

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
—
PARIS
—

①1 N° de publication : **2 638 418**
(à utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **89 07196**

⑤1 Int Cl⁸ : B 64 C 11/06.

①2 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

②2 Date de dépôt : 31 mai 1989.

③0 Priorité : US, 2 juin 1988, n° 201,232.

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 18 du 4 mai 1990.

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

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

⑦2 Inventeur(s) : Jan Christopher Schilling ; Charles Evan
Steckle.

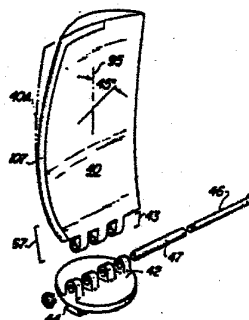
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Alain Catherine, General Electric France.

⑤4 Dispositif de montage des ailettes d'une hélice.

⑤7 Dans une hélice d'avion dont le pas est variable, chaque
ailette 40 de l'hélice est montée sur une charnière, 42, 43, 46,
47 ce qui réduit la rigidité effective de chaque ailette. On peut
faire en sorte que l'angle de la goupille 46 de la charnière soit
tel que l'angle entre les nœuds de torsion et de flexion soit
favorable.

Application aux hélices des avions.



FR 2 638 418 - A1

D

-1-

La présente invention concerne la fixation d'une ailette d'hélice d'avion à une plate-forme de montage.

La figure 1 illustre un avion entraîné par des hélices de poussée, contra-rotatives, 1Av et 1Ar. Les ailettes
5 provoquent la région balayée indiquée en figures 6 et 13 de manière à permettre des vitesses en vol pouvant atteindre Mach 0,85. On a constaté que l'agencement représenté est à l'origine de plusieurs sources uniques d'excitation des vibrations qui perturbent les ailettes de l'hélice. Par
10 exemple, les remous 2 du sillage de l'aile 3 présentent une discontinuité et doivent traverser les ailettes de l'hélice, créant une source d'excitation. Une seconde source d'excitation se produit lorsque l'avion a un angle d'attaque élevé, comme cela se produit pendant le décollage, la montée et
15 l'approche. A ce moment-là, le fuselage crée un tourbillon 6 qui entre dans les hélices 1Ar et 1Av. Le tourbillon 6 perturbe les ailettes de l'hélice tout d'abord lorsqu'elle traverse le premier bord 8 du tourbillon et également lorsqu'elle le quitte, passant par le bord 10. De plus, on
20 rencontre des perturbations élevées dans l'air lors des manoeuvres de tangage, lacet et roulis.

Les ailettes elles-mêmes ont une fréquence de résonance propre comprise entre 10 et 70 Hz. Etant donné que les

hélices tournent à environ 20 tours par seconde, les excitations au nombre d'une par tour et de deux par tour provoquées par le remous 2 et le tourbillon 6 fournissent un stimulus dans cette gamme de réponse. Plus précisément, le remous fournit vingt excitations par seconde et par ailette, et le tourbillon quarante excitations par seconde.

Dans les réalisations antérieures, on a réduit la fréquence de résonance des soufflantes des avions (non des ailettes des hélices) en utilisant des systèmes de montage dit à racine goupillée. Un exemple est le système qu'on rencontre dans le moteur dit TF 34, vendu par la Société General Electric Company. Ce type de montage est représenté en figure 2. Une charnière 12 est fixée à la base de chaque ailette 14 de la soufflante, permettant à l'ailette de tourner entre les positions 16 et 18 représentées en pointillés. Cet agencement présente plusieurs caractéristiques importantes. Tout d'abord, comme représenté en figure 3, les trous 20 et 22 ménagés dans la charnière ont un diamètre 24 plus grand que le diamètre 26 de la goupille 28. Il en résulte que lorsque l'ailette 14 tourne autour de l'axe 63 de la goupille, celle-ci roule (au lieu de glisser) jusqu'à une nouvelle position représentée en figure 3A. Il y a très peu de frottement, voire aucun, de la goupille 28 dans les trous 20 et 22. Le repère de référence 30 indique que la goupille 28 roule et ne glisse pas.

En second lieu, on a utilisé le système à racine goupillée sur un turbo-réacteur à double flux dans lequel le pas des ailettes de la soufflante est fixe ; c'est-à-dire que, comme cela est représenté en figure 4, laquelle est une vue d'une ailette 14 de la figure 2 prise le long de la ligne 4, il n'y a aucune rotation des ailettes de la soufflante entre la position 14 en trait plein et la position 14A en tirets, indiquée par la flèche 33. Pour se répéter, une telle rotation autour de l'axe 29 du pas en figure 2, ou variation du pas, est absente.

L'absence d'un changement du pas, joint aux forces centrifuges élevées agissant sur l'ailette, tolère l'utilisation de la goupille roulante, libre, qui est représentée en figure 3. Cependant, lorsqu'on utilise une ailette à changement du pas aux faibles vitesses de rotation, le montage de la goupille libre soulève le problème qu'on a représenté sous forme exagérée en figure 5. Les forces aérodynamiques et les forces centrifuges agissant sur l'ailette ont tendance à entraîner la goupille 28 dans la position en biais représentée. Un tel biais est fâcheux au moins pour la raison que l'angle d'attaque de l'ailette devient quelque peu découplé de la position de la demi-charnière inférieure 57 de la figure 2.

Une troisième caractéristique est que la goupille 28 de la charnière est située à l'extérieur, et non à l'intérieur, du courant de la soufflante indiqué par les flèches 31. Plus précisément, la goupille est située au-dessous de la plate-forme 58 de l'ailette (figure 2), à l'arrière du capot 59 du moyeu de l'hélice. Dans un tel emplacement, la goupille est entourée par de l'air à faible température (approximativement à la température ambiante).

Une quatrième caractéristique est que la goupille est approximativement parallèle à l'axe de rotation 66 de la soufflante. Cela a pour effet que le bord d'attaque 61 de l'ailette 14 reste dans le même plan radial lorsque la flexion se produit jusqu'à la position 16 en trait mixte.

La présente invention a pour objet une monture perfectionnée pour hélice d'avion.

La présente invention a pour autre objet un dispositif perfectionné pour lutter contre les vibrations dans les hélices d'avion.

Dans un mode de réalisation de l'invention, une ailette d'hélice d'avion est fixée à une plate-forme de montage au moyen d'une goupille, ressemblant, à certains égards, à la goupille d'une charnière. Le jeu entre la

goupille et les bossages dans lesquels elle est montée est très petit, ce qui empêche que l'ailette ne se mette en biais lors du changement du pas.

La suite de la description se réfère aux figures annexées qui représentent respectivement :

figure 1, un avion entraîné par des hélices de poussée contra-rotatives ;

figure 2, une monture à racine goupillée dans une soufflante d'avion ;

figures 3 et 3A, le mouvement du dispositif de montage à goupille de la figure 2 ;

figure 4, le changement du pas dans une hélice d'avion ;

figure 5, un type de défaut d'alignement de la goupille se produisant dans l'agencement de la figure 2 ;

figure 6, un mode de réalisation de la présente invention ;

figure 6A, un second mode de réalisation de l'invention ;

figures 7 et 7A, la déformation sous forme schématique de la douille en élastomère de la figure 6 ;

figure 8, un autre mode de réalisation de l'invention ;

figures 9 et 10, des noeuds pouvant se produire dans les ailettes de l'hélice pendant la flexion ;

figures 11 et 12, des noeuds pouvant se produire dans les ailettes de l'hélice sous l'effet de la torsion ;

figure 13, un type de fixation entre l'étrier de la goupille et l'ailette de l'hélice ;

figure 14, une seconde vue de l'ailette 13 prise le long des lignes 14-14 ;

figure 15, un autre mode de réalisation de l'invention, comportant un conducteur pour transmettre la charge déposée par les coups de foudre ;

figure 16, un autre mode de réalisation de l'invention ;

figure 17, un type de construction de la racine d'une ailette qui est différente de celle de la figure 13 ;

figure 18, un diagramme de l'intensité des forces en fonction de la position à l'intérieur d'un étrier 43 de l'ailette (l'étrier est représenté par la poutrelle 81) ;

figures 19A-C, le raccordement de fibres ;

figure 20, une vue en coupe schématique d'un moteur d'avion dans lequel on peut utiliser la présente invention ;

figure 21, un diagramme vectoriel illustrant un objet frappant l'ailette d'une hélice ;

figures 22 et 23, des graphiques de la fréquence des vibrations en fonction de la vitesse d'une ailette d'hélice ;

figure 24, la masse ponctuelle 219 d'une ailette d'hélice et un pendule dont le comportement peut ressembler à celui de la masse ponctuelle.

Dans les dessins, la figure 6 représente un mode de réalisation de la présente invention. Dans cette figure, une ailette 40 de soufflante est articulée sur une plate-forme 42 par une goupille 46. L'ailette 40 porte un étrier 43, et la plate-forme 42 présente un étrier correspondant 44. Les deux étriers sont maintenus ensemble par la goupille 46.

Comme représenté en figure 6, une douille anti-friction 47 entoure la goupille 46. La douille est en matériau anti-friction tel que la soudure vendue sous le nom Fabroid X, qu'on peut se procurer auprès de la société Lear Siegler, Inc., de Phoenix Arizona. De préférence, la douille présente un écart d'épaisseur de - 0,05 à + 0,02mm par rapport à l'épaisseur de l'espace entourant la goupille, formant ainsi un ajustage à friction légère. Cet agencement permet à l'ailette de la soufflante de pivoter comme cela est représenté par le contour 40A en trait mixte, sans se mettre en biais comme cela est représenté en liaison avec la figure 5. La douille sert à maintenir l'alignement des étriers 43 par rapport à l'axe 46B.

Dans un autre mode de réalisation de l'invention, la

douille anti-friction 47 est remplacée par plusieurs douilles 48 en élastomère (figure 6A), qui sont fixées à l'étrier 43 de l'ailette par collage ou par des cannelures, alors que la goupille 46 est ancrée et ne tourne pas comme cela est
5 indiqué par le symbole 46A. (En variante, la goupille 46 peut être fixée rigidement à l'étrier 43 de l'ailette, et les douilles 48 en élastomère peuvent être assujetties entre la goupille et l'étrier 42 de la plate-forme, et par conséquent être meulées mécaniquement).

10 Les douilles en élastomère étant installées, lors du pivotement de l'ailette 40, chaque douille se déforme, comme cela est représenté schématiquement par l'extension des ressorts 50 (qui représentent l'élastomère) dans la séquence des figures 7 et 7A, dans lesquelles la flèche 52 indique la
15 rotation.

Les douilles en élastomère ont tendance à écrêter la distribution des forces statiques auxquelles les étriers sont soumis, comme on l'expliquera en liaison avec la figure 18. Dans cette figure, une partie de l'étrier 43 de l'ailette est
20 représentée sous forme d'une poutrelle 81 dans laquelle la goupille 46 est montée. Lorsqu'un moment est appliqué à la poutrelle 81, par exemple par la force indiquée par la flèche 82, la force agissant sur les parois du trou 83 est en gros telle que représenté dans les graphiques appelés "force,
25 haut" et "force, bas" ; plus précisément, la force agissant au point 84 sur la poutrelle 81 est élevée, comme cela est indiqué par le point 85 de la courbe "force du haut" et, d'une façon similaire, pour le point 86, comme cela est représenté par le point 87 de la courbe "force du bas". (On
30 remarquera que les courbes des figures 18 sont approximatives, et qu'elles peuvent avoir la forme des courbes 88 en tirets en fonction de la compressibilité de la poutrelle 81).

La douille en élastomère redistribue la force, comme cela est indiqué par la courbe appelée "force du haut avec
35 douilles", réduisant la charge du matériau aux points 84 et

86 qui agit sur la poutrelle 81.

Un autre mode de réalisation de l'invention est représenté en figure 8, dans laquelle l'axe 63 de la goupille (non représenté et qui est également l'axe autour duquel fléchit l'ailette de la soufflante), n'est pas parallèle à l'axe de rotation 66 de la soufflante.

En d'autres termes, la goupille est orientée de façon que, lors de la flexion de l'ailette, le bord d'attaque 40A de l'ailette 40 pénètre le plan radial de la racine 40B, comme représenté dans la zone 67.

On expliquera l'un des avantages de ce type d'agencement de goupille en liaison avec les figures 9 à 12. Les modes d'oscillation excités dans l'ailette à cause des forces de flexion ont tendance à former des noeuds et des anti-noeuds ressemblant à ceux représentés sous forme exagérée en figure 9. Les noeuds et les anti-noeuds ont tendance à être parallèles à l'axe 46B de la goupille 46. D'autres charges, provoquées par la charge aérodynamique de torsion, ont tendance à produire le diagramme nodal représenté en figure 11. Le mode de réalisation de la présente invention qu'on discute actuellement permet à l'angle B, figure 12, qui est l'angle entre les noeuds de flexion et les noeuds de torsion, d'être contrôlé. Il est souhaitable d'être en mesure de contrôler l'angle B car cela permet d'obtenir un certain contrôle du comportement oscillatoire de l'ailette et par conséquent d'améliorer sa stabilité. Plus précisément, on peut contrôler le couplage des fréquences de flexion-torsion dans l'ailette. L'angle B dépend dans une large mesure de l'angle de la goupille représenté en figure 8.

En figure 14 on a représenté un procédé de construction de la racine 67 d'une ailette (figure 6), laquelle est une vue prise le long des lignes 14-14 de la figure 13. En figure 14, un noyau en mousse 90 est en partie entouré par un oeillet 93 qui renferme une douille en acier 96 pour améliorer la résistance mécanique. La douille en acier

entoure la douille anti-friction 48 de la figure 4. Plusieurs couches (par exemple L1) de graphite ou de fibres de verre sont enroulées autour de l'oeillet comme cela est représenté. Les fibres sont liées dans une matrice de résine, par exemple une résine époxy. Il est important que les fibres courent continuellement à partir de la zone 98 jusqu'à la zone 99 en suivant le trajet en tirets. Cela confère un plus grand support contre les forces centrifuges que si les fibres étaient, par exemple, raccordées au point 104.

En figures 19A-C on a représenté ce plus grand support. En figure 19A, les fibres 106A se chevauchent dans la zone 107A, et la résine 108A placée entre elles est soumise à un cisaillement. En figure 19B, les fibres 106B se chevauchent sur une zone 107B plus grande, et une plus grande longueur de résine 108B est placée en cisaillement. En figure 19C, une zone 107C encore plus grande pour le chevauchement se produit, avec une section plus grande 108C de résine placée en cisaillement. On préfère le cas de la figure 19C car, d'une façon générale, la résine 108C n'est pas aussi résistante en matière de cisaillement que les fibres 106C le sont en matière de tension. Par conséquent, on préfère avoir une zone de chevauchement plus grande (c'est-à-dire un raccordement plus long) en cas d'épissures.

Cependant, on préfère que, dans la mesure du possible, on élimine les épissures, et que les fibres courent continuellement à partir de l'extrémité 106E de la figure 14, autour de la zone contenant la douille 96 à la racine de l'ailette, pour sortir de nouveau à l'extrémité 106E. Plus précisément, les zones 98 et 99 qui contiennent les extrémités pour le trajet 101 que suivent les fibres maintenant en question, sont situées à l'extrémité 106E.

L'orientation des fibres dans chacune des neuf couches est donnée par les angles indiqués. Les angles sont mesurés par rapport à un axe imaginaire 95 représenté en figure 6 qui

coïncide avec la direction des forces centrifuges auxquelles l'ailette est soumise. Par exemple, comme représenté dans cette figure, des fibres disposées comme cela est indiqué font un angle d'environ 45°. Les fibres en graphite sont imprégnées d'une résine appropriée, connue dans la technique, et sont ensuite durcies en autoclave, ou bien on peut utiliser un procédé de moulage par transfert de résine.

Dans un autre mode de réalisation de l'invention, un nez métallique de protection 107 est fixé au bord d'attaque représenté en figure 6. Le nez a pour fonction d'assurer la protection contre les endommagements provoqués par les corps étrangers, comme cela se produit lorsqu'un oiseau heurte une ailette, et aussi de fournir un trajet conducteur pour les éclairs à partir de l'ailette composite par ailleurs non conductrice. De plus, comme représenté en figure 15, une tige métallique 109 relie le nez de protection 107 à la goupille 46, de préférence à proximité de l'extrémité de cette dernière de façon à ce qu'on n'ait pas à pénétrer la douille 48. La tige 109 forme un trajet dissipatif pour les éclairs frappant l'ailette 40.

L'étrier 44 de la plate-forme est métallique et est relié par un trajet métallique conducteur au moteur de l'avion, lequel l'est à son tour au fuselage représenté en figure 1. Ce trajet conducteur répartit la charge acquise par l'ailette de l'hélice et permet la dissipation de la charge sur le fuselage de l'avion. De l'air à écoulement libre élimine la charge.

La figure 16 représente un autre mode de réalisation de l'invention. La plate-forme 42 qui supporte l'étrier (non représenté) est maintenue par des roulements à l'état solide 150, d'un type connu dans l'art, qui permettent la variation du pas que l'on décrit en liaison avec la figure 4. L'étrier 43 de la plate-forme comporte des parties en prolongement 155 qui empêchent la rotation au-delà de la position indiquée par l'étrier 43A en trait mixte. Le coin heurte la plate-forme

42, empêchant la poursuite de la rotation. En outre, les parties en prolongement sont construites de façon que si l'ailette heurte un gros objet, la partie en prolongement se fracturera, permettant la rotation de l'ailette 40 suivant un angle plus grand plutôt que sa rupture. Dans un certain sens, les parties en prolongement 155 agissent en limiteurs sacrificiels, qui restreignent la rotation de l'ailette, dans la mesure où la force provoquant la rotation est inférieure à une certaine intensité. Lorsque la force dépasse cette intensité, les parties en prolongement sont sacrifiées pour éviter l'endommagement de l'ailette.

On expose ci-après plusieurs aspects importants de la présente invention :

1. L'invention peut être utilisée dans un moteur à soufflantes non-canalises, contra-rotatives, du type représenté en figure 1. La figure 20 est une section en coupe très schématique de ce moteur. Les températures régnant à l'intérieur du capot 70, dans les zones 73A-73C, ont tendance à être élevées, étant d'au moins 175°C. De telles températures sont néfastes pour des ailettes composites, non métalliques, telles que les ailettes 40. La présente invention sert à isoler les composants composites des hautes températures car le trajet métallique conducteur en dehors de la zone 73C se termine par l'étrier 44 de la plate-forme (figure 6) : l'étrier 43 de l'ailette, ainsi que l'ailette 40, sont constitués de composites, non d'un métal. En outre, l'étrier 44 de la plate-forme est refroidi par le trajet d'écoulement de la soufflante, représenté par la flèche 31, en figures 6 et 20, la température étant égale ou voisine de la température ambiante. Dans les conditions de vol, la température ambiante peut être d'environ -45°C.

2. L'étrier métallique 44 de la plate-forme fournit un trajet pour dissiper la foudre.

3. Le point de fixation de l'ailette à la plate-forme se trouve dans le trajet d'écoulement de la soufflante, bloc

70C en figure 20. Le point de fixation ne se trouve pas dans le capot 70, ou à proximité de la zone chaude 73B. Comme on l'a mentionné, cela aide au blocage du flux thermique provenant des zones intérieures chaudes du capot 70.

5 4. Le fait que l'ailette puisse fléchir grâce à la racine goupillée permet d'améliorer sa résistance aux endommagements provoqués par les chocs des corps étrangers; c'est-à-dire que l'ailette n'est pas rigidement en porte-à-faux sur le capot 70, mais peut fléchir suivant l'angle A indiqué en
10 figure 7. Cette flexion présente l'avantage suivant.

 Lorsqu'une ailette d'hélice heurte un corps étranger tel qu'un oiseau, la situation ressemble à celle qui est représentée en figure 21. La rotation de l'ailette est indiquée par le vecteur 130, alors que le mouvement de
15 l'avion vers l'avant l'est par le vecteur 133. Le mouvement de l'hélice par rapport à la terre est la somme de ces deux vecteurs indiquée par le vecteur 136. Lorsque le corps étranger frappe l'ailette, celui-ci se déplacera probablement
20 suivant la ligne 139 en tirets, laquelle coïncide avec la somme vectorielle 136.

 Le mouvement de l'objet peut être décomposé en deux vecteurs, à savoir un vecteur 140 perpendiculaire à la surface de l'ailette et un vecteur 142 parallèle à cette surface. Lors du choc, le vecteur normal 140 fait dévier
25 l'ailette pour la faire passer de la position 40A en tirets à la position 40 en trait plein. Cette déviation dégage un trajet pour l'objet, de sorte que, dans la plupart des cas, celui-ci pourra se déplacer librement vers l'aval et éviter l'ailette, en gros, suivant le trajet indiqué par la grosse
30 flèche 146. Dans un certain sens, le montage goupillé permet à l'ailette d'osciller librement en dehors de l'objet.

 5. En déplaçant le point de fixation des ailettes dans le trajet d'écoulement, on obtient un plus grand espace à l'intérieur du capot 70, à proximité de la zone 73B de la
35 figure 20, par rapport au dispositif représenté en figure 2.

6. Le fait que l'ailette soit fixée à l'extérieur du capot 70 permet de procéder rapidement à son enlèvement et à son remplacement.

5 7. En règle générale, il doit y avoir un composant métallique dans le trajet entre les charges centrifuges et aérodynamiques imposées par l'ailette composite 40 et le composant du moteur qui absorbe ces charges. Les solutions de l'art antérieur lient l'ailette composite 40 de la figure 17 à un longeron métallique 80 qui peut être fixé au composant métallique au moyen de l'étrier 43 de l'ailette. Dans ce cas, 10 le composant métallique sera l'étrier 44 de la plate-forme en figure 6. Cette solution nécessite un lien par adhésif entre le composite et le métal, par exemple sur la surface 80A.

15 De façon différente, la présente invention élimine une telle liaison par adhésif, et à sa place relie un étrier 43 d'ailette composite (figure 6) à un étrier 44 de plate-forme métallique en utilisant la goupille métallique 46. En d'autres termes, il n'y a aucune jonction par adhésif entre les composites et les métaux qui se trouve placée en 20 cisaillement. Au contraire, la force centrifuge est supportée par les fibres en graphite, lesquelles sont généralement en tension, et est transmise à l'étrier 44 de la plate-forme par la goupille métallique 46. La charge de cisaillement existe aux interfaces 79 en figure 15 entre les composants des 25 étriers, et est supportée par la goupille 46.

8. Une ailette classique de soufflante d'avion est montée avec jeu dans une fente. L'ailette devient serrée dans la fente pendant le fonctionnement sous l'effet de la force centrifuge. Cependant, pendant les périodes de non fonctionnement, le vent peut s'introduire dans la soufflante, la transformant en moulin-à-vent et provoquant le déplacement des ailettes dans leurs fentes et "créant un bruit métallique". Cela peut endommager les montures de l'ailette. 30 L'ajustage par frottement de la douille 47 et l'adhérence de la douille en élastomère 48 qu'on a décrits ci-dessus ont 35

tendance à réduire ou à éliminer ce phénomène.

9. L'expression "liaison goupillée" est bien définie dans la technique. On verra à ce sujet, par exemple, l'article de J.. Meriam, "Statics and Dynamics", John Wiley & Sons, Inc., New York (1969), pages 40 et 41 et de Crandall et Dahl, "An Introduction to the Mechanics of Solids", McGraw-Hill Book Company, New York (1959), pages 15 et 16.

10. La racine goupillée réduit les contraintes agissant sur les ailettes dans la zone de la racine en diminuant ou éliminant les moments dus à une charge aérodynamique constante. L'abaissement des contraintes se traduit par une plus grande capacité de charge et une durée de vie plus longue de l'ailette.

On peut expliquer un autre résultat de cette réduction du moment en liaison avec les figures 22 et 23. La figure 22 est une courbe des vibrations pour une hélice (non représentée) donnée à titre d'exemple de l'art antérieur et comportant un système de rétention standard de l'ailette (c'est-à-dire que la racine goupillée est absente). La ligne 200 donne une conversion linéaire univoque entre les tours par minute (sur l'axe horizontal) et les cycles par seconde (cps sur l'axe vertical) pour des excitations avec une excitation par révolution provoquées par l'ailette. Par exemple, le point 205 indique que la rotation de 1200 tr/min. se transforme en 20 cycles par seconde, ce qui signifie que, à 1200 tr/min., le nombre des excitations se produisant par seconde est de 20. D'une façon similaire, la ligne 202 transforme les tours/minute en excitations de deux par révolution. Par exemple, le point 207 indique que 1200 tr/min. correspondent à 40 cycles par seconde. On a donné ci-dessus en liaison avec les bords 8 et 10 des tourbillons (figure 1), un exemple d'une source de deux excitations par révolution.

On peut considérer l'ailette d'hélice, donnée à titre d'exemple, lorsqu'elle ne comporte pas la racine goupillée,

comme une poutre en porte-à-faux qui constitue une structure relativement rigide. La rigidité donne une courbe de résonance 210 relativement élevée pour l'ailette. (La courbe de résonance peut légèrement varier d'une ailette à l'autre dans une hélice donnée : chaque ailette peut avoir une fréquence de résonance légèrement différente à une vitesse donnée). Une raison de l'augmentation, en figure 23, de la fréquence de résonance se produisant avec l'accroissement de la vitesse est que la force centrifuge raidit l'ailette.

La courbe de résonance 210 donne, en général, les fréquences respectives, en cycles par seconde, auxquelles l'ailette résonne, pour des vitesses différentes de l'hélice. Par exemple, à la faible vitesse 212, la résonance est environ 25 cycles par seconde, comme cela est indiqué par le point 213. A la vitesse élevée 215, la résonance est environ 30 cycles par seconde, comme cela est indiqué par le point 216. Le type de résultat donné par la courbe de résonance 210 ne doit pas être l'objet de confusion avec celui donné par les lignes 200 et 202. Ces dernières lignes transforment les unités des tours/minute (sur l'axe horizontal) en cps (sur l'axe vertical), et ne donnent pas des valeurs concernant un élément extérieur à la courbe, par exemple une ailette d'hélice.

Par contraste avec l'ailette donnée à titre d'exemple, l'ailette à racine goupillée de la figure 6 présente une rigidité réduite : l'ailette n'est plus en porte-à-faux, mais ressemble davantage à un pendule comme cela est représenté en figure 24. Dans cette figure, on a représenté l'ailette 40 comme étant inversée, parce que l'action de la force centrifuge ressemble à celle de la pesanteur agissant sur un pendule. De façon approximative, on peut considérer l'ailette 40 comme une masse ponctuelle 219 se balançant sur une corde 221 sans masse qui a environ 60 cm de long (cote 223). L'ailette ressemble à un pendule.

De fait, un pendule qui a environ un mètre de long a

une période d'environ 2 secondes, qui correspond à la fréquence de 0,5 cps. Le pendule de la figure 24, ayant 60 cm de long aura une période plus courte qu'on supposera égale, à des fins d'illustration, à 1,5 sec., ce qui correspond à une

5 fréquence de 0,6 cycle par seconde. Par conséquent, aux vitesses très faibles où la force centrifuge est minimale, la fréquence de résonance de l'ailette/pendule est indiquée par le point 220 en figure 23, laquelle est proche de 0,6 cps.

Avec l'augmentation de sa vitesse, l'ailette se raidit

10 sous l'effet de la charge centrifuge, et la courbe de résonance suit la ligne 222. Il est important que la courbe de résonance 222 de l'ailette à racine goupillée coupe la courbe 202 à deux excitations par révolution à l'intérieur du cercle 225, à une faible vitesse de l'hélice qui est

15 inférieure à la vitesse au ralenti et à l'extérieur de la gamme normale de fonctionnement pour les vitesses en vol. En outre, la courbe 222 ne coupe pas du tout la ligne 200 correspondant à une excitation par révolution.

Par contraste, la courbe de résonance 210 en figure

20 22 de l'hélice représentant un exemple de la technique antérieure coupe la courbe d'excitation 202 à l'intérieur du cercle 225, ce qui est fâcheux car ce croisement a lieu à l'intérieur de la gamme normale de fonctionnement (c'est-à-dire, entre les vitesses au ralenti et au décollage) de

25 l'hélice. On ne peut faire fonctionner l'ailette de l'hélice pendant une durée maintenue lorsque la fréquence d'excitation est égale à une fréquence de résonance de l'ailette, car il se produira un endommagement de celle-ci. La coupure analogue pour la présente invention s'effectue dans le cercle 223 de

30 la figure 23, c'est-à-dire à l'extérieur de la gamme normale de fonctionnement de l'hélice, éliminant le risque d'endommagement ou de fatigue dû au phénomène de résonance.

On vient de décrire une invention dans laquelle une ailette d'hélice, ou de soufflante, est montée sur un rotor

35 en utilisant un agencement à articulation par goupille.

L'ailette est du type à pas variable. L'agencement réduit la fréquence de résonance de l'ailette en utilisant une fixation par goupille sur le rotor. Cette diminution de la fréquence de résonance réduit, pense-t-on, l'excitation de l'ailette dans le mode à première flexion. (Alors que des excitations peuvent exister dans d'autres modes, c'est-à-dire à d'autres fréquences, de telles excitations sont moins inquiétantes car, en général, les ailettes amortissent naturellement les vibrations aux autres modes mieux que dans le premier mode). L'angle fait par la goupille avec l'axe de rotation peut être contrôlé de manière à ajuster celui que les noeuds de flexion font avec les noeuds de torsion.

En outre, l'ailette de l'hélice est constituée de matériaux composites, qui ne résistent pas aussi bien que les métaux à la chaleur et aux endommagements. Un nez métallique protège l'ailette contre les chocs avec les corps étrangers. Le nez a aussi pour fonction de fournir un trajet conducteur pour la foudre.

Dans la présente invention, l'articulation est située dans le trajet d'écoulement. L'étrier de l'articulation est métallique, et par conséquent conducteur. Cet étrier est relié aux sections chaudes du moteur fournissant un trajet pour le flux thermique entre les sections chaudes et l'ailette. Cependant, cet étrier est refroidi par le courant d'air, entraînant le flux thermique vers l'atmosphère. L'autre étrier est constitué de matériaux composites.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif à hélice pour avion, caractérisé en ce qu'il comprend :

- 5
- a) une ailette (40) d'hélice du type à pas variable;
 - b) un rotor pour supporter l'ailette de l'hélice et
 - c) une liaison goupillée (46) entre l'ailette et le rotor.

10

2. Dispositif pour avion qui produit des stimuli excitant les ailettes d'une hélice dans un premier mode de flexion, caractérisé en ce qu'il comprend :

- a) un moyen pour permettre le changement du pas des ailettes, et
- b) un moyen pour éviter la résonance par les ailettes dans le premier mode de flexion.

15

3. Dispositif pour fixer une hélice d'avion à un rotor, caractérisé en ce qu'il comprend :

- a) un étrier (43) à proximité de la base de l'hélice;
- b) un étrier d'accouplement (44) sur le rotor;
- c) une goupille (46) pour montage dans les alésages des étriers afin de réunir les deux étriers, et
- d) un moyen de douille (47) pour réduire le jeu de la goupille dans les alésages.

20

4. Dispositif pour fixer une hélice d'avion à un rotor, caractérisé en ce qu'il comprend :

- 25
- a) un étrier métallique (44) fixé au rotor et pouvant tourner autour de l'axe du pas,
 - b) un second étrier (43) qui est pratiquement non métallique, et

30

- c) une goupille (46) reliant les premier et second étriers et située à l'intérieur du trajet d'écoulement de l'hélice.

5. Dispositif de propulsion caractérisé en ce qu'il comprend :

- 35
- a) une ailette (40) d'hélice créant une région balayée ;

b) un nez métallique (107) pour protéger le bord d'attaque de l'ailette;

c) un étrier (43) d'ailette fixé à l'ailette de l'hélice;

5 d) un étrier (44) de plate-forme (42) :

1°) qui est relié à un rotor ;

2°) peut tourner autour de l'axe du pas, et

3°) fournit un trajet conducteur entre une zone du nez et l'avion.

10 e) une goupille (46) pour relier l'étrier de l'ailette à l'étrier de la plate-forme, permettant le mouvement de l'étrier de l'ailette par rapport à l'étrier de la plate-forme, et

15 f) une douille (48) entourant la goupille pour maintenir son alignement à l'intérieur des alésages des étriers.

6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que la douille du paragraphe f) est constituée d'un matériau élastique qui résiste à la rotation de l'étrier de l'ailette par rapport à l'étrier de la plate-forme.

20 7. Hélice d'avion, caractérisée en ce qu'elle comprend :

a) des ailettes (40) qui :

1°) sont fixées à un rotor ;

25 2°) tournent autour d'un axe de rotation, et

3°) tournent autour de l'axe du pas, et

b) une charnière fixant chaque ailette au rotor, qui réduit la rigidité effective de chaque ailette.

8. Dispositif de propulsion d'avion qui comporte des ailettes (40) de propulsion tournant autour d'un axe de rotation, caractérisé en ce qu'il comprend :

30 a) une charnière pour fixer chaque ailette à un rotor, située dans le trajet d'écoulement pour la propulsion, et comportant une goupille d'articulation (46) qui n'est pas
35 parallèle à l'axe de rotation.

9. Dispositif de propulsion d'avion, caractérisé en ce qu'il comprend :

a) une ailette (40) d'hélice ayant un étrier (43) d'ailette fixé à proximité de la racine de l'ailette,

b) une plate-forme (42) d'ailette qui peut tourner autour de l'axe du pas de l'ailette et qui définit une zone radialement intérieure dans le trajet d'écoulement de l'hélice,

c) un étrier (44) de plate-forme fixé à la plate-forme et situé à l'intérieur du trajet d'écoulement de l'hélice, et

d) un moyen (46) pour fixer l'étrier de l'ailette à l'étrier de la plate-forme pour former un joint articulé.

10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que le moyen de fixation du paragraphe d) est une goupille (46), et en ce qu'il comprend en outre :

e) un moyen de douille (47) associé à la goupille pour éviter la mise en biais de l'étrier de l'ailette par rapport à l'étrier de la plate-forme.

11. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que le moyen de fixation du paragraphe d) comprend une goupille, et en ce qu'il comporte en outre :

e) une douille en élastomère (48) pour éviter la mise en biais de l'étrier de l'ailette par rapport à celui de la plate-forme, et

f) un moyen de fixation pour fixer la douille en élastomère à la goupille et soit à l'étrier de l'ailette, soit à l'étrier de la plate-forme, de façon que la douille en élastomère se déforme pendant la flexion du joint articulé et applique une force de rappel qui tend à réduire la flexion.

12. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que le joint articulé est configuré de façon que l'ailette de l'hélice se déplace suivant une distance supérieure à un plan radial lorsqu'il y a flexion du joint articulé.

13. Dispositif à ailette pour hélice, caractérisé en

ce qu'il comprend :

a) une plate-forme (42) d'ailette qui peut tourner autour d'un axe de changement du pas,

5 b) un étrier (44) conducteur fixé à la plate-forme de l'ailette,

c) un étrier non-conducteur qui s'accouple à l'étrier conducteur afin de former un joint articulé,

d) une ailette (40) d'hélice fixée à l'étrier non-conducteur, et

10 e) un conducteur (109) s'étendant à partir de l'étrier conducteur sur une partie importante de l'ailette de l'hélice.

14. Dispositif selon la revendication 13, caractérisé en ce que le trajet conducteur du paragraphe e) comprend:

15 a) un nez métallique (107) de protection s'étendant le long du bord d'attaque de l'ailette de l'hélice et

b) un conducteur flexible s'étendant entre le nez et l'étrier conducteur qui maintient un trajet conducteur entre le nez et l'étrier conducteur pendant la flexion du joint articulé du paragraphe c).

20 15. Dispositif selon la revendication 13, caractérisé en ce qu'il comprend en outre :

f) un moyen (109) pour conduire les charges électriques entre l'étrier conducteur et un avion auquel est fixé le dispositif à ailettes de l'hélice.

25 16. Dispositif de propulsion d'un avion qui comprend une ailette d'hélice non-conductrice, caractérisé en ce qu'il comporte :

a) un moyen de protection s'étendant le long du bord d'attaque de l'ailette de l'hélice qui :

30 1) est constitué d'un matériau qui est moins sujet aux endommagements dus aux chocs avec des oiseaux que le matériau constituant le reste de l'ailette, et

35 2) conduit les charges électriques provoquées par la foudre jusqu'à une zone proche de la racine de l'ailette,

et

b) un moyen de dissipation des charges qui achemine la charge électrique à partir de la racine de l'ailette jusqu'à des endroits de l'avion où la charge peut être éliminée par le courant d'air libre.

5

17. Hélice d'avion, caractérisée en ce qu'elle comprend:

a) des ailettes (40) du type à pas variable et

10

b) un moyen pour éliminer pratiquement les vibrations des ailettes dans le premier mode de flexion pendant le fonctionnement de l'hélice entre les vitesses au ralenti et au décollage.

18. Hélice d'avion, caractérisée en ce qu'elle comprend:

15

a) des ailettes (40) du type à pas variable, chacune ayant un premier mode de flexion en matière de vibrations et

b) un moyen pour éviter que les ailettes ne résonnent dans le premier mode de flexion lorsque l'hélice fonctionne entre les vitesses au ralenti et de décollage.

20

19. Hélice d'avion, caractérisée en ce qu'elle comprend:

a) des ailettes (40) du type à pas variable, chaque ailette ayant au moins une fréquence de vibration à laquelle la fatigue de l'ailette se produit lorsque celle-ci est excitée à ladite fréquence et,

25

un moyen pour éviter l'excitation des ailettes à ladite fréquence lorsque l'hélice fonctionne entre les vitesses au ralenti et au décollage.

20. Hélice d'avion, caractérisée en ce qu'elle comprend:

30

a) des ailettes (40) qui sont sujettes à des excitations de vibration du type à deux excitations par révolution lors de certaines phases du fonctionnement de l'avion, et

35

b) un moyen pour éviter que les excitations n'endommagent les ailettes lorsque l'hélice fonctionne entre les

vitesses au ralenti et de décollage.

21. Avion qui produit des stimuli excitant les ailettes d'une hélice dans un premier mode de flexion, caractérisé en ce qu'il comprend :

5

a) un moyen pour permettre le changement du pas des ailettes, et

b) un moyen pour éviter la résonance par les ailettes dans le premier mode de flexion.

10

22. Ailette d'hélice d'avion constituée de matériaux composites, caractérisée en ce qu'elle comprend :

a) une multitude de fibres dans une matrice formant un étrier fixé à l'ailette.

Fig-1

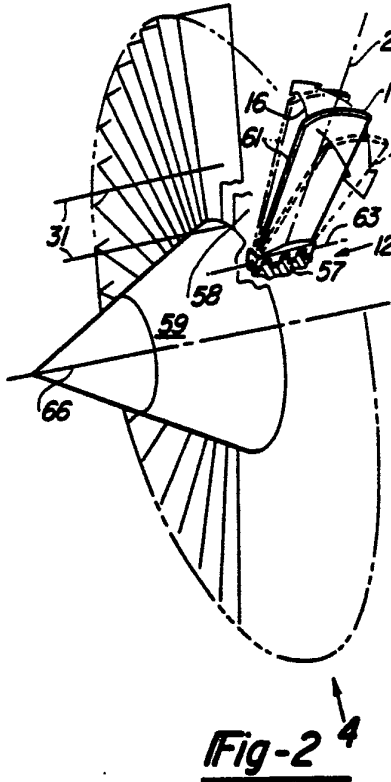
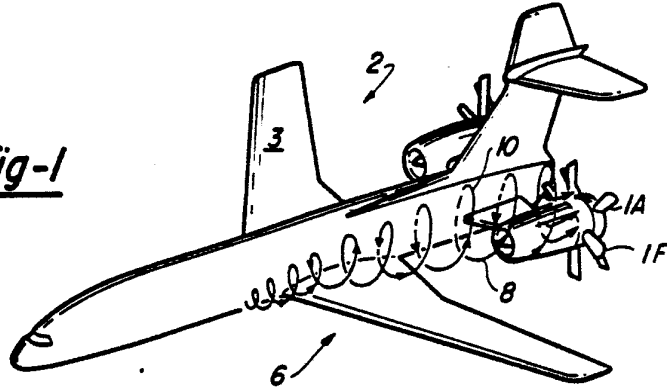


Fig-2
ART ANTERIEUR

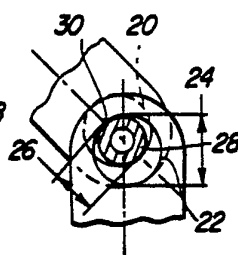


Fig-3
ART ANTERIEUR

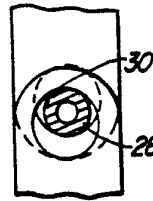


Fig-3A
ART ANTERIEUR

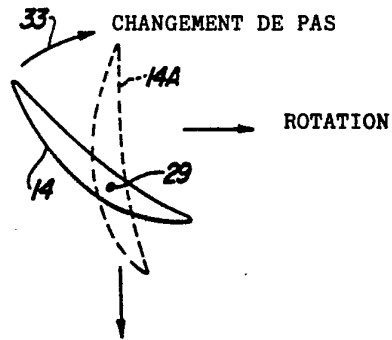


Fig-4
DEPLACEMENT

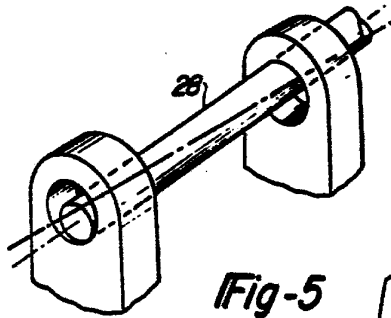


Fig-5

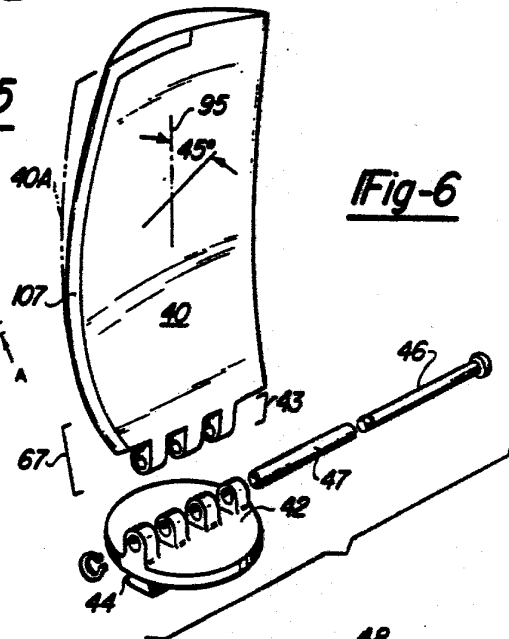


Fig-6

PAS DE ROTATION

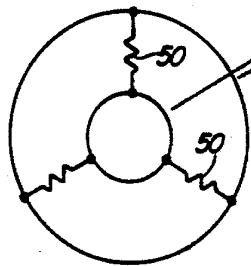


Fig-7

LA ROTATION A LIEU

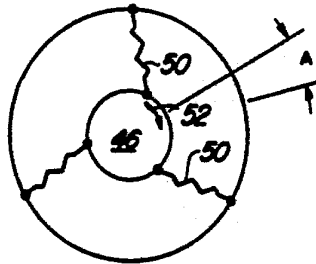


Fig-7A

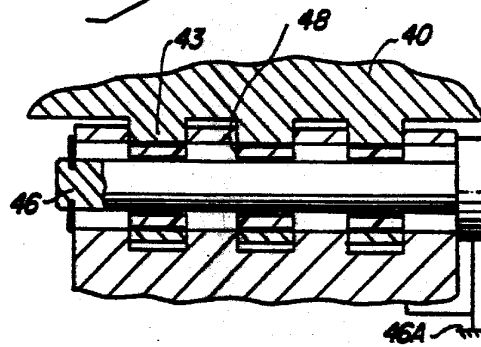
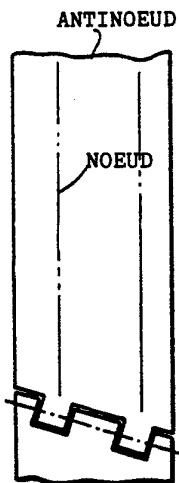
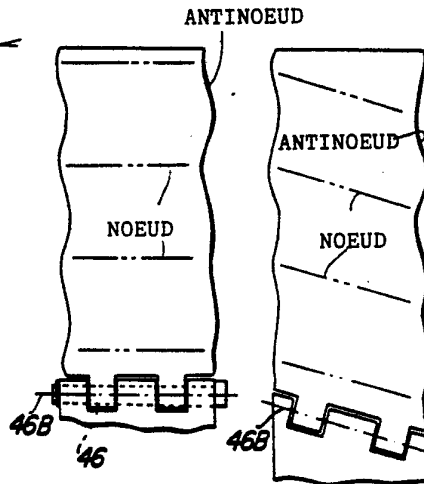
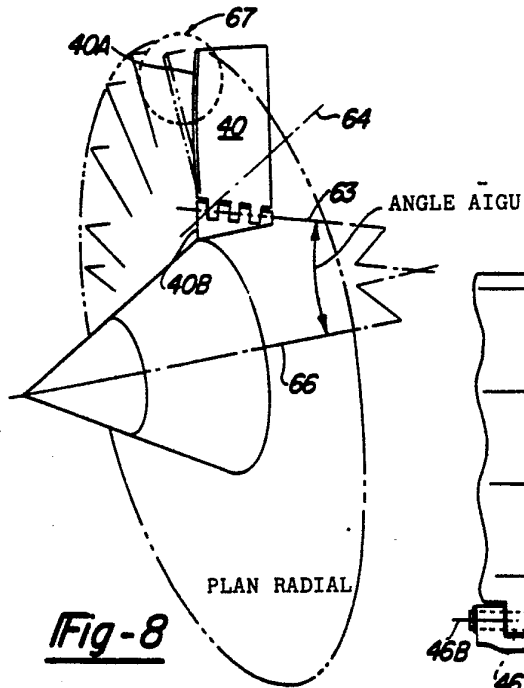
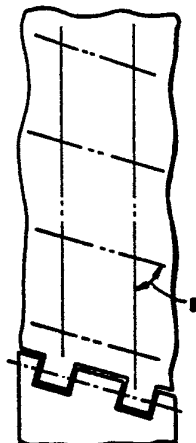


Fig-6A



TORSION



TORSION et FLEXION

Fig-9
FLEXION

Fig-10
FLEXION

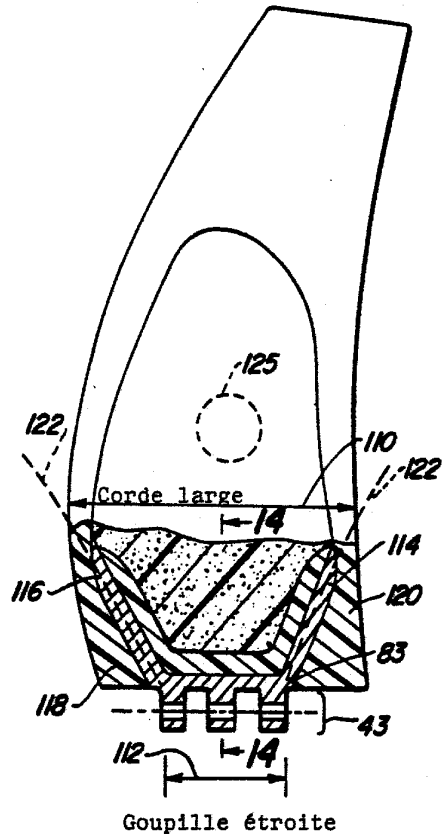


Fig-13

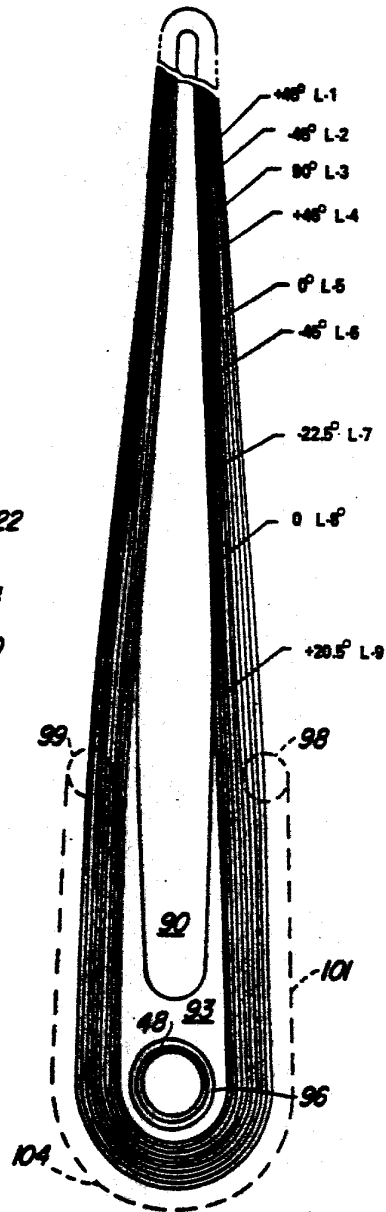


Fig-14

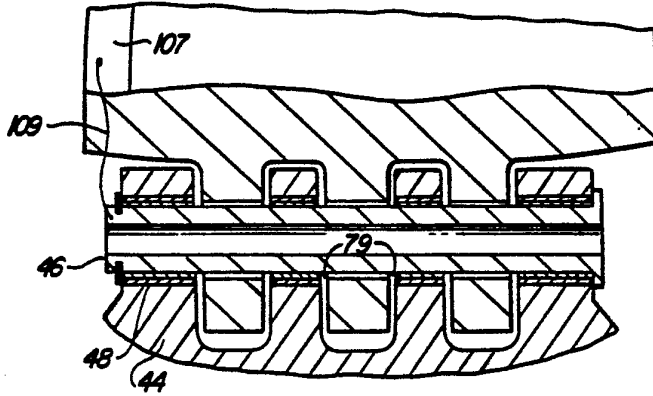


Fig-15

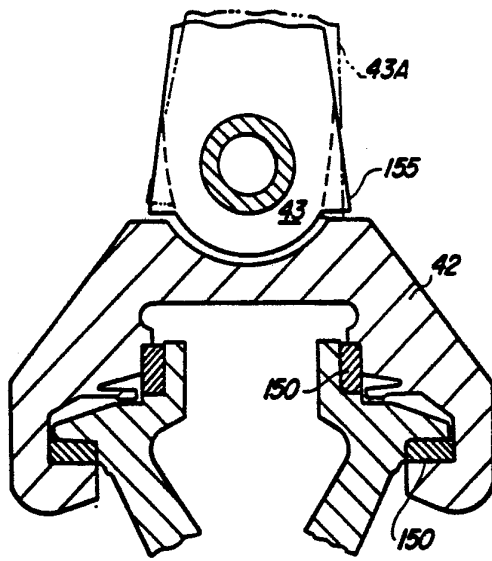


Fig-16

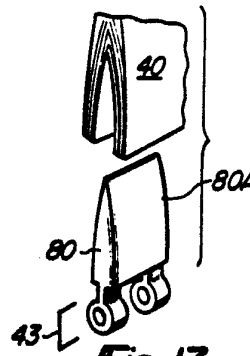


Fig-17

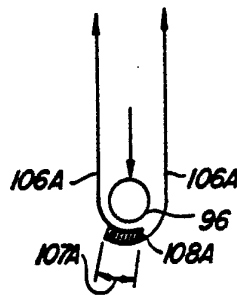


Fig-19A

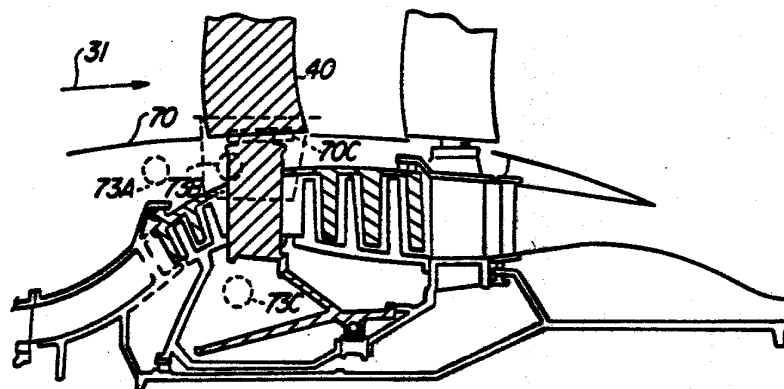
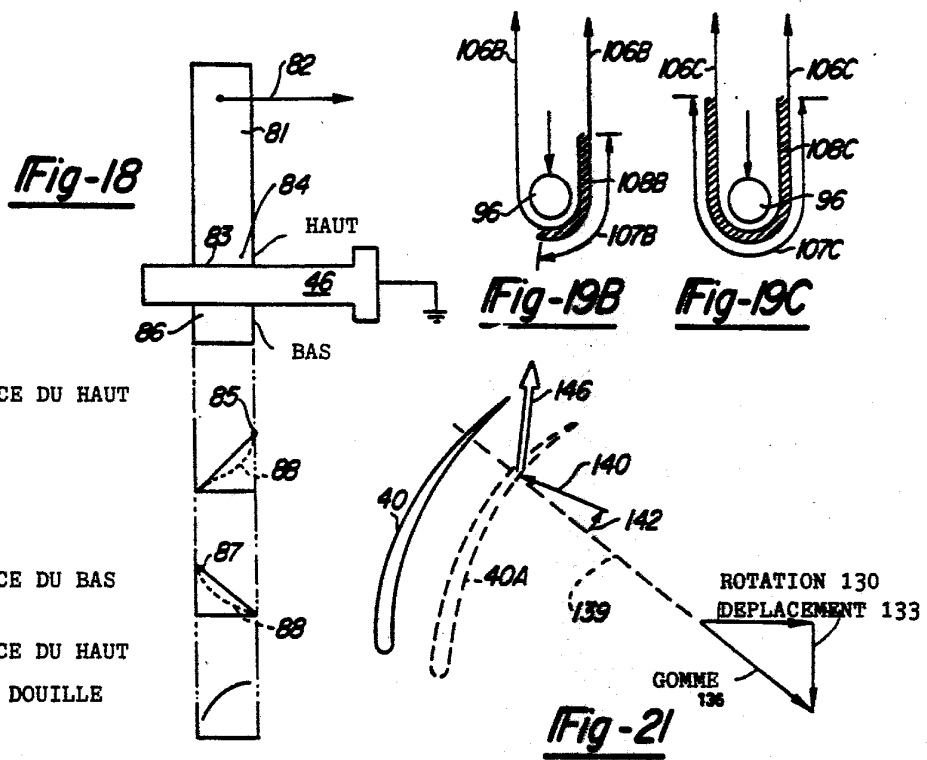


Fig-20

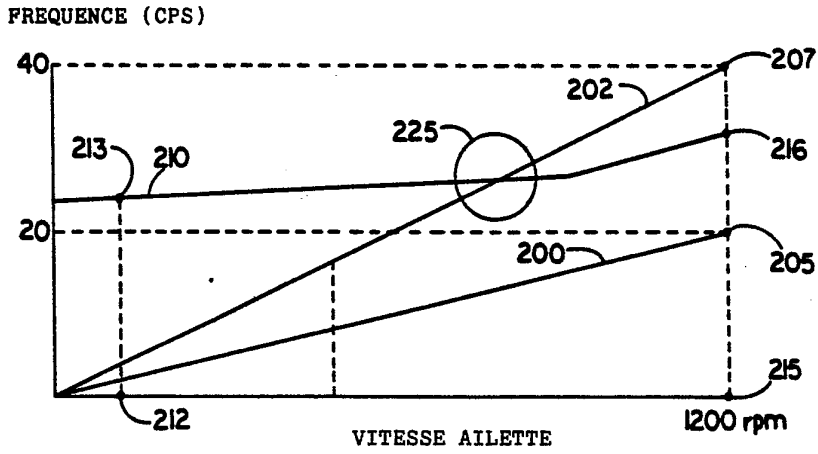


FIG. 22

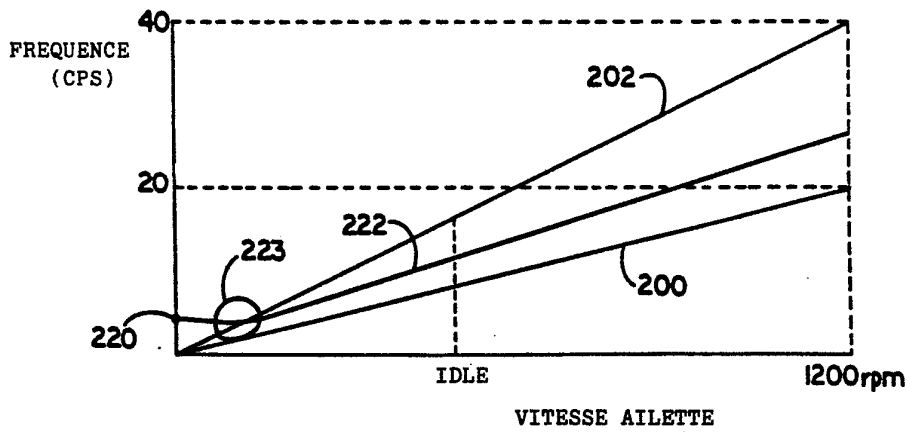


FIG. 23

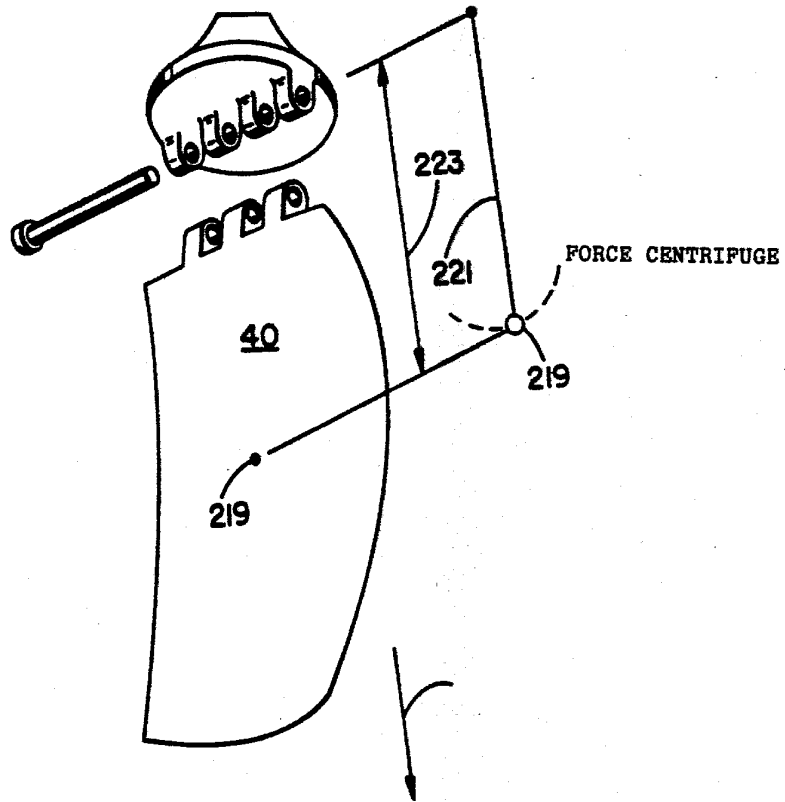


FIG. 24