage magnétique entre le rotor 20 et le stator 30 et de minimiser les effets fâcheux de l'échauffement provoqué par les fuites magnétiques à cette extrémité. Un bloc extérieur d'entretoisement 35, ou bloc monté à l'extrémité du stator, pouvant être en acier magné-

tique, entoure circonférentiellement le rotor 20 et s'appuie contre le premier groupe de tôles 39a.

Dans un agencement de l'art antérieur, un déflecteur massif présentant une configuration étanche au gaz dans son écoulement axial entre une partie extrême 60 et la zone 40 de l'entrefer est fixé au bloc extérieur 35, s'étend radialement dans la zone 40 et est espacé de la bague de maintien 22 du rotor 20. Le déflecteur est monté dans une position telle qu'un canal radialement intérieur, entre le déflecteur et la bague de maintien 22, et un canal radialement extérieur, entre le déflecteur et le bloc extérieur 35, permettent la division du trajet suivi par le courant gazeux provenant du ventilateur 65 et tombant sur le déflecteur en un trajet radialement intérieur et un trajet radialement extérieur autour du déflecteur. Le courant du gaz de refroidissement s'accélère en suivant ces deux trajets, par suite de l'effet d'étranglement, d'où une diminution localisée de la pression statique dans la zone 40 de l'entrefer immédiatement en aval, dans le sens axial, du déflecteur comme on l'a décrit antérieurement.

En figure 3, on a représenté à grande échelle la partie extrême du noyau du stator 30, comprenant un déflecteur 70 selon la présente invention. Le déflecteur 70 est constitué d'un élément perforé dans lequel sont ménagés des trous, ou passages 75, pour créer au moins un trajet de circulation de gaz et permettre une transmission sans entrave du gaz de la partie extrême 60 à la zone 40 de l'entrefer. Le déflecteur 70 est monté par des moyens de fixation 17, tels qu'un écrou et un boulon, sur des doigts, ou dents 37, espacés circonférentiellement les uns des autres de manière prédéterminée et s'étendant radialement vers l'intérieur à partir du bloc extérieur 35. Les doigts 37 peuvent être d'une pièce avec le bloc 35. En variante, on peut remplacer les doigts 37 par un rebord annulaire (non représenté), en particulier dans le cas où l'on ne souhaite pas que le gaz

de refroidissement circule autour du bord radial extérieur du déflecteur. Le déflecteur 70 peut être réalisé à partir d'un organe annulaire continu, ou présenter plusieurs segments en forme d'arc (un segment typique est représenté en figure 4), lesquels forment après montage sur le bloc 35 un déflecteur annulaire. En réalisant le déflecteur 70 avec plusieurs de segments en forme d'arc, on peut faciliter les opérations de montage à l'intérieur du générateur 10. Qu'il se présente sous forme d'un organe annulaire continu ou soit constitué de plusieurs segments en forme d'arc, le déflecteur peut être monté à l'intérieur du générateur 10 sans avoir à enlever le rotor 20.

Le déflecteur 70 peut être constitué de tout matériau pouvant supporter les forces dues à la pression provoquée par le courant du gaz de refroidissement. Dans un mode de réalisation actuellement recommandé, le déflecteur 70 est réalisé dans une substance non conductrice de l'électricité, tel qu'un matériau stratifié en fibre, vendu sous la marque Textolite par la Société dite General Electric Company, Schenectady, New-York. Un matériau de ce type empêche l'échauffement du déflecteur qui pourrait être provoqué par la concentration élevée de flux parasites dans la partie extrême du générateur.

Comme le montre plus clairement la figure 4, on peut de préférence disposer les trous 75 du déflecteur 70 suivant un réseau prédéterminé dans le but de faciliter la fabrication et d'assurer une diffusion rapide prédéterminée du courant gazeux de refroidissement en aval du déflecteur dans la zone 40 de l'entrefer. Le déflecteur 70 est représenté comme étant espacé du corps principal du bloc 35 de manière à former un trajet de circulation de gaz s'étendant entre la partie extrême 60 et la zone 40 de l'entrefer et passant au-dessus du bord extérieur du déflecteur et entre les doigts 37. En variante, on peut disposer le déflecteur par rapport au bloc 35 de façon à empêcher la circulation du

courant gazeux au droit du bord radial extérieur du déflecteur, et choisir les dimensions, l'espacement et la disposition des trous 75 du déflecteur pour obtenir la circulation axiale souhaitée du réfrigérant en aval du déflecteur.

5 L'étude de la dynamique des fluides montre que l'étendue axiale de la "veine contractée" au niveau d'un déflecteur (c'est-à-dire l'étendue axiale de la zone en aval
10 du déflecteur dans laquelle la pression statique du gaz de refroidissement est inférieure à la pression statique moyenne du gaz à une distance axiale relativement grande en aval
15 du déflecteur, par exemple correspondant à dix fois la cote radiale du déflecteur) est égale à environ six fois l'espacement entre trajets contigus de circulation, et que l'étranglement total produit par un déflecteur est proportionnel à la surface totale offerte au courant gazeux au
20 droit du déflecteur. La pression statique se rétablit en aval du déflecteur par suite de la diffusion radiale du gaz émanant des courants de réfrigérant autour du déflecteur. Selon la présente invention, en répartissant la surface totale
25 offerte au courant gazeux, lors de l'emploi d'un déflecteur massif, suivant une série de trous 75 espacés les uns des autres dans le déflecteur 70, on maintient la même chute de pression ou le même effet d'étranglement qu'avec un déflecteur massif, tout en diminuant l'espacement entre trajets contigus 75 de circulation de gaz et jets de courant
30 qui en sortent. Ainsi, on réduit l'étendue axiale de la "veine contractée" au droit du déflecteur 70, car la récupération de la pression statique moyenne correspond à environ six fois l'espacement entre trous 75. L'homme du métier peut donc déterminer facilement les dimensions et l'espacement
35 des trous 75 pour une application particulière sans devoir recourir à une expérimentation excessive.

On doit choisir les dimensions et l'espacement des trous 75 de sorte que le courant gazeux de refroidissement
35 les traversant coopère avec le courant gazeux de refroidis-

sement contournant le bord radial intérieur et, le cas échant, avec le courant gazeux de refroidissement contournant le bord radial extérieur du déflecteur 70, afin d'obtenir un courant sensiblement diffusé dans la zone 40 de l'entrefer en aval du déflecteur. Pour augmenter le débit du gaz dans un trou 75 du déflecteur, sans accroître le diamètre de sortie, donc la surface des trous, et par conséquent augmenter la dispersion du gaz de refroidissement s'échappant des trous 75, on peut agrandir le bord d'entrée des trous, par exemple en les chanfreinant ou les fraisant comme en 77.

Les trous 75, comme représenté en figures 3 et 4, peuvent être pratiquement cylindriques avec un axe longitudinal sensiblement parallèle à l'axe de rotation 25 (figure 1) du rotor. L'espacement centre à centre entre trous contigus 75 est de préférence symétrique de manière à obtenir une configuration s'étendant circonférentiellement, prédéterminée et uniforme, des courants gazeux de refroidissement quittant le déflecteur 70. Bien qu'on ait représenté des trous 75 cylindriques, ceux-ci peuvent avoir n'importe quelle forme compatible avec l'établissement d'une diffusion radiale rapide du courant gazeux dans la zone 40 de manière à obtenir la distribution axiale désirée du réfrigérant en aval du déflecteur 70.

Lorsqu'ils sont disposés sous forme de réseau, les centres des trous peuvent être commodément situés sur un cercle. De plus, pour le positionnement des trous 75, on peut utiliser une multitude de cercles concentriques de façon à obtenir plusieurs rangées de trous s'étendant circonférentiellement. Dans un mode de réalisation recommandé, l'espacement, pris suivant la corde, entre centres de trous contigus disposés sur un cercle est le double du diamètre des trous. Ainsi, le diamètre des trous peut être de 0,8 mm, avec un espacement suivant la corde de 1,6 mm. En outre, des cercles concentriques adjacents pour le positionnement des centres des trous sont de préférence espacés radialement

d'une distance égale au diamètre des trous, soit 0,8 mm dans l'exemple précédent. De plus, comme le montre plus clairement la figure 4, les centres des trous d'un cercle de positionnement de centres peuvent être disposés en quinconce ou
5 situés circonférentiellement entre les centres de trous se trouvant sur des cercles contigus de positionnement de centres. Le centre des cercles de positionnement des trous 75 peut être l'axe de rotation 25 (Figure 1) du rotor 20.

En figures 5 et 6, on a représenté, à grande
10 échelle, la partie extrême du noyau du stator 30 sur laquelle est montée un déflecteur 80 selon un mode de réalisation de la présente invention encore plus recommandé. Le déflecteur 80 est sensiblement identique au déflecteur 70, à l'exception de l'orientation des trous ou canaux 85 le tra-
15 versant, de sorte que toutes les remarques faites précédemment sur la composition, la fabrication et la disposition du déflecteur 70 restent valables pour le déflecteur 80. Les trous 85, ménagés dans la surface intérieure du déflecteur, sont disposés de manière à conférer une composante dirigée
20 radialement vers l'extérieur au courant gazeux lorsqu'il passe de la partie extrême 60 à la zone 40 de l'entrefer. Les trous 85 peuvent être sensiblement cylindriques et pratiqués dans le déflecteur 80 pour que leur axe longitudinal fasse un angle 82 avec une ligne de référence 84. La ligne
25 de référence 84 est sensiblement parallèle à l'axe de rotation 25 (Figure 1) du rotor 20. Pour faciliter la fabrication du déflecteur 80, on peut aussi considérer que la ligne de référence 84 est sensiblement perpendiculaire à la surface 81 ou à la surface 83 du déflecteur, puisque que les sur-
30 face 81 et 83 doivent être généralement plates et parallèles afin de ne pas conférer des composantes indésirables au courant du gaz de refroidissement les frappant. De plus, la surface amont des doigt 37 doit être généralement plate et s'étendre radialement de manière qu'après avoir été fixé
35 dessus, le déflecteur 80 se trouve pratiquement dans une po-

sition radiale entre la zone 40 de l'entrefer et la partie extrême 60. Bien qu'on ait représenté des trous 85 cylindriques, ceux-ci peuvent avoir toute forme compatible avec l'établissement d'une diffusion radiale rapide du courant gazeux de refroidissement dans la zone 40 de manière à obtenir la distribution axiale souhaitée du courant en aval du déflecteur 80. On peut augmenter le bord d'entrée des trous 85, en les chanfreinant ou en les fraisant comme en 87.

A l'aide d'un appareil d'essai, contenant de l'eau pour simuler le courant gazeux de refroidissement entre les zones 60 et 40 au droit des déflecteurs 70 et 80 de la présente invention, on a constaté que des trous 75, ayant une orientation sensiblement axiale, permettaient d'améliorer la circulation du gaz de refroidissement dans les conduites du stator, en particulier dans les conduites de sortie 32a et 32b, par rapport à la circulation obtenue avec un déflecteur massif. On a également remarqué que l'augmentation de l'angle 82 pour le porter à environ 30° , dans le but de conférer une composante de vitesse dirigée radialement vers l'extérieur au courant du gaz de refroidissement traversant les trous 85 et donc d'obtenir une vitesse résultante (c'est-à-dire un vecteur qui est la somme des composantes axiale et radiale de la vitesse) pour le gaz de refroidissement à la sortie des trous 85 dirigée radialement vers l'extérieur, permettait d'accroître encore la circulation du gaz dans les conduites du stator, plus particulièrement dans les conduites 32a et 32b. Cependant, l'angle 82 ne doit pas être porté au-delà d'une valeur pour laquelle les trous 85 les plus radialement à l'extérieur du déflecteur 80 (c'est-à-dire la rangée supérieure des trous 85 en figure 6) dirigent les courants gazeux vers les tôles en gradin 33 du groupe 39a de tôles du circuit magnétique du stator. Pour faciliter l'étude de cette contrainte, on a tracé en figure 5 une ligne de référence 86 entre le bord radialement le plus à l'extérieur de la sortie du trou 85 radialement le plus à

l'extérieur et l'intersection du gradin 33 le plus axialement en aval avec la surface radialement intérieure 38 de la partie du groupe 39a de tôles la plus radialement à l'intérieur. Aucun courant gazeux sortant des trous 85 du déflecteur 80 ne doit pénétrer dans la zone en amont de la ligne de référence 86, ou zone située axialement et radialement vers l'extérieur de cette ligne. Dans le but souhaité de ne pas diriger du gaz de refroidissement vers les gradins 33, les trous 85 ne s'étendront généralement pas, dans la direction radiale de l'extérieur, aussi loin dans le cas du déflecteur 80 que dans le cas des trous 75 du déflecteur 70.

Il n'est pas nécessaire que tous les trous 75 ou 85 dirigent le gaz de refroidissement de manière qu'il sorte dans la même direction par rapport à l'axe de rotation 25 (figure 1) du rotor 20, mais il faut seulement que le débit total du gaz de refroidissement et la direction qui lui est conférée à sa sortie des trous 75 ou 85 soient coordonnés avec le débit total et la direction du gaz de refroidissement circulant autour du bord radialement intérieur (et extérieur, le cas échéant) des déflecteurs 70 et 80, respectivement, afin d'assurer une diffusion radiale rapide du courant gazeux dans la zone 40 de l'entrefer située en aval du déflecteur 70 ou 80, respectivement, permettant ainsi d'obtenir un rétablissement de la pression statique du gaz plus rapide qu'avec les déflecteurs de l'art antérieur. D'autre part, on peut disposer le déflecteur 70 (figure 3) pour qu'il fasse un certain angle (non représenté) avec l'axe de rotation 25 du rotor 20 et que les trous 75 dirigent le gaz radialement vers l'extérieur de l'axe de rotation 25. Plus précisément, le déflecteur 70 aurait une position telle que sa partie radialement intérieure serait davantage en aval dans le sens axial que sa partie radialement extérieure (c'est-à-dire que le déflecteur 70 pourrait avoir la forme d'un tronc de cône). On modifierait en conséquence les doigts 37 (Figure 3) ou un rebord (non représenté) de manière

re à assurer un support approprié du déflecteur.

En résumé, on vient d'illustrer et de décrire un procédé et un dispositif permettant d'assurer la circulation adéquate d'un gaz de refroidissement dans les conduites de ventilation du stator d'une machine électrodynamique, en particulier dans les conduites disposées dans la partie extrême du noyau du stator. Ce procédé et ce dispositif permettent de commander l'écoulement du gaz de refroidissement sans avoir à démonter le rotor, et le dispositif s'installe facilement et ne nécessite que peu de pièces. En outre, le procédé et le dispositif permettent d'obtenir un rétablissement de la pression statique du gaz de refroidissement plus rapide qu'avec les déflecteurs de l'art antérieur.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de commande du courant d'un gaz de refroidissement dans une machine électrodynamique à refroidissement par gaz comprenant un rotor (20) et un stator (30) espacé du rotor et l'entourant de manière à former une zone d'entrefer (40) entre eux, le stator comportant une conduite (34) pour sa ventilation permettant de transmettre le courant gazeux à la zone de l'entrefer, caractérisé en ce qu'il consiste à :

10 -diriger un courant de gaz de refroidissement à partir d'une partie extrême (60) de la machine pour le faire entrer dans la zone de l'entrefer,

-disposer un moyen perforé (70; 80) entre la zone de l'entrefer et la partie extrême, d'où il résulte que le moyen perforé se trouve en amont, par rapport au sens d'écoulement du courant gazeux, de la conduite de ventilation du stator, ce moyen perforé définissant au moins un trajet de circulation de gaz le traversant, ce trajet permettant d'assurer la transmission du gaz entre la partie extrême et la zone de l'entrefer, d'où il résulte qu'une diffusion radiale rapide du courant gazeux de refroidissement en aval du moyen perforé assure un écoulement adéquat du gaz vers la conduite de ventilation du stator.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste en outre à disposer le trajet de circulation de gaz de façon à conférer une composante de vitesse dirigée radialement vers l'extérieur au courant gazeux parcourant ce trajet.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que la direction de la vitesse résultante de sortie du courant gazeux parcourant ledit trajet fait un angle supérieur à 0° et inférieur à environ 30° avec l'axe de rotation (25) du rotor.

4. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que le stator (30) comprend en outre un groupe d'un

nombre prédéterminé de tôles (39) de circuit magnétique comportant des tôles en gradin (33), et la disposition du trajet de circulation de gaz consiste en outre à diriger le gaz de refroidissement sortant du trajet de manière à ce que le gaz parcourant ce trajet ne vienne pas frapper les tôles en gradin.

5 5. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le moyen perforé (70; 80) définit une série de trajets (75; 85) de circulation de gaz le traversant.

10 6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'il consiste en outre à disposer la série de trajets de circulation de gaz suivant un réseau prédéterminé.

 7. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'il consiste en outre à disposer le moyen perforé (70; 80) en l'espçant du rotor pour former un premier trajet de transmission de gaz entre la partie extrême (60) et la zone de l'entrefer (40), et à coordonner les dimensions de la série de trajets de circulation de gaz et les dimensions du premier trajet de transmission de gaz afin d'assurer un courant sensiblement diffusé du gaz de refroidissement dans la zone de l'entrefer située en aval du moyen perforé.

 8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'il consiste en outre à disposer le moyen perforé (70; 80) en l'espçant du stator pour former un second trajet de transmission de gaz entre la partie extrême (60) et la zone de l'entrefer (40), et en ce que l'étape de coordination consiste en outre à faire en sorte que les dimensions du second trajet de transmission de gaz assurent un courant sensiblement diffusé du gaz de refroidissement dans la zone de l'entrefer située immédiatement en aval du moyen perforé.

 9. Déflecteur pour machine électrodynamique refroidie par gaz comprenant un rotor (20) et un stator (30), le stator étant espacé du rotor et l'entourant circonférentiellement de manière à former un entrefer (40) entre eux,

la machine comportant en outre un moyen (65) permettant d'amener un courant de gaz de refroidissement à traverser une partie extrême (60) et à le faire pénétrer dans la zone de l'entrefer (40), le stator incorporant une conduite (34) pour sa ventilation présentant une entrée communiquant avec la zone de l'entrefer pour la transmission du courant gazeux, caractérisé en ce qu'il comprend :

- un moyen (70; 80) perforé définissant au moins un trajet de circulation de gaz le traversant (75; 85), ce moyen perforé assurant la transmission de gaz entre la partie extrême et la zone de l'entrefer; et

- un moyen de support (37) accouplé au moyen perforé pour fixer ce moyen perforé entre la partie extrême et la zone de l'entrefer.

10. Déflecteur selon la revendication 9, caractérisé en ce que le moyen perforé (70; 80) comprend un organe annulaire espacé du rotor (20) et l'entourant circonférentiellement.

11. Déflecteur selon la revendication 9, caractérisé en ce que la sortie du trajet de circulation de gaz est disposée de façon à conférer une vitesse résultante sensiblement parallèle à l'axe de rotation (25) du rotor au courant gazeux de refroidissement parcourant le trajet d'acheminement de gaz.

12. Déflecteur selon la revendication 11, caractérisé en ce que le trajet de circulation de gaz est cylindrique et l'axe longitudinal du cylindre est sensiblement parallèle à l'axe de rotation (25) du rotor.

13. Déflecteur selon la revendication 9, caractérisé en ce que la sortie du trajet de circulation de gaz est disposée de manière à conférer une composante de vitesse dirigée radialement vers l'extérieur au gaz de refroidissement parcourant le trajet de circulation de gaz.

14. Déflecteur selon la revendication 13, caractérisé en ce que le trajet de circulation de gaz est cylindri-

que et l'axe longitudinal du cylindre fait avec l'axe de rotation (25) du rotor un angle supérieur à 0° dans la direction radiale de l'extérieur.

5 15. Déflecteur selon la revendication 13, caractérisé en ce que la sortie du trajet de circulation de gaz est en outre disposé de façon à conférer une vitesse résultante au gaz de refroidissement parcourant le trajet de circulation de gaz faisant un angle atteignant environ 30° avec l'axe de rotation (25) du rotor.

10 16. Déflecteur selon la revendication 14, caractérisé en ce que l'axe longitudinal du cylindre est en outre disposé en faisant un angle dans le sens radial extérieur avec l'axe de rotation (25) du rotor inférieur à environ 30° .

15 17. Déflecteur selon la revendication 13, caractérisé en ce que le stator (30) comprend en outre un groupe (39) d'un nombre prédéterminé de tôles de circuit magnétique comportant des tôles en gradin (33), et en ce que la sortie du trajet de circulation de gaz est en outre disposée de manière que le gaz de refroidissement parcourant ce trajet de
20 circulation soit dirigé de façon à éviter que le gaz sortant de ce trajet ne vienne frapper les tôles en gradin.

18. Déflecteur selon la revendication 17, caractérisé en ce que le trajet de circulation de gaz est cylindrique, et en ce qu'en outre le prolongement de l'axe longitudinal du cylindre coupe axialement le stator en aval des tôles en gradin.
25

19. Déflecteur selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'il est constitué d'un matériau non conducteur de l'électricité.

30 20. Déflecteur selon la revendication 19, caractérisé en ce que le matériau non conducteur de l'électricité est un matériau stratifié en fibre.

21. Déflecteur selon la revendication 10, caractérisé en ce que l'organe annulaire est constitué d'une série
35 de segments en forme d'arc afin de faciliter le montage.

22. Déflecteur selon la revendication 9, caractérisé en ce que le trajet de circulation de gaz, comprend une entrée et une sortie, l'entrée offrant au courant gazeux une surface supérieure à celle de la sortie.

5 23. Déflecteur selon la revendication 10, caractérisé en ce que le moyen perforé définit en outre une série de trajets de circulation de gaz (75) le traversant.

24. Déflecteur selon la revendication 23, caractérisé en ce que la série de trajets de circulation (75) de
10 gaz est disposée sous forme d'un réseau prédéterminé.

25. Déflecteur selon la revendication 24, caractérisé en ce que les centres de la série de trajets de circulation (75) de gaz sont situés sur un cercle coupant le déflecteur.

15 26. Déflecteur selon la revendication 24, caractérisé en ce qu'une première et une seconde partie respectives des centres de la série de trajets de circulation de gaz sont disposées sur des premier et second cercles concentriques, respectivement, coupant le déflecteur.

20 27. Déflecteur selon la revendication 25, caractérisé en ce que la série de trajets de circulation de gaz sont cylindriques.

28. Déflecteur selon la revendication 23, caractérisé en ce qu'il est espacé du rotor (20) de manière à définir un premier trajet de transmission de gaz entre la partie
25 extrême (60) et la zone de l'entrefer (40), ce premier trajet étant disposé entre le rotor et le déflecteur, et la valeur de la surface totale offerte au courant du gaz de refroidissement par la série de trajets de circulation de gaz
30 et le premier trajet de transmission de gaz est choisie de manière prédéterminée dans le but d'assurer l'obtention d'un courant de gaz de refroidissement sensiblement diffusé en aval du déflecteur.

29. Déflecteur selon la revendication 28, caractérisé en ce qu'il est en outre espacé du stator (30) afin de
35

définir un second trajet de transmission de gaz entre la partie extrême (60) et la zone de l'entrefer (40), ce second trajet étant disposé entre le déflecteur et le stator, et les dimensions de ce second trajet sont choisies de manière prédéterminée dans le but d'assurer l'obtention d'un courant de gaz de refroidissement sensiblement diffusé en aval du déflecteur.

30. Déflecteur pour la commande du courant d'un gaz de refroidissement dans une machine électrodynamique, la machine comprenant un stator (30) espacé d'un rotor (20) monté en rotation et l'entourant circonférentiellement pour former entre eux une zone d'entrefer (40), une partie extrême (60) et un ventilateur (65) pour entraîner du gaz de refroidissement entre la partie extrême et la zone de l'entrefer, caractérisé en ce qu'il comprend :

- un moyen perforé (70; 80) définissant une série de trajets (75; 85) de circulation de gaz le traversant afin d'assurer la transmission du courant gazeux entre la partie extrême et la zone de l'entrefer; et

- un moyen de support (37) accouplé au moyen perforé afin de fixer le moyen perforé entre la partie extrême et la zone de l'entrefer.

31. Déflecteur selon la revendication 30, caractérisé en ce que le moyen perforé comporte un organe annulaire.

32. Déflecteur selon la revendication 31, caractérisé en ce que l'organe annulaire est constitué d'une série de segments en forme d'arc afin de faciliter le montage.

33. Déflecteur selon la revendication 30, caractérisé en ce qu'au moins l'un des trajets de la série de trajets de circulation de gaz comprend une entrée et une sortie, l'entrée offrant au courant gazeux une surface supérieure à celle de la sortie.

34. Déflecteur selon la revendication 30, caractérisé en ce que la série de trajets de circulation de gaz est disposée suivant un réseau prédéterminé.

35. Déflecteur selon la revendication 31, caractérisé en ce que la série de trajets de circulation de gaz est disposée suivant un réseau prédéterminé.

5 36. Déflecteur selon la revendication 30, caractérisé en ce que les trajets de circulation de gaz sont cylindriques.

37. Déflecteur selon la revendication 30, caractérisé en ce qu'il est constitué d'un matériau non conducteur de l'électricité.

