

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
**INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**
—
COURBEVOIE
—

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

3 075 862

②① N° d'enregistrement national : **17 63059**

⑤① Int Cl⁸ : **F 01 D 21/00 (2018.01)**

①②

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ DISPOSITIF DE FREINAGE D'UNE SOUFFLANTE DE TURBOMACHINE.

②② Date de dépôt : 22.12.17.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 28.06.19 Bulletin 19/26.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 28.08.20 Bulletin 20/35.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *SAFRAN AIRCRAFT ENGINES —
FR.*

⑦② Inventeur(s) : *MORREALE SERGE, RENE et
CHASSAGNE AMELIE, ARGIE, ANTOINETTE.*

⑦③ Titulaire(s) : *SAFRAN AIRCRAFT ENGINES.*

⑦④ Mandataire(s) : *GEVERS & ORES.*

FR 3 075 862 - B1



Dispositif de freinage d'une soufflante de turbomachine

L'invention se rapporte un dispositif de freinage au sol d'une soufflante de turbomachine d'aéronef.

5 L'invention se rapporte plus particulièrement à un dispositif de freinage au sol d'une soufflante de turbomachine d'aéronef qui est accouplée à un moteur à turbine à gaz dudit aéronef par l'intermédiaire d'un réducteur.

10 Une panne du circuit d'huile d'alimentation principale affectant une telle turbomachine lors de son utilisation provoque l'émission d'une alerte de défaut de lubrification à l'attention du pilote de l'aéronef, et implique de commander rapidement l'arrêt de la turbomachine afin d'éviter sa détérioration du fait de l'absence de lubrification.

15 Cette procédure, connue sous les initiales de IFSD (acronyme anglo-saxon de "In Flight Shut Down") a pour conséquence l'arrêt de la lubrification du réducteur qui est toujours entraîné en rotation par la soufflante.

20 Or, il est nécessaire que le réducteur soit toujours alimenté en huile lorsque la soufflante tourne, que cette rotation s'effectue en vol sous l'effet de l'avancée l'aéronef, dans une phase de fonctionnement en vol communément appelée " windmilling vol ", ou qu'elle s'effectue lorsque l'aéronef est soumis à un vent avant ou à un vent arrière, dans une phase de fonctionnement au sol communément appelée " windmilling sol ".

25 ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE

30 Les solutions développées jusqu'à présent ont toutes consisté à proposer une lubrification alternative du réducteur, c'est-à-dire un approvisionnement en huile du réducteur par un système de pompage additionnel indépendant du circuit d'alimentation principal de la turbomachine, et généralement par l'addition d'un réservoir huile

additionnel, ce qui pose des problèmes d'encombrement et augmente la masse de la turbomachine.

5 EXPOSÉ DE L'INVENTION

Or, si la lubrification du réducteur doit impérativement être assurée dans la phase de " windmilling vol ", car il ne serait pas envisageable de bloquer la soufflante en vol, un tel blocage provoquant un effet de traînée nuisant à la maniabilité de l'aéronef, il n'en va pas de même dans la phase
10 de " windmilling sol ".

En effet, dans la phase de " windmilling sol ", un blocage de la soufflante n'est pas préjudiciable au pilotage de l'aéronef, car la traînée causée par la soufflante à l'arrêt est insignifiante.

15 L'invention a donc pour but de proposer un dispositif de freinage d'une soufflante de machine permettant de réaliser un arrêt de la soufflante, dont le déclenchement survient en l'absence de fonctionnement du moteur à turbine à gaz et en dessous d'un seuil déterminé de vitesse de la soufflante.

20 Un tel dispositif trouve notamment un intérêt certain lors d'évolutions au sol de l'aéronef pour lesquelles un freinage de la soufflante n'est pas préjudiciable au pilotage de l'aéronef.

Dans ce but, l'invention propose un dispositif de freinage d'une soufflante de turbomachine d'aéronef, ladite turbomachine comportant un
25 moteur à turbine à gaz accouplé à ladite soufflante par l'intermédiaire d'un réducteur, caractérisé en ce qu'il comporte :

- un arbre solidaire en rotation de ladite soufflante,
- un moyeu, monté coaxialement audit arbre et mobile axialement et en rotation par rapport audit arbre,

- un premier dispositif de blocage centripète de l'arbre, configuré pour lier ledit arbre audit moyeu dès lors qu'un régime de rotation dudit arbre est inférieur à un seuil de régime déterminé,

5 - un deuxième dispositif de freinage du moyeu par rapport à un carter de ladite turbomachine, configuré pour lier ledit moyeu audit carter dès lors que le moteur à turbine à gaz est arrêté.

Selon d'autres caractéristiques du dispositif de freinage :

- l'arbre solidaire de la soufflante est un arbre basse pression du moteur à turbine à gaz et le premier dispositif de blocage comporte :

- 10
- une première bague, fixée angulairement et axialement sur l'arbre basse pression à proximité d'une portée tubulaire du moyeu,
 - au moins deux lames flexibles élastiques, dont des premières extrémités sont solidaires de la bague interne et à partir
- 15
- desquelles elles s'étendent radialement et angulairement, et dont des secondes extrémités comportent des premières dents s'étendent axialement à partir desdites secondes extrémités et radialement en regard de secondes dents, complémentaires des premières dents, portées par la portée
- 20
- tubulaire du moyeu,

lesdites lames élastiques étant d'une raideur qui est configurée pour provoquer la coopération des première et deuxième dents dès lors que le régime de rotation de l'arbre basse pression est inférieur au seuil de régime déterminé,

- 25
- le premier dispositif de blocage est agencé extérieurement à l'arbre basse pression, la première bague est externe à l'arbre basse pression, la portée tubulaire du moyeu est montée glissante autour de l'arbre basse pression, et le premier dispositif de blocage comporte une seconde bague externe, fixée angulairement et axialement sur l'arbre basse pression, à
- 30
- proximité de la bague interne du côté opposé au moyeu, dont une portée

tubulaire s'étend axialement en regard des premières dents pour en limiter l'expansion radiale,

- le deuxième dispositif de freinage du moyeu comporte au moins :

- 5 • une collerette annulaire, solidaire du moyeu, dont au moins une première face annulaire s'étend axialement en regard d'une face annulaire du carter,
- 10 • une pince, dont au moins un premier mors annulaire est rappelé élastiquement contre une deuxième face annulaire de la collerette du moyeu et est susceptible d'en être écarté par un moyen d'actionnement dont l'activation est associée au fonctionnement du moteur à turbine à gaz,

- la pince comporte un second mors annulaire solidaire du carter de la turbomachine, au moins un moyen de rappel élastique rappelant le premier mors vers le second mors, et au moins un vérin formant le moyen
15 d'actionnement interposé entre les deux mors,

- les premier et second mors annulaires, le moyen de rappel élastique et l'au moins un vérin sont agencés autour d'une partie du carter de la turbomachine, une extrémité libre de ladite partie de carter comportant la face annulaire du carter,

20 - le vérin est un vérin pneumatique à simple effet alimenté par au moins une source de pression d'air.

- le dispositif de freinage au sol comporte un soufflet annulaire en acier élastique, formant le vérin pneumatique et le moyen de rappel élastique, qui est lié à ses deux extrémités aux mors, et qui est mobile
25 entre une position rétractée lorsqu'il n'est pas soumis à une pression d'air, et une position étendue lorsqu'il est soumis à une pression d'air.

- le dispositif de freinage au sol comporte un système de mise en pression d'air comportant au moins une vanne connectée au vérin pneumatique et commutant son alimentation entre une source de pression
30 d'air de démarrage indépendante du fonctionnement du moteur à turbine à gaz, ou une source de pression d'air aux fins de maintenance, ou une

source de pression d'air fournie par un compresseur haute pression du moteur à turbine à gaz.

L'invention concerne aussi un procédé de commande d'au moins
5 une vanne pour un système de mise pression d'air d'un dispositif de freinage au sol du type décrit précédemment, caractérisé en ce qu'il comporte au moins :

- une étape de maintenance de la turbomachine, au cours de laquelle, la turbomachine étant à l'arrêt, l'au moins une vanne relie le vérin
10 pneumatique à une source de pression d'air aux fins de maintenance,

- une étape de démarrage de la turbomachine au cours de laquelle, le moteur à turbine à gaz étant à l'arrêt, l'au moins une vanne relie le vérin pneumatique à une source de pression d'air de démarrage indépendante du fonctionnement du moteur à turbine à gaz,

15 - une étape de vol, au cours de laquelle, la turbomachine étant en fonctionnement, l'au moins une vanne relie le vérin pneumatique à une source de pression d'air fournie par le compresseur haute pression du moteur à turbine à gaz,

- une étape de freinage en vol moteur arrêté au cours de laquelle, le
20 moteur à turbine à gaz étant à l'arrêt, l'au moins une vanne relie le vérin pneumatique au compresseur haute pression du moteur à turbine à gaz,

- une étape de freinage au sol de la soufflante au cours de laquelle, le moteur à turbine à gaz étant à l'arrêt, l'au moins une vanne relie le vérin pneumatique au compresseur haute pression du moteur à turbine à gaz.

25

Brève description des figures :

L'invention sera mieux comprise et d'autres détails, caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à la
30 lecture de la description qui suit, faite à titre d'exemple non limitatif et en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 est une demie-vue en coupe axiale d'une turbomachine selon l'état de la technique ;

- la figure 2 est une vue en coupe axiale d'une enceinte aval d'une turbomachine comportant un dispositif de freinage au sol selon l'invention ;

5 - la figure 3 est une vue de détail en coupe axiale du dispositif de freinage selon l'invention au cours d'une étape de freinage au sol, préalablement au démarrage de la turbomachine ou après son arrêt ;

- la figure 4 est une vue de détail en coupe axiale du dispositif de freinage selon l'invention au cours d'une étape de démarrage de la
10 turbomachine ;

- la figure 5 est une vue en coupe transversale d'une partie du premier dispositif de blocage centripète du dispositif de freinage selon l'invention ;

- la figure 6 est une vue de détail en coupe axiale du dispositif de freinage dans l'invention au cours d'une étape de vol ;
15

- la figure 7 est une vue de détail en coupe axiale du dispositif de freinage dans une phase transitoire entre l'étape de vol et l'étape de freinage au sol ;

- la figure 8 est une vue schématique d'un système de mise en pression d'air d'un vérin pneumatique du dispositif de freinage selon
20 l'invention ;

- la figure 9 est une vue schématique d'une vanne du système de mise sous pression d'air de la figure 8, et

- la figure 10 est un diagramme-bloc illustrant les étapes d'un
25 procédé de commande d'électrovannes du système de mise sous pression d'air de la figure 8.

Description détaillée :

Dans la description qui va suivre, des chiffres de référence identiques désignent des pièces identiques ou ayant des fonctions similaires.

On a représenté à la figure 1 une turbomachine 10 d'aéronef, qui est ici un turboréacteur à double flux et à double corps. De manière connue, la turbomachine 10 comporte, d'amont en aval selon le sens d'écoulement des flux de gaz F dans la turbomachine, une soufflante 12, accouplée à un moteur à turbine à gaz 13 comportant un compresseur basse pression 14, un compresseur haute pression 16, une chambre annulaire de combustion 18, une turbine haute pression et une turbine basse pression 22.

Les rotors du compresseur haute pression 16 et de la turbine haute pression 20 sont reliés par un arbre haute pression (HP) 22 et forment avec lui un corps haute pression. Les rotors du compresseur basse pression 14 et de la turbine basse pression 22 sont reliés par un arbre basse pression (BP) 24 et forment avec lui un corps basse pression. Les arbres HP et BP 16 s'étendent suivant un axe A longitudinal de la turbomachine 10.

La soufflante 12 comporte des pales 26 qui sont reliées à un arbre de soufflante 28. Il est intéressant de faire tourner la soufflante 12 à une vitesse de rotation inférieure à celle de l'arbre BP 16, notamment lorsque celle-ci est de très grande dimension, dans le but de mieux l'adapter aérodynamiquement. A cet effet, l'arbre de soufflante 28 est lié en rotation à l'arbre BP 24 par l'intermédiaire d'un réducteur 32, par exemple du type à train épicycloïdal.

La turbomachine 10 comprend également un carter de soufflante 34 qui s'étend autour des pales 26, qui est porté par des bras aérodynamiques 36, et qui définit une veine d'entrée d'air des flux F. Une partie de cet air pénètre dans une veine annulaire interne 38 d'écoulement d'un flux primaire et l'autre partie alimente une veine annulaire externe 40 d'écoulement d'un flux secondaire. La veine 38 traverse les compresseurs

BP 14 et HP 16, la chambre de combustion 18, et les turbines HP 20 et BP 22. La veine externe 40 enveloppe des carters des compresseurs et des turbines et rejoint la veine interne 38 au niveau d'une tuyère 42 de la turbomachine 10.

5 Les arbres HP 22, BP 24, et 28 de soufflante sont centrés et guidés en rotation autour de l'axe A par des paliers à roulement. Dans le cas d'espèce, l'arbre de soufflante 28 est supporté par un palier amont 42 et un palier aval 44. L'arbre HP 22 est supporté par un palier avant 46 et un palier arrière 48 et, le cas échéant, par un troisième palier (non représenté),
10 tandis que l'arbre BP 24 est supporté par quatre paliers 50, 52, 54, et 56.

Le palier avant 46 de l'arbre HP 22 est habituellement monté sur l'arbre HP et sur un carter inter-compresseurs 62 agencé entre le compresseur BP 14 et le compresseur HP 16. Le palier arrière 48 de l'arbre HP 22 est quant à lui monté d'une part sur l'arbre HP 22 et d'autre part sur
15 un carter inter-turbines 58, c'est-à-dire sur le carter s'étendant entre le carter logeant la turbine HP 20 et le carter logeant la turbine BP 22.

Le premier palier 50 de l'arbre BP 24 est situé le plus en amont de l'arbre BP 24 et est monté d'une part sur l'arbre BP 24 et d'autre part en aval du réducteur 32 sur un carter d'entrée 60 en amont du compresseur
20 BP 14. Le deuxième palier 52 de l'arbre BP 24 est monté d'une part sur l'arbre basse pression 24 et d'autre part sur le carter inter-compresseurs 62. Les troisième et quatrième paliers 54, 56 de l'arbre BP 24 sont montés sur l'arbre BP 24 et sur un carter d'échappement 64.

La turbomachine de la figure 1 comprend quatre enceintes 66, 25 68, 70 et 72, à savoir une enceinte 66 logeant les deux paliers de soufflante 42 et 44, le réducteur 32 et le palier basse pression 50, une enceinte 68 logeant le palier basse pression 42 et le palier haute pression avant 46, une enceinte 70 logeant le palier haute pression arrière 48, et une enceinte 70 logeant les paliers basse pression 54 et 56.

30 Conformément à l'invention, la turbomachine 10 comporte un dispositif 74 de freinage au sol de la soufflante 12.

Comme la soufflante 12 est entraînée par l'arbre BP 24 par l'intermédiaire du réducteur 32, une solution avantageuse pour freiner la soufflante 12 consiste à freiner l'arbre BP 24. Cette solution présente l'avantage, compte tenu du rapport de réduction du réducteur 32 qui est de l'ordre de 3 à 5, d'effectuer un meilleur freinage en exerçant l'effort de freinage sur l'arbre BP 24 plutôt que sur l'arbre de soufflante 28.

En outre, cette solution permet une grande latitude d'implantation du dispositif 74 dans la turbomachine 10, en particulier dans des zones présentant un volume disponible plus important que celui disponible autour de l'arbre 28 de soufflante. Par exemple, le dispositif 74 pourra être disposé de préférence dans l'enceinte 72 au niveau du troisième palier BP 54. Toutefois, il pourra aussi être agencé au niveau du quatrième palier BP 56 dans cette même enceinte 72, ou dans l'enceinte 66 au niveau du premier palier BP 50 ou dans l'enceinte 68 au niveau du second palier BP 54.

Dans l'exemple de réalisation qui a été représenté sur les figures 2 à 7, le dispositif 74 est disposé dans l'enceinte 72 au niveau du palier BP 54.

Conformément à l'invention, le dispositif 74 comporte en premier lieu un arbre lié en rotation à la soufflante, c'est-à-dire l'arbre BP 24. C'est cet arbre BP 24 qui est appelé à être freiné, de préférence à l'arbre de soufflante 28. Le dispositif 74 comporte en second lieu un moyeu 76 qui est monté coaxialement sur l'arbre BP 24 par rapport audit arbre 24. Ce moyeu 76 peut être lié à l'arbre BP 24 par un premier dispositif 78 de blocage centripète de l'arbre dès lors qu'un régime de rotation dudit arbre BP 24 est inférieur à un seuil de régime déterminé.

Le dispositif de blocage 74 comporte en second lieu un deuxième dispositif de freinage 80 du moyeu 76 par rapport à un carter 82 de ladite turbomachine qui est configuré pour lier le moyeu 76 au carter 82 dès lors que le moteur turbine à gaz 13 est arrêté.

On comprend donc que l'arbre BP 24, qui est lié en rotation à l'arbre de soufflante, peut être immobilisé par l'action conjointe du premier dispositif de blocage centripète 78 et du deuxième dispositif de freinage 80

dès lors que le moteur à turbine à gaz est arrêté et qu'il tourne à un régime de rotation inférieur au seuil de régime de rotation déterminé, autrement dit, dès que la soufflante ne l'entraîne plus assez rapidement pour que le premier dispositif 78 de blocage centripète soit débloqué. Cette situation
5 correspond à une situation dans laquelle l'aéronef est au sol et pour laquelle l'arrêt de la soufflante 12 n'est pas pénalisant en termes de manœuvrabilité de l'aéronef.

Inversement, cette configuration garantit aussi que, tant que la soufflante entraîne l'arbre BP24 à un régime de rotation supérieur à un
10 seuil de régime déterminé, ce qui est par exemple le cas lors d'un "windmilling vol", l'arbre BP24 ne peut être bloqué. Ceci permet de conserver la manœuvrabilité de l'aéronef.

Le premier dispositif de blocage centripète 78 et le deuxième dispositif de freinage 80 peuvent être réalisés par tous les moyens connus.
15 Il pourrait par exemple s'agir de dispositifs électromagnétiques connus en soi de l'état de la technique.

On va à présent détailler un mode réalisation préféré de ces dispositifs 78, 80.

Le premier dispositif de blocage centripète 78 est purement
20 mécanique. Comme l'illustrent les figures 2 à 7, le premier dispositif de blocage centripète 78 comporte une première bague 84, fixée angulairement et axialement sur l'arbre basse pression BP24 à proximité d'une portée tubulaire 86 du moyeu 76. La bague 84 est fixée à l'arbre BP par un moyen d'arrêt axial et angulaire 88, par exemple un pion.

25 Comme l'illustre plus particulièrement la figure 5, à partir de cette première bague 84 s'étendent radialement et angulairement au moins deux lames flexibles élastiques 90. Des premières extrémités 92 des lames 90 sont solidaires de la bague 84 et des secondes extrémités 93 des lames 90 comportent des premières dents 94. Ces dents 94 s'étendent axialement à
30 partir desdites secondes extrémités et radialement vers l'axe de la bague

84 en regard de secondes dents 96, qui sont complémentaires de ces premières dents et qui sont portées par la portée tubulaire 86 du moyeu 76.

Les lames élastiques 90 sont d'une raideur qui est configurée pour provoquer la coopération des première et deuxième dents 94, 96 dès lors que le régime de rotation de l'arbre basse pression BP 24 est inférieur au seuil de régime déterminé. Plus particulièrement, la raideur des lames élastiques 90 est configurée pour que l'effort de rappel exercé par les lames élastiques soit plus important que la force centrifuge s'exerçant sur les dents 94, et dans une moindre mesure sur les lames 90, tant que le régime de rotation de l'arbre basse pression BP 24 est inférieur au seuil de régime déterminé, et pour que l'effort de rappel exercé par les lames élastiques 90 soit inférieur à la force centrifuge s'exerçant sur les dents 94 une fois que le régime de rotation de l'arbre basse pression BP 24 a dépassé le seuil de régime déterminé.

Il sera donc compris que la première bague 84, solidaire de l'arbre BP 24, est ainsi susceptible d'être accouplée de manière centripète au moyeu 76 quand le régime de rotation de l'arbre basse pression BP 24 est inférieur au seuil de régime déterminé.

La bague 84 est ici une bague externe qui entoure l'arbre BP 24 et coopère avec un moyeu 76, lui aussi externe et entourant l'arbre BP 24, sur lequel il est par ailleurs monté glissant afin d'être libre en rotation par rapport à celui-ci.

Il sera compris que cette disposition n'est pas limitative de l'invention et que, dans un mode de réalisation en alternative (non représenté) correspondant à une inversion mécanique, la bague 84 pourrait être une bague interne à l'arbre BP 24 qui coopérerait avec une portée interne 86 du moyeu 76, elle aussi interne à l'arbre BP 24, tandis qu'une autre partie du moyeu 76 serait externe à l'arbre BP24 pour permettre son freinage par rapport au carter 82. Dans ce cas, le dispositif 74 de freinage au sol serait préférentiellement agencé au niveau du palier BP 56 en bout d'arbre BP 24.

Dans la configuration qui a été représentée aux figures 2 à 7 selon laquelle le premier dispositif de blocage 78 est agencé extérieurement à l'arbre BP 24. Il comporte une seconde bague 98, externe, qui est fixée angulairement et axialement sur l'arbre basse pression 24, à proximité de la bague interne 84 et du côté opposé au moyeu 76. Cette seconde bague 98 est, comme la première bague 84, fixée angulairement et axialement sur l'arbre BP 24 par un moyen d'arrêt axial et angulaire 100, par exemple un pion. Elle est donc solidaire en rotation de l'arbre BP 24. Elle comporte une portée tubulaire 102 qui s'étend axialement en regard des premières dents 94 pour en limiter l'expansion radiale. Ainsi les dents 94 du premier dispositif de blocage 74 sont limitées dans leur expansion pour les vitesses de rotation élevées de l'arbre BP 24.

Dans cette configuration, puisque le régime de rotation de l'arbre BP 24 est directement fonction du régime de rotation de la soufflante 12 via le rapport de réduction du réducteur 32, le moyeu 76 est lié à l'arbre BP 24 par le premier dispositif 78 de blocage centripète de l'arbre 24 dès lors que la soufflante tourne à un régime de rotation dudit arbre BP 24 inférieur au seuil de régime déterminé. Le dispositif 78 de blocage centripète de l'arbre 24 est, à titre d'exemple, configuré pour réaliser automatiquement l'accouplement de l'arbre 24 et du moyeu 76 pour un régime de rotation réduit de la soufflante qui est inférieur 1000 tours/minute.

Le dispositif 78 de blocage centripète de l'arbre 24 effectue un blocage de l'arbre 24 sur le moyeu 76 et non directement sur un carter fixe de la turbomachine. En effet, c'est un freinage sélectif du moyeu 76, fonction des conditions de fonctionnement du moteur à turbine à gaz 13, qui permet de déterminer dans quelles conditions le dispositif de blocage au sol 74 bloque effectivement l'arbre BP 24 ou le laisse libre de tourner. En effet, si un seul dispositif de blocage centripète de l'arbre 24 comme le dispositif de blocage 78 effectuait à lui seul un blocage de l'arbre 24 sur un carter fixe, il ne serait pas possible de démarrer la turbomachine car à

l'arrêt, le régime de rotation est nul et dans ce cas ce dispositif bloquerait l'arbre sur le carter fixe.

L'adjonction du dispositif de freinage 80 du moyeu 76 permet le démarrage de la turbomachine en laissant le moyeu 76 libre de tourner, et par conséquent l'arbre BP 24 libre de tourner, malgré un régime de rotation de la soufflante 12 inférieur au seuil déterminé.

Le deuxième dispositif de freinage 80 du moyeu 76 est, quant à lui, pneumatique. Comme représenté aux figures 2 à 4 et 6 à 7, celui comporte une collerette annulaire 104, portée par le moyeu 76, dont au moins une première face annulaire 106 s'étend axialement en regard d'une face annulaire 108 du carter 82. Le deuxième dispositif de freinage 80 comporte aussi une pince 110, dont au moins un premier mors annulaire 112 est rappelé élastiquement contre une deuxième face annulaire 114 de la collerette 104 du moyeu 74 et est susceptible d'en être écarté par un moyen d'actionnement dont l'activation est associée au fonctionnement du moteur à turbine à gaz 13.

Tout moyen d'actionnement et tout moyen de rappel connus de l'état de la technique peuvent convenir à la bonne mise en œuvre de l'invention. Toutefois, dans le mode de réalisation préféré de l'invention, la pince 110 comporte un second mors annulaire 116 solidaire du carter 82 de la turbomachine. Ce second mors annulaire est fixé au carter 82 par exemple par une liaison boulonnée 119.

Au moins un moyen de rappel élastique rappelle le premier mors 112 vers le second mors 116, et au moins un vérin 118 formant le moyen d'actionnement est interposé entre les deux mors 112, 116.

Par souci de compacité, les premier et second mors annulaires 112, 116, le moyen de rappel élastique et l'au moins un vérin sont avantageusement agencés autour d'une partie du carter 82 de la turbomachine dont une extrémité libre comporte la face annulaire 108 du carter.

Le vérin et le moyen de rappel élastique peuvent prendre plusieurs formes. Toutefois, pour des questions de poids et de fiabilité dans un environnement soumis à des températures élevées, puisque l'enceinte 72 dans laquelle est logé le dispositif de blocage au sol 74 est agencée à proximité des turbines 20 et 22, le vérin 118 est un vérin pneumatique à simple effet alimenté par au moins une source de pression d'air 120.

De préférence, le dispositif 74 comporte un soufflet annulaire en acier élastique 118 qui forme à la fois le vérin pneumatique et le moyen de rappel élastique. Ce soufflet ou vérin 118 est lié à ses deux extrémités aux mors 116 et 112. Il est alimenté par un conduit 120 formant la source de pression d'air qui traverse le mors annulaire 116 et débouche à l'intérieur du soufflet annulaire 118. Selon la pression reçue par le conduit 120, le soufflet annulaire en acier élastique 118 est mobile entre une position rétractée lorsqu'il n'est pas soumis à une pression d'air, comme représenté par exemple aux figures 2, 3 et 7, et une position étendue lorsqu'il est soumis à une pression d'air, comme représenté aux figures 4 et 6.

Dans la position rétractée, le soufflet annulaire 118, qui forme aussi moyen de rappel, rappelle le mors 112 vers le mors 116. Ceci a pour conséquence que le mors 112 sollicite la face 114 de la collerette 104 dont la face annulaire 106 est à son tour sollicitée contre la face annulaire 108 du carter 82, ce qui provoque le freinage du moyeu 76. Inversement, dans sa position étendue, le soufflet annulaire 118 s'étend à l'encontre de son moyen de rappel intégré et sollicite le mors 112 pour l'éloigner du mors 116. Ceci a pour conséquence que le mors 112 relâche sa sollicitation de la face 114 de la collerette 104 et libère le moyeu 76. Le fonctionnement détaillé des différentes étapes de fonctionnement du soufflet 118 en fonction des différentes phases de vol sera explicité plus en détail dans la suite de la présente description.

Pour actionner le soufflet 118, le conduit 120 formant la source de pression d'air est alimenté par un système de mise en pression d'air 122 qui a été représenté aux figures 8 et 9, et qui permet de déterminer

différentes étapes de fonctionnement d'un procédé de commande du dispositif de freinage au sol 74.

Le système 122 comporte au moins une vanne commutant sélectivement l'alimentation du conduit 120 alimentant le vérin pneumatique
5 entre une source de pression d'air de démarrage P1 indépendante du fonctionnement du moteur à turbine à gaz, ou une source de pression d'air aux fins de maintenance P2, ou une source de pression d'air P3 fournie par un compresseur haute pression 16 du moteur à turbine à gaz.

La commutation entre les différentes sources de pression P1, P2, et
10 P3 peut être obtenue par une vanne 4 voies, ou de manière plus fiable, comme l'illustrent les figures 8 et 9 par deux vannes trois voies 124, 126 montées en série.

Comme on peut le voir sur la figure 9, chaque vanne à trois voies 124, 126 comporte un corps 128 tubulaire à l'intérieur duquel est monté
15 mobile un piston 130 avec interposition de moyens d'étanchéité 132 tels que des joints toriques, ce piston 130 étant rappelé élastiquement à l'intérieur du corps par l'intermédiaire d'un ressort 134 qui est logé dans le corps tubulaire 128 entre le piston 130 et une extrémité 136 du corps tubulaire 12. Le piston 130 peut être mû dans le corps tubulaire 128 à
20 l'encontre de l'effort de rappel exercé par le ressort 134 par tous moyens connus de l'état de la technique, notamment par une source de pression hydraulique (non représentée) ou par un autre moyen d'actionnement qui ne fait pas l'objet de l'invention.

Le corps tubulaire 128 comporte, dans une extrémité 138 opposée à
25 l'extrémité 136, un premier orifice d'entrée 140 sensiblement axial. Il comporte également, dans une périphérie intermédiaire 142 du corps 128, un deuxième orifice d'entrée 142 radiale et, diamétralement à l'opposé, un troisième orifice de sortie 144.

Le piston 130 joue le rôle d'un tiroir. Il comporte une gorge annulaire
30 146, d'une largeur correspondant sensiblement au diamètre des deuxièmes orifices d'entrée 142 et troisième orifice de sortie 144, et, du côté de

l'extrémité 138 du corps tubulaire 128, un conduit coudé 148 comportant une entrée axiale 150 et une sortie radiale 152. Selon la position du piston 130 dans le corps tubulaire 128, celui-ci est susceptible de permettre le passage d'un fluide du premier orifice d'entrée 140 vers le troisième orifice de sortie 144 lorsque le conduit coudé 148 est aligné radialement avec ledit troisième orifice de sortie 144, ou bien de permettre le passage d'un fluide du deuxième orifice d'entrée 142 vers le troisième orifice de sortie 144 lorsque la gorge 146 est alignée avec les deuxièmes orifices d'entrée 142 et troisième orifice de sortie 144. On remarquera que selon la course selon laquelle le piston 130 est mobile, il est possible de prévoir une troisième position dans laquelle le corps du piston 130 bloque le troisième orifice de sortie 144 et ne permet le passage d'aucun fluide.

Chaque vanne trois voies 124,126 permet donc au moins de commuter l'alimentation du troisième orifice de sortie 144 entre le premier orifice d'entrée 140 ou le deuxième orifice d'entrée 142.

Comme on peut le voir sur la figure 8, le système de mise en pression d'air 122 comporte en amont la première vanne à trois voies 124 dont les orifices d'entrée sont respectivement reliés une pression d'air de démarrage P1 indépendante du fonctionnement du moteur à turbine à gaz 13, et à une source de pression d'air aux fins de maintenance P2. L'orifice de sortie de la première vanne à trois voies 124 est relié directement à l'orifice d'entrée de la deuxième vanne à trois voies 126, tandis que le deuxième orifice d'entrée de la deuxième vanne trois voies 126 est relié à une source de pression d'air P3 fournie par un compresseur haute pression 16 du moteur à turbine à gaz.

Ainsi, selon la position de la première vanne à trois voies 124, le premier orifice d'entrée 140 de la deuxième vanne trois voies 126 peut-être sélectivement alimenté en pression d'air de démarrage P1 indépendante du fonctionnement du moteur à turbine à gaz 13 ou en source de pression d'air aux fins de maintenance P2, tandis que le deuxième orifice d'entrée de la deuxième vanne trois voies 126 est relié à une source de pression

d'air P3 fournie par un compresseur haute pression 16 du moteur à turbine à gaz 13. La position du piston de la deuxième vanne trois voies 126, combinée avec la position du piston de la première vanne trois voies 124, permet donc d'assurer la commutation entre ces trois sources de pression pour alimenter l'orifice de sortie 144 de la deuxième vanne à trois voies qui est relié par l'intermédiaire du conduit 120 au soufflet 118.

Il sera compris que cette configuration n'est pas limitative de l'invention, et que les deux vannes à trois voies 124, 126 pourraient être remplacées par une unique vanne à quatre voies (non représentée) sans changer la nature de l'invention.

Dans cette configuration, le fonctionnement du dispositif de freinage au sol 74 est susceptible d'être déterminé par un procédé de commande des vannes 124, 126 du système de mise pression d'air 122 comportant différentes étapes, successives ou indépendantes.

Selon une première étape indépendante ET1 de maintenance de la turbomachine 10, les vannes 124, 126 relient le vérin pneumatique ou soufflet 118 à une source de pression d'air P1 aux fins de maintenance. Typiquement, cette étape intervient au cours d'opérations de maintenance de la turbomachine avec la turbomachine 10 à l'arrêt. En ce cas, la pression d'air P1 est fournie par une source de pression extérieure à la turbomachine 10 et à l'aéronef et elle sollicite le soufflet 118 de manière à provoquer le desserrage de la pince 110. Bien que la soufflante 12 soit accouplée au moyeu 76 par l'intermédiaire du premier dispositif de blocage centripète de l'arbre 78, le moyeu 76 est libre, ce qui permet d'autoriser la rotation de l'arbre BP 24 et de la soufflante 12, par exemple pour exécuter des opérations de maintenance sur les étages de compresseur BP 14 ou de turbine BP 22 ou encore sur la soufflante 12. Cette première étape correspond à la position du dispositif 74 de la figure 4.

Selon une deuxième étape de démarrage ET2 de la turbomachine 10, le moteur à turbine à gaz 13 étant à l'arrêt, les vannes 124, 126 commutent et relient le vérin pneumatique ou soufflet 118 à une source de

pression d'air de démarrage P2 indépendante du fonctionnement du moteur à turbine à gaz 13. Typiquement, cette source de pression P2 est aussi extérieure à la turbomachine 10, mais elle est néanmoins embarquée dans l'aéronef pour permettre un démarrage et un éventuel redémarrage de la turbomachine 10 en vol. Dans cette configuration, bien que la soufflante 12 soit accouplée au moyeu 76 par l'intermédiaire du premier dispositif de blocage centripète de l'arbre 78, le moyeu 76 est libre, ce qui permet d'autoriser la rotation de l'arbre BP 24 et de la soufflante 12, qui peuvent alors être mis en rotation selon un processus de démarrage conventionnel de la turbomachine 10. Cette deuxième étape correspond aussi à la position du dispositif 74 de la figure 4.

Selon une étape de vol ET3, survenant après l'étape ET2, la turbomachine 10 étant en fonctionnement, les vannes 124, 126 commutent et relient le vérin pneumatique ou soufflet 118 à une source de pression d'air pression d'air P3 fournie par le compresseur haute pression 16 du moteur à turbine à gaz 13.

Dans cette configuration, le moyeu 76 est libre, la soufflante 12 est par ailleurs désaccouplée du moyeu 76 au niveau du premier dispositif de blocage centripète de l'arbre 78 car elle possède une vitesse de rotation suffisante pour libérer les dents 94, 96 du dispositif de blocage centripète, ce qui permet d'autoriser librement la rotation de l'arbre BP 24 et de la soufflante 12 selon un fonctionnement conventionnel de la turbomachine 10. Cette deuxième étape correspond aussi à la position du dispositif 74 de la figure 6.

Selon une étape ET4 de vol moteur arrêté, survenant en principe après l'étape ET3 et correspondant à un cas de panne de la turbomachine 10 survenant en plein vol, les vannes 124, 126 ne nécessitent pas de commande particulière. Elles demeurent dans la position selon laquelle elles relient le vérin pneumatique ou soufflet 118 à la source de pression d'air pression d'air P3 fournie par le compresseur haute pression 16 du moteur à turbine à gaz 13. Toutefois dans ce cas, la pression P3 chute

dans le compresseur haute pression 16 du fait de la panne et elle chute donc aussi dans le soufflet 118, ce qui entraîne le serrage de la pince 110 et le blocage du moyeu 76. Toutefois, comme la soufflante 12 continue de tourner sous l'effet de l'avancée de l'aéronef et du vent relatif auquel elle est soumise, le premier dispositif de blocage 78 demeure désaccouplé et la soufflante 12 tourne librement. Avantagement, elle n'oppose de ce fait pas de traînée pouvant perturber le pilotage de l'aéronef. Cette configuration correspond à la position du dispositif 74 de la figure 7.

On notera que dans ce cas de fonctionnement, la turbomachine 10 ne permettant plus de lubrifier le réducteur 32, il pourrait être prévu des moyens de lubrification de ce réducteur 32 qui ne font pas l'objet de la présente invention. En outre, il est préférable de prévoir un revêtement anti-friction entre le moyeu 76 et l'arbre BP 24, afin d'éviter que la rotation de l'arbre BP 24 dans le moyeu 76 en l'absence de lubrification ne vienne dégrader le moyeu 76.

Lorsque la panne de la turbomachine 10 se prolonge au sol, il survient alors une étape de freinage au sol de la soufflante 12 au cours de laquelle, le moteur à turbine à gaz 13 étant à l'arrêt, le système de mise en pression d'air n'alimente pas le vérin pneumatique 118.

Selon une étape de freinage ET5 au sol de la soufflante 12, survenant après l'étape ET4 ou l'étape ET3, au cours de laquelle le moteur à turbine à gaz 13 est à l'arrêt, les vannes 124, 126 ne nécessitent toujours pas de commande particulière. Elles demeurent dans la position selon laquelle elles relient le vérin pneumatique ou soufflet 118 à la source de pression d'air P3 fournie par le compresseur haute pression 16 du moteur à turbine à gaz 13. Toutefois, comme dans ce cas la pression P3 est nulle dans le compresseur haute pression 16 et donc dans le soufflet 118, le serrage de la pince 110 est maintenu, ce qui a pour conséquence le blocage du moyeu 76. Toutefois, dans ce cas de figure, à la différence du cas précédent, comme la soufflante 12 ne tourne plus assez rapidement du fait de l'avancée de l'aéronef ou du vent relatif auquel

elle est soumise, le premier dispositif de blocage 78 est accouplé au moyeu 76 et la soufflante 12 se trouve bloquée par immobilisation de l'arbre BP 24. Cette configuration correspond à la position du dispositif 74 des figures 2 ou 3.

- 5 L'invention permet par conséquent de freiner efficacement la soufflante 12 en phase de "windmilling sol" et d'éviter de fournir une lubrification additionnelle de réducteur 32, permettant ainsi un gain de poids considérable de la turbomachine 10.

REVENDEICATIONS

1. Turbomachine (10) d'aéronef comportant un moteur à turbine à gaz (13) accouplé à une soufflante (12) par l'intermédiaire d'un réducteur (32), et comportant un dispositif de freinage (74) au sol de ladite soufflante (12), caractérisée en ce que ledit dispositif de freinage (74) comporte :
- un arbre (24) solidaire en rotation de ladite soufflante (12),
 - un moyeu (76), monté coaxialement audit arbre (24) et mobile axialement et en rotation par rapport audit arbre (24),
 - un premier dispositif (78) de blocage centripète de l'arbre (24), qui lie ledit arbre (24) audit moyeu (76) dès lors qu'un régime de rotation dudit arbre (24) est inférieur à un seuil de régime déterminé,
 - un deuxième dispositif de freinage (80) du moyeu (76) par rapport à un carter (82) de ladite turbomachine, qui lie ledit moyeu (76) audit carter (82) dès lors que le moteur à turbine à gaz (13) est arrêté.
2. Turbomachine (10) selon la revendication précédente, caractérisée en ce que l'arbre (24) solidaire de la soufflante est un arbre basse pression (24) du moteur à turbine à gaz (13) et en ce que le premier dispositif de blocage (76) comporte :
- une première bague (84), fixée angulairement et axialement sur l'arbre basse pression (24) à proximité d'une portée tubulaire (86) du moyeu (76),
 - au moins deux lames flexibles élastiques (90), dont des premières extrémités (92) sont solidaires de la bague (84) et à partir desquelles elles s'étendent radialement et angulairement, et dont des secondes extrémités (93) comportent des premières dents (94) s'étendent axialement à partir desdites secondes extrémités (93) et radialement en regard de secondes dents (96), complémentaires des premières dents (94), portées par la portée tubulaire (96) du moyeu (76),

lesdites lames élastiques (90) étant d'une raideur qui est configurée pour provoquer la coopération des première et deuxième dents (94, 96) dès lors que le régime de rotation de l'arbre basse pression (24) est inférieur au seuil de régime déterminé.

5 3. Turbomachine (10) selon la revendication précédente, caractérisée en ce que le premier dispositif de blocage (78) est agencé extérieurement à l'arbre basse pression (24), en ce que la première bague (84) est externe à l'arbre basse pression, en ce que la portée tubulaire (86) du moyeu (78) est montée glissante autour de l'arbre basse pression (24),
10 et en ce que le premier dispositif de blocage (78) comporte une seconde bague externe (98), fixée angulairement et axialement sur l'arbre basse pression (24), à proximité de la bague interne (84) du côté opposé au moyeu (76), dont une portée tubulaire (102) s'étend axialement en regard des premières dents (94) pour en limiter l'expansion radiale.

15 4. Turbomachine (10) selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le deuxième dispositif de freinage (80) du moyeu (76) comporte au moins :

- une collerette annulaire (74), solidaire du moyeu (76), dont au moins une première face annulaire (106) s'étend axialement en regard
20 d'une face annulaire (108) du carter (82),

- une pince (110), dont au moins un premier mors annulaire (112) est rappelé élastiquement contre une deuxième face annulaire (106) de la collerette (104) du moyeu (76) et est susceptible d'en être écarté par un moyen d'actionnement dont l'activation est associée au fonctionnement du
25 moteur à turbine à gaz.

5. Turbomachine (10) selon la revendication précédente, caractérisée en ce que la pince comporte un second mors annulaire (116) solidaire du carter (82) de la turbomachine, au moins un moyen de rappel élastique rappelant le premier mors (112) vers le second mors (116), et au
30 moins un vérin (118) formant le moyen d'actionnement interposé entre les deux mors (112, 116).

6. Turbomachine (10) selon la revendication précédente, caractérisée en ce que les premier et second mors annulaires (112, 116), le moyen de rappel élastique et l'au moins un vérin (118) sont agencés autour d'une partie du carter (82) de la turbomachine, une extrémité libre de ladite
5 partie de carter comportant la face annulaire (108) du carter (82).

7. Turbomachine (10) selon l'une des revendications 5 ou 6 précédente, caractérisée en ce que le vérin (118) est un vérin pneumatique à simple effet alimenté par au moins une source de pression d'air.

8. Turbomachine (10) selon la revendication précédente,
10 caractérisée en ce que le dispositif de freinage (74) au sol comporte un soufflet annulaire en acier élastique (118), formant le vérin pneumatique et le moyen de rappel élastique, qui est lié à ses deux extrémités aux mors (112, 116), et qui est mobile entre une position rétractée lorsqu'il n'est pas soumis à une pression d'air, et une position étendue lorsqu'il est soumis à
15 une pression d'air.

9. Turbomachine (10) selon l'une des revendications 6 ou 7, caractérisée en ce que le dispositif de freinage (74) au sol comporte un système (122) de mise en pression d'air comportant au moins une vanne (126) connectée au vérin pneumatique (118) et commutant son
20 alimentation entre une source de pression d'air de démarrage (P1) indépendante du fonctionnement du moteur à turbine à gaz, ou une source de pression d'air aux fins de maintenance (P2), ou une source de pression d'air (P3) fournie par un compresseur haute pression (16) du moteur à turbine à gaz.

25 10. Procédé de commande d'au moins une vanne (124, 126) pour un système de mise pression d'air (122) d'un dispositif de freinage (74) au sol d'une soufflante (12) d'une turbomachine (10) selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'il comporte au moins :

30 - une étape (ET1) de maintenance de la turbomachine (10), au cours de laquelle, la turbomachine (10) étant à l'arrêt, l'au moins une vanne (124,

126) relie le vérin pneumatique (118) à une source de pression d'air aux fins de maintenance (P1),

5 - une étape (ET2) de démarrage de la turbomachine (10) au cours de laquelle, le moteur à turbine à gaz (13) étant à l'arrêt, l'au moins une vanne (124) relie le vérin pneumatique (118) à une source de pression d'air de démarrage (P2) indépendante du fonctionnement du moteur à turbine à gaz (13),

10 - une étape de freinage de la soufflante (ET5) au cours de laquelle, le moteur à turbine à gaz étant à l'arrêt (13), l'au moins une vanne (124, 126) relie le vérin pneumatique (118) au compresseur haute pression (16) du moteur à turbine à gaz (13).

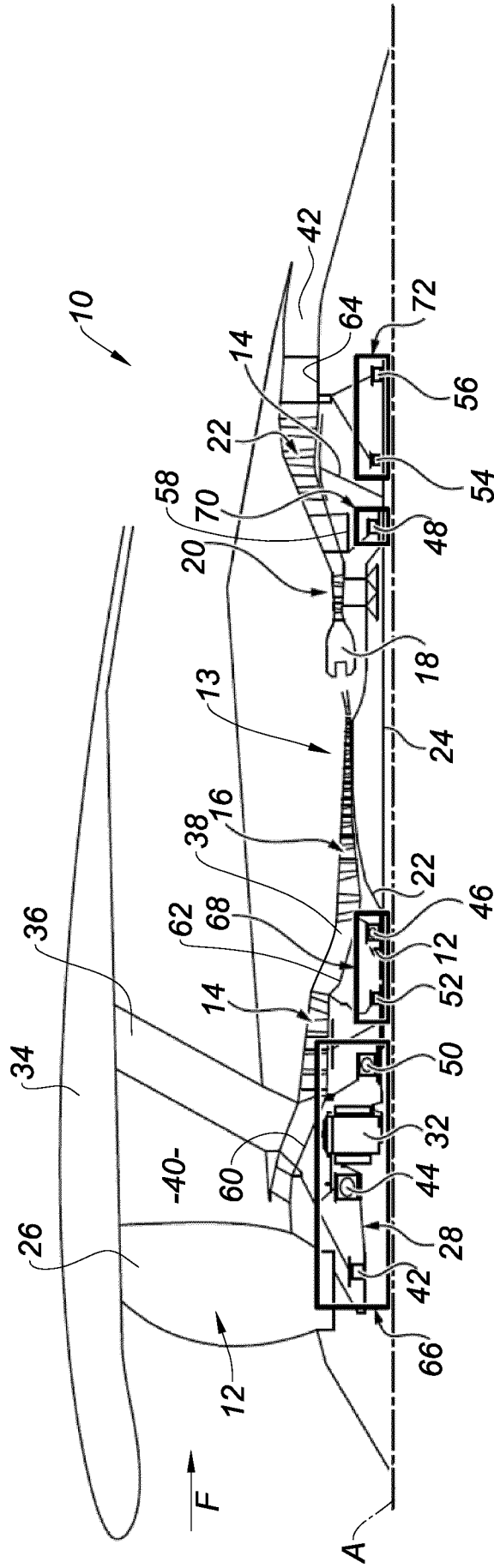


Fig. 1

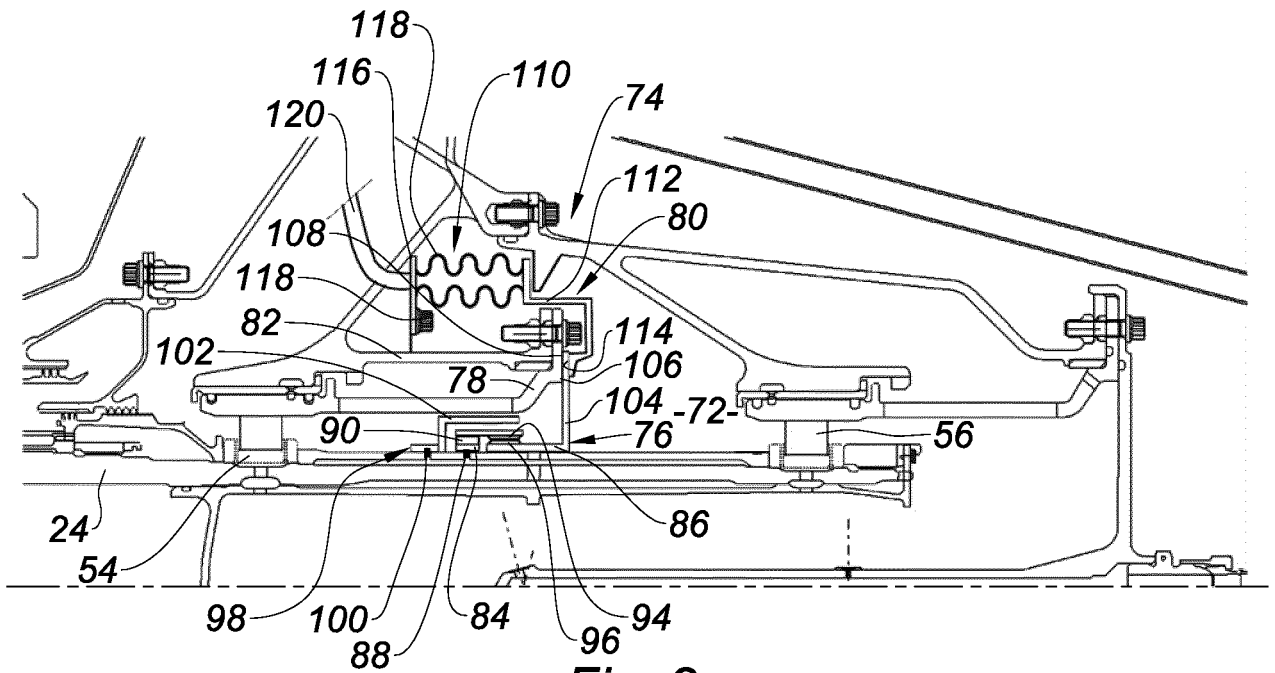


Fig. 2

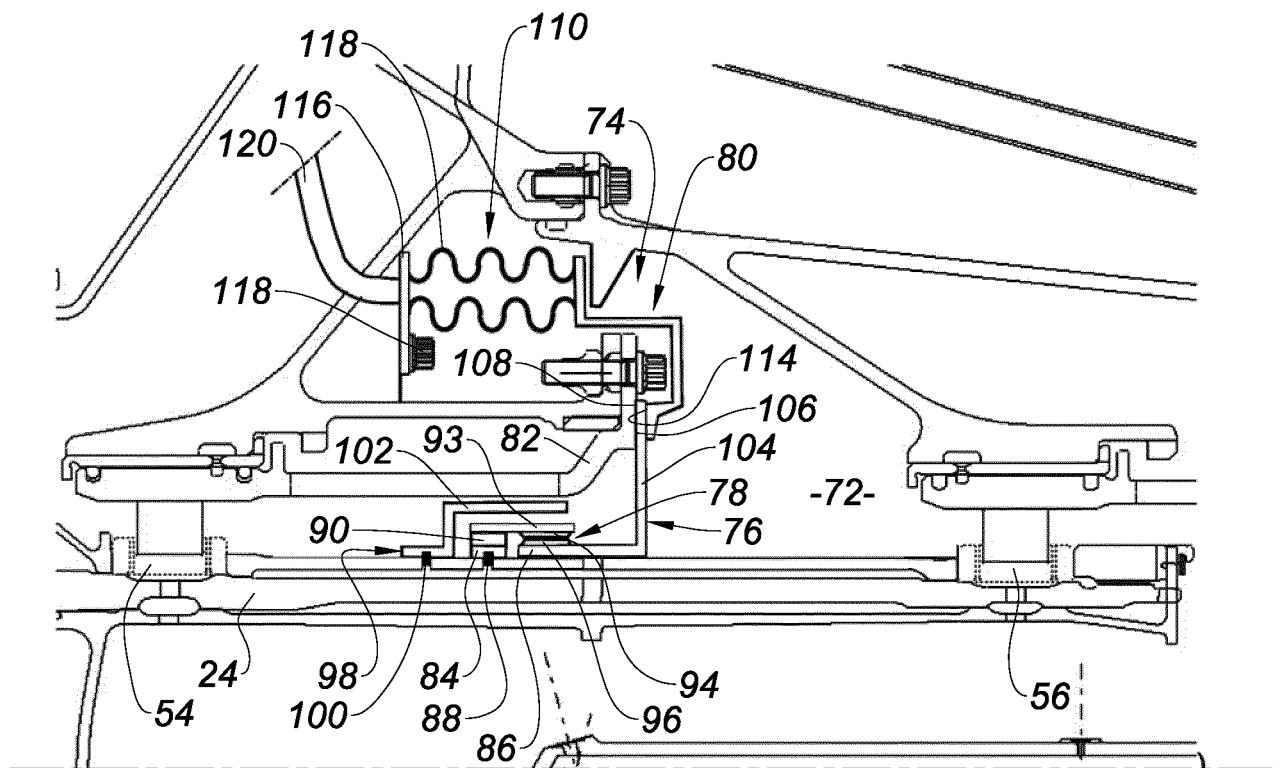


Fig. 3

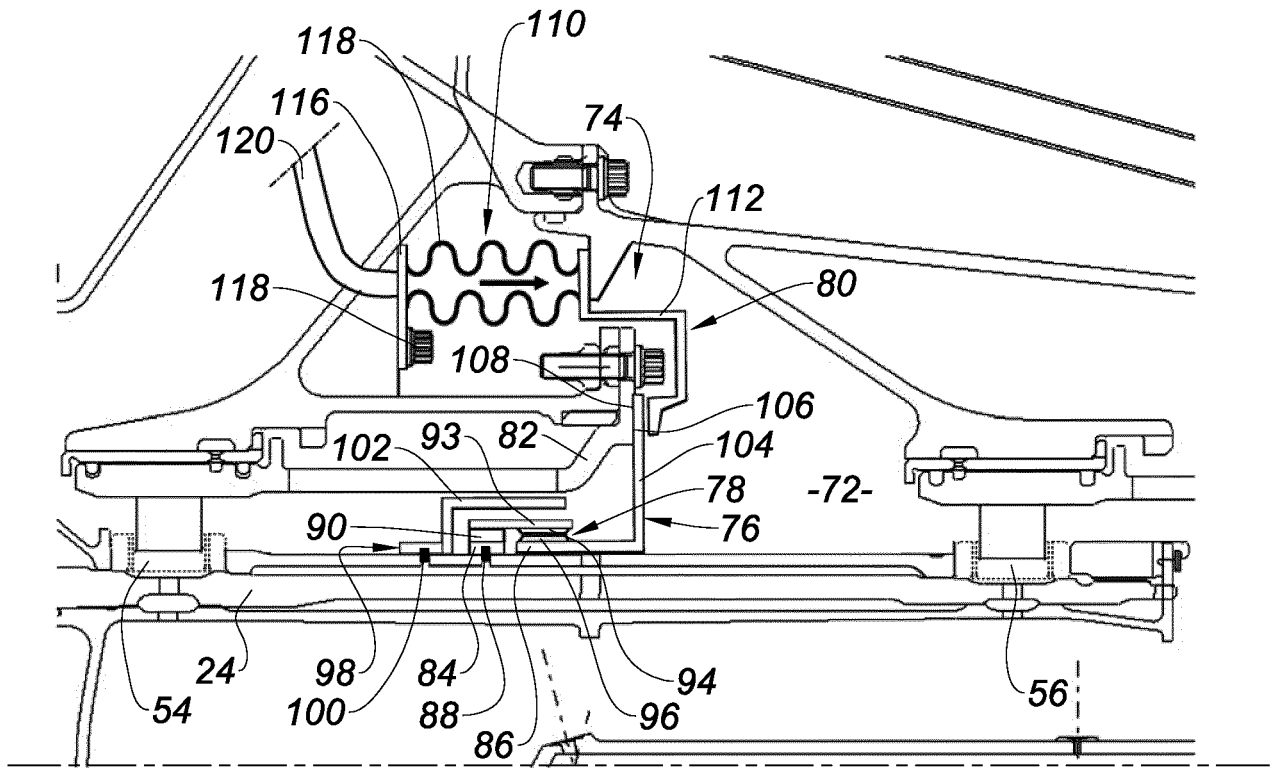


Fig. 4

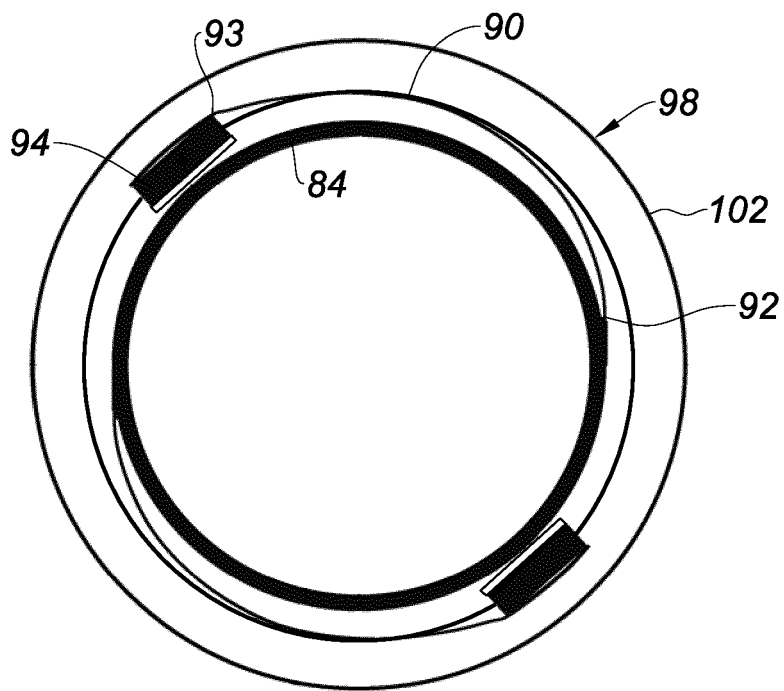


Fig. 5

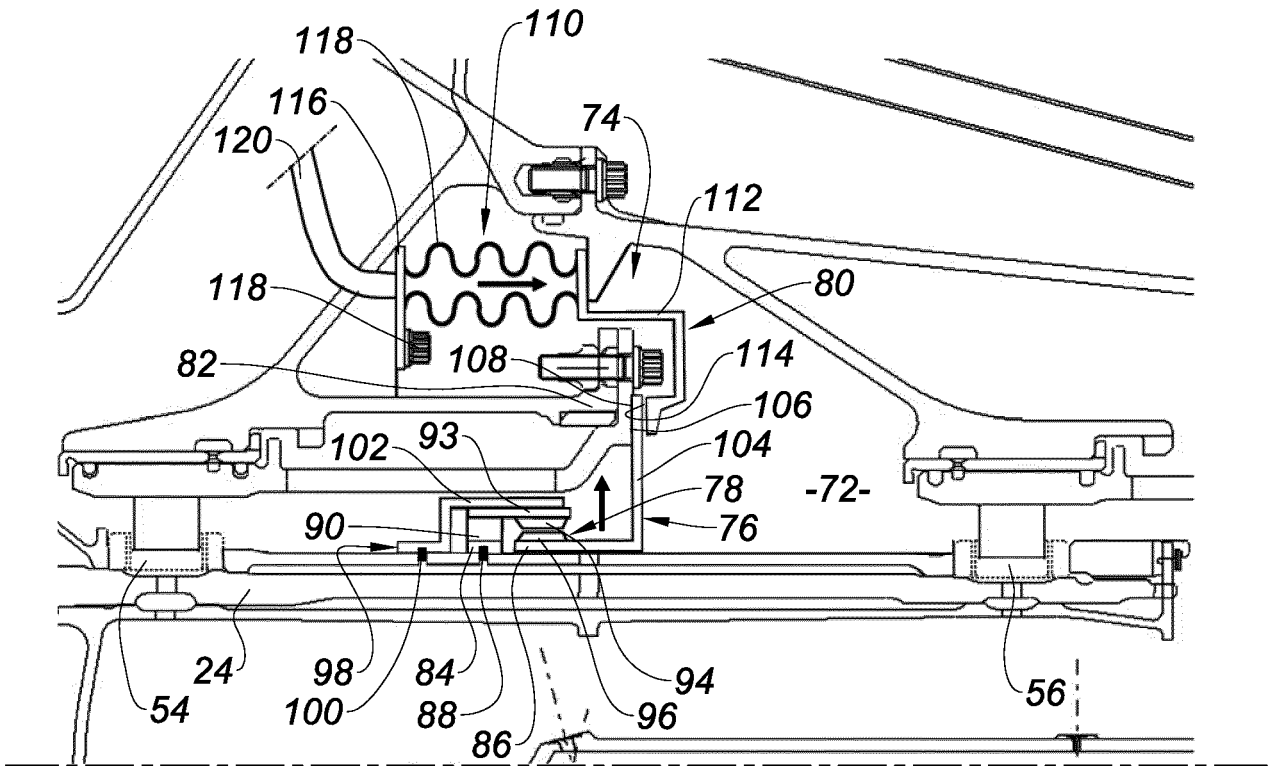


Fig. 6

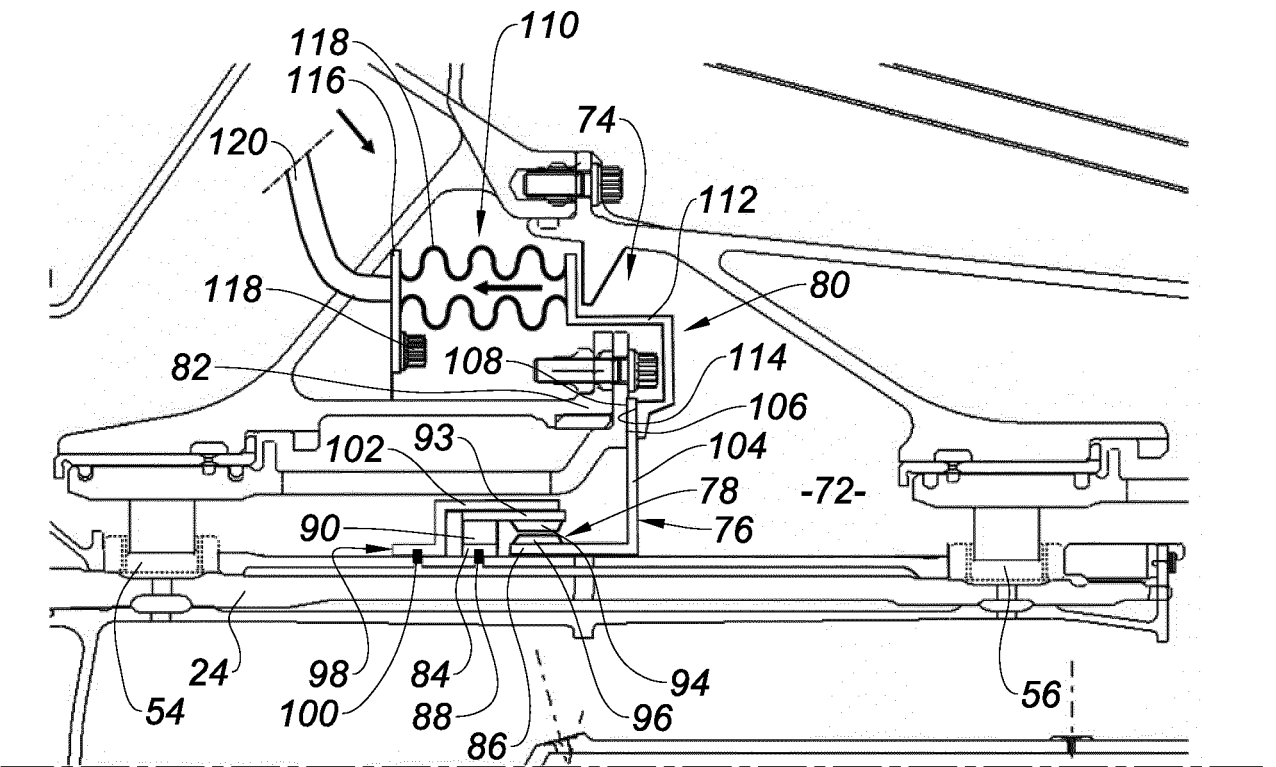


Fig. 7

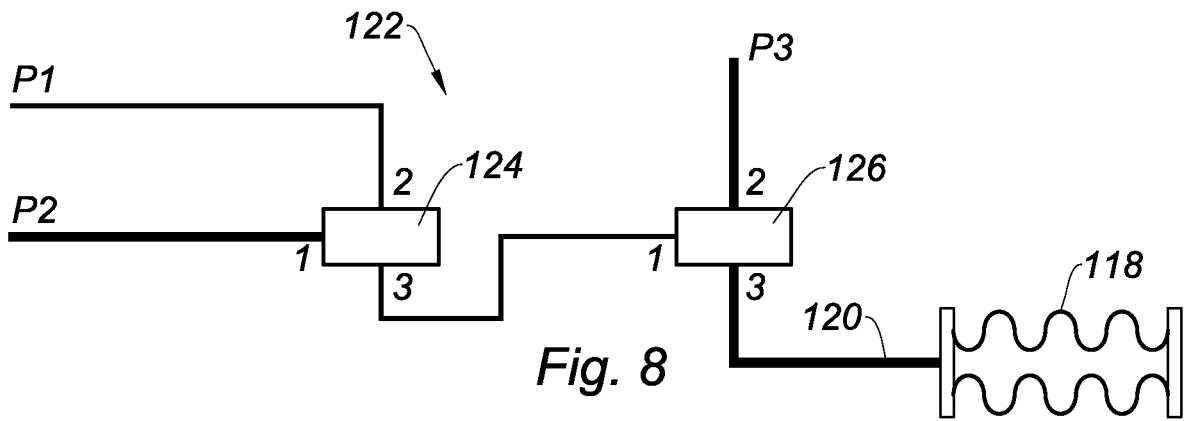


Fig. 8

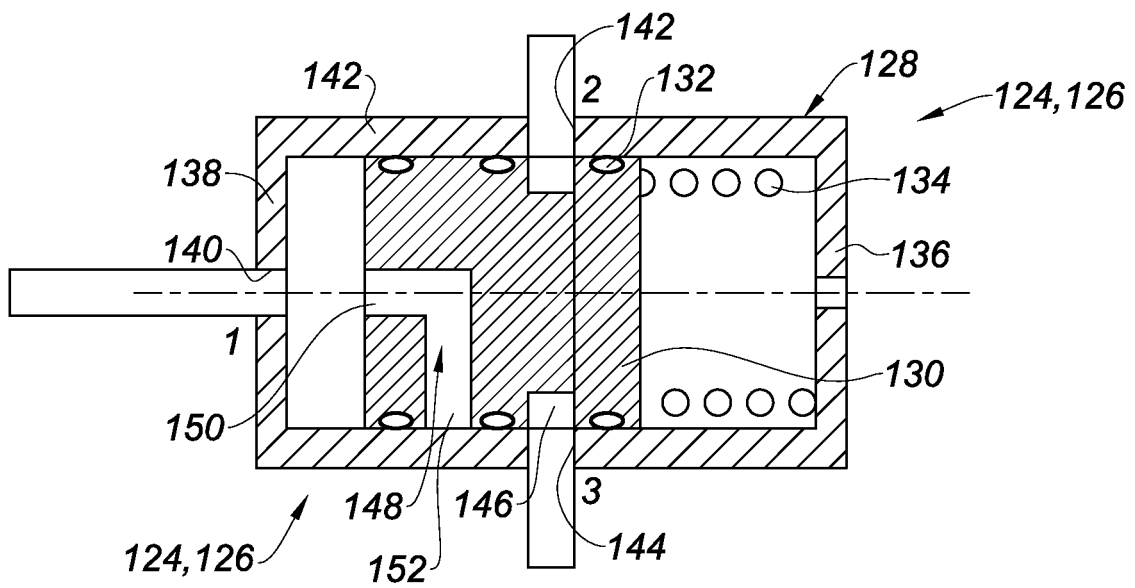


Fig. 9

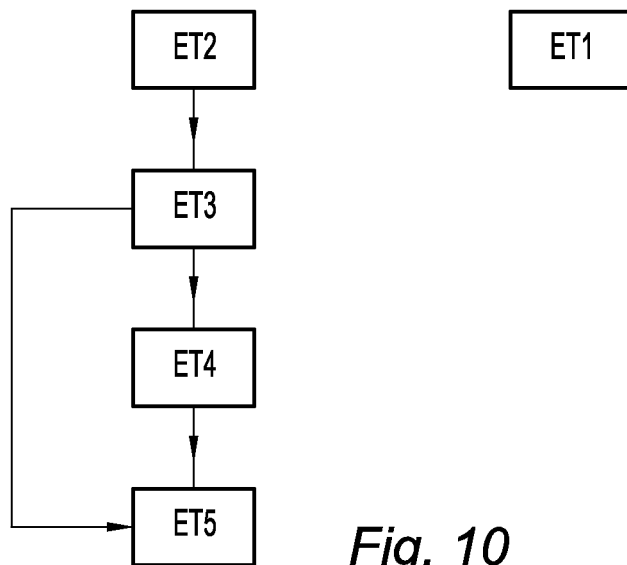


Fig. 10

RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

EP 2 711 291 A1 (EUROCOPTER DEUTSCHLAND [DE]) 26 mars 2014 (2014-03-26)

US 2006/042226 A1 (TRUMPER RONALD [CA] ET AL) 2 mars 2006 (2006-03-02)

US 2002/189231 A1 (FRANCHET MICHEL [FR] ET AL) 19 décembre 2002 (2002-12-19)

US 2013/118856 A1 (LONG GEOFFREY A [US]) 16 mai 2013 (2013-05-16)

DE 33 45 524 A1 (OPEL ADAM AG [DE]) 4 juillet 1985 (1985-07-04)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

NEANT

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT