

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: **88401755.9**

(51) Int. Cl.⁴: **F 04 D 29/38**

(22) Date de dépôt: **05.07.88**

(30) Priorité: **09.07.87 FR 8709773**

(43) Date de publication de la demande:
11.01.89 Bulletin 89/02

(84) Etats contractants désignés: **DE ES GB IT SE**

(71) Demandeur: **ECIA - EQUIPEMENTS ET COMPOSANTS
POUR L'INDUSTRIE AUTOMOBILE**
F-25400 Audincourt (Doubs) (FR)

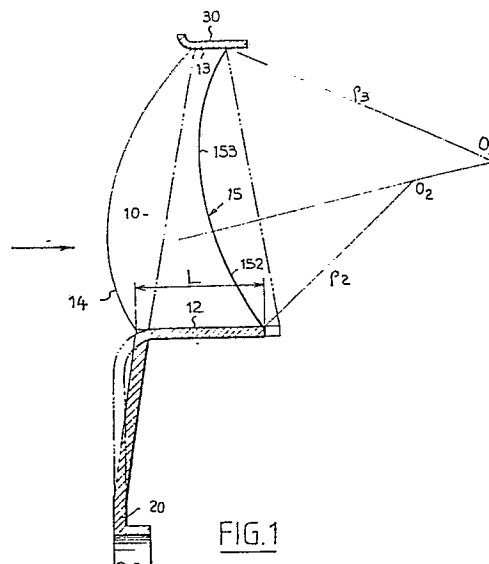
(72) Inventeur: **Vera, Jean-Claude**
8 rue de la Libération
F-25700 Valentigney (FR)

(74) Mandataire: **Mestre, Jean et al**
c/o CABINET LAVOIX 2, place d'Estienne d'Orves
F-75441 Paris Cédex 09 (FR)

(54) **Pale falciforme pour hélice et son application notamment aux motoventilateurs pour automobiles.**

(57) La pale (10) pour hélice constituée d'un moyeu (20) auquel les pieds (12) sont fixés est caractérisée en ce que ses bords d'attaque (14) et de fuite (15) sont constitués de deux arcs (152, 153) de rayons de courbures (ρ_2 , ρ_3) moyens propres différents qui se raccordent sans point anguleux, sont tous les deux incurvés vers l'aval et limitent une pale qui va s'amincissant de l'axe vers la périphérie.

Application aux hélices de motoventilateurs associés aux radiateurs d'automobiles.



Description

Pale falciforme pour hélice et son application notamment aux motoventilateurs pour automobiles.

La présente invention concerne les pales pour hélice de motoventilateurs utilisées notamment dans l'industrie automobile.

Dans de nombreux secteurs techniques on utilise des hélices notamment pour des ventilateurs. C'est le cas dans l'industrie automobile où l'on associe des motoventilateurs aux radiateurs de refroidissement des moteurs thermiques.

Comme on le sait, chaque pale d'une hélice, notamment d'un groupe motoventilateur, produit un sillage qui tourne à la vitesse de rotation de l'hélice. Ce sillage est générateur d'un son qui est intense lorsqu'il rencontre un obstacle fixe. C'est le cas par exemple lorsque le sillage rencontre les bras des supports d'un groupe motoventilateur qui soutiennent ce dernier pour le maintenir en position fixe par rapport au radiateur auquel il est associé.

De tels ventilateurs axiaux sont générateurs d'un sillage fortement turbulent qui génère des bruits importants. En effet, chaque fois que le sillage d'une pale passe devant un bras support il produit une impulsion mécanique qui entraîne un bruit particulier s'ajoutant au bruit aérodynamique du ventilateur et du bruit du moteur qui l'entraîne.

On saisit donc tout l'intérêt qu'il y a à diminuer le bruit engendré par un tel sillage tournant qui défile devant les bras - support du ventilateur pour obtenir un fonctionnement plus silencieux.

La structure du sillage générée par une pale est fonction de la définition aérodynamique de cette dernière et, en particulier, de l'évolution du champ de vitesses dans les canaux qui se forment entre deux pales voisines. On a pu observer tout spécialement, que ces sillages peuvent créer autour des bras support des systèmes non-stationnaires qui sont sources de bruit si l'intervalle qui sépare les bords de fuite des pales des bras support est relativement petit. On a constaté que le sillage qui se trouve dans le prolongement des bords de fuite des pales disparaît relativement vite à une certaine distance en aval, par rapport au bord de fuite, du fait de l'amortissement dû à la viscosité de l'air et que ce sillage se perd alors dans la turbulence générale de l'écoulement.

On voit donc que si l'on peut réussir à augmenter la distance qui sépare le bord de fuite d'une telle pale d'hélice des bras support qui la maintiennent sans pour autant augmenter l'encombrement axial de l'ensemble, on peut réduire le bruit engendré par le sillage lorsqu'il vient rencontrer des bras de fixation ou analogues.

Le but de l'invention est de construire une pale d'hélice notamment de groupe motoventilateur à usage automobile, dont la géométrie lui confère, à des régimes de rotation relativement rapides, de grandes performances aérodynamiques et un niveau de silence important.

Pour parvenir à ce résultat on a fait en sorte qu'au moins la section prépondérante de la pale qui est génératrice du bruit acoustique soit le plus éloignée possible des obstacles fixes des bras support ou

analogues.

L'invention a pour objet une pale pour hélice notamment de ventilateur pour véhicule automobile constituée d'un moyeu central cylindrique auquel sont fixés les pieds d'au moins deux pales où cette pale présente un bord d'attaque et un bord de fuite qui sont tous deux courbes et qui sont agencés l'un relativement à l'autre de manière à donner à la pale une configuration falciforme, et où cette configuration falciforme va s'amincissant du pied vers la périphérie, caractérisée en ce que les concavités respectives des bords d'attaque et de fuite courbes sont dirigées vers l'aval dans le sens d'écoulement du fluide et en ce que le bord de fuite courbe est constitué de deux arcs dont les rayons de courbure moyens propres sont différents et se raccordent sans point anguleux.

De préférence, une telle pale est destinée à une hélice qui comprend un carénage extérieur fait d'une virole périphérique à laquelle les têtes de pale sont fixées.

Ce type de pale convient particulièrement bien pour des hélices de motoventilateurs associés aux radiateurs des moteurs thermiques des automobiles.

D'autres caractéristiques de l'invention ressortiront de la lecture de la description et des revendications qui suivent et de l'examen du dessin annexé, donné seulement à titre d'exemple, où :

- la Fig.1 est une coupe méridienne axiale schématique partielle représentant une pale d'hélice suivant l'invention ; et

- les Fig.2A et 2B illustrent respectivement le bruit engendré par une hélice suivant l'invention et celui engendré par une hélice conforme à la technique antérieure dont les caractéristiques de vitesse et de débit ainsi que les dimensions sont pratiquement les mêmes.

Les pales d'hélice pour motoventilateurs étant bien connues dans la technique, on ne décrira que ce qui se rapporte à l'invention. Pour le reste l'homme du métier puisera dans les solutions classiques à sa disposition pour résoudre les problèmes spécifiques qui lui sont posés.

Dans ce qui suit on supposera que la pale pour hélice suivant l'invention est destinée à être utilisée pour faire une hélice pour un ventilateur de radiateur de refroidissement des moteurs thermiques d'automobiles. Il est clair toutefois qu'une telle pale qui permet de réduire le bruit qu'engendre son sillage lorsqu'il rencontre un obstacle fixe situé à proche distance de son bord de fuite et dans le sillage de ce dernier, peut recevoir d'autres applications.

Comme on le voit sur la Fig.1, une pale 10 fait partie d'une hélice constituée d'un moyeu 20 central et d'une virole 30 périphérique. Les pieds 12 et les têtes 13 de pale sont fixés à ce moyeu et à cette virole respectivement.

La pale 10 présente un bord d'attaque 14 et un bord de fuite 15.

Des bras support ou analogues qui sont destinés

à soutenir le motoventilateur ne sont pas représentés.

Comme on le voit sur l'illustration, les bords d'attaque 14 et de fuite 15 sont tous deux courbes et sont agencés relativement l'un à l'autre de manière à donner à la pale une configuration falciforme, ou en sabre, qui va s'amincissant du pied vers la tête de pale. Comme on l'observe sur le dessin, les concavités respectives des bords d'attaque 14 et de fuite 15 sont dirigés vers l'aval, dans le sens d'écoulement du fluide schématisé par la direction de la flèche.

On note que le bord de fuite 15 est constitué de deux arcs 152, 153 dont les rayons de courbure p_2 et p_3 moyens propres sont différents et se raccordent sans point anguleux. Ces arcs de courbe 152 et 153 sont des arcs de cercle ou des arcs de coniques par exemple de centres O_2 et O_3 respectivement.

Pour obtenir la réduction maximale du bruit sans perte d'efficacité par rapport à une hélice traditionnelle, on a observé que le rayon de courbure p_2 moyen de l'arc 152, situé du côté du pied 12 de la pale, doit être plus petit que le rayon de courbure 3 moyen de l'arc 153, situé du côté de tête 13 de pale. De préférence ce rayon p_2 de l'arc 152 est compris approximativement entre le quart et le tiers environ du diamètre extérieur D_2 du moyeu 20 mesuré au pied de pale.

Par exemple, pour un moyeu 20 dont la longueur axiale ou épaisseur est de l'ordre de 55 mm on adopte pour le rayon p_2 de l'arc 152 situé du côté de pied 12 de pale, une valeur comprise approximativement entre le quart et le tiers du diamètre de la virole 30 mesuré en tête de pale. Pour une longueur axiale du moyeu 20 ne dépassant pas 38 mm, on choisit pour le rayon p_2 une valeur égale à environ la moitié de ce diamètre de la virole.

Ceci vaut tout spécialement pour les sections médianes de la pale, les plus énergétiques sur le plan de l'émission acoustique. Ces sections occupent approximativement une zone à peu près également répartie entre pied et tête de pale qui s'étend sur environ les trois quarts de celle-ci.

Suivant l'invention, la configuration falciforme de la pale est telle que le rapport des longueurs l_2 , l_3 des pieds 12 et têtes 13 de pale, respectivement, est de l'ordre de 0,4 environ.

Les dimensions indiquées sont des ordres de grandeur. C'est par exemple ainsi qu'on a observé que le rayon de courbure p_3 moyen de l'arc 153 situé du côté de tête 13 de pale, est fonction de la longueur axiale L du moyeu 20.

Pour illustrer l'amélioration qu'apporte une pale d'hélice suivant l'invention, on a comparé ses caractéristiques sonores avec celles d'une pale traditionnelle illustrée schématiquement sur la Fig.1 en trait mixte discontinu.

Ces pales suivant l'invention et suivant la technique antérieure ont des géométries calculées suivant les techniques classiques de manière à avoir des performances aérodynamiques analogues en ce qui concernent les débits et la pression statique. Seuls changent les profils des bords d'attaque et de fuite, courbes suivant l'invention, rectilignes suivant la technique antérieure.

Par exemple, ces hélices procurent un débit de $1700 \text{ m}^3/\text{h}$ avec une pression statique de 15 mm de colonne d'eau lorsque le diamètre de tête de pale est de 305 mm et le diamètre de pied de pale 124 mm et lorsqu'on fait tourner l'hélice classique à 2580 tr/mn et l'hélice suivant l'invention à 2650 tr/mn. On associe ces deux hélices au même moteur et au même radiateur de véhicule à l'aide de bras support qui ont la même configuration.

Les performances de ces deux hélices sont illustrées respectivement sur la Fig.2A pour l'hélice suivant l'invention et sur la Fig.2B pour une hélice traditionnelle. Sur ces graphiques on a porté en abscisses les fréquences sonores en kHz et le niveau sonore en dB. On constate immédiatement la réduction du niveau sonore global pour l'hélice suivant l'invention puisque ce dernier est de 61,5 dB alors que pour une hélice traditionnelle il est de 66,5 dB.

Sur la Fig.2, les niveaux de pression acoustique sont analysés en tiers d'octaves et le niveau du bruit global est représenté pondéré suivant la norme A.

On observe aussi que le maximum est atteint pour une fréquence plus basse avec une pale suivant l'invention.

Grâce à l'invention on a pu augmenter la distance axiale qui sépare le bord de fuite de la pale de l'hélice des obstacles fixes que constituent les bras support du motoventilateur ou analogues et qui sont générateurs de bruit. L'invention permet d'obtenir un niveau sonore relativement bas par déplacement du spectre de fréquences de l'énergie acoustique en direction des fréquences qui correspondent à une moindre sensibilité de l'oreille humaine.

Revendications

1. Pale (10) pour hélice notamment de ventilateur pour véhicule automobile constituée d'un moyeu (20) central auquel les pieds (12) de pale sont fixés, où cette pale présente un bord d'attaque (14) et un bord de fuite (15) qui sont tous deux courbes et qui sont agencés l'un relativement à l'autre de manière à donner à la pale une configuration falciforme, et où cette configuration falciforme va s'amincissant du pied (12) vers la périphérie, caractérisée en ce que les concavités respectives des bords d'attaque (14) et de fuite (15) courbes sont dirigés vers l'aval dans le sens de l'écoulement du fluide et en ce que le bord de fuite (15) est constitué de deux arcs (152, 153) dont les rayons de courbure (p_2 , p_3) moyens propres sont différents et qui se raccordent sans point anguleux.

2. Pale selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'un au moins de ces arcs (152, 153) est un arc de cercle.

3. Pale selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que l'un au moins de ces arcs (152, 153) est un arc de conique.

4. Pale selon l'une quelconque des revendications

cations 1 à 3, caractérisée en ce que les têtes (13) de pale sont fixées à une virole (30) périphérique.

5. Pale selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que le rapport des longueurs des pied (12) et tête (13) de pale est de l'ordre de 0,4 environ.

6. Pale selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que le rayon de courbure (ρ_2) moyen de l'arc (152) situé côté pied (12) de pale est plus petit que le rayon de courbure (ρ_3) moyen de l'arc (153) situé côté tête (13) de pale.

7. Pale selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que le rayon de courbure (ρ_2) moyen de l'arc (152) situé côté pied (12) de pale est compris approximativement entre le quart et le tiers environ du diamètre du moyeu (20) au pied (12) de pale.

8. Pale selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisée en ce que le rayon de courbure (ρ_3) moyen de l'arc (153) situé côté tête (13) de pale est fonction de la longueur axiale du moyeu (20).

9. Application d'une pale conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 8 à la confection d'hélice pour motoventilateur notamment pour le refroidissement d'un radiateur d'automobile.

30

35

40

45

50

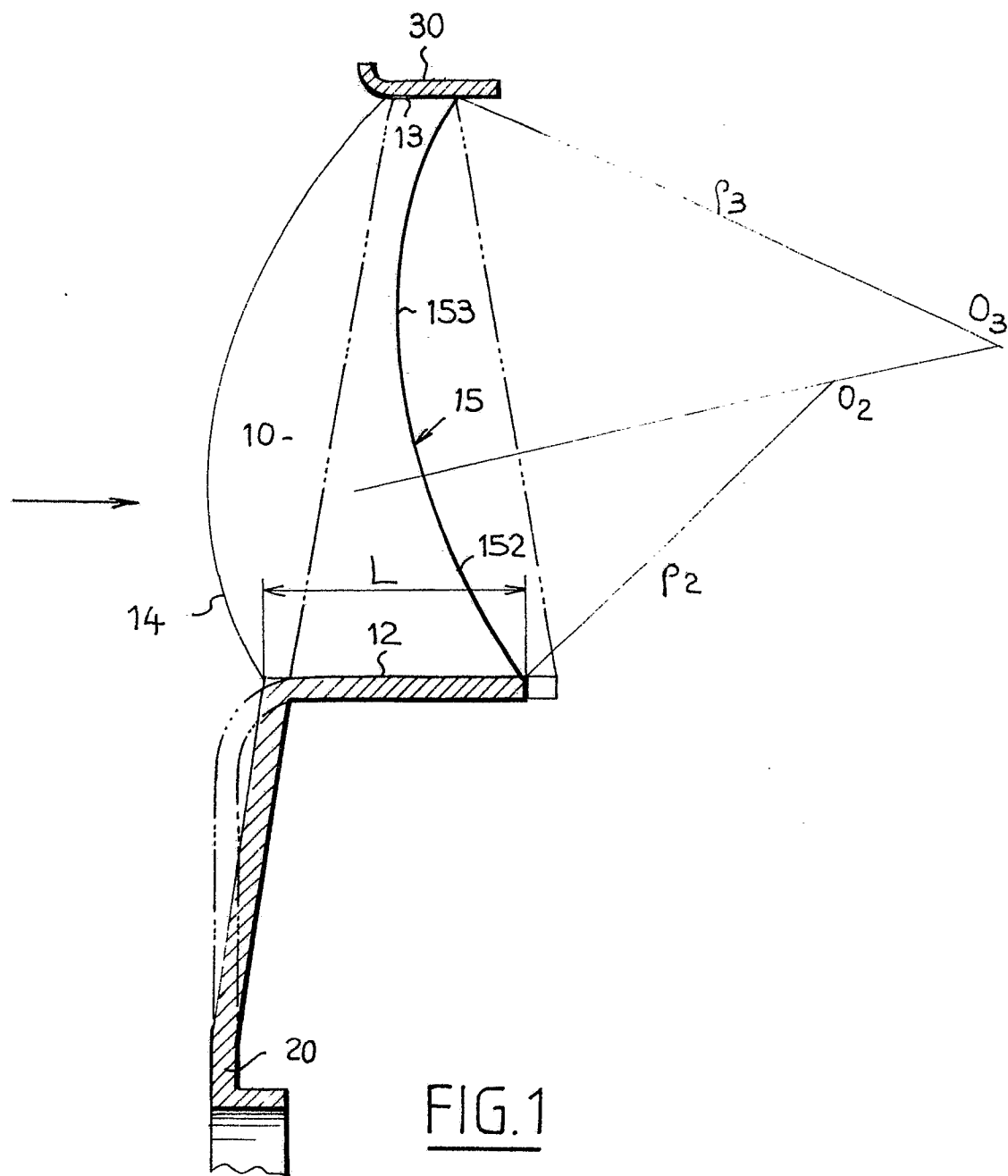
55

60

65

4

0298861



0298861

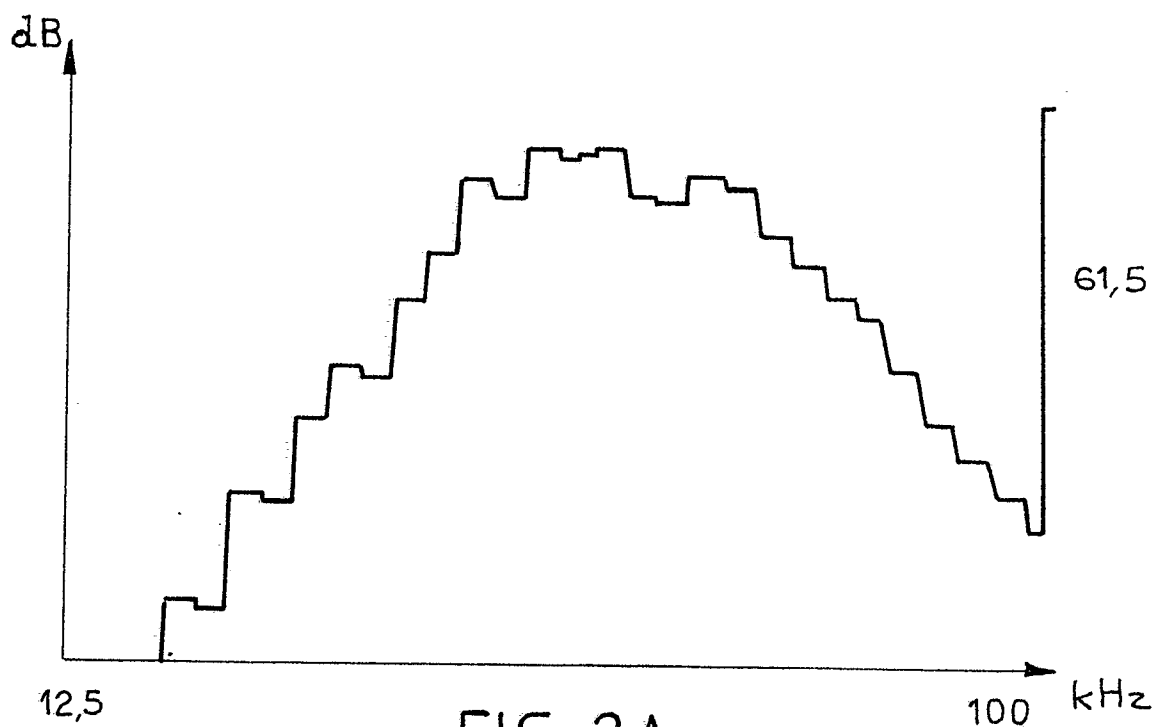


FIG. 2A

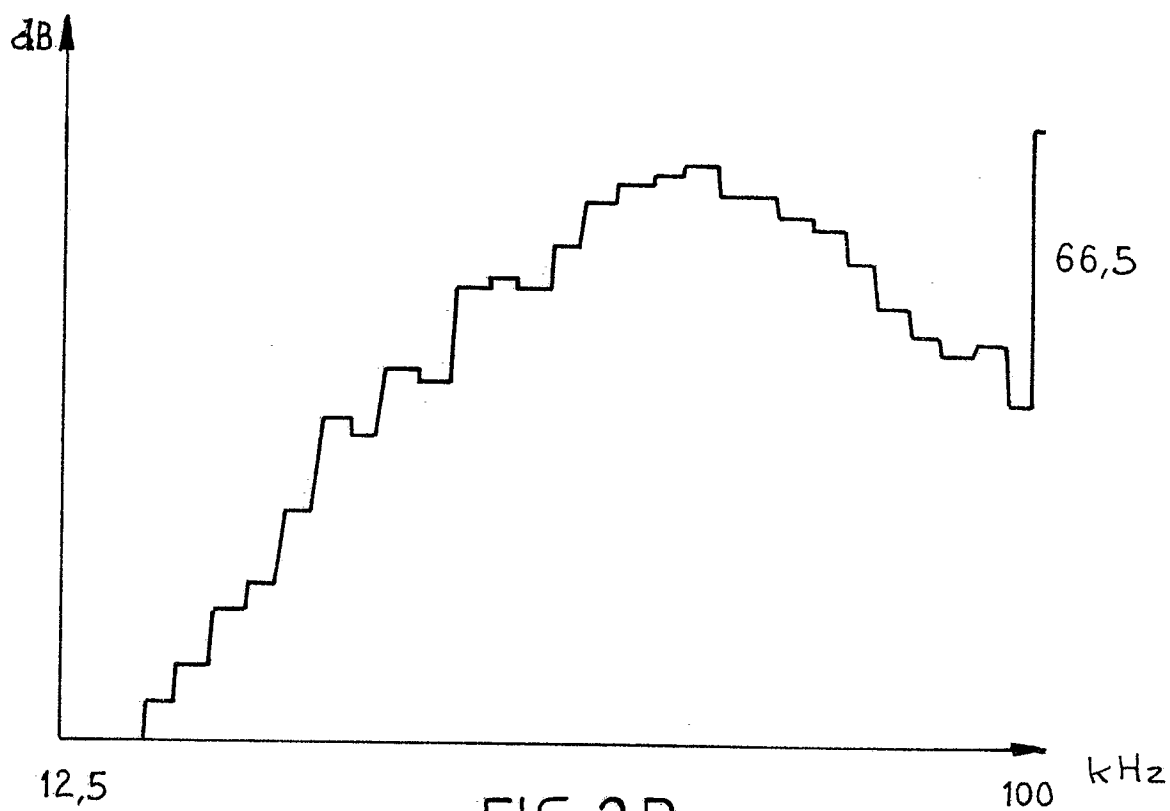


FIG. 2B



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 88 40 1755

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.4)
A	WO-A-8 601 263 (AIRFLOW RESEARCH & MANUFACTURING CORP.) * Revendication 1; figure 2 * ---	1,4,9	F 04 D 29/38
A	US-A-4 131 387 (KAZIN) * Colonne 1, lignes 19-33; colonne 3, lignes 15-35; colonne 4, lignes 23-30; colonne 6, lignes 42-60; figures 2-5 * ---	1-3	
A	US-A-4 012 172 (SCHWAAR) * Revendication 1; figure 8 * -----	1-3	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
			F 04 D 29/00 F 01 P 5/00 F 01 D 5/00 F 02 C 6/00 F 04 D 19/00
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 10-10-1988	Examineur DIMITROULAS P.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			